

# **PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ LOKÁLNÍ DISTRIBUČNÍ**

**SOUSTAVY Lovochemie, a.s.**

**(společná část)**

**Příloha 4**

**Pravidla pro paralelní provoz výroben a akumulčních zařízení se  
sítí PLDS**

## Obsah

ÚVOD.....	3
1. OZNAČENÍ A POJMY .....	4
2. ROZSAH PLATNOSTI.....	7
3. VŠEOBECNÉ.....	8
4. PŘIHLAŠOVACÍ ŘÍZENÍ .....	9
5. PŘIPOJENÍ K SÍTI.....	12
6. ELEKTROMĚRY, MĚRICÍ A ŘÍDÍCÍ ZAŘÍZENÍ .....	13
7. SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ .....	14
8. OCHRANY .....	15
9. CHOVÁNÍ VÝROBEN V SÍTI .....	16
9.1 NORMÁLNÍ PROVOZNÍ PODMÍNKY.....	16
9.1.1 Provozní Frekvenční Rozsah Výroben V Síti Nn, Vn A 110 Kv.....	16
9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí .....	16
9.1.2.1 Výrobní elektrárny připojená do sítě nn .....	16
9.1.2.2 Výrobní elektrárny připojená do sítě vn a 110 kv.....	16
9.2 ZÁSADY PODPORY SÍTĚ .....	16
9.3 PŘÍZPŮSOBENÍ ČINNÉHO VÝKONU .....	16
9.4 ŘÍZENÍ JALOVÉHO VÝKONU V ZÁVISLOSTI NA PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH..	18
9.5 AUTOMATICKÉ OPĚTOVNÉ PŘIPOJENÍ VÝROBEN.....	20
10. PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ .....	22
10.1 ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ.....	22
10.2 NESYMETRIE NAPĚTÍ V SÍTÍCH NN .....	23
10.3 ZMĚNY NAPĚTÍ PŘI SPÍNÁNÍ.....	23
10.4 PŘIPOJOVÁNÍ SYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ .....	24
10.5 PŘIPOJOVÁNÍ ASYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ .....	24
10.6 PŘIPOJOVÁNÍ VÝROBEN SE STRÍDAČI, EV. MĚNIČI KMITOČTU.....	24
11. ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ .....	25
11.1 ZMĚNA NAPĚTÍ.....	25
FLIKR.....	25
11.2 PROUDY HARMONICKÝCH.....	25
11.2.1 VÝROBNY V SÍTI NN .....	26
11.2.2 VÝROBNY V SÍTI VN .....	26
11.3 OVLIVNĚNÍ ZAŘÍZENÍ HDO .....	27
12. UVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU A PROVOZOVÁNÍ.....	29
12.2 OVĚŘOVACÍ PROVOZ.....	30
12.3 TRVALÝ PROVOZ VÝROBNY ELEKTŘINY, UZAVŘENÍ PŘÍSLUŠNÝCH SMLUV ...	30
13. PŘÍKLADY PŘIPOJENÍ VÝROBEN ELEKTŘINY .....	32
14. DODATEK .....	39
15. LITERATURA.....	44
16. PŘÍKLADY VÝPOČTU .....	45
17. FORMULÁŘE (INFORMATIVNĚ) .....	47
17.1 DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (A).....	47
17.2 DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (C) .....	48

## ÚVOD

Následující pravidla shrnují hlavní hlediska, na která je zapotřebí brát zřetel při připojování výroby elektřiny do sítě nn nebo vn provozovatele lokální distribuční soustavy (PLDS). Slouží proto stejně pro PLDS i pro výrobce elektřiny jako podklad při projektování a pomůcka při rozhodování.

V jejich rámci je možné se zabývat pouze všeobecně běžnými koncepcemi zařízení, vycházejícími ze současných zvyklostí, dostupných zařízení i současně platných předpisů.

V části "Označení a pojmy" jsou krátce vysvětleny nejdůležitější pojmy.

K jednotlivým bodům pravidel jsou poskytnuty další informace pro vysvětlení jejich určitých požadavků, popř. záměrů. Pro omezení vlastního textu pravidel na to nejpodstatnější jsou tato vysvětlení shrnuta v dodatku po jednotlivých částech.

Dále se nachází v dodatku stručný seznam literatury, příklad výpočtu a formuláře "Základní údaje" a "Protokol o uvedení do provozu".

## 1. OZNAČENÍ A POJMY

$S_{kV}$	zkratový výkon ve společném napájecím bodu (pro přesný výpočet $S_{kV}$ viz [8])
$\psi_{kV}$	fázový úhel zkratové impedance
$U_n$	jmenovité napětí sítě
$P_{lt}$	dlouhodobá míra vjemu flikru, činitel dlouhodobého rušení flikrem [8], [10]; míra vjemu flikru $P_{lt}$ v časovém intervalu dlouhém ( $t_l = \text{long time}$ ) 2 h <i>Pozn.: <math>P_{lt}=0.46</math> je stanovená mez rušení pro jednu výrobní. Hodnota <math>P_{lt}</math> může být měřena a vyhodnocena flikermetrem.</i>
$\Delta U$	změna napětí Rozdíl mezi efektivní hodnotou na začátku napěťové změny a následujícími efektivními hodnotami. <i>Pozn.: Pro relativní změnu <math>\Delta u</math> se vztahuje změna napětí sdruženého napětí <math>\Delta U</math> k napájecímu napětí sítě <math>U_n</math>. Pokud má změna napětí <math>\Delta U</math> význam úbytku fázového napětí, pak pro relativní změnu napětí platí <math>\Delta u = \Delta U / U_n / \sqrt{3}</math>.</i>
$c$	činitel flikru zařízení Bezrozměrná veličina, specifická pro dané zařízení, která spolu s dvěma charakteristickými veličinami, tj. výkonem zařízení a zkratovým výkonem ve společném napájecím bodu, určuje velikost flikru vyvolaného zařízením ve společném napájecím bodu. <sup>1</sup>
$S_A$	jmenovitý zdánlivý výkon výrobní
$S_{Amax}$	maximální zdánlivý výkon výrobní
$S_{nE}$	jmenovitý zdánlivý výkon výrobního modulu
$S_{nG}$	jmenovitý zdánlivý výkon generátoru
$\varphi_i$	fázový úhel proudu výrobního modulu
$\cos \varphi$	cosinus fázového úhlu mezi základní harmonickou napětí a proudu
$\lambda$	účinnost – podíl činného výkonu $P$ a zdánlivého výkonu $S$
$k$	poměr mezi rozběhovým, popř. zapínacím proudem a jmenovitým proudem generátoru
$I_a$	rozběhový proud
$I_r$	proud, na který je výrobní dimenzována (obvykle jmenovitý proud $I_n$ )
$k_{kl}$	zkratový poměr, poměr mezi $S_{kV}$ a maximálním zdánlivým výkonem výrobní $S_{rAmax}$ $S_{vlsP}$ zdánlivý výkon vlastní spotřeby
$\cos \varphi_{vlsP}$	cosinus fázového úhlu mezi základní harmonickou napětí a proudu vlastní spotřeby

### Flikr

Subjektivní vjem změny světelného toku.

### Harmonické

Sinusové kmity, jejichž kmitočet je celistvým násobkem základní frekvence (50 Hz).

### Meziharmonické

Sinusové kmity, jejichž kmitočet není celistvým násobkem základní frekvence (50 Hz).

*Poznámka: Meziharmonické se mohou vyskytovat i ve frekvenčním rozsahu mezi 0 a 50 Hz.*

### Mikrozdroj

Jednofázový nebo třífázový zdroj (výrobní) včetně jejich souvisejících zařízení pro výrobu elektřiny, určená pro paralelní provoz s DS nn; s jmenovitým střídavým fázovým proudem do 16 A na fázi včetně a celkovým maximálním instalovaným výkonem do 10 kW včetně.

### OZ

<sup>1</sup> Norma [8] rozlišuje mezi činitelem flikru pro ustálený provoz (u větrných elektráren), který závisí na vnitřním úhlu zkratové impedance sítě a činitelem flikru pro spínání připojování a odpojování. Protože dosud nejsou tyto činitele od všech typů k dispozici, nejsou v této verzi Přílohy 4 PPDS odvozené požadavky v části 10 a 11 uplatněny.

Zapnutí obvodu vypínače spojeného s částí sítě, v níž je porucha, automatickým zařízením po časovém intervalu, umožňujícím, aby z této části sítě vymizela přechodná porucha.

## **PLDS**

Fyzická či právnická osoba, která je držitelem licence na distribuci elektřiny; na částech vymezeného území provozovatele regionální DS mohou působit provozovatelé LDS s vlastním vymezeným územím a napěťovou úrovní.

## **Předávací místo**

Místo styku mezi LDS a zařízením uživatele LDS, kde elektřina do LDS vstupuje nebo z ní vystupuje

## **Místo připojení**

Rozhraní, v němž je zařízení připojeno k LDS, a to přímo, prostřednictvím domovní instalace nebo prostřednictvím přípojky a domovní instalace a jež je uvedeno v platné smlouvě o připojení

## **Střídače řízené vlastní frekvencí**

Samostatné střídače nepotřebují pro komutaci žádné cizí napětí, pro paralelní provoz se sítí ale potřebují odvodit řízení zapalovacích impulsů od frekvence sítě. Jsou schopné ostrovního provozu, pokud mají vnitřní referenční frekvenci a přidavnou regulaci pro trvalý ostrovní provoz, na který se při výpadku sítě přechází buď automaticky, nebo ručním přepnutím.

## **Střídače řízené sítí**

Střídače řízené sítí potřebují ke komutaci cizí napětí, které nepatří ke zdroji střídače. Tyto střídače nejsou ve smyslu této směrnice schopné ostrovního provozu.

**Lokální distribuční soustava (LDS)** je distribuční soustava, která není přímo připojena k přenosové soustavě

**Uzavřená distribuční soustava (UDS)** distribuuje elektřinu v rámci geograficky vymezené průmyslové či obchodní zóny nebo zóny sdílených služeb, nezajišťuje dodávky pro zákazníky v domácnostech, aniž je dotčeno nahodilé používání malým počtem domácností, které se nacházejí v oblasti obsluhované touto soustavou a které jsou zaměstnáním nebo podobným způsobem spojeny s majitelem soustavy [5, Čl. 2 5)].

*Pozn.: Požadavky a podmínky pro připojování LDS a UDS s výrobkami jsou shodné*

## **Výrobní elektřiny/výrobní**

Energetické zařízení pro přeměnu různých forem energie na elektřinu, zahrnující všechna nezbytná zařízení.

Toto energetické zařízení převádí primární energii na energii elektrickou a sestává z jednoho nebo více výrobních modulů připojených k soustavě v jednom nebo více místech připojen<sup>2</sup>

**Výrobní elektřiny s akumulacním zařízením** je výrobní elektřiny, která sestává z elektrického akumulacního zařízení a výrobních modulů, např. fotovoltaických, kogeneračních, větrných, dieslových

## **Fotovoltaická výrobní elektřiny s akumulacním zařízením**

Kombinace FVE a elektrického akumulacního zařízení. Připojení k síti LDS je možné jedním společným střídačem nebo odděleně pro část FVE a část elektrického akumulacního zařízení.

## **Instalovaný výkon výrobní elektřiny**

Součet jmenovitých výkonů všech generátorů (výrobních modulů); v případě výroben využívajících solární panely součet jmenovitých hodnot všech instalovaných solárních panelů.

## **Instalovaný výkon akumulacního zařízení**

U akumulacního zařízení je jeho instalovaný výkon výkon střídače

**U fotovoltaických výroben elektřiny s akumulacním zařízením** se společným střídačem se pro účely pravidel provozování distribučních soustav považuje za instalovaný výkon vyšší z hodnot výkonu střídače akumulacního zařízení, nebo součet jmenovitých hodnot všech instalovaných solárních panelů.

## **Elektrické akumulacní zařízení (akumulacní zařízení)**

je zařízení, schopné absorbovat elektrickou energii, po určitou dobu ji v různých formách uskladnit a poté elektrickou energii uvolnit.

## **Senzor směru toku energie**

Technické zařízení pro určení směru toku energie s komunikační vazbou.

## **Výrobní modul**

Výrobní modul je buď synchronní výrobní modul nebo nesynchronní výrobní modul.

---

<sup>2</sup> Nařízení EU 2016/631 [4] Čl. 2 6. a Energetický zákon [1] §2 (2) 18

**Synchronní výrobní modul** je nedělitelný soubor zařízení, který je schopen vyrábět elektrickou energii tak, že frekvence vyrobeného napětí, rychlost generátoru a frekvence napětí v síti jsou ve stálém poměru, a tedy v synchronismu.

**Nesynchronní výrobní modul** je blok nebo soubor bloků vyrábějící elektřinu, který je nesynchronně připojen k soustavě nebo je připojen prostřednictvím výkonové elektroniky, a který je k přenosové soustavě, k distribuční soustavě včetně uzavřené distribuční soustavy nebo k vysokonapěťové stejnosměrné soustavě připojen v jediném místě připojení;

#### **Kompenzační zařízení**

zařízení pro kompenzaci účinniku nebo řízení jalové energie

#### **Ostrovni provoz části LDS, která je odpojena od zbytku ES**

Vznikne buď řízeným vydělením, nebo rozpadem při poruše v PS (DS), návrat řídí příslušný dispečink. Patří sem mimo jiné – kritická infrastruktura, mikrosítě, black start, náhradní napájení po poruchách a při plánovaných pracích.

#### **Ostrovni provoz odběrného místa v LDS s výrobou**

Vznikne buď řízeným vydělením, nebo rozpadem, znovu připojení probíhá podle 9.5 Přílohy 4 PPLDS, případně přímo řídí příslušný dispečink.

#### **Oddělený ostrovni provoz – Off Grid systém**

Elektrická instalace s výrobními moduly (mikrosítě) provozovaná trvale odděleně od LDS, bez možnosti připojení k LDS, přičemž nesmí dojít k přenosu potenciálu a/nebo energie z/do LDS za normálního provozu ani při poruchových stavech.

## 2. ROZSAH PLATNOSTI

Tato pravidla platí pro plánování, zřizování, provoz a úpravy výroben elektřiny, připojených k síti nn nebo vn **PLDS**.

Takovýmito výrobny jsou např.:

- vodní elektrárny
- větrné elektrárny
- generátory poháněné tepelnými stroji, např. blokové teplárny, kogenerační jednotky, spalování bioplynu a biomasy
- fotočlánková zařízení
- geotermální elektrárny

Platnost těchto pravidel se rovněž vztahuje na:

- výrobní a) až e) s akumulací elektrické energie
- samostatně připojené elektrické akumulární zařízení
- odběrná elektrická zařízení s akumulací elektrické energie
- uzavřené distribuční soustavy s výrobny elektřiny bez akumulárního zařízení a s akumulárním zařízením.
- lokální distribuční soustavy s výrobny elektřiny bez akumulárního zařízení a s akumulárním zařízením.

U výroben a odběrných elektrických zařízení s akumulací elektrické energie, popřípadě samostatně připojených elektrických akumulárních zařízení se při dodávce do **LDS** posuzují zpětné vlivy podle části 10 a 11, při odběru z **LDS** podle Přílohy 6 **PPLDS** a podle PNE 33 3430-0 [8].

Pokud není uvedeno jinak, vztahují se tato ustanovení **PPLDS** platná pro výrobní elektřiny/výrobní také na elektrická akumulární zařízení v režimu dodávky elektřiny.

Minimální výkon, od kterého je nutné připojení k síti vn, a maximální výkon, do kterého je možné připojení do sítě nn, závisí na druhu a způsobu provozu vlastní výrobní, stejně jako na síťových poměrech **LDS**.

Zajištění bezpečného a spolehlivého provozu jak za normálního provozu, tak i při přechodových jevech v **ES ČR**, vyžaduje sjednocení technických parametrů i požadavků na chování výroben. K tomu slouží NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631 [4], které podle jmenovitých činných výkonů P<sub>ne</sub> výrobních modulů definuje následující kategorie výrobních modulů třídy A až D s tím, že příslušný PPS může stanovit odlišné mezní výkony, které však nesmějí být vyšší, než uvádí [4].

Výkonové pásmo P<sub>ne</sub> výrobních modulů kategorie A a B se podle požadavků vyplývajících z české legislativy, především [1] a [19], dále člení podle následující tabulky.

Kategorie výrobního modulu	Limit	Podkat.	Hranice PDS	Nejvýznamnější požadavky
A	800 W	A1	$\geq 800 \text{ W};$ $\leq 11 \text{ kW}$	podle čl. 13 pro výrobní moduly A
		A2	$> 11 \text{ kW};$ $< 100 \text{ kW}$	podle čl. 13 pro výrobní moduly A a čl. 14.2, 14.3, 14.4, 14.5 pro výrobní moduly B a čl. 20 pro nesynchronní výrobní moduly kategorie B
B	1 MW	B1	$\geq 100 \text{ kW};$ $< 1 \text{ MW}$	podle čl. 14 pro výrobní moduly B, čl. 17 pro synchronní výrobní moduly B a čl. 20 pro nesynchronní výrobní moduly kategorie B
		B2	$\geq 1 \text{ MW};$ $< 30 \text{ MW}$	podle čl. 14 pro výrobní moduly B, čl. 17 pro synchronní výrobní moduly B a čl. 15.2, 15.3, 15.4, 15.5a, 15.5b, 15.5c, 15.6a, 15.6b, 15.6c pro výrobní moduly C, podle čl. 18 pro synchronní výrobní moduly C a podle čl. 21 pro nesynchronní výrobní moduly kategorie C
C	50 MW	C	$\geq 30 \text{ MW}$ $< 75 \text{ MW}$	podle čl. 15, čl. 18 a čl. 21
D	75 MW	D	$\geq 75 \text{ MW}$	podle čl. 16, čl. 19 a čl. 22

### 3. VŠEOBECNÉ

Při zřizování vlastní výroby je zapotřebí dbát na platná nařízení a předpisy, na to, aby byla vhodná pro paralelní provoz se sítí **PLDS** a aby bylo vyloučeno rušivé zpětné působení na síť nebo zařízení dalších odběratelů.

Při zřizování a provozu elektrických zařízení je zapotřebí dodržovat:

- současně platné zákonné a úřední předpisy, především [1], [2] a [3]
- platné normy **ČSN, PNE**, případně **PN PLDS**
- předpisy pro ochranu pracovníků a bezpečnost práce
- nařízení a směrnice **PLDS**.

Projektování, výstavbu a připojení vlastní výroby a elektrického akumulčního zařízení k síti **PLDS** je zapotřebí zadat odborné firmě.

Připojení k síti je třeba projednat a odsouhlasit s **PLDS**.

**PLDS** může ve smyslu zákona [1] požadovat změny a doplnění na zřizovaném nebo provozovaném zařízení, pokud je to nutné z důvodů bezpečného a bezporuchového napájení, popř. též z hlediska zpětného ovlivnění distribuční soustavy. Konzultace s **PLDS** by proto měly být prováděny již ve stadiu přípravy, nejpozději při projektování vlastní výroby.

Provozovatelé výrobních modulů podkategorie A2, B1, B2 a dále kategorie výrobních modulů C a D dle čl. 2 a elektrických akumulčních zařízení o výkonu nad 11 kW, kteří hodlají modernizovat technologii nebo vyměnit zařízení, která ovlivňují technické vlastnosti výrobních modulů připojených k distribuční soustavě, mohou vždy s ohledem na možné zpětné vlivy na distribuční soustavu předem konzultovat své záměry s příslušným provozovatelem soustavy, aby mohli zpracovat aktuální síťové poměry v předpokládaném místě připojení do svého technického řešení předkládaného k nové žádosti nebo změně připojení.

Jedná se zejména o následující případy:

- zvýšení celkového instalovaného výkonu výroby elektřiny
- změna druhu výroby
- změna způsobu provozu a parametrů výroby elektřiny a elektrického akumulčního zařízení, která mohou nepříznivě ovlivnit úroveň zpětných vlivů na **LDS** (např. kvalita elektřiny)
- změna místa a způsobu připojení výroby k **LDS** v souladu s [2]



## 4. PŘIHLAŠOVACÍ ŘÍZENÍ

Pro zahájení řízení o souhlas s připojením výroben do sítě je zapotřebí předat **PDS** včas žádost o připojení dle [2] a dále:

- situační plán, na kterém jsou vyznačeny hranice pozemku a místo výstavby včetně širších vztahů
- přehledové schéma celého elektrického zařízení se jmenovitými hodnotami použitých zařízení (jednopólové schéma postací) vč. údajů o vlastních přípojných vedeních a rozvodném zařízení výrobce elektřiny
- údaje o zkratové odolnosti předávací stanice
- elektrická data napájecího/ch transformátoru/ů, tzn. výkon, převod, napětí nakrátko, spojení vinutí, ztráty naprázdno a nakrátko atd.
- popis ochran s přesnými údaji o druhu, výrobci, zapojení a funkci
- příspěvek vlastní výroby k počátečnímu zkratovému proudu v místě připojení k síti
- popis druhu a způsobu provozu pohonu, generátoru a případně střídače stejně jako způsob připojení k síti včetně technických dat a zkušebních protokolů
- u střídačů, měničů frekvence a synchronních generátorů s buzením napájeném usměrňovači: zkušební protokoly k očekávaným proudům harmonických a meziharmonických, impedance pro frekvence **HDO** (183 až 283 Hz)
- u větrných elektráren: osvědčení a protokol k očekávaným zpětným vlivům podle [7] (jmenovitý výkon, činitel flikru, kolísání činného a jalového výkonu, vnitřní úhel výroby, meze pro řízení účinníku
- kapacitní/induktivní, emitované harmonické a meziharmonické proudy a náhradní schéma pro určení příspěvku do zkratu a vlivu na úroveň signálu **HDO**, vybavení ochranami a jejich vypínací časy).

U zjednodušeného připojení (mikrozdroje) se postupuje podle [2] §16. Impedanci smyčky je možné zjišťovat i v měřené části odběrného místa. Pokud je třeba měřit v neměřené části instalace, postupuje se podle §28 odst. 3 [1].

Především je zapotřebí přiložit dotazník s technickými údaji o zařízení, jehož vzor je přiložen v bodě 17.1 této přílohy.

### 4.1 TECHNICKÉ KONZULTACE

Na základě obecného požadavku poskytně **PLDS** žadateli informace o možnostech a podmínkách připojení výroby k **LDS** a o podkladech, které musí žádost o připojení výroby k **LDS** obsahovat (viz. 4.2.). Poskytnuté informace o možnosti připojení výroby jsou pouze orientační, nejsou závazné a písemné vyjádření není možné použít pro účely územního a stavebního řízení.

### 4.2 ŽÁDOST O PŘIPOJENÍ

Základní náležitosti žádosti výrobce o připojení zařízení k **LDS** jsou uvedeny v Přílohách vyhlášky [2] a v **PPLDS** č. 3.8.3. Především je zapotřebí přiložit vyplněný formulář **PLDS**, jehož vzor je přiložen v části 17.

Součástí podkladů dále jsou:

- souhlas vlastníků nemovitostí dotčených výstavbou výroby
- požadovaná hodnota rezervovaného výkonu a rezervovaného příkonu při všech uvažovaných provozních stavech
- stávající hodnota rezervovaného příkonu a výkonu
- v případě, že žádost neobsahuje všechny uvedené náležitosti, nebude ze strany **PLDS** posuzována a žadatel bude neprodleně vyzván k doplnění žádosti.

Za termín přijetí žádosti se považuje datum doručení úplné žádosti o připojení včetně uvedených náležitostí žádosti o připojení výroby.

### 4.3 POSOUZENÍ ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ VÝROBNY

**PLDS** po obdržení žádosti rozhodne ve lhůtě dle [2] dle charakteru výroby a navrhovaného místa připojení:

a) Zda je připojení možné s ohledem na

- 1) rezervovaný výkon  $P_{rez}$  předávacího místa mezi **DS/LDS** a hodnotu limitu připojitelného výkonu odběrného místa **PLDS** stanovených provozovatelem **DS** ve smlouvě o připojení mezi **PDS** a příslušným **PLDS**. Pro stanovení bilanční hodnoty připojitelného rezervovaného výkonu výroben FVE a VTE se vychází ze soudobosti 0,8, není-li ve smlouvě o připojení mezi **PDS** a **PLDS** stanoveno jinak.
- 2) volnou distribuční kapacitu na úrovni transformace 110 kV/vn

Základem pro stanovení mezního (tzn. maximálního) připojitelného výkonu v dané oblasti je vzorec

$$P_{mez} = \left( \sum P_{i(N-1)} \cdot k_{tr} + P_{BILANCE} \right) \cdot k_E$$

kde jednotlivé části mají následující význam:

$\sum P_{i(N-1)}$  je součet instalovaných výkonů transformátorů 110 kV/vn v řešené oblasti s vyloučením stroje o největším výkonu (kritérium N-1). V případě transformoven s jedním transformátorem uvažovat 50%  $P_1$  transformátoru, není-li stanoveno

**PLDS** jinak (např. základě výpočtu chodu sítě)

$k_{TR}$	redukční koeficient zohledňující optimální zatížení transformátoru <sup>3</sup> .
$P_{BILANCE}$	výkonová bilance oblasti <sup>4</sup>
$k_E$	redukční koeficient zohledňující drobnou rozptýlenou výrobu <sup>5</sup> . Umožňuje vytvoření výkonové rezervy pro výrobní, jejichž připojení do oblasti bude povolováno i v době, kdy oblast bude bez volné přenosové kapacity

Volná přenosová kapacita v transformační vazbě DS/LDS se pak určí ze vztahu

$$P_{VOLNÁ\ KAPACITA} = P_{MEZ} - P_{AKTIVNÍ}$$

kde  $P_{AKTIVNÍ}$  je součet instalovaných výkonů výroben a elektrických akumulacích zařízení podle čl. 2, které již byly v dané oblasti **PLDS** odsouhlaseny, ale dosud nebyly uvedeny do provozu, nebo byly uvedeny do provozu po termínu letního měření využitého pro výpočet  $P_{BILANCE}$ .

- zda je nutné, aby žadatel nechal možnost připojení výrobní k **LDS** ověřit studií připojitelnosti.
- další posouzení žádosti o připojení musí zohlednit požadavky dané touto přílohou

#### 4.3.1 PLDS vyžaduje studii připojitelnosti

Požadavky na studii připojitelnosti jsou uvedeny v [2].

#### 4.3.2 Návrh smlouvy

V případě, že není předložena studie připojitelnosti výrobní vyžádáno, nebo již byla žadatelem studie se souhlasnými výsledky dle bodu č. 4. 3. 1. předložena a ze strany **PLDS** odsouhlasena, je žadateli vystaven návrh smlouvy o připojení nebo návrh smlouvy o budoucí smlouvě. V návrhu smlouvy je stanoven termín na připojení výrobní a další podmínky dle vyhlášky [2]. Přílohou smlouvy jsou stanovené technické podmínky pro připojení výrobní k **LDS**.

U výroben připojovaných do sítí nn s instalovaným výkonem do 30 kW se zpracování studie zpravidla nevyžaduje, v těchto případech provádí posouzení pouze **PLDS** a to dle podmínek této přílohy.

## 4.4 STUDIE PŘIPOJITELNOSTI VÝROBNY

Studie připojitelnosti výrobní (dále jen studie) musí obsahovat technické posouzení možného připojení výrobní s ohledem na:

- napěťové poměry ve všech posuzovaných uzlech sítě
- zatížitelnost jednotlivých prvků sítě
- dodržení parametrů zpětných vlivů na **LDS** dle kritérií v části 10 a 11, tj. – zejména změny napětí vyvolané trvalým provozem výrobní elektřiny, změny napětí při spínání, útlumu signálu HDO, flikru, harmonických a dalších kritérií daných **PPLDS** (dle charakteru výrobní). U výroben elektřiny podle čl. 2 1. až 4. se pro režim odběru z **LDS** postupuje při posuzování zpětných vlivů analogicky podle Přílohy 6 **PPLDS** a podle PNE 33 3430 – 0 [8], přičemž se uvažují možná soudobá výroba, možný soudobý odběr a jejich charakter.
- dodržení požadavků dynamické podpory sítě podle části 9.2.2.

Náklady na zpracování studie hradí jejímu zpracovateli žadatel

**PLDS** poskytuje nutnou součinnost podle [2], tj. především poskytne podklady pro tvorbu studie připojitelnosti v rozsahu potřebném pro její zpracování.

Podklady zpravidla obsahují:

- zkratový výkon  $v_{vn}$  nebo  $v_n$  v napájecí rozvodně nebo místě od kterého bude vliv počítán
- stávající a výhledové hodnoty zatížení v soustavě
- související výrobní elektřiny připojené k **LDS** v předmětné části **LDS**
- platné požadavky na připojení výroben elektřiny k **LDS** v předmětné části **LDS**
- parametry transformátoru  $v_{vn}/v_n$ , resp.  $v_n/nn$ ,
- stávající a výhledový stav HDO
- parametry vedení k místu připojení – délka, typ, průřez,

<sup>3</sup> Pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se  $k_{TR}=0,9$

<sup>4</sup> Je to hodnota naměřená během letního měření obvykle 5. 7. v 13:00 hodin (tato hodnota v sobě obsahuje odběr v oblasti snížený o velikost výroby na všech výrobních připojených v oblasti – klasických i OZE, u výroben s elektrickým akumulacím zařízením, snížený/zvýšený podle charakteru provozu v době letního měření). **PDS** je oprávněn uvedenou naměřenou hodnotu korigovat o hodnoty výkonů výroben, které v době měření byly mimo provoz.

<sup>5</sup> Pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se  $k_E = 0,9$ . Koeficient  $k_E = 0,9$  vytváří rezervu na výrobní s rezervovaným výkonem  $P_{rez} = 0$ .

- h) možné provozní stavy (základní zapojení + zapojení při náhradních dodávkách)
- i) zjednodušený mapový podklad
- j) data poskytnutá žadatelem viz čl. 17

Posuzování připojitelnosti ve zpracovávané studii je nutné provádět postupy uvedenými v části 10 a 11 ev. v [8] a Příloze 6 **PPLDS** s ohledem na dosažení co nejnižšího zpětného ovlivnění **LDS** provozem výrobní elektřiny a využívat při tom všech provozních možností připojovaného zařízení (např. určení provozního účinníku s ohledem na co nejnižší změnu napětí vyvolanou provozem výrobní).

V případě pochybností o správnosti a úplnosti předložené studie může **PLDS** požadovat její doplnění, rozšíření a případně ji zamítnout jako neodpovídající (viz [2]).

Provozovatel **LDS** má právo si vyžádat kopie dokladů, z kterých zpracovatel studie čerpal při výpočtu: jedná se především o zkušební protokoly, atesty zkušeben, použité výpočetní metody apod. V případě, že zpracovatel studie není schopen doložit dokumenty, z kterých čerpal technické údaje a postupy při výpočtech, má **PLDS** právo považovat studii za nevhodnou a nemusí ji akceptovat.

### **Rozsah studie**

U výroben, připojovaných do sítí nn a vn je rozsah dán zpravidla stanicí s napájecím transformátorem sítě, vedením s posuzovanou výrobnou a jeho doporučeným přípojným bodem a dalšími vedeními s provozovanými či plánovanými výrobnami i zátěžemi těchto vedení. Posuzovány jsou provozní stavy definované **PLDS**. Dále se ve studii posuzují případné přetoky do vyšších napěťových hladin a jejich vliv na činnost regulace napětí transformátorů.

Výpočty chodu sítě jsou dle požadavku provozovatele **LDS** prováděny pro letní minimální zatížení, zimní maximální zatížení, příp. takové zatížení, při němž bude dosahováno maxima výroby v dané síti. Protože v současné době nejsou k dispozici pro prokázání chování výroben v přechodových stavech podle části 11 potřebné vstupní údaje, bude zpracovatel studie dokládat pouze schopnost (vybavenost) těchto výroben pro tyto stavy podle zkušebních protokolů výrobce.

## 5. PŘIPOJENÍ K SÍTI

Vlastní výrobní, popř. zařízení odběratelů s vlastními výrobními, které mají být provozovány paralelně se sítí **PLDS**, je zapotřebí připojit k síti ve vhodném bodě.

Způsob a místo připojení na síť, stejně jako napěťovou hladinu, konečnou výši rezervovaného výkonu stanoví **PLDS** s přihlédnutím k daným síťovým poměrům, požadovanému výkonu a způsobu provozu výrobní, stejně jako k oprávněným zájmům výrobce. Tím má být zajištěno, že výrobní elektřiny bude provozována bez rušivých účinků, neohrozí napájení dalších odběratelů nebo dodávky ostatních výrobců.

Posouzení možností připojení z hlediska zpětných vlivů na síť vychází z impedance sítě (zkratového výkonu) v místě připojení (ve společném napájecím bodě), připojovaného výkonu, stejně jako druhu a způsobu provozu výrobní elektřiny a údajů o souvisejících výrobních, včetně jejich vlivu na napětí v **LDS**, s využitím skutečně naměřených hodnot v související oblasti **LDS**.

Připojení k síti **PLDS** se děje ve spínacím místě s oddělovací funkcí, přístupným kdykoliv personálu **PLDS**.

## 6. ELEKTROMĚRY, MĚŘICÍ A ŘÍDICÍ ZAŘÍZENÍ

Druh a počet potřebných měřicích zařízení (elektroměrů **PLDS**) a řídicích přístrojů (přepínačů tarifů) se řídí podle smluvních podmínek pro odběr a dodávku elektřiny příslušného **PLDS**. Proto je nutné projednat jejich umístění s **PLDS** již ve stadiu projektu.

Fakturační elektroměry v majetku **PLDS** a jim přiřazené řídicí přístroje jsou uspořádány na vhodných trvale přístupných místech odsouhlasených **PLDS**. Dodávku a montáž měřicích zařízení zajišťuje **PLDS**. Přístrojové měřicí transformátory napětí či proudu jsou součástí zařízení výroby. Přístrojové měřicí transformátory musí být schváleného typu a úředně ověřeny.

Měřicí zařízení zajišťuje **PLDS**, náklady na jeho instalaci výrobce elektřiny (podrobnosti jsou v **Příloze 5 PPLDS: Fakturační měření**).

V případě oprávněných zájmů **PLDS** musí výrobce vytvořit podmínky pro to, aby přes definované rozhraní mohly být na příslušný dispečink **PLDS** přenášeny další údaje důležité pro bezpečný a hospodárny provoz, např. hodnoty výkonu a stavy vybraných spínačů.

## 7. SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Pro spojení vlastní výroby se sítí **LDS** musí být použito spínací zařízení (vazební spínač) minimálně se schopností vypínání zátěže (např. vypínač, odpínač s pojistkami, úsekový odpínač), kterému je předřazena zkratová ochrana podle části 8. Tento vazební spínač může být jak na straně nn, tak i na straně vn. Pokud se nepředpokládá ostrovní provoz, lze k tomuto účelu použít spínací zařízení generátoru. Spínací zařízení musí zajišťovat galvanické oddělení ve všech fázích.

U výroben se střídači je třeba spínací zařízení umístit na střídavé straně střídače. Při společném umístění ve skříni střídače nesmí být spínací zařízení vyřazeno z činnosti zkratem ve střídači.

Při použití tavných pojistek jako zkratové ochrany u nn generátorů je zapotřebí dimenzovat spínací zařízení minimálně podle vypínacího rozsahu předřazených pojistek.

Výrobce musí prokázat zkratovou odolnost celého zařízení. K tomu mu **PLDS** udá velikost příspěvku zkratového ekvivalentního oteplovacího proudu a velikost nárazového zkratového proudu ze sítě. Způsobí-li nová výroba zvýšení zkratového proudu v síti **PLDS** nad hodnoty, na které je zařízení sítě dimenzováno, pak musí výrobce učinit opatření, která výši zkratového proudu z této výroby nebo jeho vliv patřičně omezí, pokud se s **PLDS** nedohodne jinak.

Některé příklady připojení vlastních výroben jsou uvedeny v části 13.

## 8. OCHRANY

Opatření na ochranu vlastní výroby (např. zkratovou ochranu, ochranu proti přetížení, ochranu před nebezpečným dotykem) je zapotřebí provést podle části 3 **PPLDS**. U zařízení schopných ostrovního provozu je třeba zajistit chránění i při ostrovním provozu.

K ochraně vlastního zařízení a zařízení jiných odběratelů jsou potřebná další opatření využívající ochran, které při odchylkách napětí a frekvence vybaví příslušná spínací zařízení podle části 7.

Je zapotřebí zajistit ochrany s následujícími funkcemi:

<b>Funkce</b>	<b>rozsah nastavení</b>
podpěťová ochrana	1.0 $U_n$ až 0.70 $U_n$
přepěťová ochrana	1.0 $U_n$ až 1.15 $U_n$
podfrekvenční ochrana	50 Hz až 48 Hz
nadfrekvenční ochrana	50 Hz až 52 Hz.

Podpěťová a přepěťová ochrana mohou být nastaveny např. na 0.8  $U_n$ , resp. 1.1  $U_n$ . Podfrekvenční a nadfrekvenční ochrany je třeba s ohledem na rychlé a bezpečné zjištění výpadku sítě nastavit pokud možno blízko síťové frekvenci (např. 49 resp. 51 Hz). V některých případech může být, s ohledem na síťové poměry, třeba jiné nastavení ochran. Proto je jejich nastavení vždy nutné odsouhlasit s **PLDS**. Vhodným podkladem pro tato nastavení jsou studie dynamického chování zdrojů v dané síti.

Podpěťová a přepěťová ochrana musí být trojfázová.  
Podfrekvenční a nadfrekvenční ochrana může být jednofázová.

Vypnutí podpěťovou a nadpěťovou ochranou může být po dohodě s **PLDS** zpožděno. Při připojení výroben k síti **PLDS** provozované s OZ, které mohou tyto výroby ohrozit, je zpoždění vypínání přípustné jen tehdy, když je pro nezpožděné odpojení výroby při OZ k dispozici zvláštní ochrana. Jako zvláštní ochrana může být použito např. relé na skokovou změnu vektoru napětí (pouze u synchronních generátorů) nebo relé na výkonový skok.

K provádění funkčních zkoušek ochran je zapotřebí zřídit rozhraní (např. svorkovnici s podélným dělením a zkušebními svorkami).

Výrobce je povinen si zajistit sám, aby spínání, kolísání napětí, krátkodobá přerušení nebo jiné přechodové jevy v síti **LDS** nevedly ke škodám na jeho zařízení.

S **PLDS** je zapotřebí dohodnout, které ochrany budou případně zaplombovány.

## 9. CHOVÁNÍ VÝROBEN V SÍTI

### 9.1 NORMÁLNÍ PROVOZNÍ PODMÍNKY

#### 9.1.1 Provozní Frekvenční Rozsah Výroben V Síti Nn, Vn A 110 Kv

Rozsah frekvence	Doba trvání
47 – 47,5 Hz	20 s
47,5 – 48,5 Hz	30 min*
48,5 – 49 Hz	90 min*
49 – 51 Hz	neomezeně
51 – 51,5 Hz	30 min

\*V souvislosti s implementací NC RfG [4] může být provozovatelem PS hodnota změněna.

#### 9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí

##### 9.1.2.1 Výrobní elektřiny připojená do sítě nn

Výrobní elektřiny musí být schopna trvalého provozu, pokud napětí v místě připojení zůstává v rozsahu  $U_n - 15\%$  až  $U_n + 10\%$ . Pokud je napětí nižší než  $U_n$ , je dovoleno snížení výstupního výkonu odpovídající relativní změně napětí  $(U_n - U)/U_n$ .

##### 9.1.2.2 Výrobní elektřiny připojená do sítě vn a 110 kv

Výrobní elektřiny připojená do sítě vn a 110 kV musí být schopna trvalého provozu, pokud napětí v místě připojení zůstává v rozsahu  $U_c - 10\%$  až  $U_c + 10\%$ , u výrobních modulů D v rozsahu  $U_c - 10\%$  až  $U_c + 11,8\%$ .

Pokud je napětí nižší než  $U_c$ , je dovoleno snížení výstupního výkonu odpovídající relativní změně napětí  $(U_c - U)/U_c$ .

Aby bylo možno uvažovat vzrůst a pokles napětí uvnitř instalace a vliv polohy případných odboček transformátoru, musí být pro samotný výrobní modul brán v úvahu širší provozní rozsah.

## 9.2 ZÁSADY PODPORY SÍTĚ

Výrobní zařízení musí být schopna se při dodávce do sítě podílet na udržování napětí. Přitom se rozlišuje mezi statickou a dynamickou podporou sítě.

Požadované hodnoty a charakteristiky pro podporu sítě udává PDS. Dodržování zadaných hodnot zajišťuje automatické řízení ve výrobě.

Detailní provedení je specifikováno ve smlouvě o připojení.

#### 9.2.1 Statické řízení napětí

Statické udržování napětí v síti je udržování napětí ve smluvně stanovených mezích za normálního provozu v síti při pomalých změnách napětí.

Pokud to vyžadují podmínky v síti, a **PLDS** tento požadavek uplatní, musí se výrobní zařízení na statickém udržování napětí podílet pomocí jalového výkonu v rozsahu účinníku výrobní mezi 0,90 kapacitní a 0,90 induktivní dle části 9.4.

#### 9.2.1 Dynamická podpora sítě

Dynamickou podporou sítě se rozumí udržování napětí při poklesech napětí v síti vvn a zvn, zamezující nežádoucímu odpojení výkonů napájejících sítě nn, vn a rozpadu sítě.

Proto se musí i výrobní v sítích nn, vn a 110 kV podílet na dynamické podpoře sítě. To znamená, že musí být technicky schopné zůstat připojené i při poruchách v síti, při kterých dochází k poklesům napětí. To se týká všech druhů zkratů (jedno-, dvou-, i třípólových

U výroben připojených do sítě nn se hodnotí nejmenší fázové napětí, a pokud není střední vodič, pak nejmenší sdružené napětí. U výroben v sítích vn a 110 kV se hodnotí nejmenší sdružené napětí.

## 9.3 PŘIZPŮSOBENÍ ČINNÉHO VÝKONU

Všechny výrobní připojené do **LDS** musí být schopné snižovat činný výkon automaticky v závislosti na kmitočtu v síti a podle poměrů v síti i podle povelů z řídicího dispečinku **PLDS** nebo se automaticky odpojit od **LDS**.



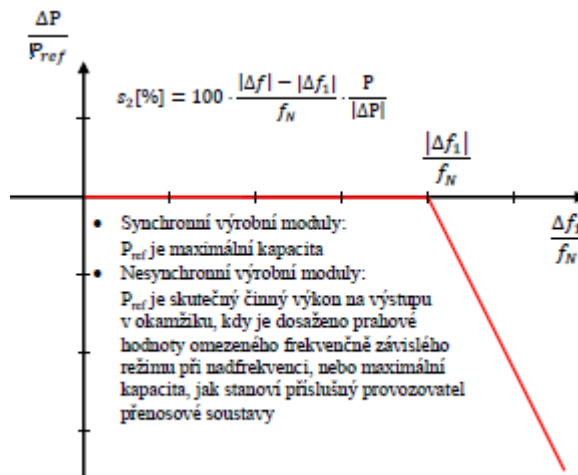
### 9.3.1 Snížení činného výkonu při nadfrekvenci

Výrobní modul musí být schopen aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu podle obr. 5 při prahové hodnotě frekvence a při nastavení statiky, jež stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy pro svou regulační oblast v koordinaci s provozovateli přenosových soustav téže synchronně propojené oblasti, aby byl zajištěn minimální dopad na sousední oblasti:

prahová hodnota frekvence musí být mezi 50,2 Hz a 50,5 Hz včetně;

nastavení statiky musí být mezi 2 % a 12 %;

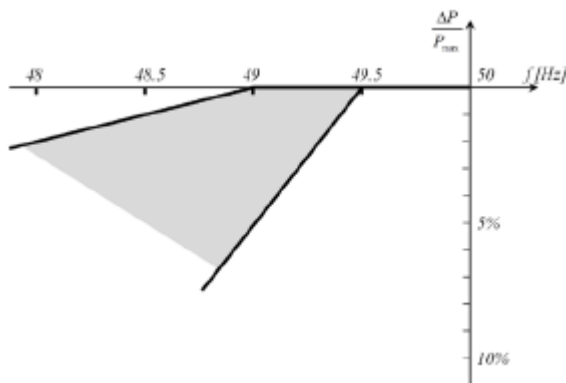
Defaultní prahová frekvence v ČR je 50,2 Hz, statika  $s_2 = 5\%$



$P_{ref}$  je referenční činný výkon, ke kterému je vztažena  $\Delta P$ ; pro synchronní výrobní moduly a pro nesynchronní výrobní moduly může být stanoven různě.  $\Delta P$  je změna činného výkonu na výstupu z výrobního modulu.  $f_n$  je jmenovitá frekvence (50 Hz) v soustavě a  $\Delta f$  je odchylka frekvence v soustavě. Při nadfrekvencích, kdy  $\Delta f$  je vyšší než  $\Delta f_1$ , musí být výrobní modul schopen snížit činný výkon na výstupu v souladu se statistikou  $s_2$ .

### 9.3.2 Snížení činného výkonu při podfrekvenci

Příslušný provozovatel **DS** definuje dovolené snížení činného výkonu z maximální hodnoty se snižující se frekvencí v rozsahu mezi plnými čarami na obrázku níže.



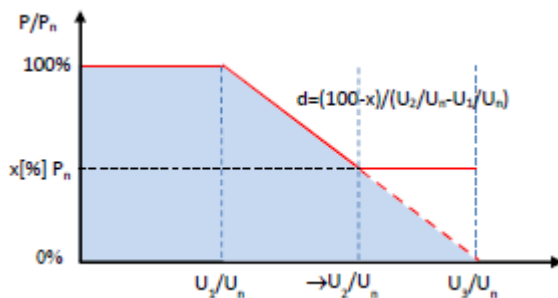
Obrázek představuje meze, definované příslušným provozovatelem **DS**.

### 9.3.3 Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce $P(U)$

Všechny výrobní připojené pomocí střídače s výkonem do 16A na fázi včetně a dále všechny výrobní s výkonem nad 16A na fázi připojené do **LDS** na hladině nn budou vybaveny generátory s funkcí pro řízení napětí činným výkonem dle norem [20] a [32]. Konkrétní hodnoty funkce  $P(U)$ , znázorněné na obrázku níže stanoví podle síťových podmínek **PLDS**, ev. studie připojitelnosti.

*Pozn.: Důvodem je snaha zabránit odpojení výroben nadpětíovými ochranami, proto je u výrobní s mikrogenerátorem a u výroben/výrobních modulů s výkonem nad 16 A na fázi připojovaných do DS na hladině nn povoleno snížení činného výkonu v závislosti na zvyšujícím se napětí. Pokud je tato funkce aktivována, výrobní a výrobní moduly mohou snížit činný výkon podle výrobcem zvolené logiky. Nicméně*

tato logika nesmí mít za následek změnu výstupního výkonu po krocích nebo kmitání výstupního výkonu.



#### 9.3.4 Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách

Výrobní elektřiny i akumulární zařízení (v obou provozních stavech – nabíjení i vybíjení) musí být provozovatelná se sníženým činným výkonem. **PLDS** je ve smyslu [1] oprávněn ke změně činného výkonu v následujících stavech sítě:

- potenciální ohrožení bezpečného provozu systému (např. při předcházení stavu nouze a při stavech nouze)
- nutné provozní práce, popř. nebezpečí přetížení v síti **PLDS**
- nebezpečí vzniku ostrovního provozu
- ohrožení statické nebo dynamické stability
- vzrůst frekvence ohrožující systém
- údržba nebo provádění stavebních prací na zařízení **LDS** nebo v jeho blízkosti

V těchto případech má **PLDS** právo vyžadovat automaticky působící přechodné omezení dodávaného činného výkonu nebo odpojení zařízení. **PLDS** nezasahuje do řízení výroby, nýbrž zadává požadovanou hodnotu.

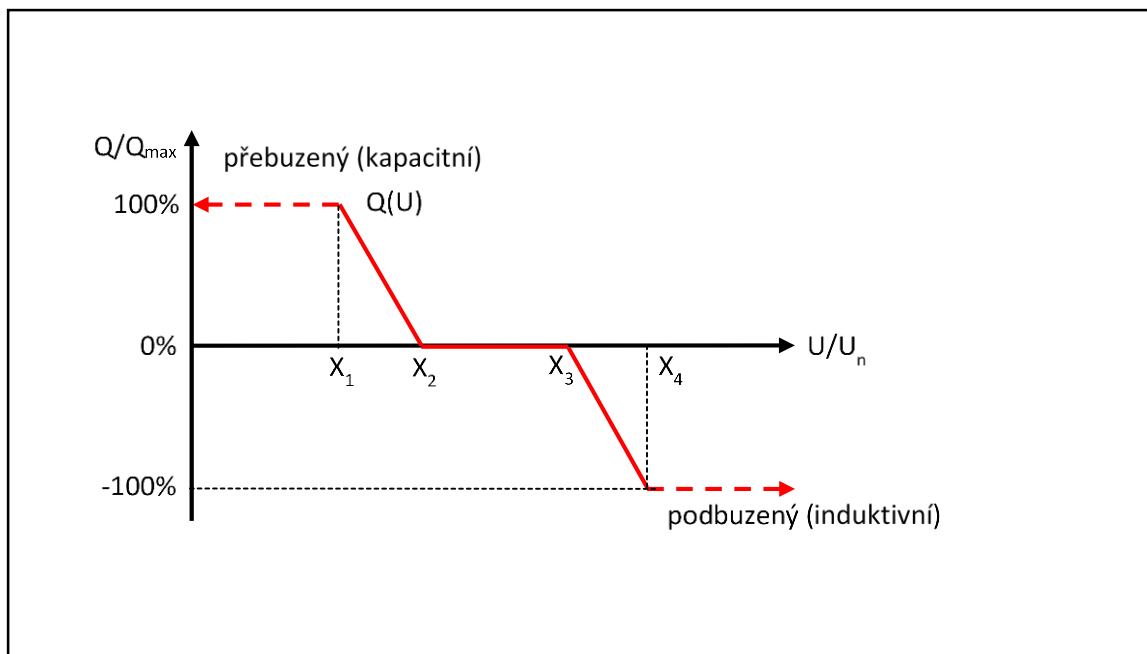
Snížení dodávaného výkonu na hodnotu požadovanou **PLDS** v přípojném bodě sítě (např. na 60, 30 a 0 % instalovaného výkonu u **FVE**, akumulárních zařízení, výroben elektřiny s akumulárním zařízením a 100, 75 a 50% u **BPS**) musí být neprodlené, maximálně v průběhu jedné minuty, ale do 5 s po obdržení pokynu na vstupním portu výrobního modulu. Přitom musí být technicky možné snížení až na hodnotu 0 % bez automatického odpojení celé výroby od sítě.

Při omezení činného výkonu vzrůstem frekvence může být činný výkon opět zvyšován teprve po návratu frekvence na hodnotu  $f \leq 50,1$  Hz. Rozsah necitlivosti musí být do 10 mHz

### 9.4 ŘÍZENÍ JALOVÉHO VÝKONU V ZÁVISLOSTI NA PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH

Obecně způsob řízení jalového výkonu závisí vždy na konkrétním místě distribuční soustavy a určuje ho **PLDS** po konzultaci s výrobcem. Možné způsoby řízení jalového výkonu generátorů vyplývají z norem [20], [4] a [30].

Charakteristická křivka podle obrázku níže musí být nastavitelná, nastavení určí **PLDS** podle místních síťových podmínek, ev. studie připojitelnosti



QU charakteristika je definována čtyřmi body, které definují tvar regulační charakteristiky, kde osa X odpovídá poměru měřené hodnoty napětí v **místě připojení** výrobní a jmenovité hodnoty napětí, osa Y odpovídá poměru dodávaného/odebraného jalového výkonu výrobní a maximální hodnoty jalového výkonu, který je výrobní schopna dodat/odebrat.

Bod  $X_1$ : Hodnota poměru  $U/U_n$  menší než 1, které odpovídá maximální dodávaný jalový výkon výrobní, pro zvýšení hodnoty napětí v **místě připojení**

Bod  $X_2$ : Hodnota poměru  $U/U_n$  menší než 1, která je počáteční hodnotou pro dodávku jalového výkonu pro zvýšení napětí v **místě připojení**.

Bod  $X_3$ : Hodnota poměru  $U/U_n$  větší než 1, která je počáteční hodnotou odběru jalového výkonu pro snížení napětí v **místě připojení**

Bod  $X_4$ : Hodnota poměru  $U/U_n$  větší než 1, které odpovídá maximální odebíraný jalový výkon výrobní, pro snížení hodnoty napětí v **místě připojení**

Příklad nastavení:

- $X_1=0,94:1$ ;  $X_2=0,97:0$ ;  $X_3=1,05:0$ ;  $X_4=1,08:-1$

Při nastavení parametrů regulační charakteristiky pro konkrétní případ je zapotřebí brát ohled na velikost napětí na přípojnicích a vhodné nastavení strmosti regulace s ohledem na pohyb napětí podél vývodů vlivem dodávky výkonů od výroben.

Po skokové změně napětí musí nesynchronní výrobní modul být schopen dosáhnout 90 % změny jalového výkonu na výstupu do doby  $t_1$ , kterou stanoví příslušný provozovatel soustavy v rozpětí 1 až 5 sekund, a musí se ustálit na hodnotě stanovené pomocí strmosti do doby  $t_2$  stanovené příslušným provozovatelem soustavy v rozpětí 5 až 60 sekund s přípustnou odchylkou jalového výkonu v ustáleném stavu nejvýše 5 % maximálního jalového výkonu. Časové hodnoty stanoví příslušný provozovatel soustavy.

Jalový výkon výrobní musí být od instalovaného výkonu 100 kVA říditelný. Řízení jalového výkonu v rozsahu účinníku výrobní mezi 0,90 kapacitní a 0,90 induktivní je součástí udržování kvality elektřiny a musí být využitelné kdykoliv. Řízení jalového výkonu mimo uvedený rozsah účinníku výrobní může být s výrobcem dohodnuto smluvně v rámci poskytování podpůrné služby PDS.

Při dodávce činného výkonu je nastavení jalového výkonu zadáváno **PLDS** buď pevnou hodnotou, nebo když to provoz sítě vyžaduje dálkově nastavitelnou žádanou hodnotou.

Žádaná hodnota je buď:

- Pevná hodnota jalového výkonu Q fix
- Hodnota jalového výkonu závislá na napětí Q (U)
- Hodnota jalového výkonu závislá na činném výkonu Q (P)
- Pevná hodnota účinníku Cos  $\varphi$  fix
- Hodnota účinníku závislá na napětí Cos  $\varphi$  (U)
- Hodnota účinníku závislá na činném výkonu Cos  $\varphi$  (P)
- Zadaná hodnota napětí

Pokud je PDS zadána charakteristika, musí být automaticky nastavena odpovídající ustálená hodnota jalového výkonu:

- Pro charakteristiku  $\cos \varphi = f(P)$  do 10 s
- Pro charakteristiku  $Q(U)$  nastavitelně mezi 10 s a jednou minutou (udá PDS)

Stejně jako zvolený způsob řízení, tak i žádané hodnoty zadává PDS podle potřeb provozu sítě individuálně pro každou výrobní elektrárnu. Při zadávání vychází PDS také z technických možností dané výrobní.

Zadání může být buď:

- Dohodou na hodnotě nebo harmonogramu nebo
- On-line zadáváním

Při variantě on-line zadávání musí vždy po novém zadání dosažen nový pracovní bod výměny jalového výkonu nejpozději po jedné minutě. U kompenzačního zařízení výrobní je zapotřebí přihlížet ke způsobu provozu vlastní výrobní a z toho vyplývajících zpětných vlivů na síťové napětí.

Při silně kolísajícím výkonu pohonu (např. u některých typů větrných elektráren) musí být kompenzace jalového výkonu automatická a dostatečně rychlá.

Kompenzační kondenzátory nesmějí být připínány před zapnutím generátoru. Při vypínání generátoru musí být odpojeny současně. Provoz výrobní může vyžadovat opatření k omezení napětí harmonických a pro zamezení nepřipustného zpětného ovlivnění **HDO**. S **PLDS** je proto zapotřebí odsouhlasit výkon, zapojení a způsob regulace kompenzačního zařízení, případně i hrazení harmonických nebo frekvence **HDO** vhodnými indukčnostmi.

Pro jednoznačné přiřazení pásem účinníku slouží následující tabulka. Pro předcházení rozporům při hodnocení účinníku se přitom doporučuje používat jednotně spotřebičovou orientaci.

Způsob kompenzace, včetně respektování vlivu rozvodů výrobní je nutno odsouhlasit s **PLDS**.

Příklad	Zdrojová orientace	Spotřebičová orientace
Synchronní generátor (přebuzený)	$P > 0$ a $Q > 0$ $0^\circ < \varphi < 90^\circ$	$P < 0$ a $Q < 0$ $180^\circ < \varphi < 270^\circ$
Asynchronní generátor	$P > 0$ a $Q < 0$ $270^\circ < \varphi < 360^\circ$	$P < 0$ a $Q > 0$ $90^\circ < \varphi < 180^\circ$
Synchronní motor (přebuzený)	$P < 0$ a $Q > 0$ $90^\circ < \varphi < 180^\circ$	$P > 0$ a $Q < 0$ $270^\circ < \varphi < 360^\circ$
Asynchronní motor	$P < 0$ a $Q < 0$ $180^\circ < \varphi < 270^\circ$	$P > 0$ a $Q > 0$ $0^\circ < \varphi < 90^\circ$

## 9.5 AUTOMATICKÉ OPĚTOVNÉ PŘIPOJENÍ VÝROBEN

Výrobní odpojené od sítě z důvodu odchylky napětí či frekvence mohou být opětovně automaticky připojeny k LDS dle následujících kritérií:

1. V případě, že **PLDS** nezakázal opětovné připojení z důvodu řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách (např. vysláním omezovacího signálu 0%)
2. Napětí a frekvence jsou po dobu 300 s (5 min) v mezích
  - a. Napětí - 85 – 110 % jmenovité hodnoty
  - b. Frekvence - 47,5 – 50,05 Hz
3. Při automatickém opětovném připojení je možné postupovat dle níže uvedených dvou postupů:

- a. Jsou-li splněny podmínky uvedené v bodu 2 (po dobu 300 s nedojde k vybočení sledovaných veličin U a f) začne postupné najetí na výkon od nuly s gradientem maximálně 10% přípojného za minutu
- b. Není-li výrobná elektřina schopna postupného najetí na výkon (dle bodu 3. a), připojí se výrobná elektřina zpět k DS po době, kterou stanoví **PLDS** v intervalu 0-20 min; nadále probíhá kontrola mezi napětí a frekvence dle bodu 2

Při automatickém opětovném připojení musí dodávaný výkon z výroby respektovat příp. požadavky na výkonové omezení z důvodu řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách (viz kap. 9.2.). Synchronizace výroby se sítí musí být při automatickém opětovném připojení plně automatizovaná.

## 10. PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ

K zabránění zavlečení zpětného napětí do sítě **PLDS** je zapotřebí zajistit technickými opatřeními, aby připojení vlastní výroby k síti **LDS** bylo možné pouze tehdy, když jsou všechny fáze sítě pod napětím.

K připojení může být použit jak spínač, který spojuje celé zařízení odběratele se sítí, tak i spínač, který spojuje generátor popř. více paralelních generátorů se zbylým zařízením odběratele. Zapnutí tohoto vazebního vypínače musí být blokováno do té doby, dokud není na každé fázi napětí minimálně nad rozběhovou hodnotou podpět'ové ochrany. K ochraně vlastní výroby se doporučuje časové zpoždění mezi obnovením napětí v síti a připojením výroby v rozsahu minut.

Časové odstupňování při připojování více generátorů a blokových transformátorů v jednom společném napájecím bodu je zapotřebí odsouhlasit s **PLDS**.

### 10.1 ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ

Zvýšení napětí vyvolané provozem připojených výroben nesmí v nejnepříznivějším případě (přípojném bodu) překročit 2 % pro výroby s přípojným místem v síti vn ve srovnání s napětím bez jejich připojení

$$\Delta u_{vn} \leq 2 \% \quad (1)$$

pro výroby s přípojným místem v síti nn nesmí překročit 3 %, tedy

$$\Delta u_{nn} \leq 3 \% \quad (2)$$

Pokud je v síti jen jedno přípojně místo, je možné tuto podmínku posoudit jednoduše pomocí zkratového poměru výkonů

$$k_{k1} = \frac{S_{kV}}{\Sigma S_{A \max}}, \quad (3)$$

kde  $S_{kV}$  je zkratový výkon v přípojném bodu a  $\Sigma S_{A \max}$  je součet maximálních zdánlivých výkonů všech připojených/plánovaných výroben.

K vyšetření  $S_{A \max}$  u větrných elektráren je zapotřebí vycházet z maximálních zdánlivých výkonů jednotlivého zařízení  $S_{E \max}$ :

$$S_{E \max} = S_{E \max 10 \min} = S_{nG} \cdot P_{1 \min} = \frac{P_{nG}}{\lambda} \cdot P_{10 \min}, \quad (4)$$

přičemž hodnotu  $P_{10 \min}$  (maximální střední výkon v intervalu 10 minut) je zapotřebí převzít ze zkušební protokolu. U zařízení se speciálním omezením výkonu je zapotřebí dosadit tyto omezené hodnoty.

V případě jediného přípojně bodu v síti bude podmínka pro zvýšení napětí dodržena vždy, když zkratový poměr výkonů  $k_{k1}$  je pro výroby s přípojným místem v síti vn

$$k_{k1vn} \geq 50 \quad (5)$$

podobně pro výroby s přípojným místem v síti nn

$$k_{k1nn} \geq 33. \quad (6)$$

Pokud je síť silně induktivní, pak je posouzení pomocí činitele  $k_{k1}$  příliš konzervativní, tzn., že dodávaný výkon bude silněji omezen, než je zapotřebí k dodržení zvýšení napětí. V takovém případě je zapotřebí provést výpočet s komplexní hodnotou impedance sítě s jejím fázovým úhlem  $\psi_{kV}$ , který poskytne mnohem přesnější výsledek. Podmínka pro maximální výkon pak je pro výroby s přípojným místem v síti vn

$$S_{A \max vn} \leq \frac{2\% \cdot S_{kV}}{|\cos(\psi_{kV} - \varphi)|} = \frac{S_{kV}}{50 \cdot |\cos(\psi_{kV} - \varphi)|}, \quad (7)$$

pro výroby s přípojným místem v síti nn

$$S_{A \max nn} \leq \frac{3\% \cdot S_{kV}}{|\cos(\psi_k - \varphi)|} = \frac{S_{kV}}{33 \cdot |\cos(\psi_k - \varphi)|}, \quad (8)$$

kde  $\varphi$  je fázový úhel mezi proudem a napětím výroby při maximálním zdánlivém výkonu  $S_{A \max}$ . Pokud pro  $\cos$  vychází hodnota menší než 0,1, pak se se zřetelem na nejistoty tohoto výpočtu odhaduje 0,1.

V mnoha případech je v praxi udán maximální připojitelný výkon  $S_{A \max}$ , pro který je pak zapotřebí určit zvýšení napětí v přípojném bodu. K tomu je používán následující vztah:

$$\Delta u_{AV} = \frac{S_{A \max} \cdot \cos(\psi_{kV} - \varphi)}{S_{kV}}. \quad (9)$$

V propojených sítích a/nebo při provozu více rozptýlených výroben v síti je rovněž zapotřebí určovat zvýšení napětí, a sice s pomocí komplexního chodu sítě. Přitom musí být dodržena podmínka pro  $\Delta u$  v nejnepříznivějším přípojném bodě.

## 10.2 NESYMETRIE NAPĚTÍ V SÍTÍCH NN

Jednofázové výroby (především fotovoltaiky) ovlivňují symetrii (fázových) napětí podobně jako jednofázová zatížení. PNE 33 3430-0 stanoví pro jednotlivé odběry dovolenou mezní hodnotu napětí zpětné složky  $d_{u2} \leq 0,7\%$  ze jmenovitého napětí sítě nn. Celková dovolená hodnota nesymetrie napětí v síti nn je přitom podle ČSN EN 50160 Ed. 3 [ 3 ] do 2 %.

Pro posouzení nesymetrie při kontrole připojitelnosti jednofázových výroben je zapotřebí použít vhodný výpočetní program.

Pro posouzení připojitelnosti je možné též použít následující vztah z [32]

$$\Delta u_{AN} \approx 6 \cdot \frac{S_{rA \max} \cdot \cos(\psi_{kV} - \varphi_E)}{S_{kV}}$$

ze kterého vyplývá, že zvýšení napětí při jednofázové dodávce je až šestinásobné proti zvýšení napětí při třífázové dodávce téhož výkonu.

## 10.3 ZMĚNY NAPĚTÍ PŘI SPÍNÁNÍ

Změny napětí v přípojném bodu, způsobené připojováním a odpojováním jednotlivých generátorů nebo zařízení, nevyvolávají nepřijatelné zpětné vlivy, pokud největší změna napětí pro výroby s přípojným místem v síti vn nepřekročí 2 %, tj.

$$\Delta u_{\max vn} \leq 2\%, \quad (10)$$

pro výroby s přípojným místem v síti nn platí

$$\Delta u_{\max nn} \leq 3\%. \quad (11)$$

a přitom spínání není častější než jednou za 1,5 minuty.

Při velmi malé četnosti spínání, např. jednou denně může **PLDS** připustit větší změny napětí, pokud to připustí poměry v síti.

V závislosti na zkratovém výkonu  $S_{kV}$  v síti **PLDS** a jmenovitém zdánlivém výkonu  $S_{nE}$  jednotlivé výroby lze odhadnout změnu napětí

$$\Delta u_{\max} = k_{i \max} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}. \quad (12)$$

Činitel  $k_{i \max}$  se označuje jako “největší spínací ráz” a udává poměr největšího proudu, který se vyskytuje v průběhu spínacího pochodu (např. zapínací ráz  $I_a$ ) ke jmenovitému proudu generátoru nebo zařízení, např.

$$k_{i \max} = \frac{I_a}{I_{nG}}. \quad (13)$$

Výsledky na základě tohoto “největšího zapínacího rázu” jsou na bezpečné straně.

Pro činitel zapínacího rázu platí následující směrné hodnoty:

$k_{i \max} = 1$	synchronní generátory s jemnou synchronizací, střídače
$k_{i \max} = 4$	asynchronní generátory, připojované s 95 až 105 % synchronních otáček, pokud nejsou k dispozici přesnější údaje o způsobu omezení proudu. S ohledem na krátkodobost přechodového jevu musí přitom být dodržena dále uvedená podmínka pro velmi krátké poklesy napětí
$k_{i \max} = I_a / I_{nG}$	asynchronní generátory motoricky rozbíhané ze sítě
$k_{i \max} = 8$	pokud není známo $I_a$ .

Asynchronní stroje připojované přibližně se synchronními otáčkami mohou vlivem svých vnitřních přechodových jevů způsobit velmi krátké poklesy napětí. Takovýto pokles smí dosáhnout dvojnásobku jinak přípustné hodnoty, tj. pro síť vn 4 %, pro síť nn 6 %, pokud netrvá déle než dvě periody a následující odchylka napětí od hodnoty před poklesem napětí nepřekročí jinak přípustnou hodnotu.

Pro větrné elektrárny platí speciální “činitel spínání závislý na síti”, který musí výrobce prokazovat, jímž se hodnotí jejich spínání a který také respektuje zmíněné velmi krátké přechodové jevy. Tento činitel respektuje nejen výši, ale i časový průběh proudu v průběhu přechodového děje a udává se jako funkce úhlu impedance sítě  $\psi$  pro každé zařízení ve zkušebním protokolu.

Jeho pomocí lze vypočítat fiktivní “náhradní změnu napětí”,

$$\Delta u_{ers} = k_{i \psi} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}, \quad (14)$$

kteřá rovněž (jako  $\Delta u_{max}$ ) nesmí překročit hodnotu 2 % pro výroby s přípojným místem v síti vn a 3 % pro výroby s přípojným místem v síti nn.

S ohledem na minimalizaci zpětného vlivu na síť **LDS** je zapotřebí zamezit současnému spínání více generátorů v jednom přípojném bodu. Technické řešení je časové odstupňování jednotlivých spínání, které je závislé na vyvolaných změnách napětí. Při maximálním přípustném výkonu generátoru musí být minimálně 1,5 minuty. Při zdánlivém výkonu generátoru do poloviny přípustné hodnoty postačí odstup 12 s.

#### **10.4 PŘIPOJOVÁNÍ SYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ**

U synchronních generátorů je nutné takové synchronizační zařízení, se kterým mohou být dodrženy následující podmínky pro synchronizaci:

- |   |                  |                                 |
|---|------------------|---------------------------------|
| - | rozdíl napětí    | $\Delta U < \pm 10 \% U_n$      |
| - | rozdíl frekvence | $\Delta f < \pm 0.5 \text{ Hz}$ |
| - | rozdíl fáze      | $< \pm 10^\circ$                |

V závislosti na poměru impedance sítě k výkonu generátoru může být nutné k zabránění nepřipustných zpětných vlivů na síť stanovit pro spínání užší meze.

#### **10.5 PŘIPOJOVÁNÍ ASYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ**

Asynchronní generátory rozbíhané pohonem musí být připojeny bez napětí při otáčkách v mezích 95 % až 105 % synchronních otáček. U asynchronních generátorů schopných ostrovního provozu, které nejsou připojovány bez napětí, je zapotřebí dodržet podmínky spínání jako pro synchronní generátory.

#### **10.6 PŘIPOJOVÁNÍ VÝROBEN SE STŘÍDAČI, EV. MĚNIČI KMITOČTU**

Střídače smějí být spínány pouze tehdy, když je jejich střídavá strana bez napětí. U vlastních výroben se střídači, schopných ostrovního provozu, které nejsou spínány bez napětí, je zapotřebí dodržet podmínky zapnutí platné pro synchronní generátory.



## 11. ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ

Aby nebyla rušena zařízení dalších odběratelů a provozovaná zařízení LDS, je zapotřebí omezit zpětné vlivy výroben. Pro posouzení je třeba vycházet ze zásad pro posuzování zpětných vlivů a jejich přípustných mezí [8], [9], [10].

Bez další kontroly zpětných vlivů mohou být výrobní připojeny, pokud poměr zkratového výkonu sítě  $S_{KV}$  ke jmenovitému výkonu celého zařízení  $S_{rA}$  je větší než 500.

Pokud výrobce nechá své zařízení ověřit v uznávaném institutu, pak lze do posuzování připojovacích podmínek zahrnout příznivější činitel  $S_{KV}/S_{rG}$  ( $<500$ ). Pro větrné elektrárny je zapotřebí předložit certifikát, zkušební protokol apod. o očekávaných zpětných vlivech.

Pro individuální posouzení připojení jedné nebo více vlastních výroben v jednom společném napájecím bodu je třeba vycházet z následujících mezních podmínek:

### 11.1 ZMĚNA NAPĚTÍ

**Změna napětí**  $\Delta U \leq 3 \% U_n$  (pro společný napájecí bod v síti nn)  
 $\Delta U \leq 2 \% U_n$  (pro společný napájecí bod v síti vn - viz též část 10).

Tyto hodnoty platí za předpokladu dodržení mezí napětí podle [3].

### FLIKR

Dlouhodobý flikr

Pro posouzení jedné nebo více výroben v jednom přípojném bodu je zapotřebí se zřetelem na kolísání napětí vyvolávající flikr dodržet v přípojném bodě mezní hodnotu

$$P_{It} \leq 0,46 \quad (A_{It} \leq 0,1). \quad (15)$$

Dlouhodobá míra flikru  $P_{It}$  jednoho zdroje může být určena pomocí činitele flikru  $c$  jako

$$P_{It} = c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{KV}}, \quad (16)$$

$S_{nE}$  je jmenovitý výkon zařízení (pro větrné elektrárny je to hodnota  $S_{nG}$ ).

Pokud je hodnota vypočtená podle předchozí rovnice větší než 0,46, je možné do výpočtu zahrnout fázové úhly a počítat podle následujícího vztahu

$$P_{It} = c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{KV}} |\cos(\psi_{KV} + \varphi_i)|. \quad (17)$$

*Pozn.: Je-li ve zkušebním protokolu zařízení vypočítána hodnota činitele flikru  $c$  pro úhel impedance sítě  $\psi$  a tím je udána jen hodnota  $c_{\psi}$ , použijte se tato hodnota flikru. Přitom je však třeba vzít v úvahu, že v tomto případě se už kosinový člen nerespektuje, event. se dosazuje roven 1.*

U výrobní s více jednotlivými zařízeními je zapotřebí vypočítat  $P_{It}$  pro každé zvlášť a výslednou hodnotu pro flikr v přípojném bodě určit podle následujícího vztahu

$$P_{Itres} = \sqrt{\sum_i P_{Iti}^2}. \quad (18)$$

U zařízení s  $n$  stejnými jednotkami je výsledný činitel pro flikr

$$P_{Itres} = \sqrt{n} \cdot P_{It} = \sqrt{n} \cdot c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{KV}}. \quad (19)$$

### 11.2 PROUDY HARMONICKÝCH

Harmonické vznikají především u zařízení se střídači nebo měniči frekvence. Harmonické proudy emitované těmito zařízeními musí udat výrobce, např. zprávou o typové zkoušce.

### 11.2.1 Výrobný v síti nn

Pokud výrobný splňuje požadavky na velikosti emise harmonických proudů ( $I_v$ ) podle [23] třída A (tabulka 1), resp. [24] (tabulka 2 a 3), lze považovat vliv emitovaných harmonických proudů na síť LDS za přípustný. Pokud nejsou meze v těchto normách dodrženy, je možné pro posouzení připojitelnosti bez přidavných opatření použít následující jednoduchá kritéria:

$$\text{Přípustný proud } I_{vnn} = \text{vztažný proud } i_v \frac{S_{KV}}{\sin \psi_{KV}} \quad (20)$$

vztažný proud  $i_v$  je uveden v Tab. 1.

$\sin \psi_{KV} = X_k/Z_k$  ( $\cong 1$ , když je přípojně místo blízko transformátoru vn/nn).

**Tab. 1**

Řád harmonických $v, \mu$	Přípustný vztažný proud $i_{v, \mu}$ [A/MVA]
3	3
5	1,5
7	1
9	0,7
11	0,5
13	0,4
17	0,3
19	0,25
23	0,2
25	0,15
$25 < v < 40$	$0,15 - 25/v$
$\mu < 40^a$	$0,15 - 25/v$
sudé	$1,5/v$
$\mu < 40$	$1,5/v$
$42 < \mu, v < 178^b$	$4,5/v$
a liché. b Celočíslné a neceločíslné v pásmu šířky 200 Hz od střední frekvence $\nu$ Měření podle ČSN EN 61000-4-7	

Tento výpočetní postup nemůže být použit, pokud je společný napájecí bod v síti vn (např. větrná elektrárna).

### 11.2.2 Výrobný v síti vn

Pro pouze jediný přípojný bod v síti vn lze určit celkové v tomto bodě přípustné harmonické proudy ze vztažných proudů  $i_{v,př}$  z Tab. 2 násobených zkratovým výkonem v přípojném místě

$$I_{upř} = i_{v,př} \cdot S_{KV} \quad (21)$$

Pokud je v přípojném bodě připojeno několik zařízení, pak se určí harmonické proudy přípustné pro jednotlivá zařízení násobením poměru zdánlivého výkonu zařízení  $S_A$  k celkovému připojitelnému nebo plánovanému výkonu  $S_{AV}$  v přípojném bodu

$$I_{upř} = i_{v,př} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} = i_{v,př} \cdot S_{KV} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} \quad (22)$$

U zařízení sestávajících z jednotek stejného typu lze za  $S_A$  dosadit  $\Sigma S_{nE}$ . To platí též pro větrné elektrárny. U zařízení z nestejných typů jde pouze o odhad.

Celkově přípustné harmonické proudy pro síť vn, vztažené na zkratový výkon, které jsou vyvolány zařízením přímo připojeným do této sítě, jsou uvedeny v Tab. 2.

Pro harmonické s řady násobků tří platí hodnoty v Tab. 2 pro nejbližší řád, a to pouze, pokud se nulová složka proudů z výrobný neuzavírá do sítě.

**TAB.2**

Řád harmonické $v, \mu$	Přípustný vztažný proud harmonických $i_{v, \mu př}$ [A/MVA]
-------------------------	--

	síť 10 kV	síť 22 kV
5	0,115	0,058
7	0,082	0,041
11	0,052	0,026
13	0,038	0,019
17	0,022	0,011
19	0,016	0,009
23	0,012	0,006
	0,010	0,005
>25 nebo sudé	0,06/ν	0,03/ν
μ < 40	0,06/μ	0,03/μ
μ > 40	0,16/μ	0,09/μ

Pro sčítání proudů harmonických, pocházejících jak od různých odběratelů, tak i výroben platí následující pravidla

- usměrňovače řízené sítí (6- nebo 12 pulzní)

Harmonické typické pro usměrňovače (řádu 5., 7., 11., 13., atd.) i pro netypické nízkých řádů ( $\nu < 7$ ) se sčítají aritmeticky

$$I_{\nu} = \sum_{i=1}^n I_{\nu i} \quad (23)$$

Pro netypické harmonické vyšších řádů ( $\nu > 7$ ) je celkový harmonický proud určitého řádu roven odmocnině ze součtu kvadrátů harmonických proudů tohoto řádu

$$I_{\nu} = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{\nu i}^2} \quad (24)$$

- pulzně modulované střídače

Pro řád  $\mu$ , který v zásadě není celočíselný, ale pro hodnoty  $\mu > 11$  také obsahuje celočíselné hodnoty, je celkový proud rovný odmocnině ze součtu kvadrátů pro jednotlivá zařízení

$$I_{\mu} = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{\mu i}^2} \quad (25)$$

Pokud se vyskytnou u těchto střídačů netypické harmonické proudy řádu  $\mu < 11$ , pak se tyto sčítají aritmeticky.

Jsou-li překročeny přípustné hodnoty harmonických proudů (nebo přípustné proudy meziharmonických), pak jsou zapotřebí podrobnější posouzení. Přitom je třeba mít na paměti, že hodnoty přípustných harmonických proudů jsou voleny tak, aby platily i při vyšších frekvencích pro induktivní impedanci sítě, tj. např. pro čisté venkovní síť. V sítích s významným podílem kabelů je ale síťová frekvence v mnoha případech nižší, takže mohou být přípustné vyšší proudy harmonických. Předpokladem je výpočet a posouzení napětí harmonických v přípojném bodu při uvažování skutečné (frekvenčně závislé) impedance sítě v přípojném bodu podle [8]. Navíc k dosavadním požadavkům je zapotřebí dodržet podmínku, že v rozsahu frekvencí 2000 Hz až 9000 Hz nepřekročí v přípojném bodě napětí 0,2 %.

Je-li v síti několik přípojných bodů, musí být při posuzování poměrů v jednom přípojném bodu brány v úvahu též ostatní přípojně body. Podle toho jsou poměry v síti vn přípustné, pokud v každém přípojném bodu nepřekročí harmonické proudy emitované do sítě hodnotu

$$I_{\nu \text{ v př}} = i_{\nu \text{ př}} \cdot S_{KV} \cdot \frac{S_{AV}}{S_s}, \quad (26)$$

kde  $S_{AV}$  je součet napájecích zdánlivých výkonů všech zařízení v daném přípojném bodě a  $S_s$  je celkový výkon, pro který je síť navržena.

Pokud podle tohoto výpočtu dojde k překročení přípustných harmonických proudů, pak v zásadě připojení není možné, pokud podrobnější výpočet neprokáže, že přípustné hladiny harmonických napětí v síti nejsou překročeny.

Pro jiná síťová napětí, než jaká jsou udána v Tab. 2, lze přepočítat vztažné harmonické proudy z hodnot v této tabulce (nepřímě úměrně k napětí).

Pokud jsou překročeny přípustné proudy harmonických, pak je zapotřebí provést podrobnější výpočet harmonických (viz kap. 16).

### 11.3 OVLIVNĚNÍ ZAŘÍZENÍ HDO

Zařízení hromadného dálkového ovládání (HDO) jsou obvykle provozována s frekvencí v rozmezí 183,3 až 288,3 Hz. Místně použitou frekvencí HDO je zapotřebí zjistit u **PLDS**. Vysílací úroveň je obvykle mezi 1,6 % až 2,5 %  $U_n$ .

Ovlivnění zařízení **HDO** způsobují převážně výroby a zařízení pro kompenzaci účinníku (**KZ**).

Zařízení **HDO** jsou dimenzována na zatížení, které odpovídá 50 Hz zatížení sítě, kterou napájí svým signálem. Výroby ovlivňují **HDO** přidavným zatížením vysílačů **HDO**:

- vlastním zařízením výroby
- příp. zvýšeným zatížením části sítě, do které pracuje výroba.

Tento vliv může způsobit nepřípustné změny hladiny signálu HDO v přípojném bodu, kterým je obecně zapotřebí zamezit odpovídajícími technickými opatřeními, která musí být odsouhlasena mezi provozovatelem výroby a **PLDS**.

Přitom je zapotřebí vycházet z toho, že hladina signálu HDO v žádném bodu sítě nesmí klesnout o více než 10 až 20 % pod požadovanou hladinu ( v závislosti na podmínkách jako jsou frekvence HDO, druh sítě, druhy přijímačů apod.), přičemž je zapotřebí uvažovat s odpovídajícími impedancemi odběrů i výroben.

Žádost o připojení musí z hlediska **HDO** obsahovat:

- Posouzení vlivu na signál **HDO** a na zatížení vysílače [14].
- V případech, které určí **PLDS** výsledky týdenního měření úrovně signálu **HDO** v přípojném bodě (viz část 6 přílohy 3 **PPLDS**)
- Úroveň rušivých napětí emitovaných do sítě na frekvenci **HDO**, nebo v její blízkosti

Nepřípustným změnám hladiny signálu **HDO** v přípojném bodu je obecně zapotřebí zamezit odpovídajícími technickými opatřeními, zpravidla hradícími členy. Jejich technické parametry musí být odsouhlaseny **PLDS**. Podrobnosti jsou v [14].

U poklesů hladiny signálu **HDO** výrobnami je zapotřebí uvažovat následující hlediska:

- Výroby připojené k síti statickými střídači bez filtrů zpravidla nezpůsobují významné snížení hladiny signálu **HDO**. Pokud jsou vybaveny filtry nebo kompenzačními kondenzátory, pak je zapotřebí přezkoušet sériovou rezonanci s reaktancí nakrátko transformátoru výroby.
- Výroby, jejichž synchronní nebo asynchronní generátory jsou připojeny do sítě přes transformátor, vyvolávají pokles signálu **HDO**, který závisí na reaktanci generátoru a transformátoru, frekvenci **HDO** a zkratovém výkonu sítě.

V některých případech může být nutná instalace zádrže pro tónovou frekvenci.

Kromě omezení poklesu hladiny signálu HDO nesmí být též produkována nežádoucí rušivá napětí.

Obecně platí:

- výrobnou vyvolané rušivé napětí, jehož frekvence odpovídá místně použité frekvenci HDO nebo leží v bezprostřední blízkosti, nesmí překročit  $0.1 \% U_n$
- napětí produkováná výrobnou, jejichž frekvence je do 100 Hz pod nebo nad místně použitou frekvencí HDO, nesmějí v přípojném bodu překročit  $0.3 \% U_n$ .

Výše uvedené hodnoty  $0.1 \% U_n$  resp.  $0.3 \% U_n$  vycházejí z předpokladu, že v síti nn nejsou připojeny více než dvě vlastní výroby. Jinak jsou zapotřebí zvláštní výpočty a příp. realizace příslušných opatření [14].

Pokud vlastní výroba nepřípustně ovlivňuje provoz zařízení HDO, je zapotřebí, aby její provozovatel učinil opatření potřebná k odstranění ovlivnění, a to i když ovlivnění je zjištěno v pozdějším čase.

Po uvedení výroby elektřiny do provozu předloží její provozovatel **PLDS** výsledky měření impedance výroby na frekvenci **HDO**. (viz část 6 přílohy 3), kterým se prokáže její vliv na **HDO**.

## 12. UVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU A PROVOZOVÁNÍ

### 12.1 PRVNÍ PARALELNÍ PŘIPOJENÍ VÝROBNY K SÍTI

Proces prvního paralelního připojení výroby k síti (**PPP**) je možné provést pouze na základě souhlasu příslušného **PLDS**, k jehož **LDS** má být výrobní elektřiny připojena.

Výrobce podává žádost o první paralelní připojení výroby k síti u příslušného **PLDS** (dále jen žádost). V případě vnořené výroby připojené prostřednictvím odběrného elektrického zařízení nebo výroby elektřiny jiného účastníka trhu podává žádost o **PPP** k **LDS** tento účastník trhu. **PPP** provádí **PLDS** s tímto účastníkem trhu.

Součástí žádosti o první paralelní připojení výroby elektřiny k síti je:

- potvrzení odborné firmy realizující výstavbu výroby, že vlastní výrobní elektřiny je provedena v souladu s podmínkami stanovenými uzavřenou smlouvou o připojení podle předpisů, norem a zásad uvedených v části 3, stejně jako podle **PPLDS** a této přílohy,
- **PLDS** odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu provedení výroby v jednom vyhotovení v rozsahu podle části 4 Přílohy č. 4 **PPLDS**,
- zpráva o výchozí revizi (příp. další doklad ve smyslu Vyhl. č. 73/2010Sb. [27] pro zařízení třídy I.) elektrického zařízení výroby elektřiny a případně dalšího elektrického zařízení nově uváděného do provozu, které souvisí s uváděnou výrobnou do provozu, bez kterého nelze zahájit proces prvního paralelního připojení.
- protokol o nastavení ochran, pokud není součástí zprávy o výchozí revizi,
- pro výrobní elektřiny s instalovaným výkonem 30 kW a výše místní provozní předpisy; pro výrobní elektřiny do 30kW jsou-li vyžadovány ve smlouvě o připojení.

Na základě žádosti včetně předložených podkladů a po prověření jejich úplnosti, provede **PLDS** ve lhůtě do 30 kalendářních dnů ode dne, kdy mu byla úplná žádost výrobce elektřiny včetně všech dokumentů a podkladů doručena a výrobce splnil podmínky sjednané ve smlouvě o připojení nebo ve smlouvě o uzavření budoucí smlouvy o připojení, za nezbytné součinnosti zástupce výroby elektřiny první paralelní připojení výroby elektřiny k síti. **PLDS** rozhodne, zda proces prvního paralelního připojení výroby elektřiny k distribuční síti proběhne za přítomnosti jeho zástupce nebo zda ho provede jím pověřená odborná firma sama bez přítomnosti zástupce **PLDS**. Před prvním paralelním připojením výroby elektřiny k síti je zapotřebí:

- prohlídka zařízení
- porovnání vybudovaného zařízení s projektovaným
- zkontrolovat přístupnost a funkce spínacího místa v předávacím místě
- zkontrolovat provedení měřicího a účtovacího zařízení podle smluvních a technických požadavků, pokud je již instalováno, případně zkontrolovat provedení přípravy pro instalaci měřicího a účtovacího zařízení podle smluvních a technických požadavků, pokud ještě instalováno není

Dále je také při prvním paralelním připojení k síti zapotřebí:

- uskutečnit funkční zkoušky ochran podle části 8. Ochrany se ověřují buď za skutečných podmínek, nebo simulací pomocí odpovídajících zkušebních přístrojů,
- odzkoušet náběh ochran a dodržení udaných vypínacích časů pro následující provozní podmínky:
  - třífázový výpadek sítě (u sítě nn i jednofázový),
  - správná činnost při OZ (u výroben připojených do sítě vn a 110 kV),
  - odchylky frekvence (simulace zkušebním zařízením)
- u elektroměrů pro dodávku i odběr, pokud je již instalován, provést kontrolu správnosti chodu,
- pokud je výrobní elektřiny vybavena dálkovým ovládním, signalizací, regulací a měřením ověřit jejich funkce z příslušného rozhraní,
- uskutečnit zkoušku nebo předložit protokol o splnění podmínek uvedených v kapitole 9.2
- 9.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVVRT)
- 9.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVVRT)
- 9.2.2.3 Požadavky na zkratový proud výrobních modulů v síti vn a 110 kV
- uskutečnit zkoušku nebo předložit protokol o splnění podmínek uvedených v kapitole 9.3
- 9.3.1 Snížení činného výkonu při nadfrekvenci
- 9.3.2 Snížení činného výkonu při podfrekvenci
- 9.3.2.1 Frekvenční odezva činného výkonu akumulárního zařízení při podfrekvenci
- 9.3.3 Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce P (U)
- uskutečnit zkoušku nebo předložit protokol o splnění požadavků uvedených v kapitole 9.4
- 9.4.4 Řízení jalového výkonu v závislosti na provozních podmínkách
- uskutečnit zkoušku opětovného automatického připojení výroby v čase a podmínkách uvedených v kap. 9.4, příp. v čase definovaném PDS.
- zkontrolovat podmínky pro připojení podle části 10
- zkontrolovat, zda kompenzační zařízení je připojováno a odpojováno s generátorem a zda u regulačních zařízení odpovídá regulace výkonovému rozsahu.

Doporučuje se body zkoušek provádět podle seznamu.

Ochrany mohou být **PLDS** zajištěny proti neoprávněné manipulaci.

O provedení prvního paralelního připojení vyhotoví příslušný provozovatel soustavy nebo jím pověřená odborná firma protokol o prvním paralelním připojení výrobní elektřiny nebo její části k distribuční soustavě (Příloha 4 **PPLDS**, část 17.2), jehož obsah je v souladu s Pravidly provozování lokální distribuční soustavy příslušného provozovatele soustavy a který zašle žadateli o **PPP** v co nejkratší lhůtě, nejpozději do 5 pracovních dnů. Po obdržení protokolu o prvním paralelním připojení podá žadatel žádost o dodávku do **LDS**, popř. distribuci. Po splnění příp. dalších nezbytných podmínek uvedených v protokolu o **PPP**, **PLDS** žádosti vyhoví.

Pokud nejsou žadatelem splněny všechny podmínky prvního paralelního připojení, nebo se v průběhu procesu prvního paralelního připojení zjistí nedostatky na straně žadatele bránící úspěšnému ukončení tohoto procesu, podává žadatel po odstranění nedostatků novou žádost o první paralelní připojení.

Pokud není při prvním paralelním připojení možné provést potřebná měření a posouzení všech provozních stavů (např. v zimním období u **FVE**), včetně měření zpětných vlivů výrobní na **LDS**, může **PLDS** rozhodnout o potřebě ověřovacího provozu a délce jeho trvání. Ověřovací provoz neznamená ztrátu nároku na podporu výroby elektřiny z **OZE**.

## 12.2 OVĚŘOVACÍ PROVOZ

Na základě požadavku výrobce povolí **PLDS** ověřovací provoz výrobní elektřiny. Součástí žádosti o povolení ověřovacího provozu a kontroly a zkoušky při zahájení ověřovacího provozu jsou totožné, jako v části 12.1.

Ověřovací provoz bude časově omezen a bude povolen pouze za účelem uvedení výrobní elektřiny do provozu, provedení potřebných zkoušek a měření a může, na základě rozhodnutí **PLDS**, probíhat bez instalovaného fakturačního měření dodávky do **LDS**.

## 12.3 TRVALÝ PROVOZ VÝROBNY ELEKTŘINY, UZAVŘENÍ PŘÍSLUŠNÝCH SMLUV

Protokol o splnění technických podmínek pro uvedení výrobní elektřiny do provozu se souhlasnými výsledky uvedených kontrol provedených podle části 12.1 je vyžadován při uzavírání smlouvy o připojení. V případě, že **PLDS** rozhodl, že se první paralelní připojení výrobní elektřiny k síti uskuteční bez přítomnosti jeho zástupce, má **PLDS** možnost sám provést dodatečně kontroly a zkoušky uvedené v části 12.1, a to nejpozději ve lhůtě 90 kalendářních dnů od data prvního paralelního připojení výrobní elektřiny k síti, které je zdokumentováno protokolem prováděným podle části 12.1.

V případě, že **PLDS** při této dodatečné kontrole shledá nesoulad aktuálního stavu výrobní elektřiny se skutečnostmi uvedenými v protokolu, stanoví výrobci přiměřenou lhůtu pro odstranění zjištěných nesouladů a závad. V případě shledání vážných závad nebo nesouladů ohrožujících bezpečný a spolehlivý provoz **LDS**, může **PLDS** provést přechodné odpojení výrobní elektřiny od **LDS** do doby, než dojde k odstranění shledaných závad a nesouladů. Pokud k odstranění zjištěných nesouladů a závad nedojde ve stanovené lhůtě a ani v **PLDS** stanoveném náhradním termínu, může **PLDS** v souladu se smluvně sjednanými podmínkami uzavřenou smlouvou o připojení ukončit.

Zařízení potřebná pro paralelní provoz výrobní elektřiny se síti **PLDS** musí výrobce udržovat neustále v bezvadném technickém stavu. Spínače, ochrany a ostatní vybavení pro dálkové řízení podle části 5.1 musí být v pravidelných lhůtách (minimálně jednou za čtyři roky) funkčně přezkoušeny odbornými pracovníky provozovatele výrobní, nebo odborné firmy, Pokud přezkoušení zajišťuje provozovatel výrobní vlastními pracovníky nebo pomocí odborné firmy, může **PLDS** požadovat u zkoušek přítomnost svého zástupce. Výsledek je zapotřebí dokumentovat zkušebními protokoly a na požádání předložit **PLDS**.

Tento protokol má chronologicky doložit předepsané zkoušky a být uložen u zařízení vlastní výrobní. Slouží též jako důkaz řádného vedení provozu (viz část 16.5).

**PLDS** může v případě potřeby požadovat přezkoušení ochrany pro oddělení od sítě a ochrany vazebního spínače. Pokud to vyžaduje provoz sítě, může **PLDS** zadat změněné nastavení pro ochrany.

**PLDS** může v případě potřeby požadovat přezkoušení ochrany pro oddělení od sítě, ochrany vazebního spínače a ostatního vybavení pro dálkové řízení podle části 5.1. Pokud to vyžaduje provoz sítě, může **PLDS** zadat změněné nastavení pro ochrany.

Výrobce je povinen z nutných technických důvodů na žádost **PLDS** odpojit výrobní elektřinu od sítě.

**PLDS** je při nebezpečí nebo poruše oprávněn k okamžitému odpojení výrobní od sítě. Odpojování výroben k provádění provozně nutných činností v síti jsou zpravidla jejich provozovateli oznamována.

Vlastní výrobná smí být - zejména po poruše zařízení **PLDS** nebo výrobce - připojena na síť **LDS** teprve tehdy, když jsou splněny spínací podmínky podle části 10.

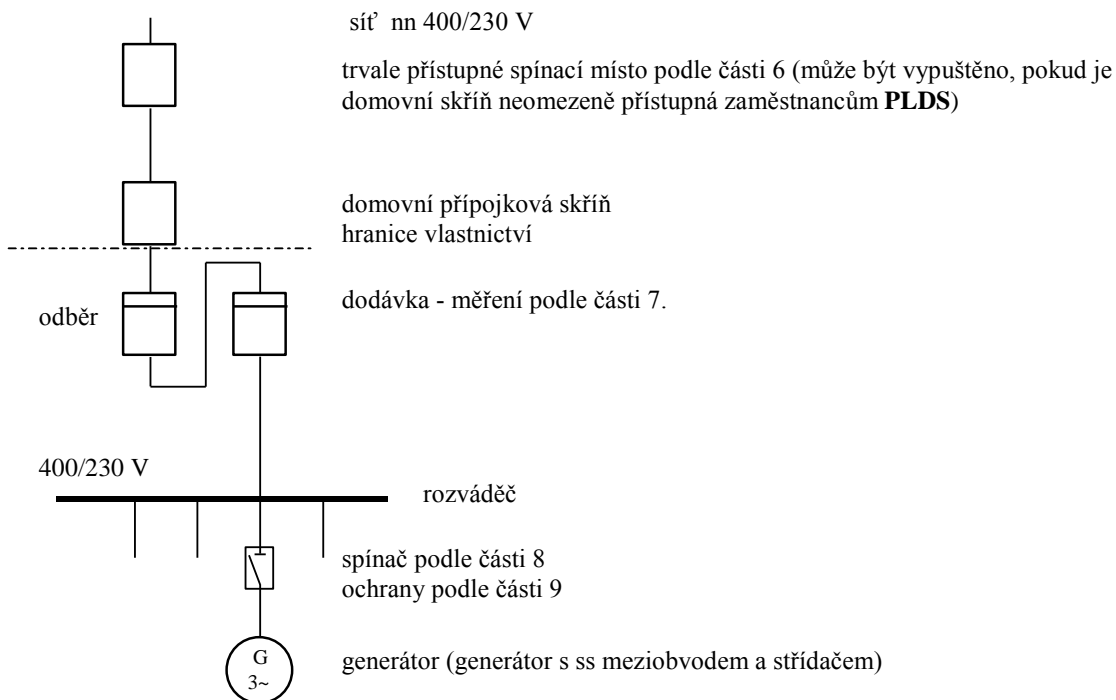
Pověřeným pracovníkům **PLDS** je zapotřebí umožnit v dohodě s výrobcem přístup ke spínacímu zařízení a ochranám podle částí 7 a 8.

Pokud je ke spínání potřebný souhlas, pak uzavře **PLDS** s provozovatelem výrobní odpovídající (dohodu) smlouvu o provozování, ve které jsou vyjmenovány osoby oprávněné ke spínání. Do této dohody je zapotřebí zahrnout i ujednání o poruchové signalizaci, signalizaci odpojení a časech připojování zařízení vlastní výrobní.

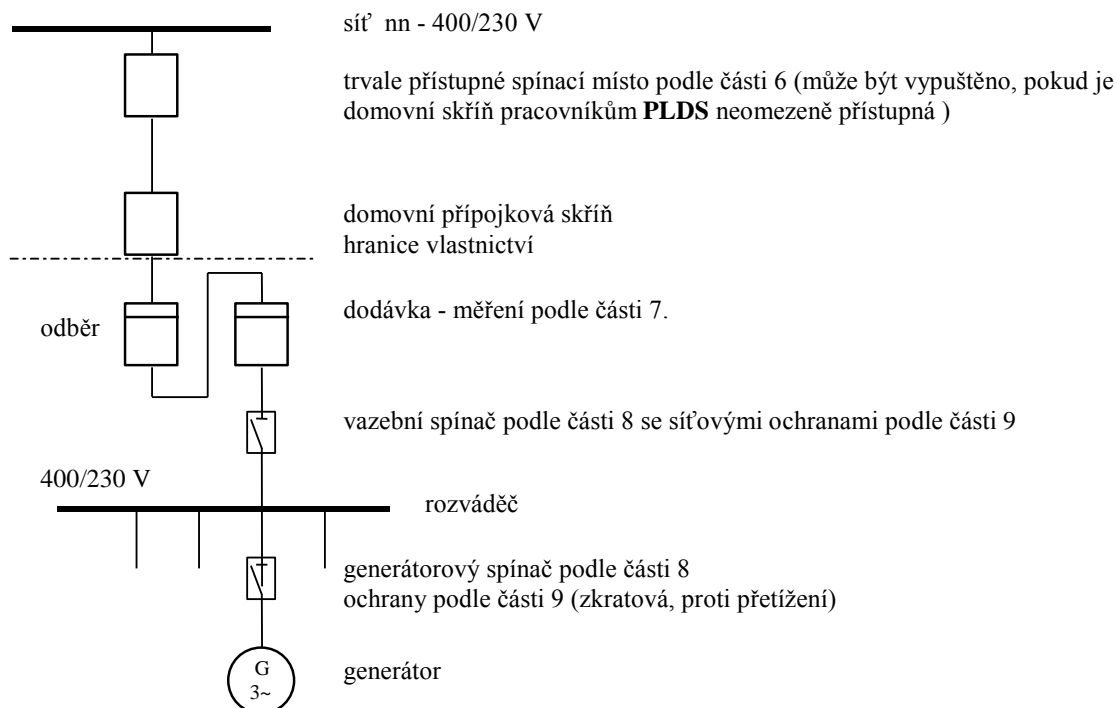
**PLDS** vyrozumí provozovatele výrobní o podstatných změnách ve své síti, které mohou ovlivnit paralelní provoz, jako je např. zvýšení zkratového výkonu.

Provozovatel výrobní musí s dostatečným předstihem projednat s **PLDS** zamýšlené změny zařízení, které mohou mít vliv na paralelní provoz se sítí, jako např. zvýšení nebo snížení výkonu výrobní, výměna ochrany, změny u kompenzačního zařízení.

### 13. PŘÍKLADY PŘIPOJENÍ VÝROBEN ELEKTRINY

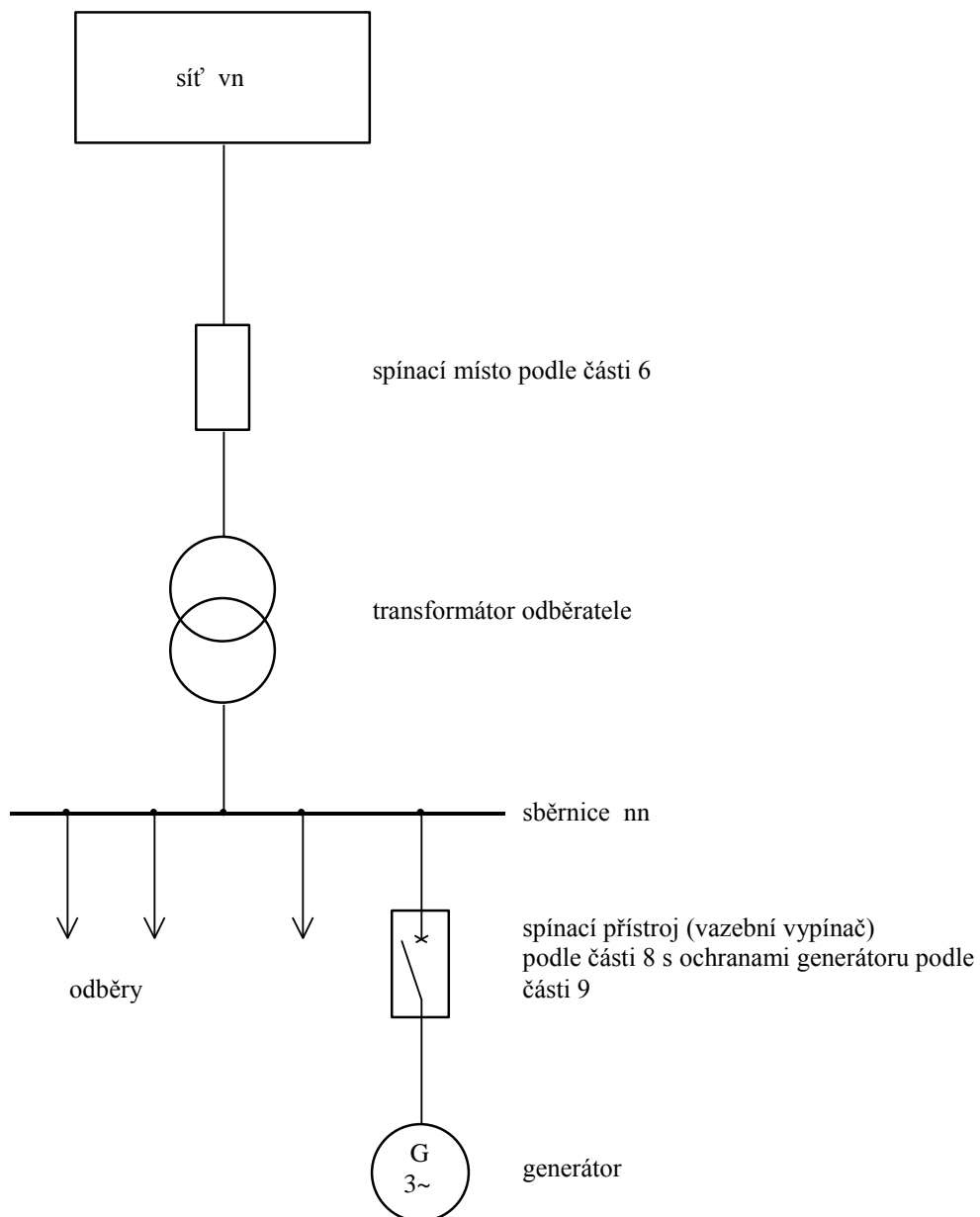


**Příklad 1 Paralelně provozovaná výrobná v síti nn bez možnosti ostrovního provozu**

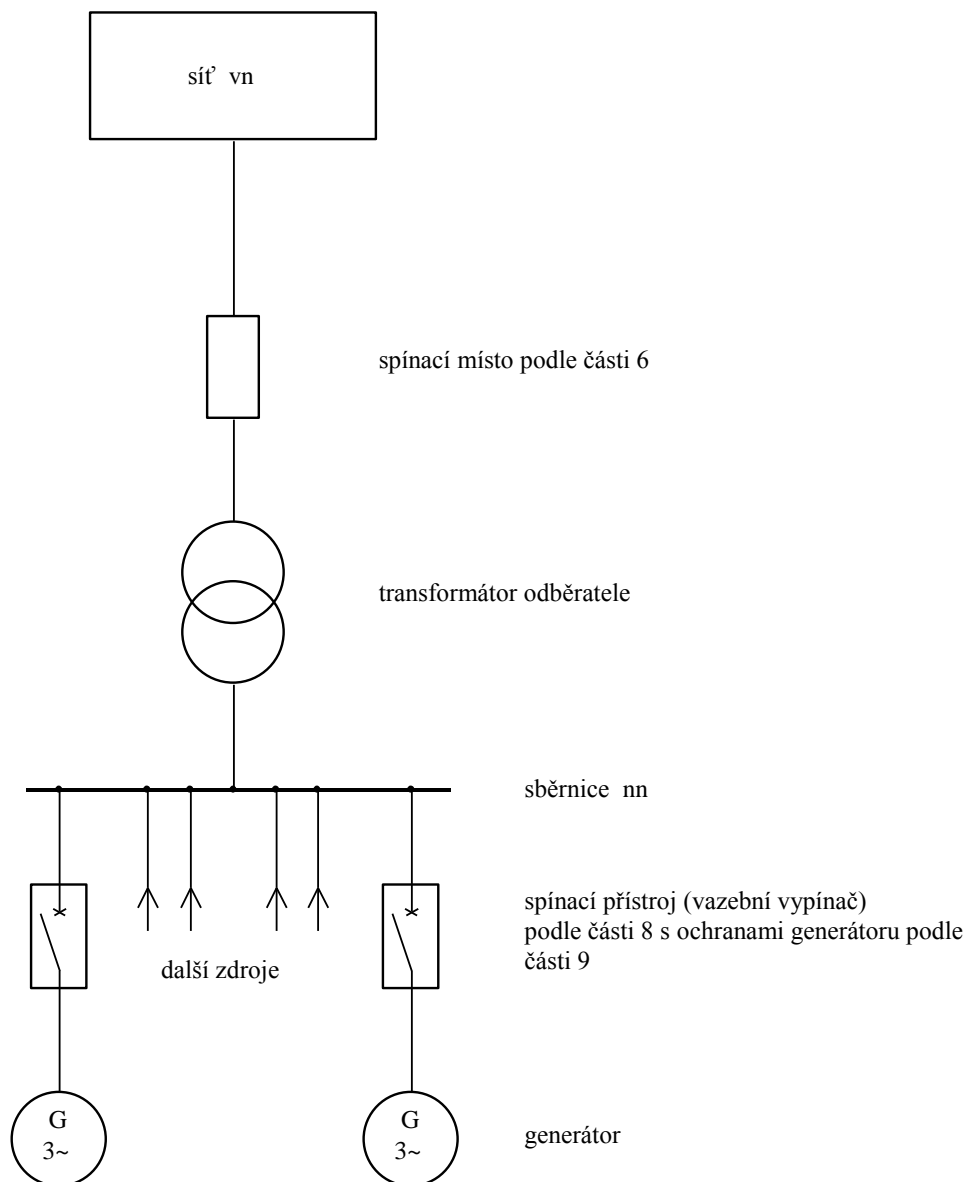


**Příklad 2 Paralelně provozovaná výrobná v síti nn s možností ostrovního provozu**

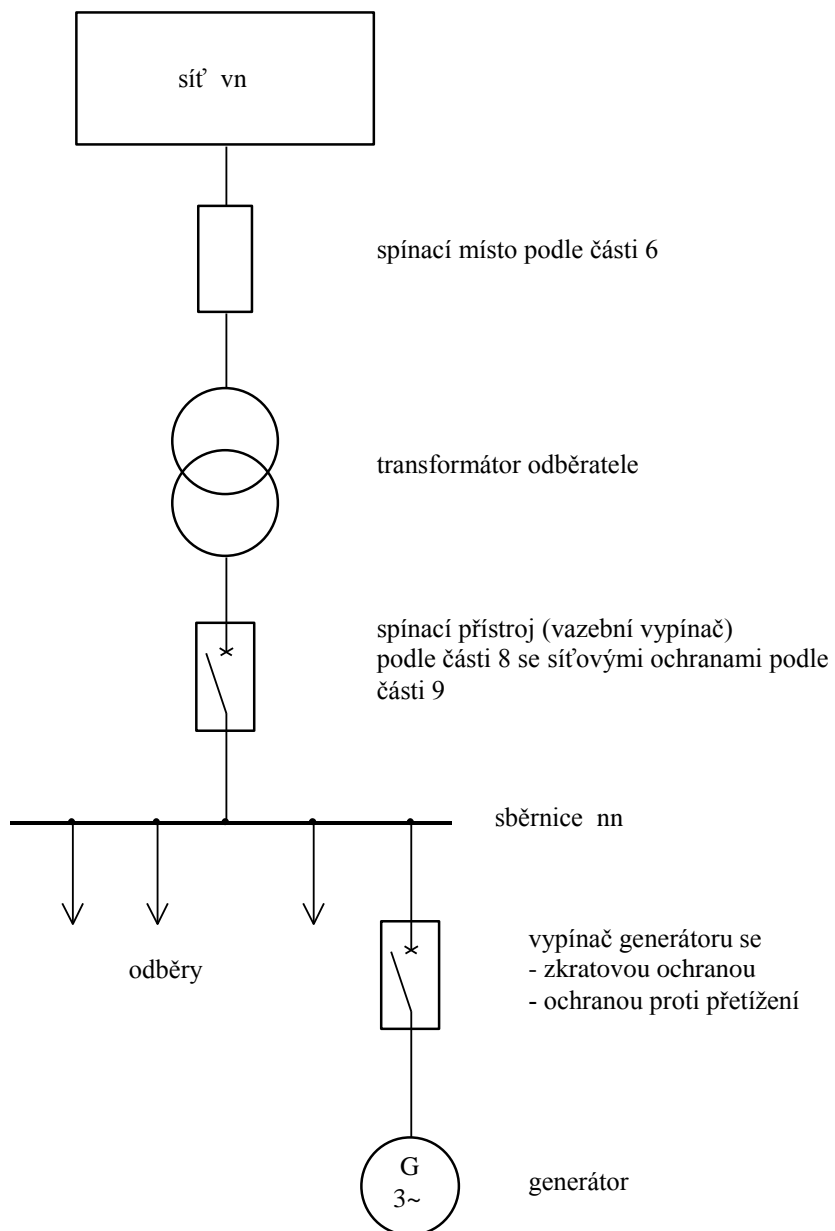




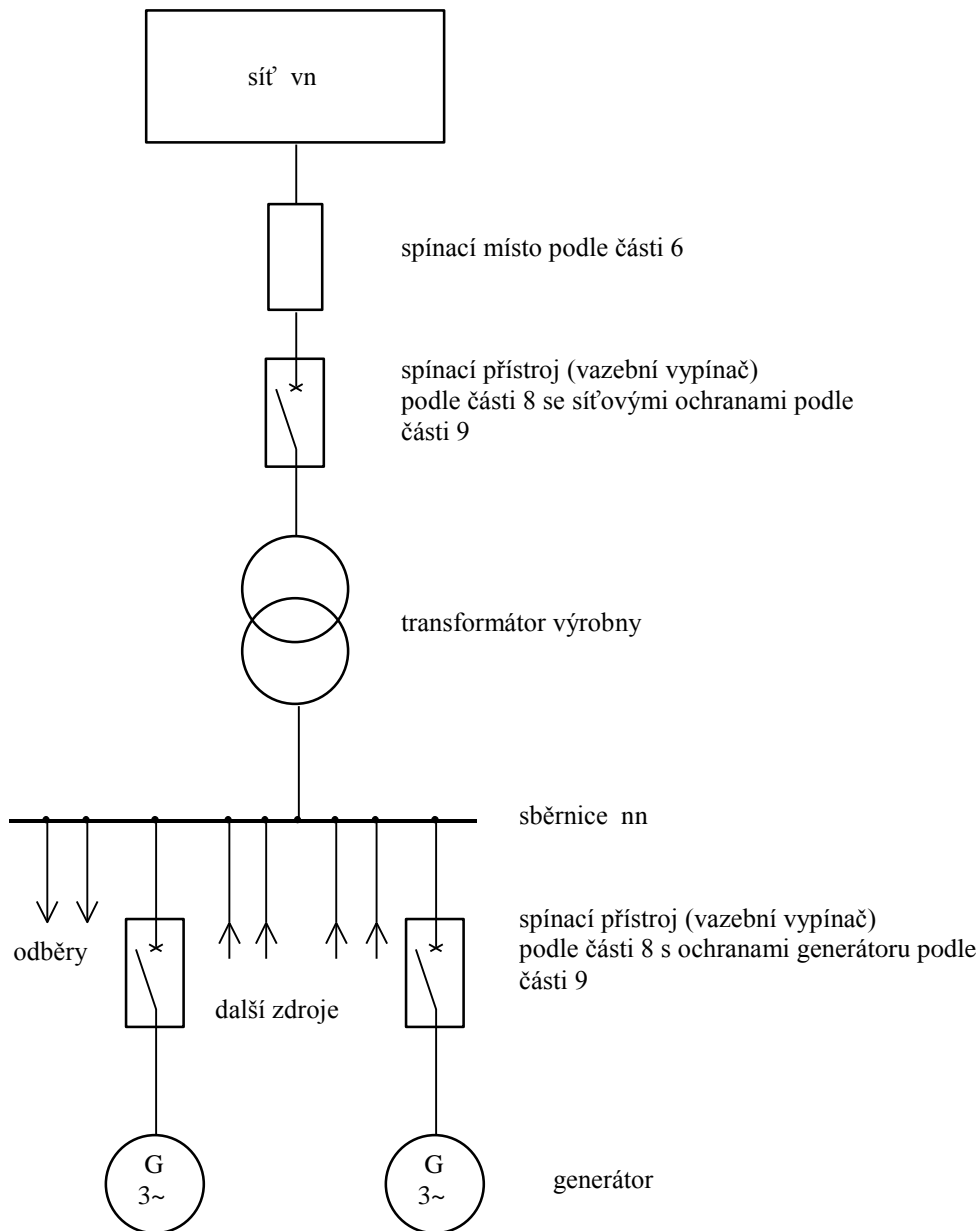
**Příklad 3 Jedna vlastní výroba v paralelním provozu se sítí bez možnosti ostrovního provozu**



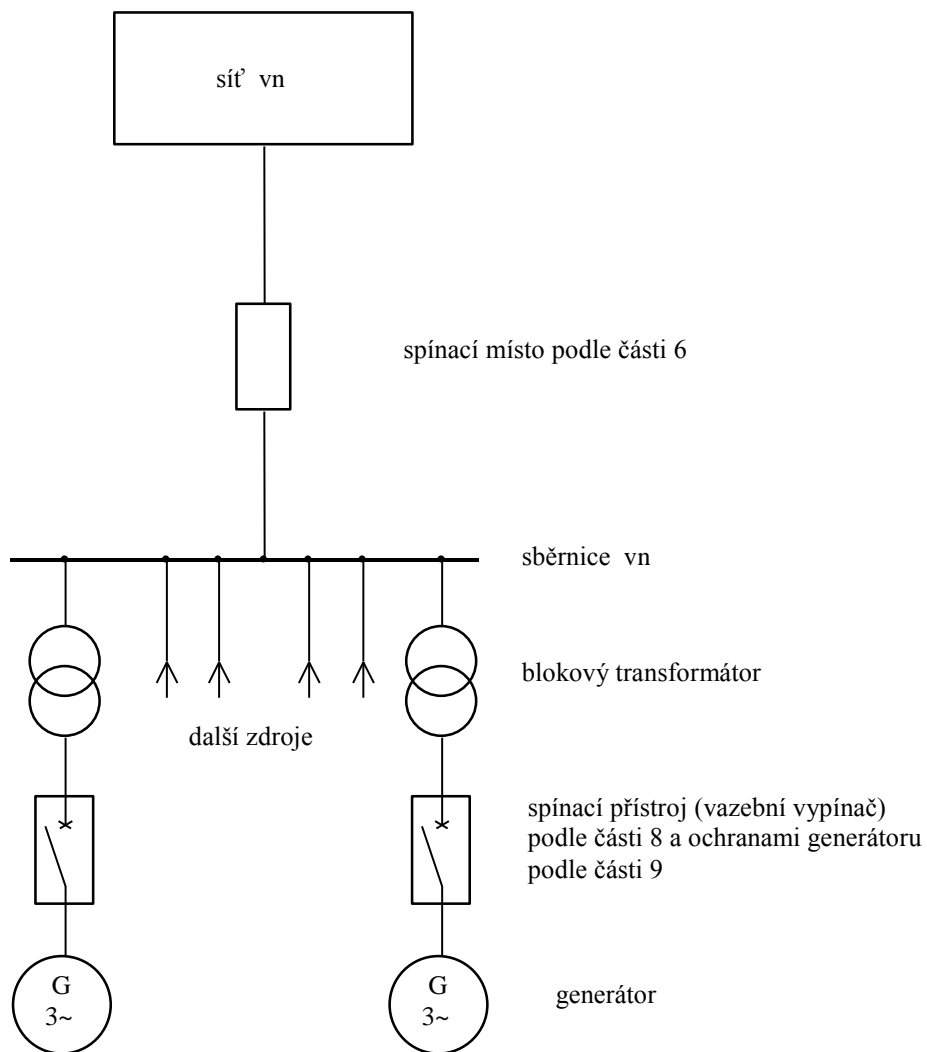
**Příklad 4** Několik vlastních výroben v paralelním provozu se sítí bez možnosti ostrovního provozu



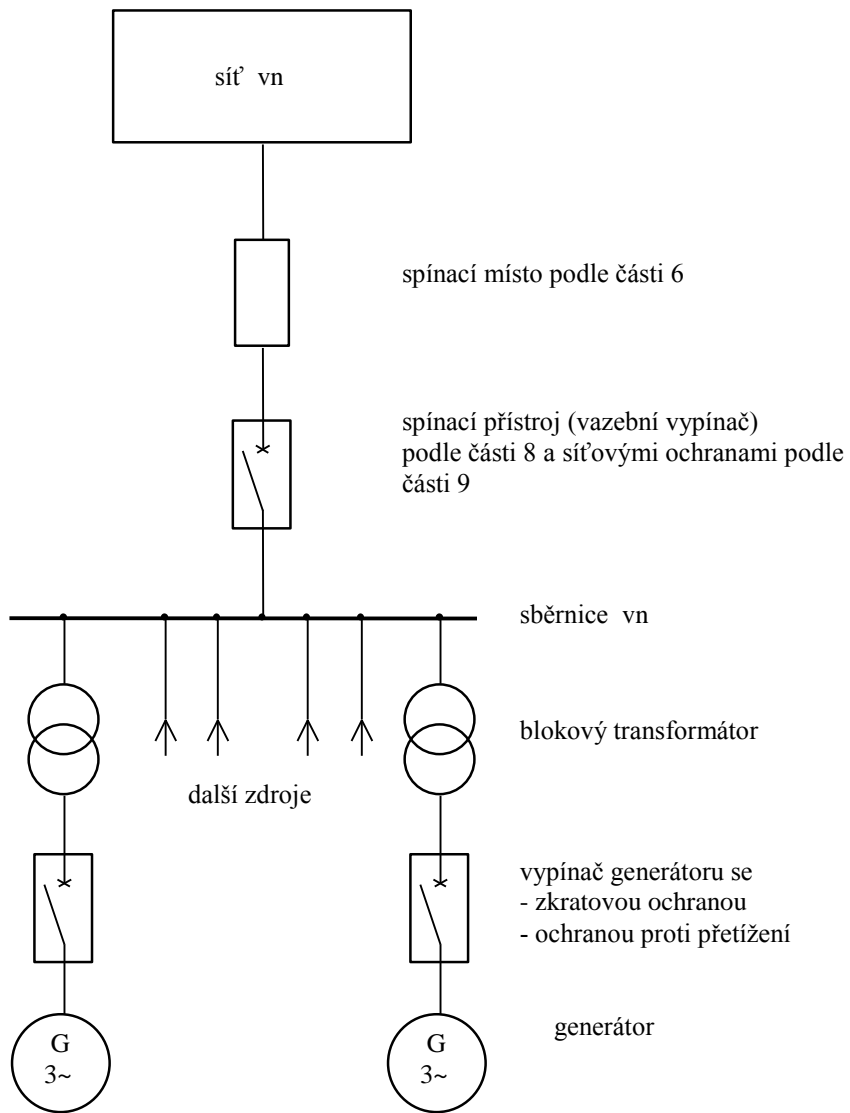
**Příklad 5 Vlastní výroba v paralelním provozu se sítí s možností ostrovního provozu**



**Příklad 6** Několik vlastních výroben v paralelním provozu se sítí s možností ostrovního provozu



**Příklad 7** Několik vlastních výroben v paralelním provozu se sběrnici vn a decentralizovanými vypínači s ochranami



**Příklad 8 Několik vlastních výroben v paralelním provozu se sítí bez možnosti ostrovního provozu, se sběrnicí vn a centrálním vypínačem s ochranami**

## 14. DODATEK

Vysvětlivky k části:

### 3 Všeobecně

Informace ve vysvětlivkách vycházejí z dosavadní praxe a zkušeností PDS.

### 4 Přihlašovací řízení

U vlastních výroben s několika generátory je zapotřebí udat data pro každý jednotlivý pohon i generátor (podrobnosti jsou v části 3.7 **PPLDS**). Souhrnné údaje u zařízení s více generátory nepostačují pro závěrečné posouzení nárazových proudů, časového odstupňování, harmonických a flikru (viz dotazník pro posouzení možnosti připojení).

### 5 Připojení k síti

Aby bylo zajištěno dostatečné dimenzování zařízení, musí být v každém případě proveden výpočet zkratových poměrů ve společném napájecím bodě. Zkratová odolnost zařízení musí být vyšší, nejvýše rovna největšímu vypočtenému celkovému zkratovému proudu.

Podle síťových poměrů i druhu a velikosti zařízení vlastní výrobní musí dělicí spínací místo vykazovat dostatečnou vypínací schopnost (odpínač nebo vypínač).

### 7 Spínací zařízení

Při dimenzování spínacího zařízení je zapotřebí brát ohled na to, že zkrat je napájen jak ze sítě **PLDS**, tak z vlastní výrobní. Celková výše zkratového proudu závisí tedy jak na příspěvku ze sítě **PLDS**, tak z vlastní výrobní. U větších generátorů je všeobecně požadován výkonový vypínač.

Spínač ke spojení vlastní výrobní se sítí **PLDS** slouží jako trvale přístupné spínací místo (viz část 5). Uspořádání spínačů je závislé na zapojení, vlastnických i provozních poměrech v předávací stanici. Bližší stanoví **PLDS** ve smlouvě.

U zařízení, která nejsou určena pro ostrovní provoz, mohou být použity generátorové vypínače ke spojování a synchronizaci, stejně jako k vypínání ochranami, tedy jako dělicí vypínače k síti.

U zařízení schopného ostrovního provozu (viz příklady provedení 14.5 a 14.6) slouží synchronizační vypínač mezi spínacím místem podle části 5 a zařízením výrobní k vypínání, ke kterému může dojít činností ochran při jevech vyvolaných v síti **LDS**. Funkce vazebního a synchronizačního vypínače je zapotřebí specifikovat jako součást smlouvy o způsobu provozu.

Výpadek pomocného napětí pro ochrany a spínací přístroje musí vést automaticky k vypnutí vlastní výrobní, protože jinak při poruchách v síti **LDS** nedojde k působení ochran a vypnutí.

### 8 Ochrany

Ochrany v dělicím bodě mají zabránit nežádoucímu napájení (s nepřipustným napětím nebo frekvencí) části sítě oddělené od ostatní napájecí sítě z vlastní výrobní, stejně jako napájení poruch v této síti.

U třífázových generátorů připojených na třífázovou síť vede nerovnováha mezi výrobou a spotřebou činného výkonu ke změně otáček a tím frekvence, zatímco nerovnováha mezi vyráběnou a spotřebovávanou jalovou energií je spojena se změnou napětí. Proto musí u těchto generátorů být sledována jak frekvence, tak i napětí.

Kontrola napětí je třeba třífázová, aby bylo možné s jistotou rozpoznat i jednopólové poklesy napětí.

Zpoždění vypínání podpětovou a přepětovou ochranou musí být krátké, aby ani při rychlých změnách napětí nedošlo ke škodám na zařízení dalších odběratelů nebo na zařízení vlastní výrobní. Při samobuzení asynchronního generátoru může svorkové napětí během několika period dosáhnout tak vysoké hodnoty, že nelze vyloučit poškození provozovaných zařízení. Časy zpoždění do 3 s udané v této příloze **PPLDS** je tedy možné použít jen ve výjimečných případech.

Generátory připojené přes střídače nereagují na nevyrovanou bilanci činného výkonu automaticky odpovídající změnou frekvence. Proto u nich stačí podpětová a přepětová ochrana. Oddělená kontrola frekvence jako ochrana pro oddělení není u zařízení se střídači bezpodmínečně nutná; obecně postačuje integrované sledování frekvence v řízení střídače s rozběhovými hodnotami podle části 8.

Nezpožděným odpojením vlastní výrobní při OZ jsou chráněny synchronní generátory před zapnutím v protifázi po automatickém znovuzapnutí po beznapětové přestávce. Také účinnost OZ je zajištěna pouze tehdy, když při beznapětové pauze síť není napájena. Proto musí být součet vypínacího času ochrany a vlastního času spínače zvolen tak, aby beznapětová pauza při OZ nebyla podstatněji zkrácena.

Ochrany pro nezpožděné vypnutí při OZ (relé na skokovou změnu vektoru a výkonu, popř. směrová nadproudová ochrana) nejsou náhradou za požadované napěťové a frekvenční ochrany. Při jejich nastavení je zapotřebí brát v úvahu reakci na kolísání zatížení v zařízení vlastní výroby a přechodné jevy v síti. U zařízení schopných ostrovního provozu je jejich hlavní funkcí rozpoznat ostrovní provoz (s částí sítě **PLDS**), vypnout vazební vypínač a tím zamezit pozdějšímu nesynchronnímu sepnutí ostrovní sítě a sítě **PLDS**. Vypínací časy těchto ochrany je zapotřebí sladit s odpovídajícími časy napěťových a frekvenčních relé.

K vymezení části zařízení se zemním spojením může být požadováno vybavení zemním směrovým relé. Tato relé mají být zapojena pouze na signál.

Ze smluvních důvodů nebo k zabránění přetížení zařízení mohou být požadovány ochrany pro omezení napájení do sítě. Nasazení odpovídajících ochrany a jejich nastavení je zapotřebí odsouhlasit s **PLDS**.

## 9 Kompenzace jalového výkonu

K zamezení vysokých ztrát činného výkonu je zapotřebí usilovat o účinník přibližně 1. V distribuční síti **PLDS** s vysokým podílem kabelů a s kondenzátory stávajících kompenzačních zařízení může celkový účinník ležet v kapacitní oblasti. Pak může být žádoucí zabránit, aby vlivem kompenzačního zařízení odběratele kapacitní výkon v síti dále nerostl. Proto může **PLDS** v jednotlivých případech, např. u malých asynchronních generátorů, od požadavku na kompenzační zařízení upustit. Je rovněž třeba vyšetřit, zda požadovat jednotlivou, skupinovou nebo centrální kompenzaci.

K zamezení nadbytečných ztrát ve vedení je zapotřebí usilovat o minimalizaci jalového výkonu - jinak vyjádřeno - při významném výkonu o účinník  $\lambda = \cos \varphi$  přibližně 1. Protože pro tento požadavek je určující údaj jalového elektroměru, neznamená případná významná odchylka účinníku od 1 v době nízkého činného výkonu porušení této zásady.

Při využití kompenzačních kondenzátorů je zapotřebí si uvědomit, že v každé síti dochází při frekvenci vyšší než 50 Hz k paralelní rezonanci mezi rozptylovou reaktancí napájecího transformátoru a součtem všech síťových kapacit, při které zejména v době slabého zatížení může dojít ke zvýšení impedance sítě. Připojením kompenzačních kondenzátorů se tato rezonanční frekvence posune k nižším kmitočtům. To může v některých sítích vnést ke zvýšení napětí harmonických v síti. K zabránění lze kondenzátory zahradit předřazením indukčnosti (nelze vždy dodatečně, protože se zvýší napětí na kondenzátorech). Vzhledem k možnému sacímu účinku na místně použité frekvenci **HDO** je nutný souhlas příslušného **PLDS**.

Při vypínání může zůstat v kondenzátorech náboj, který bez vybíjecích odporů může způsobit vyšší dotykové napětí, než je přípustné podle [18]. Při opětovném zapnutí ještě nabitého kondenzátoru může též dojít k jeho poškození. Proto jsou zejména u vyšších výkonů potřebné vybíjecí odpory, případně lze využívat k vybíjení vhodně zapojené přístrojové transformátory napětí.

### Potřeba jalového výkonu asynchronních generátorů

Potřebný jalový výkon asynchronního generátoru je cca 60 % dodávaného zdánlivého výkonu. Nemá-li být tento jalový výkon dodáván ze sítě **PLDS**, je třeba pro kompenzaci připojit paralelně ke generátoru odpovídající kondenzátory. Protože asynchronní generátor smí být připojen k síti pouze v beznapěťovém stavu, nesmějí být příslušné kondenzátory připojeny před připojením generátoru. K tomu může být zapínací povel odvozen např. od pomocného kontaktu vazebního vypínače. Při vypnutí generátoru je zapotřebí pro ochranu před samobuzením generátoru a ochranu před zpětným napětím kondenzátory odpojit.

### Potřeba jalového výkonu synchronních generátorů

U synchronních generátorů může být  $\cos \varphi$  nastaven buzením. Podle druhu a velikosti výkonu pohonu je buď postačující konstantní buzení, nebo je zapotřebí regulátor na napětí nebo  $\cos \varphi$ .

### Potřeba jalového výkonu u střídačů

Vlastní výroby provozované se střídači řízenými síťovou frekvencí mají spotřebu jalového výkonu odpovídající přibližně asynchronnímu generátoru. Proto pro kompenzaci těchto střídačů platí stejné podmínky jako u asynchronních generátorů.

Vyroby se střídači s vlastní synchronizací mají nepatrnou spotřebu jalového výkonu, takže kompenzace jalového výkonu se u nich obecně nepožaduje.

## 10 Podmínky pro připojení

Po vypnutí ochranou smí být vlastní výroba zapnuta teprve tehdy, když je odstraněna porucha, která vedla k vypnutí. Po pracích na zařízení výroby a síťovém přívodu je zapotřebí především přezkoušet správný sled fází.

Po vypnutí vlastní výroby pracovníky **PLDS** (viz část 13) je opětovné zapnutí zapotřebí dohodnout s příslušným pracovištěm **PLDS**.

Zpoždění před opětovným připojením generátoru a odstupňování časů při připojování více generátorů musí být tak velká, aby byly jistě ukončeny všechny regulační a přechodové děje (cca 5 s).

Proud při motorickém rozběhu je u asynchronních strojů několikanásobkem jmenovitého proudu. S ohledem na vysoké proudy a napěťové poklesy v síti (flikr) se motorický rozběh generátorů obecně nedoporučuje.



Ke stanovení podmínek pro synchronizaci musí mít synchronizační zařízení měřicí část, obsahující dvojitý měřič frekvence, napětí a měřič diferenčního napětí. Přednostně se doporučuje automatická synchronizace. Pokud vlastní zdroj není vybaven dostatečně jemnou regulací a dochází k hrubé synchronizaci, je zapotřebí jej vybavit tlumivkou na omezení proudových nárazů.

U střídačových zařízení je zapotřebí zabezpečit řízením tyristorů, aby střídač před připojením byl ze strany sítě bez napětí.

## 11 Zpětné vlivy

Zpětné vlivy na LDS se u vlastních výroben projevují především jako změny napětí a harmonické.

Bezprostředně pozorovatelné účinky jsou např.:

- kolísání jasu (flickr) žárovek a zářivek
- ovlivnění zařízení dálkové signalizace a ovládání, zařízení výpočetní techniky, ochranných a měřicích zařízení, elektroakustických přístrojů a televizorů
- kývání momentu u strojů
- přídatné oteplení kondenzátorů, motorů, filtračních obvodů, hradících tlumivek, transformátorů
- vadná činnost přijímačů HDO a elektronického řízení.

Zpětné vlivy na LDS se mohou projevovat následujícím způsobem:

- zhoršením účinníku
- zvýšením přenosových ztrát
- ovlivněním zhášení zemních spojení.

### a) Změny napětí

Maximální přípustné změny napětí jsou závislé na četnosti jejich výskytu (křivka flickru). Podrobnosti jsou v [8, 10]. Měřítkem a kritériem pro posuzování je míra vjemu flickru  $P_{lt}$  ( $A_{lt}$ ). Ten se zjišťuje buď měřením skutečného zařízení ve společném napájecím bodu, nebo předběžnými výpočty.

$P_{lt}$  je závislý na:

- zkratovém výkonu  $S_{KV}$
- úhlu  $\psi_{KV}$  zkratové impedance
- jmenovitému výkonu generátoru
- činiteli flickru zařízení  $c$
- a při podrobnějším vyšetřování i na jalovém výkonu zařízení, vyjádřeném fázovým úhlem  $\varphi_1$ .

**Činitel flickru zařízení  $c$**  charakterizuje spolu s fázovým úhlem i specifické schopnosti příslušného zařízení produkovat flickr. Obě hodnoty udává buď výrobce zařízení, nebo nezávislý institut a mají význam především u větrných elektráren. Činitel flickru zařízení s generátorem může být stanoven měřením flickru za reálných provozních podmínek, ze kterých jsou vyloučeny spínací pochody. Je účelné takové měření provádět v síti s odporově-induktivní zkratovou impedancí, ve které vlastní výrobná nevyvolává větší změny napětí než 3 až 5 %, jak se to doporučuje pro měření zpětných vlivů [13, 14].

Činitel flickru  $c$  získáme z měření rušivého činitele flickru  $P_{lt}$  s uvažováním výkonu generátoru  $S_{rG}$  a fázového úhlu generátorového proudu

$$c = P_{lt\,nam} \cdot \frac{S_{KV}}{S_{rG} \cos(\psi_{KV} - \varphi_1)}, \quad (27)$$

- kde:  $\psi_{KV}$  je fázový úhel síťové impedance při měření v odběratelsky orientovaném systému, tj.  $-90^\circ < \psi_{KV} < +90^\circ$  (při induktivní impedanci je  $\psi_{KV} > 0$ )
- $\varphi_1$  fázový úhel proudů generátoru- přesněji : změny proudu- proti generátorovému napětí ve zdrojově orientovaném (obvyklém u generátorů) systému, tj.  $-90^\circ < \varphi_1 < +90^\circ$  (pokud se generátor chová jako induktivní odběratel, tj. např. asynchronní generátor, pak je  $\varphi_1 > 0$ ).

Určení fázového úhlu  $\varphi_1$  vyžaduje přesné měření velikosti a fáze proudu generátoru. Výpočetně se určí  $\varphi_1$  rozptýlených zdrojů z měření kolísání činného výkonu  $\Delta P$  a kolísání jalového výkonu  $\Delta Q$ :

$$\varphi_1 = \arctan \frac{\Delta Q}{\Delta P}, \quad (28)$$

- kde:  $\Delta P > 0$  činný výkon vyráběný vlastní výrobnou  
 $\Delta Q$  jalový výkon vyvolaný vlastní výrobnou se znaménkem, definovaným následujícím způsobem:

$\Delta Q > 0$  když se vlastní výroba chová jako induktivní odběratel, tj. např. asynchronní generátor, nebo podbuzený synchronní generátor

$\Delta Q < 0$  když se vlastní výroba chová jako kapacitní odběratel, tj. např. přebuzený synchronní generátor.

Absolutní hodnota součinitele flikru  $c$  a fázový úhel  $\varphi_i$  komplexní veličiny  $\mathbf{c}$  popisují účinek flikru vlastní výroby.

S přihlédnutím ke zkratovému výkonu  $S_{KV}$  a úhlu zkratové impedance  $\psi_{KV}$  v předpokládaném společném napájecím bodu se vypočte činitel dlouhodobého rušení flikrem, způsobený vlastní výrobou

$$P_{lt} = \left[ c \cdot \frac{S_{rA}}{S_{KV}} \cos(\psi_{KV} + \varphi_i) \right] . \quad (29)$$

Tento vztah poskytuje menší, ale přesnější hodnoty činitele flikru, než odhad podle rovnice (20) v části 12.

Kdyby v rozsahu úhlů  $\psi_{KV} - \varphi_i \approx 90^\circ$  klesl  $\cos(\psi_{KV} - \varphi_i)$  pod hodnotu 0.1, pak je i přesto zapotřebí dosadit minimální hodnotu 0.1, protože jinak by mohly vyjít nereálně nízké hodnoty flikru. Pokud není úhel síťové impedance příliš velký ( $\psi_{KV} < 60^\circ$ ), pak lze podle okolností vliv úhlu  $\varphi_i$  zanedbat.

Pokud je hodnota činitele flikru  $c$  nějakého zařízení pod 20, pak není zapotřebí připojení s ohledem na flikr nijak zvlášť přezkušovat, protože podmínky připojení podle části 10 představují přísnější kritérium.

Činitel flikru zařízení  $c$  je závislý především na stejnoměrnosti chodu daného zařízení, na kterou opět mají vliv další parametry:

- turbinami poháněné generátory (např. vodními, parními nebo plynovými) mají obecně hodnoty  $c$  menší než 20 a nejsou proto pokud jde o flikr kritické
- u pístových motorů má na hodnotu  $c$  vliv počet válců
- čím větší je rotující hmota, tím menší je činitel flikru
- u fotočlávkových zařízení nejsou k dispozici naměřené hodnoty  $c$ , žádné kritické působení flikru se však neočekává.

Při posuzování flikru bývají kritické větrné elektrárny, protože podle zkušeností jsou jejich činitele flikru  $c$  až 40. Pro větrné elektrárny platí:

- čím je větší počet rotujících listů, tím menší je činitel flikru  $c$
- u zařízení se střídači je tendence k nižším hodnotám  $c$ , než u zařízení s přímo připojenými asynchronními resp. synchronními generátory.

Pokud pracuje více různých generátorů (např. v parku větrných elektráren) do stejného společného napájecího bodu, pak je zapotřebí pro toto zařízení použít výsledný činitel flikru podle následujícího vztahu:

$$c_{res} = \frac{\sqrt{\sum (c_i \cdot S_{rGi})^2}}{\sum S_{rGi}} . \quad (30)$$

Pokud zařízení sestává ze stejných generátorů, pak se předcházející rovnice zjednoduší na:

$$c_{res} = \frac{c}{\sqrt{n}} . \quad (31)$$

Odtud je zřejmé, že u zařízení, která sestávají z více generátorů, dochází k určité "kompenzaci" flikru jednotlivých generátorů.

## b) Harmonické

### výrobní v síti nn

Pokud je v zařízení se střídači použit šestipulzní usměrňovač s induktivním vyhlazováním bez zvláštních opatření ke snížení vyšších harmonických (jednoduché trojfázové můstkové zapojení), přípustné velikosti harmonických nebudou překročeny, pokud je splněna následující podmínka:

$$\frac{S_{rA}}{S_{KV}} < \frac{1}{120} . \quad (32)$$

V sítích s nízkým až průměrným zatížením harmonickými není zapotřebí očekávat při provozu vlastních výroben rušivá napětí harmonických, pokud součet jmenovitých výkonů těchto zařízení  $S_{rA}$  splňuje následující podmínku:

$$\frac{\Sigma S_{IA}}{S_{KV}} < \frac{1}{60}. \quad (33)$$

Pokud jde o zemnění uzlu v třífázovém systému, je zapotřebí si uvědomit, že proudy třetí harmonické a jejích násobků mají ve všech fázových vodičích stejný směr (nulový systém) a tudíž se v uzlu sčítají. Ve středním vodiči tekou proto trojnásobky těchto harmonických proudů. Při izolovaném uzlu se třetí harmonická v proudou nemůže vyvinout.

Pokud je střední vodič vyveden a připojen pro umožnění ostrovního provozu, mohou být použita např. tato opatření:

- vyšší průřez vodiče pro připojení uzlu
- zabudování tlumivky do uzlu (která nesmí ovlivnit činnost zkratových ochran při jednopólových zkratech)
- automatické přerušení spojení uzlu se sítí při paralelním provozu klidovým kontaktem vazebního spínače.

#### **výrobní v síti vn**

Zkratové výkony používané k výpočtu přípustných proudů harmonických v sítích vn mohou ležet v rozsahu 20 až 500 MVA. Je zapotřebí dávat pozor, aby se nepoužívala jmenovitá zkratová odolnost zařízení vn, ale skutečný zkratový výkon ve společném napájecím bodě. Očekávané proudy vyšších harmonických mohou být zjištěny např. v rámci měření slučitelnosti se sítí.

Napětí harmonických 5. řádu vyvolané výrobnou mohou být podle [8] maximálně 50 % mezních hodnot, určených pro proudy podle Tab. 2.

Pokud jsou proudy harmonických zařízení nižší než přípustné proudy, pak je zajištěno, že jimi vyvolaná napětí harmonických v síti nejsou větší, než v předchozím uvedené hodnoty. To platí za předpokladu induktivní impedance sítě, která znamená, že u žádné z harmonických uvedených v Tab. 2 nenastává rezonance.

Při překročení přípustných proudů je zapotřebí nejprve vypočítat vyvolaná napětí harmonických při uvažování skutečné impedance sítě (viz [8]). Protože mnoho sítí vn vykazuje již pro harmonické poměrně nízkých řádů kapacitní impedanci, jsou výše uvedené přípustné hodnoty napětí harmonických 0,1 %  $U_n$  dosaženy teprve při vyšších proudtech, než vypočtených podle Tab. 2.

Pouze tehdy, když jsou vypočtená napětí harmonických vyšší než výše uvedené meze, přicházejí mj. v úvahu následující opatření:

- zabudování filtrů harmonických
- připojení v místě s nižší impedancí sítě (vyšším zkratovým výkonem).

Dále je zapotřebí doporučit a v jednotlivých případech přezkušovat, zda mají být použity u zařízení se střídači od cca 100 kVA (jmenovitý výkon) dvanáctipulsní a u zařízení nad 2 MVA (jmenovitý výkon) dvacetičtyřpulsní usměrňovače. Tím se snižují proudy harmonických a návažně i náklady na kompenzační zařízení. Údaje o proudtech harmonických má dodávat výrobce zařízení.

U zařízení se střídači s modulací šířkou pulsu ve frekvenčním rozsahu nad 1 kHz je zapotřebí předložit protokoly o analýze maximálních proudů harmonických při různých výkonech.

Harmonické vyšších frekvencí, tzn. v rozsahu nad 1 250 Hz, mohou vystupovat za určitých okolností, např. při slabě tlumených rezonancích částí sítě, vyvolaných při komutacích. V těchto případech musí být přijata zvláštní opatření, popsaná blíže v [8].

#### **Zpětné vlivy na zařízení HDO**

Sací obvody pro snížení harmonických nebo kompenzační kondenzátory vn nebo vvn s předřadnými tlumivkami vyvolávají často snížení hladiny signálu **HDO** pod dovolenou mez. V těchto případech může pomoci vhodné naladění sacích obvodů nebo zvýšení činitele  $p$  předřadných tlumivek kondenzátorových baterií. Případně musí být použity hradící členy pro tónovou frekvenci. **PLDS** udává v těchto případech podle [14] minimální impedanci zařízení zákazníka na frekvenci **HDO**, kterou je tento povinen dodržet.

Generátory a motory zatěžují napětí tónové frekvence subtransientní reaktancí a mohou tak rovněž vyvolat nepřipustné snížení hladiny signálu. I zde jsou podle okolností potřebné hradící členy nebo podpůrné vysílače **HDO**.

Z těchto důvodů může **PLDS** požadovat i dodatečně u kompenzačního zařízení zahrazení kondenzátorů nebo jiné technické opatření, která musí provozovatel vlastní výroby zabudovat.

## 15. LITERATURA

- [1] Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (Energetický zákon) v platném znění
- [2] Vyhláška ERÚ č. 16/2016 Sb., ze dne 22.1.2016 o Podmínkách připojení k elektrizační soustavě
- [3] ČSN EN 50160 (33 0122): Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě
- [4] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631 ze dne 14. dubna 2016, kterým se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení výroben k elektrizační soustavě
- [5] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/1388 ze dne 17. srpna 2016, kterým se stanoví kodex sítě pro připojení spotřeby
- [6] ČSN EN 61000-2-2 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 2-2: Prostředí - Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích nízkého napětí
- [7] ČSN EN 61400-21 (33 3160): Větrné elektrárny - Část 21: Měření a vyhodnocení charakteristik kvality elektrické energie větrných turbín připojených k elektrické rozvodné soustavě
- [8] PNE 33 3430-0: Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav
- [9] PNE 33 3430-1: Parametry kvality elektrické energie - Část 1: Harmonické a meziharmonické
- [10] PNE 33 3430-2: Parametry kvality elektrické energie - Část 2: Kolísání napětí
- [11] PNE 33 3430-3: Parametry kvality elektrické energie - Část 3: Nesymetrie a změny kmitočtu napětí
- [12] PNE 33 3430-4: Parametry kvality elektrické energie - Část 4: Poklesy a krátká přerušování napětí
- [13] PNE 33 3430-5: Parametry kvality elektrické energie - Část 5: Přechodná přepětí – impulsní rušení
- [14] PNE 33 3430-6: Parametry kvality elektrické energie - Část 6: Omezení zpětných vlivů na hromadné dálkové ovládání
- [15] PNE 33 3430-7: Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě
- [16] ČSN 33 3080: Kompenzace indukčního výkonu statickými kompenzátory
- [17] ČSN 33 2000-4-41ed. 2: Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- [18] ČSN EN 61936-1: Elektrické instalace nad AC 1 kV Část 1: Všeobecná pravidla
- [19] Vyhláška MPO č. 79/2010 Sb., ze dne 18.3.2010, o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení
- [20] ČSN EN 50 438 ed.2 Požadavky na paralelní připojení mikrogenerátorů s veřejnými distribučními sítěmi nízkého napětí
- [21] Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb
- [22] VYHLÁŠKA ERÚ č. 408/2015 Sb., ze dne 30. 12. 2015 o Pravidlech trhu s elektřinou
- [23] ČSN EN 61000-3-2 Ed.2 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3 - 2: Meze pro emise harmonického proudu (zařízení se vstupním fázovým proudem do 16 A včetně)
- [24] ČSN EN 61000-3-12 ed.2: Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-12: Meze harmonických proudu způsobených zařízením se vstupním fázovým proudem >16 A a ≤75 A připojeným k veřejným sítím nízkého napětí
- [25] Vyhláška ERÚ č. 540/2005 Sb. O kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice
- [26] ČSN EN ISO/IEC 17025 Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
- [27] Vyhláška č. 73/2010 Sb., o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních)
- [28] DRAFT EN 50439-1: Requirements for generators to be connected to distribution networks - 4 Part 1 connection to a LV distribution network – Generating plants of Type B and 5 smaller
- [29] PNE 33 3430-8-1 Požadavky pro připojení generátorů nad 16A na fázi do distribučních sítí – Část 8-1: Sítě nn
- [30] PNE 33 3430-8-2 Požadavky pro připojení generátorů do distribučních sítí – Část 8-2: Sítě vn
- [31] PNE 38 4065: Provoz, navrhování a zkoušení ochrany a automatik
- [32] D – A – CH - CZ – Technická pravidla pro posuzování zpětných vlivů na síť
- [33] IEC 62933-1 ED1: Electrical Energy Storage (EES) systems - Part 1: Terminology
- [34] IEC 62933-2-1 Ed. 1: Electric Energy Storage (ESS) Systems - Part 2-1: Unit Parameters and Testing Methods - General specification
- [35] IEC 62933-3-1 Ed.1: Electrical Energy Storage (EES) Systems - Part 3-1: Planning and Installation - General specifications
- [36] IEC/TS 62933-4-1 Ed.1: Electric Energy Storage System - Part 4-1: Guidance On Environmental Issues
- [37] IEC/TS 62933-5-1 Ed.1: Electrical Energy Storage (ESS) Systems - Part 5-1: Safety considerations related to grid integrated electrical energy storage (EES) systems
- [38] IEC 62619,21A - Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Safety requirements for large format secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications
- [39] Pravidla provozování distribučních soustav, ČEZ Distribuce, a.s.

## 16. PŘÍKLADY VÝPOČTU

Posouzení přípustnosti připojení vlastní výroby k distribuční síti vn.

### Zadání úlohy

K veřejné síti 22 kV má být připojena větrná elektrárna s výkonem 440 kVA. Velikost výkonu vyžaduje připojení zvláštní trafostanicí 22/0.4 kV.

Přípustnost připojení je zapotřebí přezkoušet s přihlédnutím k podmínkám připojení podle části 10 a zpětných vlivů podle části 11.

### Údaje o síti

- zkratový výkon ve společném napájecím bodu  $S_{kV}=100 \text{ MVA}$
- fázový úhel zkratové impedance  $\psi_{kV}=70^\circ$

### Údaje k vlastní výrobě

- synchronní generátor s ss meziobvodem a 12pulsním usměrňovačem
- jmenovité napětí usměrňovače  $U_r=400 \text{ V}$
- jmenovitý výkon  $S_{rG}=S_{rA}=440 \text{ kVA}$
- poměr maximálního zapínacího proudu ke jmenovitému  $k=1$
- činitel flikru  $c=30$  při  $\varphi_i=0^\circ$
- proudy harmonických  $I_{11}=4.3 \% = 27.3 \text{ A}$
- relativní a absolutní hodnoty  $I_{13}=4.3 \% = 27.3 \text{ A}$
- na straně 400 V  $I_{23}=4.6 \% = 29.3 \text{ A}$
- $I_{25}=3.1 \% = 19.7 \text{ A}$

### Ověření připojitelnosti

- Posouzení podmínek pro připojení

Připojný výkon, přípustný podle části 9 je:

$$S_{rApríp} = \frac{2\% \cdot S_{kV}}{k} = \frac{2 \cdot 100\,000 \text{ kVA}}{100} = 2000 \text{ kVA} > 440 \text{ kVA}$$

Protože připojovaný výkon generátoru je menší než přípustný výkon, je podmínka splněna, tj. při připojení zařízení se neočekává žádné rušení změnami napětí.

- Posouzení zpětných vlivů

Posouzení zpětných vlivů podle části 11.

- Pro orientační posouzení platí podmínka uvedená v části 10:

$$\frac{S_{kV}}{S_{rA}} > 500$$

V tomto případě platí

$$\frac{100 \text{ MVA}}{440 \text{ kVA}} = 227 < 500$$

Protože v předchozím uvedená podmínka není splněna, je nutný další výpočet.

- Ověření kritéria flikru

$$P_{it} \leq c \cdot \frac{S_{rA}}{S_{kV}}$$

Odhad činitele dlouhodobého rušení flikrem

$$P_{it} \leq 30 \cdot \frac{440 \text{ kVA}}{100\,000 \text{ kVA}} = 0.132 < 0.46 = P_{itpřp}$$

Flikr vycházející ze zařízení při provozu zůstane pod přípustnou hodnotou.

- Ověření přípustnosti vystupujících proudů harmonických podle podmínky:

Přípustný proud harmonických = vztažný proud harmonických.  $S_{kV}$

Pro posouzení budou použity hodnoty příslušných vztažných proudů harmonických v Tab. 2 v části 11. Společný napájecí bod pro připojení vlastního zdroje je sice na straně vn, přesto však budou použity hodnoty strany 400 V.

### Posuzovací tabulka

Řád harmonické	proudy harmonických			
	vztažné (A/MVA) 400 V	přípustné (A) 400 V	vypočtené (A) 400 V	výsledek posouzení
11	0.5	50	27.3	vyhovuje
13	0.3	30	27.3	vyhovuje
23	0.2	20	29.3	nevyhovuje
25	0.2	20	19.7	vyhovuje

Pro proud 23. harmonické je přípustná mez překročena.

Před rozhodnutím o přípustnosti připojení vlastního zdroje je třeba vypočíst vyvolané napětí 23. harmonické (viz [7]).

Pokud po tomto výpočtu bude rovněž překročeno přípustné napětí pro tuto harmonickou, přicházejí v úvahu následující opatření:

- zabudování filtru pro 23. harmonickou
- připojení v místě s vyšším zkratovým výkonem, minimálně

$$S_{kv} \geq 100 \text{ MVA} \cdot \frac{29,3}{20 \text{ A}} = 146 \text{ MVA}$$

## 17. FORMULÁŘE (INFORMATIVNĚ)

### 17.1 DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (A)

provozovanou paralelně se sítí **PLDS** nn  vn  110 kV   
(tuto stranu vyplní provozovatel nebo zřizovatel)

**Provozovatel** (smluvní partner)

Jméno: \_\_\_\_\_ Ulice: \_\_\_\_\_ Místo: \_\_\_\_\_ Telefon/fax: \_\_\_\_\_

#### Adresa zařízení

Ulice: \_\_\_\_\_ Místo: \_\_\_\_\_ **Zřizovatel zařízení**

Jméno: \_\_\_\_\_ Adresa: \_\_\_\_\_ Telefon/fax: \_\_\_\_\_

Zařízení	Výrobce:	Typ:		Počet stejných zařízení:	energie		regulace: "Stall"
<b>Využívaná</b>	Vítr <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bioplyn <input type="checkbox"/>	kogenerace <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	slunce <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
voda <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>generátor</b>	asynchronní <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	fotočlánkový se střídačem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
synchronní <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a třífázovým připojením	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
se střídačem <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a jednofázovým připojením	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>způsob</b>	ostrovní provoz	ano	↓	ne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>provozu</b>	zpětné napájení	ano	↓	ne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	dodávka veškeré energie do sítě	ano	↓	ne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Data</b>	činný výkon	P	_____ kW	<u>Pouze u větrných elektráren</u>			
<b>jednoho</b>	zdánlivý výkon	S	_____ kVA	špičkový výkon	S <sub>max</sub>	_____ kVA	
<b>zařízení</b>	jmenovité napětí	U	_____ V	střední za čas	_____ s		
	proud	I	_____ A	měrný činitel flikru c	_____ c(ψ <sub>kV</sub> )		
	motorický rozběh generátoru			ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>
	pokud ano: rozběhový proud I <sub>a</sub>		_____	<u>A Pouze u střídačů:</u>			
	řídící frekvence	síťová	<input type="checkbox"/>	vlastní		<input type="checkbox"/>	Schopnost ostrovního provozu
	príspevek výroby ke zkratovému proudu			_____ kA			
	zkratová odolnost zařízení			_____ kA			
	kompensační zařízení	není	<input type="checkbox"/>	je	<input type="checkbox"/>	výkon _____ kVAr	
	přiřazeno jednotlivému zařízení	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	společné řízené	ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
	se sacími obvody	ano	<input type="checkbox"/>	pro n=_____	ne	<input type="checkbox"/>	

místo, datum: \_\_\_\_\_

podpis: \_\_\_\_\_

## 17.2 DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (C)

**DOTAZNÍK PRO VLASTNÍ VÝROBNU**  
 provozovanou paralelně se sítí **LDS** (tuto stranu vyplní **PLDS**)

### Připojení k síti

společný napájecí bod	nn	<input type="checkbox"/>	vn	<input type="checkbox"/>
<hr/>				
zkratový výkon ze strany <b>LDS</b> v přípojném bodu $S_{kv}$	_____	MVA		
zkratový proud	_____	kA		
při připojení na vn:	stanice LDS	<input type="checkbox"/>	vlastní	<input type="checkbox"/>
zúčtovací místo	nn	<input type="checkbox"/>	vn	<input type="checkbox"/>
trvale přístupné spínací místo (druh a místo)	_____			
rozpadový - dělicí bod	_____			
hranice vlastnictví	_____			

### Kontrolní seznam (zkontrolujte před uváděním do provozu)

provozovatel předloží **PLDS** následující podklady

- přihláška k připojení k síti
- polohový plán s hranicemi pozemku a místem výstavby vlastní výroby
- dokumentace k zapojení celého elektrického zařízení s údaji k jednotlivým zařízením
- schémata s údaji k zapojení, druhu, výrobci a funkci jednotlivých ochran
- popis druhu a způsobu provozu pohonů, generátorů a způsobu připojení k síti
- žádost o uvedení do provozu a připojení na nn/vn síť
- protokol o nastavení ochran vlastní výroby

\_\_\_\_\_  
 (místo, datum)

\_\_\_\_\_  
 (služebna)

\_\_\_\_\_  
 (zpracovatel, telefon)



### 17.3 VZOR PROTOKOLU O SPLNĚNÍ TECHNICKÝCH PODMÍNEK PRO UVEDENÍ VÝROBNY DO PARALELNÍHO PROVOZU S DISTRIBUČNÍ SOUSTAVOU PLDS

PŘIPOJENO DO SOUSTAVY  NN  VN  VVN

#### **EAN:**

#### **Instalovaný výkon výroby**

<b>PLDS</b>	<b>ADRESA MÍSTA VÝROBNY:</b>
JMÉNO TECHNIKA:	ULICE:
ULICE:	MÍSTO:
REGION:	GPS SOUŘADNICE
TEL.:	<b>OBCHODNÍ PARTNER VÝROBCE:</b>
FAX:	JMÉNO:
	ADRESA:
	TEL./FAX:
	E-MAIL:

18 VÝSLEDKY ZKOUŠEK A OVĚŘENÍ SKUTEČNÉHO STAVU VÝROBNY		V POŘÁDKU
<b>1</b>	<b>VŠEOBECNÉ</b>	
1.1	PROHLÍDKA ZAŘÍZENÍ (STAVU)	ANO / NE
1.2	VYBUDOVANÉ ZAŘÍZENÍ ODPOVÍDÁ PODMÍNKÁM PLDS	ANO / NE
1.3	VYBUDOVANÉ ZAŘÍZENÍ ODPOVÍDÁ SCHVÁLENÉ PLD	ANO / NE
1.4	TRVALE PŘÍSTUPNÉ SPÍNACÍ MÍSTO, OVĚŘENÍ FUNKCE	ANO / NE
1.5	MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ PODLE SMLUVNÍCH PODMÍNEK A TECHNICKÝCH POŽADAVKŮ	ANO / NE
1.6	PŘEDLOŽENA ZPRÁVA O VÝCHOZÍ REVIZI	ANO / NE
1.7	FVE <input type="checkbox"/> VOLNĚ STOJÍCÍ <input type="checkbox"/> UMÍSTĚNÁ NA OBJEKTU	
<b>2</b>	<b>OCHRANY</b>	
2.1	PROTOKOL O NASTAVENÍ OCHRAN	ANO / NE
2.2	PROVEDENÍ FUNKČNÍCH ZKOUŠEK OCHRAN (PROTOKOL)	ANO / NE
2.3	KONTROLA STŘÍDAČE (PARAMETRY PODLE SCHVÁLENÉ PD)	ANO / NE
2.4	KONTROLA VYPNUTÍM JISTIČE (POUZE U NN)	ANO / NE
<b>3</b>	<b>MĚŘENÍ, PODMÍNKY PRO SPÍNÁNÍ, KOMPENZACE ÚČINÍKU</b>	
3.1	2 ODBĚRNÉ MÍSTO OSAZENO ELEKTROMĚREM PRO ODBĚR A DODÁVKU	ANO / NE
3.2	3 TRVALE PŘÍSTUPNÉ SPÍNACÍ MÍSTO	ANO / NE
3.3	4 KOMPENZAČNÍ ZAŘÍZENÍ SE PŘIPÍNÁ A ODPÍNÁ S GENERÁTOREM	ANO / NE
3.4	5 KOMPENZAČNÍ ZAŘÍZENÍ S REGULACÍ	ANO / NE
3.5	6 FUNKČNÍ ZKOUŠKY MĚŘENÍ	ANO / NE
<b>4</b>	<b>ZAŘÍZENÍ PRO REGULACI A OVLÁDÁNÍ</b>	
4.1	7 ODBĚRNÉ MÍSTO OSAZENO PŘIJÍMAČEM HDO	ANO / NE
4.2	8 ODBĚRNÉ MÍSTO OSAZENO JEDNOTKOU RTU	ANO / NE
4.3	9 JEDNOTKA RTU A JEJÍ ROZHRANÍ ODPOVÍDÁ SCHVÁLENÉ PD	ANO / NE
4.4	10 FUNKČNÍ ZKOUŠKY REGULACE A KOMPENZACE	ANO / NE
4.5	11 FUNKČNÍ ZKOUŠKY DÁLKOVÉHO MĚŘENÍ, OVLÁDÁNÍ A SIGNALIZACE	ANO / NE

MÍSTO, DATUM:

**PROVOZOVATEL ZAŘÍZENÍ:**

**PDS**

OBCHODNÍ PARTNER – ŽADATEL:

TECHNIK:

**5 ZÁVĚR Z KONTROLY VÝROBNY ELEKTRICKÉ ENERGIE ZA ÚČELEM UVEDENÍ DO TRVALÉHO PROVOZU S DISTRIBUČNÍ SOUSTAVOU PLDS**

Provedena kontrola splnění podmínek **PLDS** pro paralelní provoz.

- Výrobna může/nemůže být provozován bez dalších opatření / může s neohrožující podmínkou
  
- Výrobna splňuje / nesplňuje technické podmínky pro přiznání podpory.

**Ukončení procesu PPP (úspěšného i neúspěšného):**

:

**PDS**

TECHNIK:

**6. ZÁVĚR Z MĚŘENÍ VÝROBNY ELEKTRICKÉ ENERGIE ZA ÚČELEM OVĚŘENÍ ZPĚTNÝCH VLIVŮ VÝROBNY NA DISTRIBUČNÍ SOUSTAVU PLDS**

**MÍSTO, DATUM:**

**ZA PLDS:**

TECHNIK :

**PŘÍLOHA PROTOKOLU Č.1 (VYPLŇUJE PLDS)**

**TECHNICKÉ INFORMACE VÝROBNY:**

**INSTALOVANÉ ZAŘÍZENÍ**

TYP VÝROBNY	TRANSFOSTANICE- INV. ČÍSLO a VLASTNICTVÍ
-------------	---

**TRANSFORMÁTOR:**

POČET

JMENOVITÝ ZD. VÝKON $S_N$	kVA	NAPĚTÍ NAKRÁTKO $u_k$	%
---------------------------	-----	-----------------------	---

JMENOVITÉ NAPĚTÍ VN $U_N$	kV	JMENOVITÝ PROUD $I_n$	A
---------------------------	----	-----------------------	---

JMENOVITÉ NAPĚTÍ NN $U_N$	kV	JMENOVITÉ ZTRÁTY NAKRÁTKO $P_{kn}$	kW
---------------------------	----	------------------------------------	----

**VÝROBNÍ MODUL/GENERÁTOR:**

TYP	POČET	JMENOVITÉ NAPĚTÍ $U_N$	JMENOVITÝ VÝKON $S_N$
-----	-------	------------------------	-----------------------

ASYNCHRONNÍ	ks	0,4kV	kVA
-------------	----	-------	-----

SYNCHRONNÍ	ks	kV	kVA
------------	----	----	-----

FOTOČLÁNKOVÝ SE STŘÍDAČEM	ks	kV	kVA
---------------------------	----	----	-----

MAX. DODÁVANÝ ČINNÝ VÝKON P (NA SVORKÁCH)	kW
---	----

**OSTATNÍ ÚDAJE** (výrobce, typ atd.)

ŠTÍTKOVÉ ÚDAJE VÝROBNÍHO MODULU/GENERÁTORU

POČET A TYP PANELŮ (FVE)

POČET A TYP STŘÍDAČŮ

ELEKTROMĚR PRO VYKAZOVÁNÍ ZELENÉHO BONUSU (typ, rok ověření a počáteční stav)

HODNOTA HLAVNÍHO JISTIČE : A U NN

**MÍSTO, DATUM:**

**ZA PLDS:**

TECHNIK :