

# **PŘÍLOHA č. 4**

## **PODMÍNKY PŘIPOJENÍ A PROVOZU VÝROBNY ELEKTŘINY K LDS RE – Energo**

Rýnovická energetická s.r.o.  
Belgická 4887, 466 05 Jablonec nad Nisou

V Jablonci nad Nisou, 31. prosinec 2019  
Vypracoval: Filip Lhota

## Obsah

1. OZNAČENÍ A POJMY .....	5
1.1. ÚVOD .....	5
1.2. OZNAČENÍ A POJMY .....	6
2. ROZSAH PLATNOSTI.....	11
3. VŠEOBECNÉ .....	14
4. PŘIHLAŠOVACÍ ŘÍZENÍ.....	15
4.1. TECHNICKÉ KONZULTACE .....	16
4.2. ŽÁDOST O PŘIPOJENÍ.....	16
4.3. POSOUZENÍ ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ VÝROBNY .....	16
4.3.1. PLDS vyžaduje studii připojitelnosti .....	17
4.3.2. Návrh smlouvy.....	17
4.4. STUDIE PŘIPOJITELNOSTI VÝROBNY .....	17
4.4.1. Rozsah studie.....	18
4.5. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE .....	19
4.6. ZMĚNY ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ .....	19
5. PŘIPOJENÍ K SÍTI.....	21
5.1. DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ A VÝMĚNA DAT .....	22
6. ELEKTROMĚRY, MĚŘÍCÍ A ŘÍDÍCÍ ZAŘÍZENÍ .....	27
7. SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ .....	28
8. Ochrany .....	29
8.1. MIKRO VÝROBNY ELEKTŘINY .....	29
8.2. VÝROBNY S FÁZOVÝM PROUDEM NAD 16 A V SÍTÍCH NN A VÝROBNY PŘIPOJENÉ DO SÍTÍ VN A 110 KV (VM A2, B1, B2, C, D) .....	30
9. CHOVÁNÍ VÝROBEN V SÍTI .....	31
9.1. NORMÁLNÍ PROVOZNÍ PODMÍNKY .....	31
9.1.1. Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV.....	31
9.1.2. Rozsah trvalého provozního napětí.....	31
9.1.2.1. Výrobna elektřiny připojená do sítě nn.....	31
9.1.2.2. Výrobna elektřiny připojená do sítě vn a 110 kV .....	31
9.2. ZÁSADY PODPORY SÍTĚ.....	32
9.2.1. Statické řízení napětí .....	32
9.2.1.1. Podpora napětí pomocí jalového výkonu výroben elektřiny v síti nn.....	32
9.2.1.2. Podpora napětí pomocí jalového výkonu VM A2, B1, B2, C a D .....	33
9.2.2. Dynamická podpora sítě.....	36
9.2.2.1. Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT) .....	36

9.2.2.2.	Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT).....	37
9.2.2.3.	Požadavky na zkratový proud nesynchronních VM.....	37
9.2.2.4.	Schopnost startu ze tmy.....	38
9.2.2.5.	Schopnost ostrovního provozu.....	38
9.2.2.6.	Schopnost rychlého přifázování .....	39
9.3.	PŘÍZPŮSOBENÍ ČINNÉHO VÝKONU .....	39
9.3.1.	Snížení činného výkonu při nadfrekvenci.....	39
9.3.2.	Snížení činného výkonu při podfrekvenci.....	40
9.3.2.1.	Frekvenční odezva činného výkonu akumulačního zařízení při podfrekvenci .....	40
9.3.3.	Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce $P(U)$ .....	41
9.3.4.	Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách .....	42
9.4.	ŘÍZENÍ JALOVÉHO VÝKONU V ZÁVISLOSTI NA PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH .....	43
9.4.1.	Způsoby řízení jalového výkonu .....	43
9.4.2.	Jalový výkon závislý na napětí – funkce $Q(U)$ .....	44
9.5.	AUTOMATICKÉ OPĚTOVNÉ PŘIPOJENÍ VÝROBEN.....	46
10.	PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ .....	47
10.1.	ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ.....	47
10.2.	NESYMETRIE NAPĚTÍ V SÍTÍCH NN .....	49
10.3.	ZMĚNY NAPĚTÍ PŘI SPÍNÁNÍ .....	50
10.4.	PŘIPOJOVÁNÍ SYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ .....	51
10.5.	PŘIPOJOVÁNÍ ASYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ.....	52
10.6.	PŘIPOJOVÁNÍ VÝROBEN ELEKTŘINY SE STŘÍDAČI, EV. MĚNIČI KMITOČTU .....	52
11.	ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ.....	53
11.1.	ZMĚNA NAPĚTÍ .....	53
11.2.	PROUDY HARMONICKÝCH .....	54
11.2.1.	Výrobní v síti nn .....	54
11.2.2.	Výrobní v síti vn .....	55
11.2.3.	Výrobní v síti 110 kV .....	57
11.3.	OVLIVNĚNÍ ZAŘÍZENÍ HDO .....	58
12.	UVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU A PROVOZOVÁNÍ .....	61
12.1.	PRVNÍ PARALELNÍ PŘIPOJENÍ VÝROBNY K SÍTI .....	61
12.2.	OVĚŘOVACÍ PROVOZ .....	63
12.3.	TRVALÝ PROVOZ VÝROBNY, UZAVŘENÍ PŘÍSLUŠNÝCH SMLUV .....	63
12.4.	SLEDOVÁNÍ SOULADU .....	64
13.	PŘÍKLADY PŘIPOJENÍ VÝROBEN ELEKTŘINY.....	66
13.1.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY ELEKTŘINY NN DO LDS.....	66

13.2.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULACÍ NN DO DS.....	67
13.3.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ Z NADZEMNÍHO VEDENÍ VN PŘÍPOJKOU VÝROBCE 68	
13.4.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO VN ROZVODNY DS .....	69
13.5.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ ZASMYČKOVÁNÍM DO VN VEDENÍ.....	70
13.6.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY JEDNODUCHÝM T ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 KV .....	71
13.7.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULACÍ JEDNODUCHÝM T ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 KV .....	72
13.8.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO 110 KV ROZVODNY DS DO POLE VEDENÍ 110 KV V ROZVODNĚ DS.....	73
13.9.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY PRODLOUŽENÍM PŘÍPOJNIC 110 KV PŘES PODÉLNÉ DĚLENÍ .....	74
13.10.	PŘIPOJENÍ VÝROBNY ZASMYČKOVÁNÍM DO VEDENÍ 110 KV V LDS.....	75
14.	DODATEK .....	76
15.	PŘEDPISY V PLATNÉM ZNĚNÍ.....	84

# 1. OZNAČENÍ A POJMY

## 1.1. ÚVOD

Následující pravidla shrnují hlavní hlediska, na která je zapotřebí brát zřetel při připojování výrobní elektřiny do sítě NN nebo VN provozovatele lokální distribuční soustavy (PLDS). Slouží pro výrobce elektřiny i pro provozovatele LDS s vnořenými výrobnami 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".

### POUŽITÉ ZKRATKY

EU	Evropská unie
ČR	Česká republika
ES	elektrizační soustava
PS	přenosová soustava
DS	distribuční soustava
LDS	lokální distribuční soustava
UDS	uzavřená distribuční soustava <sup>1</sup>
PPS	provozovatel přenosové soustavy
PDS	provozovatel distribuční soustavy
PLDS	provozovatel lokální distribuční soustavy
PPDS	Pravidla provozování distribučních soustav
PPLDP	Pravidla provozování lokální distribuční soustavy
PUDS	Provozovatel uzavřené distribuční soustavy
EN	Evropská norma
ČSN	Česká státní norma
PNE	podniková norma energetiky
PN	podniková norma
OZE	obnovitelné zdroje energie
VM	výrobní modul
FVE	fotovoltaická výrobní elektřiny
MVE	malá vodní elektrárna
VTE	větrná elektrárna
BPS	bioplynová stanice
OZ	opětné zapínání
HDO	hromadné dálkové ovládání
OP	ostrovní provoz
OM	odběrné místo
PD	projektová dokumentace

---

<sup>1</sup> Ve smyslu Nařízení EU 2017/1388 Čl. 2 Definice 5

PPP	první paralelní připojení
DTS	distribuční trafostanice
RTU	remote terminal unit
MTP	měřicí transformátor proudu
MTN	měřicí transformátor napětí
KZ	zařízení pro kompenzaci účinníku
nn	nízké napětí
vn	vysoké napětí
vvn	velmi vysoké napětí
zvn	zvlášť vysoké napětí
LFSM-O	omezený frekvenčně závislý režim při nadfrekvenci
LFSM-U	omezený frekvenčně závislý režim při podfrekvenci
FSM	frekvenčně závislý mód
FRT	časový průběh poklesu napětí „fault-ride-through“
OVRT	časový průběh přechodného zvýšení napětí „overvoltage ride-through“
RoCoF	hodnota změny frekvence „rate-of-change-of-frequency“
EVS	energetický výstražný systém
PpS	podpůrné služby
PR	primární regulace
VS	vlastní spotřeba výroby elektřiny/ výrobního modulu

## 1.2. 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

**$U_c$**  dohodnuté napětí (ČSN EN 50160 [3] - dohodnuté napájecí napětí ( $U_c$ ) (declared supply voltage ( $U_c$ )) napájecí odsouhlasené provozovatelem sítě a uživatelem sítě. Dohodnutým napájecím napětím  $U_c$  je obvykle jmenovité napětí sítě  $U_n$ , ale může být jiné na základě dohody mezi provozovatelem sítě a uživatelem sítě).

**$P_{lt}, A_{lt}$**  dlouhodobá míra vjemu flikru, činitel dlouhodobého rušení flikrem [8], [10];

míra vjemu flikru  $P_{lt}$  v časovém intervalu dlouhém ( $lt$  = long time) 2 h

*Poznámka:  $P_{lt}=0.46$  je stanovená mez rušení pro jednu výrobu elektřiny. Hodnota  $P_{lt}$  může být měřena a vyhodnocena flikremetrem. Kromě míry vjemu flikru  $P_{lt}$  se používá i činitel rušení flikrem  $A_{lt}$ , mezi kterými platí vztah  $A_{lt} = P_{lt}^3$ .*

**$\Delta U$**  změna napětí

Rozdíl mezi efektivní hodnotou na začátku napěťové změny a následujícími efektivními hodnotami.

*Poznámka: Pro relativní změnu  $\Delta u$  se vztahuje změna napětí sdruženého napětí  $\Delta U$  k napájecímu napětí sítě  $U_{11}$ . Pokud má změna napětí  $\Delta U$  význam úbytku fázového napětí, pak pro relativní změnu napětí platí  $\Delta u = \Delta U/U/\sqrt{3}$ .*

**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>2</sup>

**$S_A$**  jmenovitý zdánlivý výkon výroby

**$S_{Amax}$**  maximální zdánlivý výkon výroby

**$S_{nE}$**  jmenovitý zdánlivý výkon výrobní jednotky

**$S_{nG}$**  jmenovitý zdánlivý výkon generátoru

**$\varphi_I$**  fázový úhel proudu vlastního zdroje

**$\cos \varphi$**  cosinus fázového úhlu mezi základní harmonickou napětí a proudu

**$\lambda$**  účinník – 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 výroba elektřiny dimenzována (obvykle jmenovitý proud  $I_n$ )

**$K_{kl}$**  zkratový poměr, poměr mezi  $S_{kV}$  a maximálním zdánlivým výkonem výroby  $S_{rAmax}$

**$S_{vlsp}$**  zdánlivý příkon 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.*

## **Instalovaný výkon výroby elektřiny**

Štítkový údaj generátorů VA (kVA, MVA); u fotovoltaických výroben elektřiny štítkový výkon instalovaných panelů VA (kVA, MVA).

---

<sup>2</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 PPLDS odvozené požadavky v části 10 a 11 uplatněny.

### **Mikro výrobní elektřiny**

Jednorázová nebo třífázová výrobní elektřina s fázovým proudem do 16 A připojená do sítě nn

### **OZ**

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.

### **PDS**

Provozovatel distribuční soustavy – fyzická či právnická osoba, která je držitelem licence na distribuci elektřiny v soustavě, která je přímo připojena k přenosové soustavě. Na částech vymezeného území provozovatele regionální DS mohou působit PDS s vlastním vymezeným územím a napěťovou úrovní.

### **PLDS**

Provozovatel lokální distribuční soustavy – fyzická nebo právnická osoba, která je držitelem licence na distribuci elektřiny v soustavě, která není přímo připojena k přenosové soustavě.

### **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 DS, a to přímo, prostřednictvím domovní instalace nebo prostřednictvím přípojky a domovní instalace a jež je uvedeno v platné smlouvě o připojení

### **Připojovaný výkon výrobní elektřiny**

Součet štitkových (typových) hodnot instalovaných výkonů výroben elektřiny připojovaných do odběrného místa nebo předávacího místa.

### **Společný napájecí bod**

Nejbližší místo veřejné sítě, do kterého je vyveden výkon výrobní elektřiny, ke kterému jsou připojeni, nebo ke kterému mohou být připojeni další odběratelé.

### **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 (např. krystal) a přídavnou 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)**

Distribuční soustava, která není přímo připojena k přenosové soustavě



## **Uzavřená distribuční soustava (UDS)**

Distribuční soustava, která 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)].

*Poznámka: Požadavky a podmínky pro připojování LDS a UDS s výrobkami elektřiny jsou shodné*

## **Výrobna elektřiny/výrobna**

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>3</sup>.

## **Výrobna elektřiny s akumulačním zařízením**

Výrobna elektřiny, která sestává z elektrického akumulačního zařízení a výrobních modulů, např. fotovoltaických, kogeneračních, větrných, dieselových

## **Fotovoltaická výroba elektřiny s akumulačním zařízením**

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

## **Instalovaný výkon výroby elektřiny**

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

## **Instalovaný výkon akumulačního zařízení**

U akumulačního zařízení je jeho instalovaným výkonem výkon střídače

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

## **Elektrické akumulační zařízení (akumulační zařízení)**

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 jednotka/modul (VM)**

---

<sup>3</sup> Nařízení EU 2016/631 [4] Čl. 2 6. a Energetický zákon [1] §2 (2) 18

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

### **Synchronní výrobní modul**

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**

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 účinníku nebo řízení jalové energie.

### **Ostrovní provoz části DS/LDS, která je odpojena od zbytku ES**

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

### **Ostrovní provoz odběrného místa v DS/LDS s výrobnou elektřinou**

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

### **Oddělený ostrovní 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 a úpravy výroben elektřiny připojených k sítím nn, vn nebo 110 kV PLDS a provoz takto připojovaných výroben.

Takovýmito výrobnami elektřiny jsou např.:

- a) vodní elektrárny
- b) větrné elektrárny
- c) generátory poháněné tepelnými stroji, např. blokové teplárny, kogenerační jednotky, spalování bioplynu a biomasy
- d) fotočláňková zařízení
- e) geotermální elektrárny

Platnost těchto pravidel se rovněž vztahuje na:

- I. výroby a) až e) s akumulací elektrické energie
- II. samostatně připojené elektrické akumulační zařízení
- III. odběrná elektrická zařízení s akumulací elektrické energie
- IV. uzavřené distribuční soustavy s výrobnami elektřiny bez akumulačního zařízení a s akumulačním zařízením.
- V. lokální distribuční soustavy s výrobnami elektřiny bez akumulačního zařízení a s akumulačním zařízením.

V souladu s čl. 3 RfG se tato pravidla nevztahují na VM, které byly instalovány za účelem poskytování záložní elektřiny a jsou provozovány paralelně se soustavou po dobu kratší než pět minut v každém kalendářním měsíci, když je soustava v normálním stavu; Paralelní provoz daného výrobního modulu během údržby nebo zkoušek před uvedením do provozu se do pětiminutového limitu nezapočítává. Rovněž se nevztahují na VM, které nemají trvalé místo připojení a které provozovatelé soustav používají k dočasným dodávkám elektřiny v situacích, kdy běžná kapacita soustavy není vůbec nebo částečně k dispozici

Na stávající VM se tato pravidla v souladu s čl. 4 RfG nevztahují, s výjimkou případů uvedených v tomto článku.

Pro výroby elektřiny připojované do sítí nn s fázovým proudem do 16 A platí požadavky ČSN EN 50438 [20], která na rozdíl od RfG pokrývá i výkonové pásmo do 800 W. V těch případech, kdy se i na VM do 800 W vztahují požadavky pro kategorii A1 je to v textu těchto pravidel výslovně uvedeno.

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

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

Zajištění bezpečného a spolehlivého provozu jak za normálního provozu, tak i při přechodových jevech v ES ČR propojené s ES okolních evropských zemích, vyžaduje sjednocení technických parametrů i požadavků na chování výroben elektřiny. K tomu slouží Nařízení Komise (EU) 2016/631 – RfG, které podle jmenovitých činných výkonů  $P_{nE}$  výrobních jednotek 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 RfG.

Výkonové pásmo  $P_{nE}$  výrobních modulů kategorie A a B se podle požadavků vyplývajících z české legislativy, především [1] a [19], dále člení podle tabulky č. 1.

**TAB 1. Výkonové kategorie výroben (výrobních modulů)**

Typ výroby elektřiny	Limit RfG	Podkategorie	Hranice PLDS	Nejvýznamnější požadavky
A	800 W	A1	$\geq 800 \text{ W}$	podle čl. 13 pro výrobní moduly A
		A2	$\geq 11 \text{ kW}; < 100 \text{ kW}$	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 Dle NC RfG
		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 č. 16, čl.19 a čl.22

Pro zařazení do jednotlivých výkonových kategorií platí:

- Podle velikosti výkonu jednotlivých VM jsou posuzovány synchronní moduly, jako jsou parní, vodní, plynové, kogenerační, bioplynové a větrné elektrárny, se synchronními generátory bez výkonové elektroniky na výstupu.
- Podle celkového výkonu VM výroby jsou posuzovány nesynchronní výrobní moduly, jako jsou fotovoltaické elektrárny, fotovoltaické elektrárny s akumulací a elektrické akumulční systémy s výkonovou elektronikou na výstupu, vodní a větrné elektrárny s asynchronními generátory, kogenerační a bioplynové elektrárny s asynchronními generátory nebo výkonovou elektronikou na výstupu.
- Výkonové kategorie uvedené v tabulce nemají přímou vazbu na napěťovou úroveň přípojného bodu výroby do DS. Pro napětí v místě připojení platí podle RfG čl. 5 že u kategorie VM A až C je napětí v místě připojení nižší, než 110 kV, u kategorie D je napětí v místě připojení 110 kV nebo vyšší.
- Minimální výkon, od kterého je nutné připojení k síti vn nebo 110 kV a maximální výkon, do kterého je možné připojení do sítě nn, resp. vn závisí na druhu a způsobu provozu výroby, stejně jako na síťových poměrech LDS. Síťové poměry se vztahují k příslušné části LDS ne k PLDS. Do sítě nn jsou zpravidla připojovány výroby do 800 W a VM kategorie A1 a A2 (VM kategorie A2 výjimečně do sítě vn), do sítě vn VM kategorie B1 a B2 a C (do sítě nn výjimečně kategorie B1), do sítě 110 kV výrobní moduly kategorie D zpravidla o výkonu nad 10 MW a výjimečně i nižší.
- Podmínky pro připojení z hlediska vlivu na kvalitu elektřiny jsou v části 10 a 11 této Přílohy 4 PPLDS.
- U výroben připojovaných do sítě nn je při jednofázovém připojení omezen jejich výkon v jednom přípojném bodě na 3,7 kVA/fázi, přičemž nesymetrie u fázových vodičů nesmí za normálního provozního stavu překročit 3,7 kVA.

- Maximální výkon na výstupu střídače (maximální 10-minutová střední hodnota) musí být omezen na nejvýše 110 % jmenovitého výkonu. Souhrnný přehled jednotlivých požadavků v člancích RfG uvádí pro jednotlivé typy VM tabulka č. 2.

**TAB. 2 Souhrnný přehled požadavků v člancích RfG pro jednotlivé typy VM**

Článek RfG	Požadavky RfG	Typ výrobního modulu					
		A1	A2	B1	B2	C	D
13.1a	Frekvenční rozsahy a časové limity pro VM	x	x	x	x	x	x
13.1b	Hodnota rychlosti změny frekvence (RoCoF)	x	x	x	x	x	x
13.6	Logické rozhraní pro přerušení dodávky činného výkonu <sup>4</sup>	x	x	x	x		
13.7	Podmínky pro automatické připojení k soustavě	x	x	x	x	x	
14.2	Rozhraní pro snížení činného výkonu		x	x			
14.5d	Komunikace a výměna informací		x	x	x	x	x
15.2a,b	Regulovatelnost činného výkonu			x	x	x	x
15.2g	Komunikace a výměna informací o režimu FSM					x	x
15.5a	Schopnost startu ze tmy				x <sup>5</sup>	x	x
15.5b	Schopnost ostrovního provozu					x	x
15.5c	Rychlé opětovné přifázování					x	x
15.6a	Kritéria pro detekci ztráty úhlové stability nebo ztráty regulace					x	x
15.6b	Přístrojové vybavení			x	x	x	x
15.6c	Simulační modely				x	x	x
15.6e	Minimální a maximální limity rychlosti změn činného výkonu				x	x	x
16.2b	Doby připojení VM k soustavě v případě přepětí a podpětí						x
16.2c	Automatické odpojení na základě hodnoty napětí						x
16.4	Nastavení synchronizačních zařízení						x
17.2a	Dodávka jalového výkonu			x			
18.2	Dodávka jalového výkonu				x	x	x
20.2a	Dodávka jalového výkonu u nesynchronních VM		x	x			
20.2b,c	Rychlý poruchový proud v případě poruchy			x	x	x	x
21.3b,c	Dodávka jalového výkonu				x	x	x
21.3d	Režimy regulace jalového výkonu				x	x	x

Další požadavky na výrobní nad rámec RfG jsou obsaženy v evropských normách a specifikacích [20], [28] a [29].

<sup>4</sup> Článek 13.6 RfG platí podle článku 14 1. i pro kategorii VM B

<sup>5</sup> Požadavek na schopnost startu ze tmy pro VM kategorie B2 je upřesněn v čl. 9.2.2.8

### 3. VŠEOBECNÉ

Při zřizování vlastní výroby elektřiny 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 výroby elektřiny 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 lokální distribuční soustavy. Konzultace s příslušným útvarem 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 elektřiny
- 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 elektřiny k LDS v souladu s [2]

## 4. PŘIHLAŠOVACÍ ŘÍZENÍ

Pro zahájení řízení o souhlas s připojením výrobní elektřiny je zapotřebí předat PLDS včas žádost o připojení dle [2] a dále:

- katastrální mapa s vyznačením pozemku nebo výrobní elektřiny
- údaje o zkratové odolnosti předávací stanice,
- popis ochran s přesnými údaji o druhu, výrobci, zapojení a funkci,
- příspěvek výrobní elektřiny k počátečnímu zkratovému proudu v místě připojení k síti,
- u střídačů, měničů frekvence a synchronních generátorů s buzením napájeným usměrňovači: zkušební protokoly k očekávaným proudům harmonických a mezipharmonických, 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 výrobní, meze pro řízení účinníku – kapacitní/induktivní, emitované harmonické a mezipharmonické proudy a náhradní schéma pro určení příspěvku do zkratu a vlivu na úroveň signálu HDO, vybavení ochranami a jejich vypínací časy).

U zjednodušeného připojení (mikro výrobní elektřiny) se postupuje podle §16 [2]. 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.

Na žádost PLDS musí žadatel o připojení výrobní elektřiny s VM B2, C a D podle čl. 15.6 c) RfG poskytnout simulační modely, které adekvátně odrážejí chování výrobního modulu při simulacích v ustáleném stavu i během přechodných jevů (složka 50 Hz) nebo při simulacích elektromagnetických přechodových dějů.

Poskytnutí modelů výrobních modulů B2, C a D slouží pro ověření chování VM při ustáleném stavu i při přechodných dějích a pro simulování elektromagnetických přechodných jevů. Obsahem údajů pro ověření chování VM je dokumentace modelů jednotlivých částí zařízení (strukturní a blokové diagramy a jejich parametry):

- alternátor a jeho pohon,
- regulace otáček a výkonu,
- regulace napětí, případně včetně funkce systémového stabilizátoru a systému regulace buzení,
- modely ochran výrobního modulu podle dohody mezi příslušným provozovatelem soustavy a vlastníkem výrobní elektřiny a
- modely měničů u nesynchronních výrobních modulů;

V žádosti o připojení musí být i odhad minimální a maximální velikosti zkratového příspěvku v místě připojení, vyjádřený v MVA, jakožto ekvivalent soustavy.

Simulační modely budou poskytnuty ve formátu dle standardů IEC (61970-302, 61400-27-1) nebo proprietárním modelem od výrobce dle dohody.

Pro výrobní moduly kategorie B2 bude požadováno předání modelů ve formě strukturních a blokových diagramů, jejich vstupních dat a výstupů dokládajících chování VM B2 podle části 9 této Přílohy 4 PPLDS

Příslušný rozsah simulací a výstupů stanoví a zveřejní příslušný PLDS.

## 4.1. TECHNICKÉ KONZULTACE

Na základě obecného požadavku poskytne PLDS žadateli informace o možnostech a podmínkách připojení 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 Příloze č.1 vyhlášky [2]. 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
- 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 VÝROBY

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

1. 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 PLDS ve smlouvě o připojení mezi PDS a příslušným PLDS. Pro stanovení bilanční hodnoty připojitelného rezervovaného výkonu vyroben 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

$$P_{MEZ} = (\sum P_{i(N-1)} * k_{TR} + P_{BILANCE}) * k_E$$

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%  $P_i$  transformátoru, není-li stanoveno PLDS jinak (např. základě výpočtu chodu sítě)

$k_{TR}$  je redukční koeficient zohledňující optimální zatížení transformátorů<sup>6</sup>

$P_{BILANCE}$  je výkonová bilance oblastí<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se  $k_{TR}=0,9$

<sup>7</sup> Je to hodnota naměřená během letního měření obvykle 5.7. ve 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 akumulacním zařízením, snížený/zvýšený podle charakteru provozu v době letního měření). PLDS



$k_E$  redukční koeficient zohledňující drobnou rozptýlenou výrobu<sup>8</sup>. Umožňuje vytvoření výkonové rezervy pro výroby, 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 akumulačních 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  $P_{BALANCE}$ .

2. zda je nutné, aby žadatel nechal možnost připojení výroby k LDS ověřit studií připojitelnosti.
3. 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

Po předložení studie s kladným výsledkem je žadateli v termínech dle vyhlášky [2] zaslán návrh smlouvy dle bodu č. 4.3.2

V případě, že není předložena studie připojitelnosti výroby 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 výroby a další podmínky dle vyhlášky [2]. Přílohou smlouvy jsou stanovené technické podmínky pro připojení výroby 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 VÝROBY

Studie připojitelnosti výroby (dále jen studie) musí obsahovat technické posouzení možného připojení výroby 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 výroby elektřiny, změny napětí při spínání, útlumu signálu HDO, flikru, harmonických a dalších kritérií daných PPLDS (dle charakteru výroby). U výroben elektřiny podle čl. 2 I. až IV. se pro režim odběru z DS 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.

---

je oprávněn uvedenou naměřenou hodnotu korigovat o hodnoty výkonů výroben, které v době měření byly mimo provoz.

<sup>8</sup> Pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se  $k_E = 0,9$ . Koeficient  $k_E = 0,9$  vytváří rezervu na výroby s rezervovaným výkonem  $P_{rez} = 0$ .

Na základě požadavků PLDS bude studie obsahovat simulace chování výrobní v ustáleném stavu i během přechodných jevů (složka 50 Hz), příp. při simulacích elektromagnetických přechodových dějů.

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:

- a) zkratový výkon vvn nebo vn v napájecí rozvodně nebo místě od kterého bude vliv počítán
- b) stávající a výhledové hodnoty zatížení v soustavě
- c) související výrobní elektrárny připojené k LDS v předmětné části LDS
- d) platné požadavky na připojení výroben elektrárny k LDS v předmětné části LDS
- e) parametry transformátoru vvn/vn, resp. vn/nn,
- f) stávající a výhledový stav HDO
- g) parametry vedení k místu připojení – délka, typ, průřez,
- 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 DS provozem výrobní elektrárny 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 [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 nehodnověrnou a nemusí ji akceptovat.

#### 4.4.1. Rozsah studie

U výroben, připojovaných do sítí nn a vn je rozsah sítě LDS dán zpravidla stanicí s napájecím transformátorem sítě, vedením s posuzovanou výrobní a jeho doporučeným přípojným bodem a dalšími vedeními s provozovanými či plánovanými výrobními 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 výrobců.

## 4.5. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Požadovaná prováděcí projektová dokumentace dle [21] předložená PLDS k odsouhlasení musí obsahovat minimálně tyto základní podklady:

- realizaci požadavků PLDS dle vystaveného vyjádření,
- délky, typy a průřezy vedení mezi výrobnou a místem připojení k LDS, parametry použitých transformátorů situační řešení připojení výroby k LDS,
- typy, parametry a navržené hodnoty nastavení elektrických ochranných výrobny souvisejících s LDS,
- parametry a provedení řízení činného a jalového výkonu (pokud je požadováno),
- parametry a provedení zařízení pro snížení útlumu signálu HDO, pokud vypočtené nebo naměřené hodnoty přesahují limity povolené PPLDS nebo technickými normami,
- návrh provedení fakturačního měření a jeho umístění,
- potřebné údaje k rozhraní pro dálkové ovládání, měření a signalizaci pro vazbu na řídicí systém LDS. (bylo-li požadováno),
- zařazení vyhrazeného elektrického technického zařízení do tříd a skupin podle [27],
- popis funkcí ochranných a automatik výroby elektřiny majících vazbu na provoz LDS.

K projektové dokumentaci vystaví PLDS do 30 dnů vyjádření, jehož součástí bude požadavek na předložení zpráv o výchozí revizi výroby, jejího připojení k LDS, ochranných souvisejících s LDS a dále místních provozních předpisů.

V případě, že předložená projektová dokumentace není úplná, PLDS ji neposuzuje, žadatele vyrozumí a umožní žadateli si ji po dohodě vyzvednout k doplnění. Pokud PLDS nestanoví jinak, je dokumentace předávána kompletní dle výše uvedených bodů a v listinné podobě. PLDS je oprávněn si celou dokumentaci nebo její vybrané části ponechat pro kontrolu při uvádění výroby do provozu.

## 4.6. ZMĚNY ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ

**Změny, které lze provést v rámci evidované žádosti o připojení dle bodu 4.2.**

- snížení celkového instalovaného výkonu výroby elektřiny
- změna kategorie a počtu výrobních modulů do výše původně požadovaného celkového instalovaného výkonu
- změna umístění výroby elektřiny s podmínkou zachování stanoveného místa a způsobu připojení k DS

V případě požadavku na tyto uvedené změny žádosti je nutné znovu doložit všechny podklady dle odst. 4.2, které jsou požadovanou změnou dotčeny. Změněná žádost bude znovu posouzena. PLDS žadateli zašle návrh dodatku k smlouvě o připojení nebo smlouvě o smlouvě budoucí [2].

Z hlediska žádosti o připojení a její změny se za změnu místa připojení nepovažuje vzájemně odsouhlasený posun přípojného bodu v rámci jednoho vedení o jednotky podpěrných bodů nebo desítky metrů, pokud nevyvolá překročení dovolených mezí zpětných vlivů.

**Změny, které nelze provést v rámci evidované žádosti o připojení dle bodu 4.2.**

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

V případě požadavku na tyto uvedené změny žádosti je nutné podat novou žádost o připojení.

## 5. PŘIPOJENÍ K SÍTI

Nově připojované výrobní elektřiny do LDS musí být připraveny pro instalaci dálkového ovládání, tzn. instalování ovládacího obvodu komunikační cesty mezi elektroměrovým rozváděčem a novou výrobní elektřinou.

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

Požadavek na kdykoliv přístupné spínací místo s oddělovací funkcí je u jednofázových výroben elektřiny do 3,7 kVA a trojfázových do 30 kVA splněn, pokud jsou tyto výrobní elektřiny vybaveny zařízením pro sledování stavu sítě s přiřazeným spínacím prvkem. Spínací prvek může být samostatný nebo být součástí střídače. Princip může být sledování impedance a vyhodnocování její změny, fázové sledování napětí či změna fázoru napětí. Napětí je sledováno v těch fázích, ve kterých je výrobní elektřina připojena k síti. Toto se týká výrobní elektřiny neumožňující ostrovní provoz OM. V případě, že výrobní elektřina umožňuje ostrovní provoz OM, musí být zajištěno, že v případě ztráty napětí v distribuční síti dojde k odpojení celého OM. Toto zařízení musí být ověřeno akreditovanou zkušebnou [26].

Výrobce poskytne PLDS na vyžádání protokoly o typových zkouškách připojovaného zařízení nebo protokoly akreditované zkušebny [26] o připojovaném zařízení.

U výroben elektřiny s instalovaným výkonem 100 kVA a více musí být spínač s oddělovací funkcí vybaven dálkovým ovládáním a signalizací stavu.

Modelové příklady připojení jsou uvedeny v části 13 této přílohy. V případě, že tyto modelové příklady nebudou použity, je jiný způsob připojení možný pouze po dohodě s provozovatelem LDS.

Pro výrobní elektřiny s nízkou dobou využití, na jejichž provoz není vázána výrobní technologie a výrobce nepožaduje obvyklou zabezpečenost připojení k soustavě, lze připustit uvedená zjednodušená připojení k soustavě, pokud splňují ostatní požadavky na bezpečný provoz soustavy (např. selektivita ochrany a u venkovních vedení provoz s OZ).

U výroben elektřiny nn s elektrickým akumulačním zařízením s instalovaným výkonem výrobní do 10 kW určených výhradně pro vlastní spotřebu zákazníka (bez přetoku do LDS) se výkon elektrického akumulačního zařízení neuvažuje, pokud je menší jak 10 kW.

U ostatních výroben elektřiny s akumulačním zařízením (výrobní elektřiny nn do instalovaného výkonu výrobní 10 kW s přetokem do LDS a všechny výrobní elektřiny s připojovaným výkonem výrobní nad 10 kW) se pro posouzení připojení instalované výkony akumulačního zařízení a výrobní sčítají, pokud PLDS neodsouhlasí technická opatření, která zajistí, že soudobá výroba nepřekročí sjednaný/požadovaný rezervovaný výkon.

Pro výrobní elektřiny připojované do sítí 110 kV jsou jako možné varianty připojení uvedena zapojení pro připojení T- odbočkou, zasmyčkováním, vlastním vedením výrobce do rozvodny 110 kV i připojené transformátorem umístěným v rozvodně 110 kV PLDS, uvedené v části 13 na obr. 15 až 19.

Výrobní elektřiny, popř. zařízení odběratelů nebo distribuční soustavy s vlastními výrobními elektřinami, které mají být provozovány paralelně se sítí PLDS, je zapotřebí připojit k síti ve vhodném předávacím místě.

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 výroby, stejně jako k oprávněným zájmům výrobce. Tím má být zajištěno, že výroba 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 výroby elektřiny a údajů o souvisejících výrobních, včetně jejich vlivu na napětí v LDS, s využitím skutečně naměřených hodnot v související oblasti LDS.

Výrobu elektřiny lze připojit:

- a) přímo k LDS
- b) v odběrném místě
- c) v předávacím místě jiné výroby

V případě b) a c) žádá o připojení ten, který je již v daném místě připojen a PLDS postupuje podle části 4 této přílohy.

## 5.1. DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ A VÝMĚNA DAT

Pro bezpečný provoz je nutné:

- a. Výroby elektřiny s kategorií VM A1, A2 a B1 musí být podle článku 13.6 RfG vybaveny logickým rozhraním (vstupním portem) aby do 5 s od obdržení pokynu na vstupním portu (např. prostřednictvím HDO) bylo možné přerušit dodávku činného výkonu na výstupu. Odpínací prvek umožňující dálkové odpojení musí být instalován tak, aby zůstal funkční i po silovém odpojení výroby z paralelního provozu s LDS a umožnil automatizaci tohoto procesu.
- b. Výroby elektřiny s kategorií VM A2 a vyšší musí být v souladu s článkem 14.2 (4) vybaveny logickým rozhraním umožňujícím začlenění těchto energetických zařízení do systémů dálkového řízení PLDS. Jde především o:
  - Řízení spínače s oddělovací funkcí (především vypnutí při kritických stavech v síti – „dálkově VYP“/ZAP)
  - Omezení dodávaného činného výkonu
  - Řízení jalového výkonu a napětí
  - Rozhraní pro přenos dat

Příslušný PLDS je oprávněn ve smyslu norem [20], [28] a [29] stanovit požadavky na toto rozhraní a na vybavení pro zajištění dálkového řízení činného / jalového výkonu na výstupu VM nebo OPM (odběrné předávací místo).

Pro VM A2 v současné době postačuje příprava potřebného rozhraní.

Potřebné informace pro řízení provozu PLDS je zapotřebí předat ke zpracování buď řídicímu systému stanice (při připojení výroby do přípojnice PLDS) nebo je dát k dispozici komunikačním protokolem do příslušného technického dispečinku PLDS.

Pro výměnu dat mezi výrobními moduly B1, B2, C a D a provozovatelem soustavy může PLDS podle RfG čl. 14.5d, 15.2g požadovat hodnoty veličin v následující TAB. 3.

**TAB.3 Souhrnné požadavky na výměnu dat**

MĚŘENÍ:	Synchronní	Nesynchronní	Pozn.
Činný výkon P	x	x	
Jalový výkon Q	x	x	
Proud jedné fáze			
Max. rychlost MW/min	x	x	
Diagramový bod VM	x	x	
Měření frekvence/otáček na bloku	x		
Statika nebo zesílení LFSM-O/U	x		
Svorkové napětí U (fázové, sdružené)	x	x	
Vlastní spotřeba P, Q	x	x	
Netto P a Q do DS (v případě vnořeného odběru ve výrobně elektřiny)	x	x	
Data potřebná pro predikci výroby (teplota, rychlost větru a osvit)			Podle typu VM
Potvrzení o přijetí zadané hodnoty	x	x	Po potvrzení obsluhou elektrárny
<b>SIGNALIZACE</b>			
Stavy vypínače, odpojovače, zemniče a generátorového vypínače	x	x	V cestě mezi vypínačem v R <sub>z</sub> PLDS a generátorovým vypínačem (včetně) a odbočkovým transformátorem, kde jsou instalovány
Zapůsobení frekvenčního relé	x	x	aktivace LFSM
Místně - dálkově	x	x	v případě emergency stavu
Sdružený signál o působení ochran			
EVS	x	x	
Provoz v regulaci výkonu	x	x	
Provoz v regulaci otáček/frekvence	x	x	
Přechod na nový diagramový bod VM	x	x	
Způsob napájení VS	x	x	
<b>ŽÁDANÉ HODNOTY</b>			
Zadaný činný a jalový výkon, napětí, cos φ, omezení činného výkonu (podle způsobu řízení)	x	x	

**Elektrická akumulční zařízení připojené do sítí vn s měřením na straně vn a výroby do sítí 110kV**

- Potřebná data a informace pro zpracování v řídicím systému PLDS zpravidla jsou:
- Připojení velkokapacitních baterií do LDS - základní podmínky, jako pro připojení výroben, s povinností nahlašování navyšování / snižování celkové kapacity baterií (předpoklad modulárního rozšiřitelného řešení).
  - Bude provedena realizace dálkového ovládání vybraných prvků z DŘS, dálkovou regulaci v režimech nabíjení i dodávky do LDS, přenosů určených pro signalizaci a měření do DŘS a vybavení požadovanými ochranami, včetně řešení automatické regulace činného výkonu v případě změn frekvence v ES.
  - Upřesnění požadavků na poruchovou signalizaci a požadavků na měření bude provedeno dle konkrétní technické specifikace a po bližším seznámení s nasazovanými zařízeními.
  - Při přímém napojení baterií na rozvodnu vn s transformací 110 kV/vn bude připojení provedeno tak, aby bylo možné provést manipulace pro vyčlenění velkokapacitní baterie k jejímu použití pouze pro napájení vlastní spotřeby rozvodny přepnutím do režimu ostrovního

provozu (pro případ dlouhodobého výpadku LDS). Při běžném provozu LDS se samostatné udržení v ostrovním provozu nepožaduje.

- Výchozí informace pro dispečerské řízení:
  - kapacita plně nabitá baterie kVAh ,
  - maximální dodávaný výkon do LDS (omezení baterií, střídačem),
  - maximální odebíraný příkon při nabíjení ( $P_{\max\text{přík}}$ ) při  $\cos \varphi = 1$ .
- Doplnující požadavky na dispečerské řízení:
  - Režim nabíjení baterie z LDS - držet stálý účinník  $\cos \varphi = 1$
- Přenášené signály:
  - Baterie připravena k nabíjení,
  - Režim nabíjení baterie,
  - Baterie nabita,
  - Baterie nepřipravena k nabíjení.
  - Dálková regulace nabíjecího výkonu baterie - nastavitelná v % nastavení maximálního příkonu  $P_{\text{přík}}$ .
  - Regulace nabíjecího výkonu bude ve 4 regulačních stupňů  $P_{\text{přík}} = 0-30-60-100\% P_{\max\text{přík}}$ .
  - Jedná se o maximální povolenou hodnotu nabíjecího příkonu baterie, stanovenou v procentech maximálního nabíjecího příkonu  $P_{\max\text{přík}}$  daného výrobcem zařízení.
  - Povel zahájení / ukončení nabíjení - pouze pro nouzové použití technickým dispečinkem.
  - Přenos on line informace o aktuální disponibilní kapacitě baterie  $A_{\text{kap}}$  (kVAh, %  $A_{\text{kapmax}}$ ) v režimu nabíjení.
  - Přenos on line informace o aktuální době trvání do plného nabití baterie  $t_{\text{nab}}$  (minuty), při aktuálním nastavení regulace  $P_{\text{přík}}$  a při plném  $P_{\text{přík}}$ .
  - Dálková regulace dodávaného výkonu  $P_{\text{dod}}$  do DS a regulace Q (mimo režim nabíjení baterie).
  - U regulace dodávaného  $P_{\text{dod}}$  do DS - 4 regulační stupně  $P_{\text{dod}} = 0-30-60-100\% P_{\max\text{dod}}$ .
  - $P_{\max\text{dod}}$  stanoven výrobcem resp. provozovatelem.
  - Povel zahájení / ukončení dodávky - pro nouzové použití dispečinkem.
  - Povel zahájení / ukončení dodávky v ostrovním provozu - pro nouzové použití dispečinkem.
    - připravenost k dodávce do DS,
    - dodávka do DS,
    - baterie vybita,
    - baterie nepřipravena k dodávce do DS (z jiného důvodu než vybití).
- Regulace jalového výkonu Q ( $\cos \varphi$ )
  - Regulační stupně Q (kapacitní charakter nebo induktivní charakter) bude určen až dle upřesnění technické specifikace a možnostech rozsahu.
  - Předpoklad použití regulace Q dle požadavků DS (stabilizace napětí, požadavek na účinník).
- Přenos on line informace o době trvání do vybití baterie  $t_{\text{vyb}}$  (minuty)
  - při aktuálním nastavení  $P_{\text{dod}}$ , Q,
  - pro maximální dodávku  $P_{\text{dod}}$ .

Způsob dispečerského řízení a provozu baterií, nasazování režimů nabíjení baterie /dodávka do LDS, způsob dispečerského řízení, režimy regulace činného a jalového výkonu (distribuce / obchod) bude upřesněn v rámci přípravy nasazení a technických konzultací. Provozovatel DS má právo požadovat tyto změny do doby předložení a odsouhlasení Projektové dokumentace.

## Procesní rozhraní

Provedení rozhraní je zapotřebí dohodnout v každém jednotlivém případě s PLDS, případně PDS.



## **Pojmy pro všechny výrobní elektřiny**

### **Disponibilní výkon**

Datové slovo „disponibilní výkon“ udává hodnotu výkonu, který by mohl být dodáván bez omezení. K tomu je zapotřebí zvažovat jak povětrnostní podmínky (VTE, FVE), tak i stav výroben (revize, poruchy). Datové slovo „disponibilní výkon“ je hlášení PLDS z výrobní elektřiny.

U elektrických akumulčních zařízení připojených do sítí vn a 110 kV se udává v závislosti na sjednané provozní variantě disponibilní výkon pro režim dodávky do LDS i disponibilní příkon pro režim nabíjení ze sítě a k nim příslušné časy.

### **Disponibilní výkon elektrického akumulčního zařízení**

Jmenovitý výkon akumulčního zařízení a aktuální doba do dovoleného vybití.

### **Disponibilní příkon elektrického akumulčního zařízení**

Jmenovitý nabíjecí výkon a aktuální doba do dovoleného nabití

### **Jalový výkon**

Rozhraní může být provedeno tak, aby byly současně pokryty oba rozsahy jalového výkonu. Výrobní elektřiny musí reagovat pouze ve smluvně dohodnutých rozsazích. Hodnota zadaná PLDS, případně PDS, bude potvrzena řídicím systémem výrobní elektřiny.

### **Činný výkon**

Ke snížení činného výkonu je předán řídicímu systému výrobní regulační povel, který udává maximální činnou dodávku výrobních jednotek v procentech smluvně dohodnutého výkonu. Hodnota zadaná PLDS, případně PDS, bude řídicím systémem výrobní potvrzena.

### **Zařízení pro zaznamenávání poruch**

Výrobní moduly B2, C a D musí být podle RfG čl. 15.6 b) vybaveny monitorovacím zařízením archivující průběh vybraných veličin (P, f, U, Q) v časovém úseku -5 až +15 minut se vzorkováním minimálně 0,1 s, a to při překročení mezí jmenovitých napětí  $U_n \pm 15\%$  a více nebo odchylce frekvence 50 Hz vyšší než  $\pm 200$  mHz, nebo na pokyn PLDS. U VM B1 se doporučuje vybavit výrobní zařízením pro zaznamenávání poruch s monitorováním veličin (P, f, U, Q) v časovém úseku -5 až +15 min se vzorkováním minimálně 1s.

Vzorkování veličin a trvání záznamu je zapotřebí přizpůsobit typu událostí a ověřovaných reakcí VM na tyto jevy podle části 12.1 této přílohy. Nedomluví-li se PLDS s provozovatelem VM jinak, potom platí následující:

Sledování chování VM při krátkodobých poklesech napětí v části 9.2.2.1 a sledování zkratového proudu synchronních i nesynchronních VM vyžaduje vzorkování po 20 ms s trváním záznamu minimálně -1 až 3 s, při krátkodobém nadpětí podle části 9.2.2.2 rovněž vzorkování po 20 ms a trvání záznamu minimálně -1 až 60 s.

Stejné vzorkování a trvání záznamu -1 až 60 s jsou vhodné pro sledování režimů regulace činného a jalového výkonu a obnovení činného výkonu po poruše v soustavě.

Při měření frekvence je vzorkování nejvýše po 100 ms, trvání záznamu v časovém úseku -5 až 15 minut.

Tento úsek se zaznamená na elektronické médium a uloží do archivu, kde bude k dispozici na vyžádání provozovatelů soustavy po dobu jednoho roku. Standardním prostředkem pro předání záznamů (časových řad) je formát csv. Přesnost měření je 0.1% pro napětí a výkony a 0.01% pro frekvenci.

#### **Zařízení pro sledování dynamického chování soustavy**

Výrobní moduly B2, C a D musí být vybaveny zařízením pro monitorování kyvů frekvence v rozsahu 0.1 - 5 Hz, archivující průběh vybraných veličin (P, f, U, Q) v časovém úseku 0 až +20 minut se vzorkováním minimálně 0.1 s (optimálně 0.05 s), a to při překročení amplitudy kyvů 2% z velikosti dodávaného činného výkonu nebo při tlumení kyvů  $x < 5\%$   $x = (A1 - A2)/A1$ , kde A1 a A2 jsou dvě za sebou následující amplitudy kyvů činného výkonu. Kromě výkonů P, Q a frekvence, zařízení zaznamenává napětí a proudy v každé fázi. Ukládání záznamů je obdobné jako u záznamů poruch.

#### **Zařízení pro sledování kvality dodávek**

Pro elektřinu dodávanou regionálními výrobci platí ve společném napájecím bodě stejné parametry kvality, jako jsou uvedeny v části 4.1 Přílohy 3 PPLDS [15] pro dodávky elektřiny z LDS.

Výrobní moduly B2, C a D budou vybaveny na předacím místě monitorováním kvality elektřiny v rozsahu podle ČSN EN 50160 [3] s vlastnostmi podle [42], [43], minimálně třídy S podle [41].

Dodržování dovozených hodnot napětí, flikru, harmonických a nesymetrie se kontroluje způsobem stanoveným v Příloze 3 PPLDS a v podmínkách připojení.

## 6. ELEKTROMĚRY, MĚŘÍCÍ A ŘÍDÍCÍ ZAŘÍZENÍ

Druh a počet potřebných měřicích zařízení (elektroměrů PLDS) a řídících 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 řídící přístroje jsou uspořádány na vhodných trvale přístupných místech odsouhlasených PLDS.

Měření se volí podle napěťové hladiny, do které výrobná pracuje a podle jejího výkonu typicky:

- nízké napětí: podle výkonu výrobní elektřiny buď přímé (do 80 A) nebo polopřímé
- vysoké napětí: do výkonu transformátoru 630 kVA včetně - měření na straně nn, polopřímé
- od výkonu 630 kVA - měření na straně vn - nepřímé
- 110kV: měření na straně 110 kV, nepřímé

Dodávku a montáž elektroměrů zajišťuje PLDS na vlastní náklady.

Přístrojové měřicí transformátory napětí či proudu jsou součástí zařízení výrobní. Přístrojové měřicí transformátory musí být schváleného typu, požadovaných technických parametrů a úředně ověřeny.

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 hospodárný provoz, např. hodnoty výkonu a stavy vybraných spínačů.

Některé příklady umístění fakturačních elektroměrů výroben jsou uvedeny v části 13.

*Pozn.: Podrobnosti k měření je zapotřebí upřesnit při projednávání připojení výrobní s PLDS.*

## 7. SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Pro spojení výroby elektřiny a elektrického akumulčního zařízení se sítí PLDS 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 nebo 110 kV. Pokud se nepředpokládá ostrovní provoz, lze k tomuto účelu použít spínací zařízení generátoru.

Spínací zařízení musí zajišťovat galvanické oddělení ve všech fázích.

*Poznámka: Poměrně závažným důsledkem sloučení funkcí oddělení výroby elektřiny od sítě při poruchách v síti a při pracích na přípojném vedení či vymezování poruch je u jednoduchého připojení výroben elektřiny (zdrojů) ztráta napětí pro vlastní spotřebu a s tím spojené nepříznivé důsledky při opětovném uvádění do provozu. Z tohoto důvodu považujeme pro takto připojené výroby elektřiny za výhodnější, aby při poruchách v LDS docházelo přednostně k vypnutí generátoru a napájení vlastní spotřeby po skončení napěťového poklesu či úspěšném cyklu OZ zůstalo zachováno, tedy způsob připojení. podle obr.4 a obr.11.*

U výroben elektřiny se střídači je třeba spínací zařízení umístit na střídavé straně střídače. Při společném umístění ve skříní 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 elektřiny 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 elektřiny nebo jeho vliv patřičně omezí, pokud se s PLDS nedohodne jinak.

Některé příklady připojení 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 3.5.9 PPLDS. U zařízení schopných ostrovního provozu je třeba zajistit chránění i při ostrovním provozu. Nastavení ochrany ve vazbě na LDS určuje PLDS. Nastavení frekvenčních ochrany zohledňuje kromě požadavků PLDS také požadavky provozovatele přenosové soustavy.

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.

Filosofie okamžitého odpojení výroben při poruchách v síti, která byla přijatelná při relativně malém podílu těchto zařízení, není udržitelná při jejich rostoucím podílu v LDS.

Proto mohou poklesy napětí při poruchách v síti vyvolat odpojení od sítě pouze ve výjimečných případech.

### 8.1. MIKRO VÝROBNY ELEKTŘINY

Pro ochrany výroben elektřiny s fázovými proudy do 16 A provozovaných paralelně s distribuční sítí nn, na které se vztahuje [20]), platí následující tabulka.

**TAB. 4 Ochrany výroben s fázovými proudy do 16 A**

Parametr	Maximální vypínací čas [s]	Nastavení pro vypnutí
nadpětí 1. stupeň	3	230 V +10%
nadpětí 2. stupeň	0,2	230 V+15%
podpětí	1,5	230 V- 15%
nadfrekvence	0,5	52Hz
podfrekvence	0,5	47,5 Hz

*Poznámka: Pro 1. stupeň nadpětí se použijí 10-minutové hodnoty odpovídající ČSN EN 50160. Výpočet 10 minutové hodnoty musí odpovídat 10 minutové agregaci podle ČSN EN 61000-4-30, třídy S. Tato funkce musí být založena na průměrné efektivní hodnotě napětí v intervalu 10 minut. Odchylka od ČSN EN 61000-4-30 spočívá v klouzavém měřicím okně. Pro porovnání s vypínací mezí postačí výpočet nové 10-min hodnoty nejméně každé 3 s.*

V některých případech může být s ohledem na síťové poměry třeba jiné nastavení ochrany. Proto je jejich nastavení vždy nutné odsouhlasit s PLDS. Vhodným podkladem pro toto nastavení jsou studie dynamického chování výroben elektřiny v dané síti.

Podpěťová a nadpěťová ochrana musí být trojfázová<sup>9</sup>.

Výjimku tvoří jednorázové a dvoufázové výroby elektřiny do výkonu 3,7 kVA/fáze.

Podfrekvenční a nadfrekvenční ochrana může být jednorázová.

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.

<sup>9</sup> V sítích s izolovaným uzlem vn nebo s kompenzací zemních kapacitních proudů může být v dohodě s PLDS použita nadpěťová ochrana jednofázová, připojená na sdružené napětí.

Na rozpoznání stavu odpojení výroby elektřiny od sítě PLDS může být použita též ochrana na skokovou změnu vektoru napětí nebo relé na výkonový skok.

*Poznámka: Pro ochranu na skok vektoru zatím není k dispozici metodika pro určení nastavení*

## 8.2. VÝROBNY S FÁZOVÝM PROUDEM NAD 16 A V SÍTÍCH NN A VÝROBNY PŘIPOJENÉ DO SÍTÍ VN A 110 KV (VM A2, B1, B2, C, D)

### Nastavení ochran rozpadového místa

Jako základní nastavení ochran rozpadového místa jsou doporučeny hodnoty v následující tabulce:

**TAB. 5 Ochrana rozpadového místa výroben s moduly (VM (A2), B1, B2, C)**

Funkce	Rozsah nastavení	Doporučené nastavení ochrany	
Nadpětí 3. Stupeň $U \gg$	1,00-1,30 $U_n$	1,25 $U_n$	0,1s
nadpětí 2. stupeň $U \gg$	1,00-1,30 $U_n$	1,2 $U_n$	Nezpožděné (5s) <sup>14</sup>
nadpětí 1. stupeň $U >$	1,00-1,30 $U_n$	1,15 $U_n$ <sup>11</sup>	< 60 s
podpětí 1. stupeň $U <$	0,10-1,00 $U_n$	0,7 $U_n$	0 - 2,7 s <sup>11</sup>
podpětí 2. stupeň $U \ll$	0,10-1,00 $U_n$	0,3 $U_n$ (0,45 $U_n$ ) <sup>12</sup>	> 0,15 s
nadfrekvence $f >$	50 - 52 Hz	51,5 Hz	< 100 ms
podfrekvence $f <$	47,5 - 50 Hz	47,5 Hz <sup>14</sup>	< 100 ms
Jalový výkon/podpětí ( $Q \gg$ & $U <$ )	0,70-1,00 $U_n$	0,85 $U_n$	$T_i = 0,5s$

Automatické odpojení u výrobních modulů D na základě odchylky napětí od referenční hodnoty nebude podle RfG čl. 16.2 c) vyžadováno. Výrobní moduly D musí splňovat  $U/t$  křivku definovanou jako „fault-ride-through“. Zároveň by iniciace odpojení od soustavy měla probíhat při maximálním a minimálním napětí daném použitou technologií se splněním velikosti a doby provozu v mezích definovaných dle RfG čl. 16.2 b).

Nastavení ochran a jejich časová zpoždění udává PLDS v závislosti na koncepci chránění, způsobu provozu (OZ), přípojném bodě (přípojnice transformovny nebo v síti) a výkonu výrobní jednotky.

Nastavení se vztahují ke sdruženému napětí v sítích vn a 110 kV. Časy vypnutí sestávají ze součtu časového nastavení a vlastních časů spínačů a ochran.

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 vč. OZ nebo jiné přechodové jevy v síti PLDS nevedly ke škodám na jeho zařízení.

Všechny ochrany a vypínací obvody těchto ochran budou připraveny k zaplombování.

<sup>11</sup> Pro 1. stupeň nadpětí se použijí 10-minutové hodnoty odpovídající ČSN EN 50160. Výpočet 10- minutové hodnoty musí odpovídat 10 minutové agregaci podle ČSN EN 61000-4-30, třídy S. Tato funkce musí být založena na průměrné efektivní hodnotě napětí v intervalu 10 minut. Odchylka od ČSN EN 61000-4-30 spočívá v klouzavém měřicím okně. Pro porovnání s vypínacími mezí postačí výpočet nové 10-minutové hodnoty nejméně každé 3 s.

<sup>12</sup> Tento napěťový stupeň vyvolá rychlé odpojení od sítě při blízkých zkratech. Nastavení 0,3  $U_n$  se volí pro výroby připojené do sítě 110 kV a napětí měřené na straně vn (odpovídá mu cca 15 %  $U_n$  v přípojném bodě. Nastavení 0,45  $U_n$  se volí pro zdroje připojené do sítě vn a při měření napětí na straně nižšího napětí.

<sup>14</sup> Toto nastavení je závislé na výkonu výroby a kmitočtové závislém přizpůsobení výkonu

## 9. CHOVÁNÍ VÝROBEN V SÍTI

### 9.1. NORMÁLNÍ PROVOZNÍ PODMÍNKY

#### 9.1.1. Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV

**TAB.6 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích 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

Výrobní moduly A1, A2, B1, B2, C a D se nesmí odpojit v případě časové změny frekvence sítě (RoCoF) do hodnoty  $\pm 2$  Hz/s, přičemž RoCoF je měřena jako střední hodnota derivace frekvence v časovém intervalu 500 ms (RfG čl. 13 1. b, ) [44].

TAB.6 platí i pro výroby do 800 W, RoCoF však není povinná [20].

#### 9.1.2. Rozsah trvalého provozního napětí

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

Výrobní elektřiny do 800 W podle [20] a výroby s VM A1, A2 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 provozu, pokud napětí v místě připojení zůstává v rozsahu v TAB.7.

**TAB.7 Rozsah napětí pro výroby s připojené do sítě vn**

Rozsah napětí	Doba provozu
0,85 p.j. – 0,90 p.j.	60 minut
0,90 p.j. – 1,118 p.j.	neomezená
1,118 p.j. – 1,15 p.j.	60 minut

u výrobních modulů D (čl. 16.2 b) [4] [44]) v rozsahu podle následující tabulky:

**TAB.8 Rozsah napětí pro výroby s moduly D**

110 kV	1.118 p.j. - 1.15 p.j.	60 minut
--------	------------------------	----------

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 PLDS. Dodržování zadaných hodnot zajišťuje automatické řízení ve výrobě.

Detailní provedení je specifikováno ve smlouvě o připojení.

### 9.2.1. Statické řízení napětí

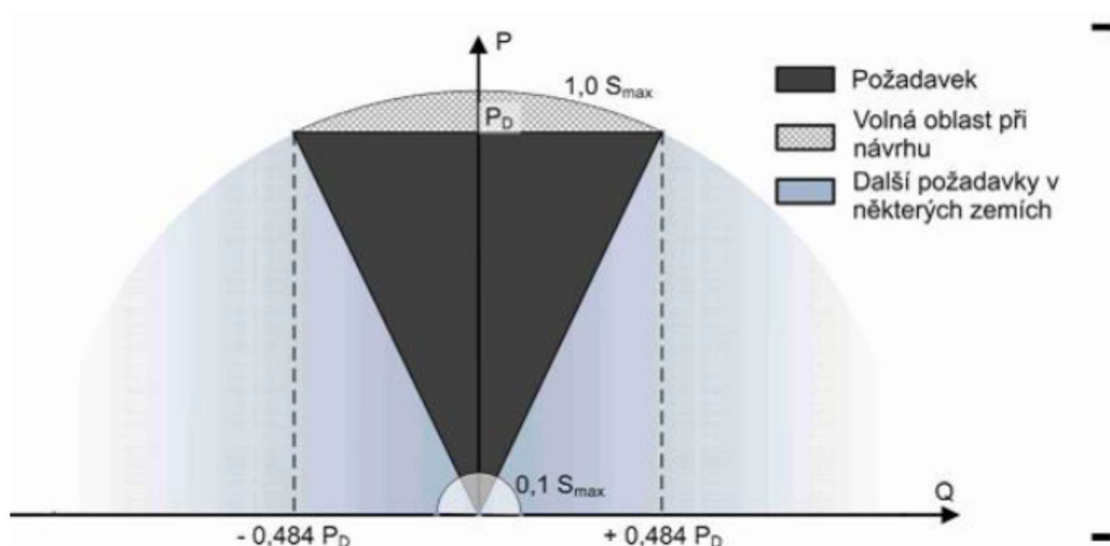
Statické udržování napětí v síti je udržování napětí ve smluvně stanovených mezích za normálního provozu v síti při pomalých změnách napětí. Výkyvy napětí musí zůstat v povolených mezích. Výrobní moduly a výroby musí být schopny přispívat k tomuto požadavku během normálního provozu sítě.

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 účinniku výroby mezi 0,90 kapacitní a 0,90 induktivní dle části 9.4. Výroba musí být schopna splnit požadavky uvedené níže v celém provozním rozsahu napětí a kmitočtu (viz část 9.1.).

#### 9.2.1.1. Podpora napětí pomocí jalového výkonu výroben elektřiny v síti nn

Grafické znázornění minimálních i nepovinných požadavků dodávky/odběru jalového výkonu při jmenovitém napětí je na obr.1, kde  $P_D$  je návrhový výkon výroby [29].

**Obr. 1 Požadavky na dodávku/odběr jalového výkonu při  $U_n$**

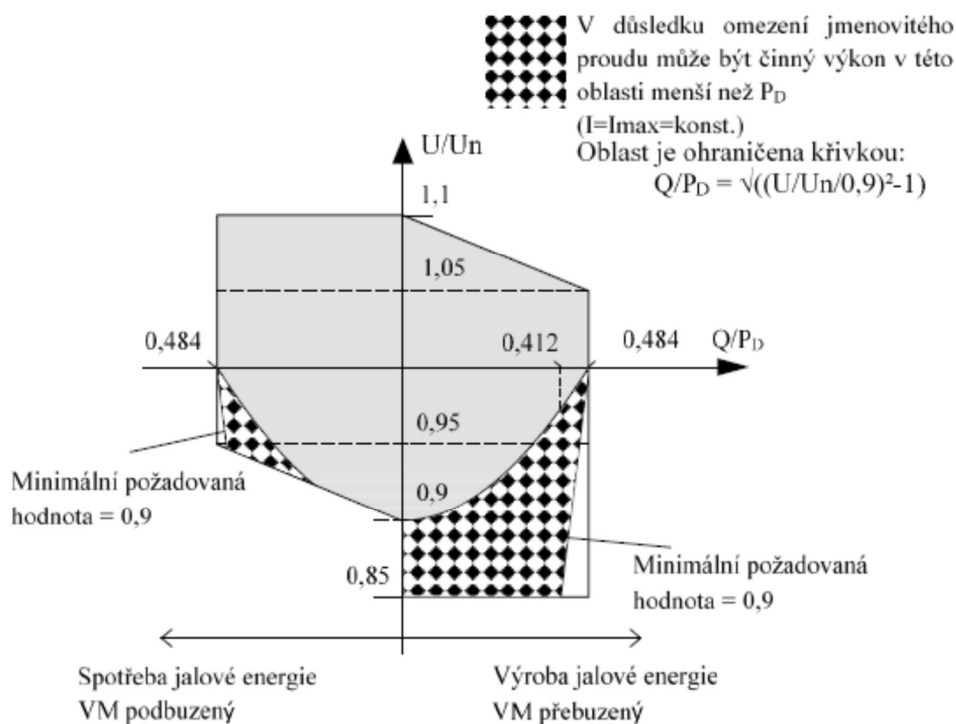




Pro výroby do 800 W podle [20] platí, že účinník mikrogenerátoru za normálních ustálených provozních podmínek v předepsaném tolerančním pásmu jmenovitého napětí musí být vyšší než 0,95, za předpokladu, že výstupní činný výkon mikrogenerátoru je vyšší než 20% jmenovitého výstupního výkonu jednotky. Nižší výstupní výkon, než 20% jmenovitého výkonu mikrogenerátoru nesmí způsobit větší jalový výkon než 10% jeho jmenovitého činného výkonu.

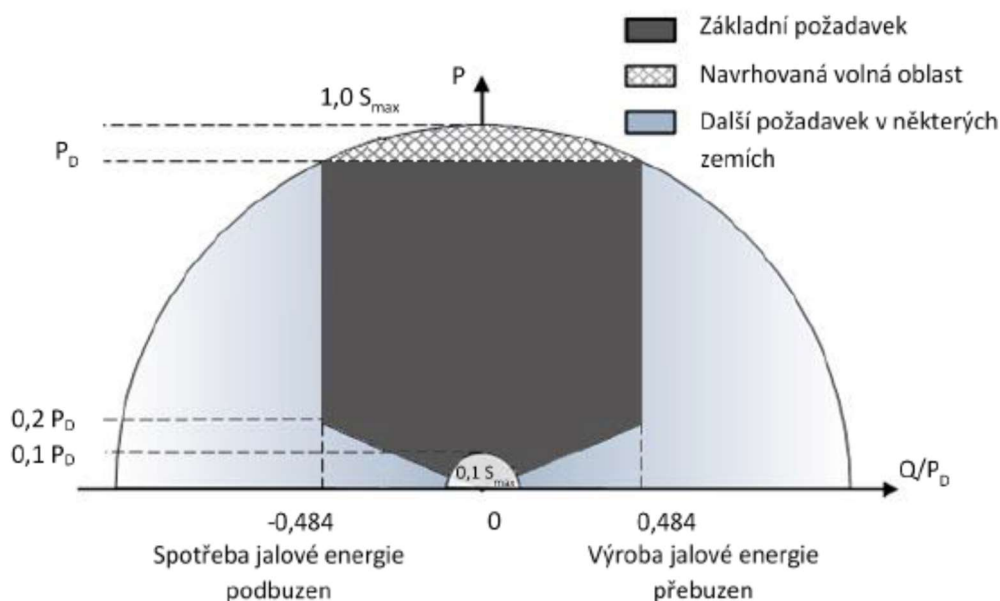
Pro napětí odlišná od jmenovitého, ale uvnitř rozsahu napětí pro trvalý provoz jsou vedeny meze pro minimální požadavky pro na následujícím obr. 2.

**Obr. 2 Jalový výkon VM A1 pro  $P=P_D$**



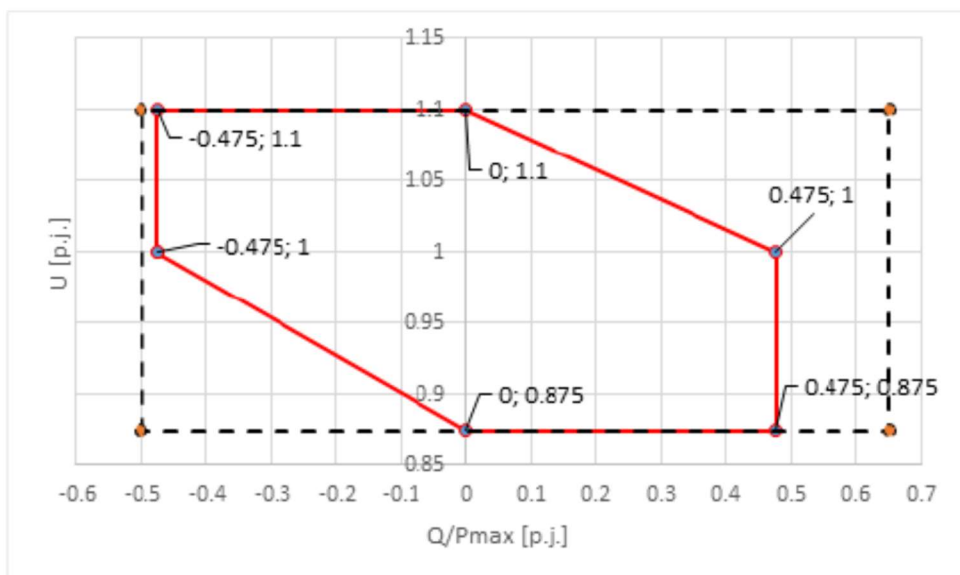
#### 9.2.1.2. Podpora napětí pomocí jalového výkonu VM A2, B1, B2, C a D

Grafické znázornění minimálních i nepovinných požadavků dodávky/odběru jalového výkonu při jmenovitém napětí je pro VM A2, B1, B2, C a D připojené do sítí vn a 110 kV na obr.3, kde  $P_D$  je návrhový výkon výroby [30].



**Obr. 3 Jalový výkon VM A2, B1, B2 a C při jmenovitém napětí**

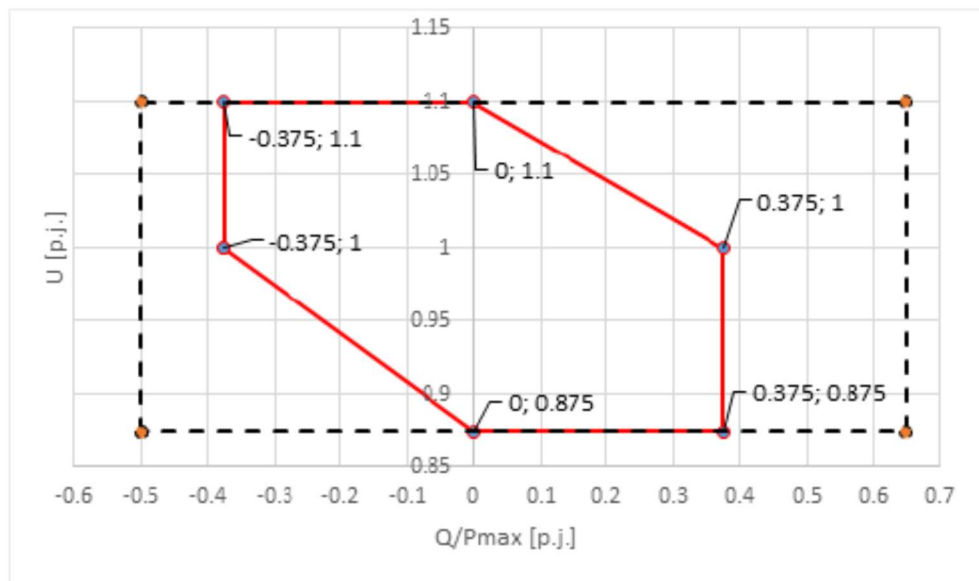
Synchronní výrobní modul B2, C a D musí být podle RfG čl. 18.2 schopen dodávat/odebírat dodatečný jalový výkon. Tento dodatečný jalový výkon kompenzuje nabíjecí výkon vedení nebo kabelu vysokého napětí mezi vysokonapěťovými svorkami blokového transformátoru synchronního VM nebo svorkami jeho alternátoru a místem připojení, pokud blokový transformátor neexistuje, a je dodáván odpovědným vlastníkem tohoto vedení nebo kabelu při dodávce činného výkonu v místě připojení. V případě dodávky maximálního  $P$  do soustavy musí být výrobní modul schopen pracovat v mezích stanovených v diagramu níže.



**Obr. 4 Dodávka/odběr Q při maximální dodávce P u synchronních VM B1, B2, C a D**

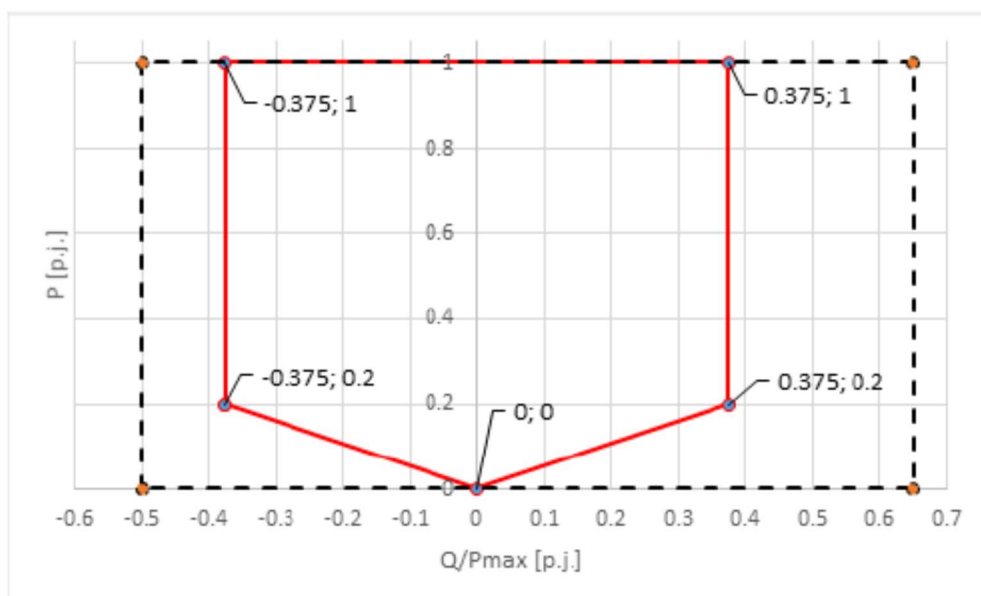
Nesynchronní výrobní modul B2, C a D musí být podle RfG čl. 21.3 a), b) a c) schopen dodávat dodatečný jalový výkon. Tento dodatečný jalový výkon kompenzuje nabíjecí výkon vedení nebo kabelu vysokého napětí mezi vysokonapěťovými svorkami blokového transformátoru nesynchronního výrobního modulu nebo svorkami jeho měniče a místem připojení (pokud blokový

transformátor neexistuje), a je dodáván odpovědným vlastníkem tohoto vedení nebo kabelu při dodávce činného výkonu v místě připojení. Nesynchronní výrobní modul B2, C a D musí být schopen pracovat při maximálním dodávaném činném výkonu v rámci diagramu na obr. 5.



**Obr. 5 Dodávka/odběr Q při maximální dodávce P u nesynchronních VM B2, C a D**

Při dodávaném výkonu nižším, než je maximální, musí být výrobní modul schopen pracovat v rámci diagramu stanoveném na obr.6. V případě, že nejsou k dispozici všechny výrobní bloky dodávající činný výkon v provozu je schopnost dodávky P a Q úměrně nižší.



**Obr. 6 Dodávka/odběr Q při nižší než maximální dodávce P pro nesynchronní VM kategorie B2, C a D**

Nesynchronní VM B2, C a D musí provést změnu jalového výkonu na 90% požadované změny bez zpoždění, nejpozději však do  $t_1=4s$  s ustálením dle parametrů definovaných v článku 21 odstavec 3 písmeno d) RfG do  $t_2 = 30s$ .

## 9.2.2. Dynamická podpora sítě

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

Proto se musí i výrobny 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).

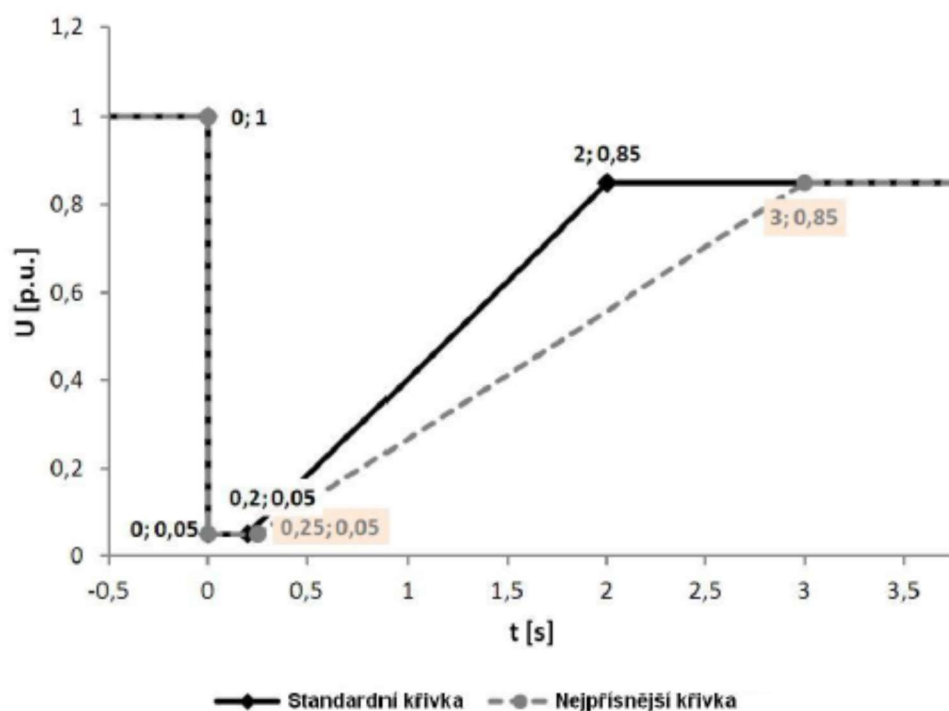
U výroben připojených do sítí nn se hodnotí nejmenší fázové napětí, a pokud není střední vodič, pak nejmenší sdružené napětí. U výroben v sítích vn a 110 kV se hodnotí nejmenší sdružené napětí.

### 9.2.2.1. Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT)

Jde-li o připojení do sítě s OZ, pak k odpojení musí dojít v průběhu beznapěťové přestávky.

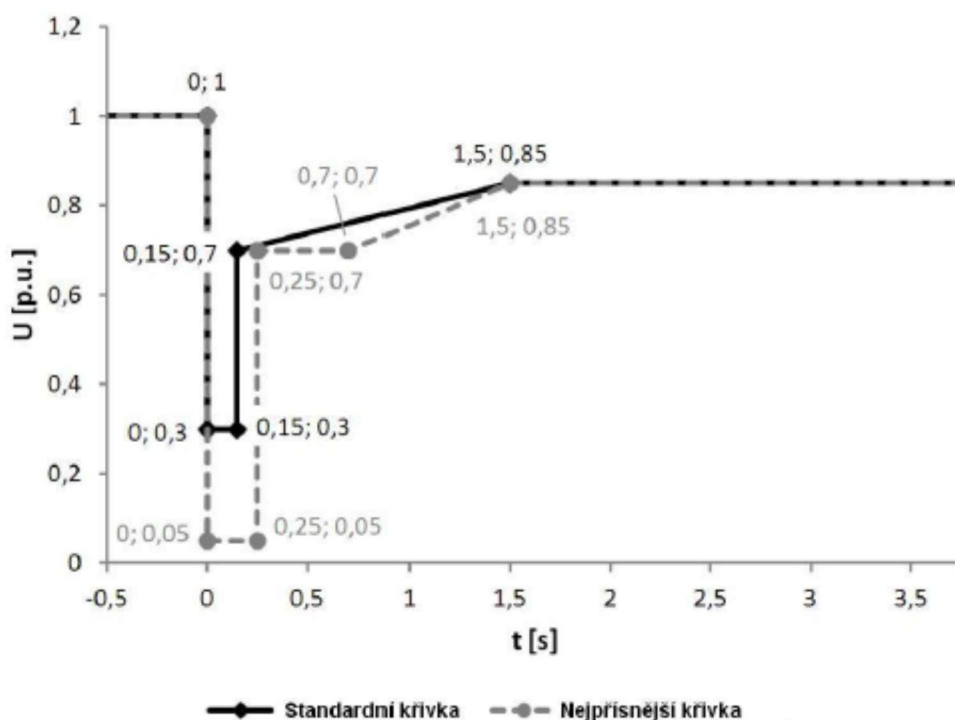
Nastavení ochran výroben elektřiny musí být koordinováno s požadovanými hodnotami na obr. 7 a obr.8, aby jednak nedocházelo k ohrožení zařízení výroben elektřiny, jednak k jejich předčasnému odpojení.

**Výrobní připojená pomocí střídače**



Obr. 7 Schopnost překlenutí poruchy pro výrobny se střídačem na výstupu

## Přímo připojená výrobná



Obr. 8 – Schopnost překlenutí poruchy přímo připojených generátorů

### 9.2.2.2. Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT)

Výrobní moduly musí být schopny zůstat připojeny, pokud napětí na vývodech nepřekročí horní mez rozsahu napětí pro trvalý provoz až do úrovně 120% dohodnutého napětí po dobu 1 sekundy, a 115% deklarovaného napětí po dobu 60 sekund.

U sítí nízkého napětí musí být vyhodnoceno nejvyšší fázové napětí, nebo tam kde není dostupné fázové nejvyšší sdružené napětí, zatímco u sítí vysokého napětí a 110 kV musí být vyhodnoceno nejvyšší sdružené napětí.

Jde-li o připojení do sítě s OZ, pak k odpojení musí dojít v průběhu beznapěťové přestávky. PLDS stanoví, které výrobní se podle jejich předpokládaných technických možností musí podílet na dynamické podpoře sítě. To se děje zadáním nastavení pro rozpadovou síťovou ochranu.

### 9.2.2.3. Požadavky na zkratový proud nesynchronních VM

Nesynchronní VM B1, B2 C a D musí být podle čl. 20.2 b, c) RfG schopen aktivovat dodávku zkratového proudu, a to buď:

- zajištěním dodávky rychlého poruchového proudu v místě připojení, nebo
- měřením odchylek napětí na svorkách jednotlivých bloků nesynchronního výrobního modulu a dodáním rychlého poruchového proudu na svorky těchto bloků;

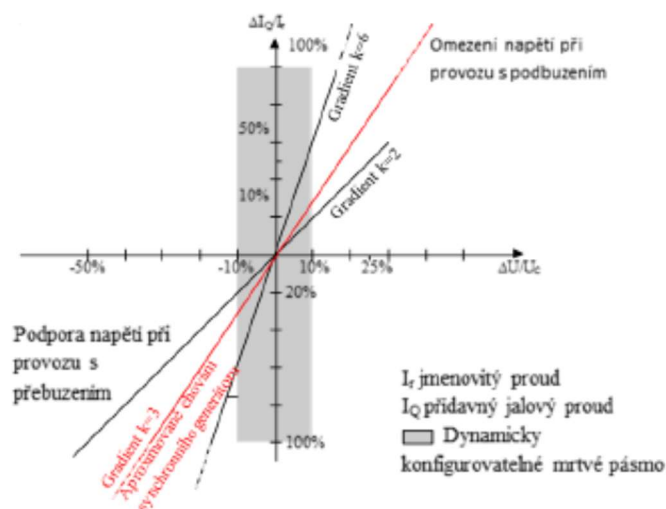
Identifikace poruchy: sdružené napětí  $U < 90\% U_n$  nebo  $> 110\% U_n$

- konec poruchy:  $90\% U_n > U < 110\% U_n$
- poruchový proud:  $D_i = k \cdot D_u$ ;  $2 \leq k \leq 6$
- doba odezvy:  $\leq 30 \text{ ms}$
- doba ustálení:  $\leq 60 \text{ ms}$

$D_i$  = příspěvek okamžité hodnoty proudu v procentech jmenovitého proudu

$k$  = koeficient, vyjadřující dosah proudu jalového charakteru (závislý především na uk transformátoru)

$D_u$  = odchylka napětí od jmenovité hodnoty v procentech



**Obr. 9 Princip podpory napětí sítě zkratovým proudem nesynchronními VM**

#### 9.2.2.4. Schopnost startu ze tmy

Schopnost startu ze tmy podle RfG, článek 15.5a) není povinná. Pokud bude schopnost startu ze tmy požadována a smluvně sjednána, výrobní modul C a D musí zahájit dodávku P do vydělené části DS do 30 minut bez jakékoli vnější dodávky elektrické energie.

Pro kategorii výrobních modulů B2 bude schopnost startu ze tmy požadována výběrově po vzájemném odsouhlasení vlastníka výrobního modulu a provozovatele soustavy.

#### 9.2.2.5. Schopnost ostrovního provozu

Pokud jde o schopnost podílet se na ostrovním provozu platí RfG, článek 15.5.b):

- i) VM C a D musí být schopen podílet se na ostrovním provozu, vyžádá-li si to příslušný provozovatel soustavy v koordinaci s příslušným provozovatelem přenosové soustavy, a
  - frekvenční limity pro ostrovní provoz musí být stejné jako limity v části 9.1.1 zavedené v souladu s RfG čl. 13 odst. 1 písm. a),
  - napěťové limity pro ostrovní provoz musí být stejné jako limity zavedené v části 9.1.2 v souladu s RfG čl. 15 odst. 3 nebo případně v souladu s čl. 16 odst. 2;
- ii) VM C a D musí být schopny pracovat během ostrovního provozu ve frekvenčně závislém režimu FSM podle RfG čl. 15 odst. 2 písm. d). V případě přebytku výkonu musí být výrobní moduly schopny snížit činný výkon na výstupu z předchozího pracovního bodu na jakýkoli nový pracovní bod v rámci provozního diagramu P-Q. V souvislosti s tím musí výrobní modul být schopen snížit činný výkon na výstupu v takovém rozsahu, nakolik je to technicky možné, avšak alespoň na 55 % své maximální kapacity;
- iii) způsob detekce přechodu z provozu v propojené soustavě na ostrovní provoz musí být dohodnut mezi vlastníkem výroby elektřiny a příslušným provozovatelem soustavy v koordinaci s příslušným provozovatelem přenosové soustavy. Dohodnutý způsob detekce nesmí být založen pouze na stavových signálech spínacích zařízení provozovatele soustavy;

Způsob detekce přechodu na ostrovní provoz VM C a D je dán změnou průběhu frekvence a napětí. Frekvence a napětí je monitorována pro identifikace přechodu z tvrdé soustavy do ostrovního provozu. Přechod do ostrovního provozu je detekován jednoznačně dosažení odchylky frekvence  $\pm 200$  mHz bez záměrného zpoždění.

Zařízení uživatelů s výrobami elektřiny, které při poruchách v napájecí síti přejdou pro pokrytí vlastní spotřeby do ostrovního provozu, se musí až do odpojení od sítě PLDS podílet na podpoře sítě. Zamýšlený ostrovní provoz je zapotřebí odsouhlasit s PLDS v rámci požadavku na připojení.

#### 9.2.2.6. Schopnost rychlého přifázování

VM C a D musí mít schopnost v případě potřeby pracovat po dobu alespoň 2 hodin na vlastní spotřebě, než dojde k trvalému odstavení VM z provozu.

### 9.3. PŘÍZPŮSOBNOST ČINNÉHO VÝKONU

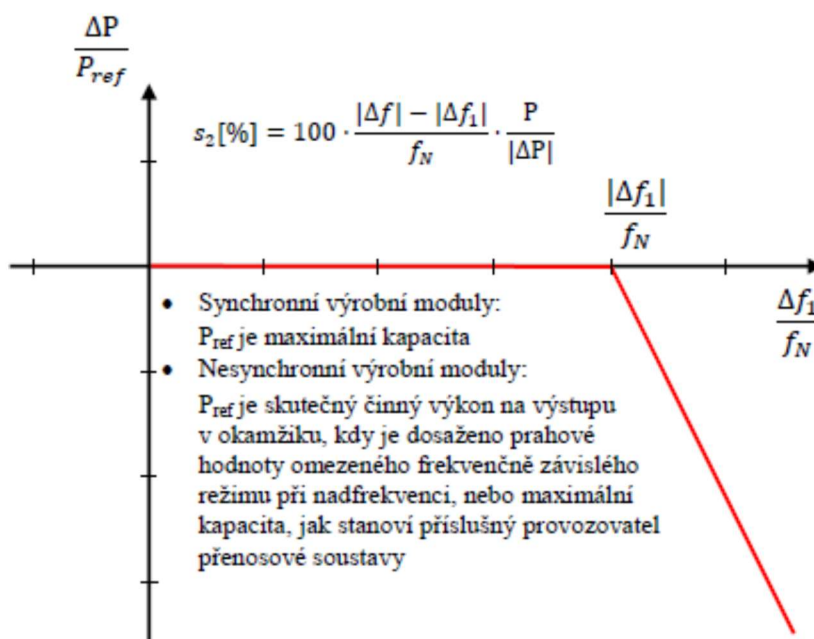
Všechny výrobní připojené do LDS musí být schopné snižovat činný výkon automaticky v závislosti na kmitočtu v síti a podle poměrů v síti i podle povelů z řídicího dispečinku PLDS nebo se automaticky odpojit od LDS.

#### 9.3.1. Snižování činného výkonu při nadfrekvenci

Výrobní modul musí být schopen aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu podle obr. 10 při prahové hodnotě frekvence a při nastavení statiky, jež stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy pro svou regulační oblast v koordinaci s provozovateli přenosových soustav též 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  $s_2 = 5$  %



Obr. 10 Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci

$P_{ref}$  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.

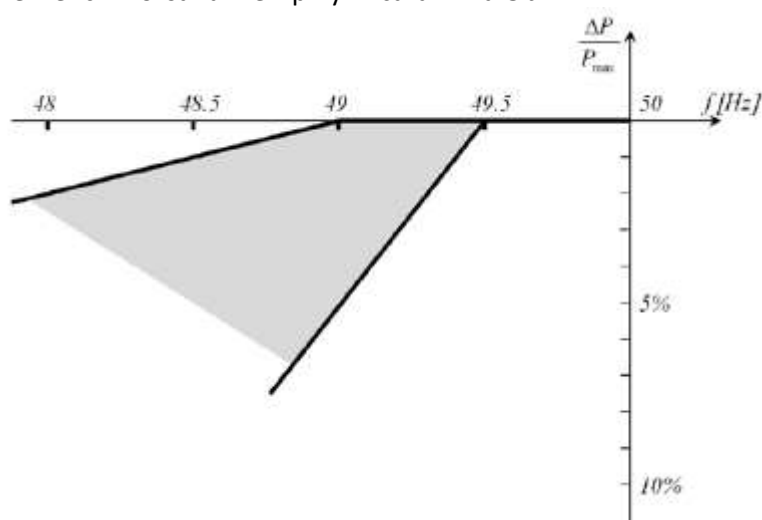
$f_n$  je jmenovitá frekvence (50 Hz) v soustavě

$\Delta f$  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 PS definuje dovolené snížení činného výkonu z maximální hodnoty se snižující se frekvencí v rozsahu mezi plnými čarami na Obr 11.



**Obr. 11 Maximální snížení činného výkonu s klesajícím kmitočtem**

Diagram představuje meze, definované příslušným provozovatelem PS.

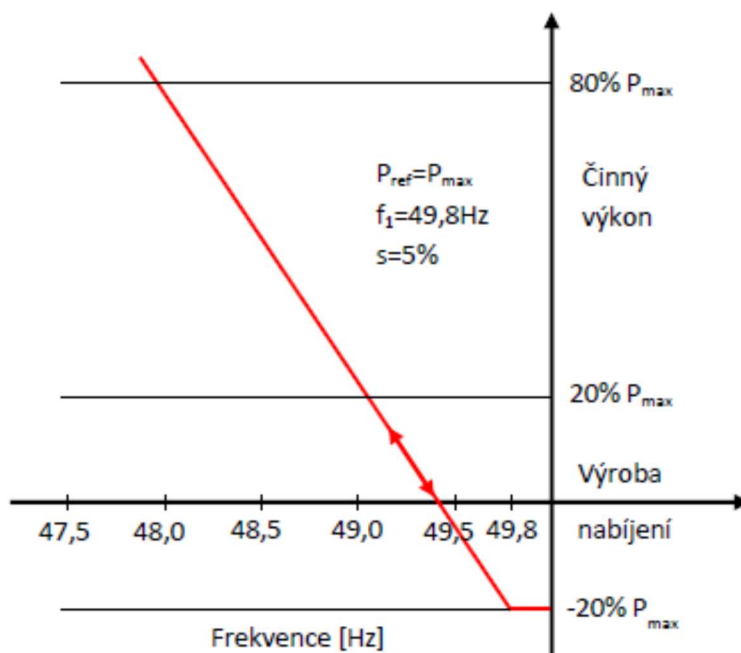
#### 9.3.2.1. Frekvenční odezva činného výkonu akumulčního zařízení při podfrekvenci

Elektrické akumulční zařízení ve výrobě musí být schopné aktivace odezvy činného výkonu na podfrekvenci. U bateriových akumulčních zařízení musí být frekvenční odezva poskytována při nabíjení i v režimu dodávky. Odezva činného výkonu na podfrekvenci musí být poskytována při programovatelné mezi frekvence, minimálně mezi 49,8 a 49,5 včetně, při programovatelné statice v rozsahu minimálně od 2 % do 12 %. Referenční výkon  $P_{ref}$  je  $P_{max}$ . Výrobní modul musí být schopná aktivace frekvenční odezvy činného výkonu na podfrekvenci tak rychle, jak je to technicky možné s vlastním zpožděním do 2 s a odezvou maximálně 30 s. Přídavné zpoždění musí být programovatelné k nastavení zpoždění na hodnotu mezi vnitřním zpožděním a 2 s.

Po aktivaci musí frekvenční odezva činného výkonu používat aktuální hodnotu frekvence a reagovat na její vzrůst nebo snížení podle naprogramované statiky s přesností  $\pm 10$  % jmenovitého výkonu. Nepřesnost měření frekvence musí být do  $\pm 10$  mHz.



Nastavení mezní frekvence  $f_1$ , statiky a přídavného zpoždění definuje PLDS, pokud nejsou definovány, funkce musí být zablokována.

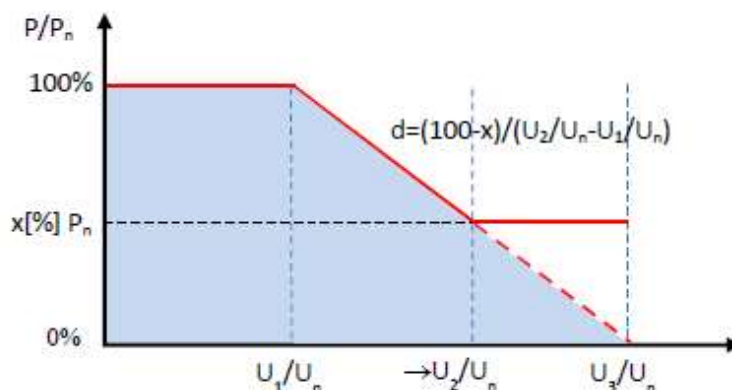


Obr. 12 Frekvenční odezva činného výkonu na podfrekvenci u akumulčního zařízení.

### 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 DS na hladině nn budou vybaveny generátory s funkcí pro řízení napětí činným výkonem dle norem [20] a [29]. Konkrétní hodnoty funkce  $P(U)$ , znázorněné na obr. 13 stanoví podle síťových podmínek PLDS, ev. studie připojitelnosti.

*Poznámka: Důvodem je snaha zabránit odpojení výroben nadpětovými 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.*



Obr. 13 Charakteristika funkce  $P(U)$

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

Výrobní elektřiny s VM A2 a B1 i akumulční zařízení (v obou provozních stavech – nabíjení i vybíjení) musí být provozovatelná se sníženým činným výkonem a vybavena rozhraním (vstupním portem) aby na pokyn na vstupním portu mohl snížit činný výkon na výstupu (RfG čl. 14.2). 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, akumulčních zařízení, výroben elektřiny s akumulčním 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.

Regulační systémy výrobních modulů musí být (dle RfG čl. 15.2 a,b) schopny upravovat zadanou hodnotu činného výkonu v souladu s pokyny provozovatele soustavy (neboli obsahovat terminál elektrárny pro dálkové řízení). Doba, během níž musí být zadaná hodnota činného výkonu dosažena, je stanovena v TAB. 9. Přípustná odchylka skutečného činného výkonu od požadované hodnoty je  $\pm 5\%$ .

**TAB. 9 Doba odezvy na požadavek pro změnu výkonu podle dostupnosti primárního zdroje (výrobní elektřiny)**

Primární zdroj (výrobní elektřina)	Doba pro dosažení žádané hodnoty
Synchronní VM	5 minut
Nesynchronní VM (připojené přes měnič)	1 minuta

Minimální a maximální limity rychlosti změn činného výkonu

Výrobní moduly musí být podle čl. 15.6e) RfG schopny zvyšovat výkon gradientem alespoň  $2\%P_n/\text{min}$ , ale ne rychleji než  $40\%P_n/\text{min}$ .

Výrobní moduly musí být schopny snižovat výkon gradientem alespoň  $-2\%P_n/\text{min}$ , ale ne rychleji než  $-40\%P_n/\text{min}$ .

Při omezení činného výkonu vzrůstem frekvence může být činný výkon opět zvyšován teprve po návratu frekvence na hodnotu  $f \leq 50,1 \text{ Hz}$ . 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 RfG a z norem [20], [29] a [30]. Požadovaný rozsah účinníku/jalového výkonu výrobních modulů/výroben je uveden v části 9.2.1.

### 9.4.1. Způsoby řízení jalového výkonu

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 PLDS.

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

Pokud je PLDS 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 PLDS)

Nesynchronní moduly B2, C a D musí podle RfG čl.21 odst. 3 písm. d) provést změnu jalového výkonu na 90% požadované hodnoty bez zpoždění, nejpozději však do  $t_1=4s$  s ustálením dle parametrů definovaných v RfG článku 21 odst. 3 písm. d) do  $t_2 = 30s$ .

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

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 výroby je zapotřebí přihlížet ke způsobu provozu vlastní výroby 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 výroby může vyžadovat opatření k omezení napětí harmonických a pro zamezení nepřijatelného 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 10. Pro předcházení rozporům při hodnocení účinníku se přitom doporučuje používat jednotně spotřebičovou orientaci.

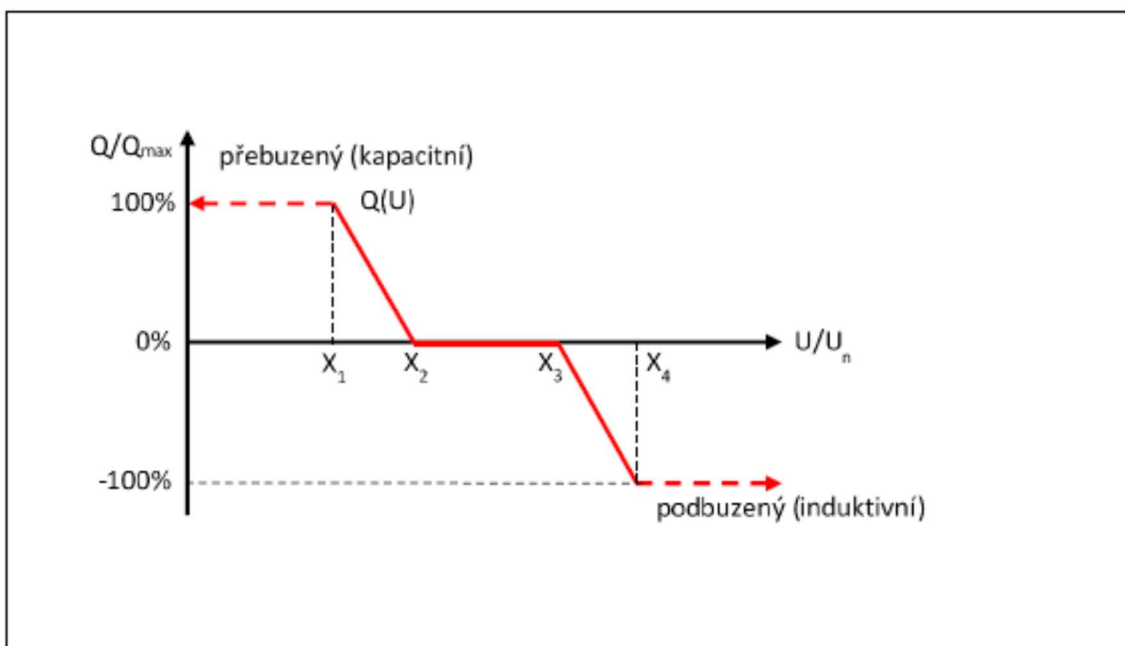
**TAB. 10 Přiřazení pásem účinníku**

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 $Q > 0$ $0^\circ < \varphi < 90^\circ$

#### 9.4.2. Jalový výkon závislý na napětí – funkce $Q(U)$

Tato funkce vyžaduje vzhledem k předpokládanému rozsahu využití u velkého počtu blízkých výroben elektrárny (zdrojů) připojovaných do sítě nn koordinaci jejich parametrů pro bezpečný provoz.

Charakteristická křivka  $Q(U)$  podle obr. 14 musí být nastavitelná, nastavení určí PLDS podle místních síťových podmínek, ev. studie připojitelnosti.



**Obr. 14 Charakteristika funkce  $Q(U)$**

$Q(U)$  charakteristika je definována čtyřmi body, které definují tvar regulační charakteristiky, kde osa X odpovídá poměru měřené hodnoty napětí v místě připojení výroby a jmenovité hodnoty napětí, osa Y odpovídá poměru dodávaného/odebraného jalového výkonu výroby a maximální hodnoty jalového výkonu, který je výroba schopna dodat/odebrat.

- Bod X1: Hodnota poměru  $U/U_n$  menší než 1, které odpovídá maximální dodávaný jalový výkon výroby, pro zvýšení hodnoty napětí v místě připojení
- Bod X2: Hodnota poměru  $U/U_n$  menší než 1, která je počáteční hodnotou pro dodávku jalového výkonu pro zvýšení napětí v místě připojení.
- Bod X3: Hodnota poměru  $U/U_n$  větší než 1, která je počáteční hodnotou odběru jalového výkonu pro snížení napětí v místě připojení
- Bod X4: Hodnota poměru  $U/U_n$  větší než 1, které odpovídá maximální odebíraný jalový výkon výroby, pro snížení hodnoty napětí v místě připojení

Příklad nastavení:

- $X1=0,94:1$ ;  $X2=0,97:0$ ;  $X3=1,05:0$ ;  $X4=1,08:-1$

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.

## 9.5. AUTOMATICKÉ OPĚTOVNÉ PŘIPOJENÍ VÝROBNY

Podmínky pro automatické připojení k soustavě - článek 13.7 RfG [44].

Automatické připojení je povoleno, pokud příslušný PLDS v koordinaci s příslušným provozovatelem přenosové soustavy nestanoví jinak a PLDS nezakázal opětovné připojení z důvodu řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách (např. vysláním omezovacího signálu 0%).

Výrobní moduly A1, A2, B1, B2 a C a podle [20] i výrobní elektřiny (zdroje) do 800 W odpojené od sítě z důvodu odchylky napětí či frekvence mohou být opětovně automaticky připojeny k LDS dle následujících kritérií:

1. 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
2. Postupné najetí na výkon od nuly s gradientem maximálně 10%  $P_n$  za minutu

Není-li výrobní elektřina s moduly A1, A2, B1, B2 a C schopna postupného najetí na výkon (dle bodu 2), připojí se výrobní elektřina zpět k DS po době, kterou stanoví PLDS v intervalu 0-20 min; při probíhající kontrole mezí napětí a frekvence dle bodu 1.

Při automatickém připojení musí dodávaný výkon z výrobní respektovat příp. požadavky na výkonové omezení z důvodu řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách (kap. 9.3). Synchronizace výrobní se sítí musí být plně automatizovaná.

Automatické připojení pro VM typu D je zakázáno, VM typu D se zpětně připojují na pokyn dispečera technického dispečinku PLDS.

Synchronizační zařízení výrobního modulu D má podle čl. 16.4 d) RfG tyto možnosti nastavení (pokud není v podmínkách připojení sjednáno jinak):

- i. odchylka napětí:  $\Delta U$  30% pro napětí v dovolených mezích
- ii. odchylka frekvence:  $\pm 250$  mHz při rozsahu frekvence 47.5-51.5 Hz
- iii. rozdíl fázového úhlu:  $\pm 10^\circ$  na napěťové hladině
- iv. sled fází musí být stejný

## 10. PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ

K zabránění zavlečení zpětného napětí do sítí PLDS je zapotřebí zajistit technickými opatřeními, aby připojení výroby elektřiny k síti PLDS 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 spínače musí být blokováno do té doby, dokud není na každé fázi napětí minimálně nad rozběhovou hodnotou podpěťové ochrany. K ochraně výroby elektřiny se doporučuje časové zpoždění mezi obnovením napětí v síti a připojením výroby v rozsahu minut.

Časové odstupňování při připojování generátorů a blokových transformátorů výroby elektřiny je zapotřebí odsouhlasit s PLDS.

Po vypnutí ochranou smí být výroba elektřiny 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 výroby elektřiny pracovníky PLDS je opětné zapnutí zapotřebí dohodnout s příslušným pracovištěm PLDS.

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

### 10.1. ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ

Za normálních provozních podmínek (v základním zapojení sítě) nesmí zvýšení napětí vyvolané provozem připojených výroben v nejnepříznivějším případě (přípojném bodu) překročit 2 % pro výroby s přípojným místem v síti vn a 110 kV ve srovnání s napětím bez jejich připojení, současně nesmí být překročeny limity napětí v předávacím místě výroby podle [3].

$$\Delta u_{vn,110} \leq 2 \%, \quad (1)$$

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

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

Úroveň napětí musí být posouzena s ohledem na výši skutečné hodnoty napětí v předávacím místě.

Při mimořádném zapojení sítě (při náhradních dodávkách) nesmí zvýšení napětí vyvolané provozem připojených výroben nebo způsobené připojováním a odpojováním jednotlivých generátorů v nejnepříznivějším případě (přípojném bodu) překročit 5% pro výroby s přípojným místem v síti vn ve srovnání s napětím bez jejich připojení. Tato podmínka musí být splněna současně s podmínkou pro zvýšení napětí v základním zapojení sítě. Pro výroby s přípojným místem v síti vn tedy platí meze pro zvýšení napětí:

$$\Delta u_{vn} \leq 2 \%$$

pro normální provozní podmínky (základní zapojení sítě) a současně pak pro mimořádné zapojení sítě (při náhradních dodávkách)

$$\Delta u_{vn} \leq 5 \%$$

Pokud je v síti nn a vn jen jedno přípojné místo, je možné tuto podmínku (2), (3) posoudit jednoduše pomocí zkratového poměru výkonů

$$k_{k1} = \frac{S_{KV}}{\Sigma S_{Amax}}, \quad (3)$$

kde  $S_{KV}$  je zkratový výkon v přípojném bodu a  $\Sigma S_{Amax}$  je součet maximálních zdánlivých výkonů všech připojených/plánovaných výroben, které mohou být současně v provozu.

K vyšetření  $S_{Amax}$  u větrných elektráren je zapotřebí vycházet z maximálních zdánlivých výkonů jednotlivého zařízení  $S_{Emax}$ :

$$S_{Emax} = S_{Emax10min} = S_{nG} \cdot p_{10min} = \frac{P_{nG}}{\lambda} \cdot p_{10min}, \quad (4)$$

přičemž hodnotu  $p_{10min}$  (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 předávacího místa vsíti bude podmínka pro zvýšení napětí dodržena vždy, když zkratový poměr výkonů  $k_{k1}$  je pro výrobní s předávacím místem v síti vn

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

podobně pro výrobní s předávacím místem v síti nn

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

Pokud je síť nn a vn 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 výrobní s předávacím místem v síti vn

$$S_{Amax} \leq \frac{2\% \cdot S_{KV}}{|\cos(\psi_{KV} - \varphi)|} = \frac{S_{KV}}{50 \cdot |\cos(\psi_{KV} - \varphi)|}, \quad (7)$$

pro výrobní s předávacím místem v síti nn

$$S_{Amaxnn} \leq \frac{3\% \cdot S_{KV}}{|\cos(\psi_{kv} - \varphi)|} = \frac{S_{KV}}{33 \cdot |\cos(\psi_{kv} - \varphi)|}, \quad (8)$$

kde  $\varphi$  je fázový úhel mezi proudem a napětím výrobní elektřiny při maximálním zdánlivém výkonu  $S_{Amax}$ .

U výroben elektřiny, které dodávají do sítě jalový výkon (např. přebuzené synchronní generátory, pulzní měniče), přitom platí:

$$P > 0 \text{ a } Q > 0$$

$$0^\circ < \varphi_E < 90^\circ$$



U výroben, které odebírají ze sítě jalový výkon (např. asynchronní generátory, podbuzené synchronní generátory, sítě řízené střídače) platí:

$$P > 0 \text{ a } Q < 0$$

$$270^\circ < \varphi_E < 360^\circ \quad (-90^\circ < \varphi_E < 0^\circ)$$

Pokud pro cosinový člen, tj.  $\cos(\psi_{kv} - \varphi_E)$  v rovnici (2) 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  $S_{Amax}$ , pro který je pak zapotřebí určit zvýšení napětí v přípojném bodu. K tomu je používán následující vztah:

$$\Delta U_{AV} = \frac{S_{Amax} \cdot \cos(\psi_{kv} - \varphi)}{S_{kv}} \quad (9)$$

V propojených sítích 110 kV a/nebo při provozu více rozptýlených výroben v síti je zapotřebí určovat zvýšení napětí s pomocí komplexního chodu sítě. Přitom musí být dodržena podmínka pro  $\Delta u$  v nejnepříznivějším přípojném bodě.

Při posuzování připojitelnosti výroben je nutné vycházet z podmínky dodržení účinníku v předávacím místě  $\cos \varphi_i = 1$ , pokud PLDS vzhledem k místním podmínkám (balance jalové energie v dané části sítě, úroveň napětí, příp. očekávaný dopad na ztráty v síti) nestanoví jinou hodnotu účinníku pro ověření připojitelnosti požadovaného výkonu výroby.

Takto je možné postupovat pouze u výroben vybavených funkcemi  $PF=f(U)$ ,  $Q=f(U)$  resp.  $P=f(U)$ , popsaných v části 9.3.2 a 9.4.

Podmínkou provozu výroby je pak úspěšné provozní ověření uvedené funkce potvrzující výsledky studie. V případě, že provozní ověření nebude splňovat předpokládané výsledky deklarované zpracovatelem studie, má provozovatel LDS právo požadovat po výrobci provést taková technická opatření, aby výroba splňovala veškeré požadavky na ni kladenou v souladu s podmínkami připojení a PPLDS. Krajiním opatřením může být i snížení / omezení činného výkonu.

U studií pro výroby podle části 11 je zapotřebí ověřovat celý využitelný rozsah jalového výkonu podle provozního diagramu PQ.

## 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  $du_2 \leq 0,7\%$  z 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]

$$\Delta U_{AN} \approx 6 \cdot \frac{S_{rAmax}}{S_{kv}} \cdot \cos(\psi_{kv} - \varphi_E) \quad (10)$$

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

Za normálních provozních podmínek (v základním zapojení sítě) změny napětí ve společném napájecím bodě, způsobené připojováním a odpojováním jednotlivých generátorů nebo zařízení, nevyvolávají nepřijatelné zpětné vlivy, tj. pokud největší změna napětí pro výrobní s předávacím místem v síti nn nepřekročí 3 %.

$$\Delta u_{\max nn} \leq 3 \% . \quad (101)$$

Pro výrobní s předávacím místem v síti vn platí

$$\Delta u_{\max vn} \leq 2 \% \quad (11)$$

Toto platí, pokud 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 dovolí poměry v síti.

Při spínání výroben elektřiny (zdrojů) v sítích vn a nn současně nesmí být překročeny limity napětí  $\pm 10\% U_n$  v předávacím místě výrobní elektřiny (zdroje) [3]. Úroveň napětí musí být posouzena s ohledem na výši skutečné hodnoty napětí v předávacím místě.

Pro výrobní v síti 110 kV platí pro omezení změny napětí vyvolané spínáním za normálních provozních podmínek (v základním zapojení sítě):

Spínání jednoho výrobního modulu (např. jednoho generátoru větrné turbíny)

$$\Delta u_{\max} \leq 0,5 \% \quad (12)$$

Spínání celého zařízení (např. větrného parku)

$$\Delta u_{\max} \leq 2 \% \quad (13)$$

V závislosti na zkratovém výkonu  $S_{kv}$  vsíť PLDS a jmenovitém zdánlivém výkonu  $S_{nE}$  jednotlivé výrobní lze odhadnout změnu napětí

$$\Delta u_{\max} = k_{imax} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kv}} . \quad (14)$$

Činitel  $k_{imax}$  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.

$$k_{imax} = \frac{I_a}{I_{nG}} . \quad (15)$$

Výsledky na základě tohoto "největšího zapínacího rázu" jsou na bezpečné straně.

Pro činitel zapínacího rázu platí následující směrné hodnoty:

$k_{imax} = 1$	synchronní generátory s jemnou synchronizací střídače
$k_{imax} = 4$	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
$k_{imax} = I_a/I_{nG}$	asynchronní generátory motoricky rozbíhané ze sítě
$k_{imax} = 8$	pokud není známo $I_a$ .

Asynchronní stroje připojované přibližně se synchronními otáčkami mohou vlivem svých vnitřních přechodných jevů způsobit velmi krátké poklesy napětí. Takovýto pokles smí dosáhnout dvojnásobku jinak přípustné hodnoty, tj. pro sítě vn 4 %, pro sítě 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 přechodné jevy. Tento činitel respektuje nejen výši, ale i časový průběh proudu v průběhu přechodného děje a udává se jako funkce úhlu impedance sítě  $\psi$  pro každé zařízení ve zkušebním protokolu.

Jeho pomocí lze vypočítat fiktivní "náhradní změnu napětí"

$$\Delta u_{ers} = k_{i\psi} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{KV}}, \quad (16)$$

která rovněž (jako  $\Delta u_{max}$ ) nesmí překročit hodnoty podle vztahů (11) až (15).

S ohledem na minimalizaci zpětného vlivu na síť PLDS je zapotřebí zamezit současnému spínání více generátorů v jednom předávacím místě. 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 ELEKTŘINY SE STŘÍDAČI, EV. MĚNIČI KMITOČTU

Střídače smějí být spínány pouze tehdy, když je jejich střídavá strana bez napětí. U výroben elektřiny 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 PLDS, je zapotřebí omezit zpětné vlivy místních 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 výroby 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 (viz Dodatek - Vysvětlivky).

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

### 11.1. ZMĚNA NAPĚTÍ

**Změna napětí**  $U < 3 \% U_n$  (pro společný napájecí bod v síti nn)  
 $U < 2 \% U_n$  (pro společný napájecí bod v síti vn a 110 kV- viz též část 10).

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

#### Flikr

##### DLOUHODOBÝ FLIKR

Pro posouzení jedné nebo více výroben elektřiny v jednom předávacím místě je zapotřebí se zřetelem na kolísání napětí vyvolávající flikr dodržet ve společném napájecím bodě nn a vn mezní hodnotu

$$P_{lt} < 0,46 \quad (17)$$

ve společném napájecím bodě 110 kV mezní hodnotu

$$P_{lt} \leq 0,37 \quad (18)$$

Dlouhodobá míra flikru  $P_{lt}$  jednoho zdroje může být určena pomocí činitele flikru  $C$  jako

$$P_{lt} = c \cdot S_{nE} / S_{kv} \quad (20)$$

$S_{nE}$  je jmenovitý výkon zařízení.

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

$$P_{lt} = c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kv}} |\cos(\psi_{kv} + \phi_i)|. \quad (21)$$

*Poznámka: Je-li ve zkušebním protokolu zařízení vypočítána hodnota činitele flikru  $c$  pro úhel impedance sítě  $\psi$  a tím je udána jen hodnota  $c\psi$ , použije 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 výroby s více jednotlivými zařízeními je zapotřebí vypočítat  $P_{It}$  pro každé zvlášť a výslednou hodnotu pro flickr ve společném napájecím bodě určit podle následujícího vztahu:

$$P_{Itres} = \sqrt{\sum_i P_{Iti}^2}. \quad (22)$$

U zařízení s  $n$  stejnými moduly je výsledný činitel pro flickr

$$P_{Itres} = \sqrt{n} \cdot P_{It} = \sqrt{n} \cdot c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{KV}}. \quad (23)$$

## 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. Výroby v síti nn

Pokud výroby splňují 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 DS za přípustný. Pokud nejsou meze v těchto normách dodrženy, je možné pro posouzení připojitelnosti bez přidavných opatření použít následující jednoduchá kritéria:

$$\text{Přípustný proud } I_{v\mu\mu} = \text{vztažný proud } i_v \cdot \frac{S_{KV}}{\sin \psi_{KV}}. \quad (24)$$

vztažný proud  $i_v$  je uveden v TAB. 11.

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

**TAB. 11 Přípustný vztažný proud harmonických zdrojů v síti nn**

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
$25 < v < 40$	$0,15 \cdot 25/v$
$\mu < 40^a$	$0,15 \cdot 25/v$
sudé	$1,5/v$
$\mu < 40$	$1,5/v$
$42 < \mu, v < 178^b$	$4,5/v$

<sup>a</sup> liché

<sup>b</sup> Celočíselné a neceločíselné v pásmu šířky 200 Hz od střední frekvence  $\omega$   
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. Výrobní v síti vn

Pro pouze jediné předávací místo v síti vn lze určit celkové v tomto bodě přípustné harmonické proudy ze vztažných proudů  $i_{vpř}$  z TAB. 12, násobených zkratovým výkonem ve společném napájecím bodu

$$I_{vpř} = i_{vpř} \cdot S_{kv} \quad (25)$$

Pokud je ve společném napájecím bodu 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  $S_{AV}$  ve společném napájecím bodu

$$I_{vpř} = I_{vpř} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} = i_{vpř} \cdot S_{kv} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} \quad (26)$$

U zařízení sestávajících z modulů stejné kategorie lze za  $S_A$  dosadit  $\Sigma S_{nE}$ . To platí též pro větrné elektrárny. U zařízení z nestejných kategorií 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. 12.

Pro harmonické s řády násobků tří platí hodnoty v TAB. 12 pro nejbližší řád, a to pouze, pokud se nulová složka proudů z výroby neuzavírá do sítě.

**TAB. 12 Přípustný vztažný proud harmonických zdrojů v síti vn**

Řád harmonické $\mu$ , v	Přípustný vztažný proud harmonických $i_{\mu, vpř}$ [A/MVA]		
	síť 10 kV	síť 22 kV	síť 35 kV
5	0,115	0,058	0,033
7	0,082	0,041	0,023
11	0,052	0,026	0,015
13	0,038	0,019	0,011
17	0,022	0,011	0,006
19	0,016	0,009	0,005
23	0,012	0,006	0,003
25	0,01	0,005	0,003
>25 nebo sudé	0,06/v	0,03/v	0,017/v
$\mu < 40$	0,06/ $\mu$	0,03/ $\mu$	0,017/ $\mu$
$\mu > 40$	0,16/ $\mu$	0,09/ $\mu$	0,046/ $\mu$

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 ( $v < 7$ ) se sčítají aritmeticky

$$I_v = \sum_{i=1}^n I_{vi} \quad (27)$$

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

$$I_v = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{vi}^2} \quad (19)$$

- pulsně 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

$$I_\mu = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{\mu i}^2} \quad (29)$$

Pokud se vyskytují 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 sítě. V sítích s významným podílem kabelů je ale síťová impedance v mnoha případech nižší, takže mohou být přípustné vyšší proudy harmonických.

Předpokladem je výpočet a posouzení napětí harmonických ve společném napájecím bodu při uvažování skutečné (frekvenčně závislé) impedance sítě ve společném napájecím bodu podle [8]. Navíc k dosavadním požadavkům je zapotřebí dodržet podmínku, že v rozsahu frekvencí 2000 Hz až 9000 Hz nepřekročí ve společném napájecím bodu napětí 0,2 %.

Je-li v síti několik předávacích míst, musí být při posuzování poměrů v jednom předávacím místě brány v úvahu též ostatní předávací místa. Podle toho jsou poměry v síti vn přípustné, pokud v každém společném napájecím bodu nepřekročí harmonické proudy emitované do sítě hodnotu:

$$I_{vV\%} = i_{v\%} \cdot S_{kv} \cdot \frac{S_{AV}}{S_s} \quad (30)$$

kde  $S_{AV}$  je součet napájecích zdánlivých výkonů všech zařízení v daném společném napájecím 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. 12, lze přepočítat vztažné harmonické proudy z hodnot v této tabulce (nepřímo úměrně k napětí).

Pokud jsou překročeny přípustné proudy harmonických, pak je zapotřebí provést podrobnější výpočet harmonických (viz část 14 - Dodatek).



### 11.2.3. Výrobný v síti 110 kV

Pro tyto sítě udává následující tabulka celkově dovolené proudy harmonických pro zařízení připojená do jedné transformovny nebo do jednoho vedení 110 kV. Tyto hodnoty převzaté z [32] se vztahují ke zkratovému výkonu v místě připojení výrobní.

**TAB. 13 Přípustný vztažný proud harmonických zdrojů v síti 110 kV**

Řád $v, \mu$	Přípustný vztažný proud harmonických $i_{v, \mu \text{ zul}}$ v A/GVA
5	2,6
7	3,75
11	2,4
13	1,6
17	0,92
19	0,70
23	0,46
25	0,32
> 25 nebo sudé	5,25 / $v$
$\mu < 40$	5,25 / $\mu$
$\mu > 40^{16}$	16 / $\mu$

*Poznámka: Pro harmonické řádu násobku tří se mohou vzít za základ hodnoty pro nejbližší vyšší řád*

Přípustné proudy harmonických jednoho výrobního zařízení se získají pak pro harmonické do řádu 13 takto:

$$I_{v \text{ zul}} = i_{v, \mu \text{ zul}} \cdot S_{kv} \cdot \frac{S_A}{S_0} \quad (31)$$

Pro harmonické řádů vyšších než 13 a pro meziharmonické:

$$I_{v, \mu \text{ zul}} = i_{v, \mu \text{ zul}} \cdot S_{kv} \cdot \sqrt{\frac{S_A}{S_0}} \quad (32)$$

kde

$I_{v, \mu \text{ zul}}$  přípustný proud harmonické výrobního modulu

$i_{v, \mu \text{ zul}}$  přípustný vztažný proud harmonické podle TAB. 8

$S_{kv}$  zkratový výkon v přípojném bodě

$S_A$  přípojný výkon výrobního modulu

$S_0$  referenční výkon.

Proudy harmonických a meziharmonických řádů vyšších než 13 se nemusí respektovat, když je výkon největšího dodávajícího měniče menší než 1/100 zkratového výkonu sítě v přípojném bodě.

<sup>16</sup> Celočíselné nebo neceločíselné v pásmu 200

Je-li výrobní zařízení připojeno k úseku vedení mezi dvěma transformovny, dosazuje se za referenční výkon  $S_0$  tepelný mezní výkon tohoto úseku vedení. Při připojení výrobního zařízení přímo nebo přes zákaznicko vedení k transformovně se za  $S_0$  dosazuje maximálně k transformovně připojitelný vyráběný výkon.

Dodržení přípustných proudů zpětných vlivů podle rovnic (31) a (32) lze prokázat měřením celkového proudu v předávacím místě nebo výpočtem z proudů připojených jednotlivých zařízení.

Měření proudů harmonických a meziharmonických se musí provádět podle ČSN EN 61000-4-7 ed.2.

Proudy harmonických, přiváděné zkresleným napětím sítě do výrobního zařízení (např. do obvodů filtru), se výrobnímu zařízení nepřipočítávají.

### 11.3. OVLIVNĚNÍ ZAŘÍZENÍ HDO

Zařízení hromadného dálkového ovládání (HDO) jsou obvykle provozována s frekvencemi v rozmezí 183,3 až 283,3 Hz. Místně použitou frekvenci HDO je zapotřebí zjistit u PLDS. Vysílací úroveň je obvykle 1,6 % až 2,5 %  $U_n$ .

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

Výroby (případně KZ) ovlivňují vysílač HDO přidavným zatížením, které plyne z:

- impedance vlastního zařízení výroby
- zvýšeného zatížení sítě, které je v důsledku výroby k síti připojeno.

V těchto případech se posuzuje vliv výroby na zatížení příslušného vysílače HDO. Vychází se z informace o jeho zatížení, kterou poskytne PLDS. Pokud je toto blízké maximum [14], je připojení bez opatření nepřipustné. Pokud tomu tak není, je přípustné následující zvýšení zatížení vysílače:

- do 5A u vysílače do 110 kV
- do 2A u vysílače do vn

Výroby (případně KZ) smí způsobit snížení úrovně signálu HDO maximálně o 5% za předpokladu, že i po tomto snížení bude dodržena minimální přípustná úroveň signálu HDO. Tato úroveň musí být zaručena i při mimořádných zapojeních sítí.

Pro frekvence 183 – 283,3 Hz platí následující minimální úrovně signálu HDO:

nn 150%  $U_f$ ,                      vn 190%  $U_f$ ,                      110 kV 200%  $U_f$

kde  $U_f$  je náběhové napětí přijímače, které obvykle bývá v rozmezí 0,8 – 0,9 %  $U_n$  [14].

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)
- Úrovně rušivých napětí emitovaných do sítě na frekvenci HDO, nebo v její blízkosti

Posouzení vlivu zajišťuje PLDS nebo jím pověřené organizace disponující potřebnou odborností a kvalifikací.

Vstupní parametry výpočtu šíření signálu HDO a jeho úrovně jsou zejména hodnoty impedancí následujících prvků pro konkrétní frekvence HDO:

- venkovních vedení
- kabelových vedení
- transformátorů
- synchronních generátorů
- asynchronních generátorů
- synchronních motorů
- asynchronních motorů
- kompenzačních zařízení
- hradicích členů
- podpůrných impedancí
- vazebních členů vysílačů HDO
- impedance zátěží

Parametry použité při výpočtu musí být součástí posouzení.

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

Při posuzování poklesů hladiny signálu HDO způsobeného výrobny elektřiny je zapotřebí uvažovat následující hlediska:

- Výrobní 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.
- Výrobní, 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.

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 její bezprostřední blízkosti, nesmí překročit  $0.1 \% U_n$
- v předchozím uvedená napětí, jejichž frekvence je o 100 Hz pod nebo nad místně použitou frekvenci 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 výroby. Jinak jsou zapotřebí zvláštní výpočty a příp. realizace příslušných opatření [14].

Pokud výroba elektřiny nepřípustně ovlivňuje provoz zařízení HDO, musí její provozovatel učinit opatření potřebná k jeho odstranění a to i když je ovlivnění 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.

Je-li splněna podmínka minimální úrovně signálu HDO a přípustného zatížení vysílače, lze bez opatření pro omezení vlivu (např. hradicí členy) připojit k síti výroby elektřiny, nepřesáhne-li jejich výkon ve společném napájecím bodu a jejich výkon v celé síťové oblasti hodnoty uvedené v TAB. 14.

**TAB 14. Mezní výkony výroben pro potřeby hradících členů HDO**

Napěťová úroveň	Celkový výkon výroben elektřiny	
	V přípojném bodu	V síťové oblasti
0,4 [kV]	5 kVA	10 kVA
vn	500kVA	2MVA
110 [kV]	20 MVA	30 MVA

Celkový výkon výrobních zařízení ve společném napájecím bodu zahrnuje všechna výrobní zařízení připojená v tomto bodu, včetně výrobních zařízení již připojených. Společný napájecí bod je místo sítě odkud jsou nebo mohou být napájeni další zákazníci.

Celkový výkon výrobních zařízení elektřiny v síťové oblasti zahrnuje všechna zařízení připojená v příslušné síti nn, v síťové oblasti vn nebo 110 kV včetně výrobních zařízení již připojených.

Při překročení mezních hodnot výkonů (např. 500 kVA v napěťové úrovni vn) uvedených v TAB. 14 jsou u výroben elektřiny s rotačními stroji potřebná opatření, která je nutné dohodnout s PLDS.

## 12. UVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU A PROVOZOVÁNÍ

### 12.1. PRVNÍ PARALELNÍ PŘIPOJENÍ VÝROBNY K SÍTI

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

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

Součástí žádosti výrobce o první paralelní připojení výrobní k síti je:

- potvrzení odborné firmy realizující výstavbu výrobní, že vlastní výrobní je provedena, v souladu s podmínkami stanovenými uzavřenou smlouvou o připojení podle předpisů a norem uvedených v části 3, stejně jako podle PPLDS a této přílohy,
- PLDS odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu provedení výrobní v jednom vyhotovení v rozsahu podle části 4.5 Přílohy č. 4 PPLDS,
- zpráva o výchozí revizi (příp. další doklad ve smyslu vyhlášky č. 73/2010 Sb. [27] pro zařízení třídy I.) elektrického zařízení výrobní elektřiny a případně dalšího elektrického zařízení nově uváděného do provozu, které souvisí s uváděnou výrobní do provozu, bez kterého nelze provést proces prvního paralelního připojení,
- protokol o nastavení ochrany, pokud není součástí zprávy o výchozí revizi,
- pro výrobní s instalovaným výkonem 30 kW a výše místní provozní předpisy; pro výrobní 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 včetně všech podkladů doručena a výrobce splnil podmínky sjednané ve smlouvě o připojení, za nezbytné součinnosti zástupce výrobní první paralelní připojení výrobní k síti. PLDS rozhodne, zda proces prvního paralelního připojení výrobní 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 výrobní elektřiny k síti je zapotřebí:

- provést prohlídku zařízení,
- provést porovnání vybudovaného zařízení s projektovaným,
- zkontrolovat přístupnost a funkce spínacího místa v předávacím místě k LDS,
- 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 ochrany. Ochrany se ověřují buď za skutečných podmínek, nebo simulací pomocí odpovídajících zkušebních přístrojů,
- odzkoušet náběh ochrany a dodržení udaných vypínacích časů pro následující provozní podmínky:
  - třífázový výpadek sítě (u sítě nn i jednofázový),
  - OZ (u výroben elektřiny připojených do sítě vn a 110kV),

- odchylky frekvence (simulace zkušebními zařízeními)
- u elektroměrů pro dodávku i odběr, pokud je již instalován, provést kontrolu správnosti chodu,
- pokud je výroba vybavena dálkovým ovládáním, 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 - LVRT)
    - 9.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT)
    - 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 akumulčního 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 PLDS.
  - 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 výroby elektřiny nebo její části k distribuční soustavě (Příloha 4 PPLDS, část 17.2), jehož obsah je v souladu s Pravidly provozování 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 výroby 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 výroby 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 výroby 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 VÝROBY, UZAVŘENÍ PŘÍSLUŠNÝCH SMLUV

Protokol o splnění technických podmínek pro uvedení výroby 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 výroby 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 výroby elektřiny k síti, které je zdokumentováno protokolem prováděným podle části 12.1.

V případě, že PLDS při této dodatečné kontrole shledá nesoulad aktuálního stavu výroby 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 výroby 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 smlouvu o připojení ukončit.

Zařízení potřebná pro paralelní provoz výroby 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 výroby, nebo odborné firmy, Pokud přezkoušení zajišťuje provozovatel výroby vlastními pracovníky nebo pomocí odborné firmy, může PLDS požadovat u zkoušek přítomnost svého zástupce. Výsledek je zapotřebí dokumentovat zkušebním protokolem a na požádání předložit PLDS.

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

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 výrobu elektřiny od sítě.

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

Vlastní výroba elektřiny smí být - zejména po poruše zařízení PLDS nebo výrobce - připojena na síť PLDS 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 elektřiny 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 výrobní elektřiny.

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

Provozovatel výrobní elektřiny 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, výměnu ochrany, změny u kompenzačního zařízení.

## 12.4. SLEDOVÁNÍ SOULADU

Podrobnosti ke sledování souladu obsahují čl. 40 až čl. 56 RfG.

Podle čl. 40 RfG:

### **Odpovědnost vlastníka výrobní elektřiny**

1. Vlastník výrobní elektřiny musí zajistit, aby každý výrobní modul byl po celou dobu životnosti výrobní v souladu s požadavky platnými podle tohoto nařízení. U výrobních modulů typu A vlastník výrobní elektřiny může použít certifikáty zařízení vydané podle nařízení (ES) č. 765/2008.
2. Vlastník výrobní elektřiny oznámí příslušnému provozovateli soustavy veškeré plánované změny technických charakteristik výrobního modulu, jež mohou ovlivnit jeho soulad s požadavky platnými podle tohoto nařízení, před tím, než takovou změnu zahájí.
3. Vlastník výrobní elektřiny oznámí příslušnému provozovateli soustavy veškeré mimořádné události v provozu nebo provozní poruchy výrobního modulu, jež mají vliv na jeho soulad s požadavky tohoto nařízení, neprodleně poté, co takové mimořádné události vzniknou.
4. Vlastník výrobní elektřiny vyrozumí příslušného provozovatele soustavy o plánovaných programech a postupech zkoušek, jež mají být dodrženy při ověřování souladu výrobního modulu s požadavky tohoto nařízení, včas a před jejich zahájením. Příslušný provozovatel soustavy musí tyto plánované programy a postupy zkoušek předem schválit. Toto schválení musí příslušný provozovatel soustavy udělit včas a nesmí jej neodůvodněně odepřít.
5. Příslušný provozovatel soustavy se může těchto zkoušek zúčastnit a zaznamenávat chování výrobních modulů.

Podle čl. 41 RfG:

### **Úkoly příslušného provozovatele soustavy**

1. Příslušný provozovatel soustavy posuzuje soulad výrobního modulu s požadavky platnými podle tohoto nařízení, a to po celou dobu životnosti výrobní elektřiny. Vlastník výrobní elektřiny musí být o výsledku tohoto posouzení informován.

U výrobních modulů typu A může příslušný provozovatel soustavy pro účely tohoto posouzení použít certifikáty zařízení vydané certifikátorem.



2. Příslušný provozovatel soustavy je oprávněn požadovat, aby vlastník výrobní elektřiny prováděl zkoušky souladu a simulace souladu podle plánu pravidelných zkoušek/simulací nebo obecného schématu nebo po jakékoli poruše, úpravě nebo výměně kteréhokoli zařízení, jež může mít vliv na soulad výrobního modulu s požadavky tohoto nařízení.

Vlastník výrobní elektřiny musí být o výsledku těchto zkoušek souladu a simulací souladu informován.

3. Příslušný provozovatel soustavy zveřejní seznam informací a dokumentů, které má vlastník výrobní elektřiny v rámci procesu ověřování souladu předložit, a požadavků, které má splnit. Tento seznam musí obsahovat alespoň tyto informace, dokumenty a požadavky:

- a) veškerou dokumentaci a certifikáty, které má vlastník výrobní elektřiny předložit;
- b) podrobné technické údaje o výrobním modulu, významné pro připojení k elektrizační soustavě;
- c) požadavky na modely pro provedení systémových studií v ustáleném stavu i dynamických studií;
- d) harmonogram poskytnutí systémových údajů, jež jsou pro provedení studií potřebné;
- e) studie provedené vlastníkem výrobní elektřiny k prokázání očekávaného chování v ustáleném stavu a dynamického chování v souladu s požadavky stanovenými v hlavě IV kapitolách 5 a 6;
- f) podmínky a postupy, včetně rozsahu, pro registraci certifikátů zařízení a
- g) podmínky a postupy pro použití Příslušných certifikátů zařízení, které vydal certifikátor, vlastníkem výrobní elektřiny.

4. Příslušný provozovatel soustavy zveřejní rozdělení odpovědností mezi vlastníka výrobní elektřiny a provozovatele soustavy při zkouškách, simulacích a sledování souladu.

5. Příslušný provozovatel soustavy může sledováním souladu zcela nebo zčásti pověřit třetí osoby. V takových případech Příslušný provozovatel soustavy i nadále zajišťuje soulad s Článkem 12, včetně uzavírání závazků mlčenlivosti s pověřenými subjekty.

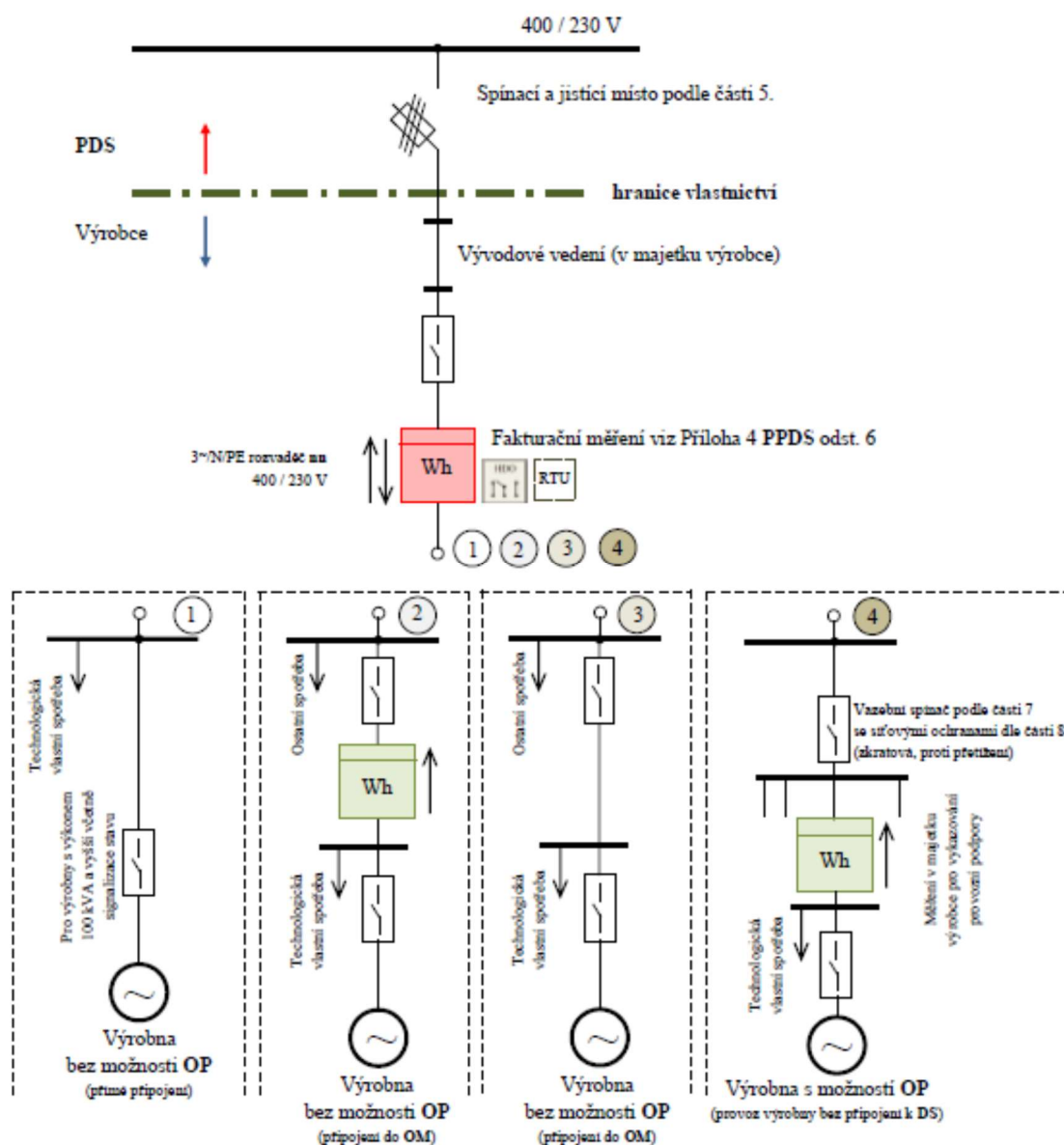
6. Pokud z důvodů na straně příslušného provozovatele soustavy nelze zkoušky nebo simulace souladu provést tak, jak bylo mezi Příslušným provozovatelem soustavy a vlastníkem výrobní elektřiny dohodnuto, nesmí Příslušný provozovatel soustavy neodůvodněně odepřít provozní oznámení uvedené v hlavě III.

Seznam informací a dokumentů, které má vlastník výrobní elektřiny v rámci procesu ověřování souladu předložit, a požadavků, které má splnit, zveřejní PLDS.

Při simulacích souladu a zkouškách souladu je postupováno podle RfG.

## 13. PŘÍKLADY PŘIPOJENÍ VÝROBN ELEKTŘINY

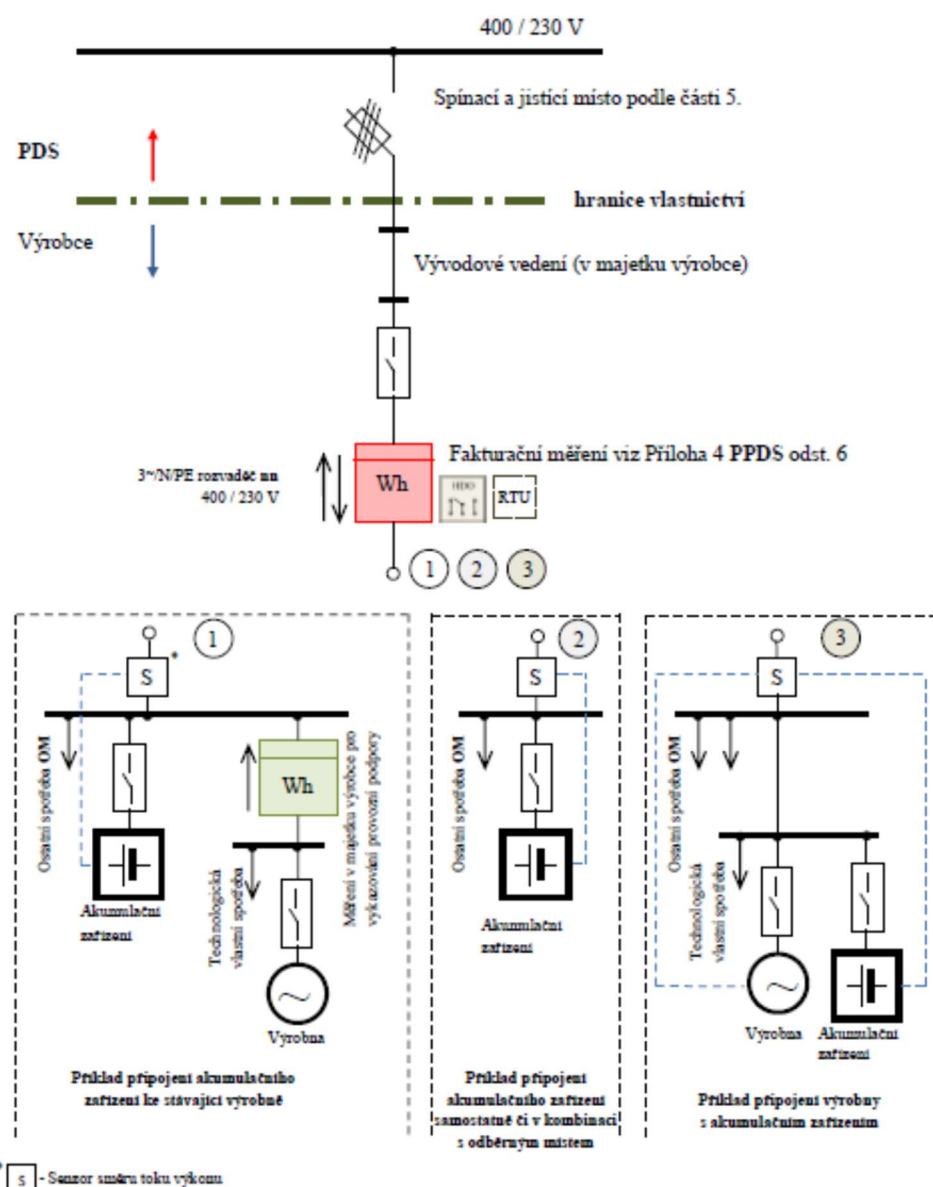
### 13.1. PŘIPOJENÍ VÝROBNY ELEKTŘINY NN DO LDS



**Obr. 15 Připojení výroby elektřiny nn**

1. Výrobný 100 kVA a více musí být připraveny pro dispečerské řízení.
2. Fakturační měření může být provedeno i jako nepřímé. Způsob měření určuje PLDS v souladu s přílohou 5 PPLDS a připojovacími podmínkami jednotlivých PLDS.
3. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
4. Jednotlivé příklady připojení 1, 2, 3 a 4 nelze kombinovat v rámci jednoho připojení k DS
5. V případě provozu výroby v ostrovním provozu, předepisuje nastavení rozpadového místa PLDS
6. HDO – při řízení výroby
7. Pro delší přípojné vedení (nad ... km) budou dopočítávány ztráty na vedení
8. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně a to v návaznosti na připojovací podmínky DS
9. Pro výroby nad 100kVA musí být instalována jednotka RTU. Vlastnictví jednotky RTU určují připojovací podmínky příslušného PLDS
10. Připojování výroben o výkonu 100 kVA a více do sítě nn je možné pouze do rozváděče nn v DTS

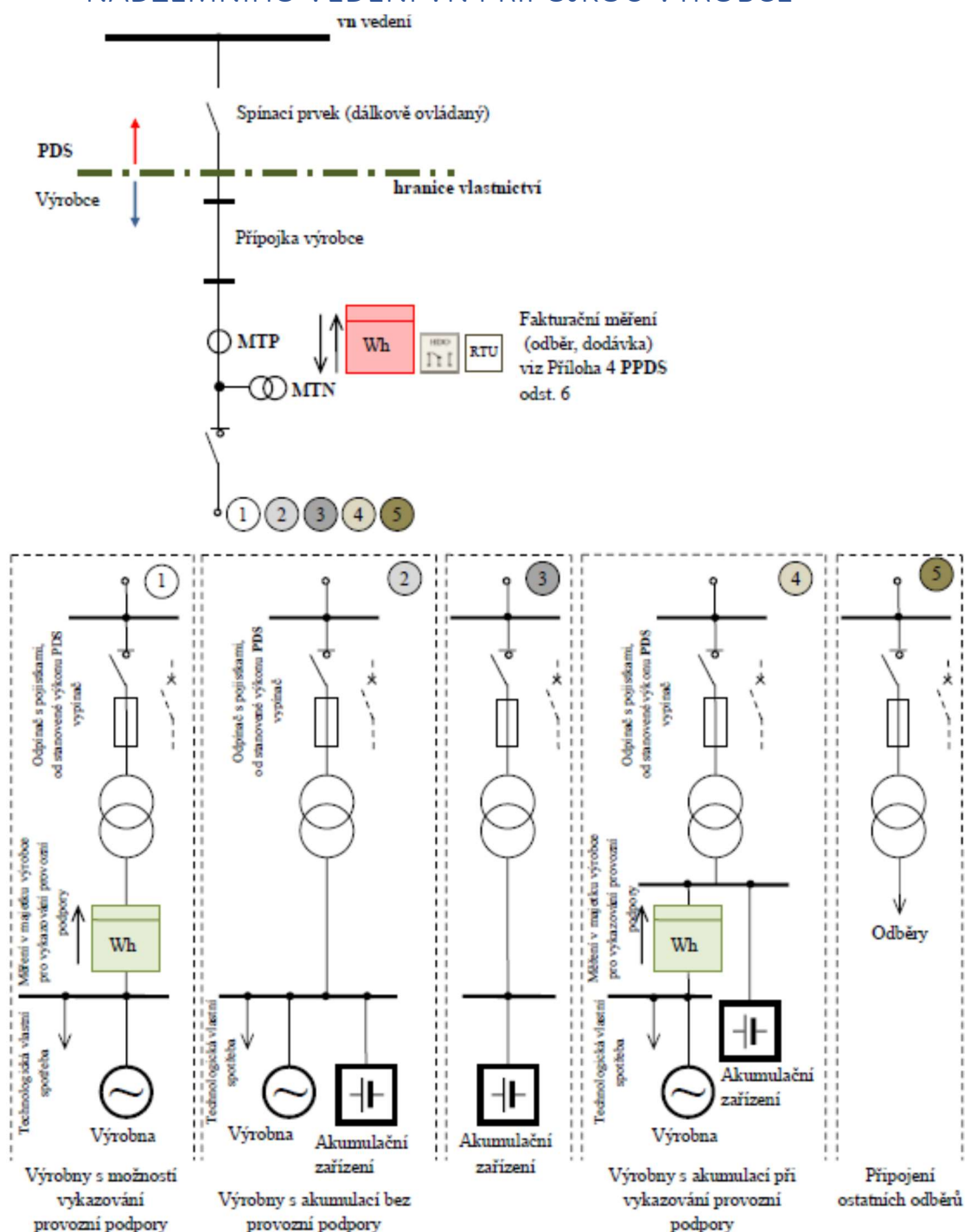
## 13.2. PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULACÍ NN DO DS



**Obr. 16 Připojení výroby s akumulačním zařízením nn**

- Výrobny 100 kVA a více musí být připraveny pro dispečerské řízení.
- Fakturační měření může být provedeno i jako nepřímé. Způsob měření určuje PLDS v souladu s Přílohou 5 PPLDS a připojovacími podmínkami jednotlivých PLDS.
- Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
- V případě provozu výroby v ostrovním provozu, předepisuje nastavení rozpadového místa PLDS
- HDO – při řízení výroby
- Pro delší přípojná vedení budou dopočítávány ztráty na vedení
- Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně a to v návaznosti na připojovací podmínky LDS
- Pro výroby nad 100kVA musí být instalována jednotka RTU. Vlastnictví jednotky RTU určují připojovací podmínky příslušného PLDS
- Připojování výroben o výkonu 100 kVA a více do sítě nn je možné pouze do rozvaděče nn v DTS
- Výrobna a akumulační zařízení v příkladu připojení 3 mohou být provozovány každá přes svůj vlastní střídač, příp. mohou využívat jeden společný střídač

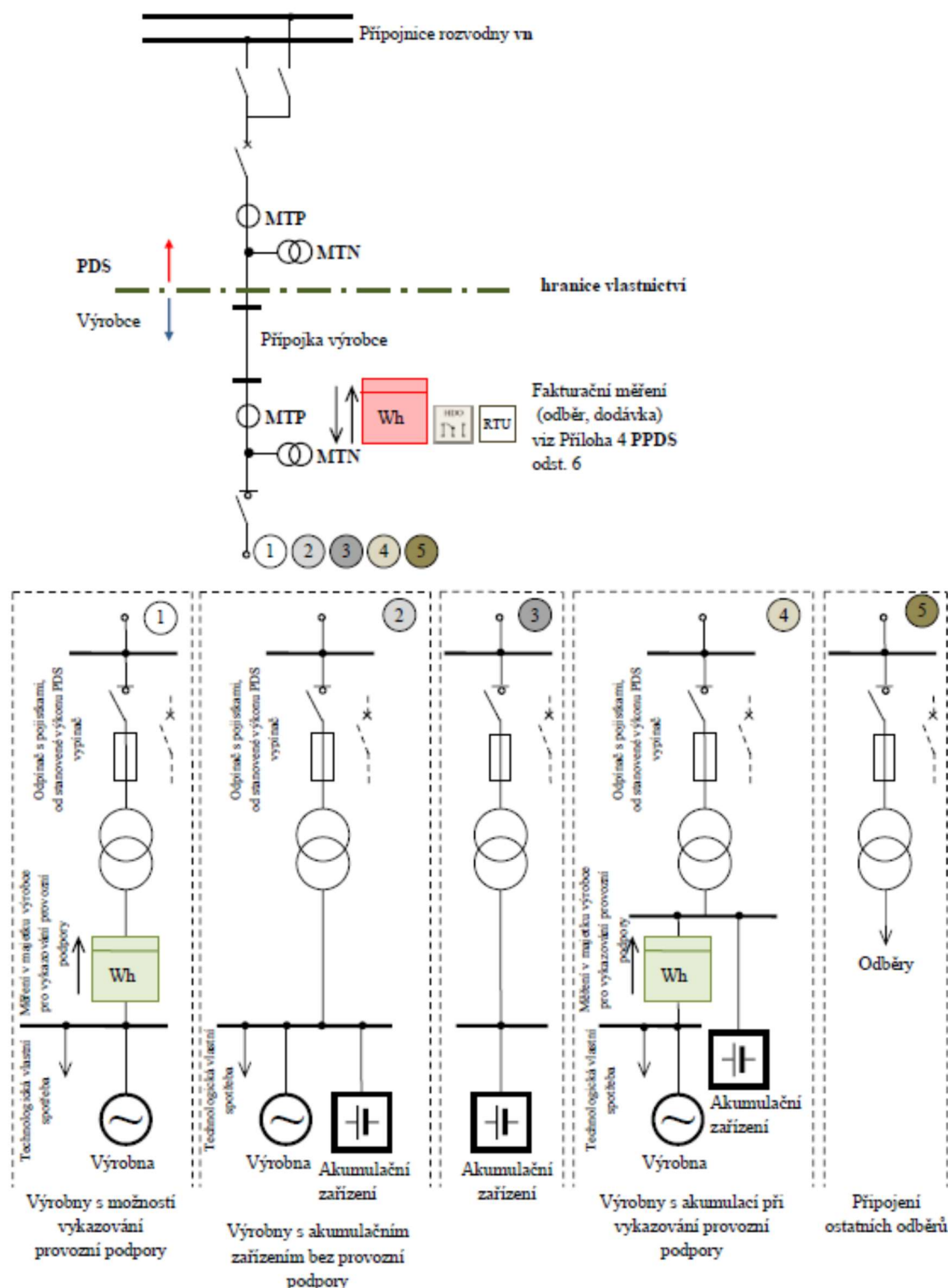
### 13.3. PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ Z NADZEMNÍHO VEDENÍ VN PŘÍPOJKOU VÝROBCE



**Obr. 17 Připojení výrobní a akumulacího zařízení z nadzemního vedení vn přípojkou výrobce**

1. Při jednom transformátoru lze osadit i nepřímé měření na jeho sekundární straně.
2. Pro provozní podporu nemusí být samostatný transformátor pro odběr.
3. Pro delší přípojná vedení (nad ... km) budou dopočítávány ztráty na vedení.
4. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
5. RTU, HDO – při řízení výrobní
6. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně, a to v návaznosti na přípojevací podmínky DS.
7. Vlastnictví RTU je upraveno přípojevacími podmínkami příslušného PLDS

### 13.4. PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO VN ROZVODNY DS

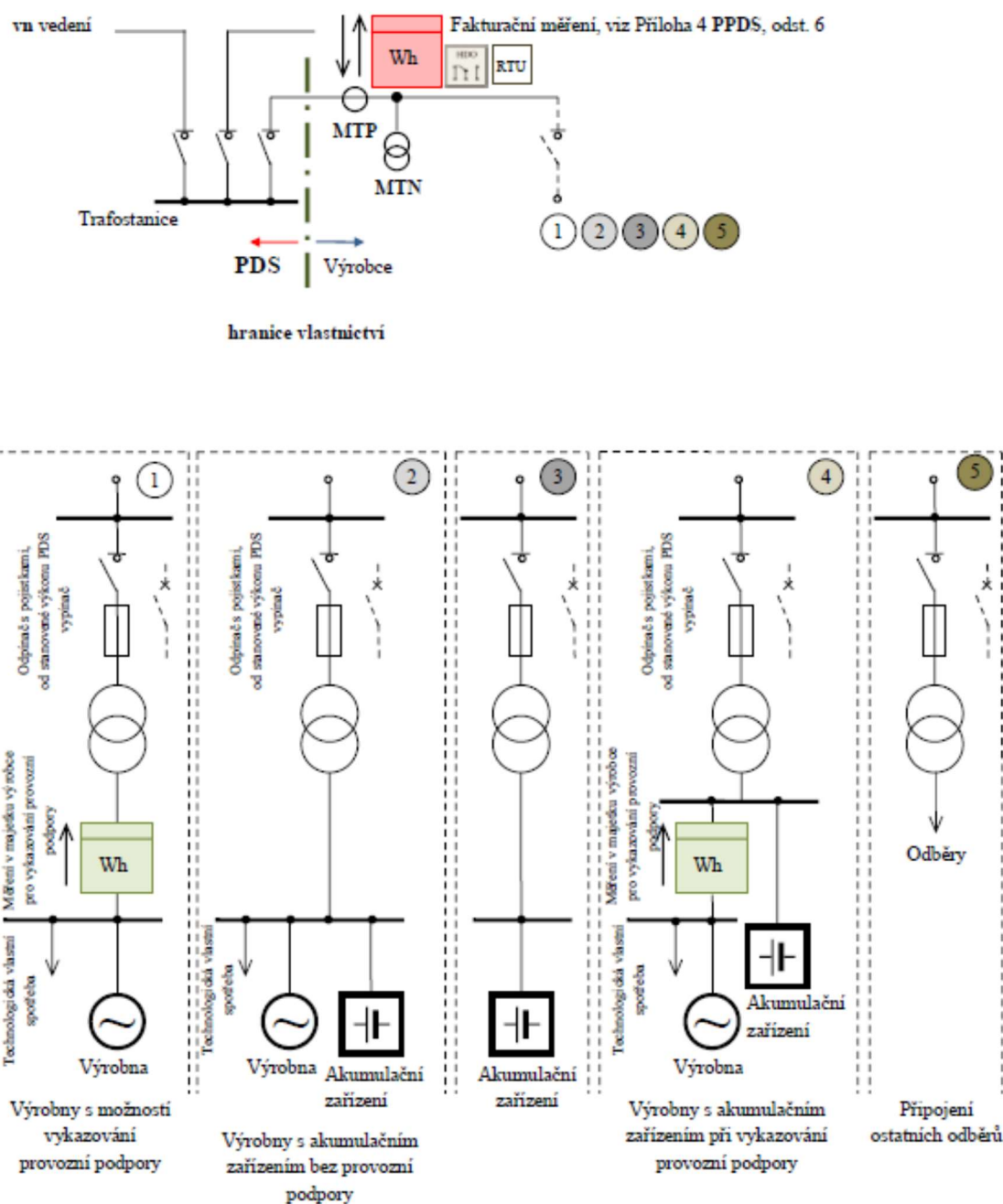


**Obr. 18 Připojení výrobní a akumulčního zařízení samostatným vedením do vn rozvodny DS 1**

1. Při jednom transformátoru lze osadit i nepřímé měření na jeho sekundární straně.
2. Pro provozní podporu nemusí být samostatný transformátor pro odběr.
3. Pro delší přípojná vedení (nad x km) budou dopočítávány ztráty na vedení.
4. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
5. RTU, HDO – při řízení výrobní

- Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně a to v návaznosti na připojovací podmínky LDS.
- Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PLDS

### 13.5. PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ ZASMYČKOVÁNÍM DO VN VEDENÍ



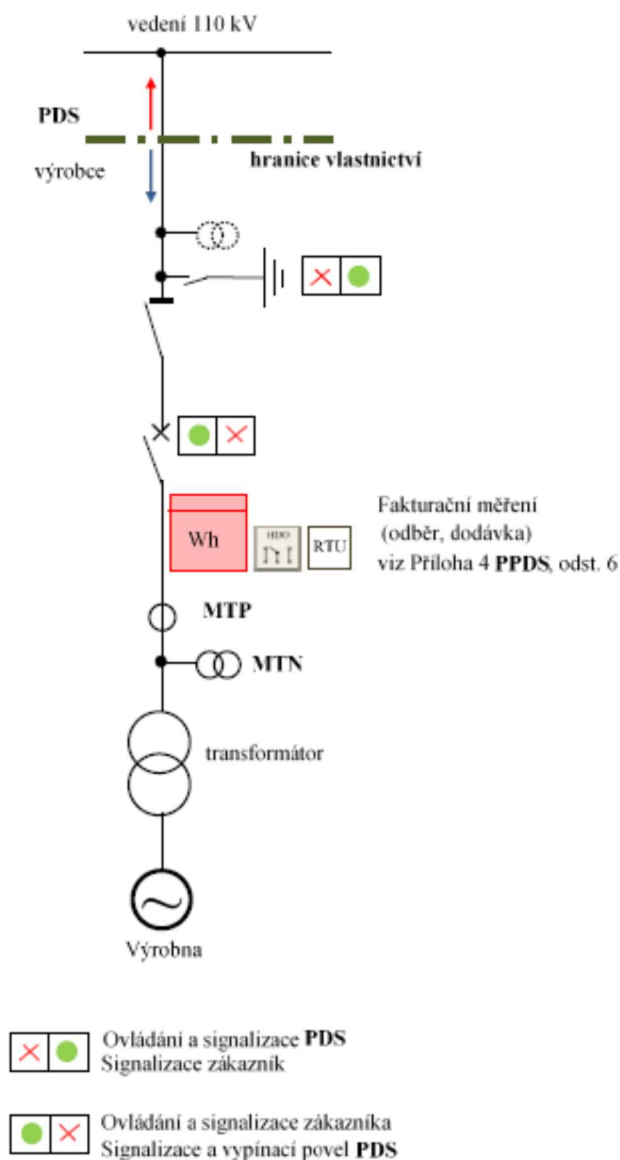
**Obr. 19 Připojení výroby a akumulačního zařízení zasmyčkováním do vn vedení DS**

- Při jednom transformátoru lze osadit i nepřímé měření na jeho sekundární straně.
- Pro provozní podporu nemusí být samostatný transformátor pro odběr.
- Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
- RTU, HDO – při řízení výroby
- Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PLDS



## 13.6. PŘIPOJENÍ VÝROBEN JEDNODUCHÝM T ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 KV

Předpokladem je umístění rozvodny 110 kV v bezprostřední blízkosti vedení 110 kV

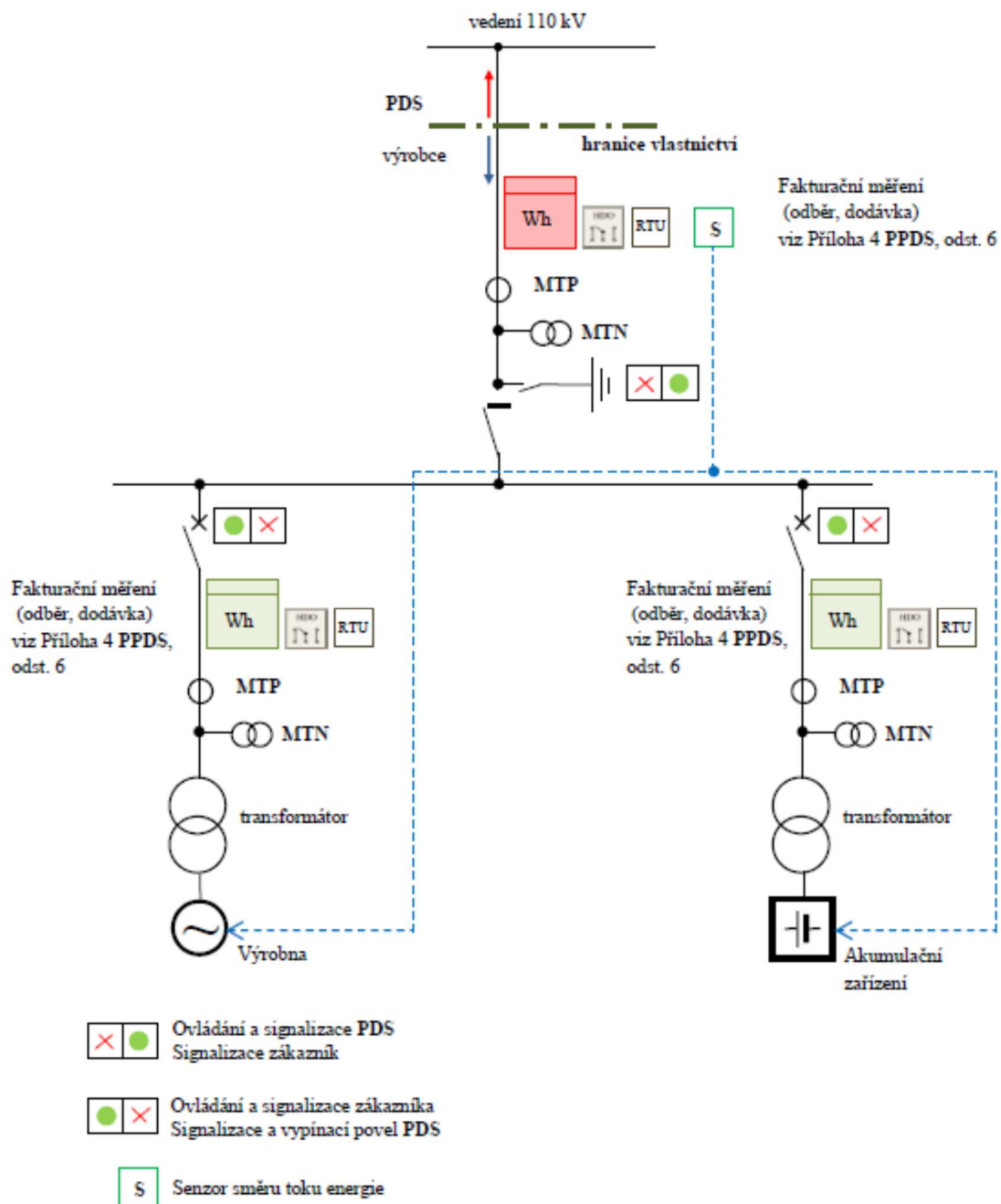


**Obr. 20 Připojení výroby jednoduchým T odbočením k vedení 110 kV**

1. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
2. RTU, HDO – při řízení výroby
3. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně, a to v návaznosti na přípojevací podmínky LDS
4. Vlastnictví RTU je upraveno přípojevacími podmínkami příslušného PLDS

### 13.7. PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULACÍ JEDNODUCHÝM T ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 KV

Předpokladem je umístění rozvodny 110 KV v bezprostřední blízkosti vedení 110 KV

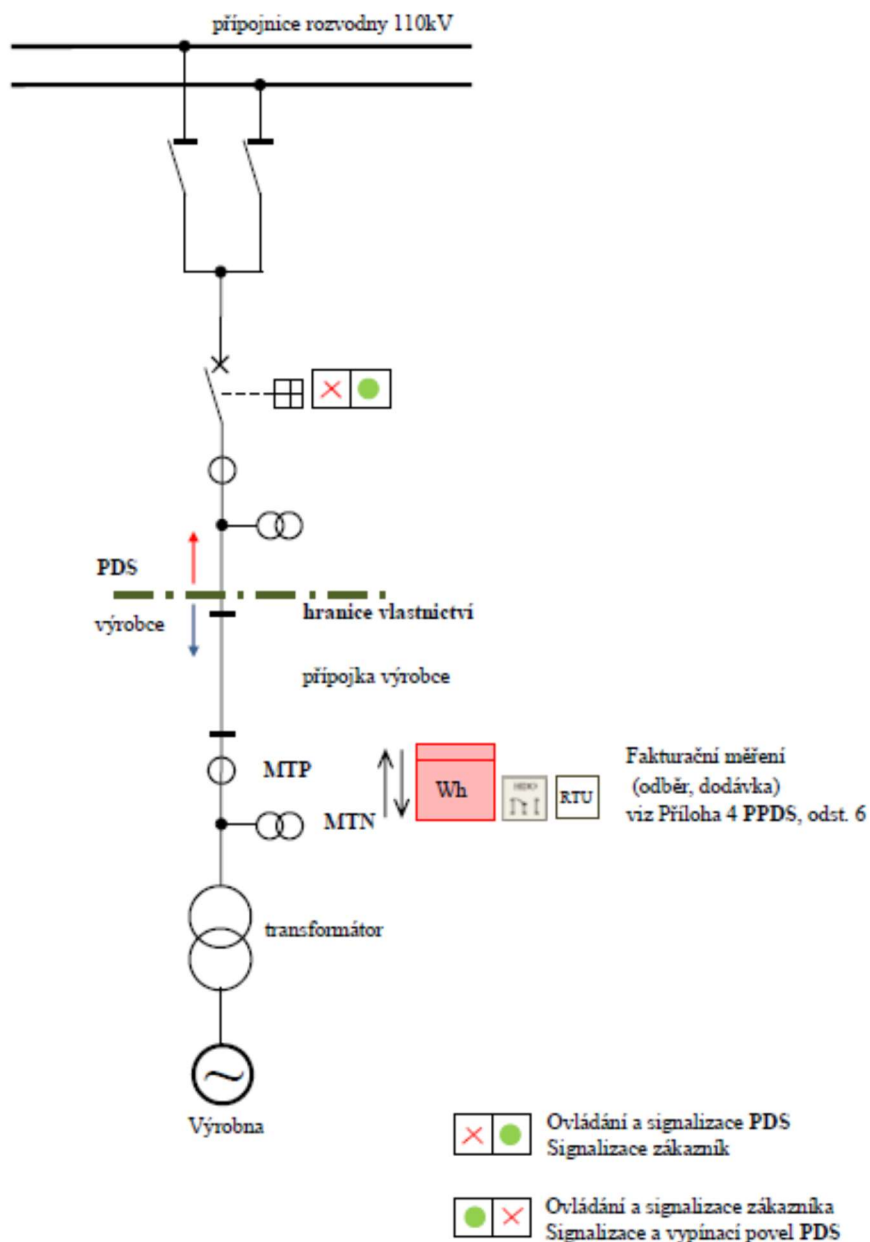


**Obr. 21 Připojení výrobní s akumulací jednoduchým odbočením k vedení 110 kV**

1. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
2. RTU, HDO – při řízení výroby
3. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně, a to v návaznosti na připojovací podmínky LDS
4. Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PLDS



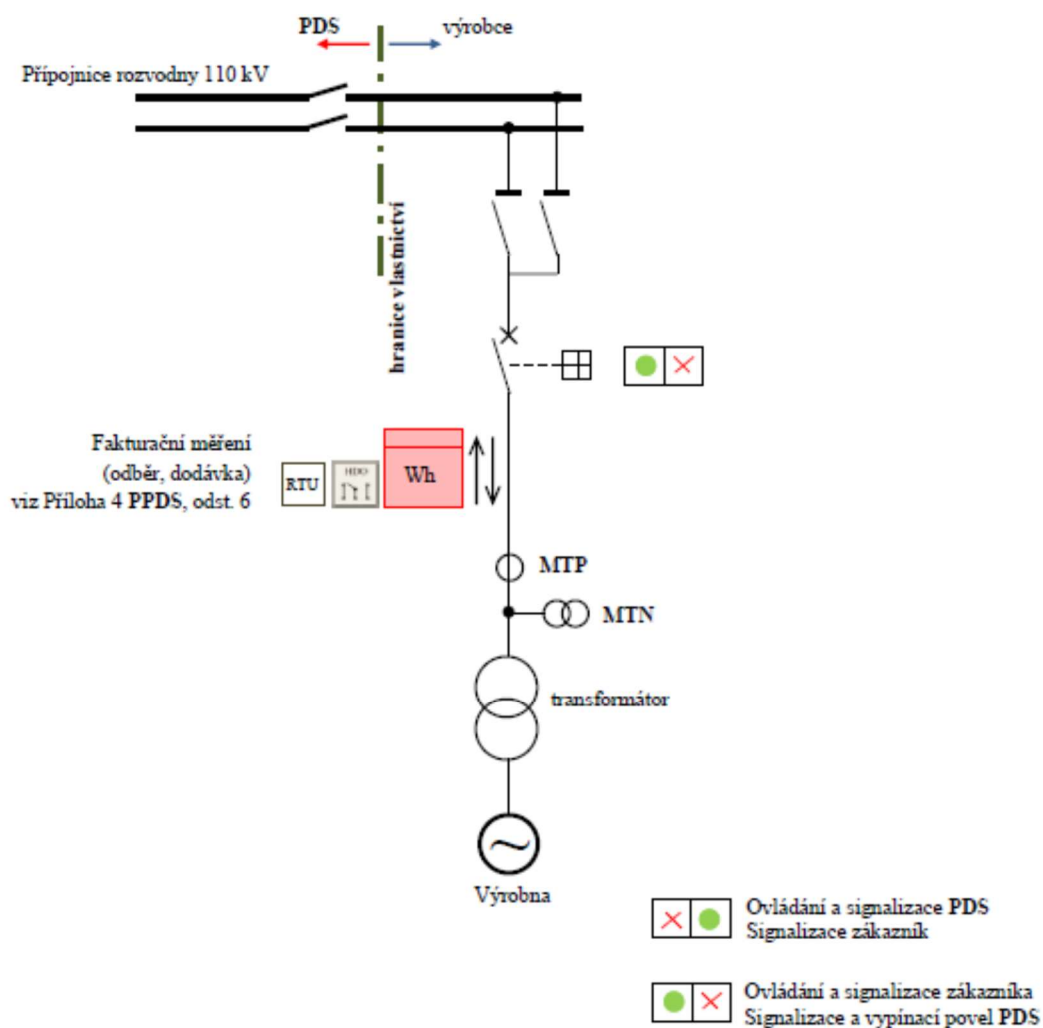
### 13.8. PŘIPOJENÍ VÝROBNY SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO 110 KV ROZVODNY DS DO POLE VEDENÍ 110 KV V ROZVODNĚ DS



**Obr. 22 Připojení výrobní samostatným vedením do 110 kV rozvodny LDS**

1. Pro delší přípojná vedení (nad x km) budou dopočítávány ztráty na vedení.
2. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
3. RTU, HDO – při řízení výroby
4. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně, a to v návaznosti na připojovací podmínky LDS.
5. Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PDLS

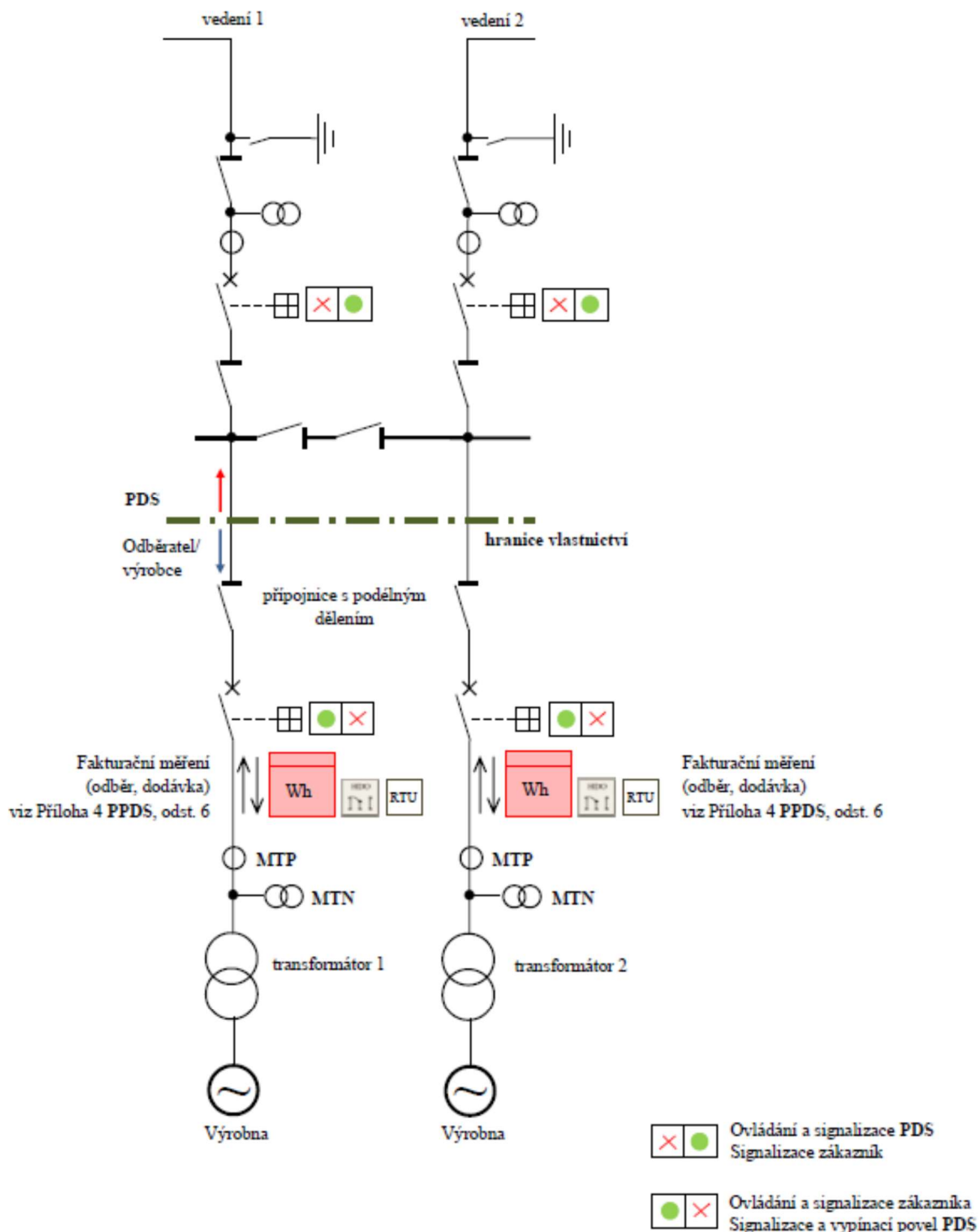
### 13.9. PŘIPOJENÍ VÝROBNY PRODLOUŽENÍM PŘÍPOJNIC 110 KV PŘES PODÉLNÉ DĚLENÍ



**Obr. 23 Připojení výroby prodloužením přípojníc 110 kV přes podélné dělení**

1. Stav podélného dělení bude signalizován výrobcí
2. S přípojnicovými odpojovači bude výrobce manipulovat pouze po souhlasu dispečera PLDS
3. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS
4. RTU, HDO – při řízení výroby
5. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně, a to v návaznosti na připojovací podmínky DS.
6. Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PLDS

### 13.10. PŘIPOJENÍ VÝROBNY ZASMYČKOVÁNÍM DO VEDENÍ 110 KV V LDS



**Obr. 24 Připojení výroby zasmyčkováním do vedení 110 kV v DS**

1. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PLDS.
2. RTU, HDO – při řízení výroby
3. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně, a to v návaznosti na přípojevací podmínky LDS.
4. Vlastnictví RTU je upraveno přípojevacími podmínkami příslušného PLDS.

## 14. DODATEK

### Vysvětlivky

Vysvětlivky k části:

#### **3 Všeobecně**

Informace ve vysvětlivkách vycházejí z dosavadní praxe a zkušeností PLDS.

#### **4 Přihlašovací řízení**

U 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 v předávacím místě. 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 ochrany při jevech vyvolaných v síti PLDS. 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 PLDS nedojde k působení ochrany 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 nadpětovou ochranou musí být krátké, aby ani při rychlých změnách napětí nedošlo ke škodám na zařízení dalších odběratelů nebo na zařízení vlastní výroby. 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.

Nesynchronní výrobní moduly (připojené přes střídače) nereagují na nevyrovanou bilanci činného výkonu automaticky odpovídající změnou frekvence. Proto u nich stačí podpětová a nadpětová 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 výroby elektřiny při OZ jsou chráněny synchronní výrobní moduly 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 napětové a frekvenční ochrany. Při jejich nastavení je zapotřebí brát v úvahu reakci na kolísání zatížení v zařízení výroby elektřiny 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 napětových 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 vést 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 frekvence 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 připínán 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 výrobní 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.

Výrobní 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 výrobní elektřiny zapnuta teprve tehdy, když je odstraněna porucha, která vedla k vypnutí. Po pracích na zařízení výrobní a síťovém přívodu je zapotřebí především přezkoušet správný sled fází.

Po vypnutí výrobní 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 výrobní 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 výroben elektřiny projevují především jako změny napětí a harmonické.

Bezprostředně pozorovatelné účinky jsou např.:

- kolísání jasu (flikr) žárovek a zářivek
- ovlivnění zařízení dálkové signalizace a ovládání, zařízení výpočetní techniky, ochranných a měřících
- zařízení, elektroakustických přístrojů a televizorů
- kývání momentu u strojů
- přídavné 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 účinnosti
- zvýšením přenosových ztrát
- ovlivněním zhášení zemních spojení.

### a) Změny napětí

Maximální přípustné změny napětí jsou závislé na četnosti jejich výskytu (křivka flikru). Podrobnosti jsou v [8, 10]. Měřítkem a kritériem pro posuzování je míra vjemu flikru  $P_{It}$  ( $A_{It}$ ). Ten se zjišťuje buď měřením skutečného

zařízení ve společném napájecím bodu, nebo předběžnými výpočty.

$P_{It}$  je závislý na:

- zkratovém výkonu  $S_{KV}$
- úhlu  $\psi_{KV}$  zkratové impedance
- jmenovitého výkonu generátoru
- činitele flikru zařízení  $c$
- a při podrobnějším vyšetřování i na jalovém výkonu zařízení vyjádřeném fázovým úhlem  $\varphi_i$

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

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

$$c = P_{It \text{ nam}} \cdot \frac{S_{KV}}{S_{rG} \cos(\psi_{KV} - \varphi_i)}, \quad (33)$$

kde:  $\psi_{KV}$  je fázový úhel síťové impedance při měření v odběratelsky orientovaném systému, tj.  $-90^\circ < \psi_{KV} < 0^\circ$

$\varphi_i$  fázový úhel proudu generátoru - přesněji: změny proudu proti generátorovému napětí ve zdrojově orientovaném (obvyklém u generátorů) systému, tj.  $-90^\circ < \varphi_i < 0^\circ$  (pokud se generátor chová jako induktivní odběratel, tj. např. asynchronní generátor, podbuzený synchronní generátor, síť řízený střídač, pak je  $\varphi_i < 0^\circ$ ).

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

$$\varphi_i = \arctan \frac{\Delta Q}{\Delta P}, \quad (34)$$

kde:  $\Delta P > 0$  činný výkon vyráběný vlastní výrobou

$\Delta Q$  jalový výkon vyvolaný vlastní výrobou se znaménkem, definovaným následujícím způsobem:

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

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

Absolutní hodnota součinitele flikru  $c$  a fázový úhel  $\varphi_i$  komplexní veličiny  $c$  popisují účinek flikru výroby elektřiny.

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 výrobou elektřiny.

$$P_{It} = \left[ c \cdot \frac{S_{rA}}{S_{KV}} \cos(\psi_{KV} - \varphi_i) \right]. \quad (35)$$

Tento vztah poskytuje menší, ale přesnější hodnoty činitele flikru, než odhad podle rovnice (20) v části 11.

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:

- turbínami 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:

$$c_{res} = \frac{\sqrt{\sum (c_i \cdot S_{rGi})^2}}{\sum S_{rGi}}. \quad (36)$$

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

$$c_{res} = \frac{c}{\sqrt{n}}. \quad (37)$$

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

## b) Harmonické

### - Výrobní elektřiny 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:

$$\frac{S_{rA}}{S_{KV}} < \frac{1}{120}. \quad (208)$$

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

$$\frac{\Sigma S_{rA}}{S_{kv}} < \frac{1}{60}. \quad (219)$$

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 proudu 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 elektřiny 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. 12.

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. 12 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 proudech, než vypočtených podle TAB. 12.

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) dvanáctipulzní a u zařízení nad 2 MVA (jmenovitý výkon) dvacetičtyřpulzní usměrňovače. Tím se snižují proudy harmonických a návazně i náklady na kompenzační zařízení. Údaje o proudech 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, popsána 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 v mezních případech podpůrné vysílače HDO.

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

## 15. PŘEDPISY V PLATNÉM ZNĚNÍ

- [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] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2017/1485 ze dne 2. srpna 2017, kterým se stanoví rámcový pokyn pro provoz elektroenergetických přenosových soustav
- [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 mezipharmonické
- [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 přerušení 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] Pravidla provozování distribučních soustav Příloha 3 Kvalita napětí v distribuční soustavě, způsoby jejího zjišťování a hodnocení
- [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 zařízení 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] FprEN 50549-1 Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 1: Connection to a LV distribution network – Generating plants up to and including Type B
- [29] FprEN 50549-2 Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 2: Connection to a MV distribution network
- [30] PNE 33 3430-8-1 Požadavky pro připojení generátorů nad 16A na fázi do distribučních sítí – Část 8-1: Sítě nn
- [31] PNE 33 3430-8-2 Požadavky pro připojení generátorů do distribučních sítí – Část 8-2: Sítě vn
- [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] NAŘÍZENÍ ES č. 765/2008 - požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh
- [40] IEC 61000-3-15 Ed.1: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-15: Limits - Assessment of low frequency electromagnetic immunity and emission requirements for dispersed generation systems in LV network

- [41] ČSN EN 61000-4-30 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie
- [42] ČSN EN 62586-1 (35 6240) Měření kvality elektřiny v systémech elektrického napájení – Část 1: Přístroje pro měření kvality elektřiny, 2014
- [43] ČSN EN 62586-2 (35 6240) Měření kvality elektřiny v systémech elektrického napájení – Část 2: Funkční zkoušky a požadavky na nejistotu, 2014
- [44] Implementace NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631