

<b>ČEZ Distribuce, E.ON CZ, E.ON distribuce, PREdistribuce</b>	<b>Požadavky pro připojení do distribučních sítí - Část 8-2: Sítě vn</b>	<b>PNE 33 3430-8-2</b>
<p><b>Odsouhlasení normy</b></p> <p>Konečný návrh podnikové normy energetiky pro rozvod elektrické energie odsouhlasily tyto organizace: E.ON Distribuce, a.s., E.ON Česká republika, PREdistribuce a.s., a.s., ČEZ Distribuce, a.s.</p> <p><b>Předmluva</b></p> <p>Tato norma platí pro plánování připojování a provozování výrobních elektrických zařízení do distribučních soustav z hlediska bezpečného a spolehlivého provozu distribučních soustav i vlivu na provoz přenosové soustavy. Vychází z Technické Specifikace CENELEC TS 50549-2: „Requirements for the connection of a generating plant to a distribution system - Part 2: Connection to a MV distribution system“</p> <p><b>Citované normy a doporučení</b></p> <p>[1] EN 50 160 Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks (<i>Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě</i>)</p> <p>[2] EN 60044-2 Instrument transformers – Part 2: Inductive voltage transformers (IEC 60044-2) (<i>Přístrojové transformátory – Část 2: Induktivní transformátory napětí</i>)</p> <p>[3] EN 60044-7 Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformers (IEC 60044-7) (<i>Přístrojové transformátory – Část 7: Elektronické transformátory napětí</i>)</p> <p>[4] EN 60255-127 Measuring relays and protection equipment □ Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection (Měřicí relé a ochranná zařízení □ Část 127: Funkční požadavky pro přepětí/ovou/podpětí/ovou ochranu)</p> <p>[5] ČSN EN 61 000-4-30 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika - Metody měření kvality energie (EN 61000-4-30, Electromagnetic compatibility (EMC) · Part 4- 30: Testing and measurement techniques · Power quality measurement methods)</p> <p>[6] EN 61869-3 Instrument transformers – Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers (IEC 61869-3) (<i>Přístrojové transformátory – Část 3: Dodatečné požadavky pro induktivní transformátory napětí</i>)</p> <p>[7] IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary (<i>Mezinárodní elektrotechnický slovník</i>)</p> <p><b>Vypracování normy</b></p> <p>Zpracovatelé: Petr Pražák, EGC- EnerGoConsult, s.r.o. Č. Budějovice Ing. Karel Procházka, CSc. EGC- EnerGoConsult, s.r.o. Č. Budějovice</p> <p>Pracovníci Komise pro technickou normalizaci při ČSRES: Ing. Jaroslav Bárta a Ing. Pavel Kraják</p>		
Návaznost: CLC prTS 50549-2	Účinnost od : 1.1.2015	

**Obsah**

1	Předmět normy .....	5
2	Citované dokumenty.....	5
3	Termíny a definice.....	6
4	Požadavky na výrobný .....	15
4.1	Obecně.....	15
4.2	Schéma připojení .....	16
4.3	Výběr spínacího zařízení.....	16
4.3.1	Obecně.....	16
4.3.2	Spínač rozhraní.....	16
4.4	Normální provozní rozsah .....	16
4.4.1	Obecně.....	16
4.4.2	Provozní rozsah kmitočtu .....	16
4.4.3	Minimální požadavky na dodávku činného výkonu při podfrekvenci .....	17
4.4.4	Trvalý provozní rozsah napětí .....	17
4.5	Odolnost vůči rušení.....	18
4.5.1	Obecně.....	18
4.5.2	Odolnost proti rychlým změnám kmitočtu (ROCOF) .....	18
4.5.3	Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT).....	18
4.5.4	Překlenutí poruchy při krátkodobém přepětí (High voltage ride through - HVRT) .....	20
4.6	Aktivní odezva na odchylky kmitočtu .....	21
4.6.1	Odezva výkonu na nadfrekvenci .....	21
4.6.2	Odezva výkonu na podfrekvenci .....	22
4.7	Odezva výkonu na změny napětí .....	22
4.7.1	Obecně.....	22
4.7.2	Podpora napětí pomocí jalového výkonu .....	22
4.7.3	Snížení činného výkonu závislé na napětí .....	26
4.7.4	Požadavky na zkratový proud u výrobních jednotek .....	26
4.8	Elektromagnetická kompatibilita a kvalita elektřiny.....	28
4.9	Ochrana rozhraní .....	29
4.9.1	Obecně.....	29
4.9.2	Převodníky napětí .....	30
4.9.3	Požadavky na napěťové a frekvenční ochrany.....	30
4.9.4	Prostředky pro zjišťování ostrovního provozu .....	33
4.9.5	Digitální vstup k ochraně rozhraní .....	33
4.10	Připojení a zahájení výroby elektrické energie .....	34
4.10.1	Všeobecně .....	34
4.10.2	Automatické opětovné připojení po vypnutí.....	34
4.10.3	Zahájení výroby elektrické energie.....	34
4.10.4	Synchronizace.....	34
4.11	Omezení činného výkonu na požadovanou hodnotu.....	34
4.12	Vzdálená výměna informací .....	35
5	Postupy zkoušky shody .....	35
	Příloha A (informativní) Požadavky na propojení.....	36

Příloha B (informativní) Vzdálená výměna informací.....	38
Příloha C (informativní) Služby stabilizace kmitočtu .....	36
Příloha D (informativní) Zjišťování ztráty sítě a celková bezpečnost systému .....	38
Příloha E (informativní) Příklady strategií chránění .....	45
Příloha F (normativní) Zkratky .....	52

## Úvod

Tato podniková norma se týká jak budoucích evropských síťových kodexů, tak současných potřeb technického trhu. Jejím účelem je poskytnout podrobný popis funkcí implementovaných do výrobků a metod ověření souladu výrobků.

Zároveň má tato podniková norma sloužit jako technická reference pro definici národních požadavků tam, kde požadavky evropských síťových kódů umožňují flexibilní implementaci, například nastavení odezvy výkonu na nadfrekvenci. Uvedené požadavky jsou čistě technické požadavky; ekonomické otázky týkající se například nákladů, nejsou předmětem tohoto dokumentu.

CLC/TX 8X plánuje do budoucna práci na normalizaci, týkající se zajištění kompatibility této technické normy TS 50549-2 s vývojem právního rámce. Na tyto změny budou navazovat i úpravy této PNE.

## 1 Předmět normy

Smyslem této podnikové normy energetiky je poskytnout technickou směrnici týkající se požadavků na výroby, které mohou být provozovány paralelně s distribuční sítí.

Z praktických důvodů se tato podniková norma, pokud se týká nastavení, která musí být definována a/nebo provedena, odkazuje na provozovatele distribuční soustavy i v případě, že jsou tato nastavení definována a/nebo prováděna jinými aktéry v závislosti na národním a evropském právním rámci.

POZNÁMKA 1 Včetně Evropských síťových kodexů a jejich národní implementace a dalších národních předpisů.

POZNÁMKA 2 Pokud nejsou v rozporu s touto podnikovou normou, mohou platit i další národní požadavky, zejména týkající se připojení k distribuční síti a provozu výroben.

Požadavky této technické normy platí pro všechny výroby, elektrická zařízení a elektronické příslušenství, bez ohledu na typ primárního zdroje energie a bez ohledu na zatížení v síti výrobce, které splňují všechny následující podmínky:

- přeměna libovolného primárního energetického zdroje na střídavý elektrický proud;
- připojení k distribuční síti VN;
- jsou určeny k paralelnímu provozu s touto distribuční sítí, za normálních provozních podmínek.

POZNÁMKA 3 Výroby připojené k distribuční síti NN jsou předmětem ČSN EN 50438 (do 16 A) a PNE 33 3430-8-1 (TS 50549-1 (nad 16 A)).

Nestanoví-li PDS jinak, výroby s maximálním zdánlivým výkonem do 100 kVA mohou alternativně k požadavkům této podnikové normy splňovat PNE 33 3430-8-1. PDS může definovat odlišné mezní hodnoty.

Tato PNE definuje požadavky na vzájemné propojení a postupy ověření shody.

Tato PNE uznává existenci národních norem, síťových kodexů a specifických technických požadavků PDS. Tyto by měly být dodrženy.

Z rozsahu platnosti jsou vyjmuty:

- výběr a posouzení bodu připojení;
- analýza vlivu na napájecí soustavu;
- analýza připojení;
- úmyslný i neúmyslný ostrovní provoz výroben, na kterém se nepodílí žádná část distribuční sítě;
- krátkodobé zpětné napájení distribuční sítě AFE motory;
- požadavky na bezpečnost osob, jelikož jsou již dostatečně pokryty stávajícími evropskými normami.

## 2 Citované dokumenty

Následující citované dokumenty jsou nezbytné pro správné použití tohoto dokumentu. U datovaných citovaných dokumentů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných citovaných dokumentů platí poslední vydání dokumentu (včetně jakýchkoli doplňků).

EN 50 160 Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks  
(*Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě*)

EN 60044-2 Instrument transformers – Part 2: Inductive voltage transformers (IEC 60044-2)  
(*Přístrojové transformátory – Část 2: Induktivní transformátory napětí*)

EN 60044-7 Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformers (IEC 60044-7)  
(*Přístrojové transformátory – Část 7: Elektronické transformátory napětí*)

EN 60255-127 Measuring relays and protection equipment – Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection (IEC 60255-127)  
(*Měřicí relé a ochranná zařízení – Část 127: Funkční požadavky pro přepětovou/podpětovou ochranu*)

EN 61000-4-30 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods  
(*Elektromagnetická kompatibilita (EMC)- Část 4-30: Zkušební a měřicí metody – Metody měření kvality výkonu*)

EN 61869-3 Instrument transformers – Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers (IEC 61869-3)

(*Přístrojové transformátory – Část 3: Dodatečné požadavky pro indukční transformátory napětí*)

IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary

(*Mezinárodní elektrotechnický slovník*)

### 3 Termíny a definice

Pro účely této normy platí termíny a definice stanovené v IEC 60050 a následující.

#### 3.1

**cos $\varphi$**  (*active power  $\varphi$  (IEC 131-11-48 modified)*)

poměr činného a zdánlivého výkonu u dvousvorkového prvku nebo dvousvorkového obvodu napájeného sinusovým napětím

#### 3.2

**dostupný činný výkon  $P_A$**  (*available active power*)

maximální dostupný střídavý činný výkon, který lze získat z primárního pohonu s ohledem na dostupnost a velikost zdroje primární energie v daném okamžiku

POZNÁMKA 1 k heslu: Maximální činný výkon zohledňuje všechna omezení týkající se například primárního zdroje energie nebo použitelnosti výměníku u kogenerace.

#### 3.3

**základní izolace** (*basic insulation*)

izolace životu nebezpečných částí, která poskytuje ochranu před úrazem elektrickým proudem za bezporuchových podmínek

#### 3.4

**kogenerace** (*cogeneration*)

**kombinované teplo a elektřina** (*combined heat and power (CHP)*)

kombinovaná výroba elektrické energie a tepla soustavou převádějící energii a současné použití elektrické a tepelné energie z převodní soustavy

#### 3.5

**výrobní technologie připojená pomocí střídače** (*converter connected generating technology*)

technologie, v níž je výrobní jednotka připojena k distribuční síti pomocí střídače včetně technologie založené na asynchronním generátoru s dvojitě napájeným rotorem (DFIG)

#### 3.5

**konstrukční činný výkon  $P_D$**  (*design active power  $P_D$* )

maximální střídavý činný výkon při účinnosti 0,9 nebo účinnosti stanoveném PDS pro konkrétní výrobu nebo výrobní technologii

#### 3.6

**deklarované napětí dodávky  $U_c$**  (*declared supply voltage  $U_c$  (from EN 50160)*)

napětí dodávky  $U_c$ , dohodnuté provozovatelem napájecí soustavy a uživatelem sítě

POZNÁMKA 1 k heslu: Obecně je deklarované napětí  $U_c$  stejné jako jmenovité napětí, ale v závislosti na dohodě mezi provozovatelem a uživatelem sítě může být odlišné.

#### 3.7

**konstrukční činný výkon  $P_D$**  (*design active power  $P_D$* )

maximální střídavý činný výkon při účinnosti 0,9 nebo účinnosti stanoveném PDS pro konkrétní výrobu nebo výrobní technologii

#### 3.8

**přímo připojená výrobní technologie** (*directly coupled generating technology*)

technologie, v níž je výrobní jednotka připojena přímo do distribuční sítě bez jakéhokoli měniče

**3.9****odpojení** (*disconnection*)

oddělení živých částí hlavního obvodu výroby nebo generátoru od sítě mechanickými kontakty, poskytující alespoň ekvivalentní základní izolaci

POZNÁMKA 1 k heslu: Pasivní součásti jako jsou filtry, pomocné napájení generátoru a snímače mohou zůstat připojeny.

POZNÁMKA 2 k heslu: Při návrhu základní izolace musí být vzaty v úvahu všechny zdroje napětí.

**3.10****fázový posun** (*displacement angle*)

fázový posun u napájení sinusovým napětím, fázový rozdíl mezi napětím dvousvorkového prvku nebo dvousvorkového obvodu a elektrickým proudem v prvku nebo obvodu

POZNÁMKA 1 k heslu: V trojfázové soustavě odkazuje na souslednou složku základní harmonické.

**3.11****distribuční síť** (*distribution network*)

elektrická síť zahrnující uzavřené distribuční sítě, sloužící k distribuci elektrické energie od a ke třetím stranám, které jsou k ní připojeny, do a z přenosové nebo jiné distribuční sítě, za kterou je PDS odpovědný

**3.12****provozovatel distribuční soustavy** (PDS) (*distribution system operator (DSO)*)

fyzická nebo právnická osoba odpovědná za distribuci elektrické energie a za provozování, údržbu a pokud je to nezbytné rozvoj distribuční sítě v dané oblasti

**3.13****po směru toku výkonu** (*downstream*)

směr, kterým by tekla činný výkon, pokud by nebyly do distribuční sítě zapojeny žádné běžící generátory

**3.14****statika** (*droop (derived from IEV 603-04-08)*)

podíl poměrné změny kmitočtu  $(\Delta f)/f_n$  (kde  $f_n$  je jmenovitý kmitočet) k poměrné změně výkonu  $(\Delta P)/P_M$  (kde  $P_M$  je skutečný činný výkon v situaci, kdy kmitočet dosáhne prahové hodnoty):

$$s = - (\Delta f/f_n) / (\Delta P/P_{ref})$$

**3.15****dynamické pásmo necitlivosti** (*dynamic dead band*)

šířka kroku napětí  $\Delta U$  v rámci které není vyžadováno zvláštní chování

**3.16****základní složky trojfázové soustavy** (*fundamental components of three-phase system*)**3.16.1****fázor** (*phasor (IEV 131-11-26 MOD)*)

popis sinusové veličiny pomocí komplexní veličiny, jejíž argument je roven počátečnímu fázovému úhlu a jejíž modul je roven odmocnině součtu čtverců

POZNÁMKA 1 k heslu: U veličiny  $a(t) = A \sqrt{2} \cos(\omega t + \Theta_0)$  je fázor  $A \exp j\Theta_0$ .

POZNÁMKA 2 k heslu: Podobné vyjádření s modulem rovným amplitudě se nazývá „fázor amplitudy“.

POZNÁMKA 3 k heslu: Fázor lze také vyjádřit graficky.

**3.16.2****sousledná složka základní harmonické** (*positive sequence component of fundamental (derived from IEV 448-11-27)*)

u trojfázové soustavy s fázemi L1, L2 a L3 se jedná o soubor symetrických sinusových napětí nebo proudů,

kteří mají základní harmonický kmitočet, a který je definován pomocí následujícího komplexního matematického vzorce:

$$\underline{X}_1 = \frac{1}{3}(\underline{X}_{L1} + \underline{a}\underline{X}_{L2} + \underline{a}^2 \underline{X}_{L3})$$

kde  $\underline{a} = e^{j2\pi/3}$  je 120 stupňový operátor a  $\underline{X}_{L1}$ ,  $\underline{X}_{L2}$  a  $\underline{X}_{L3}$  jsou komplexní vyjádření fázových veličin harmonického kmitočtu, jako jsou fázory proudu nebo napětí

POZNÁMKA 1 k heslu: V rovnovážné harmonické soustavě existuje pouze sousledná složka základní harmonické. Například jsou-li fázory fázového napětí symetrické  $\underline{U}_{L1} = Ue^{j\Theta}$ ,  $\underline{U}_{L2} = Ue^{j(\Theta+4\pi/3)}$  a  $\underline{U}_{L3} = Ue^{j(\Theta+2\pi/3)}$ , potom  $\underline{U}_1 = (Ue^{j\Theta} + e^{j2\pi/3} Ue^{j(\Theta+4\pi/3)} + e^{j4\pi/3} Ue^{j(\Theta+2\pi/3)})/3 = (Ue^{j\Theta} + Ue^{j\Theta} + Ue^{j\Theta})/3 = Ue^{j\Theta}$ .

### 3.16.3

**zpětná složka základní harmonické** (*negative sequence component of fundamental (derived from IEV 448-11-27)*)

u trojfázové soustavy s fázemi L1, L2 a L3 se jedná o soubor symetrických sinusových napětí nebo proudů, které mají základní kmitočet, a který je definován pomocí následujícího komplexního matematického vzorce:

$$\underline{X}_2 = \frac{1}{3}(\underline{X}_{L1} + \underline{a}\underline{X}_{L2} + \underline{a}^2 \underline{X}_{L3})$$

kde  $\underline{a} = e^{j2\pi/3}$  je 120 stupňový operátor a  $\underline{X}_{L1}$ ,  $\underline{X}_{L2}$  a  $\underline{X}_{L3}$  jsou komplexní vyjádření fázových veličin harmonického kmitočtu, jako jsou fázory proudu nebo napětí

POZNÁMKA 1 k heslu: Zpětné složky napětí nebo proudu mohou být významné pouze pokud jsou napětí nebo proudy nevyvážené. Například jsou-li fázory fázového napětí symetrické  $\underline{U}_{L1} = Ue^{j\Theta}$ ,  $\underline{U}_{L2} = Ue^{j(\Theta+4\pi/3)}$  a  $\underline{U}_{L3} = Ue^{j(\Theta+2\pi/3)}$ , potom je zpětná složka  $\underline{U}_2 = (Ue^{j\Theta} + e^{j4\pi/3} Ue^{j(\Theta+4\pi/3)} + e^{j2\pi/3} Ue^{j(\Theta+2\pi/3)})/3 = (1 + e^{j2\pi/3} + e^{j4\pi/3})/3 = 0$ .

### 3.16.4

**nulová složka základní harmonické** (*zero sequence component of fundamental (derived from IEV 448-11-27)*)

u trojfázové soustavy s fázemi L1, L2 a L3 se jedná o soubor symetrických sinusových napětí nebo proudů, které mají základní kmitočet, a který je definován pomocí následujícího komplexního matematického vzorce:

$$\underline{X}_0 = \frac{1}{3}(\underline{X}_{L1} + \underline{X}_{L2} + \underline{X}_{L3})$$

kde  $\underline{X}_{L1}$ ,  $\underline{X}_{L2}$  a  $\underline{X}_{L3}$  jsou komplexní vyjádření fázových veličin harmonického kmitočtu, jako jsou fázory proudu nebo napětí

### 3.17

**výrobní** (*generating plant*)

úhrn všech výrobních jednotek připojených v jednom bodě, včetně příslušenství a všech zařízení pro připojení

POZNÁMKA 1 k heslu: Tato definice je určena k ověření souladu s technickými požadavky této normy. Může se odlišovat od právní definice výroby.

### 3.18

**řídící jednotka výroby** (*generating plant controller*)

inteligence, která zajišťuje splnění požadavků v místě připojení (POC) pokud se týká výroby, obvykle pomocí externích měřicích signálů z POC, které tvoří referenční hodnoty pro podřízené zařízení, například výrobní jednotky

### 3.19

**hranice třídy výkonu výroby** (*generating plant class threshold*)

hranice výkonu stanovená provozovatelem distribučního systému nebo národní komisí.

POZNÁMKA 1 k heslu: Tato hranice je určena k usnadnění procesu připojení menších výroben. Výrobní třídy I mohou být posuzovány pouze podle výrobní jednotky.

POZNÁMKA 2 k heslu: Tato hranice může být definována obecně nebo jednotlivě pro konkrétní výroby.



**3.20****výrobní třídy I** (generating plant of class I)

výrobní s maximálním výkonem, který je menší nebo roven hranici třídy výroby.

**3.21****výrobní třídy II** (generating plant of class II)

výrobní s maximálním výkonem, který je vyšší než hranice třídy výroby

**3.22****výrobní jednotka** (*generating unit*)

nedělitelný soubor zařízení, který může vyrábět elektrickou energii, běžet nezávisle, a který tuto energii dodává do distribuční sítě

POZNÁMKA 1 k heslu: Například plynová turbína s kombinovaným cyklem (CCGT) nebo ORC za spalovacím motorem je považována za jednu výrobní jednotku.

POZNÁMKA 2 k heslu: Je-li výrobní jednotka kombinací technologií vedoucích k odlišným požadavkům, musí být toto posouzeno případ od případu.

POZNÁMKA 3 k heslu: Akumulační zařízení pracující v režimu výroby elektrické energie a se střídavým připojením do distribuční sítě je považováno za výrobní jednotku.

**3.23****ochrana rozhraní** (*interface protection relay*)

kombinace různých ochranných funkcí, které vypínají spínač rozhraní výrobní jednotky a zabraňují jeho sepnutí, podle toho co je vhodné v případě:

- poruchy v distribuční síti (s ohledem na úroveň napětí POC);
- ostrovního provozu;
- při hodnotách napětí a kmitočtu mimo odpovídající rozsah regulačních hodnot

**3.24****systém chránění rozhraní** (*interface protection system*)

systém ochrany, který působí na spínač rozhraní

**3.25****časování systému ochrany rozhraní** (*interface protection system timing*)**3.25.1****vstupní budič veličina** (*energising quantity*)

veličina, kterou je funkce ochrany uvedena v činnost, když její průběh vyhovuje stanoveným podmínkám

POZNÁMKA 1 k heslu: Viz také obrázek 1...

**3.25.2****čas náběhu** (*start time (EN 60255-151 modified)*)

časový úsek mezi okamžikem, kdy se za stanovených podmínek změní příslušná vstupní veličina měřicího relé v klidovém stavu a okamžikem, kdy vznikne rozběhový signál

POZNÁMKA 1 k heslu: Viz také obrázek 1.

**3.25.3****nastavení časového zpoždění** (*time delay settings*)

přídavné zpoždění, které je možné uživatelsky nastavit

POZNÁMKA 1 k heslu: Viz také obrázek 1.

**3.25.4****čas působení** (*operate time (IEV 447-05-05 modified)*)

časový úsek mezi okamžikem, kdy se za stanovených podmínek změní konkrétní veličina měřicího relé v klidovém stavu a okamžikem, kdy ochrana zapůsobí

POZNÁMKA 1 k heslu: Viz také obrázek 1.

POZNÁMKA 2 k heslu: Provozní čas je startovací čas plus nastavení zpoždění.

### 3.25.5

#### čas vypnutí (*disconnection time*)

součet času ochranného systému a vypínacího času spínače rozhraní

POZNÁMKA 1 k heslu: Viz také obrázek 1 kde čas CB označuje čas vypnutí.

### 3.25.6

#### čas návratu (*reset time (IEV 447-05-06 modified)*)

časový úsek mezi okamžikem, kdy za stanovených podmínek příslušná vstupní veličina měřícího relé dosáhne hodnoty pro klidový stav a okamžikem, kdy se ochrana vrátí do klidového stavu

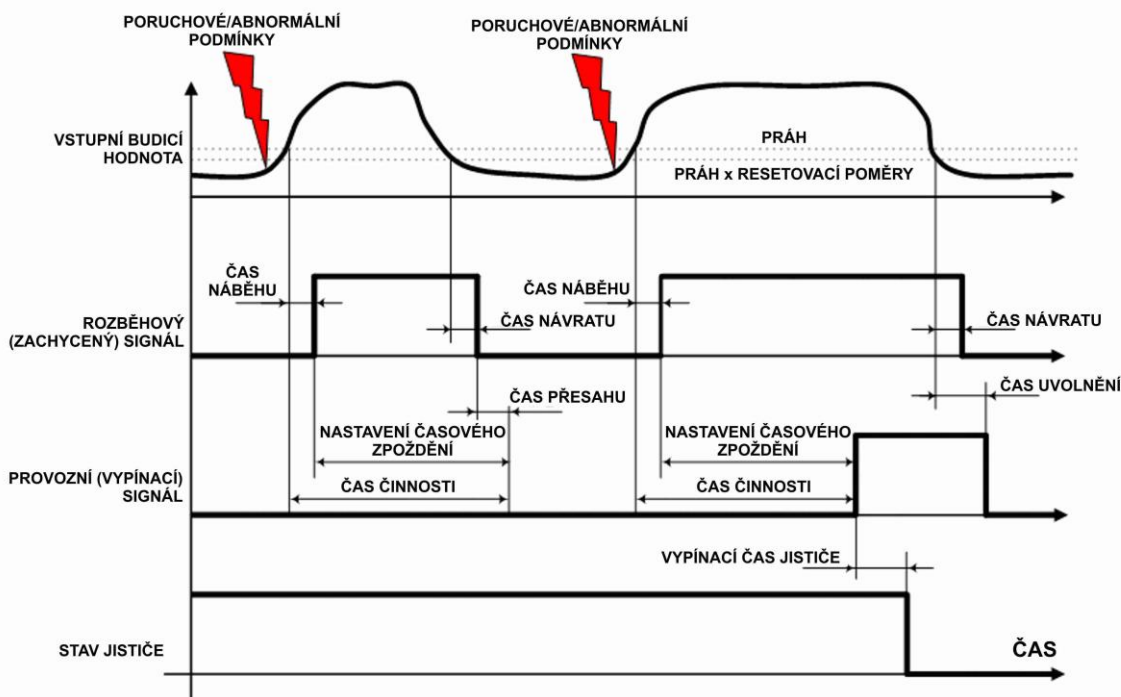
POZNÁMKA 1 k heslu: Viz také ...

### 3.25.7

#### čas uvolnění (*disengaging time (IEV 447-05-10)*)

časový úsek mezi okamžikem, kdy dojde ke stanovené změně vstupní hodnoty rozběhové veličiny, která způsobí uvolnění relé a okamžikem, kdy dojde k uvolnění relé

POZNÁMKA 1 k heslu: Viz také obrázek 1



Obrázek 1 – Hlavní časy určující působení ochrany rozhraní

### 3.26

#### ostrovni provoz (*islanding*)

stav, kdy je část elektrické sítě obsahující výrobu fyzicky odpojena od zbytku distribuční soustavy nebo sítě uživatele a jedna nebo více výrobních jednotek udržují v této izolované části sítě napájení

### 3.27

#### maximální činný výkon $P_{\max}$ (maximum active power $P_{\max}$ )

nejvyšší střídavý činný výkon, na který je výrobní jednotka nebo úhrn výrobních jednotek ve výrobně navržen pro normální pracovní podmínky

POZNÁMKA 1 k heslu: Maximální výkon je definován jako průměr z desetiminutového měření.

**3.28****maximální zdánlivý výkon  $S_{\max}$**  (maximum apparent power  $S_{\max}$ )

maximální výstupní střídavý zdánlivý výkon, na který je výrobní jednotka nebo úhrn výrobních jednotek ve výrobně navržen pro normální pracovní podmínky

POZNÁMKA 1 k heslu: Maximální výkon je definován jako průměr z desetiminutového měření.

**3.29****distribuční síť vysokého napětí (VN)** (medium voltage (MV) distribution network)elektrická distribuční síť s napětím, jehož jmenovitá efektivní hodnota je  $1 \text{ kV} < U_n \leq 36 \text{ kV}$ 

POZNÁMKA 1 k heslu: Vzhledem k existujícím síťovým strukturám, se může horní mez VN v některých zemích lišit.

**3.30****okamžitý činný výkon  $P_M$**  (momentary active power)

skutečný střídavý činný výstupní výkon v určitém okamžiku

**3.31****jmenovitý kmitočet  $f_n$**  (*nominal frequency  $f_n$  (IEC 151-16-09 modified)*)

kmitočet, užitý pro návrh nebo rozpoznání zařízení nebo energetického systému

POZNÁMKA 1 k heslu: Pro účely této normy je jmenovitý kmitočet  $f_n$  50Hz.**3.32****jmenovité napětí  $U_n$**  (*nominal voltage  $U_n$* )

napětí, pro které je napájecí síť navržena nebo určena, a ke kterému jsou vztaheny konkrétní provozní charakteristiky

**3.33****doba sledování** (*observation time*)

doba, během níž se sleduje, zda jsou všechny hodnoty napětí a kmitočtu v daném rozsahu, a která předchází připojení výroby do distribuční sítě nebo zahájení výroby elektrické energie

**3.34****paralelní provoz s distribuční sítí** (*operation in parallel with distribution network*)

stav, kdy je výrobní připojena a provozována synchronně s distribuční sítí

**3.35****místo připojení** (*point of connection (POC)*)

rozhraní, ve kterém je výrobní připojena k distribuční síti

**3.36****účinník** (*power factor (from IEV 131-11-46)*)

v opakovaně se měnících podmínkách se jedná o poměr absolutní hodnoty činného výkonu P a zdánlivého výkonu S:

$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

POZNÁMKA 1 k heslu: U sinusového napájení je účinník absolutní hodnotou  $\cos \varphi$ .**3.37****stabilita napájecí soustavy** (*power system stability (derived from IEV 603-03-01)*)

schopnost napájecí soustavy vrátit se po poruše do ustáleného stavu, charakterizovaného synchronním provozem výroben

**3.38****primární zdroj energie** (*primary energy source*)

neelektrický zdroj energie pro elektrický generátor

POZNÁMKA: Příklady primárních energetických zdrojů zahrnují zemní plyn, větrnou a solární energii. Tyto zdroje mohou být využívány například plynovými turbínami, větrnými turbínami a fotovoltaickými články.

### 3.39

#### **výrobce** (*producer*)

společnost, která již má nebo plánuje připojení výroby elektrické energie k distribuční síti

### 3.40

#### **síť výrobce** (*producer's network*)

elektrická zařízení za místem připojení, vlastněná/provozovaná výrobcem pro vnitřní rozvod elektřiny

### 3.41

#### **ochrana** (*protection relay (from IEV 447-01-14)*)

měřicí relé, které detekuje poruchy nebo jiné abnormální podmínky v napájecí soustavě nebo v silnoproudém zařízení

POZNÁMKA 1 k heslu: Ochrana je podstatnou částí systému chránění.

POZNÁMKA 2 k heslu: Ochrana rozhraní je ochrana, která pracuje na spínači rozhraní.

### 3.42

#### **systém chránění** (*protection system – from IEV 448-11-03*)

sestava jedné nebo více ochran a jiných zařízení sloužících zajištění jedné nebo více konkrétních ochranných funkcí.

POZNÁMKA 1 k heslu: Systém chránění zahrnuje jednu nebo více ochran, přístrojové transformátory, propojovací vedení, vypínací obvod(y), pomocné napájení, a případně komunikační systém(y). V závislosti na principech systému chránění, může tento zahrnovat jeden konec, nebo všechny konce chráněného úseku a případně automatiku opětného zapínání.

POZNÁMKA 2 k heslu: Nezahrnuje vypínače.

### 3.44

#### **jmenovitý proud** (*rated current*)

maximální ustálený střídavý proud, který je generátor nebo výrobná za normálních provozních podmínek schopna dosáhnout

### 3.45

#### **referenční napětí** (*reference voltage*)

hodnota stanovená jako základ, která slouží k vyjádření zbytkového napětí, hranic pásem a dalších hodnot pomocí poměrných hodnot nebo procent.

POZNÁMKA 1 k heslu Pro účely této normy je referenčním napětím jmenovité napětí, nebo deklarované napětí distribuční sítě.

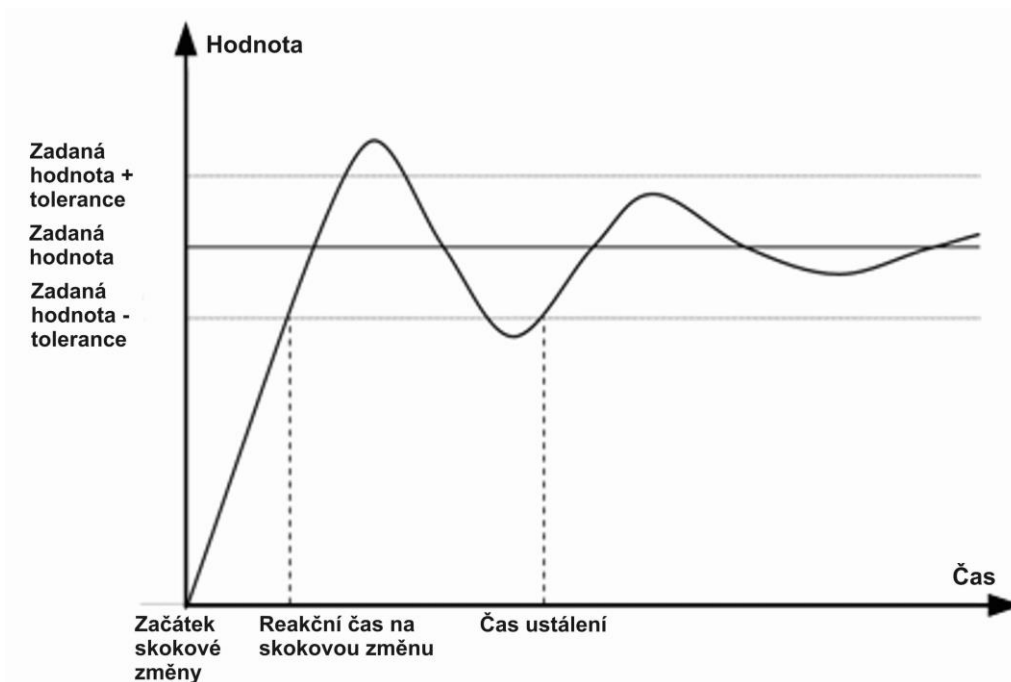
### 3.46

#### **tolerance jedné poruchy** (*single fault tolerance (IEV 394-33-13 modified)*)

vlastnost systému, umožňující zachovat si funkčnost při výskytu jedné poruchy

### 3.47

#### **reakce na skokovou změnu** (*step reaction behaviour*)



Obrázek 2 – Časování, reakční čas na skokovou změnu a čas vyrovnání

### 3.47.1

#### **reakční čas na skokovou změnu** (step response time)

čas, který uplyne mezi okamžikem náhlé změny řídicí veličiny a okamžikem, kdy odpovídající změna výstupní veličiny poprvé dosáhne pásma tolerance zadané hodnoty

POZNÁMKA 1 k heslu Viz také obr.2

### 3.47.2

#### **čas ustálení** (settling time)

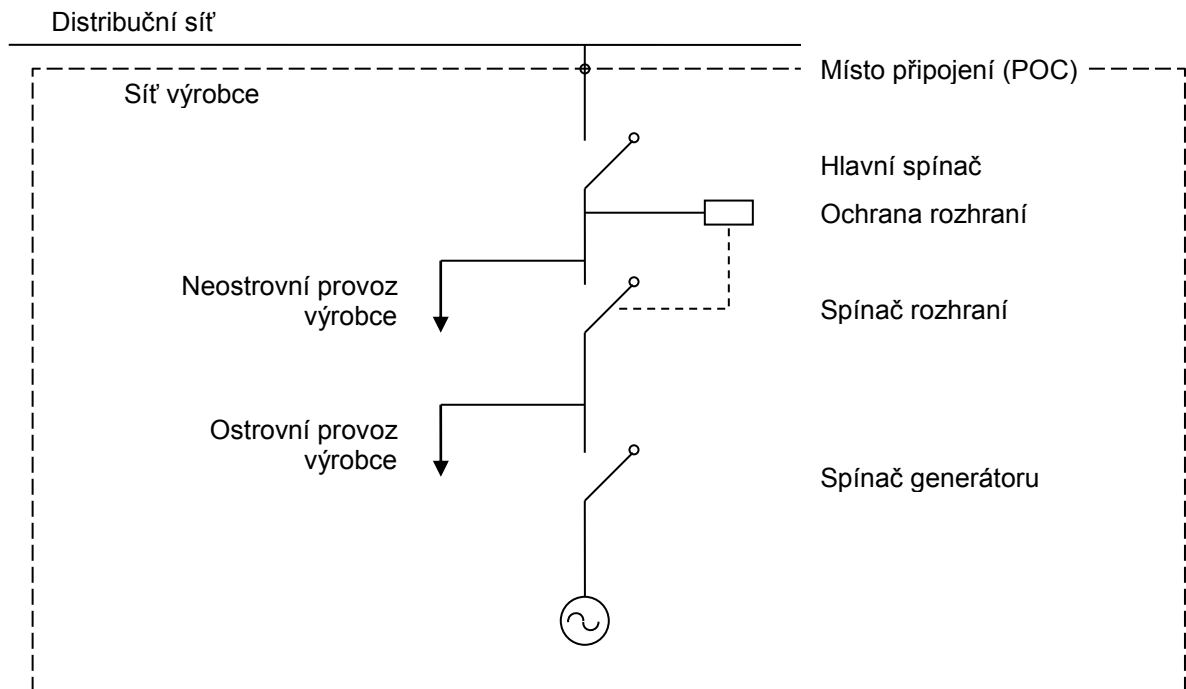
čas, který uplyne mezi okamžikem náhlé změny řídicí veličiny a okamžikem, od kterého odpovídající změna výstupní veličiny zůstává v pásmu tolerance zadané hodnoty

POZNÁMKA 1 k heslu Viz také .obr.2

### 3.48

#### **spínač** (switch (IEV 151-12-22))

Zařízení pro změnu elektrického spojení mezi jeho vývody



**Obrázek 3 – Výrobní elektrické energie připojená k distribuční síti (schématické zobrazení spínačů)**

#### 3.48.1

##### **hlavní spínač** (main switch)

spínač umístěný co nejbližší k bodu připojení, sloužící k ochraně před vnitřními poruchami a odpojení celé výroby od distribuční sítě (viz obrázek 3)

POZNÁMKA Viz také obrázek 3.

#### 3.48.2

##### **spínač rozhraní** (interface switch)

spínač (vypínač, spínač nebo stykač) umístěný v síti výrobce, sloužící k oddělení části(i) sítě výrobce, obsahující alespoň jeden generátor od distribuční sítě

POZNÁMKA 1 k heslu: Také viz obrázek 3.

POZNÁMKA 2 k heslu: V některých situacích může spínač rozhraní, pokud je to technicky proveditelné, sloužit k sepnutí ostrovňového provozu sítě výrobce.

**3.48.3 spínač generátoru** (*generating unit switch*)

spínač umístěný elektricky blízko k vývodům každého generátoru výroby, sloužící k ochraně a odpojení tohoto generátoru (viz obrázek 2)

POZNÁMKA 1 k heslu: Také viz obrázek 3.

**3.49****přechodný paralelní provoz s distribuční sítí** (*temporary operation in parallel with the distribution network*)

stav, kdy je výroba krátkodobě připojena k distribuční síti, za účelem udržení nepřetržité dodávky napětí a umožnění zkoušení

**3.50****provozovatel přenosové soustavy** (*transmission system operator - TSO*)

fyzická nebo právnická osoba odpovědná za provozování, údržbu a pokud je to nezbytné rozvoj přenosové soustavy v dané oblasti a tam, kde je to možné za její propojení s ostatními soustavami a pro zajištění dlouhodobé schopnosti soustavy plnit přijatelné požadavky na přenos elektrické energie

**3.51****systém řízení napětí** (*voltage control system*)

automatický řídicí systém výroby nebo výrobní jednotky, který zabráňuje kolísání napětí v síti, například regulací výstupního jalového výkonu

**3.52****kolísání napětí** (*voltage variation*)

nárůst nebo pokles efektivní hodnoty napětí, obvykle v důsledku kolísání zátěže

**4 Požadavky na výroby****4.1 Obecně**

Tato kapitola definuje požadavky na výroby, které budou provozovány paralelně s distribuční sítí. Tam, kde musí být poskytnuto nastavení nebo jsou dány možnosti připojení, mohou být tyto konfigurace a nastavení poskytovány PDS s respektováním právního rámce. Neposkytuje-li PDS žádná nastavení, musí být použita uváděná výchozí nastavení, nejsou-li udána žádná výchozí nastavení, je volba nastavení nebo deaktivace funkce ponechána na výrobcu.

Ustanovení kapitoly 4 jsou nezávislá na délce provozu výrobní jednotky paralelně s distribuční sítí. Uvolnění požadavků na připojení pro konkrétní výrobní jednotku nebo výrobu, která je paralelně provozována pouze krátkodobě (přechodný paralelní provoz) záleží na uvážení PDS. Uvolněné požadavky musí být předmětem dohody mezi PDS a výrobcem zároveň s maximální povolenou dobou trvání přechodného paralelního provozu. U krátkodobého paralelního provozu musí příslušné automatické zařízení odpojit výrobní jednotku nebo výrobu, jakmile uplyne maximální povolená doba trvání.

Pokud rozdílné požadavky na výrobu/vyrobní jednotku jsou v rozporu, musí být využito následující hierarchie v sestupném pořadí:

- 1) ochrany výrobní jednotky včetně těch, týkajících se primárního pohonu, jsou-li technicky odůvodněné a odsouhlasené výrobcem i PDS;

POZNÁMKA Například ochrana výrobní jednotky nesmí, bez souhlasu PDS vypínat před ochranou rozhraní.

- 2) ochrana rozhraní (viz kapitola 4.9) a ochrany před vnitřními poruchami výroby;
- 3) povely dálkového ovládání regulace činného výkonu;
- 4) místní reakce na nadfrekvenci (viz kapitola 4.6.1) a případně na podfrekvenci (viz kapitola 4.6.2);
- 5) povely dálkového ovládání (zadané hodnoty nebo režimy řízení P a/nebo Q);
- 6) místní ovládání jalového výkonu (viz kapitola 4.7.2) a/nebo činného výkonu (P(U) viz kapitola 4.7.3).

Kromě požadavků uvedených v kapitole 4 platí pro připojení výroben do distribuční sítě další požadavky, například stanovení místa připojení. Ačkoli je toto mimo rozsah platnosti této PNE, některé pokyny jsou uvedeny v informativní příloze A.

## 4.2 Schéma připojení

Výrobna musí splňovat požadavky PDS. Rozdílné požadavky mohou být předmětem dohody mezi výrobcem a PDS v závislosti na potřebách napájecí soustavy.

Výrobna musí, kromě jiného, zajistit následující:

- a) synchronizaci, provoz a odpojení za normálních provozních podmínek, t.j. ve stavu bez poruch a selhání;
- b) poruchy a selhání uvnitř výroby nesmí narušit normální chod distribuční sítě;
- c) koordinovaný provoz spínače rozhraní se spínačem výrobní jednotky, hlavním spínačem a spínači distribuční sítě při poruchách nebo selháních uvnitř výroby nebo sítě PDS během paralelního provozu s distribuční sítí;
- d) odpojení výroby od distribuční sítě vypnutím spínače rozhraní v souladu s kapitolou 4.9.

Jak je vidět na obrázku 3, k zajištění výše uvedených funkcí mohou být použity koordinované, ale nezávislé spínače a ochranné vybavení pro každou část výroby.

## 4.3 Výběr spínacího zařízení

### 4.3.1 Obecně

Spínače musí být zvoleny na základě parametrů napájecí soustavy, ve které mají být instalovány. Za tím účelem musí být určen zkratový proud v místě instalace a musí být vzat v úvahu, kromě jiného, příspěvek připojené výroby ke zkratovému proudu.

Prostředky pro odpojení výroby musí být pro PDS přístupné vždy, pokud PDS nepožaduje použití alternativního způsobu.

### 4.3.2 Spínač rozhraní

Spínače musí být silnoproudá relé, stykače nebo mechanické vypínače, každý s vypínací a spínací schopností odpovídající jmenovitému proudu výroby a odpovídající příspěvku zkratového proudu výroby.

Proud, který je spínací zařízení schopno krátkodobě vydržet musí být v souladu s maximálním zkratovým proudem v místě připojení.

V případě ztráty pomocného napájení spínacího zařízení je vyžadováno okamžité bezpečné odpojení spínače.

POZNÁMKA Pro FVE měniče jsou další požadavky s ohledem na spínač rozhraní uvedeny v EN 62109-1 a -2.

Spínač rozhraní se může shodovat buď s hlavním spínačem nebo se spínačem výrobní jednotky. V případě kombinace musí jediný spínač vyhovovat požadavkům obou samostatných spínačů. Důsledkem je, že mezi výrobní jednotkou a POC musí být alespoň dva sériově zapojené spínače.

## 4.4 Normální provozní rozsah

### 4.4.1 Obecně

Bez ohledu na topologii a nastavení ochrany rozhraní, musí být výrobna schopna provozu v níže specifikovaném provozním rozsahu.

### 4.4.2 Provozní rozsah kmitočtu

Výrobna musí být schopna nepřerušeno provozu, pokud se kmitočet v místě připojení pohybuje v rozmezí 49 - 51Hz.

Výrobna by měla být schopna provozu v rozsahu kmitočtu 47 Hz až 52 Hz, dokud nedojde k vypnutí ochranou rozhraní. Tudíž musí být výrobna schopna provozu alespoň v rozsahu kmitočtu a po dobu odpovídající minimálním požadavkům uvedeným v tabulce 1.

POZNÁMKA 1 V budoucích vydáních tohoto dokumentu mohou být zavedeny přísnější požadavky za účelem zohlednění činnosti dílčích sítí (dočasně) provozovaných v ostrovním provozu.

S ohledem na právní rámec je možné, že u některých synchronních oblastí vyžaduje PDS přísnější časové periody a/nebo rozsahy kmitočtu. Nicméně i tak zůstanou v rámci nejpřísnějších požadavků uvedených v tabulce 1.

POZNÁMKA 2 U malých izolovaných distribučních sítí (typicky ostrovů) mohou být vyžadovány ještě přísnější podmínky.



Tabulka 1 – Minimální doba provozu při poklesu kmitočtu

Rozsah kmitočtu	Doba provozu Minimální požadavky	Doba provozu Nejpřísnější požadavky
47,0 Hz – 47,5 Hz	není vyžadováno	20 sekund
47,5 Hz – 48,5 Hz	30 minut <sup>a</sup>	90 minut
48,5 Hz – 49 Hz	30 minut <sup>a</sup>	90 minut <sup>a</sup>
49,0 Hz – 51,0 Hz	Neomezeno	Neomezeno
51,0 Hz – 51,5 Hz	30 minut <sup>a</sup>	90 minut
51,5 Hz – 52,0 Hz	není vyžadováno	15 minut

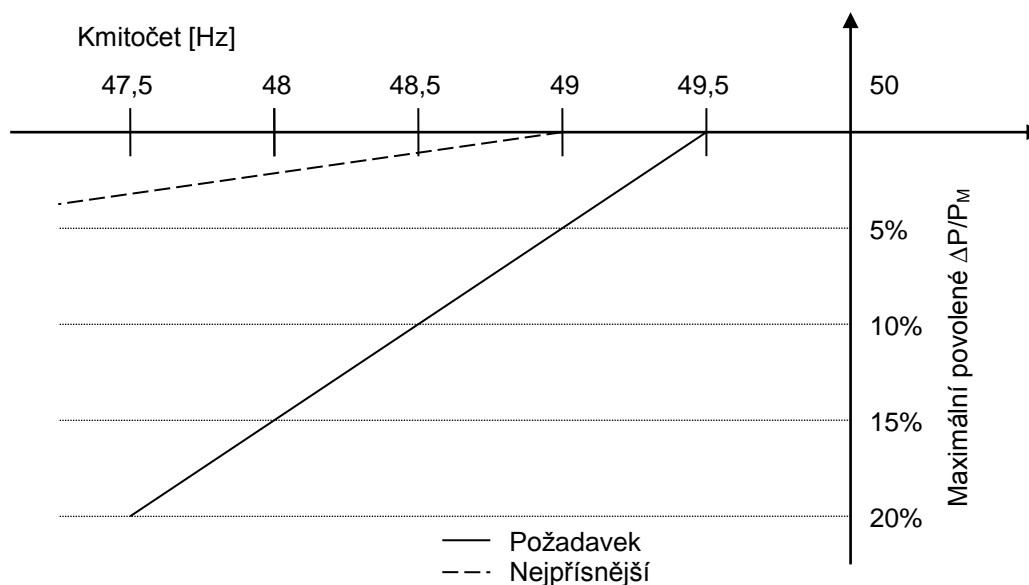
<sup>a</sup> S ohledem na právní rámec je možné, že příslušná autorita vyžaduje v některých synchronních oblastech delší doby provozu.

#### 4.4.3 Minimální požadavky na dodávku činného výkonu při podfrekvenci

Výrobna musí být odolná vůči poklesu kmitočtu v místě připojení, tak aby omezení maximálního výkonu bylo co nejmenší.

Přípustný pokles činného výkonu z důvodu podfrekvence nižší než 49,5 Hz je vymezen hodnotou 10 % z okamžitého činného výkonu  $P_M$  na každý 1 Hz poklesu kmitočtu, viz plná čára na obrázku 3.

S ohledem na právní rámec může příslušný úřad vyžadovat přísnější charakteristiku poklesu výkonu. Nicméně tento požadavek musí být omezen na přípustný pokles činného výkonu způsobeného podfrekvencí nižší než 49,0 Hz na úrovni 2 % poklesu okamžitého činného výkonu  $P_M$  na 1 Hz poklesu kmitočtu, viz přerušovaná čára na obrázku 4.



Obrázek 4 – Maximální povolený pokles výkonu při poklesu kmitočtu

#### 4.4.4 Trvalý provozní rozsah napětí

Výrobna musí být při výrobě elektrické energie schopna trvalého provozu, pokud napětí v místě připojení zůstává v rozsahu 90 %  $U_c$  až 110 %  $U_c$ . V případě napětí 95 %  $U_n$ , je dovoleno snížení zdánlivého výkonu tak, aby se zachovaly proudové meze výroby. Snížení musí být co nejnižší s ohledem na technickou proveditelnost.

Vzhledem k tomuto požadavku jsou vyhodnocována všechna sdružená napětí a v případě připojení středního vodiče fáze navíc i fázová napětí.

**POZNÁMKA** U uvedeného poklesu se jedná o absolutní minimální požadavek. Další hlediska stability napájecí soustavy mohou být relevantní. V budoucích vydáních tohoto dokumentu může být požadován konstantní výstupní výkon v provozním napěťovém rozsahu. V této souvislosti lze uvažovat o rozdílných prioritách činného a jalového výkonu, pokud se týká stability napětí v napájecích soustavách.

Výrobce musí brát na zřetel typický vzrůst a pokles napětí v rámci výroby. Pokud jsou ve výrobě použity další součásti, jako například transformátory, transformátory s přepínačem odboček atd. musí být jejich vliv také vzat v úvahu.

EN 50160 umožňuje, aby napětí v distribučních sítích VN pokleslo krátkodobě až na 85 %  $U_c$ . Schopnost provozu výroby v takových podmínkách by měla být brána v potaz výrobcí i provozovateli výroby.

## **4.5 Odolnost vůči rušení**

### **4.5.1 Obecně**

Schopnost snášet rušení musí být splněna nezávisle na topologii a nastavení ochrany rozhraní.

**POZNÁMKA** Událost v přenosové síti VVN a ZVN může mít vliv na nespočet malých jednotek na úrovni VN a NN. V závislosti na podílu rozptýlené výroby mohou nastat značné ztráty činného výkonu.

### **4.5.2 Odolnost proti rychlým změnám kmitočtu (ROCOF)**

S ohledem na schopnost odolat výkyvům frekvence musí být výrobní jednotka schopna provozu při rychlosti změny kmitočtu do 2,5Hz/s.

### **4.5.3 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT)**

#### **4.5.3.1 Obecně**

Výrobny musí přispívat k celkové stabilitě systému svou odolností vůči dynamickým změnám napětí.

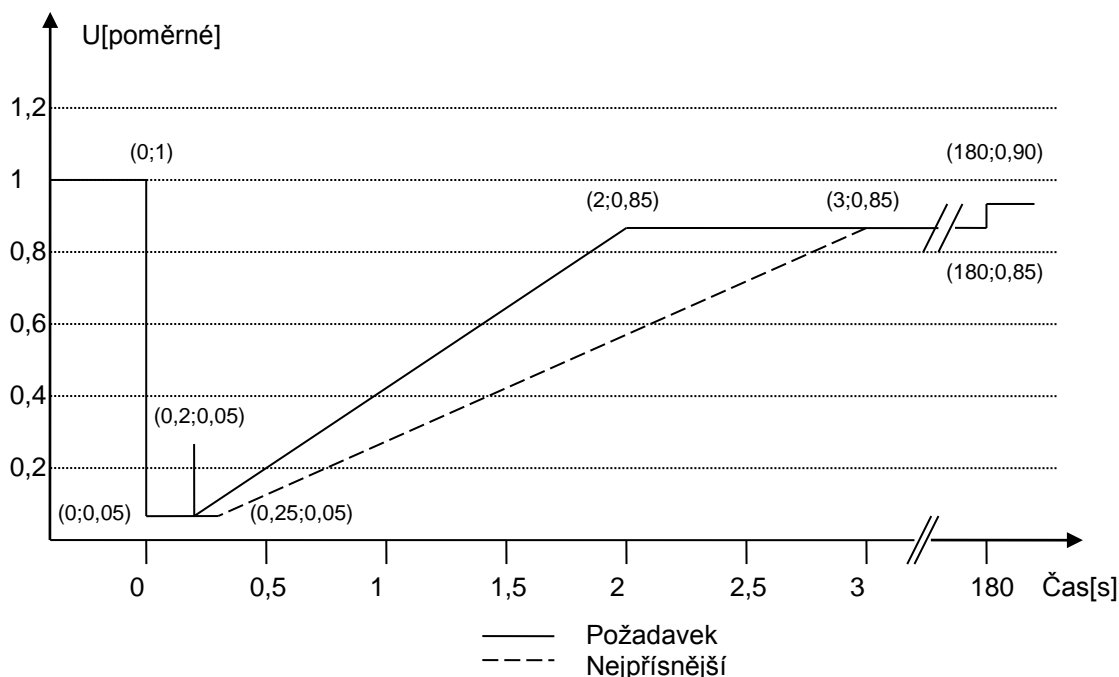
Následující kapitola popisuje standardní požadavky na odolnost výroben včetně technologie připojení výrobní jednotky.

Požadavky platí pro všechny druhy poruch (jednofázové, dvoufázové a trojfázové)

**POZNÁMKA 1** Zvažuje se výraznější rozlišení mezi jednofázovými, dvoufázovými a trojfázovými poruchami.

**POZNÁMKA 2** Tyto požadavky jsou nezávislé na nastavení ochrany rozhraní. Nastavení pro odpojení ochranou rozhraní je vždy nadřazené technickým možnostem. Zda tedy zůstane výrobní připojena nebo ne, závisí také na těchto nastaveních.

#### 4.5.3.2 Výrobny s výrobní technologií připojenou pomocí střídače



**Obrázek 5 – Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí pro výrobní jednotky připojené pomocí střídače**

Výrobna musí být schopna zůstat připojena k distribuční síti, pokud napětí v místě připojení zůstává nad úrovní diagramu napětí-čas na obrázku 5. Napětí je vztaženo k  $U_c$ . Musí se vyhodnocovat nejnižší sdružené napětí.

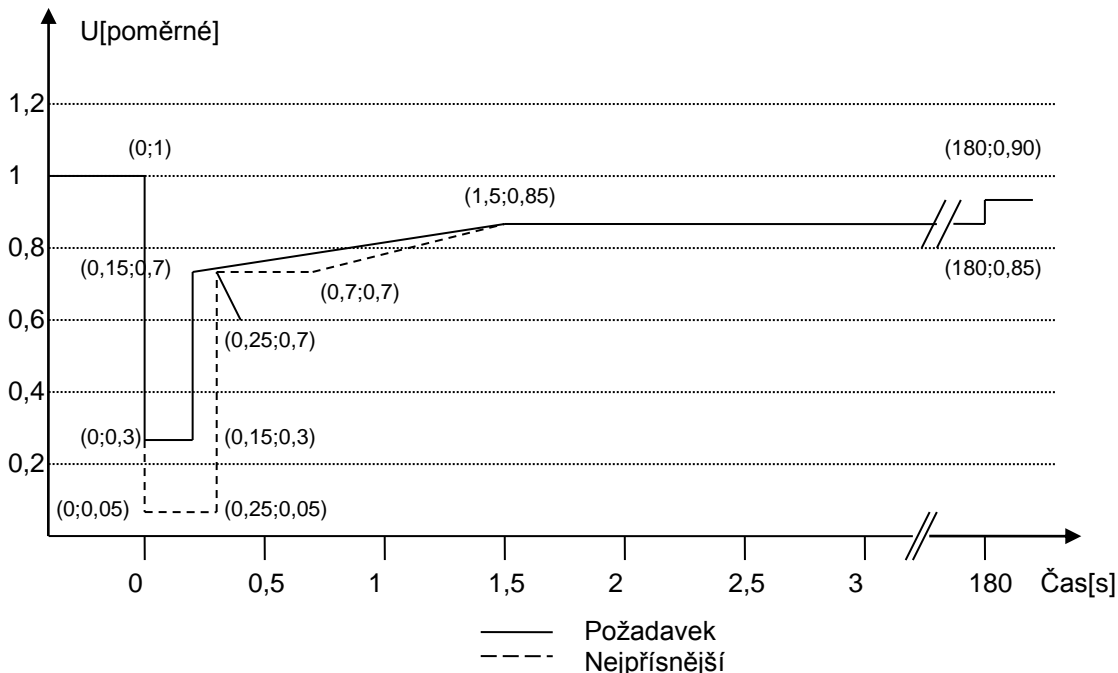
**POZNÁMKA 1** V závislosti na právním rámci definuje charakteristiku LVRT příslušný úřad. Nicméně tento požadavek bude vymezen nejpřísnější křivkou uvedenou na obrázku 5.

**POZNÁMKA 2** To znamená, že tomuto požadavku LVRT musí vyhovovat nejen výrobní jednotky, ale také všechny prvky ve výrobě, které mohou způsobit její odpojení.

U výrobní jednotky se tento požadavek považuje za splněný, zůstává-li výrobní jednotka připojena k distribuční síti, dokud je napětí na jejích vývodech nad úrovní definovanou diagramem napětí-čas.

Jakmile se napětí vrátí do trvalého provozního rozsahu, musí být 90 % výkonu dodávaného před poruchou obnoven v co nejkratším čase, ale nejpozději do 5 s.

### 4.5.3 Výrobny s přímo připojenou výrobní technologií



**Obrázek 6 – Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí pro přímo připojené výrobní jednotky**

Výrobna musí být schopna zůstat připojena k distribuční síti, pokud napětí v místě připojení zůstává nad úrovní diagramu napětí-čas na obrázku 6. Napětí je vztaženo k  $U_c$ . Musí se vyhodnocovat nejnižší sdružené napětí.

**POZNÁMKA 1** V závislosti na právním rámci definuje charakteristiku LVRT příslušný úřad. Nicméně tento požadavek bude vymezen nejpřísnější křivkou uvedenou na obrázku 6.

**POZNÁMKA 2** To znamená, že tomuto požadavku LVRT musí vyhovovat nejen výrobní jednotky, ale také všechny prvky ve výrobně, které mohou způsobit její odpojení.

U výrobní jednotky se tento požadavek považuje za splněný, zůstává-li výrobní jednotka připojena k distribuční síti, dokud je napětí na jejích vývodech nad úrovní definovanou diagramem napětí-čas.

Jakmile se napětí vrátí do trvalého provozního rozsahu, musí být 90 % výkonu dodávaného před poruchou obnoveno v co nejkratším čase, ale nejpozději do 5 s.

### 4.5.4 Překlenutí poruchy při krátkodobém přepětí (High voltage ride through - HVRT)

Výrobny musí být schopny zůstat připojeny, jestliže napětí na vývodech překročí horní mez rozsahu trvalého provozního napětí:

- do 120 %  $U_n$  při trvání 100 ms a
- do 115 %  $U_n$  při trvání 1 s.

Musí se vyhodnocovat nejvyšší sdružené napětí.

**POZNÁMKA 1** To znamená, že tomuto požadavku HVRT musí vyhovovat nejen výrobní jednotky, ale také všechny prvky ve výrobně, které mohou způsobit její odpojení.

**POZNÁMKA 2** Tyto požadavky jsou nezávislé na nastavení ochrany rozhraní. Nastavení pro odpojení ochranou rozhraní je vždy nadřazené technickým možnostem. Zda tedy zůstane výrobní připojena nebo ne, závisí také na těchto nastaveních.

**POZNÁMKA 3** Jedná se o minimální požadavek. Další hlediska stability napájecí soustavy mohou být relevantní. Měl by se zohlednit skokový nárůst napětí o +10 %  $U_n$  z ustáleného provozního stavu, který vede ke zvýšení napětí po několik sekund. V dalších vydáních tohoto dokumentu může být požadována vyšší odolnost.

## 4.6 Aktivní odezva na odchylky kmitočtu

### 4.6.1 Odezva výkonu na nadfrekvenci

Výrobní jednotka musí být schopna aktivovat odezvu činného výkonu na kmitočty v rozmezí programovatelného prahu kmitočtu  $f_1$  50,2Hz až 50,5Hz včetně, s nastavitelným poklesem v rozsahu 2 % až 12 %. Referenční pokles  $P_{ref}$  je  $P_M$ , skutečný střídavý výkon v okamžiku, kdy kmitočty dosáhl prahu  $f_1$ . Rozlišení měření kmitočtu musí být maximálně +/- 10 mHz. Jakmile je aktivována, musí být odezva činného výkonu na kmitočty poskytována s přesností  $\pm 10$  % jmenovitého výkonu.

POZNÁMKA 1 S ohledem na právní rámec je možné, že PDS místo  $P_M$  jako  $P_{ref}$  požaduje maximální činný výkon  $P_{max}$ .

POZNÁMKA 2 Pokles činného výkonu vzhledem ke skutečnému výkonu lze také definovat jako gradient činného výkonu vzhledem ke referenčnímu kmitočtu. Pokles v rozsahu 2 % až 12% představuje gradient 100 % až 16,7%  $P_{ref}/Hz$ .

Výrobní jednotka musí být schopna aktivovat odezvu činného výkonu na nadfrekvenci tak rychle, jak je technicky proveditelné s co možná nejkratší počáteční prodlevou a s krokem reakční doby maximálně 2 s. Úmyslné zpoždění musí být programovatelné tak, aby bylo možno nastavit celkový krok reakční doby na hodnotu mezi reakční dobou bez zpoždění a 2 s. Po aktivaci musí funkce poklesu kmitočtu vždy použít skutečný kmitočty.

POZNÁMKA 3 S ustanovením výše uvedeného se úmyslné zpoždění týká pouze aktivace funkce, jakmile je funkce aktivní, není stanovena řídicí smyčka úmyslné zpožďována.

POZNÁMKA 4 Možnost úmyslného zpoždění je vyžadována, jelikož by velmi rychlá a nezpožděná odezva činného výkonu na kmitočty v případě ostrovního provozu regulovala jakýkoli výkyv výroby, vedoucí k vyvážení výroby a spotřeby. Za těchto okolností by došlo k ostrovnímu provozu se stabilním kmitočtem, a v tom případě nemusí detekce ztráty napájecího napětí založená na kmitočtu pracovat správně.

Nastavení pásma kmitočtu  $f_1$ , pokles a úmyslná prodleva jsou stanoveny provozovatelem distribuční sítě. Pokud nejsou k dispozici žádná nastavení, mělo by být použito výchozí nastavení v následující tabulce.

POZNÁMKA 5 Úmyslné zpoždění se považuje za relevantní pro stabilitu napájecí soustavy. Z toho důvodu mohou právní předpisy požadovat vzájemnou dohodu o nastavení mezi PDS a PPS.

Při použití odezvy činného výkonu na nadfrekvenci, by měl být práh kmitočtu  $f_1$  nastavena na hodnotu 50,2 Hz až 50,5 Hz. Nastavení prahu kmitočtu  $F_1$  na 52 Hz se považuje za deaktivaci této funkce.

**Tabulka 2 – Standardní nastavení odezvy výkonu na nadfrekvenci**

Parametr	Rozsah	Výchozí nastavení
Práh kmitočtu $f_1$	50,2 Hz až 52Hz	50,2 Hz
Pokles	2% až 12%	2,4 %
Úmyslné zpoždění	0 s až 2s	0 s

Aktivace a deaktivace funkce a jejich nastavení musí být nastavitelná v provozu a musí být poskytnuty prostředky chránící tyto před nepovoleným zásahem (například heslo nebo plomba), pokud to PDS vyžaduje.

Generátory, u kterých není technicky proveditelné omezování výkonu v celém rozsahu poklesu s požadovanou přesností v požadovaném čase, musí aktivovat odezvu činného výkonu na kmitočty v co nejkratší možné době s ohledem na tyto požadavky. Nemohou-li být tyto požadavky již dodrženy, je udržována konstantní úroveň výkonu. Výrobní jednotka se musí zastavit na náhodném kmitočtu v rozsahu kmitočtu mezi prahem  $F_1$  a 52 Hz. Také je přijatelná implementace této funkce na úrovni výroby.

Chování vyžadované pro neřiditelné a částečně říditelné výrobní jednotky povede pro část sítě s mnoha takovými jednotkami k podobnému poklesu, jaký je uveden výše pro říditelné výrobní jednotky, a tudíž bude poskytovat nezbytnou stabilitu napájecí soustavy. Celkový vliv představovaného odpojení při kmitočtu by měla imitovat křivka poklesu v tabulce 1 respektive nastavení poskytované PDS.

POZNÁMKA 6 U fotovoltaických výrobních jednotek se předpokládá, že umožňují regulaci výkonu v celém rozsahu poklesu.

POZNÁMKA 7 Nastavení ochrany má vyšší prioritu než toto chování.

#### 4.6.2 Odezva výkonu na podfrekvenci

Výrobna musí mít schopnost aktivovat řízení kmitočtu v síti pomocí nárůstu činného výkonu v případě podfrekvence, pokud jsou splněny všechny následující podmínky:

- je provozována při nižším činném výkonu než je její maximální výkon  $P_{\max}$ ;
- je provozována při nižším činném výkonu než je její dostupný výkon  $P_A$ ;
- napětí v bodě připojení výrobní jsou v rozsahu trvalého provozního napětí. Nicméně, je-li napětí nižší než 95 %  $U_c$  jsou provozní proudy výrobní jednotka nižší než je její proudová mez.

Výrobna musí být schopna aktivovat odezvu činného výkonu na kmitočty při prahu kmitočtu  $f_2$  v rozmezí 49,8 Hz až 49,5 Hz včetně s poklesem v rozsahu 2 % až 12% maximálního výkonu  $P_{\max}$ . Pokles se vztahuje k  $P_M$ , skutečnému střídavému výkonu v okamžiku, kdy kmitočet dosáhl prahu  $f_2$ . Přesnost měření kmitočtu musí být +/- 10 mHz nebo vyšší.

POZNÁMKA 1 S ohledem na právní rámec může PDS alternativně k  $P_M$  požadovat jako  $P_{\text{ref}}$  maximální činný výkon  $P_{\max}$ .

POZNÁMKA 2 Pokles činného výkonu vzhledem k referenčnímu výkonu může být také definován jako gradient činného výkonu vzhledem k referenčnímu výkonu. Pokles v rozsahu 2 % až 12 % představuje gradient 100 % až 16,7 %  $P_{\text{ref}}/\text{Hz}$ .

Výrobní jednotka musí být schopna aktivovat odezvu činného výkonu na podfrekvenci co nejrychleji (v závislosti na technických možnostech) s co nejmenší úvodní prodlevou. Je-li čas nezpožděného kroku odezvy kratší než 2 s, musí být úmyslné zpoždění programovatelné tak, aby bylo možno nastavit celkový čas kroku odezvy na hodnotu mezi nezpožděným krokem a 2 s. Po aktivaci musí odezva činného výkonu využívat v každém okamžiku skutečný kmitočet.

Aby se předešlo odpojení výrobní z důvodu přepětí, příspěvek této odezvy na kmitočet musí být omezen horní mezí provozního rozsahu pro trvalou dodávku napětí.

Nastavení prahu kmitočtu  $f_2$  a pokles jsou stanoveny provozovatelem distribuční sítě, nejsou-li poskytovány, musí být tato funkce deaktivována.

Tato nastavení musí být místně nastavitelná a pokud je vyžadováno provozovatelem distribuční sítě, a pokud to PDS vyžaduje, musí být k dispozici prostředky (například heslo nebo plomba) chránící před nepovoleným zásahem.

#### 4.7 Odezva výkonu na změny napětí

##### 4.7.1 Obecně

PDS může požadovat, aby výrobna přispívala k dodávce napětí pomocí řízení jalového a/nebo činného výkonu.

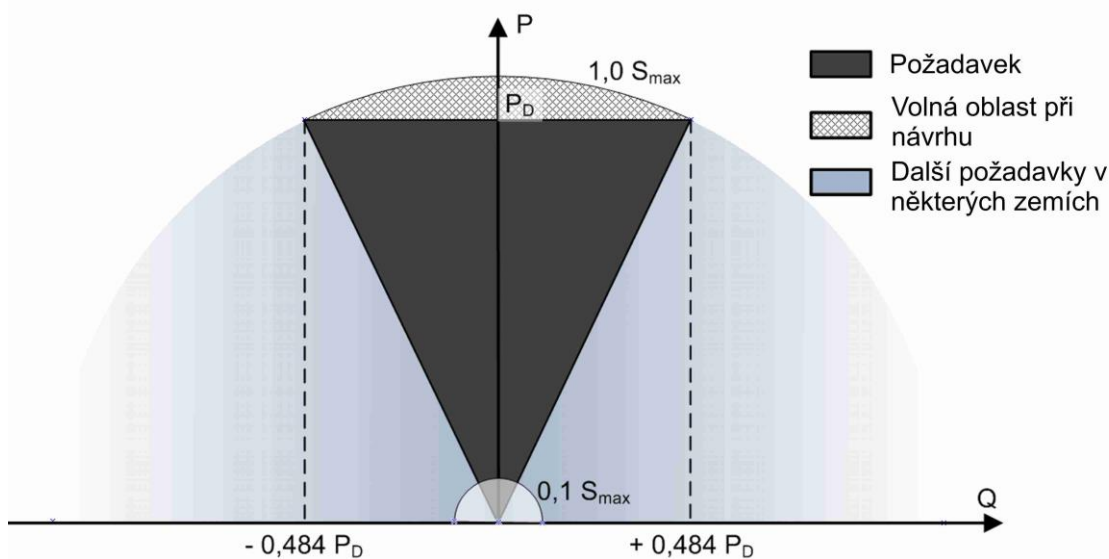
##### 4.7.2 Podpora napětí pomocí jalového výkonu

###### 4.7.2.1 Obecně

Výrobní nesmí způsobovat výkyvy napětí mimo přijatelné meze. Tyto meze musí být definovány národními předpisy. Výrobní jednotky a výrobní musí být schopny při normálním provozu sítě přispívat k tomuto požadavku.

Výrobna musí být schopna splnit požadavky uvedené níže v celém provozním rozsahu kmitočtu (viz 4.4.2) a napětí (viz 4.4.4). Mimo tyto rozsahy musí výrobna vyhovovat požadavkům co možná nejlépe v závislosti na technické proveditelnosti, ačkoli není stanovena žádná požadovaná přesnost.

#### 4.7.2.2 Možnosti dodávky



— Obrázek 7 —

#### Možnosti dodávky jalového výkonu při jmenovitém napětí

Obrázek 7 představuje grafické znázornění minimálních i nepovinných možností dodávky při jmenovitém napětí.

**POZNÁMKA 1** Pro prokázání požadované přesnosti jalového výkonu v místě připojení je obvykle nutný regulátor. Pro malé výroby, zejména s relativně krátkým připojovacím vedením, je dostačující přesnost řízení výrobních jednotek. Pro usnadnění připojení a poskytnutí důkazu o shodě je pro menší výroby zaveden zjednodušený přístup.

Výrobní jednotky ve výrobních třídách I připojených k síti vysokého napětí, musí být schopny provozu při  $\cos\varphi$  na výstupu výrobní jednotky v rozsahu  $\cos\varphi = 0,90_{\text{podbuzený}}$  až  $\cos\varphi = 0,90_{\text{přebuzený}}$ .

Výrobní jednotky ve výrobních třídách II připojených k síti vysokého napětí, musí být schopny provozu při  $\cos\varphi$  v místě připojení k DS v rozsahu  $\cos\varphi = 0,90_{\text{podbuzený}}$  až  $\cos\varphi = 0,90_{\text{přebuzený}}$ .

PDS může zmírnit výše uvedené požadavky. Toto zmírnění může být buď obecné nebo specifické pro konkrétní výrobu nebo výrobní technologii.

**POZNÁMKA 2** Výrobce výrobní jednotky má určitou volnost při dimenzování výstupní strany výrobní jednotky. Při stanovení potřeby omezení činného výkonu (například vzhledem ke kolísání napětí nebo přetokům jalového výkonu) za účelem vyhovění požadavkům této PNE, musí výrobce výrobní jednotky zvážit výhody a nevýhody při praktickém využívání výrobní jednotky. Všechny zúčastněné strany mohou očekávat, že budou mít přístup k informacím, dokládajícím aktuální volbu možností dodávky činného výkonu ve vztahu k požadavkům na jalový výkon a vztahené k jmenovitému výkonu v provozním napěťovém rozsahu (viz dále v této kapitole).

**POZNÁMKA 3** Pro přídatnou podporu sítě může být předmětem dohody mezi PDS a výrobcem rozšíření možností jalového výkonu podle obrázku 7, pro určité technologie může být vyžadováno právními předpisy.

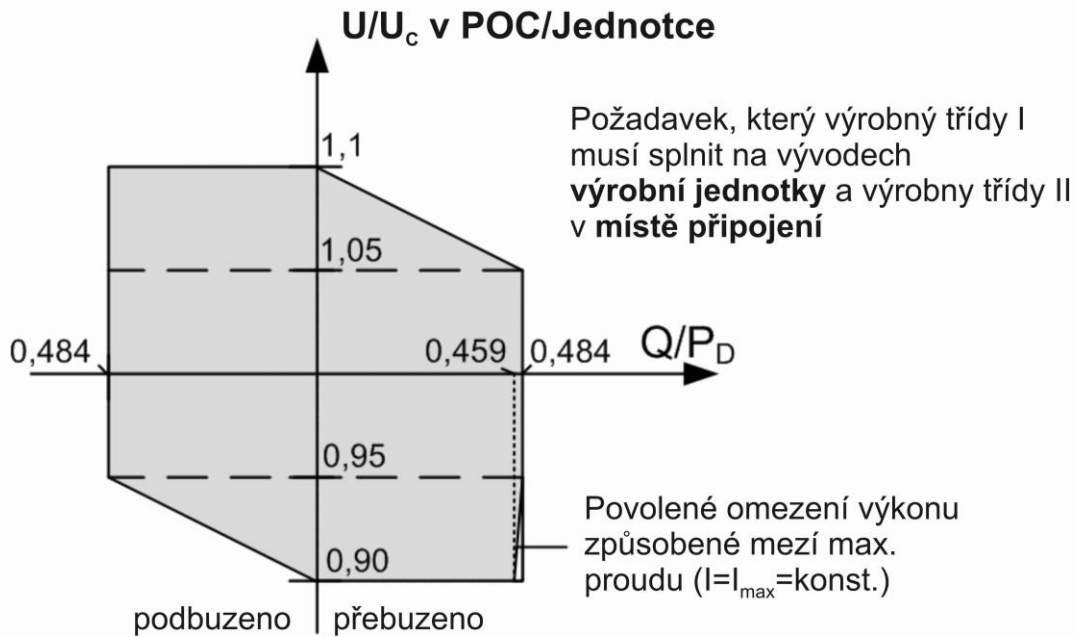
**POZNÁMKA 4** Další požadavky (například trvalá kompenzace VAR nebo trvalý provoz VA bez ohledu na dostupnost primární energie) mohou být poskytovány výrobnou, pokud je tak dohodnuto PDS a výrobcem.

**POZNÁMKA 5** V případě přepětí může být odebrán dodatečný jalový výkon až do výše jmenovitého proudu (důsledkem je zvýšení zdánlivého výkonu), pokud je tak dohodnuto PDS a výrobcem.

Při provozu nad prahem zdánlivého výkonu  $S_{\min}$ , rovnému 10 % maximálního zdánlivého výkonu  $S_{\max}$ , musí být schopnost dodávky jalového výkonu poskytována s přesností  $\pm 2\%$   $S_{\max}$ . V rámci tohoto prahu zdánlivého výkonu  $S_{\min}$  jsou povoleny odchylky vyšší než 2 %; nicméně v závislosti na technické proveditelnosti musí být přesnost co nejvyšší a výměna neovladatelného jalového výkonu během těchto operací s nízkým výkonem nesmí překročit 10 % maximálního zdánlivého výkonu  $S_{\max}$ .

U napětí lišících se od jmenovitého napětí, která jsou ale v rozsahu trvalého provozního napětí (viz 4.4.4) musí být schopnost dodávky jalového výkonu při činném výkonu  $P_D$  alespoň v souladu s obrázkem 8.

**POZNÁMKA 6** V závislosti na charakteristice P-Q výrobní jednotky/výroby může být jalový výkon při činných výkonech nižších než  $P_D$  nižší s ohledem na výše uvedené požadavky. Je-li vyžadován nulový jalový výkon nebo jalový výkon nižší než  $0,484 Q/P_D$ , může činný výkon vzrůst nad  $P_D$ , viz obrázek 7.



**Obrázek 8 – Možnost dodávky jalového výkon při daném činném výkonu  $P_D$  v rozsahu napětí (sousledná složka základní harmonické)**

U napětí nižších než 95 %  $U_c$  je dovoleno omezení zdánlivého výkonu v souladu se 4.4.4.

POZNÁMKA 7 Zda je při redukcí zdánlivého výkonu prioritní P nebo Q nebo účinník není touto PNE definováno. Rizika a výhody různých priorit jsou zvažovány.

### 4.7.2.3 Způsoby řízení

#### 4.7.2.3.1 Obecně

Pokud je skutečně vyžadován, musí být příspěvek k řízení napětí specifikován PDS.

U výroben třídy I se musí řízení vztahovat na výstup výrobních jednotek.

U výroben třídy II se musí řízení vztahovat na místo připojení.

Výrobní/výrobní jednotka musí být schopna provozu v režimech řízení uvedených níže a v rámci mezí uvedených v 4.7.2.2. Režimy řízení jsou výhradní; v daný čas může být aktivní pouze jeden režim.

- Q konstantní
- Q (U)
- Q (P)
- $\cos \varphi$  konstantní
- $\cos \varphi$  (U)
- $\cos \varphi$  (P)

U výrobků určených pro všeobecný trh je doporučeno implementovat všechny režimy řízení, v případě konstrukce konkrétní výroby je potřeba implementovat pouze režimy řízení požadované PDS.

Konfigurace režimů řízení musí být nastavitelná v provozu. Aktivace a deaktivace režimů řízení musí být nastavitelná v provozu. Pokud tak vyžaduje PDS, musí nastavitelná konfigurace a aktivace režimů řízení v provozu poskytovat prostředky k zabezpečení nastavení před nepovoleným zásahem (například heslo nebo plomba). Režimy řízení Q konstantní a  $\cos \varphi$  konstantní musí být nastavitelné pomocí dálkového ovládání v souladu se 4.12.



#### 4.7.2.3.2 Konstantní režimy řízení

Režim konstantního Q a režim konstantního  $\cos \varphi$  řídí výstup jalového výkonu respektive výstup  $\cos \varphi$  v závislosti na hodnotě nastavené v řízení výrobní/výrobní jednotky nebo dálkovým ovládáním v souladu se 4.12.

Doba nastavení musí být kratší než jedna minuta.

#### 4.7.2.3.3 Režimy řízení odvozené od napětí

Režimy řízení odvozené od napětí Q (U) respektive  $\cos \varphi$  (U) řídí výstup jalového výkonu respektive  $\cos \varphi$  v závislosti na napětí.

V současné době neexistuje upřednostňovaný způsob stanovení napětí. Tudiž aktuálně záleží výběr způsobu na projektu výrobní. Použit by měl být jeden z následujících způsobů:

- sousledná složka základní harmonické;
- průměrné napětí trojfázové soustavy;
- nezávisle na fázi, napětí každé fáze pro stanovení jalového výkonu každé fáze.

U režimů řízení souvisejících s napětím musí být konfigurovatelná charakteristika s minimální a maximální hodnotou a třemi propojenými vedeními podle obrázku 9.

Navíc kromě charakteristiky musí být konfigurovatelné další parametry:

- dynamika řízení musí odpovídat filtru prvního řádu, který má časovou konstantu konfigurovatelnou v rozsahu 3 s až 60 s;

POZNÁMKA 1 Čas dosažení 95 % nově zadané hodnoty způsobené změnou napětí bude trojnásobek časové konstanty.

POZNÁMKA 2 Dynamická odezva výrobních jednotek na změny napětí zde není zohledněna.

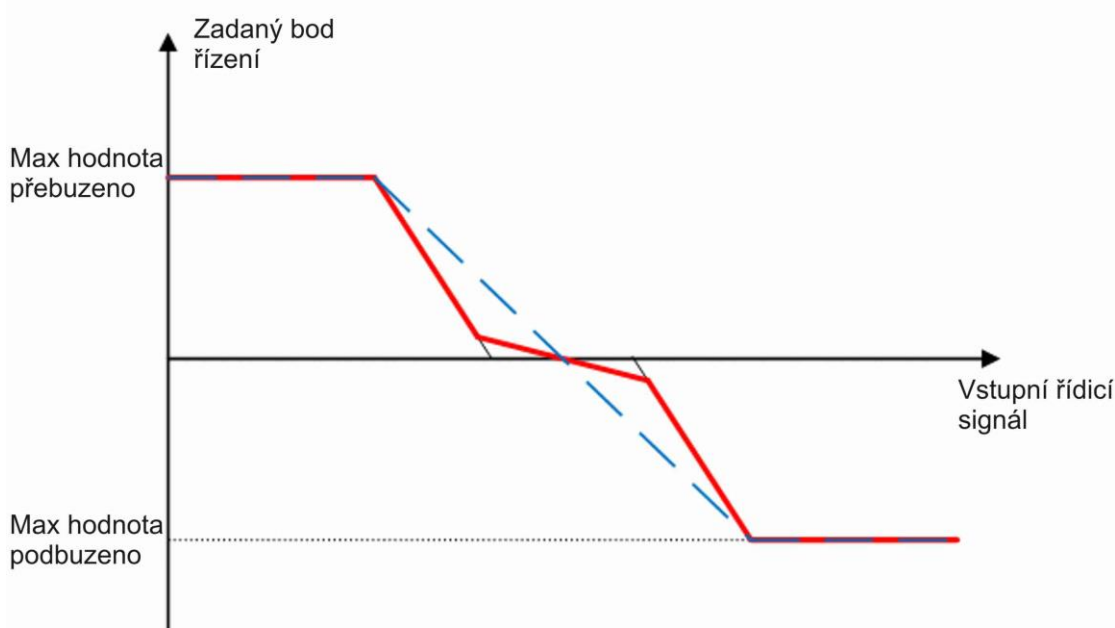
POZNÁMKA 3 Zvažuje se úmyslné zpoždění.

K omezení jalového výkonu při nízkém činném výkonu musí být konfigurovatelné dva způsoby:

- pro režim řízení Q (U) musí být  $\cos \varphi$  konfigurovatelný v rozsahu 0-0,90;
- pro režim řízení Q (U) musí být implementovány konfigurovatelné úrovně výkonu pro uzamčení a odemčení, každá jednotlivě v rozsahu 0 % až 100 %  $P_D$ .

Tyto způsoby jsou výhradní; v daný čas může být aktivní pouze jeden.

Přesnost každé nastavené hodnoty Q respektive každého  $\cos \varphi$  musí odpovídat 4.7.2.2. Přesnost konfigurovatelné časové konstanty musí být 5 % její hodnoty.



## Obrázek 9 – Příklad charakteristiky režimu řízení Q respektive $\cos \varphi$

### 4.7.2.3.3 Režim řízení odvozený od činného výkonu

Režimy řízení Q (P) a  $\cos \varphi$  (P) odvozené od činného výkonu řídí výstup jalového výkonu respektive  $\cos \varphi$  v závislosti na výstupním činném výkonu.

U režimů řízení souvisejících s činným výkonem musí být konfigurovatelná charakteristika s minimální a maximální hodnotou a třemi propojenými přímkovými úseky podle obrázku 9.

Výsledkem změny výstupního činného výkonu je definování nové požadované hodnoty Q respektive  $\cos \varphi$  v závislosti na nastavené charakteristice. Odezva nové požadované hodnoty Q respektive  $\cos \varphi$  musí být provedena v co nejkratším, technicky dosažitelném čase, aby změna jalového výkonu probíhala synchronizovaně se změnou činného výkonu. Nově požadovaná hodnota jalového výkonu musí být nastavena nejdéle do 10 s od dosažení konečné hodnoty činného výkonu. Přesnost každé požadované hodnoty Q respektive  $\cos \varphi$  musí být v souladu se 4.7.2.2.

### 4.7.3 Snížení činného výkonu závislé na napětí

Aby se předešlo odpojení způsobenému ochranou před maximálním napětím (viz 4.9.3.3 a 4.9.3.4), je povoleno aby výrobní/výrobní jednotky snížily výstupní činný výkon v závislosti na vzrůstajícím napětí. Případná použitá logika může být zvolena výrobcem. Nicméně tato logika nesmí způsobovat skokové změny nebo kmitání výstupního výkonu.

### 4.7.4 Požadavky na zkratový proud u výrobních jednotek

#### 4.7.4.1 Výrobní s výrobní technologií připojenou pomocí střídače

##### 4.7.4.1.1 Podpora napětí během poruch a skoků napětí

V případě poruch v síti musí mít výrobní jednotky kromě požadavků z 4.7.2 schopnost dodávat dodatečný jalový proud až do meze proudu výrobní jednotky. V souladu s obrázkem 10 musí být injektován jmenovitý proud výrobní jednotky. Dodatečný jalový proud musí být dodáván při náhlé změně napětí.

Požadavky platí pro napěťové skoky sousledné a zpětné složky harmonického napětí. Napěťové skoky v sousledné složce vedou k dodatečnému jalovému proudu sousledné složky, napěťové skoky v záporné složce vedou k dodatečnému jalovému proudu negativní složky.

Výrobní musí být schopna aktivovat dynamickou dodávku jalového proudu, nastane-li alespoň jedna z následujících podmínek:

- napětí je mimo statický rozsah napětí;
- náhlá změna napětí.

Podmínky pro deaktivaci dynamické dodávky jalového proudu jsou buď

- návrat napětí do statického rozsahu nebo
- po uplynutí 5 sekund, pokud náhlá změna napětí nevede k překročení statického rozsahu napětí.

Statický rozsah napětí musí být nastavitelný od 80 % do 100 %  $U_c$  pro hranici podpětí a od 100 % do 120 %  $U_c$  pro hranici přepětí. Výchozím nastavením musí být trvalý provozní rozsah napětí podle 4.4.4. Vyhodnocována musí být všechna sdružená napětí.

Náhlá změna je definována pomocí  $\Delta U$  vyšším než je dynamické pásmo necitlivosti. Dynamické pásmo necitlivosti musí být konfigurovatelné v rozsahu  $0 \% \leq \Delta U \leq 15 \%$ . Výchozí nastavení musí být 10 %. Náhlá změna napětí  $\Delta U$  je definována jako:

$$\Delta U_1 = (U_1 - U_{1\_1min}) / U_c \text{ pro souslednou složku a}$$

$$\Delta U_2 = (U_2 - U_{2\_1min}) / U_c \text{ pro zpětnou složku}$$

kde je:  $\Delta U_1$  :náhlá změna napětí sousledné složky

$U_1$  :skutečné napětí sousledné složky

$U_{1\_1min}$  :jednominutové průměrné napětí sousledné složky před poruchou

$\Delta U_2$  :náhlá změna napětí zpětné složky

$U_2$  :skutečné napětí zpětné složky

$U_{2\_1min}$  :jednominutové průměrné napětí zpětné složky před poruchou

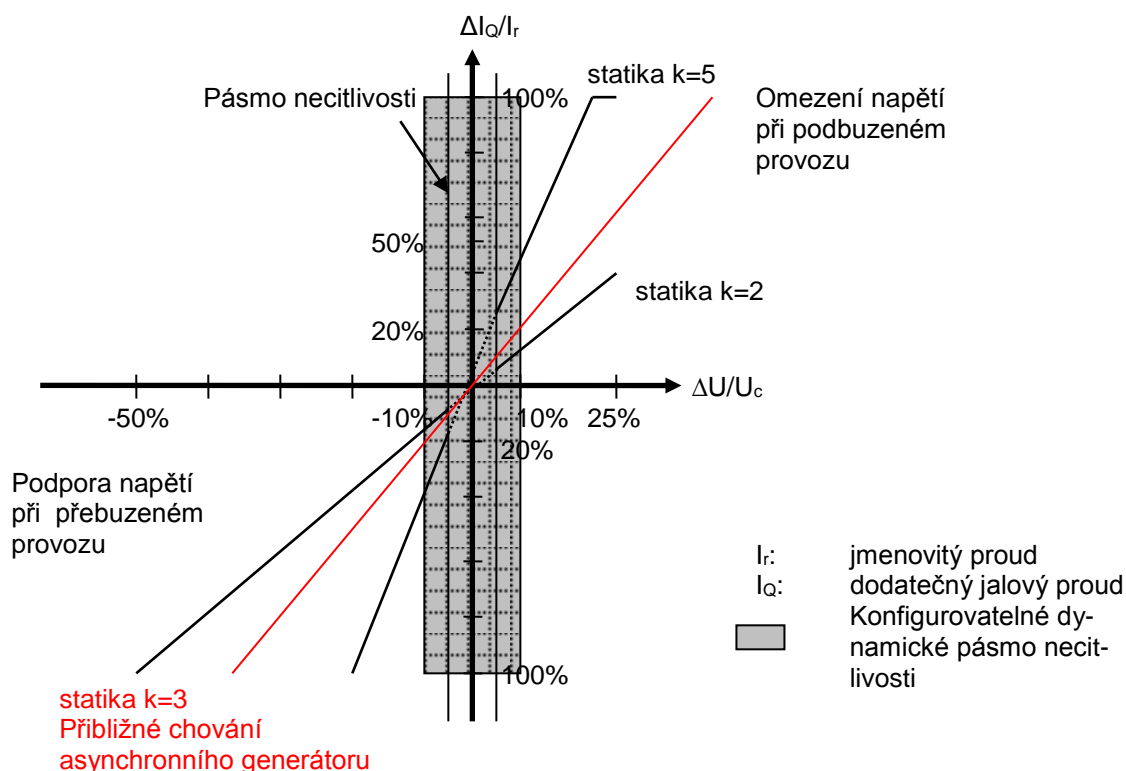
V rámci dynamického pásma necitlivosti není dodávka dodatečného dynamického jalového proudu ani vyžadována ani zakázána za předpokladu, že dodatečný jalový proud nezpůsobí žádné problémy v síti.

Dodatečný jalový proud v požadavku sousledné složky  $\Delta I_{Q1}$  je nastaven pomocí statiky  $k_1$  jako  $\Delta I_{Q1} = k_1 \times \Delta U_1$ . Statika  $k_1$  musí být konfigurovatelná v rozsahu 0 – 10. Požadovaná přesnost pro dodatečný jalový proud je +20 %, -10 % jmenovitého proudu výrobní jednotky.

Dodatečný jalový proud v požadavku zpětné složky  $\Delta I_{Q2}$  je nastaven pomocí statiky  $k_2$  jako  $\Delta I_{Q2} = k_2 \times \Delta U_2$ . Statika  $k_2$  musí být konfigurovatelná v rozsahu 0 – 10. Požadovaná přesnost pro dodatečný jalový proud je +20 %, -10 % jmenovitého proudu výrobní jednotky.

POZNÁMKA 1 Výrobní jednotky založené na dvojitě napájeném rotoru poskytují přirozeně zpětnou složku proudu  $\Delta I_{Q2} = k_2 \times \Delta U_2$  se statikou  $k_2$ , která je považována za dostačující.  $k_2$  nelze změnit, jelikož je definována parametry stroje a provozním bodem.

Pro napětí nižší než 15 %  $U_c$  není požadována žádná dodávka proudu.



**Obrázek 10 – Princip podpory napětí při poruchách a napět'ové přírůstky**

Reakční čas dodatečného jalového proudu nesmí být delší než 30 ms. Čas ustálení nesmí být delší než 60 ms. To platí pro výskyt poruchy stejně i pro její vypnutí nebo jakýkoli skok napětí v průběhu trvání poruchy. Čas skokové odezvy a doba vypnutí při výskytu poruchy platí pro výstup výrobní jednotky.

POZNÁMKA 2 Čas skokové odezvy a ustálení během poruchy a vypnutí poruchy platí pouze pro říditelný jalový proud. V případě výrobních jednotek založených na dvojitě napájeném rotoru může být říditelný jalový proud ovlivněn neovladatelným jalovým proudem pocházejícím z indukčního stroje.

POZNÁMKA 3 V případě, že náhlá změna napětí nevede k žádnému překročení statického rozsahu napětí a nedojde k žádným dalším napět'ovým skokům, skončí podpora napětí po 5 s. V tomto případě tato podniková norma nedefinuje žádné požadavky na čas skokové odezvy a čas ustálení. Z pohledu napájecí soustavy se zdá vhodné pomalé snížení během několika sekund.

Během dodávky dodatečného jalového výkonu je přijatelné snížení činné složky proudu, aby se maximalizovala jalový proud v rámci mezí zdánlivého proudu výrobní jednotky. Nicméně snížení činného proudu musí být co nejmenší.

Kromě toho musí být výrobní schopna dát prioritu injektáži činného proudu, V takovém případě musí jednotka dodávat maximální dostupný činný proud, omezený pouze mezním proudem výrobní jednotky. Jestliže výsledný

činný proud zůstává pod mezí proudu výrobní jednotky, musí být poskytován dodatečný jalový proud v souladu s obrázkem 10.

Pro  $k=0$  musí být udržována dodávka činných a jalových proudů, na úrovni před aktivací dynamického jalového proudu po co nejdelší technicky možnou dobu;  $k=0$  tedy nepředstavuje režim nulového proudu, jak bylo zamýšleno v 4.7.4.1.2.

**POZNÁMKA 4** V případě, že je dodávka dynamického jalového proudu deaktivována neexistují žádné požadavky na dodávku proudu, které by platily mimo trvalý provozní rozsah napětí.

Všechna popisovaná nastavení jsou definována PDS, Není-li poskytováno žádné nastavení, musí být funkce deaktivována.

Aktivace a deaktivace a nastavení musí být místně nastavitelné, a pokud to PDS vyžaduje, musí být poskytovány prostředky chránící před nepovoleným zásahem (například heslo nebo plomba).

#### 4.7.4.1.2 Režim nulového proudu pro výrobní technologii připojenou pomocí střídače

Navíc k požadavkům 4.5 a 4.7.4.1.1 musí, v závislosti na technické proveditelnosti, být výrobní jednotky s výrobní technologií připojenou pomocí střídače schopny snížit proud na 10 % nebo méně jmenovitého proudu, pokud je napětí mimo statický rozsah napětí.

Statický rozsah napětí musí být nastavitelný od -20 % do 0 %  $U_c$  pro hranici podpětí a od -20 % do 0 %  $U_c$  pro hranici přepětí. Výchozím nastavením musí být trvalý provozní rozsah napětí v souladu s 4.4.4. Vyhodnoceno musí být každé sdružené napětí.

Všechna výše uvedená nastavení jsou definována PDS. Pokud není poskytováno žádné nastavení, funkce musí být deaktivována.

Aktivace a deaktivace a nastavení musí být místně nastavitelné, a pokud to PDS vyžaduje, musí být poskytovány prostředky chránící před nepovoleným zásahem (například heslo nebo plomba).

Tento režim nulového proudu a podpora napětí během poruch a napěťových skoků popsaná ve 4.7.4.1.1 jsou výhradní; v daný okamžik může být aktivní pouze jeden.

#### 4.7.4.2 Výrobní s přímo připojenou výrobní technologií

##### 4.7.4.2.1 Jednotky založené na synchronním generátoru

Výrobní jednotka založená na synchronním stroji přirozeně poskytuje podporu napětí během poruchy a napěťových skoků, které je považováno za dostačující. Pro tuto technologii neplatí žádné další požadavky.

##### 4.7.4.2.2 Jednotky založené na indukčním generátoru

Výrobní jednotka založená na indukčním stroji, který nemá dvojitě napájený rotor, neposkytuje říditelnou podporu napětí během poruch a napěťových skoků. Zda může být tato výrobní jednotka založená na této technologii připojena do konkrétní sítě je zapotřebí dohodnout s PDS.

### 4.8 Elektromagnetická kompatibilita a kvalita elektřiny

Generátory, stejně jako jiná zařízení nebo pevné instalace, musí vyhovovat požadavkům elektromagnetické kompatibility stanovené směrnici 2004/108/IEC.

Meze a zkoušky elektromagnetické kompatibility popsané v souboru EN 61000 byly tradičně vyvinuty pro zátěže, aniž by byly vzaty v úvahu specifické vlastnosti generátorů, jako je jejich schopnost vytvářet přepětí, nebo vysokofrekvenční rušení díky přítomnosti výkonových střídačů, které se v případě zátěží nevyskytují, nebo jsou méně obvyklé.

**POZNÁMKA 1** V současné době jsou všechny stávající normy předmětem přezkoumání IEC SC 77A tak, aby tam kde je to nezbytné, zahrnovaly specifické požadavky pro výrobní jednotky/výrobní. U systémů s rozptýlenou výrobou v sítích nízkého napětí, zaplňuje mezery ve stávajících normách pro elektromagnetickou kompatibilitu technická zpráva IEC/TR 61000-3-15, která obsahuje doporučení k následujícím hlediskům:

- emise harmonických;
- flickr a kolísání napětí;
- injektáž stejnosměrného proudu;

- krátkodobé a dlouhodobé přepětí;
- emise spínacích kmitočtů;
- odolnost vůči poklesům napětí a krátkým přerušením;
- odolnost vůči kolísání kmitočtu;
- odolnost vůči harmonickým a meziharmonickým;
- nesymetrie;

Dokud nejsou pro výrobní jednotky dostupné konkrétní zkoušky odolnosti a/nebo emisí, měly by být použity obecné normy elektromagnetické kompatibility a/nebo libovolné relevantní harmonizované normy EU.

Další jevy je třeba řešit konkrétně pro výrobní a jejich začlenění do napájecí soustavy.

- ROCOF: viz kapitola 4.5.2;
- LVRT: viz kapitola 4.5.3;
- HVRT: viz kapitola 4.5.4;
- Injektování stejnosměrného proudu: výrobní nesmí injektovat stejnosměrný proud.

**POZNÁMKA 2** Podmínka injektování stejnosměrného proudu se považuje za splněnou, pokud je u všech výrobních jednotek ve výrobně injektáž stejnosměrného proudu naměřená při typových zkouškách jednotek pod mezní hodnotou.

Výrobní mohou rušit signály po vedeních (HDO nebo PLC). Požadavky elektromagnetické kompatibility na meziharmonické a na rušení vedením v kmitočtovém rozsahu 2 až 150Hz jsou ve vývoji. V případě rušení systémů se signály po síti způsobenými připojením výrobní, je třeba přijmout opatření k jejich zmírnění a uplatňovat požadavky v platné PNE 33 3430-6: Parametry kvality elektrické energie - Část 6: Omezení zpětných vlivů na hromadné dálkové ovládání.

U výrobních jednotek se zároveň předpokládá jejich kompatibilita s napěťovými charakteristikami v místě připojení, viz popis v EN 50160, nicméně ve smyslu normy EN 50160 není vyžadováno žádné ověření.

## 4.9 Ochrana rozhraní

### 4.9.1 Obecně

Systém ochrany rozhraní má následující hlavní úkoly:

- zabránit výrobně v dodávce výkonu, která by vedla k přepětím v distribuční síti do které je výrobní připojena. Tato přepětí by mohla způsobit poškození zařízení připojených do distribuční sítě a distribuční síti samotné;
- zjistit neúmyslný ostrovní provoz a v takovém případě výrobní odpojit. To je podstatné pro předcházení poškození ostatních zařízení, ať již v rozvodu výrobce nebo v distribuční síti v důsledku asynchronního (automatického) opětovného připojení a pro v umožnění údržby po úmyslném odpojení části distribuční sítě;

**POZNÁMKA 1** Je třeba zdůraznit, že kontrola přítomnosti napětí na všech živých vodičích je povinná před vstupem na místo, kde má být prováděna práce (údržba).

- napomáhat s uvedením distribuční sítě do kontrolovatelného stavu v případě odchylek napětí a/nebo kmitočtu mimo odpovídajících regulačních mezí.

Účelem ochrany rozhraní není:

- odpojení výrobní od distribuční sítě v případě vnitřních poruch ve výrobně. Ochrany proti vnitřním poruchám (zkratům) musí být koordinovány s ochranou sítě podle podmínek chránění provozovatele distribuční sítě. Navíc musí být implementovány ochrany například proti přetížení, proti úrazu elektrickým proudem a proti nebezpečí požáru podle místních požadavků;
- předcházet škodám způsobeným výrobně událostmi (například zkraty) v distribuční síti nebo opětovným zapínáním (zvláště rychlým automatickým, které se může odehrát po několika stovkách ms). Proto musí být odolnost výrobní na dostatečné úrovni (viz kapitola 4.8).

Typ ochrany, citlivost a časy činnosti záleží na chránění a vlastnostech distribuční sítě.

Proto systém ochrany musí odpovídat požadavkům této PNE a nakonfigurovaná nastavení musí odpovídat požadavkům provozovatele distribuční sítě.

Systém ochrany rozhraní musí být realizován jako samostatné zařízení a nikoli integrované do výrobních jednotek.

V Evropě jsou za účelem dosažení výše uvedených úkolů používány různorodé přístupy. Kromě pasivního sledování napětí a kmitočtu jsou dostupné a používají se další aktivní a pasivní způsoby zjišťování ostrovního provozu. Požadavky stanovené v této kapitole jsou určeny k poskytnutí nezbytných funkcí pro všechny známé přístupy a jako směrnice pro jejich použití.

Ochrana rozhraní působí na spínač rozhraní. Provozovatel distribuční soustavy může požadovat, aby v případě selhání spínače rozhraní, ochrana rozhraní působila s vhodným zpožděním na další spínač.

Při ztrátě napájení ochrany rozhraní musí tato ochrana bez zpoždění vypnout spínač rozhraní. Provozovatel distribuční soustavy může požadovat nepřerušitelné napájení, například v případě LVRT, zpoždění ochrany atd.

V případě místně nastavitelných mezí a časových zpoždění musí být podle požadavků provozovatele distribuční sítě, k dispozici prostředky, které zabrání nedovolenému zásahu (například heslo nebo plomba).

#### 4.9.2 Přístrojové transformátory napětí

Vzhledem ke specifickým požadavkům na přesnost jsou přístrojové transformátory napětí používané ochranou rozhraní odlišné od těch, které se používají pro účely měření. Nicméně napěťové transformátory s několika sekundárními vinutími (s jedním určeným pro systém ochrany rozhraní) jsou obecně přijatelné.

Jestliže je to nutné, musí provozovatel distribuční sítě předepsat způsob, jakým musí být transformátory napětí instalovány. Zda jsou umístěny mezi jednotlivými fázemi nebo mezi fázemi a zemí záleží na použitých funkcích ochrany: například použití funkce ochrany nulové složky napětí předpokládá použití tří převodníků napětí připojených na fázová napětí k fázi/zemí.

Transformátory napětí umístěné mezi fázemi a zemí lze také použít pro vyhodnocování charakteristik sdružených napětí.

Transformátory napětí musí vyhovovat požadavkům stanoveným provozovatelem distribuční sítě. Minimální vlastnosti jsou:

- Třída přesnosti 3P podle EN 61869-3.
- Napěťový součinitel závislý na typu připojení: 1,9 pokud je umístěn mezi fází a zemí a 1,2 pokud je umístěn mezi jednotlivými fázemi. Funkční čas musí splňovat odpovídající normy EN 60044-2 a -7.
- Jmenovitý výstupní výkon musí být v souladu se zamýšleným zatížením ochrany vinutí.

Použití indukčních transformátorů napětí mezi fázemi a zemí může vést k potřebě použití antiferroresonančního resistoru (obvykle 100Ω) na vinutí ochrany. Podle toho musí být následně zvolen výstupní výkon tohoto vinutí ochrany.

Obvody napěťových transformátorů použité pro systém ochrany rozhraní musí být adekvátně chráněny proti vnitřním poruchám.

Každé působení ochrany v obvodech transformátorů napětí (na primární nebo sekundární straně) musí vyvolat vypnutí ochrany rozhraní.

#### 4.9.3 Požadavky na napěťové a frekvenční ochrany

##### 4.9.3.1 Obecně

Provozovatel distribuční sítě může vyžadovat některé nebo všechny dále popsané funkce.

POZNÁMKA 1 V následujícím textu obsahují hlavičky kapitol ANSI čísla zařízení, odpovídající IEEE/ANSI C37.2, v hranatých závorkách.

Ochranné funkce musí vyhodnocovat minimálně všechny fáze, ke kterým jsou připojeny výrobní jednotky, zabezpečené tímto systémem ochrany.

U trojfázových výrobních jednotek/výroben a ve všech případech, kdy je použit externí systém chránění v trojfázovém napájecím systému musí být vyhodnocována všechna sdružená napětí, a pokud je přítomen střední vodič všechna fázová napětí.

POZNÁMKA 2 Výpočet sdružených napětí na základě měření fázových napětí je dovolen.

Přímá měření sdružených napětí jsou přednostní, předcházejí falešným poklesům napětí, vyvolaných saturací transformátorů napětí v sítích VN s izolovaným uzlem.

Kmitočet musí být vyhodnocován na alespoň jednom napájecím napětí.

Pokud je jednou funkcí ochrany vyhodnocováno více veličin (například 3 sdružená napětí), musí tato funkce vyhodnotit jednotlivě každou veličinu. Výsledek každého vyhodnocení musí být spojen s OR (nebo) tak, aby v případě že jeden signál překročí hranici pásma funkce, funkce vypnula ochranu ve stanoveném čase.

Minimální požadovaná přesnost ochrany je:

- pro měření kmitočtu  $\pm 0,05$  Hz;
- pro měření napětí  $\pm 1\%$  z  $U_n$ .

Pokud je ochrana rozhraní umístěna mimo výrobní jednotku, měla by být umístěna co nejbližší připojnému bodu. Aby se předešlo nadbytečnému vypínání přepětovou ochranou, nárůst napětí mezi bodem připojení a měřícím vstupem ochrany rozhraní by měl být co nejmenší

Aby se zabránilo neustálému spouštění a návratu ochrany rozhraní, odpadová hodnota pro funkce kmitočtu a napětí musí být zvolena v rozsahu podle specifikace PDS. V případě, že PDS tuto hodnotu nestanoví, výchozí hodnota odchylky musí být v rozsahu 2 % až 5 % rozběhové hodnoty.

#### 4.9.3.2 Podpětové ochrany [27]

Ochrana musí být v souladu s EN 60255-127. Je povoleno stanovení efektivní hodnoty nebo hodnoty základní harmonické.

Podpětová ochrana může být použita se dvěma naprosto nezávislými rozsahy, z nichž každý je možné aktivovat. Standardní nastavitelné rozsahy jsou následující:

Meze pro podpětovou ochranu stupeň 1 [27.S1]:

- mez  $(0,2 - 1) U_n$  nastavitelný v krocích po  $0,05 U_n$ ;
- čas působení  $(0,1 - 100)$  s nastavitelný v krocích po  $0,1$  s.

Meze pro podpětovou ochranu stupeň 2 [27.S2]:

- mez  $(0 - 1) U_n$  nastavitelný v krocích po  $0,05 U_n$ ;
- čas působení  $(0,1 - 5)$  s nastavitelný v krocích po  $0,05$  s.

#### 4.9.2.3 Nadpětové ochrany [59]

Ochrana musí být v souladu s EN 60255-127. Je povoleno stanovení efektivní hodnoty nebo hodnoty základní harmonické.

Nadpětová ochrana může být použita se dvěma naprosto nezávislými rozsahy, z nichž každý je možné aktivovat individuálně. Standardní nastavitelné rozsahy jsou následující:

Meze pro nadpětovou ochranu stupeň 1 [59.S1]:

- mez  $(1 - 1,2) U_n$  nastavitelný v krocích po  $0,01 U_n$ ;
- čas působení  $(0,1 - 100)$  s nastavitelný v krocích po  $0,1$  s.

Meze pro nadpětovou ochranu stupeň 2 [59.S2]:

- mez  $(1,0 - 1,30) U_n$  nastavitelný v krocích po  $0,01 U_n$ ;
- čas působení  $(0,1 - 5)$  s nastavitelný v krocích po  $0,05$  s.

#### 4.9.3.4 Nadpětové ochrany na střední desetiminutové průměrné hodnoty napětí

Výpočet desetiminutové hodnoty musí odpovídat desetiminutové agregaci pro třídu S z EN 61000-4-30, ale lišit se od EN 61000-4-30 jelikož je použit plovoucí časový úsek. Proto musí tato funkce založena na odmocnině z aritmetického součtu druhých mocnin vstupních hodnot během 10 minut. Výpočet nové desetiminutové hodnoty každé 3 sekundy je dostačující. Výsledek je následně porovnáván s mezní hodnotou.

- Mez  $(1,0 - 1,15) U_n$  nastavitelný v krocích po  $0,01 U_n$ ;
- Neseřiditelný spouštěcí čas  $\leq 3$  s;
- Nastavení časového zpoždění = 0 ms.

POZNÁMKA 1 Tato funkce vyhodnocuje efektivní hodnotu.

POZNÁMKA 2 Více informací lze nalézt v EN 50160.

#### 4.9.3.5 Podfrekvenční ochrana [81<]

Podfrekvenční ochrana může být použita se dvěma naprosto nezávislými rozsahy, z nichž každý je možné aktivovat. Standardní nastavitelné rozsahy jsou následující.

Podfrekvenční ochrana stupeň 1 [81<.S1]:

- mez (47,0 – 50,0) Hz nastavitelná v krocích po 0,1 Hz;
- čas působení (0,1 – 100) s nastavitelný v krocích po 0,1 s.

Podfrekvenční ochrana stupeň 2 [81<.S2]:

- mez (47,0 – 50,0) Hz nastavitelná v krocích po 0,1 Hz;
- čas působení (0,1 – 5) s nastavitelný v krocích po 0,05 s.

Při použití úzkých pásem kmitočtu pro zjišťování ostrovního provozu (viz 4.9.4.3) může být požadována schopnost aktivace a deaktivace stupně:

- vnějším signálem;
- při překročení rozběhové meze pro netočivou, souslednou nebo zpětnou složku základního napětí.

Ochrana nesmí reagovat na přechodné změny kmitočtu v délce trvání kratší nebo rovné 40 ms. Ochrana musí správně pracovat v rozsahu vstupního napětí 20 %  $U_n$  až 120 %  $U_n$  a pro vstupní napětí menší než 20 %  $U_n$  musí být zablokována.

Při hodnotě nižší než 0,2  $U_n$  je frekvenční ochrana zablokována. K odpojení může dojít pouze na základě podpěťové ochrany.

#### 4.9.3.6 Nadfrekvenční ochrana [81>]

Nadfrekvenční ochrana může být použita se dvěma naprosto nezávislými rozsahy, z nichž každý je možné aktivovat. Standardní nastavitelné rozsahy jsou následující.

Nadfrekvence úroveň 1 [81>.S1]:

- mez (50,0 – 52,0) Hz nastavitelná v krocích po 0,1 Hz;
- čas působení (0,1 – 100) s nastavitelný v krocích po 0,1 s.

Nadfrekvence úroveň 2 [81>.S2]:

- mez (50,0 – 52,0) Hz nastavitelná v krocích po 0,1 Hz;
- čas působení (0,1 – 5) s nastavitelný v krocích po 0,05 s.

Při použití úzkých pásem kmitočtu pro zjišťování ostrovního provozu (viz 4.9.4.3) může být požadována schopnost aktivace a deaktivace stupně:

- vnějším signálem;
- při překročení rozběhové meze pro netočivou, souslednou nebo zpětnou složku základního napětí.

Ochrana nesmí reagovat na přechodné změny kmitočtu v délce trvání kratší nebo rovné 40ms. Ochrana musí správně pracovat v rozsahu vstupního napětí 20 %  $U_n$  až 120 %  $U_n$  a pro vstupní napětí menší než 20 %  $U_n$  musí být zablokována.

#### 4.9.3.7 Podpěťová ochrana na souslednou složku

Podpěťovou ochranu sousledné složky lze konfigurovat k působení ochrany rozhraní, nebo ke změně kmitočtového pásma na užší podle 4.9.4.3.

- mez (0 – 100) %  $U_n$  nastavitelná po krocích 1 %  $U_n$ ;
- čas působení (0,2 – 100) s nastavitelný v krocích po 0,1 s.

POZNÁMKA Čas působení je v případě konfigurace pro změnu na užší kmitočtové pásmo čas do změny kmitočtového pásma.



#### 4.9.3.8 Nadpětiová ochrana zpětné složky

Nadpětiovou ochranu zpětné složky lze konfigurovat k působení ochrany rozhraní, nebo ke změně kmitočtového pásma na užší podle kapitoly 4.9.4.3.

- mez (0 – 100) %  $U_n$  nastavitelná po krocích 1 %  $U_n$ ;
- čas působení (0,2 – 100) s, nastavitelný v krocích po 0,1s.

POZNÁMKA Čas působení je v případě konfigurace pro změnu na užší kmitočtové pásmo čas do změny kmitočtového pásma.

#### 4.9.3.9 Nadpětiová ochrana na nulovou složku

Nadpětiovou ochranu nulové složky lze konfigurovat k působení ochrany rozhraní, nebo ke změně kmitočtového pásma na užší podle kapitoly 4.9.4.3

- mez (0 – 100) %  $U_n$  nastavitelná po krocích 1 %  $U_n$ ;
- čas působení (0,2 – 100) s nastavitelný v krocích po 0,1s.

POZNÁMKA Čas působení je v případě konfigurace pro změnu na užší kmitočtové pásmo čas do změny kmitočtového pásma.

### 4.9.4 Prostředky pro zjišťování ostrovního provozu

#### 4.9.4.1 Obecně

Kromě pasivního sledování napětí a kmitočtu může provozovatel distribuční sítě požadovat další prostředky ke zjišťování ostrovního provozu. Zjišťování ostrovního provozu nesmí být neslučitelné s požadavky na odolnost z kapitoly 4.5.

Obvykle používané funkce zahrnují:

- aktivní metody zkoušené s rezonančním obvodem;
- vypínání ROCOF;
- přepnutí do úzkého kmitočtového pásma;
- dálkové vypínání.

Pouze některé z výše uvedených metod jsou normalizovány. Konkrétně pro ROCOF a ochranu vektorovým skokem, neexistují v současné době žádné evropské normy.

#### 4.9.4.2 Aktivní metody zkoušené s rezonančním obvodem

Zkušební metody podle kapitoly 5 nebo pro fotovoltaické střídače odpovídající EN 62116.

#### 4.9.4.3 Přepnutí do úzkého kmitočtového pásma (viz Příloha D a Příloha E)

V případě místních jevů (např. porucha, rozpojení vypínače podél vedení) může provozovatel distribuční sítě požadovat změnu na úzké kmitočtové pásmo pro zvýšení citlivosti ochrany rozhraní. V případě místní poruchy je možné aktivovat omezující kmitočtové okno (použitím dolních/horních hraničních pásem kmitočtu popsaných v kapitole 4.9.3.5 a 4.9.3.6) jehož aktivace koreluje s jinou z funkcí ochrany z 4.9.3.7, 4.9.3.8 a 4.9.3.9.

Aby provozovatel distribuční sítě mohl aktivovat omezení kmitočtového okna, musí být dostupný vstup podle kapitoly 4.9.5.

POZNÁMKA Pro zajištění komunikace se systémem provozovatele distribuční sítě může být požadována dodatečné propojení.

### 4.9.5 Digitální vstup k ochraně rozhraní

Ochrana rozhraní musí mít alespoň dva konfigurovatelné digitální vstupy. Tyto vstupy mohou být použity například pro dálkové vypínání a/nebo přepnutí do úzkého pásma kmitočtu.

## 4.10 Připojení a zahájení výroby elektrické energie

### 4.10.1 Všeobecně

Připojení a zahájení výroby elektrické energie je povoleno pouze tehdy, pokud jsou alespoň během minimálně stanovené doby sledování napětí a kmitočtů v povolených rozsazích. Připojení nesmí být možné, pokud tyto podmínky nejsou splněny. Nastavení podmínek závisí na tom, zda se jedná o připojení v důsledku normálního provozního náběhu, nebo automatické opětovné připojení po vypnutí ochranou rozhraní.

Rozsah kmitočtu, rozsah napětí, doba sledování a nárůst výkonu musí být nastavitelné místně.

Pokud tak vyžaduje PDS, musí být u místně nastavitelných nastavení k dispozici prostředky zabezpečující tato nastavení před nepovoleným zásahem (například heslo nebo plomba).

### 4.10.2 Automatické opětovné připojení po vypnutí

Pokud nejsou provozovatelem distribuční sítě definována žádná nastavení, jsou výchozí nastavení pro opětovné připojení po vypnutí ochranou rozhraní:

- rozsah kmitočtu:  $47,5 \text{ Hz} \leq f \leq 50,05 \text{ Hz}$ ;
- rozsah napětí:  $90 \% U_n \leq U \leq 110 \% U_n$ ;
- minimální doba sledování: 60 s.

Po opětovném připojení nesmí činný výkon vyráběný výrobní jednotkou překročit stanovený nárůst vyjádřený procentem jmenovitého činného výkonu jednotky za minutu. Pokud není nárůst stanoven provozovatelem distribuční sítě, je výchozí nastavení 10 %  $P_n$ /min. Generátory, u nichž není technicky proveditelný růst výkonu v souladu se stanoveným gradientem v celém rozsahu výkonu, se mohou připojit po 1 minutě až 10 minutách (nahodilá hodnota) nebo později.

### 4.10.3 Zahájení výroby elektrické energie

Pokud nejsou provozovatelem distribuční sítě definována žádná nastavení, jsou výchozí nastavení pro připojení nebo zahájení výroby elektrické energie za normálního provozního náběhu nebo činnosti:

- rozsah kmitočtu:  $47,5 \text{ Hz} \leq f \leq 50,1 \text{ Hz}$ ;
- rozsah napětí:  $85 \% U_n \leq U \leq 110 \% U_n$ ;
- minimální doba sledování: 60 s.

Pokud je stanoveno, nesmí nárůst výkonu překročit maximální nárůst definovaný provozovatelem distribuční sítě. Tepelné výrobní jednotky CHP nemusí splňovat maximální nárůst, jelikož je jejich najetí ovlivněno poptávkou po teple.

Během místního ručního provozu (například při úvodním najetí nebo údržbě) je povoleno odchýlit se od doby sledování a rychlosti nastartování.

### 4.10.4 Synchronizace

Synchronizace výrobní jednotky s distribuční sítí musí být plně automatická, tj. ruční sepnutí spínače mezi dvěma soustavami nesmí být možné.

## 4.11 Omezení činného výkonu na požadovanou hodnotu

Výrobní jednotka/výrobní musí být schopna omezit svůj činný výkon na hodnotu požadovanou provozovatelem distribuční soustavy. Požadovaná hodnota musí být nastavitelná v celém provozním rozsahu od maximálního činného výkonu až na nulovou hodnotu v krocích, nepřesahujících 10 % jmenovitého výkonu.

Výrobní jednotka/výrobní musí být schopna provést regulaci výstupního výkonu na požadovanou hodnotu tak rychle, jak je to technicky proveditelné, s přesností 5 % jmenovitého výkonu a během nanejvýše jedné minuty. Výrobní je možno odpojit od sítě při požadované hodnotě nižší než 15 % jmenovitého výkonu.

Není-li, vzhledem k použité výrobní technologii, požadované omezení výkonu s požadovanou přesností a v požadované době technicky proveditelné, musí být výrobní jednotka/výrobní odpojena.

#### 4.12 Vzdálená výměna informací

Výrobní, jejichž výkon je nad mezí stanovenou PDS musí umožňovat sledování řídicím centrem nebo řídicími centry PDS nebo PPS a zároveň přijímat nastavení provozních parametrů funkcí specifikovaných v této PNE od řídicího centra nebo řídicích center PDS nebo PPS.

Monitorování může PDS využívat pro manipulace v síti nebo ho může přeposílat PPS. Podobně mohou být povely vydávané PDS předávané povely od PPS.

Tato výměna informací je určena ke zkvalitnění, optimalizaci a vyšší bezpečnosti provozu sítí PDS a PPS.

System dálkového sledování a nastavení provozních parametrů, který může být využíván PDS, nemá za úkol nahradit prostředky ručního nebo automatického řízení implementované provozovatelem výrobní k řízení provozu výrobní. Neměl by přímo pracovat se zařízením pro výrobu energie a spínacími zařízeními výrobní. Měl by pracovat s provozním a řídicím systémem výrobní.

Principiálně by měla být využívána normalizovaná komunikace. Doporučuje se, aby v případě protokolů, sloužících k přenosu signálu mezi řídicím centrem PDS a PPS nebo řídicími centry a výrobními, byly využívány relevantní technické normy (například EN 60870-5-101, EN 60870-5-104, EN 61850 a zejména EN 61850-7-420, IEC/TR 61850-90-7 a zároveň EN 61400-25 pro větrné turbíny a relevantní části IEC 62351 pro prostředky zabezpečení).

Alternativní protokoly mohou být předmětem dohody mezi PDS a výrobcem. Včetně pevného spojení digitálního vstupu/výstupu a analogového vstupu/výstupu, poskytovaného místně PDS. Informace nutné k dálkovému sledování a nastavení konfigurovatelných parametrů jsou specifické pro každou distribuční síť a způsob jejího provozu.

Přenosové časy mezi řídicím centrem PDS a/nebo PPS a výrobní záviset na přenosových prostředcích používaných mezi řídicím centrem PDS a/nebo PPS a výrobní.

Jako směrnice ohledně sledování informací a dálkového nastavování provozních parametrů může sloužit informativní příloha B.

## 5 Postupy zkoušky shody

Vyvíjí se.

## Příloha A (informativní)

### Požadavky na propojení

#### A.1 Obecně

Tato kapitola poskytuje vodítka pro kritéria připojení výroben k distribuční síti a pro výběr schémat připojení a pro koordinaci elektrických ochranných funkcí.

Výrobní (nezávisle na tom, zda jsou vybaveny rotující, reciproční nebo statickou výrobní technologií) mohou být provozovány paralelně s distribuční sítí, pokud splňují požadavky této podnikové normy.

#### A.2 Integrace se sítí

Všechny výrobní musí splňovat následující požadavky na připojení:

- maximální činný a zdánlivý výkon musí být v souladu s provozními podmínkami odsouhlasenými PDS;
- připojení výrobní nesmí v žádném místě sítě způsobit nárůst napětí překračující meze napětí;
- připojení výrobní nesmí v žádném místě sítě způsobit harmonické zkreslení napětí, překračující meze;
- připojení výrobní nesmí v žádném místě sítě způsobit flickr, překračující meze;
- připojení výrobní nesmí způsobit nárůst zkratového proudu vypínací a spínací proud vypínačů, obecně proud, který jsou síťové součásti schopny vydržet;
- schéma a nastavení ochrany u vnitřních poruch musí být navrženo tak, aby neohrozilo provoz výrobních jednotek výrobní a musí vždy zajišťovat spolehlivý provoz;
- použité nastavení systému ochrany rozhraní musí být zvoleno tak, aby zajistilo správné vypnutí výrobní za podmínek popsanych v kapitole 4.9;
- tam, kde je výrobní připojena k veřejné distribuční síti vybavené rychlými automatickými spínacími zařízeními (například vypínači s automatickým opětovným zapnutím), musí být rozpojovací časy spínačů rozhraní takové, aby se omezilo riziko opětovného sepnutí s nepřipustným rozdílem fází. K poskytnutí dostatečného času pro samozhášecí poruchy, musí být maximální vypínací čas ochrany rozhraní kratší než čas automatického opětovného sepnutí. Nicméně vhodná opatření jsou v případě potřeby ponechána na odpovědnosti výrobce po dohodě s provozovatelem distribuční soustavy, aby se zabránilo škodám na výrobní jednotce a k nalezení nejlepšího řešení pokud se týká jak provozu tak i ochrany výrobní jednotky. Zejména u vedení s přímo spojenou výrobní technologií a DFIG, musí být operace automatického opětovného zapnutí a odpojení výrobní koordinovány; výrobní jednotka by měla být před každým opětovným zapnutím odpojena;

Před připojením musí být mezi provozovatelem distribuční soustavy a výrobcem uzavřena smlouva o připojení. Smlouva o připojení musí obsahovat (nejen) následující:

- maximální činný a zdánlivý výkon, instalovaný ve výrobní a případně maximální činný a zdánlivý výkon, který bude výrobní dodáván a odebírán;
- připojovací napětí v místě připojení;
- příspěvek výrobní ke zkratovému proudu;
- případně řízení  $\cos \varphi$  nebo jalového výkonu v místě připojení respektive na svorkách výrobní jednotky;
- tam kde jsou, funkce a nastavení regulátoru napětí,  $\cos \varphi$  a síťového kmitočtu;
- jednodólové schéma zařízení, zobrazující místo připojení, hranice zařízení, umístění elektroměru, všechna spínací zařízení, ochrany, střídače (pokud jsou) atd.;
- uzemnění výrobní (v souladu s legislativou, normami a směrnicemi);
- požadavky na připojení;
- použitá nastavení ochrany rozhraní;
- seznam měřicích a řídicích signálů, které budou vyměřovány mezi PDS a výrobní.

#### A.3 Skupiny jednofázových výrobních jednotek

Je-li výrobní složena ze skupiny jednofázových výrobních jednotek, nesmí proudová nesymetrie přesáhnout 16 A u součtu výrobních jednotek připojených k síti NN provozovatele distribuční soustavy, pokud není tato nesymetrie vytvářena jako protiváha nesymetrii napětí v místě připojení.

POZNÁMKA 1 Hodnoty vyšší než 16 A mohou být definovány národní legislativou nebo PDS, až do maxima smluvního výkonu pro jednofázové připojení zákazníka bez výroby.

POZNÁMKA 2 K zajištění tohoto požadavku mohou sloužit komunikační spoje mezi jednofázovými jednotkami.

POZNÁMKA 3 Tuto kapitolu lze aplikovat na libovolnou nesymetrii způsobenou nesymetrickým fázovým zatížením, ať už je způsobena jedno, dvou nebo trojfázovými výrobními jednotkami.

**Příloha B** (informativní)**Dálková výměna informací**

Tato příloha poskytuje informace o týkající se dálkového sledování (viz tabulka B.1) a dálkového nastavení provozních parametrů (viz tabulka B.2).

**Tabulka B.1 – Dálkové sledování – informace posílané výrobou do řídicího centra/řídicích center**

<b>T3-1</b>	<b>Informace</b>	<b>Typ signálu</b>	<b>Účel</b>	<b>Maximální obnovovací čas</b>	<b>Reference na CLC/FprTS 50549-2 nebo relevance pro</b>	<b>Logické poznámky (pro informace platné pro 61850)</b>
<b>T3-2</b>	měření napětí v místě připojení	měření	sledování sítě	1 s	Relevantní pro PDS/PPS	
<b>T3-3</b>	činný výkon dodávaný v místě připojení	měření	sledování výrobního programu	1 s	Relevantní pro PDS/PPS	
<b>T3-4</b>	jalový výkon dodávaný v místě připojení	měření	sledování výrobního programu	1 s	Relevantní pro PDS/PPS	
<b>T3-5</b>	dostupnost / nedostupnost dálkového sledování a systému nastavení provozních parametrů	jednoduchá logika : - "dálkové sledování a řízení nedostupné"	tato funkce shromažďuje všechny možnosti nedostupnosti.  V některých schématech ochran může spustit úzký rozsah kmitočtu	1 s	E.2  (přepnutí na užší pásmo kmitočtu)	
<b>T3-6</b>	výrobní připojena do sítě	dvojitá logika : "jedna výrobní jednotka připojena" "všechny výrobní jednotky odpojeny"	sledování připojení jedné nebo více výrobních jednotek do sítě	1 s	Relevantní pro PDS/PPS	61850-7-4 CSWI, Pos, stVal
<b>T3-7</b>	přijetí oprávnění k připojení výrobní do sítě	dvojitá logika: "přijato oprávnění k připojení" "čekání na přijetí oprávnění k připojení"	potvrzení oprávnění k připojení	1 s	Ověření komunikace	61850-7-420 ECPCIsAuth
<b>T3-8</b>	přijetí požadavku na odpojení výrobní od sítě	dvojitá logika: "přijetí požadavku na odpojení" "přijetí konce požadavku na odpojení"	potvrzení požadavku na odpojení nebo konec požadavku na odpojení	1 s	Ověření komunikace	

T3-1	Informace	Typ signálu	Účel	Maximální obnovovací čas	Reference na CLC/FprTS 50549-2 nebo relevance pro	Logické poznámky (pro informace platné pro 61850)
T3-9	přijetí požadavku na rychlé odpojení nebo konec rychlého odpojení	dvojitá logika: „přijet požadavek na rychlé odpojení“ „přijet požadavek na ukončení rychlého odpojení“	potvrzení požadavku na rychlé odpojení nebo požadavku na konec rychlého odpojení	1 s	Ověření komunikace E.2 (dálkové vypínání)	
T3-10	přijetí požadavku na omezení činného výkonu nebo ukončení omezení činného výkonu	dvojitá logika: „přijet požadavek na omezení činného výkonu“ „přijet požadavek na ukončení omezení činného výkonu“	potvrzení přijetí požadavku na omezení činného výkonu a ukončení omezení činného výkonu	1 s	Ověření komunikace Relevantní pro PDS	61850-7-420
T3-11	přijetí požadavku na stálý jalový výkon nebo ukončení stálého jalového výkonu	dvojitá logika: „přijet požadavek na stálý jalový výkon“ „přijet požadavek na ukončení stálého jalového výkonu“	potvrzení přijetí požadavku na stálý jalový výkon a ukončení stálého jalového výkonu	1 s	Ověření komunikace 4.7.2.3.2 (Q fix)	61850-7-420 DEROpMode OpModeConVar
T3-12	přijetí požadavku na stálý $\cos \varphi$ nebo ukončení stálého $\cos \varphi$	dvojitá logika: „přijet požadavek na stálý $\cos \varphi$ “ „přijet požadavek na ukončení stálého $\cos \varphi$ “	potvrzení přijetí požadavku na stálý $\cos \varphi$ a ukončení stálého $\cos \varphi$	1 s	Ověření komunikace 4.7.2.3.2 (Cos $\varphi$ fix)	61850-7-420 DEROpMode OpModeConPF
T3-13	přijetí požadavku na omezení amplitudy jalového výkonu a ukončení omezení amplitudy jalového výkonu	dvojitá logika: „přijet požadavek na omezení amplitudy jalového výkonu“ „přijet požadavek na ukončení omezení amplitudy jalového výkonu“	potvrzení přijetí požadavku na omezení amplitudy jalového výkonu a ukončení omezení amplitudy jalového výkonu	1 s	Ověření komunikace Ověření komunikace	61850-7-420 DEROpMode OpModeMaxVar

Tabulka B.2 – Dálkové nastavení provozních parametrů – informace a nastavení přijímaná výrobnou z řídicího centra/řídicích center

T4-1	Informace	Typ signálu	Účel	Maximální čas provedení <sup>1</sup>	Reference na CLC/FprTS 50549-2 nebo relevance pro	Logické poznámky (pro informace platné pro 61850)
T4-2	povolení k připojení	jednoduchá logika: „připojení povoleno“	povolení k připojení výrobnou do sítě	1 s	Relevantní pro PDS/PPS	61850-7-420 ECPCIsAuth
T4-3	požadavek odpojení a konec odpojení	dvojitá logika: „požadavek na odpojení“ požadavek na konec odpojení“	odpojení výrobnou od sítě konec požadavku na odpojení výrobnou od sítě	1 s		
T4-4	požadavek na rychlé odpojení a požadavek konce rychlého odpojení	dvojitá logika: „požadavek na rychlé odpojení“ „požadavek konce rychlého odpojení“	odpojení výrobnou od sítě v nejkratším proveditelném čase konec požadavku na rychlé odpojení výrobnou od sítě	100 ms (co nejkratší)	E.2 (dálkové vypínání)	
T4-5	požadavek maximálního činného výkonu a konec požadavku	dvojitá logika: „požadavek maximálního činného výkonu“ „konec požadavku maximálního činného výkonu“	Tento povel signalizuje výrobnou povolenou mezní hranici výroby činného výkonu	1 s	Relevantní pro PDS	61850-7-420
T4-6	hodnota maximálního činného výkonu	- „hodnota maximálního činného výkonu“	Nastavení maximálního činného výkonu, vyráběného výrobnou	1 s	Relevantní pro PDS	61850-7-420
T4-7	požadavek nastavení stálého jalového výkonu a požadavek na ukončení	dvojitá logika: „požadavek nastavení stálého jalového výkonu“ „požadavek na ukončení nastavení stálého jalového výkonu“	Tento povel signalizuje výrobnou požadavek na nastavení pro jalový výkon, který musí vyrobit	1 s	4.7.2.3.2 (Q fix)	61850-7-420 DEROpMode OpModeConVar
T4-8	stálá hodnota jalového výkonu	„hodnota stálého jalového výkonu“	Nastavení jalového výkonu vyráběného výrobnou	1 s	4.7.2.3.2 (Q fix)	61850-7-420 DEROpMode OpModeConVar

<sup>1</sup> Maximální čas provedení je maximální doba mezi přijetím povelu výrobnou a zahájením činnosti.



T4-1	Informace	Typ signálu	Účel	Maximální čas provedení <sup>1</sup>	Reference na CLC/FprTS 50549-2 nebo relevance pro	Logické poznámky (pro informace platné pro 61850)
T4-9	požadavek na stálý $\cos \varphi$ a konec požadavku	dvojitá logika: „požadavek nastavení stálého $\cos \varphi$ “ „požadavek na ukončení nastavení stálého $\cos \varphi$ “	Tento povel signalizuje výrobně nastavení pro $\cos \varphi$ který musí dodávat	1 s	4.7.2.3.2 ( $\cos \varphi$ fix)	61850-7-420 DEROpMode OpModeConPF
T4-10	hodnota stálého $\cos \varphi$	„hodnota $\cos \varphi$ “	Nastavení $\cos \varphi$ , který bude dodáván výrobnou	1 s	4.7.2.3.2 ( $\cos \varphi$ fix)	61850-7-420 DEROpMode OpModeConPF
T4-11	požadavek na maximální jalový výkon a konec požadavku	dvojitá logika: „požadavek maximálního jalového výkonu“ „požadavek konce maximálního jalového výkonu“	Tento povel signalizuje výrobně mezní hranici amplitudy, kterou je povoleno vyrobit.	1 s	Relevantní pro PDS	61850-7-420 DEROpMode OpModeMaxVar
T4-12	hodnota maximálního jalového výkonu	„hodnota maximálního jalového výkonu“	Nastavení maximálního povoleného jalového výkonu, který může výrobně vyrobit	1 s	Relevantní pro PDS	61850-7-420 DEROpMode OpModeMaxVar
T4-13	Definování křivky	„Název křivky“ „Body křivky“ „Vstupní jednotky“ „Výstupní ref“ „Rychlosti růstu“	Definice křivky pro regulaci jalového výkonu, v závislosti na napětí nebo činném výkonu	1 s	Relevantní pro PDS 4.7.2.3.3 a 4.7.2.3.4	TR 61850-90-7 LN: FMAR (nový)
T4-14	Výběr křivky	„Název křivky“ „Aktivace/Deaktivace“ „Typ operace“ „Přechodový čas“	Změna na novou křivku nebo aktivace/deaktivace regulace po křivce	1 s	Relevantní pro PDS 4.7.2.3.3 and 4.7.2.3.4	TR 61850-90-7 LN: DGSM (nový)
T4-15	Napěťový odblokovací signál pro úzké kmitočtové okno	Dvojitá logika: „úzké kmitočtové okna zapnuto“ „úzké kmitočtové okno vypnuto“	Aktivace nebo deaktivace úzkého ochranného kmitočtového okna	1 s 100 ms (co nejkratší)	E.2 (přepnutí na užší rozsah kmitočtu)	

## Příloha C (informativní)

### Služby stabilizace kmitočtu

#### C.1 Obecně

Distribuovaná výroba (jako jsou větrné a fotovoltaické elektrárny) nemá negativní vliv, ale ubírá „stabilizovanou setrvačnost“ z klasických skupin vybavených PSS. Budoucí výrobní jednotky, které jsou nově instalovány mohou síti poskytovat služby pro stabilizování kmitočtu v případě dočasného vytěsnění větších výroben. K usnadnění tržního přístupu s volitelnými vlastnostmi jako doplňkovými službami, jsou jako možné volby definovány následující potřeby...

- Režim citlivosti na kmitočty (Frequency Containment Reserve – FCR);
- Stabilizace napájecího systému (Power System Stabilisation - PSS);
- Umělá setrvačnost.

#### C.2 Režim citlivosti na kmitočty

Provozní režim výrobních jednotek, který mění výstupní činný výkon úměrně ke změně kmitočtu v systému. FSM pracuje tak, aby se v případě nerovnováhy výroby a spotřeby skutečný kmitočet neodchýlil od cílového. FSM se chová stejně jako samoregulační účinek, ale je omezen na stanovené kmitočtové pásmo  $50\text{Hz} \pm f_3$ . Obvyklé nastavení statiky je  $s_3 = 2,4 \%$ , ale může se individuálně pohybovat od 2 % do 12%. Tabulka C.1 uvádí přehled hodnot  $f_3$  ve všech synchronních oblastech ENTSO-E.

**Tabulka C.1 – Rozsahy pro režim citlivosti na kmitočty**

regionální skupina /Synchronní oblast	Maximální odchylka kmitočtu od ustáleného stavu $\pm f_3$ v mHz
Baltická	200
Kontinentální Evropa	200
Velká Británie	500
Irsko	500
Skandinávie	500
Kypr	500
Island	t.b.d.

**POZNÁMKA** Funkce režim citlivosti na kmitočty je povinná pro jednotky typu C (5–50 MW v závislosti na oblastní skupině) podle síťového kódu ENTSO-E Požadavky na Generátory, Článek 10 a nepovinná pro menší výrobní jednotky.

#### C.3 Stabilizace napájecího systému

Stabilizátor napájecího systému je nadstavbovou funkcí výrobní jednotky, sloužící ke tlumení výkyvů výkonu. To lze provádět pomocí úpravy výstupního jalového výkonu, tedy mírnou úpravou napětí a tedy spotřebou odporových zákazníků (podobné funkci PSS v FACTS). Jinou možností jak tlumit výkyvy výkonu je úprava toku činného výkonu („antiparalelní brzdící impuls“ – antiparallel braking impuls) a tedy omezení periodického kolísání výkonu ve slabě tlumených přenosových soustavách. Nastavení PSS by mělo být koordinováno s příslušným PPS.

Požadavky viz brožura 111 CIGRE, Analýza a řízení kmitů napájecího systému, prosinec 1996.

#### C.4 Umělá setrvačnost

Setrvačnost popisuje vlastnost elektromagnetické soustavy podle Newtonova prvního a druhého pohybového zákona, kdy rotační rychlost zůstává stejná, pokud nepůsobí žádná vnější síla. Důsledkem jakéhokoli momentu (nebo nesymetrie výkonu) je změna kmitočtu, která je nepřímo úměrná setrvačné konstantě  $H$  (nebo mechanickému rozběhovému času  $T_a = 2 \times H$ ). Výrobní jednotka, která slouží jako zdroj setrvačnosti bude do sítě s klesajícím kmitočtem dodávat výkon, respektive absorbovat výkon v síti se zvyšujícím se kmitočtem.

$$\Delta P = -k_n \cdot df/dt \text{ (rozdílové chování)}$$

POZNÁMKA Synchronní generátory poskytují přirozenou vazbu mezi kmitočtem sítě a rotující částí elektromechanického stroje (moment setrvačnosti).

Výrobní jednotky založené na střídači mohou napodobit tento způsob fungování pomocí zvláštní řídicí struktury a malého zásobníku energie. Kapacita zásobníku energie by měla být v rozsahu 1MJ na 1MW instalovaného výkonu pro ekvivalentní setrvačnost danou  $T_a = 10$  s.

## Příloha D (informativní)

### Zjišťování ztráty sítě a celková bezpečnost systému

Zjišťování ztráty sítě a celková bezpečnost systému přináší protichůdné požadavky.

Na jedné straně je kmitočet společným parametrem v rámci propojených synchronních oblastí. Jelikož ovlivňuje všechny připojené výroby současně, požadavky týkající se kmitočtu jsou zaměřeny na zajištění bezpečnosti celé napájecí soustavy. Výroby musí být z pohledu jejich podílu na výrobě schopny provozu v širokém rozsahu kmitočtu po stanovenou dobu tak, aby se předešlo jejich hromadnému odpojování. Zároveň musí být schopny se aktivně podílet na řízení kmitočtu podle zvolené odezvy na odchylky kmitočtu.

Na druhou stranu lze vlastnosti závislé na kmitočtu využít pro zjišťování neúmyslných ostrovních provozů za účelem odpojení výrobních jednotek (viz 4.9 a konkrétněji 4.9.4). To je důležité z hlediska omezení rizika poškození zařízení (jak na zařízení výrobce, tak v distribuční síti) z důvodu:

- (automatických) cyklů opětovného sepnutí, které „způsobují“ asynchronní opětovné připojení;
- nedodržení EN 50160.

Kromě toho vlastnosti závislé na kmitočtu umožňují provedení údržby po úmyslném odpojení části distribuční sítě.

Jsou-li zavedeny bez uvážení, mají široký provozní rozsah kmitočtu a aktivní odezva na odchylky kmitočtu negativní dopad na funkce zjišťování neúmyslného ostrovního provozu, využívající vlastnosti závislé na kmitočtu. V současné době se ostrovní provozy vyskytují ve chvílích, kdy jsou výroba a zatížení dostatečně vyváženy, což omezuje pravděpodobnost tohoto druhu událostí. Použití aktivní odezvy na odchylky kmitočtu v kombinaci se širším rozsahem provozního kmitočtu (a širokým nastavením ochrany) povede k větší pravděpodobnosti rovnováhy výroby a spotřeby. Z toho důvodu může dojít k stabilnímu neúmyslnému ostrovnímu provozu, zejména v situacích kdy výroba převyšuje spotřebu.

Tato PNE určuje některé přístupy, jak sloučit zájmy celkové bezpečnosti napájecí soustavy a zjišťování neúmyslných ostrovních provozů:

- úmyslné zpoždění při spuštění odezvy na odchylku kmitočtu s časem potřebným k detekci ostrovního provozu (viz 4.6.1);
- možné spuštění úzkého kmitočtového okna (například 49,8 Hz – 50,2 Hz) v ochraně rozhraní v případě místní události (a nikoli události v celé napájecí soustavě) (viz kapitola 4.9.4.3);

a povinně pro všechny výrobní jednotky,

- odolnost generátoru na asynchronní opětovné sepnutí (viz 4.8 a 4.9) nebo podobná řešení.

Existují další možnosti jak kombinovat a částečně eliminovat negativní vliv na zjišťování neúmyslného ostrovního provozu a jeho důsledky. Přesto mají všechny svá omezení a nedostatky a vzhledem k různým omezením (technickým, ekonomickým, časovým atd.) je nelze všeobecně využívat. Mezi dalšími možnostmi jsou např.:

- ostatní metody zjišťování ostrovního provozu, které nejsou založené na kmitočtu, včetně dálkového vypínání;
- opětovné zapínání s kontrolou napětí;
- dálkové ovládání generátorů nebo zátěže, např. během údržby;
- vícefázové uzemnění ostrova.

## Příloha E (informativní)

### Příklady strategií chránění

#### E.1 Úvod

##### E.1.1 Obecně

Při pohledu na strategie chránění v distribučních sítích je hlavním tématem řešení možných ostrovních provozů. Jako úvod k příkladům strategií používaných ve dvou zemích jsou zdůrazněna některá obecná hlediska.

##### E.1.2 Obecně

Ostrovní provoz jako takový není nechtěný provozní stav. Zejména u ostrovního provozu způsobeného významnou poruchou nebo úmyslného ostrovního provozu během údržby a obnovení provozu sítě po velkém výpadku se jedná o součást běžných provozních podmínek, ačkoli takový ostrovní provoz je pouze dočasný.

Na rozdíl od výše uvedených ostrovních provozů, lze nechtěné ostrovní provoz charakterizovat následovně:

- neexistence sledování parametrů sítě v rámci odpojené části sítě;
- nemožnost zjistit, že odpojená část sítě je pod napětím;
- výrobní jednotky provádí regulaci napětí a kmitočtu bez dohledu;
- selhání koordinovaného systému ochrany.

Zda je ostrovní provoz úmyslný nebo neúmyslný, musí být pro různé zapojení sítě stanoveno s předstihem. Ve většině případů jsou ostrovní provoz ve VN a NN sítích považovány za neúmyslné.

##### E.1.3 Zjištění neúmyslného ostrovního provozu

Z hlediska výrobní jednotky (jak VN tak NN) je spolehlivá identifikace neúmyslných ostrovních provozů problematická:

- Impedance sítě musí být v částech sítě s nízkým napětím změřena velmi přesně, aby bylo dosaženo spolehlivého odečtu, který je možno použít k identifikaci impedančního skoku, fázového skoku atd. a tedy ostrovního provozu. Navíc je rozlišení mezi ostrovním provozem a spínáním v síti (například zpětné dodávky) problematické.
- Napětí a kmitočet lze v ostrovním provozu udržovat v rámci běžných provozních rozsahů pomocí řízení kmitočtu nezbytnému pro optimalizaci vzájemného propojení v poruchovém stavu a řízením napětí pomocí jalového a činného výkonu.
- Strategie přijaté v některých zemích, které využívají měření sousledné, zpětné a nulové složky základních harmonických napětí k rozlišení mezi místními poruchami ve VN sítích a místními odchylkami vycházejícími z vyšších napěťových úrovní ( $U_n \geq 110$  kV) mohou ve většině případů způsobit rychlý rozpad neúmyslných ostrovních provozů (viz Příklad strategie 1). Nicméně existují situace, kdy i tato metoda může vést k trvalému ostrovnímu provozu způsobenému například vypnutím vývodu VN z důvodů údržby (v případě absence poruchy). V takovém případě by měl být zváženo případný stabilní ostrovní provoz (nebo existence ostrovního provozu trávajícího několik minut).

Riziko nesprávného vypnutí by mělo být zváženo společně s účinností detekce ostrovních provozů.

##### E.1.4 Problém s neřízeným ostrovním provozem v sítích VN

###### E.1.4.1 Bezpečnost

Při provádění údržby by se nemělo předpokládat, že odpojená oblast sítě je zcela bez napětí. Aby se předešlo závažným nehodám, musí se striktně sledovat pět bezpečnostních pravidel, zejména zkoušení zda je napájecí soustava před uzemněním a zkratováním „živá“.

- Odpojení od napájecí sítě;
- Zabránění opětovného připojení;
- Zkouška přítomnosti životu nebezpečných napětí na všech fázích;

- Uzemnění a zkratování;
- Zakrytí blízkých částí pod napětím.

#### E.1.4.2 Parametry sítě

Pokud se týká síťového kmitočtu a napětí, zůstávají během ostrovního provozu vzhledem k ochranám výrobních jednotek v povoleném rozsahu. Odchyly s ohledem na fázový úhel mezi fázemi ( $120^\circ$ ), flickr a úrovně harmonických nejsou ověřovány. Posledně uvedené mohou způsobovat nadproudy, zejména v případě přímo připojených trojfázových elektrických strojů. Vyšší proud může způsobit poškození.

#### E.1.4.3 Operace opětovného zapnutí

Fázor napětí v ostrovním provozu není synchronizován s napájecí sítí. To může způsobovat vysoké přechodné proudy, napětí a fázové skoky v okamžiku, kdy je nezjištěný ostrov automaticky opětovně připojen pomocí dálkového ovládání nebo ručně. To představuje riziko pro elektrické stroje včetně spínače, který provádí opětovné připojení a připojené pohony strojů nebo primární pohony výrobních jednotek. Jelikož v ostrovním provozu neexistuje ústřední řízení kmitočtu a napětí ani měření napětí na vypínači (= vazebním spínači), nelze v neúmyslném ostrovu dosáhnout správné fázové synchronizace.

#### E.1.4.4 Ochrana ostrovů vůči nadproudům

Pokud napájení ostrovní sítě probíhá pomocí střídačového zdroje energie, zkratový proud nebude dostatečně vysoký, aby v případě poruchy rozběhl stávající ochrany na úrovni NN a VN (distanční a nadproudová ochrana). Před ostrovním provozem byl zkratový proud poskytován transformátorem ze sítě vysokého napětí. Tudiž se může stát, že ostrov není vůči poruchám sítě chráněn. V případě zkratu nelze vzhledem k nevyváženému napájení očekávat plynulý provoz. Určení poruchy je problematictější, jelikož nedojde k (selektivní) vypnutí ochranami.

#### E.1.4.5 Ochrana vůči jednofázovým zemním poruchám

Existuje-li elektrický ostrov v síti vysokého napětí, změní se významně podmínky uzemnění uzlu, jelikož opatření pro provoz uzlu sítě (zhášecí tlumivka, nízkoohmové uzemnění atd.) jsou obecně instalována v transformátorové stanici. Pokud při ostrovním provozu neexistuje galvanické spojení mezi poruchou a uzlem sítě v napájecí transformační stanici, může toto vést k trvalému provozu se zemní poruchou, který vede k ohrožení lidského života krokovými nebo dotykovými napětími.

Z toho důvodu by se obecně mělo předcházet síťovým ostrovům, které nejsou řízeny a to především takovým, které nemají automatické řízení sítě a sledování.

## E.2 Příklad strategie 1

V Itálii se obecně využívá automatické opětovné připojení VN vývodů. Navíc se využívá celkové automatické vypnutí všech druhů poruch (trojfázové, dvoufázové, jednofázové zemní a kombinovaných zemních poruch) z VN sítě. Schéma automatizace je založeno pouze na místních automatech a měření. S širokým kmitočtovým oknem nastaveným na rozhraní ochran v kombinaci s LVRT a HVRT funkcemi výroben a režimem citlivým na kmitočty, je ostrovní provoz vysoce pravděpodobný. S podporou výroben připojených do VN a NN může ostrovní provoz přetrvat poruchy a spínací operace bez poruchy (provozní potřeby). V těchto situacích je možné spustit operaci opětovného připojení automaticky nebo dálkovým řízením. V asynchronních sítích, například při opačné fázi nebo s úhlovým rozdílem fázorů napětí dvou částí sítě vyšším než  $45^\circ$ , může opětovné připojení způsobit škody jak na majetku zákazníka tak provozovatele distribuční soustavy. Navíc není ostrovní část sítě řízena a chráněna proti jakékoli poruše.

V závislosti na dostupné komunikační technologii byla definována dvě řešení:

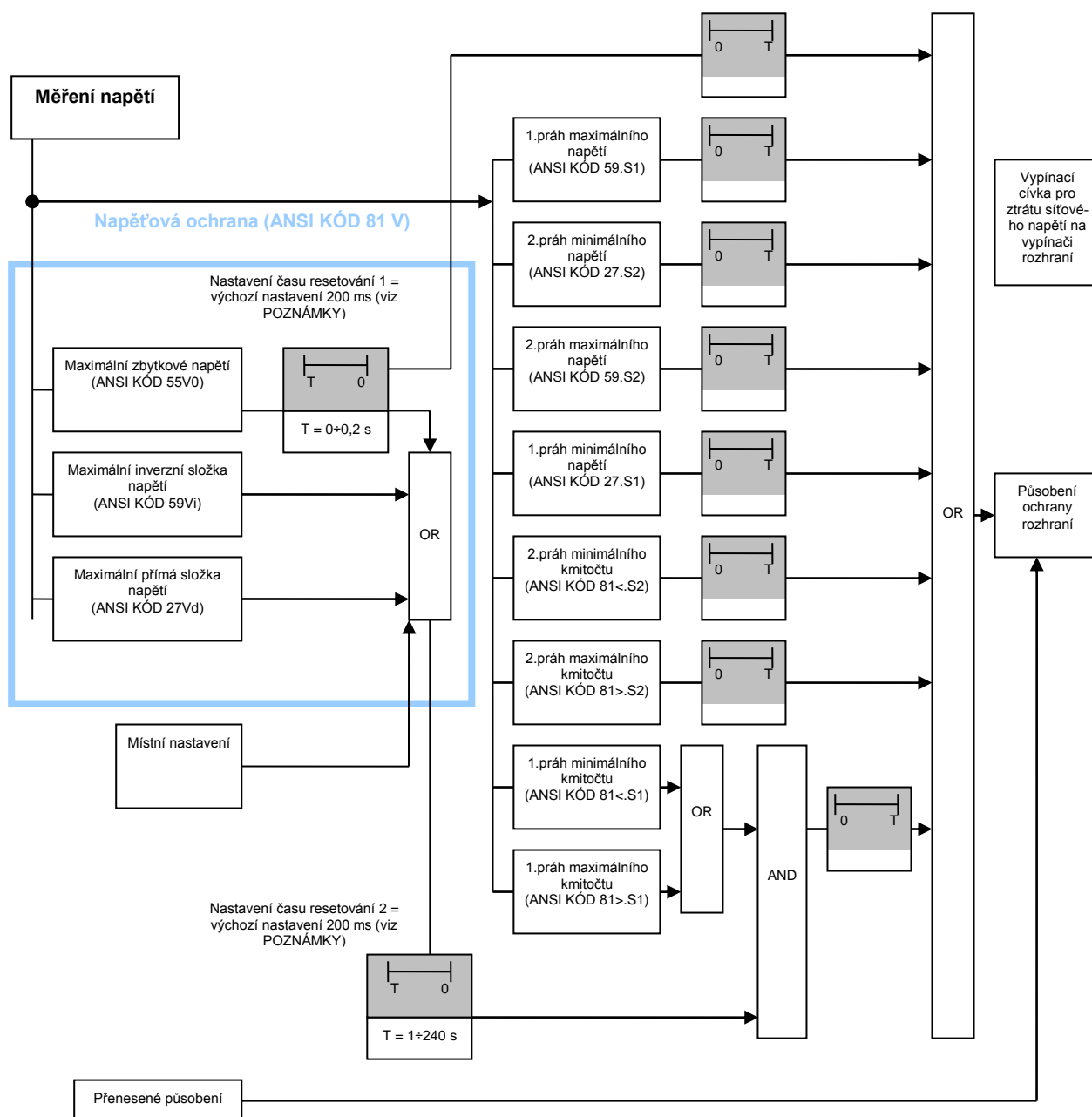
1. pro případ chybějící komunikační sítě:
  - a. Je-li místní nastavení NÍZKÉ (0) je aktivováno široké kmitočtové pásmo s výjimkou zjištěné poruchy na úrovni VN. Následně je napěťovou ochranou (obrázek 8) aktivováno úzké kmitočtové pásmo. V této situaci dojde k přechodnému vzrůstu citlivosti ochran rozhraní všech výroben připojených k VVN/VN transformátorům. Toto řešení neumí zabránit odpojení ostrova při provozním spínání bez poruchy v síti.
  - b. Je-li místní nastavení nastaveno na VYSOKÉ (0), je vždy aktivováno široké kmitočtové pásmo, bez ohledu na výstup napěťové ochrany (ANSI KÓD 81V).
2. v případě, že je komunikační síť dostupná:

- Místní nastavení musí být nastaveno na NÍZKÉ (0).
- Pokud komunikace pracuje správně, je vypnutí ochranou rozhraní dosaženo pomocí vzdáleného vypínání. Během výpadku komunikace bude napěťovou ochranou (ANSI KÓD 81) aktivováno úzké pásmo kmitočtu ochrany rozhraní pro případ zjištění poruchy na VN úrovni, viz popis případu 1.a výše.

POZNÁMKA 1 ANSI KÓD odkazuje na normalizovaná čísla zařízení v souladu s IEEE C37.2.

V případě výroben připojených k VN může být napěťová ochrana součástí ochrany rozhraní nebo realizována jako samostatné zařízení. V případě ochrany rozhraní připojené k NN musí být napěťová uvolňovací funkce realizována jako samostatné zařízení instalované PDS na stranu VN distribučního transformátoru VN/NN a signál, uvolňující úzké kmitočtové pásmo, bude do výroby připojené k NN vysílán po vhodné komunikační síti (například pomocí přenosu po elektrickém vedení v kmitočtovém pásmu 3 kHz – 95 kHz).

Typická uspořádání ochranných funkcí uvnitř ochrany rozhraní jsou zobrazena na obrázku 8, zatímco odpovídající typická nastavení jsou uvedena v tabulce 3.



Obrázek E.1 – Typické schéma ochrany rozhraní řešení používaného v Itálii

PNE 33 3430-8-2

#### POZNÁMKA 2

Čas návratu je nutný k zabránění rozběhu a návratu v případě obloukové poruchy.

Čas návratu 2 se vztahuje k cyklu opětovného připojení/automatizace PDS a příslušného časování.



Tabulka E.1 – Typické funkce ochran a příslušné předpisy pro ochrany rozhraní pro řešení používané v Itálii

Ochranná funkce	Výchozí rozběhová hodnota	Výchozí provozní čas ochrany	Maximální vypínací čas vypínače (vypínač rozhraní s vypínacím povelom od podpěťové cívky)
Maximální napětí $U_{>.S1}$ (ANSI KÓD 59.S1), funkce 10 minutového průměru (viz EN 61000-4-30, Třída S s adaptací pohyblivého okna s obnovovacím časem $\leq 3$ s)	1,10 Vn	Startovací čas $\leq 3$ s, nenastavitelný. Nastavení zpoždění = 0 ms závisí na hodnotách napětí během pohyblivého okna. Maximální hodnota 603 s.	závisí na hodnotách napětí během pohyblivého okna. Maximální hodnota 603,70 s.
Maximální napětí $U_{>.S2}$ (ANSI KÓD 59.S2)	1,20 Vn	200 ms	270 ms
Minimální napětí $U_{<.S1}$ (ANSI KÓD 27.S1) <sup>(1)</sup>	0,85 Vn	1500 ms	1570 ms
Minimální napětí $U_{<.S2}$ (ANSI KÓD 27.S2) <sup>(1)</sup>	0,4 Vn	200 ms	270 ms
Maximální kmitočet $f_{>.S2}$ (ANSI KÓD 81.S2) <sup>(2)</sup>	50,2 Hz	150 ms	170 ms
Minimální kmitočet $f_{<.S2}$ (ANSI KÓD 81.S2) <sup>(2)</sup>	49,8 Hz	150 ms	170 ms
Maximální kmitočet $f_{>.S1}$ (ANSI KÓD 81.S1) <sup>(2)</sup>	51,5 Hz	1,0 s	1,07 s
Minimální kmitočet $f_{<.S1}$ (ANSI KÓD 81.S1) <sup>(2)</sup>	47,5 Hz	4,0 s	4,07 s
maximální zbytkové napětí $U_{0>}$ (ANSI KÓD 59V0) <sup>(3)</sup>	5 % Vrn	Pro účely ochrany: 25,07 s Pro účely napěťové ochrany (ANSI KÓD 81V): 0 ms (shodné se startovacím časem: 70 ms)	Pro účely ochrany: 25,07 s Pro účely napěťové ochrany: shodné se startovacím časem <sup>(1)</sup>
Maximální zpětná složka napětí $U_{i>}$ (ANSI KÓD 59 Vi) <sup>(1)</sup>	15 % Vn/En (indikativní, záleží na síti) <sup>(5)</sup>	Pro účely napěťové ochrany (ANSI KÓD 81V): 0 ms (shodné se startovacím časem: 70 ms)	Shodné se startovacím časem
Minimální sousledná složka napětí $U_{d>}$ (ANSI KÓD 27 Vi) <sup>(1)</sup>	70 % Vn/En (indikativní, záleží na síti) <sup>(5)</sup>	Pro účely napěťové ochrany (ANSI KÓD 81V): 0 ms (shodné se startovacím časem: 70 ms)	Shodné se startovacím časem
Vzdálené vypnutí		< 150 ms	< 220 ms

(1) Mez je aktivní pouze pro střídače a rotující generátory připojené k distribuční síti s AC/AC převodníky. U rotačních generátorů připojených přímo je  $U_{<.S2}$ : provozní čas 70 ms, prahová hodnota 70 %,  $U_{<.S1}$ : vyřazena.

(2) U hodnot napětí nižších než 0,2 Vn,  $f_{>.S1}$ ,  $f_{>.S2}$  &  $f_{<.S1}$ ,  $f_{<.S2}$  musí být ochrany neaktivní.

(3) Funkce se používá jak pro vypínání, tak pro funkci uvolnění napětím.

(4) Regulace v procentech zbytkového napětí Vrn v případě jednofázové zemní poruchy s 0  $\Omega$  poruchového odporu odvozeného přímo z otevřeného trojúhelníkového vinutí nebo IPR vypočtená vnitřně z fázových napětí, odvozených z měničů napětí s nezelezným jádrem.

(5) Regulace v procentech jmenovitého fázového zemního napětí nebo sdružených napětí, v závislosti na způsobu měření napětí.

### E.3 Příklad strategie 2

Následující příklad je použitelný pro venkovní napáječ VN s nadzemním vedením a topologií rozpojeného kruhu. Stupeň automatizace sítě je nízký, využívá pouze vypínače s automatickým opětovným zapnutím v rozvodnách.

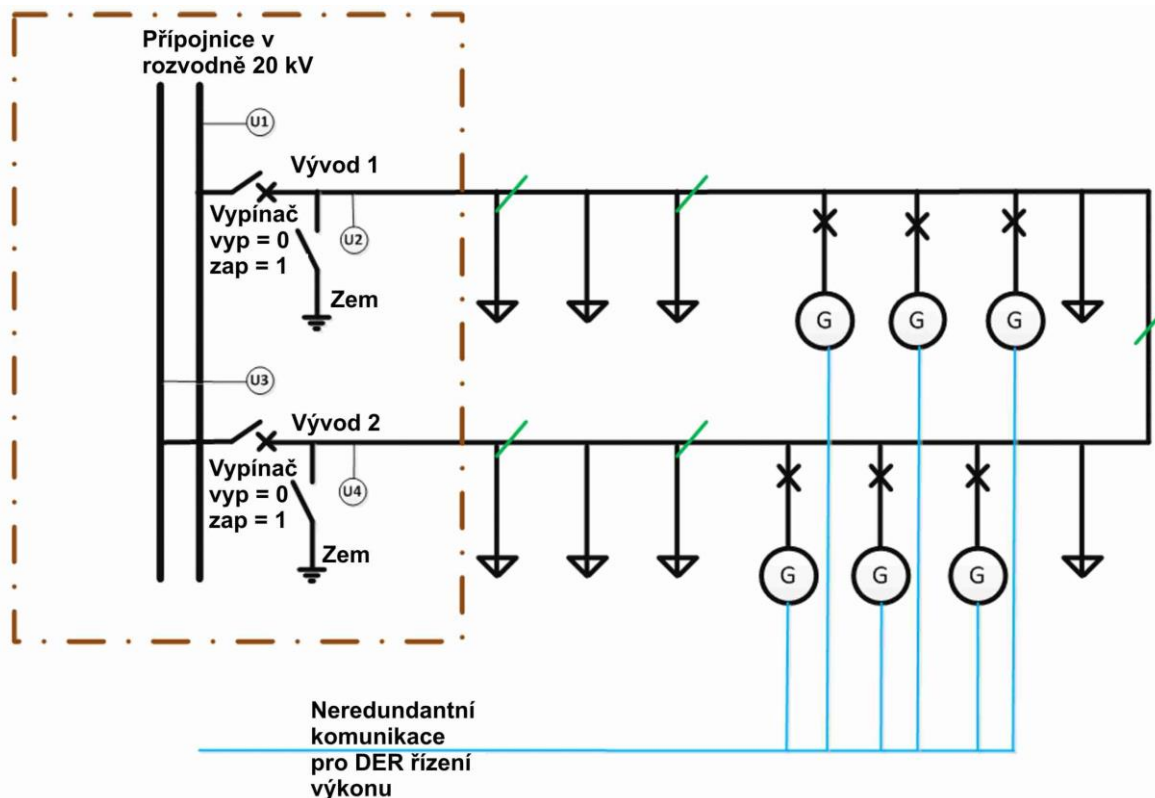
1) Zjištění: Dříve než je možno provést opatření k vyřešení neúmyslného ostrovního provozu, musí dojít k jeho zjištění.

a. Rozpoznání síťových ostrovů

Aby se předešlo zejména asynchronnímu opětovnému připojení (viz kapitola C.1.3) musí být změřena napětí na obou stranách spínače (například vypínače v rozvodně). Jestliže je spínač rozpojen a na obou stranách jsou přítomna napětí, musí být automatické opětovné sepnutí po krátkém časovém přerušení zablokováno. Navíc musí být do řídicího centra posláno „varování před sepnutím spínače“. Opětovné sepnutí může proběhnout pouze po potvrzení tohoto varování. Pokud se provádí sesmyčkování, je nutné provést například ruční sepnutí.

Tento systematický přístup lze implementovat pomocí logického propojení obvykle dostupných měření na přípojnicích 20 kV, polohy spínače (Zap/Vyp) a napětí zaznamenaného na vývodech, například čidlech kapacitního napětí zařízení ochran.

Požadavky na záznam napětí na vývodech jsou minimální. Neočekává se žádná konkrétní fázová nebo měřicí přesnost. Logická hodnota „Napájení ZAP“ nebo „Napájení VYP“ je dostačující. Tudiž by prahové hodnoty měly být zvoleny tak, aby se předešlo kladným a záporným chybám měření a jsou nastaveny na mez vypnutí ochrany nízkého a vysokého napětí. V Německu jsou hodnoty  $U < 80 \% U_n$  v souladu s VDE-AR-N 4105 a směrnici pro vysoké napětí  $U \ll 45 \% U_n$ . U následujícího příkladu byla pro stanovení, zda je nebo není přítomno napětí, zvolena prahová hodnota  $40 \% U_n$ .



Obrázek E.2

**Tabulka E.2 – Množina binárních stavů vypínače a měření napětí na obou stranách vypínače, jejichž výsledkem je ostrovní provoz**

	Vypínač ZAP (sepnut)		Vypínač VYP (rozpojen)	
	$U_2 \leq 40 \%$	$U_2 > 40 \%$	$U_2 \leq 40 \%$	$U_2 > 40 \%$
$U_1 \leq 40 \%$	ok	Chyba měření	ok	varování před ostrovním provozem / pouze ruční opětovné připojení
$U_1 > 40 \%$	Chyba měření	ok	ok	varování před ostrovním provozem / pouze ruční opětovné připojení

2) Existují tři základní možnosti ukončení ostrovního provozu:

- a. Rovnováha činného a jalového výkonu je pro podmínky ostrovního provozu nezbytná. Ta se mění podle chování uživatele a dostupnosti primárních zdrojů energie. V zásadě je možné počkat, dokud tato vyváženost nepřestane existovat (utišení větru, západ slunce, atd.) a ostrov se sám rozpadne. Nicméně provozovatel napájecí soustavy nese riziko, že ostrovní síť je dočasně nechráněná. Nelze tedy zajistit soulad s EN 50160, pokud jde o harmonické, flikr a zpětnou složku.
- b. Pokud má ostrovní provoz rychle skončit, potom může být rovnováha činného výkonu zrušena zásahem provozovatele napájecí soustavy. V Německu lze v souladu se zákonem o obnovitelných zdrojích energie (EEG § 11) o omezení dodávky činného výkonu, využít snížení dodávky činného výkonu, které způsobí rozpad ostrovu. Alternativně je možné v rámci ostrovní sítě mechanicky rozpojit spínače a rozdělit tak ostrovní síť na menší části. V důsledku toho je těžší udržet rovnováhu výkonu.
- c. V případě, že nelze použít výše uvedené prostředky, například pokud bezpečnostní důvody vyžadují rychlou reakci, je možné v ostrovní síti vyvolat trojfázovou zemní poruchu. Nejjednodušší je sepnout zemní spínač na vývodu. Tento spínač není dimenzován na zkratové proudy; nicméně zkratový výkon v ostrovní síti by neměl být výrazně vyšší než kumulativní napájecí výkon. Většina rozptýlených výrobních jednotek připojených k sítím VN a VVN používá k napájení střídače, které obvykle nepřispívají ke zkratovému proudu významně více než  $I_N$ . Stále existuje určité riziko, že zemní spínač bude zničen, nicméně prvořadá je v tomto případě ochrana zdraví člověka, která má přednost před ochranou majetku.

## **Příloha F (normativní)**

### **Zkratky**

AFE - řízený usměrňovač typu AFE (Active Front End),

CHP – kombinovaná výroba tepla a elektrické energie (combined heat and power)

DFIG – dvojitě napájený indukční generátor (doubly fed induction generator)

PDS – provozovatel distribuční soustavy (distribution system operator)

PPS – provozovatel přenosové soustavy (transmission system operator)

EHV – zvlášť vysoké napětí (extra high voltage)

EMC – elektromagnetická kompatibilita (electromagnetic compatibility)

VVN – velmi vysoké napětí (high voltage)

HVRT – překlenutí poruchy při krátkodobém přepětí (high voltage ride through)

IEV – mezinárodní elektrotechnický slovník (International Electrotechnical Vocabulary – IEC 60050)

NN – nízké napětí (low voltage)

LVRT – překlenutí poruchy při krátkodobém podpětí (low voltage ride through)

VN – vysoké napětí (medium voltage)

POC – místo připojení (point of connection)

FVE – fotovoltaická elektrárna (photovoltaic)

ROCOF – rychlost změny kmitočtu (rate of change of frequency)

THD – celkové harmonické zkreslení (total harmonic distortion)

## Bibliografie

- EN 50160, *Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané do veřejných sítí*
- EN 60255-151, *Měřicí relé a ochranná zařízení — Část 151: Funkční požadavky pro nadproudovou /podproudovou ochranu (IEC 60255-151)*
- EN 60870-5-101, *Systémy a zařízení pro dálkové ovládání — Část 5-101: Přenosové protokoly — Společná norma pro základní úkoly dálkového ovládání*
- EN 60870-5-104, *Systémy a zařízení pro dálkové ovládání — Část 5-104: Přenosové protokoly — Síťový přístup pro IEC 60870-5-101 používající normalizované transportní profily*
- IEC/TR 61000-3-6, *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) — Část 3-6: Meze — Stanovení emisních mezí pro připojení rušivých zařízení do napájecích soustav VN, VVN a ZVN*
- IEC/TR 61000-3-7, *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) — Část 3-7: Meze — Stanovení emisních mezí pro připojení kolísavých zařízení do napájecích soustav VN, VVN a ZVN*
- IEC/TR 61000-3-13, *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) — Část 3-13: Meze — Stanovení emisních mezí pro připojení nevyvážených zařízení do napájecích soustav VN, VVN a ZVN*
- IEC/TR 61000-3-15, *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) — Část 3-15: Meze — Stanovení požadavků na nízkofrekvenční elektromagnetickou odolnost a emise pro rozptýlené výrobní systémy v síti NN*
- EN 61000-6-1, *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) — Část 6-1: Kmenové normy – Odolnost – Pro středí obytné, obchodní a lehkého průmyslu (IEC 61000-6-1)*
- EN 61000-6-2, *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) — Část 6-2: Kmenové normy – Odolnost pro průmyslové prostředí (IEC 61000-6-2)*
- EN 61000-6-3, *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) — Část 6-3: Kmenové normy — Emise – Pro středí obytné, obchodní a lehkého průmyslu (IEC 61000-6-3)*
- EN 61000-6-4, *Elektromagnetická kompatibilita (EMC) — Část 6-4: Kmenové normy — Odolnost pro průmyslové prostředí (IEC 61000-6-4)*
- EN 61000-25, *Větrné turbíny*
- EN 61850, *Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech*
- EN 61850-7-4, *Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech — Část 7-4: Základní komunikační struktura — Kompatibilní třídy logických uzlů a třídy datových objektů (IEC 61850-7-4)*
- EN 61850-7-420, *Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech — Část 7-420: Základní komunikační struktura — Logické uzly pro decentralizované zdroje elektrické energie (IEC 61850-7-420)*
- EN 62109-1, *Bezpečnost výkonových měřičů pro použití ve výkonových fotovoltaických systémech — Část 1: Všeobecné požadavky (IEC 62109-1)*
- EN 62109-2, *Bezpečnost výkonových měřičů pro použití ve výkonových fotovoltaických systémech — Část 2: Zvláštní požadavky pro střídače (IEC 62109-2)*

IEC 61850-7-420, *Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech — Část 7-420: Základní komunikační struktura — Logické uzly pro decentralizované zdroje elektrické energie*

IEC/TR 61850-90-7, *Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech — Část 90-7: Modely objektů pro měniče energie v systémech s rozptýlenými zdroji energie (DER)*

IEC 62351, *Řízení elektrizačních soustav a přidružená výměna informací — Zabezpečení dat a komunikace*

Strana