

**PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ
DISTRIBUČNÍCH SOUSTAV**

PŘÍLOHA 4

**PRAVIDLA PRO PARALELNÍ PROVOZ VÝROBEN A
AKUMULAČNÍCH ZAŘÍZENÍ SE SÍTÍ
PROVOZOVATELE DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY**

Zpracovatel:

PROVOZOVATELÉ DISTRIBUČNÍCH SOUSTAV

únor 2022

Schválil:

ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD

dne

Obsah

PŘEDMLUVA.....	5
POUŽITÉ ZKRATKY	5
1 OZNAČENÍ A POJMY	7
2 ROZSAH PLATNOSTI.....	12
3 VŠEOBECNÉ.....	16
4 PŘIHLAŠOVACÍ ŘÍZENÍ	17
4.1 TECHNICKÉ KONZULTACE.....	17
4.2 ŽÁDOST O PŘIPOJENÍ	18
4.3 POSOUZENÍ ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ VÝROBNY	18
4.3.1 PDS vyžaduje studii připojitelnosti.....	19
4.3.2 Návrh smlouvy	19
4.4 STUDIE PŘIPOJITELNOSTI VÝROBNY	19
4.4.1 Rozsah studie	20
4.5 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE.....	20
4.6 ZMĚNY ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ.....	21
4.6.1 Změny, které lze provést v rámci evidované žádosti o připojení dle bodu č. 4.2.	21
4.6.2 Změny, které nelze provést v rámci evidované žádosti o připojení dle bodu č. 4.2.	21
5 PŘIPOJENÍ K SÍTI.....	22
5.1 DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ A VÝMĚNA DAT	23
6 ELEKTROMĚRY, MĚŘICÍ A ŘÍDICÍ ZAŘÍZENÍ.....	28
7 SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ.....	29
8 OCHRANY.....	30
8.1 MIKROZDROJE	30
8.2 VÝROBNY ELEKTRŮV S FÁZOVÝM PROUDEM NAD 16 A V SÍTÍCH NN A VÝROBNY PŘIPOJENÉ DO SÍTÍ VN A 110 KV (VM A2, B1, B2, C, D)	31
9 CHOVÁNÍ VÝROBEN V SÍTI.....	33
9.1 NORMÁLNÍ PROVOZNÍ PODMÍNKY	33
9.1.1 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV	33
9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí	33
9.2 ZÁSADY PODPORY SÍTĚ	34
9.2.1 Statické řízení napětí	34
9.2.2 Dynamická podpora sítě.....	38
9.3 PŘÍZPŮSOBNOST ČINNÉHO VÝKONU	45
9.3.1 Snížení činného výkonu při nadfrekvenci	45
9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci.....	46

9.3.3	Frekvenční odezva činného výkonu v omezeném frekvenčně závislém režimu	47
9.3.4	Frekvenční odezva činného výkonu	48
9.3.5	Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce $P(U)$	50
9.3.6	Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách.....	51
9.4	ŘÍZENÍ JALOVÉHO VÝKONU V ZÁVISLOSTI NA PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH	51
9.4.1	Způsoby řízení jalového výkonu	51
9.4.2	Jalový výkon závislý na napětí – funkce $Q(U)$	53
9.5	AUTOMATICKÉ OPĚTOVNÉ PŘIPOJENÍ VÝROBEN	54
10	PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ.....	55
10.1	ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ.....	55
10.2	NESYMETRIE NAPĚTÍ V SÍTÍCH NN	57
10.3	ZMĚNY NAPĚTÍ PŘI SPÍNÁNÍ.....	57
10.4	PŘIPOJOVÁNÍ SYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ	59
10.5	PŘIPOJOVÁNÍ ASYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ	59
10.6	PŘIPOJOVÁNÍ VÝROBEN SE STRÍDAČI, EV. MĚNIČI KMITOČTU	59
11	ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ	60
11.1	ZMĚNA NAPĚTÍ.....	60
11.2	PROUDY HARMONICKÝCH.....	61
11.2.1	Výrobní v síti nn	61
11.2.2	Výrobní v síti vn	62
11.2.3	Výrobní v síti 110 kV.....	63
11.3	OVLIVNĚNÍ ZAŘÍZENÍ HDO	65
12	UVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU A PROVOZOVÁNÍ	67
12.1	ŽÁDOST O UPOS	67
12.2	UPOS – OVĚŘENÍ SOULADU VÝROBNÍHO MODULU (VÝROBNY) S POŽADAVKY NAŘÍZENÍ RfG A POŽADAVKY DANÝMI TOUTO PŘÍLOHOU.....	69
12.3	UMOŽNĚNÍ TRVALÉHO PROVOZU VÝROBNY V PARALELNÍM PROVOZU S DS.....	70
12.4	TRVALÝ PROVOZ VÝROBNY ELEKTRINY	72
13	PŘÍKLADY PŘIPOJENÍ VÝROBEN ELEKTRINY	76
13.1	PŘIPOJENÍ VÝROBNY ELEKTRINY NN DO DS	76
13.2	PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULACÍ NN DO DS.....	77
13.3	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ Z NADZEMNÍHO VEDENÍ VN PŘÍPOJKOU VÝROBCE	78
13.4	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO VN ROZVODNY DS	79
13.5	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ ZASMYČKOVÁNÍM DO VN VEDENÍ.....	80
13.6	PŘIPOJENÍ VÝROBEN JEDNODUCHÝM T ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 KV	81

13.7	PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULACÍ JEDNODUCHÝM T ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 KV 82	
13.8	PŘIPOJENÍ VÝROBNY SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO 110 KV ROZVODNY DS DO POLE VEDENÍ 110 KV V ROZVODNĚ DS	83
13.9	PŘIPOJENÍ VÝROBNY PRODLOUŽENÍM PŘÍPOJNIC 110 KV PŘES PODÉLNÉ DĚLENÍ	84
13.10	PŘIPOJENÍ VÝROBNY ZASMYČKOVÁNÍM DO VEDENÍ 110 KV V DS	85
14	LITERATURA	86
15	PŘÍKLADY VÝPOČTU.....	88
16	FORMULÁŘE (INFORMATIVNĚ).....	90
16.1	DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (A)	90
16.2	DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY S AKUMULAČNÍM ZAŘÍZENÍM (B)	91
16.3	DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (C).....	93
16.4	PROVOZNÍ OZNÁMENÍ O PROVEDENÍ PRVNÍHO PARALELNÍHO PŘIPOJENÍ VÝROBNY K DISTRIBUČNÍ SOUSTAVĚ.....	93
16.5	VÝSLEDKY ZKOUŠEK A OVĚŘENÍ SKUTEČNÉHO STAVU VÝROBNY	94
17	SEZNAM TABULEK.....	96
18	SEZNAM OBRÁZKŮ	97

PŘEDMLUVA

Následující pravidla shrnují hlavní hlediska, na která je zapotřebí brát zřetel při připojování výroby elektřiny do sítě nn, vn nebo 110 kV provozovatele distribuční soustavy (PDS). Slouží proto stejně pro provozovatele distribučních soustav i pro výrobce elektřiny a provozovatele lokálních distribučních soustav (LDS) s vnořenými výrobny 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.

Dále jsou součástí seznam literatury, příklady výpočtu, formuláře "Dotazník pro výrobu elektřiny" a "Provozní oznámení o provedení prvního paralelního připojení výroby k distribuční soustavě".

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
PPS	provozovatel přenosové soustavy
PDS	provozovatel distribuční soustavy
PLDS	provozovatel lokální distribuční soustavy
PPDS	Pravidla provozování distribučních soustav
EN	Evropská norma
ČSN	Česká státní norma
PNE	podniková norma energetiky
PN	podniková norma
OZE	obnovitelné zdroje energie
VM	výrobní modul
FVE	fotovoltaická výroba 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
PPP	první paralelní připojení
MPP	místní provozní předpisy
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 režim
FRT	překlenutí poklesu napětí „fault-ride-through“
UVRT	časový průběh přechodného snížení napětí „undervoltage-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
SoP	smlouva o připojení k DS
UPOS	Umožnění provozu pro ověření souladu
UTP	Umožnění trvalého provozu

1 OZNAČENÍ A POJMY¹

S_{kV}	zkratový výkon ve společném napájecím bodu (pro přesný výpočet S_{kV} viz [8])
Ψ_{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 napětí 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}	dlouhodobá míra vjemu flikru, činitel dlouhodobého rušení flikrem [8], [10]; míra vjemu flikru P_{lt} v časovém intervalu dlouhém ($lt = \text{long time}$) 2 h Pozn.: $P_{lt}=0.46$ je stanovená mez rušení pro jednu výrobní. Hodnota P_{lt} může být měřena a vyhodnocena flikremetrem.
ΔU	změna napětí Rozdíl mezi efektivní hodnotou na začátku napěťové změny a následujícími efektivními hodnotami. Pozn.: Pro relativní změnu Δu se vztahuje změna napětí sdruženého napětí ΔU k napájecímu napětí sítě U_n . Pokud má změna napětí ΔU význam úbytku fázového napětí, pak pro relativní změnu napětí platí $\Delta u = \Delta U/U_n/\sqrt{3}$.
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. ²
S_A	jmenovitý zdánlivý výkon výrobní elektřiny
S_{Amax}	maximální zdánlivý výkon výrobní elektřiny
S_{nE}	jmenovitý zdánlivý výkon výrobního modulu
P_{nE}	jmenovitý činný výkon výrobního modulu
S_{nG}	jmenovitý zdánlivý výkon generátoru
φ_i	fázový úhel proudu výrobního modulu
$\cos \varphi$	cosinus fázového úhlu mezi základní harmonickou napětí a proudu
λ	účinnost – podíl činného výkonu P a zdánlivého výkonu S
k	poměr mezi rozběhovým, popř. zapínacím proudem a jmenovitým proudem generátoru
I_a	rozběhový proud
I_r	proud, na který je výrobní dimenzována (obvykle jmenovitý proud I_n)
k_{k1}	zkratový poměr, poměr mezi S_{kV} a maximálním zdánlivým výkonem výrobní elektřiny S_{rAmax}
S_{vlsp}	zdánlivý příkon vlastní spotřeby
$\cos \varphi_{vlsp}$	cosinus fázového úhlu mezi základní harmonickou napětí a proudu vlastní spotřeby

¹ Uvedené definice jsou pouze pro účely PPDS

² Norma [8] rozlišuje mezi činitelem flikru pro ustálený provoz (u větrných elektráren), který závisí na vnitřním úhlu zkratové impedance sítě a činitelem flikru pro spínání připojování a odpojování. Protože dosud nejsou tyto činitele od všech typů k dispozici, nejsou v této verzi Přílohy 4 PPDS odvozené požadavky v části 10 a 11 uplatněny.

Certifikátor

Subjekt, který vydává certifikáty zařízení a dokumenty výrobních modulů a jehož akreditaci provádí vnitrostátní pobočka Evropské organizace pro spolupráci v oblasti akreditace (EA), zřízená podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 765/2008 (1); Článek 2 Definice 46.[4]

Certifikát zařízení

Dokument vydaný certifikátorem k zařízení používanému ve výrobním modulu, v odběrné jednotce, v distribuční soustavě, v odběrném elektrickém zařízení nebo ve vysokonapěťové stejnosměrné soustavě. V certifikátu zařízení je stanoven rozsah jeho platnosti na vnitrostátní nebo jiné úrovni, na níž je z rozpětí povoleného na úrovni evropské zvolena jedna konkrétní hodnota. Za účelem nahrazení specifických částí procesu ověřování souladu může certifikát zařízení obsahovat modely, které byly ověřeny na základě výsledků reálných zkoušek; Článek 2 Definice 47.[4]

Flikr

Subjektivní vjem změny světelného toku.

Harmonické

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

Meziharmonické

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

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

Mikrozdroj

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

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

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

Předávací místo

Místo styku mezi DS a zařízením uživatele DS, kde elektřina do DS 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

Střídače řízené sítí

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

Střídače řízené vlastní frekvencí

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

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

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

Pozn.: Požadavky a podmínky pro připojování LDS a UDS s výrobami elektřiny jsou shodné

Výrobna elektřiny/výrobna (VE)

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 připojen³

Výrobna elektřiny s akumulacním zařízením je výroba elektřiny, která sestává z elektrického akumulčního zařízení a výrobních modulů, např. fotovoltaických, kogeneračních, větrných, dieselových

Fotovoltaická výroba elektřiny s akumulacním zařízením

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

Instalovaný činný výkon výroby elektřiny

Součet jmenovitých činných výkonů všech generátorů (výrobních modulů); v případě výroben využívajících solární panely součet jmenovitých hodnot všech instalovaných solárních panelů. U fotovoltaických elektráren se pro posouzení vlivu na DS (včetně velikosti nesymetrie) uvažuje výkon střídačů.

Elektrické akumulční zařízení (akumulční zařízení)

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

Instalovaný výkon akumulčního zařízení

Pro posouzení vlivu na distribuční soustavu (včetně velikosti nesymetrie) se bere v úvahu výkon střídače.

U FVE s akumulčním zařízením se společným střídačem se pro účely posuzování vlivu na DS uvažuje instalovaný výkon střídače.

Senzor směru toku energie

Technické zařízení pro určení směru toku energie s komunikační vazbou.

Výrobní modul (VM)

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

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

Nesynchronní výrobní modul (VM-N) je blok nebo soubor bloků vyrábějící elektřinu, který je nesynchronně připojen k soustavě nebo je připojen prostřednictvím výkonové elektroniky, a který je k distribuční soustavě včetně lokální distribuční soustavy, k přenosové soustavě nebo k vysokonapěťové stejnosměrné soustavě připojen v jediném místě připojení;

Kompenzační zařízení

zařízení pro kompenzaci účinku nebo řízení jalové energie

Ostrovní provoz části DS, která je odpojena od zbytku ES

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

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

Ostrovní provoz odběrného místa v DS s výrobou

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

Oddělený ostrovní provoz – Off Grid systém

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

Výrobce nebo výrobce elektřiny

Výrobce nebo výrobce elektřiny se pro účely této přílohy rozumí subjekt který má práva a povinnosti výrobce elektřiny dle §23 nebo zákazníka dle §28 odst.5 zákona č. 458/2000 Sb. a také ve vztahu k provozovateli distribuční soustavy práva a povinnosti vlastníka výroby elektřiny podle NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631.

Instalační dokument

Jednoduše strukturovaný dokument stanovený provozovatelem distribuční soustavy a splňující minimální náležitosti uvedené v čl. 30 odst. 2 RfG, který obsahuje informace o výrobním modulu typu A1 a A2 stvrzující jejich soulad s příslušnými specifikacemi a požadavky PPDS a RfG.

Prohlášení o souladu

Dokument, který výrobce nebo výrobce elektřiny, vlastník odběrného elektrického zařízení, provozovatel distribuční soustavy nebo vlastník vysokonapěťové stejnosměrné soustavy poskytuje provozovateli soustavy a v němž je uveden aktuální stav souladu s příslušnými specifikacemi a požadavky.

Elektrizační provozní oznámení

Oznámení vydané provozovatelem soustavy vlastníkovi výroby elektřiny před uvedením jeho vnitřní soustavy pod napětí;

Dočasné provozní oznámení

Oznámení vydané provozovatelem DS výrobcí nebo výrobcí elektřiny, které mu povoluje provozovat odpovídající výrobní modul/výrobu typu D pomocí připojení k distribuční soustavě po časově omezené období a za účelem provedení zkoušek souladu pro zajištění souladu s příslušnými specifikacemi a požadavky PPDS a RfG.

Omezené provozní oznámení

Oznámení vydané provozovatelem soustavy vlastníkovi výroby elektřiny, kterému již dříve bylo vydáno konečné provozní oznámení, ale u kterého se dočasně projevuje významná změna nebo ztráta vlastností, jež vede k nesouladu s příslušnými specifikacemi a požadavky.

V případě potřeby může PDS omezené provozní oznámení nahradit dočasným provozním oznámením**Konečné provozní oznámení**

Oznámení vydané provozovatelem DS výrobcí nebo výrobcí elektřiny splňujícímu příslušné specifikace a požadavky, které mu povoluje provozovat odpovídající výrobní modul /výrobu pomocí připojení k elektrizační soustavě.

Dokument výrobního modulu

Dokument obsahující prohlášení o souladu s RfG, který výrobce předkládá PDS. Formát a náležitosti v souladu s RfG čl. 32 odst. 2 stanovuje PDS.

Souhlas vlastníka nemovitosti s umístěním výroby elektřiny

Písemný souhlas vlastníka/ků nemovitostí s umístěním výroby na jejich nemovitostech o celkové ploše umožňující umístění výroby požadovaného druhu a instalovaného výkonu.

Druh výrobní elektřiny

Pro účely této přílohy je druh výrobní dán typem použité primární energie.

Charakter výrobní elektřiny

Pro účely této přílohy je dán účelem využití výrobní (např. pro vlastní účely, pro poskytování služeb, pro dodávku do DS.)

Požadovaná spolehlivost vyvedení výkonu

Za standardní vyvedení výkonu je považováno takové technické řešení připojení, které zajistí vyvedení výkonu po poruše v souladu se standardy danými vyhláškou o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb. Pokud žadatel bude požadovat zvýšený stupeň vyvedení výkonu hradí žadatel oprávněné náklady spojené s realizací nadstandardního připojení v plné výši.

Jednopolové schéma zapojení výrobní

Zjednodušené zobrazení předpokládaného zapojení, vybavení výrobní příslušným zařízením (generátory, střídače, regulace...), souvisejících el. zařízení s provozem výrobní (akumulace, regulace, informační vazby ...) a vyvedení výkonu (transformace, vedení pro vyvedení výkonu ..) do předpokládaného místa připojení do DS v takové podrobnosti aby ze schématu byla jednoznačně patrná funkce výrobní a souvisejících zařízení.

Souhlas s dočasným provozem pro ověření technologie

Písemný souhlas vystavený provozovatelem distribuční soustavy, kterým umožňuje zahájení provozu na dobu nezbytně nutnou pro ověření technologie.

Provoz pro ověření technologie

Dočasný provoz výrobní, který písemným souhlasem umožňuje příslušný provozovatel distribuční soustavy výrobci provozovat příslušný VM pro ověření technologie prostřednictvím připojení k distribuční soustavě po časově omezené období, za účelem provedení zkoušek nezbytných k prokázání souladu s příslušnými specifikacemi a požadavky.

2 ROZSAH PLATNOSTI

Tato pravidla platí pro plánování, zřizování a úpravy výroben elektřiny připojených k sítím nn, vn nebo 110 kV PDS 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. předávací místa lokálních distribučních soustav s výrobnami elektřiny bez akumulačních zařízení a s akumulačním zařízením

V souladu s čl. 3 RfG [4] 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 [4] nevztahují, s výjimkou případů uvedených v tomto článku.

Pro zdroje připojované do sítí nn s fázovým proudem do 16 A platí požadavky ČSN EN 50438 [20], která na rozdíl od RfG [4] 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 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 současně podle Přílohy 6 PPDS a podle PNE 33 3430-0 [8].

Pokud není uvedeno jinak, vztahují se tato ustanovení PPDS 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, vyžaduje sjednocení technických parametrů i požadavků na chování výroben. K tomu slouží NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631 [4] - RfG, které podle jmenovitých činných výkonů P_{nE} výrobních modulů definuje následující kategorie výrobních modulů třídy A až D s tím, že příslušný PPS může stanovit odlišné mezní výkony, které však nesmějí být vyšší, než uvádí RfG [4].

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

Tab. 1 Výkonové kategorie výroben (výrobních modulů)

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

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 výrobní jsou posuzovány nesynchronní výrobní moduly, jako jsou fotovoltaické elektrárny, fotovoltaické elektrárny s akumulací a elektrické akumulací 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 čl. 5 RfG [4], 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 příslušné části DS. 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 PPDS.

U výroben připojovaných do sítě nn je při jednofázovém připojení omezen jejich instalovaný výkon v jednom přípojném bodě na 3,7 kVA/fázi (instalovaný výkon střídače).

Maximální výkon na výstupu střídače (maximální 10-minutová střední hodnota) musí být omezen na nejvýše 110 % jmenovitého výkonu.

Souhrnný přehled jednotlivých požadavků s odkazy na příslušné články v RfG [4] uvádí pro jednotlivé typy VM následující Tab. 2.

Tab. 2 Souhrnný přehled požadavků Přílohy 4 PPDS

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
13.2	Omezený frekvenčně závislý režim při nadfrekvenci (LFSM-O)	X	X	X	X	X	X
13.4; 13.5	Dovoleno snížení činného výkonu při klesající frekvenci soustavy	X	X	X	X	X	X
13.6	Logické rozhraní pro přerušení dodávky činného výkonu ⁴	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			
14.3	Překlenutí poklesu napětí (FRT)	X	X	X	X	X	
14.4	Opětovné připojení po poruše		X	X	X	X	X
14.5d	Komunikace a výměna informací			X	X	X	X
15.2a,b	Regulovatelnost činného výkonu			X	X	X	X
15.2c	Omezený frekvenčně závislý režim při podfrekvenci (LFSM-U)				X	X	X
15.2d	Frekvenčně závislý mód (FSM)					X	X
15.2g	Komunikace a výměna informací o režimu FSM					X	X
15.5a	Schopnost startu ze tmy				X	X	X
15.5b	Schopnost ostrovního provozu					X	X
15.5c	Rychlé opětovné přiřazování					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
16.3	Překlenutí poklesu napětí (FRT)						X
16.4	Nastavení synchronizačních zařízení						X
17.2a	Dodávka jalového výkonu			X			
17.3	Obnova činného výkonu po poruše			X	X	X	X
18.2	Dodávka jalového výkonu				X	X	X
20.2a	Dodávka jalového výkonu u nesynchronních VM		X	X			

⁴ Článek 13.6 RfG [4] platí podle článku 14.1 i pro kategorii VM B.

20.2b,c	Rychlý poruchový proud v případě poruchy			X	X	X	X
20.3	Obnova činného výkonu po poruše		X	X	X	X	X
21.2	Umělá setrvačnost				X	X	X
21.3b,c	Dodávka jalového výkonu				X	X	X
21.3d	Režimy regulace jalového výkonu				X	X	X
21.3e	Priorita příspěvků činného nebo jalového výkonu			X	X	X	X
21.3f	Tlumení výkonových oscilací				X	X	X

Další požadavky na výrobní elektriny nad rámec RfG [4] jsou obsaženy v evropských normách [20], [28] a [29].

3 VŠEOBECNÉ

Při zřizování výroby elektřiny a elektrického akumulčního zařízení je zapotřebí dbát na platná nařízení a předpisy, na to, aby byla vhodná pro paralelní provoz se sítí PDS 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], [3] a [4]
- platné normy ČSN, PNE, případně PN PDS
- předpisy pro ochranu pracovníků a bezpečnost práce
- nařízení a směrnice PDS.

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

Připojení k síti je třeba projednat a odsouhlasit s PDS.

PDS může ve smyslu zákona [1] požadovat změny a doplnění na zřizovaném nebo provozovaném zařízení, pokud je to nutné z důvodů bezpečného a bezporuchového napájení, popř. též z hlediska zpětného ovlivnění distribuční soustavy. Konzultace s PDS 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 zapracovat aktuální síťové poměry v předpokládaném místě připojení do svého technického řešení předkládaného k nové žádosti nebo změně připojení.

Jedná se zejména o následující případy:

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

4 PŘIHLAŠOVACÍ ŘÍZENÍ

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

- katastrální mapu s vyznačením pozemku nebo výrobní, výpis z katastru nemovitostí
- údaje o zkratové odolnosti předávací stanice
- popis ochrany s přesnými údaji o druhu, výrobci, zapojení a funkci
- příspěvek vlastní výrobní ke zkratovému proudu v místě připojení k síti, jeho trvání a průběh
- 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 účinnosti – 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 (mikrozdroje) se postupuje podle [2] §16. Impedanci smyčky je možné zjišťovat i v měřené části odběrného místa. Pokud je třeba měřit v neměřené části instalace, postupuje se podle §28 odst. 3 [1].

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

Na žádost PDS musí žadatel o připojení výrobní elektřiny s VM B2, C a D podle čl. 15.6 c) RfG [4] 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 ochrany 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 s PDS.

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 PPDS

Příslušný rozsah simulací a výstupů stanoví a zveřejní příslušný PDS.

4.1 TECHNICKÉ KONZULTACE

Na základě obecného požadavku poskytne PDS žadateli informace o možnostech a podmínkách připojení výrobní k DS a o podkladech, které musí žádost o připojení výrobní k DS obsahovat (viz. 4.2). Poskytnuté informace o možnosti připojení výrobní 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 DS jsou uvedeny v Přílohách vyhlášky [2] a v PPDS č. 3.8.3. Především je zapotřebí přiložit vyplněný formulář PDS, jehož vzor je přiložen v části 16.

Součástí podkladů dále jsou:

- souhlas vlastníků nemovitostí dotčených výstavbou výroby
- požadovaná hodnota rezervovaného výkonu a rezervovaného příkonu při všech uvažovaných provozních stavech
- stávající hodnota rezervovaného příkonu a výkonu
- v případě, že žádost neobsahuje všechny uvedené náležitosti, nebude ze strany PDS 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

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

- a) zda je připojení možné s ohledem na:
 - I. rezervovaný výkon P_{rez} předávacího místa mezi PS/DS a hodnotu limitu připojitelného výkonu odběrného místa PDS stanovených provozovatelem PS ve smlouvě o připojení mezi PPS a příslušným PDS. Pro stanovení bilanční hodnoty připojitelného rezervovaného výkonu výkon FVE a VTE se vychází ze soudobosti 0,8, není-li ve smlouvě o připojení mezi PPS a PDS stanoveno jinak.
 - II. 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 PDS jinak (např. základě výpočtu chodu sítě)

k_{TR} redukční koeficient zohledňující optimální zatížení transformátoru⁵

$P_{BILANCE}$ výkonová bilance oblasti⁶

k_E redukční koeficient zohledňující drobnou rozptýlenou výrobu⁷. 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 PS/DS 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 PDS odsouhlaseny, ale dosud nebyly uvedeny do provozu, nebo byly uvedeny do provozu po termínu letního měření využitého pro výpočet $P_{BILANCE}$.

⁵ Pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se $k_{TR}=0,9$

⁶ 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 akumulačním zařízením, snížený/zvýšený podle charakteru provozu v době letního měření). PDS je oprávněn uvedenou naměřenou hodnotu korigovat o hodnoty výkonů výroben, které v době měření byly mimo provoz.

⁷ Pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se $k_E = 0,9$. Koeficient $k_E = 0,9$ vytváří rezervu na výroby s rezervovaným výkonem $P_{rez}=0$.

- b) zda je nutné, aby žadatel nechal možnost připojení výroby k DS ověřit studií připojitelnosti.
- c) další posouzení žádosti o připojení musí zohlednit požadavky dané touto přílohou

4.3.1 PDS 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 předložení studie připojitelnosti výroby vyžádáno, nebo již byla žadatelem studie se souhlasnými výsledky dle bodu č. 4.3.1. předložena a ze strany PDS 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 DS.

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

4.4 STUDIE PŘIPOJITELNOSTI VÝROBNY

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

- zkratovou odolnost zařízení
- napěťové poměry ve všech posuzovaných uzlech sítě
- zatížitelnost jednotlivých prvků sítě
- dodržení parametrů zpětných vlivů na DS 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 PPDS (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 PPDS 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.

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

Náklady na zpracování studie hradí jejímu zpracovateli žadatel.

PDS 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 výroby elektřiny připojené k DS v předmětné části DS
- d) platné požadavky na připojení výroben elektřiny k DS v předmětné části DS
- 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 PPDS s ohledem na dosažení co nejnižšího zpětného ovlivnění DS provozem výrobní elektřiny a využívat při tom všech provozních možností připojovaného zařízení (např. určení provozního účinníku s ohledem na co nejnižší změnu napětí vyvolanou provozem výrobní).

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

Provozovatel DS 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 PDS 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 DS dán zpravidla stanicí s napájecím transformátorem sítě, vedením s posuzovanou výrobnou a jeho doporučeným přípojným bodem a dalšími vedeními s provozovanými či plánovanými výrobny i zátěžemi těchto vedení. Posuzovány jsou provozní stavy definované PDS. 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 DS prováděny pro letní minimální zatížení, zimní maximální zatížení, příp. takové zatížení, při němž bude dosahováno maxima výroby v dané síti. Protože v současné době nejsou k dispozici pro prokázání chování výroben v přechodových stavech podle části 11 potřebné vstupní údaje, bude zpracovatel studie dokládat pouze schopnost (vybavenost) těchto výroben pro tyto stavy podle zkušebních protokolů výrobce.

4.5 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

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

- realizaci požadavků PDS dle vyjádření (bod č.4.3.2.)
- délky, typy a průřezy vedení mezi výrobnou a místem připojení k DS, parametry použitých transformátorů
- situační řešení připojení výrobní k DS
- typy, parametry a navržené hodnoty nastavení elektrických ochranných výrobní elektřiny souvisejících s DS
- parametry a provedení řízení činného a jalového výkonu (pokud je požadováno podle části 9)
- parametry a provedení zařízení pro snížení útlumu signálu HDO, pokud vypočtené nebo naměřené hodnoty přesahují limity povolené PPDS 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 DS, (bylo-li požadováno ve smyslu Tab. 1)
- zařazení vyhrazeného elektrického technického zařízení do tříd a skupin podle vyhlášky [27].
- popis funkcí ochranných a automatik výrobní majících vazbu na provoz a dynamickou podporu provozu DS

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

V případě, že předložená projektová dokumentace není úplná, PDS ji neposuzuje, žadatele vyzve k doplnění. Pokud PDS nestanoví jinak, je dokumentace předávána kompletní dle výše uvedených bodů a v papírové podobě. PDS je oprávněn si celou dokumentaci nebo její vybrané části ponechat pro kontrolu při uvádění výrobní elektřiny do provozu.

4.6 ZMĚNY ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ

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

- snížení celkového instalovaného výkonu výrobní elektřiny
- změna kategorie a počtu výrobních modulů do výše původně požadovaného celkového instalovaného výkonu
- změna umístění výrobní 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. PDS 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.

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

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

V případě požadavku na tyto uvedené změny žádosti je nutné podat novou žádost o připojení. PDS rozhodne, zda je nutné doplnit studii připojitelnosti nebo zpracovat novou.

5 PŘIPOJENÍ K SÍTI

Nově připojované výroby do DS musí být připraveny pro instalaci dálkového ovládání, tzn. instalování ovládacího obvodu komunikační cesty mezi elektroměrovým rozváděčem a novou výrobou.

Připojení k síti PDS se děje v místě připojení s oddělovací funkcí, přístupným kdykoliv personálu PDS.

Požadavek na kdykoliv přístupné spínací místo s oddělovací funkcí je u jednofázových výroben do 3,7 kVA a trojfázových do 30 kVA splněn, pokud jsou tyto výroby 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 výroba elektřiny připojena k síti. Toto se týká výroby neumožňující ostrovní provoz OM. V případě, že výroba umožňuje ostrovní provoz OM, musí být zajištěno, že v případě ztráty napětí v distribuční soustavě dojde k odpojení celého OM nebo části OM s ostrovním provozem. Toto zařízení musí být ověřeno akreditovanou zkušebnou [26].

Výrobce poskytne PDS u VM A1, A2 instalační dokumenty, u VM B1, B2 a C dokumenty výrobních modulů připojovaných k DS.

U výroben 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 DS.

Pro výroby s nízkou dobou využití, na jejichž provoz není vázána výrobní technologie a výrobce nepožaduje obvyklou zabezpečení připojení k soustavě (např. pro větrné elektrárny), 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 akumulacním zařízením s instalovaným výkonem výroby do 10 kW určených výhradně pro vlastní spotřebu zákazníka (bez přetoku do DS) se výkon elektrického akumulacního zařízení neuvažuje, pokud je menší jak 10 kW.

U ostatních výroben elektřiny s akumulacním zařízením, které nemají společný střídač/e pro dodávku do DS, tj.: výroby elektřiny nn do instalovaného výkonu výroby 10 kW s přetokem do DS

výroby elektřiny s připojovaným výkonem výroby nad 10 kW

se pro posouzení připojitelnosti instalované výkony akumulacního zařízení a výroby sčítají, pokud nemají technická opatření odsouhlasená PDS, která zajistí, že soudobý přetok do DS nepřekročí sjednaný/požadovaný rezervovaný výkon.

Pro výroby elektřiny připojované do sítě 110 kV jsou jako možné varianty připojení uvedena zapojení pro připojení T- odbočkou, zasmyčkováním, vlastním vedením výrobce do rozvodny 110 kV i připojení transformátorem umístěným v rozvodně 110 kV PDS, uvedené v části 13 na Obr. 25 až Obr. 30.

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

Způsob a místo připojení na síť, stejně jako napěťovou hladinu, výši rezervovaného výkonu stanoví PDS 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 (instalovaného) výkonu, stejně jako druhu a způsobu provozu výroby elektřiny a údajů o souvisejících výrobních, včetně jejich vlivu na napětí v DS, s využitím skutečně naměřených hodnot v související oblasti DS.

Výrobní elektřiny lze připojit:

- a) přímo k DS
- b) v odběrném místě
- c) v předávacím místě jiné výrobní

V případě b) a c) žádá o připojení ten, který je již v daném místě připojen a PDS postupuje podle části 40 této přílohy.

5.1 DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ A VÝMĚNA DAT

Pro bezpečný provoz je podle Tab. 2 nutné:

- a) Výrobní elektřiny do výše rezervovaného výkonu 1MW včetně s VM A1, A2 a B1 musí být podle článku 13.6 RfG [4] 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 výrobní z paralelního provozu s DS a umožnil automatizaci tohoto procesu.
- b) Výrobní elektřiny s VM A2 a vyšší musí být vybaveny logickým rozhraním umožňujícím začlenění těchto energetických zařízení do systémů dálkového řízení PDS. Jde především o:
 - Řízení spínače s oddělovací funkcí (především vypnutí při kritických stavech v síti – „dálkově VYP“/ZAP)
 - Omezení dodávaného činného výkonu
 - Regulovatelnost činného výkonu (od VM B1)
 - Řízení jalového výkonu a napětí
 - Rozhraní pro přenos dat

Příslušný PDS 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 v předávacím místě).

Pro VM A2 v současné době postačuje příprava potřebného rozhraní.

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

Pro výměnu dat mezi výrobními moduly B1, B2, C a D a provozovatelem soustavy může PDS požadovat hodnoty veličin v následující Tab. 3.

Tab. 3 Souhrnné požadavky na výměnu dat v reálném čase⁸

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		

⁸ Požadavky na strukturální data a data pro přípravu provozu vyžadované nařízením [6] čl. 48 a 49 jsou v Příloze 1 PPDS

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
SIGNALIZACE			
Stavy vypínače, odpojovače, zemniče a generátorového vypínače	x	x	V cestě mezi vypínačem v Rz PDS 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	u VM C a D
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	
ŽÁDANÉ HODNOTY			
Zadaný činný a jalový výkon, napětí, $\cos \varphi$, omezení činného výkonu (podle způsobu řízení)	x	x	
Další signály týkající se sledování FSM, budou požadovány s ohledem na žádanou PpS dle Kodexu PS a Přílohy 7 PPDS.			

Regulační systémy výrobních modulů B1, B2, C a D musí být schopny se zohledněním dostupnosti primárního zdroje energie upravovat zadanou hodnotu činného výkonu v souladu s pokyny provozovatele soustavy (neboli obsahovat terminál výroby pro dálkové řízení). Doba, během níž musí být zadaná hodnota činného výkonu dosažena je stanovena v Tab. 4. Přípustná odchylka skutečného činného výkonu od požadované hodnoty je $\pm 5\%$.

Tab. 4 Doba odezvy na požadavek pro změnu výkonu podle dostupnosti primárního zdroje energie

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

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

- ❖ Potřebná data a informace pro zpracování v řídicím systému PDS zpravidla jsou:
 - Připojení velkokapacitních baterií do DS - základní podmínky, jako pro připojení výroben, s povinností nahlašování navýšování / 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 DS, 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 DS). Při běžném provozu DS se samostatné udržení v ostrovním provozu nepožaduje.
- ❖ Výchozí informace pro dispečerské řízení:
 - kapacita plně nabitě baterie kVAh ,
 - maximální dodávaný výkon do DS (omezení baterií, střídačem..),
 - maximální odebraný příkon při nabíjení ($P_{\text{maxpřik}}$) při $\cos \varphi = 1$.
- ❖ Doplnující požadavky na dispečerské řízení:
 - Režim nabíjení baterie z DS – držit 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 $P_{\text{přik}}$.
 - Regulace nabíjecího výkonu bude ve 4 regulačních stupňů $P_{\text{přik}} = 0-30-60-100\% P_{\text{maxpřik}}$.
 - Jedná se o maximální povolenou hodnotu nabíjecího příkonu baterie, stanovenou v procentech maximálního nabíjecího příkonu $P_{\text{maxpřik}}$ daného výrobcem zařízení.
 - Povel zahájení / ukončení nabíjení – pouze pro nouzové použití technickým dispečinkem.

- Přenos on-line informace o aktuální disponibilní kapacitě baterie A_{kap} (kVAh, % A_{kapmax}) v režimu nabíjení.
 - Přenos on-line informace o aktuální době trvání do plného nabití baterie t_{nab} (minuty), při aktuálním nastavení regulace $P_{přik}$ a při plném $P_{přik}$.
 - Dálková regulace dodávaného výkonu P_{dod} do DS a regulace Q (mimo režim nabíjení baterie).
 - U regulace dodávaného P_{dod} do DS - 4 regulační stupně $P_{dod} = 0-30-60-100\% P_{maxdod}$.
 - P_{maxdod} 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 ($\cos \phi$)
- 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_{vyb} (minuty)
- při aktuálním nastavení P_{dod} , Q ,
 - pro maximální dodávku P_{dod} .

Způsob dispečerského řízení a provozu baterií, nasazování režimů nabíjení baterie /dodávka do DS, 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 PDS.

Pojmy pro všechny výrobní:

Disponibilní výkon

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

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

Disponibilní výkon elektrického akumulačního zařízení je jmenovitý výkon akumulačního zařízení a aktuální doba do dovoleného vybití

Disponibilní příkon elektrického akumulačního zařízení je jmenovitý nabíjecí výkon a aktuální doba do dovoleného nabití

Jalový výkon

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

Činný výkon

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

Zařízení pro zaznamenávání poruch

Výrobní moduly B2, C a D musí být podle čl. 15.6 b) RfG [4] 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 ± 200 mHz, nebo na pokyn PDS. U VM B1 se doporučuje vybavit výrobu zařízením pro zaznamenávání poruch s monitorováním veličin (P, f, U, Q) v časovém úseku -5 až +15 min se vzorkováním minimálně 1 s.

Vzorkování veličin a trvání záznamu je zapotřebí přizpůsobit typu událostí a ověřovaných reakcí VM na tyto jevy podle části 12.2 této přílohy. Nedomluví-li se PDS 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.

Stejně 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 u jevů, při kterých došlo k odpojení od soustavy, 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 záznamového zařízení 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 PPDS [15] pro dodávky elektřiny z DS.

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 dovolených hodnot napětí, flikru, harmonických a nesymetrie se kontroluje způsobem stanoveným v Příloze 3 PPDS a v podmínkách připojení.

6 ELEKTROMĚRY, MĚŘICÍ A ŘÍDICÍ ZAŘÍZENÍ

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

Fakturační elektroměry v majetku PDS a jim přiřazené řídící přístroje jsou uspořádány na vhodných trvale přístupných místech odsouhlasených PDS.

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

- nízké napětí: podle výkonu výrobní bud' 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
- 110 kV: měření na straně 110 kV, nepřímé.

Dodávku a montáž fakturačních elektroměrů zajišťuje PDS 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 (podrobnosti jsou v Příloze 5 PPDS: Fakturační měření).

V případě oprávněných zájmů PDS musí výrobce vytvořit podmínky pro to, aby přes definované rozhraní mohly být na příslušný dispečink PDS přenášeny další údaje důležité pro bezpečný a hospodárny 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 PDS.

7 SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Pro spojení výrobní elektrárny a elektrického akumulčního zařízení se sítí PDS 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.

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

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

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

Výrobce musí prokázat zkratovou odolnost celého zařízení. K tomu mu PDS udá velikost příspěvku zkratového ekvivalentního oteplovacího proudu a velikost nárazového zkratového proudu ze sítě. Způsobí-li nová výrobní elektrárna zvýšení zkratového proudu v síti PDS nad hodnoty, na které je zařízení sítě dimenzováno, pak musí výrobce učinit opatření, která výši zkratového proudu z této výrobní nebo jeho vliv patřičně omezí, pokud se s PDS 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 PPDS. U zařízení schopných ostrovního provozu je třeba zajistit chránění i při ostrovním provozu. Nastavení ochran ve vazbě na DS určuje PDS. Nastavení frekvenčních ochran zohledňuje kromě požadavků PDS 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 DS.

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

8.1 MIKROZDROJE

Pro ochrany výroben s fázovými proudy do 16 A (výroby do 800 W a výroby s VM A1) provozovaných paralelně s distribuční sítí nn, na které se vztahuje [20], platí následující tabulka

Tab. 5 Ochrany výroben s fázovými proudy do 16 A

Parametr	Maximální vypínací čas [s] ⁽²⁾	Nastavení pro vypnutí
nadpětí 1. stupeň ⁽¹⁾	3	230 V + 10 %
nadpětí 2. stupeň	1	230 V + 15 %
Nadpětí 3. stupeň	0,1	230 V + 20%
podpětí	1,5	230 V - 15 %
nadfrekvence	0,5	52 Hz
podfrekvence	0,5	47,5 Hz

- 1) 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, třídě 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-minutové hodnoty nejméně každé 3 s.
- 2) Vypínací časy u nadpětí a podpětí je zapotřebí koordinovat s parametry FRT křivek části 9.2.2.1 a 9.2.2.2

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

Podpět'ová a nadpět'ová ochrana musí být trojfázová⁹.

Výjimku tvoří jednofázové a dvoufázové výroby do výkonu 3,7 kVA/fázi.

Podfrekvenční a nadfrekvenční ochrana může být jednofázová.

⁹ V sítích s izolovaným uzlem vn nebo s kompenzací zemních kapacitních proudů může být v dohodě s PDS použita nadpět'ová ochrana jednofázová, připojená na sdružené napětí.

Při připojení výroben k síti PDS provozované s OZ, které mohou tyto výrobní ohrozit, je zpoždění vypínání přípustné jen tehdy, když je pro nezpožděné odpojení výrobní při OZ k dispozici zvláštní ochrana.

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

Pozn.: Pro ochranu na skok vektoru zatím není k dispozici metodika pro určení nastavení.

8.2 VÝROBNÍ ELEKTRINY S FÁZOVÝM PROUDEM NAD 16 A V SÍTÍCH NN A VÝROBNÍ PŘÍPOJENÉ DO SÍTÍ VN A 110 KV (VM A2, B1, B2, C, D)

Nastavení ochrany rozpadového místa

Jako základní nastavení ochrany rozpadového místa jsou doporučeny hodnoty v následující tabulce.

Tab. 6 Ochrany rozpadového místa výroben s moduly (VM (A2), B1, B2, C)

funkce	Rozsah nastavení	Doporučené nastavení ochrany ⁽²⁾	
Nadpětí 3. Stupeň U >>>	1,00 – 1,30 Un	1,25 Un	0,1 s
Nadpětí 2. stupeň U >>	1,00 – 1,30 Un	1,2 Un	5s
Nadpětí 1. stupeň U >	1,00 – 1,30 Un	1,15 Un ⁽¹⁾	≤ 60 s
Podpětí 1. stupeň U <	0,10 – 1,00 Un	0,7 Un	0 – 2,7 s
Podpětí 2. stupeň U <<	0,10 – 1,00 Un	0,3 Un (0,45 Un) ⁽³⁾	≥ 0,15 s
nadfrekvence f >	50 – 52 Hz	51,5 Hz	≤ 100 ms
podfrekvence f <	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz ⁽⁴⁾	≤ 100 ms
směr jalového výkonu a podpětí ($Q_{\rightarrow}$ & U<) ⁽⁵⁾	0,70 – 1,00 Un	0,85 Un	t1 = 0,5 s

- (1) 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, třída 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-minutové hodnoty nejméně každé 3 s.
- (2) Vypínací časy u nadpětí a podpětí je zapotřebí koordinovat s parametry FRT křivek části 9.2.2.1 a 9.2.2.2
- (3) Tento napěťový stupeň vyvolá rychlé odpojení od sítě při blízkých zkratech. Nastavení 0,3 Un se volí pro výrobní připojené do sítě 110 kV a napětí měřené na straně vn (odpovídá mu cca 15 % Un v přípojném bodě. Nastavení 0,45 Un se volí pro výrobní připojené do sítě vn a při měření napětí na straně nižšího napětí.
- (4) Toto nastavení je závislé na výkonu výrobní a kmitočtově závislém přizpůsobení výkonu.
- (5) Ochrana se použije u výroben s instalovaným výkonem nad 30 kVA, nestanoví-li PDS jinak

Automatické odpojení u výrobních modulů D na základě odchylky napětí od referenční hodnoty nebude podle čl. 16.2 c) RfG [4] 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 čl. 16.2 b) RfG [4].

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

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 PDS nevedly ke škodám na jeho zařízení.

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

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

RfG čl. 13.1a)

Rozsah frekvence	Minimální doba provozu
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 ± 2 Hz/s, přičemž RoCoF je měřena jako střední hodnota derivace frekvence v časovém intervalu 500 ms. Tab. 7 platí i pro výrobní do 800 W, RoCoF však není povinná [20].

9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí

9.1.2.1 Výrobní elektriny připojené do sítě nn

Výrobní elektriny do 800 W podle [20] a výrobní 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 elektriny připojené do sítě vn a 110 kV

Výrobní elektriny připojené do sítě vn a 110 kV musí být schopna provozu, pokud napětí v místě připojení zůstává v rozsahu v Tab. 8:

Tab. 8 Rozsah napětí pro výrobní 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] v rozsahu podle následující tabulky:

Tab. 9 Rozsah napětí pro výrobní s moduly D v síti 110 kV

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

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

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

Detailní provedení je specifikováno ve smlouvě o připojení.

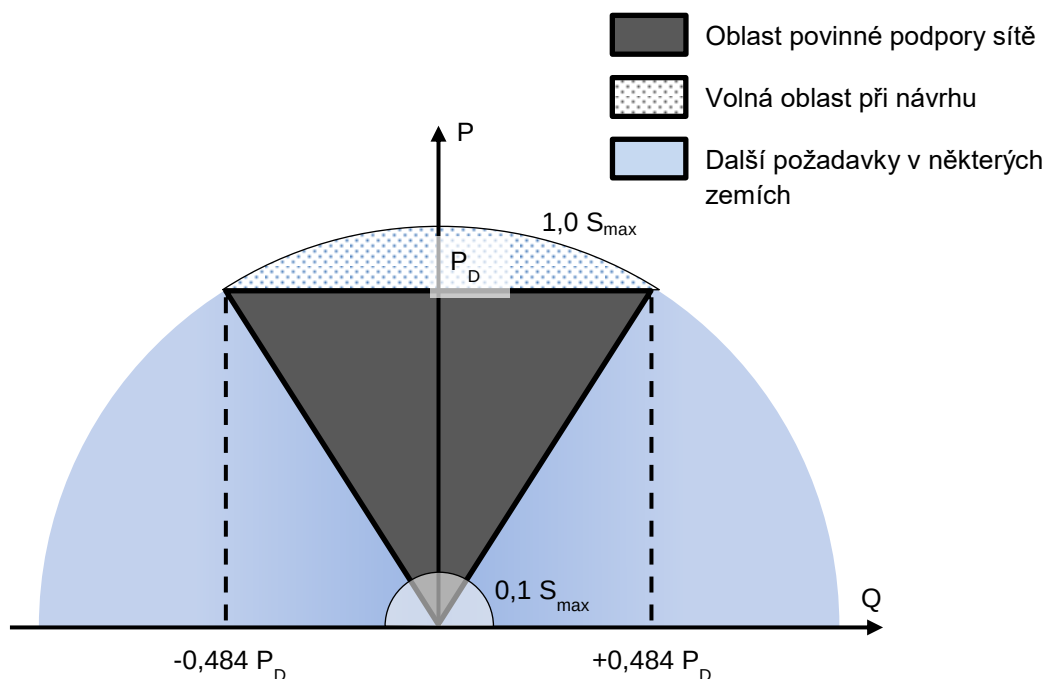
9.2.1 Statické řízení napětí

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

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

Grafické znázornění minimálních i nepovinných požadavků dodávky/odběru jalového výkonu při jmenovitém napětí je VM A1, A2 připojené do sítě nn na Obr. 1, kde P_D je návrhový výkon výrobní [29].

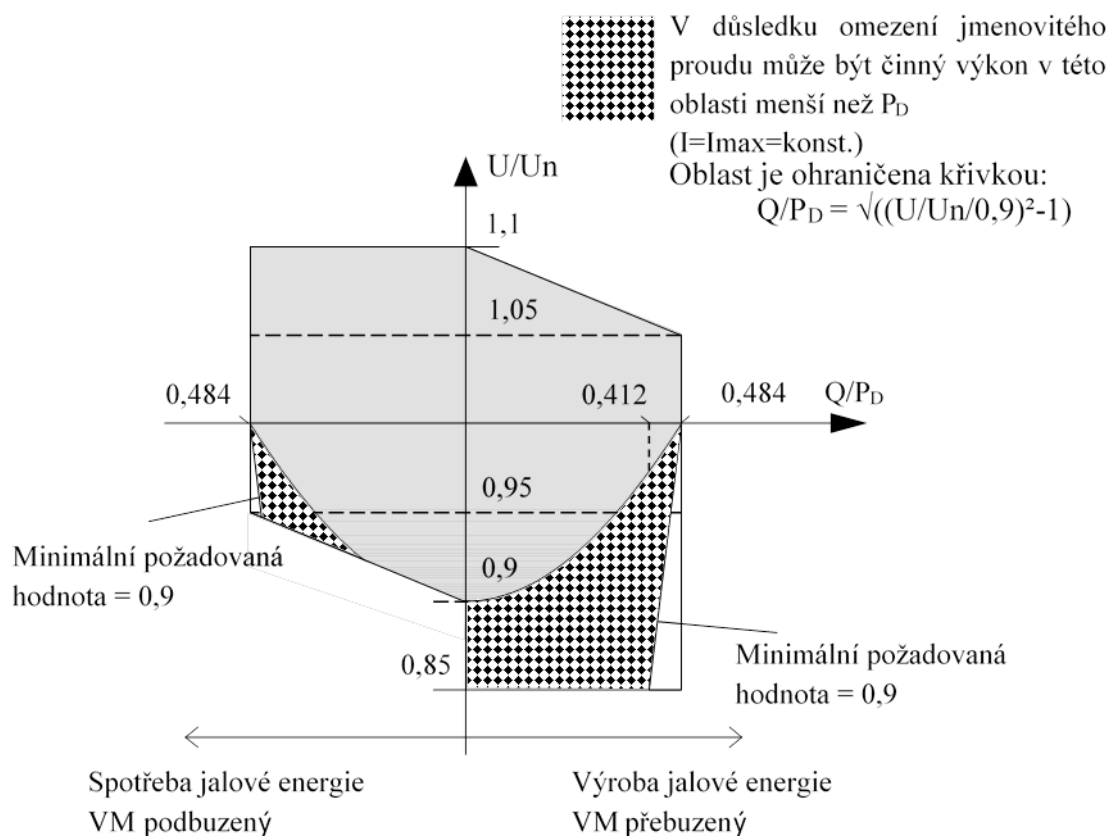


Obr. 1 Požadavky na dodávku/odběr jalového výkonu při U_n

Pro výrobn do 800 W s přímo připojeným mikrogenerátorem (výrobním modulem) bez měniče 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.

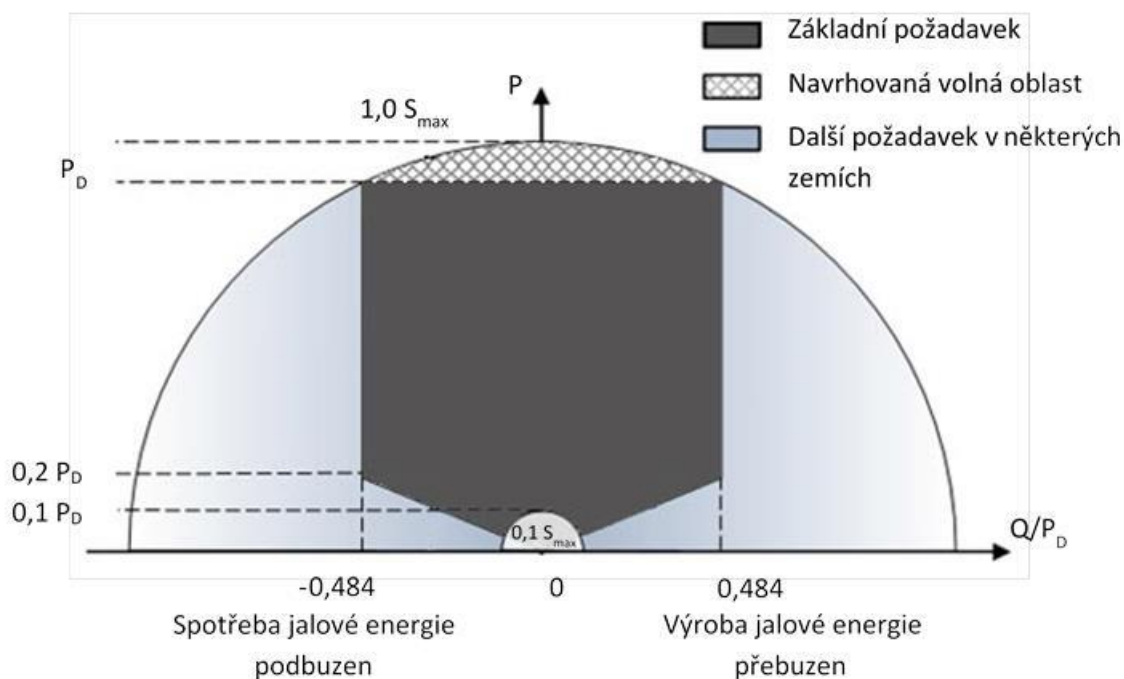
Pro výrobn do 800 W podle normy [20].s přímo připojeným mikrogenerátorem (výrobním modulem) s měničem platí, že mikrogenerátoru musí být schopen pracovat za normálních ustálených provozních podmínek v předepsaném tolerančním pásmu jmenovitého napětí při účinnících $\cos \varphi = 0,90$ odběr jalové energie do 0,90 dodávka jalové energie, když je činný výkon mikrogenerátoru větší nebo roven 20% jmenovitého činného výkonu.

Pro napětí odlišná od jmenovitého, ale uvnitř rozsahu napětí pro trvalý provoz jsou vedeny meze pro minimální požadavky pro VM A1, A2 na následujícím Obr. 2

Obr. 2 Jalový výkon VM A1, A2 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 synchronní VM A2, B1, B2, C a D připojené do sítě vn a 110 kV na Obr. 3, kde P_D je návrhový výkon výrobn [28].

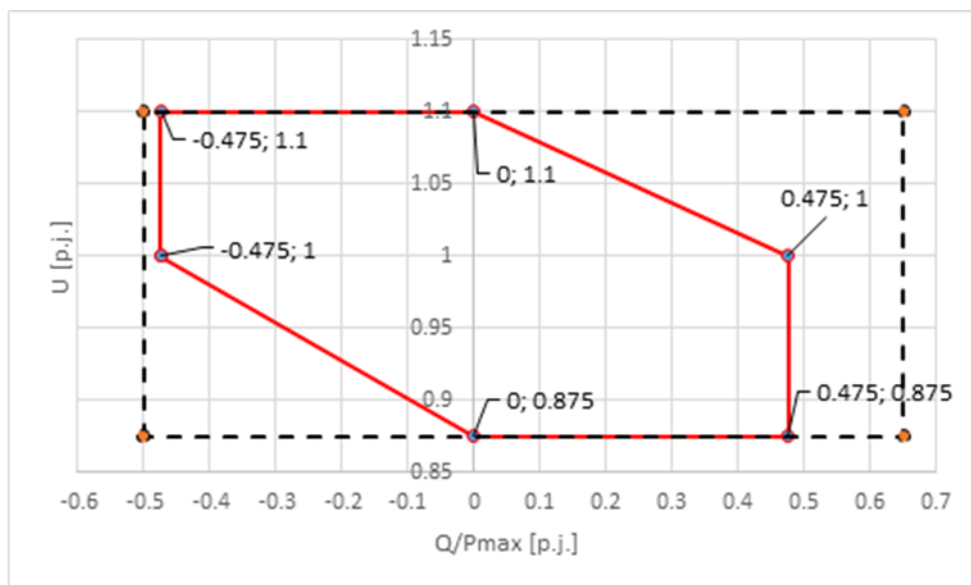


Obr. 3 Jalový výkon VM A2, B1, B2 a C při jmenovitém napětí

Volbu způsobu regulace jalového výkonu včetně rozsahu určuje PDS v technických podmínkách připojení.

Synchronní výrobní modul B2, C a D musí být podle čl. 18.2 RfG [4] 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.

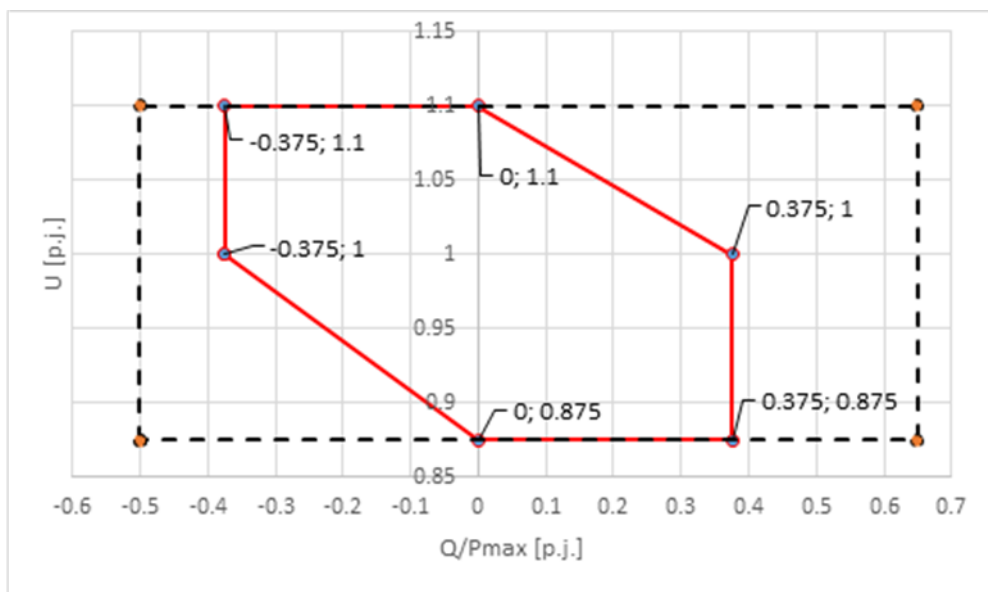


Obr. 4 Dodávka/odběr Q při maximální dodávce P u synchronních VM B1, B2, C a D

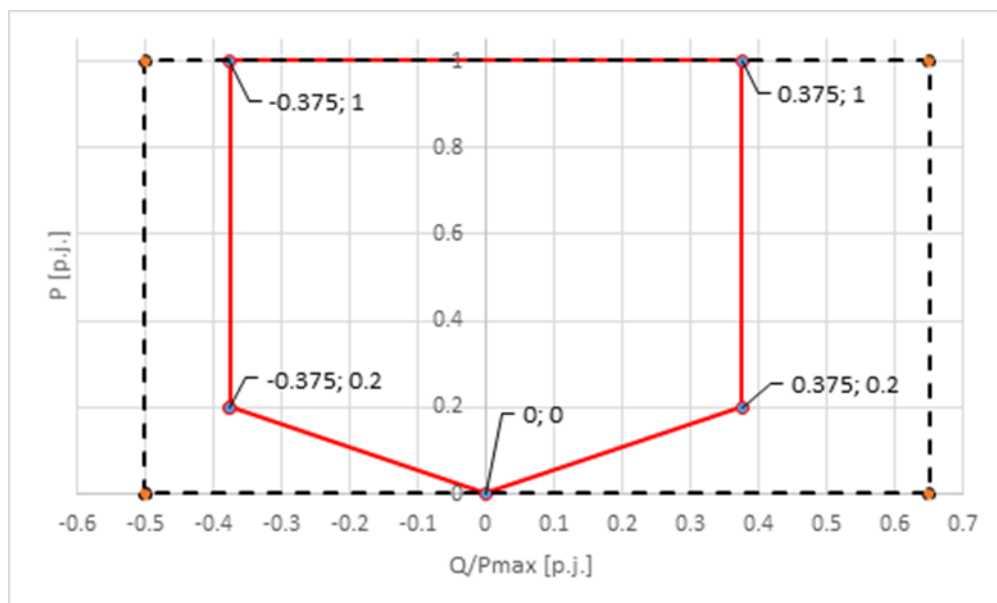
Nesynchronní výrobní modul B2, C a D musí být podle čl. 21.3 a), b) a c) RfG [4] schopen dodávat dodatečný jalový výkon. Tento dodatečný jalový výkon kompenzuje nabíjecí výkon vedení nebo kabelu vysokého napětí mezi vysokonapěťovými svorkami blokového transformátoru nesynchronního výrobního modulu nebo 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.

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



Obr. 6 Dodávka/odběr Q při jmenovitém napětí a 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 [4] 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 sítě 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 třífázových)

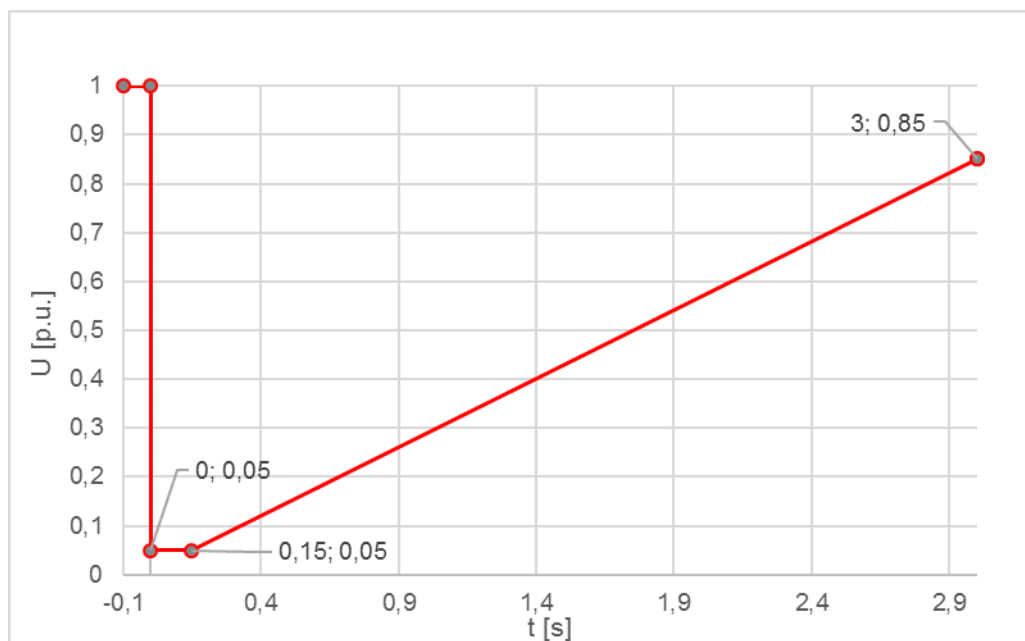
U výroben připojených do sítí nn se hodnotí nejmenší fázové napětí, a pokud není střední vodič, pak nejmenší sdružené napětí. U výroben v sítích vn a 110 kV se hodnotí nejmenší sdružené napětí.

9.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Undervoltage ride through - UVRT)

Nesynchronní výrobní moduly A1, A2, B1, B2 a C se nesmí odpojit od soustavy v případě poklesu napětí definované FRT křivkou na Obr. 7. V případě, že se napětí bude nacházet pod definovanou křivkou, tak se výrobní modul může odpojit.

Tab. 10 Parametry FRT křivky na Obr. 7

t [s]	U [p. j.]
0 - 0.15	0.05
3	0.85

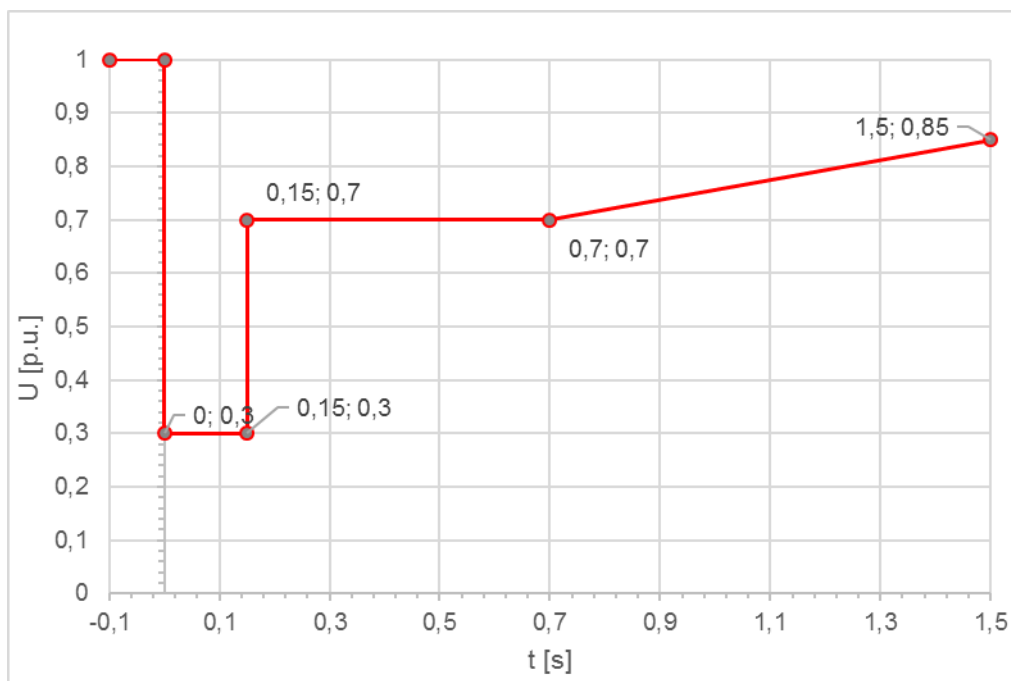


Obr. 7 Časový průběh napětí v místě připojení za podmínek poruchy pro nesynchronní výrobní moduly kategorie A1, A2, B1, B2 a C (FRT křivka)

Synchronní výrobní moduly A1, A2 a B1 (do 1 MW) se nesmí odpojit od soustavy při poklesu napětí definovaném FRT křivkou na Obr. 8. V případě, že se napětí bude nacházet pod definovanou křivkou, tak se může výrobní modul odpojit.

Tab. 11 Parametry FRT křivky na Obr. 8

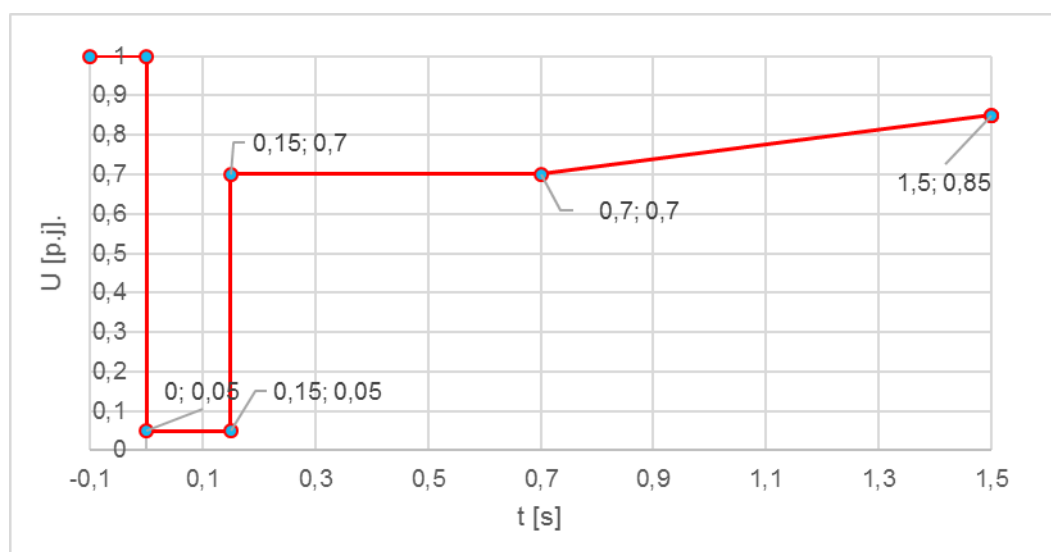
t [s]	U [p.j.]
0 - 0,15	0,3
0,15	0,7
0,15 - 0,7	0,7
1,5	0,85



Obr. 8 Schopnost překlenutí poruchy synchronních VM A1, A2 a B1 (do 1 MW)

Tab. 12 Parametry FRT křivky na Obr. 9

t [s]	U [p.j.]
0 - 0.15	0.05
0.15	0.7
0.15 - 0.7	0.7
1.5	0.85

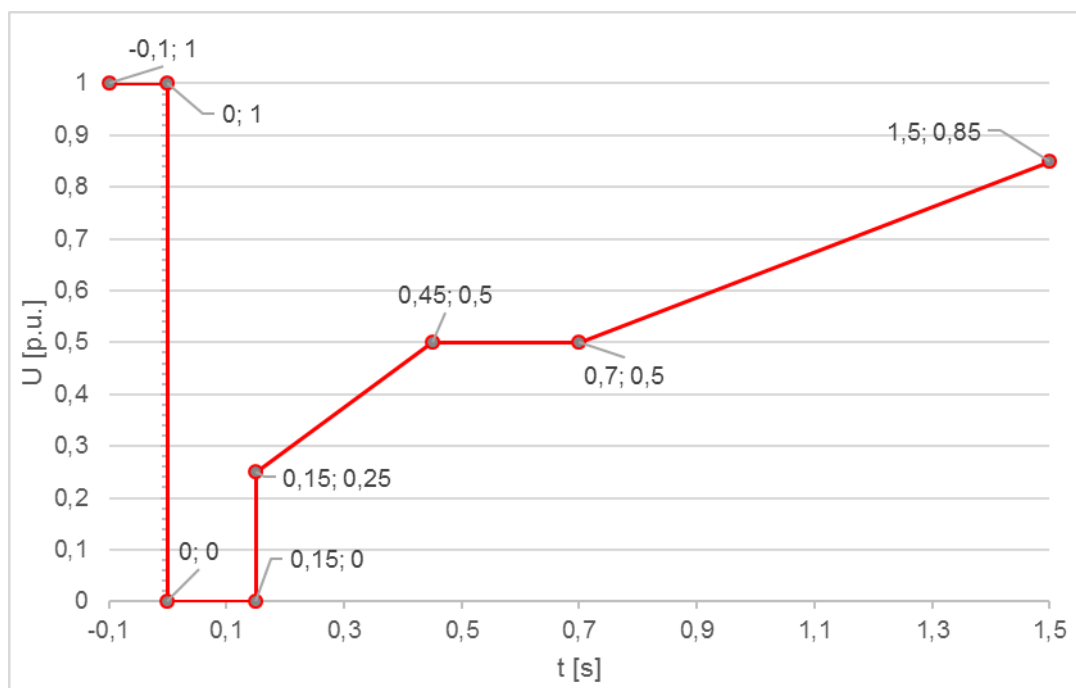


Obr. 9 Schopnost překlenutí poruchy synchronních VM B2 a C (FRT křivka)

Synchronní výrobní moduly D (čl. 16.3 RfG [4]) se nesmí odpojit od soustavy v případě poklesu napětí definovaném FRT křivkou na Obr. 10. V případě, že se napětí bude nacházet pod definovanou křivkou, tak se může výrobní modul odpojit.

Tab. 13 Parametry FRT křivky - synchronní VM D na Obr. 10

t	U
0.15	0
0.15	0.25
0.45	0.5
0.7	0.5
1.5	0.85

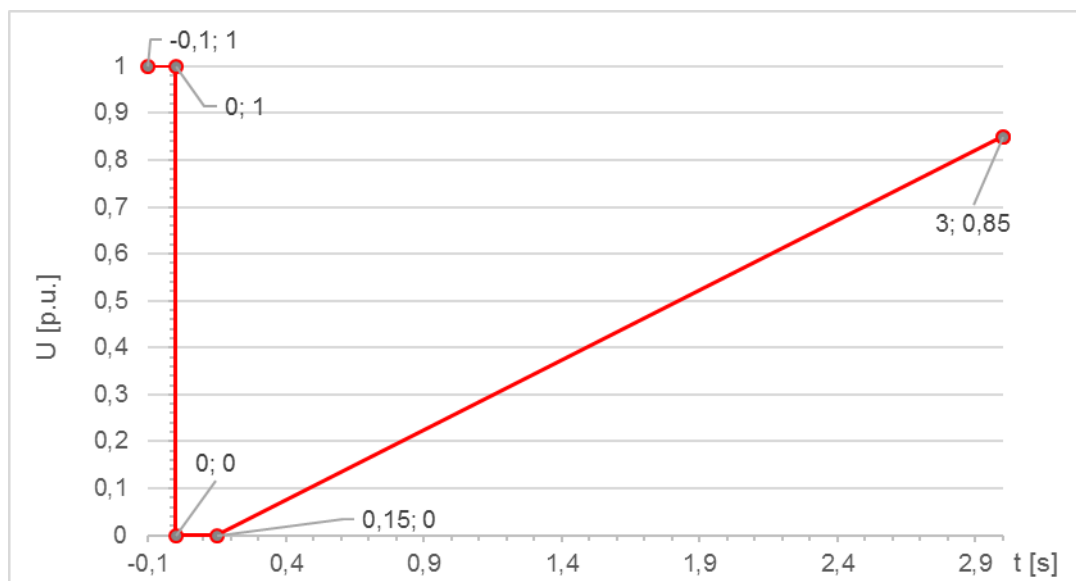


Obr. 10 Schopnost překlenutí poruchy synchronních VM D (FRT křivka)

Nesynchronní výrobní moduly D se (čl. 16.3 RfG [4]) nesmí odpojit od soustavy v případě poklesu napětí definovaném FRT křivkou na Obr. 11. V případě, že se napětí bude nacházet pod definovanou křivkou, tak se může výrobní modul odpojit.

Tab. 14 Parametry FRT křivky na Obr. 11

t	U
0.15	0
3	0.85



Obr. 11 Schopnost překlenutí poruchy nesynchronních VM D (FRT křivka)

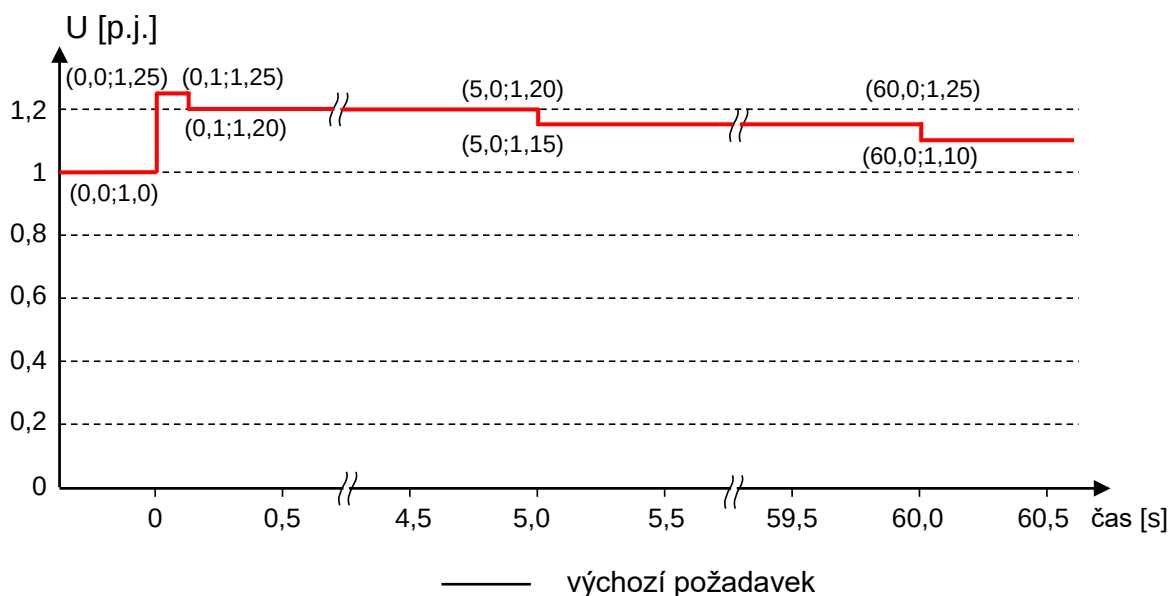
V případě nesymetrických poruch platí stejné časové průběhy napětí (FRT křivky) v místě připojení za podmínek poruchy jako v případě symetrických poruch.

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

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

9.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (OVRT)

Výrobní moduly A1, A2, B1, B2 a C musí být podle [30] 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. Časový průběh je na Obr. 12.



Obr. 12 Schopnost překlenutí krátkodobého nadpětí VM A1, A2, B1, B2 a C

U sítě nízkého napětí musí být vyhodnoceno nejvyšší fázové napětí, nebo tam kde není dostupné fázové nejvyšší sdružené napětí, zatímco u sítě 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. PDS stanoví, které výroby 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 [4] 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;

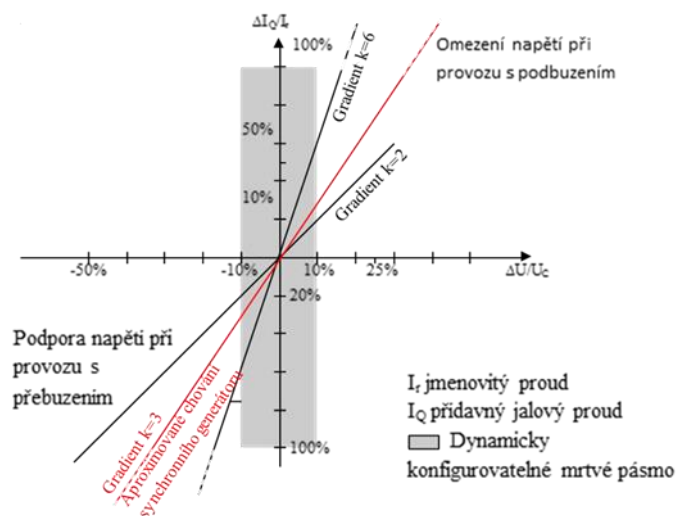
Identifikace poruchy: sdružené napětí $U < 90\% U_n$ nebo $> 110\% U_n$

- 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 u_k transformátoru)

D_u = odchylka napětí od jmenovité hodnoty v procentech



Obr. 13 Princip podpory napětí sítě zkratovým proudem nesynchronními VM

9.2.2.4 Velikost a doba obnovy činného výkonu po krátkodobém poklesu napětí

Synchronní výrobní moduly B1, B2 C a D musí po poruše v soustavě (přechodný jev), která nevedla k odpojení, obnovit činný výkon do 3 sekund od vzniku poruchy na původní hodnotu před poruchou s dovolenou odchylkou $\pm 5\%$.

Nesynchronní výrobní moduly A2, B1, B2, C a D musí po poruše v soustavě (přechodný jev), která nevedla k odpojení VM, obnovit činný výkon na hodnotu před poruchou (nebo na maximální hodnotu s ohledem na dostupný zdroj energie) s dovolenou odchylkou $\pm 5\%$ do 1 sekundy po dosažení 85% napětí v místě připojení. Pokud

výrobní modul dodává během poruchy prioritně jalový výkon, obnova činného výkonu se zahájí po dosažení 95 % napětí v místě připojení. A ukončí se do 1 s.

9.2.2.5 *Priorita příspěvků činného nebo jalového výkonu*

Při poruše musí nesynchronní výrobní moduly B1, B2, C a D dodávat prioritně jalový výkon před činným.

9.2.2.6 *Tlumení výkonových oscilací*

Nesynchronní výrobní moduly musí být schopny tlumit výkonové oscilace. Schopnost tlumit výkonové oscilace (systémové kyvy) se prokazuje obdobně jako u synchronních strojů ověření funkce tlumení měřením nebo simulačním výpočtem). Aktivace schopnosti tlumit výkonové oscilace bude na základě požadavku provozovatele přenosové soustavy.

Nesynchronní výrobní moduly kategorie B2, C a D musí být připraveny na aktivaci schopnosti tlumení výkonových oscilací.

9.2.2.7 *Umělá setrvačnost*

Schopnost poskytování umělé setrvačnosti je vyžadována po nesynchronních výrobních modulech B2, C a D.

Výrobní moduly musí být připraveny na aktivaci umělé setrvačnosti v případě potřeby s ohledem na rozvoj elektrizační soustavy. Aktivace funkce umělé setrvačnosti bude na základě požadavku provozovatele přenosové soustavy. Posouzení dostatečnosti setrvačnosti v soustavě bude v periodě 2 let dle Nařízení komise EU 2017/1485 (SOGL) čl.39 [5].

Pro kategorii výrobních modulů B2 bude schopnost poskytování umělé setrvačnosti požadována výběrově po vzájemném odsouhlasení vlastníka výrobního modulu a provozovatele soustavy.

Nesynchronní výrobní moduly kategorie B2, C a D musí být připraveny na aktivaci schopnosti tlumení výkonových oscilací.

9.2.2.8 *Schopnost startu ze tmy*

Schopnost startu ze tmy podle článku 15.5a) RfG [4] 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 jakékoliv 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.

9.2.2.9 *Schopnost ostrovního provozu*

Pokud jde o schopnost podílet se na ostrovním provozu platí, článek 15.5.b) RfG [4]:

- 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 čl. 13 odst. 1 písm. a) RfG [4],
 - napěťové limity pro ostrovní provoz musí být stejné jako limity zavedené v části 9.1.2 v souladu s čl. 15 odst. 3 RfG [4] nebo případně v souladu s čl. 16 odst. 2 RfG [4];
- II. VM C a D musí být schopny pracovat během ostrovního provozu ve frekvenčně závislém režimu FSM podle čl. 15 odst. 2 písm. d) RfG [4]. 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 výrobní elektrárny 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 ± 200 mHz bez záměrného zpoždění.

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

9.2.2.10 Rychlé opětovné přiřazování

Pokud jde o schopnost rychlého opětovného přiřazování:

- I. v případě odpojení VM od soustavy musí být VM schopen rychlého opětovného přiřazování v souladu se strategií ochrany, která byla dohodnuta mezi příslušným provozovatelem soustavy, v koordinaci s příslušným provozovatelem přenosové soustavy, a výrobní elektrárny;
- II. VM s minimální dobou opětovného přiřazování delší než 15 minut po odpojení od veškerých vnějších dodávek výkonu musí být navržen tak, aby se z každého pracovního bodu ve svém provozním diagramu P-Q mohl vypnout do provozu na vlastní spotřebu. Identifikace provozu na vlastní spotřebu v tomto případě nesmí být založena pouze na stavových signálech spínacích zařízení provozovatele soustavy;
- III. po vypnutí do provozu na vlastní spotřebu musí být VM schopny pokračovat v provozu bez ohledu na jakékoli pomocné připojení k vnější soustavě. Minimální provozní dobu stanovuje příslušný provozovatel soustavy v koordinaci s příslušným provozovatelem přenosové soustavy s ohledem na specifické vlastnosti primárního zdroje energie.

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.

Pro kategorii VM B2 bude podmínkou schopnost pracovat po dobu alespoň 2 hodin na vlastní spotřebě, než dojde k trvalému odstavení VM z provozu. Tato schopnost bude výběrově požadována po vzájemném odsouhlasení vlastníka VM a provozovatele soustavy

9.2.2.11 Kritéria pro detekci ztráty úhlové stability nebo ztráty regulace

Kritérium detekce ztráty úhlové stability u VM C a D je založeno na posouzení počtu prokluzu pólů. Ochrana vypne výrobní modul při druhém prokluzu, pokud výrobce zařízení nestanoví jinak.

9.3 PŘÍZPŮSOBNOST ČINNÉHO VÝKONU

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

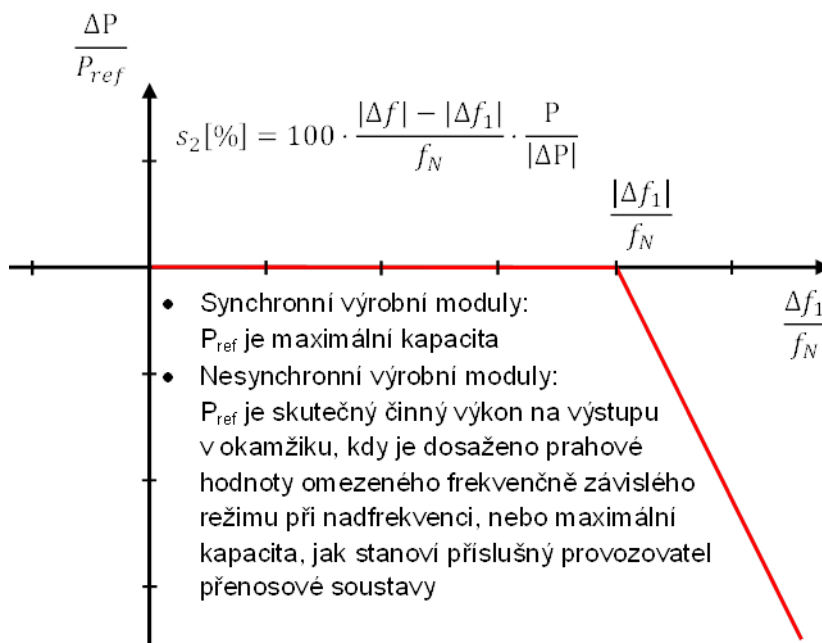
9.3.1 Snižování činného výkonu při nadfrekvenci

Výrobní modul musí být schopen aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu podle Obr. 14 při prahové hodnotě frekvence a při nastavení statiky, jež stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy pro svou regulační oblast v koordinaci s provozovateli přenosových soustav téže synchronně propojené oblasti, aby byl zajištěn minimální dopad na sousední oblasti:

prahová hodnota frekvence musí být mezi 50,05 Hz a 50,5 Hz včetně;

nastavení statiky musí být mezi 4 % a 10 %;

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



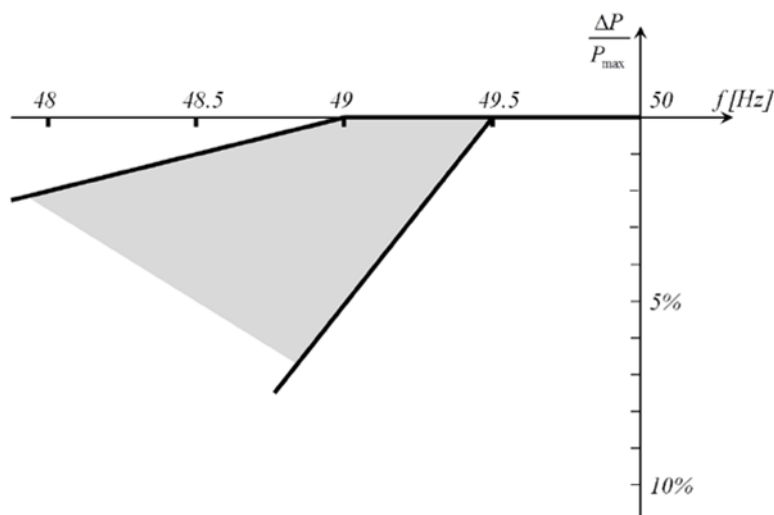
Obr. 14 Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci

P_{ref} je referenční činný výkon, ke kterému je vztažena ΔP ; pro synchronní výrobní moduly a pro nesynchronní výrobní moduly může být stanoven různě. ΔP je změna činného výkonu na výstupu z výrobního modulu. f_n je jmenovitá frekvence (50 Hz) v soustavě a Δf je odchylka frekvence v soustavě. Při nadfrekvencích, kdy Δf je vyšší než Δf_1 , musí být výrobní modul schopen snížit činný výkon na výstupu v souladu se statistikou s_2 .

Při omezení činného výkonu vzrůstem frekvence může být činný výkon opět zvyšován teprve po návratu frekvence na hodnotu $f \leq 50,05$ Hz nebo po povolení technického dispečinku PDS. Rozsah necitlivosti musí být do 10 mHz.

9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci

Příslušný provozovatel PS definuje dovozené snížení činného výkonu z maximální hodnoty se snižující se frekvencí v rozsahu mezi plnými čarami na Obr. 15.



Obr. 15 Maximální snížení činného výkonu s klesajícím kmitočtem

Diagram představuje meze, definované příslušným provozovatelem PS.

V oprávněných případech s ohledem na technické schopnosti výrobních modulů A1, A2, B1, B2, C a D (v souladu s článkem 13 (4) Nařízení komise (EU) [4]) se připouští snížení maximálního výkonu při poklesu frekvence sítě pod hodnotu 49 Hz s maximální mírou snížení $2\% P_{\max}/\text{Hz}$. Tato snížení platí pro jmenovité podmínky okolního prostředí stanovené výrobcem zařízení. Pokud výrobní modul není schopen tyto požadavky plnit, musí to být doloženo provozovateli soustavy technickou studií.

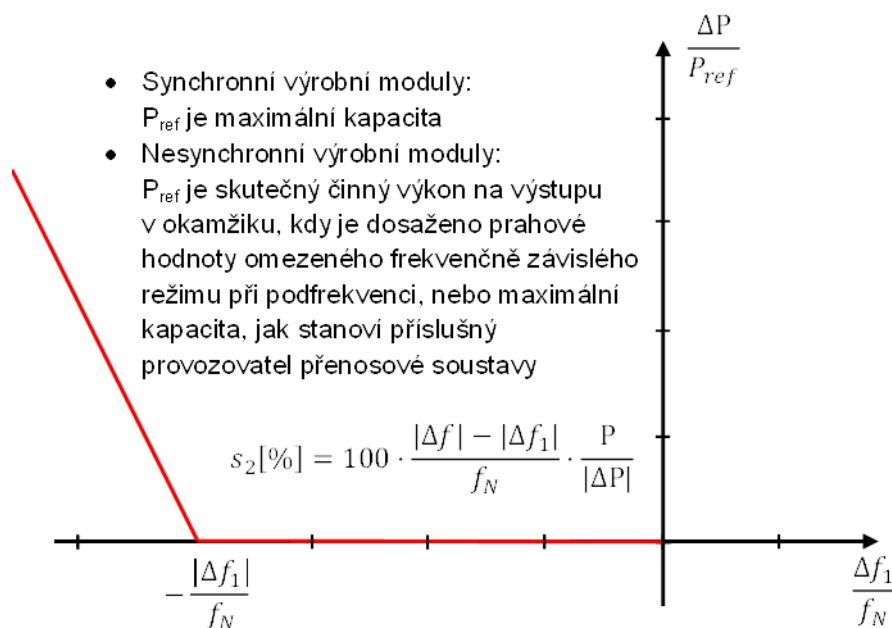
9.3.3 Frekvenční odezva činného výkonu v omezeném frekvenčně závislém režimu

Nově instalované výrobní moduly B2, C a D musí být schopny aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu v omezeném frekvenčně závislém režimu (LFSSM-U) dle Obr. 16. Nastavení prahové hodnoty a statiky musí být (pře)nastavitelné. V případě prahové hodnoty v pásmu 49.5-49.8 Hz a v případě statiky 4-10%.

Defaultní nastavení pro připojení k soustavě:

- prahová hodnota frekvence je 49.8 Hz
- statika je 5%

Výrobní moduly musí být schopny zvyšovat činný výkon na výstupu až do dosažení své maximální kapacity.



Obr. 16 Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při podfrekvenci

9.3.4 Frekvenční odezva činného výkonu

9.3.4.1 Frekvenční odezva činného výkonu VM

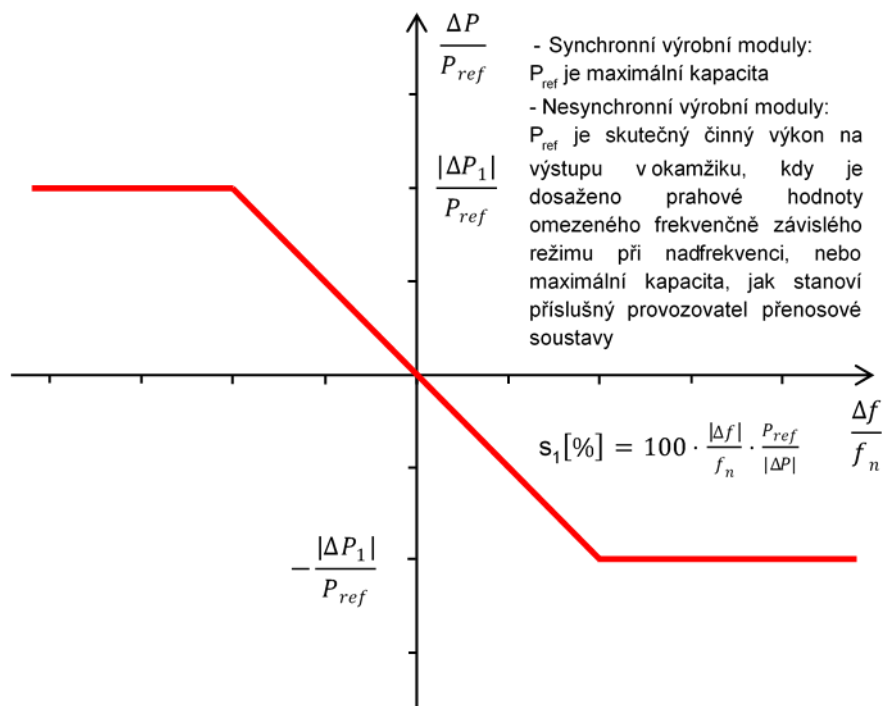
V souladu s článkem 15.2d [4] musí být nově instalovaný výrobní modul C a D schopen poskytovat tzv. frekvenční odezvu činného výkonu FSM) s parametry dle Tab. 15.

Nižší hodnoty ΔP_1 se aplikují pro VM s vyšší maximální kapacitou P_{max} , zatímco největší hodnota 10% pro VM s nízkým P_{max} (např. 30 MW). Hodnota statiky s_1 souvisí s požadavkem, aby se celá hodnota ΔP_1 aktivovala při odchylce frekvence -200 mHz (pro VM s $P_{max} < 300$ MW). Hodnota s_1 pak vychází $s_1 = 40/\Delta P_1$. Pro VM s $P_{max} > 300$ MW je hodnota statiky poloviční.

Výrobní modul musí být schopen poskytovat plnou frekvenční odezvu činného výkonu minimálně po dobu 15 minut pro parní zdroje a 30 minut pro ostatní. Doba plné aktivace frekvenční odezvy nemá přesáhnout 30 s včetně počáteční prodlevy, která nemá být delší než 2s pro synchronní výrobní moduly. Pro nesynchronní výrobní moduly připojené prostřednictvím výkonové elektroniky je doba plné aktivace frekvenční odezvy do 1s.

Tab. 15 Parametry pro frekvenční odezvu činného výkonu ve frekvenčně závislém režimu FSM

Parametr	Hodnota
Statika s_1	0,1-12%
Necitlivost	10 mHz
Pásmo necitlivosti frekvenční odezvy	0-200mHz
Regulační rozsah $\Delta P_1 = \Delta P_1/P_{max}$ pro frekvenčně závislý režim	1.5-10%



Obr. 17 Frekvenční odezva činného výkonu FSM

9.3.4.2 Frekvenční odezva činného výkonu akumulčního zařízení při podfrekvenci

Elektrické akumulční zařízení ve výrobě musí být schopné aktivace odezvy činného výkonu na podfrekvenci.

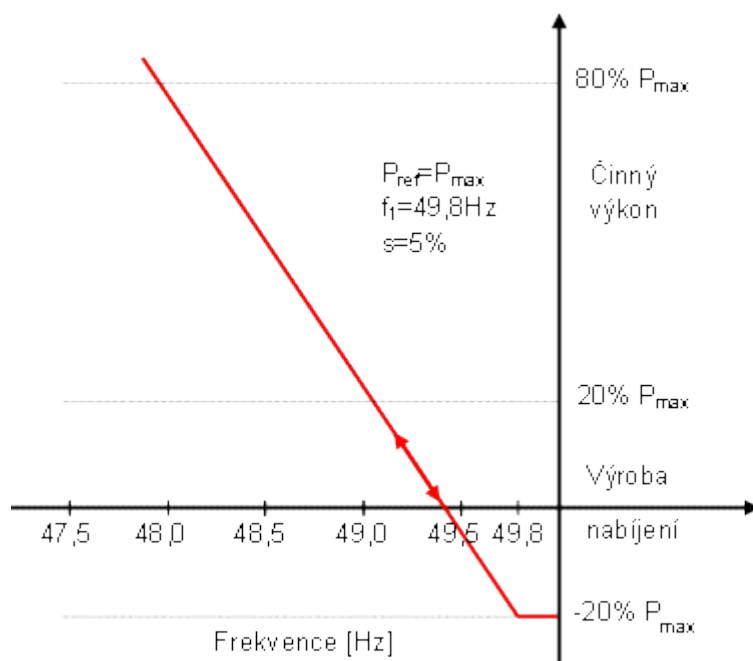
U elektrických akumulčních zařízení musí být frekvenční odezva poskytována v režimu dodávky i v režimu odběru, přičemž zařízení musí být schopné při poskytování frekvenčních odezvy přechodu mezi nimi.

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 0,1 % do 12 %. Referenční výkon P_{ref} je P_{max} . Elektrické akumulční zařízení musí být schopné aktivace frekvenční odezvy činného výkonu na podfrekvenci tak rychle, jak je to technicky možné s vlastním zpožděním maximálně 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 ± 10 % jmenovitého výkonu. Nepřesnost měření frekvence musí být do ± 10 mHz.

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

Při poklesu frekvence na 49,0 Hz musí být elektrická akumulční zařízení automaticky přepnuta do režimu dodávky. Pokud se elektrická akumulční zařízení nejsou schopna při poklesu frekvence na 49,0 Hz přepnout do režimu dodávky, tak se automaticky odpojí.

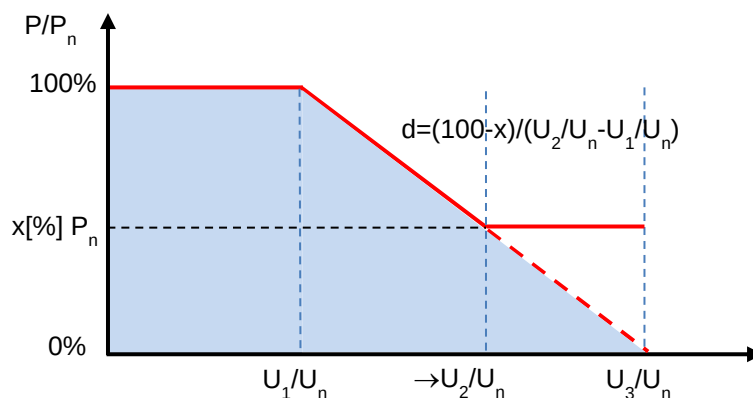


Obr. 18 Ilustrativní znázornění frekvenční odezvy činného výkonu na podfrekvenci u akumulačního zařízení.

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

Všechny výrobní připojené pomocí střídače s výkonem do 16 A na fázi včetně a dále všechny výrobní s výkonem nad 16 A 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. 19 stanoví podle sítových podmínek PDS, ev. studie připojitelnosti.

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



Obr. 19 Charakteristika funkce $P(U)$

9.3.6 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 (čl. 14.2 RfG [4]). PDS 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)
- stavu blackoutu nebo stavu obnovy
- nutné provozní práce, popř. nebezpečí přetížení v síti PDS
- nebezpečí vzniku ostrovního provozu
- ohrožení statické nebo dynamické stability
- vzrůst frekvence ohrožující systém
- údržba nebo provádění stavebních prací na zařízení DS nebo v jeho blízkosti

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

Snížení dodávaného výkonu na hodnotu požadovanou PDS 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 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. 4. Přípustná odchylka skutečného činného výkonu od požadované hodnoty je $\pm 5\%$.

Výrobní moduly musí být podle čl. 15.6e) RfG [4] 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 $f \leq 50,1$ 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 PDS po konzultaci s výrobcem. Možné způsoby řízení jalového výkonu generátorů vyplývají z RfG [4] a z norem [20], [29] a [28]. Požadovaný rozsah účinníku/jalového výkonu výrobních modulů/výroben je uveden v části 9.2.1.

9.4.1 Způsoby řízení jalového výkonu

U výroben do 100 kVA je jalový výkon řízen autonomně, PDS zadá jednu z dále uvedených variant.

Jalový výkon výroby musí být od instalovaného výkonu 100 kVA říditelný. Řízení jalového výkonu v rozsahu účinníku nebo jalového výkonu u výroby v minimálních mezích podle části 9.2.1.1 a 9.2.1.2 je součástí udržování kvality elektřiny a musí být využitelné kdykoliv. Řízení jalového výkonu mimo uvedený rozsah může být s výrobcem dohodnuto smluvně v rámci poskytování podpůrné služby PDS.

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

Žádaná hodnota je buď:

- | | |
|--|-------|
| a) Pevná hodnota jalového výkonu | Q fix |
| b) Hodnota jalového výkonu závislá na napětí | Q (U) |

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

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

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

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

Stejně jako zvolený způsob řízení, tak i žádané hodnoty zadává PDS podle potřeb provozu sítě individuálně pro každou výrobní elektřinu. Při zadávání vychází PDS 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 nepřipustného zpětného ovlivnění HDO. S PDS je proto zapotřebí odsouhlasit výkon, zapojení a způsob regulace kompenzačního zařízení, případně i hrazení harmonických nebo frekvence HDO vhodnými indukčnostmi.

Pro jednoznačné přiřazení pásu účinníku slouží následující Tab. 16. Pro předcházení rozporům při hodnocení účinníku se přitom doporučuje používat jednotně spotřebičovou orientaci.

Způsob kompenzace, včetně respektování vlivu rozvodů výroby je nutno odsouhlasit s PDS.

Tab. 16

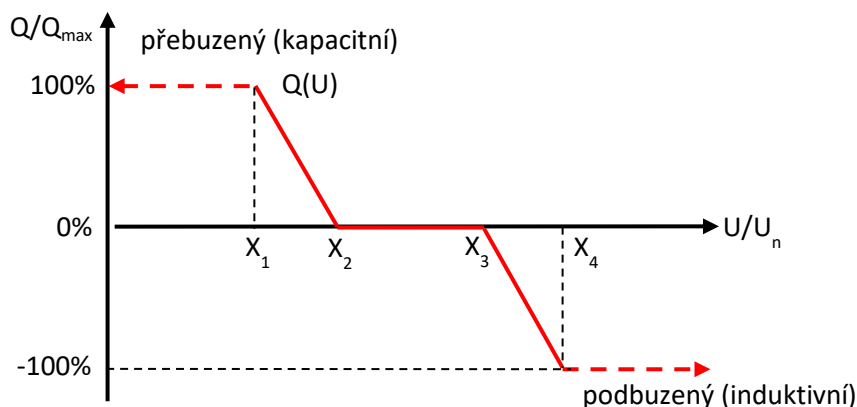
Příklad	Zdrojová orientace	Spotřebičová orientace
Synchronní generátor (přebuzený)	$P > 0$ a $Q > 0$ $0^\circ < \varphi < 90^\circ$	$P < 0$ a $Q < 0$ $180^\circ < \varphi < 270^\circ$
Asynchronní generátor	$P > 0$ a $Q < 0$ $270^\circ < \varphi < 360^\circ$	$P < 0$ a $Q > 0$ $90^\circ < \varphi < 180^\circ$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

	$180^\circ < \varphi < 270^\circ$	$0^\circ < \varphi < 90^\circ$
--	-----------------------------------	--------------------------------

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

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

Charakteristická křivka $Q(U)$ podle Obr. 20 musí být nastavitelná, nastavení určí PDS podle místních síťových podmínek, ev. studie připojitelnosti.



Obr. 20 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 X_1 : Hodnota poměru U/U_n menší než 1, které odpovídá maximální dodávaný jalový výkon výroby, pro zvýšení hodnoty napětí v místě připojení

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

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

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

Příklad nastavení:

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

Při nastavení parametrů regulační charakteristiky pro konkrétní případ je zapotřebí brát ohled na velikost a kolísání napětí na přípojnici, velikost odboček nadřazeného napájecího transformátoru a vhodné nastavení strmosti regulace s ohledem na stabilitu 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 VÝROBEN

Podmínky pro automatické připojení k soustavě - článek 13.7 RfG [4].

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

Výrobní s výrobními moduly A1, A2, B1, B2 a C a podle [20] i zdroje do 800 W odpojené od sítě z důvodu odchylky napětí či frekvence mohou být opětovně automaticky připojeny k DS 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 elektrárna s moduly A1, A2, B1, B2 a C schopna postupného najetí na výkon (dle bodu 2), připojí se výrobní elektrárna zpět k DS po době, kterou stanoví PDS v intervalu 0-20 min; při probíhající kontrole mezi 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 PDS.

Synchronizační zařízení výrobního modulu D má podle čl. 16.4 d) RfG [4] tyto možnosti nastavení (pokud není v podmínkách připojení sjednáno jinak):

- I. odchylka napětí: ΔU 30% pro napětí v dovozených mezích
- II. odchylka frekvence: ± 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 PDS je zapotřebí zajistit technickými opatřeními, aby připojení vlastní výroby k síti PDS 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 výrobní modul, popř. více paralelních výrobních modulů 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 vlastní výroby se doporučuje časové zpoždění mezi obnovením napětí v síti a připojením výroby v rozsahu minut.

Časové odstupňování při připojování výrobních modulů a blokových transformátorů výroby je zapotřebí odsouhlasit s PDS.

10.1 ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ

Za normálních provozních podmínek (v základním zapojení sítě) nesmí zvýšení napětí vyvolané provozem připojených výroben v nejnepríznivějším 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 nejnepríznivějším 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:

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

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

$$\Delta u_{vn} \leq 5\% \quad (4)$$

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

$$k_{k1} \leq \frac{S_{kv}}{\sum S_{Amax}} \quad (5)$$

kde S_{kv} je zkratový výkon v přípojném bodu

$\sum S_{Amax}$ 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} :

$$S_{Emax} = S_{Emax10min} = S_{nG} * P_{10min} = \frac{P_{nG}}{\lambda} * P_{10min} \quad (6)$$

přičemž hodnotu P_{10min} (maximální střední výkon v intervalu 10 minut) je zapotřebí převzít z certifikátu či zkušebního protokolu. U zařízení se speciálním omezením výkonu je zapotřebí dosadit tyto omezené hodnoty.

V případě jediného předávacího místa v síti bude podmínka pro zvýšení napětí dodržena vždy, když zkratový poměr výkonů k_{k1} je pro výrobní s předávacím místem v síti vn

$$\Delta k_{k1vn} \geq 50 \quad (7)$$

podobně pro výrobní s předávacím místem v síti nn

$$\Delta k_{k1nn} \geq 33 \quad (8)$$

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 Ψ_{kv} , který poskytne mnohem přesnější výsledek.

Podmínka pro maximální výkon pak je pro výrobní s předávacím místem v síti vn

$$S_{Amax} \leq \frac{2\% * S_{kv}}{|\cos(\Psi_{kv} - \varphi)|} = \frac{S_{kv}}{50 * |\cos(\Psi_{kv} - \varphi)|} \quad (9)$$

pro výrobní s předávacím místem v síti nn

$$S_{Amax nn} \leq \frac{3\% * S_{kv}}{|\cos(\Psi_{kv} - \varphi)|} = \frac{S_{kv}}{33 * |\cos(\Psi_{kv} - \varphi)|} \quad (10)$$

kde φ je fázový úhel mezi proudem a napětím výrobní při maximálním zdánlivém výkonu S_{Amax} .

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

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

$$0^\circ \leq \varphi_E \leq 90^\circ$$

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

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

$$270^\circ \leq \varphi_E \leq 360^\circ \text{ } (-90^\circ \leq \varphi_E \leq 0^\circ)$$

Pokud pro cosinový člen, tj. $\cos(\Psi_{kv} - \varphi)$ v rovnicích (9) a (10) 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:

$$\Delta u_{AV} \leq \frac{S_{Amax} * \cos(\Psi_{kv} - \varphi)}{S_{kv}} \quad (11)$$

V propojených sítích, v 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 Δu , v nejnepríznivějším přípojném bodě.

Při posuzování připojitelnosti výroben je nutné vycházet z podmínky dodržení účinníku v předávacím místě $\cos \varphi = 1$, pokud PDS vzhledem k místním podmínkám (bilance 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. $P=f(U)$, popsanych 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 DS právo požadovat po výrobci provést taková technická opatření, aby výroba splňovala veškeré požadavky na ni kladenou v souladu s podmínkami připojení a PPDS. Krajním 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 $d_{u2} \leq 0,7 \%$ 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]

$$\Delta u_{AN} \approx 6 * \frac{S_{rAmax}}{S_{kv}} * \cos(\psi_{kv} - \varphi_E) \quad (12)$$

ze kterého vyplývá, že zvýšení napětí při jednofázové dodávce je až šestnásobné 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 nepřípustné zpětné vlivy, tj. pokud největší změna napětí pro výroby s předávacím místem v síti nn nepřekročí 3 %.

$$\Delta u_{maxnn} \leq 3\% \quad (13)$$

Pro výroby s předávacím místem v síti vn platí

$$\Delta u_{maxvn} \leq 2\% \quad (14)$$

Toto platí, pokud spínání není častější než jednou za 1,5 minuty.

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

Při spínání výroben v sítích vn a nn současně nesmí být překročeny limity napětí $\pm 10\% U_n$ v předávacím místě výroby [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)

$$\Delta u_{max} \leq 0,5\% \quad (15)$$

Spínání celého zařízení (např. větrného parku)

$$\Delta u_{max} \leq 2\% \quad (16)$$

V závislosti na zkratovém výkonu S_{kV} v síti PDS a jmenovitém zdánlivém výkonu S_{nE} jednotlivé výrobní lze odhadnout změnu napětí

$$\Delta u_{max} = k_{i\ max} * \frac{S_{nE}}{S_{kV}} \quad (17)$$

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

$$k_{i\ max} = \frac{I_a}{I_{nG}} \quad (18)$$

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

Pro činitel zapínacího rázu platí následující směrné hodnoty:

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

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

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

Jeho pomocí lze vypočítat fiktivní “náhradní změnu napětí”,

$$\Delta u_{ers} \leq k_{i\Psi} * \frac{S_{nE}}{S_{kV}} \quad (19)$$

která rovněž (jako Δu_{max}) nesmí překročit hodnoty podle vztahů (13) až (17).

S ohledem na minimalizaci zpětného vlivu na síť PDS je zapotřebí zamezit současněmu 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 nepřípustných zpětných vlivů na síť stanovit pro spínání užší meze.

10.5 PŘIPOJOVÁNÍ ASYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ

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

10.6 PŘIPOJOVÁNÍ VÝROBEN SE STŘÍDAČI, EV. MĚNIČI KMITOČTU

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

11 ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ

Aby nebyla rušena zařízení dalších odběratelů a provozovaná zařízení PDS, 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 výrobní připojeny, pokud poměr zkratového výkonu sítě S_{KV} ke jmenovitému výkonu celého zařízení S_{rA} je větší než 500.

V případě, že je v odběrném místě s výrobní elektřinou instalováno i zařízení pro spínání spotřeby (např. zařízení typu wattrouter), nesmí být pro zamezení nárůstu hodnoty flikru perioda spínání menší než 10 sekund.

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 $\Delta U \leq 3 \% U_n$ (pro společný napájecí bod v síti nn)

$\Delta U \leq 2 \% U_n$ (pro společný napájecí bod v síti vn 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 v jednom předávacím místě je zapotřebí se zřetelem na kolísání napětí vyvolávající flikr dodržet ve společném napájecím bodě nn a vn mezní hodnotu

$$P_{lt} \leq 0,46 \quad (20)$$

ve společném napájecím bodě 110 kV mezní hodnotu

$$P_{lt} \leq 0,37 \quad (21)$$

Dlouhodobá míra flikru P_{lt} jedné výrobní může být určena pomocí činitele flikru c jako

$$P_{lt} = c * \frac{S_{nE}}{S_{KV}} \quad (22)$$

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

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

$$P_{lt} = c * \frac{S_{nE}}{S_{KV}} |\cos(\Psi_{KV} + \varphi_i)| \quad (23)$$

Pozn.: Je-li ve zkušebním protokolu zařízení vypočítána hodnota činitele flikru c pro úhel impedance sítě Ψ a tím je udána jen hodnota c_Ψ , 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 výrobní s více jednotlivými zařízeními je zapotřebí vypočítat P_{lt} pro každé zvlášť a výslednou hodnotu pro flikr ve společném napájecím bodě určit podle následujícího vztahu

$$P_{lt} = c * \frac{S_{nE}}{S_{KV}} \quad (24)$$

U zařízení s n stejnými moduly je výsledný činitel pro flickr

$$P_{lt\ res} = \sqrt{n} * P_{lt} = \sqrt{n} * c * \frac{S_{nE}}{S_{kV}} \quad (25)$$

11.2 PROUDY HARMONICKÝCH

Harmonické vznikají především u zařízení se střídači nebo měniči frekvence. Harmonické proudy emitované těmito zařízeními musí být uvedeny v certifikátu výrobního modulu, popř. ve zprávě o typové zkoušce.

11.2.1 Výrobní v síti nn

Pokud výrobny splňují požadavky na velikosti emise harmonických proudů (I_v) podle [23] třída A (Tab. 1), resp. [24] (Tab. 2 a Tab. 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:

Přípustný proud I_{vnn} , vztažný proud i_v

$$I_{vnn} = i_v \frac{S_{kV}}{\sin \psi_{kV}} \quad (26)$$

vztažný proud i_v je uveden v Tab. 17.

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

Tab. 17 Přípustný vztažný proud harmonických zdrojů v síti nn

Řád harmonických μ, v	Přípustný vztažný proud $i_{v,\mu}$ [A/MVA]
3	3
5	1,5
7	1
9	0,7
11	0,5
13	0,4
17	0,3
19	0,25
23	0,2
25	0,15
$25 < v < 40$	$0,15 * 25/v$
$\mu < 40^a$	$0,15 * 25/v$
sudé	$1,5/v$
$\mu < 40$	$1,5/v$
$42 < \mu, v < 178^b$	$4,5/v$
a - liché.	
b - Celočíselné a neceločíselné v pásnu šířky 200 Hz od střední frekvence v	

Měření podle ČSN EN 61000-4-7

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

11.2.2 Výrobný v síti vn

Pro pouze jediné předávací místo v síti vn lze určit celkové v tomto bodě přípustné harmonické proudy ze vztažných proudů $i_{vpř}$ z Tab. 18, násobených zkratovým výkonem ve společném napájecím bodu

$$I_{vpř} = i_{vpř} * S_{kV} \quad (27)$$

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

$$I_{vpř} = i_{vpř} * S_{kV} \quad (28)$$

U zařízení sestávajících z modulů stejné kategorie lze za S_A dosadit $\sum S_{nE}$. 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. 18.

Pro harmonické s řády násobků tří platí hodnoty v Tab. 18 pro nejbližší řád, a to pouze, pokud se nulová složka proudů z výroby neuzavírá do sítě.

Tab. 18 Přípustný vztažný proud harmonických zdrojů v síti vn

Řád harmonické μ, v	Přípustný vztažný proud harmonických $i_{\mu, př}$ [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/ μ	0,03/ μ	0,017/ μ
$\mu > 40$	0,16/ μ	0,09/ μ	0,046/ μ

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

- usměrňovače řízené sítí (6- nebo 12 pulzní)

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

$$I_v = \sum_{i=1}^n I_{vi} \quad (29)$$

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

$$I_v = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{vi}^2} \quad (30)$$

- pulsně modulované střídače

Pro řád μ , 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

$$I_\mu = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{\mu i}^2} \quad (31)$$

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

Jsou-li překročeny přípustné hodnoty harmonických proudů (nebo přípustné proudy mezipřímých), pak jsou zapotřebí podrobnější posouzení. Přitom je třeba mít na paměti, že hodnoty přípustných harmonických proudů jsou voleny tak, aby platily i při vyšších frekvencích pro induktivní impedanci sítě, tj. např. pro čisté venkovní síť. V sítích s významným podílem kabelů je ale síťová 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

$$I_{v p\check{r}} = i_{v p\check{r}} * S_{kv} * \frac{S_{AV}}{S_s} \quad (32)$$

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. 18, 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.

11.2.3 Výrobní v síti 110 kV

Pro tyto síť 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. 19 Přípustný vztažný proud harmonických zdrojů v síti 110 kV

Řád v, μ	Přípustný vztažný proud harmonických $i_{v, \mu \text{ zul}} \text{ A/GVA}$
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 / μ
$\mu > 40^{10}$	16 / μ

Pozn.: 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:

$$I_{v \text{ zul}} = i_{v, \mu \text{ zul}} * S_{kV} * \frac{S_A}{S_0} \quad (33)$$

pro harmonické řádů vyšších než 13 a pro meziharmonické:

$$I_{v, \mu \text{ zul}} = i_{v, \mu \text{ zul}} * S_{kV} * \sqrt{\frac{S_A}{S_0}} \quad (34)$$

kde

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

$i_{v, \mu \text{ zul}}$ přípustný vztažný proud harmonické podle Tab. 19

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.

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 zákazníkovo vedení k transformovně se za S_0 dosazuje maximálně k transformovně připojitelný vyráběný výkon.

Dodržení přípustných proudů zpětných vlivů podle rovnic (33) a (34) 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.

¹⁰ Celočíslné nebo neceločíselné v pásmu 200 Hz

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 PDS. Vysílací úroveň je obvykle 1,6 % až 2,5 % U_n .

Ovlivnění zařízení HDO způsobují převážně výrobní a zařízení pro kompenzaci účinku (KZ).

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

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

V těchto případech se posuzuje vliv výrobní na zatížení příslušného vysílače HDO. Vychází se z informace o jeho zatížení, kterou poskytne PDS. Pokud je toto blízké maximu [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.

Výrobní (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	vn	110 kV
150% U_f	190% U_f	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 PDS výsledky týdenního měření úrovně signálu HDO v přípojném bodě (viz část 6 přílohy 3 PPDS)
- Úrovně rušivých napětí emitovaných do sítě na frekvenci HDO, nebo v její blízkosti

Posouzení vlivu zajišťuje PDS 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 hradícími členy. Jejich technické parametry musí být odsouhlaseny PDS.

Podrobnosti jsou v [14].

Při posuzování poklesů hladiny signálu HDO způsobeného výrobami 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 nepřipustně 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 PDS 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. hradící členy) připojit k síti výroby elektřiny, nepřesáhne-li jejich výkon ve společném napájecím bodu a jejich výkon v celé síťové oblasti hodnoty uvedené Tab. 20.

Tab. 20 Mezní výkony výroben pro potřebu 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. 20 jsou u výroben elektřiny s rotačními stroji potřebná opatření, která je nutné dohodnout s PDS.

12 UVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU A PROVOZOVÁNÍ

Výrobce musí zajistit, aby každý VM byl při uvedení do provozu a po celou dobu životnosti výrobní v souladu s požadavky nařízení RfG [4] a požadavky PPDS, zejména této přílohy. Proces uvedení VM do provozu je ukončen vydáním dokumentu Konečné provozní oznámení, který opravňuje výrobce trvale provozovat VM paralelně s DS.

Před získáním Konečného provozního oznámení pro VM musí výrobce prokázat příslušnému PDS, že VM splnil požadavky stanovené PDS. Za tímto účelem musí úspěšně dokončit následující procesy, které je nutno provést u každého VM:

1. Podání žádosti o umožnění provozu pro ověření technologie a souladu (UPOS), jehož účelem je ověření souladu VM s nařízením RfG a PPDS.

Na základě své žádosti a doložení potřebných podkladů získá výrobce Souhlas s dočasným provozem VM typu B1, B2 a C pro ověření technologie a popřípadě Dočasné provozní oznámení pro VM typu D, které opravňuje výrobce provozovat VM v rámci proces UPOS.

U VM typu A1 a A2 (včetně mikrozdrojů) je podle článku 30 odst. 1 nařízení RfG proces UPOS nahrazen předložením instalačního dokumentu a výrobce žádost o UPOS nepodává, ani není vydáváno Dočasné provozní oznámení. V případě VM typu A1 a A2 výrobce podává pouze žádost o umožnění trvalého provozu výrobní v paralelním provozu s DS, na jejímž základě je vydáno Konečné provozní oznámení.

2. UPOS

Na základě souhlasu s dočasným provozem VM B a C a nebo dočasného provozního oznámení pro VM D je výrobce oprávněn provozovat VM na dobu určitou paralelně s distribuční soustavou, a to především pro provedení zkoušek a simulací pro prokázání souladu VM s PPDS a nařízením RfG.

3. Umožnění trvalého provozu výrobní v paralelním provozu s DS (dále jen „UTP“), po získání Konečného provozního oznámení.

V případě VM připojeného prostřednictvím OM nebo výrobní elektřiny jiného účastníka trhu podává žádost o UPOS a UTP vlastník odběrného místa nebo výrobní elektřiny, do něhož (do níž) je VM připojen.

Aby výrobce mohl efektivně a transparentně splnit podmínky pro vydání konečného provozního oznámení, zveřejní PDS na svých webových stránkách následující materiály:

- a) Instalační dokument výrobního modulu A1
- b) Instalační dokument výrobního modulu A2
- c) Dokument výrobního modulu B1
- d) Dokument výrobního modulu B2
- e) Dokument výrobního modulu C
- f) Dokument o souladu výrobního modulu D s RfG (možno použít formulář odpovídající dokumentu výrobního modulu C)

Dále PDS na svých webových stránkách zveřejňuje jako podpůrné materiály Metodiky ověření souladu s některými požadavky RfG.

12.1 ŽÁDOST O UPOS

Podání žádosti o UPOS

Proces UPOS s PPDS zahajuje žadatel (výrobce, popř. v případě připojení prostřednictvím OM nebo výrobní vlastník tohoto zařízení, s nímž má PDS uzavřenu SoP) podáním žádosti o UPOS. Žádost se podává po splnění příslušných podmínek stanovených v SoP, když je VM schopen bezpečného a spolehlivého provozu

prostřednictvím připojení k DS, pro časově omezené období, pouze za účelem vykonání zkoušek pro zajištění souladu s příslušnými specifikacemi a požadavky PPDS.

Seznam minimálních informací a dokumentů, které musí žadatel doložit k žádosti o umožnění UPOS:

- a) PDS odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu provedení výroby,
- b) Jednopolové schéma zapojení výroby, OM a VM, pokud již nejsou součástí projektové dokumentace,
- c) Potvrzení odborné firmy realizující výstavbu výroby, že vlastní výroba elektřiny je provedena v souladu s podmínkami stanovenými uzavřenou SoP, v souladu s podmínkami definovanými v příslušném povolovacím správním aktu (stavební povolení apod.) a podle předpisů, norem a zásad uvedených v kap. 3 Hlavní části těchto PPDS a v této příloze,
- d) Zpráva o výchozí revizi el. zařízení – elektrického zařízení sloužícího k připojení k DS ve vlastnictví výrobce, která jednoznačně prokazuje, že zařízení je schopné bezpečného provozu; revizní zpráva není nutné předkládat, nedochází-li ke změně této přípojky,
- e) Zpráva o výchozí revizi elektrického zařízení výroby, případně další doklad podle jiného právního předpisu [27] pro zařízení třídy I. elektrického zařízení výroby elektřiny a případně dalšího elektrického zařízení nově uváděného do provozu, které souvisí s uváděnou výrobnou do provozu, přičemž revizní zpráva jednoznačně prokazuje, že zařízení je v souladu s odsouhlasenou projektovou dokumentací aktualizovanou podle skutečného stavu provedení výroby a je schopné bezpečného provozu,
- f) Protokol o nastavení ochran,
- g) Protokoly o úředním ověření MTP / MTN,
- h) Místní provozní předpisy (MPP),
- i) harmonogram a rozsah zkoušek a simulací,
- j) seznam certifikátů, které vydal certifikátor a které výrobce hodlá využít v rámci procesu prokázání shody,

Provozovatel DS je oprávněn požadovat doplnění výše uvedených dokladů a informací tak aby série zkoušek a simulací byla efektivní a postačující k prokázání souladu. Výrobce je zodpovědný za úplnost, správnost a platnost předložených dokumentů.

Posouzení žádosti o UPOS a její vyřízení

PDS do 30 dnů od podání úplné žádosti rozhodne o UPOS. V případě splnění stanovených podmínek pro UPOS vydá PDS Souhlas s dočasným provozem VM typu B1, B2 a C pro ověření technologie a popřípadě Dočasné provozní oznámení pro výrobní modul typu D. V případě nekompletní žádosti o UPOS nebo při zjištění nesouladu předložených dokumentů s nařízením RfG, s PPDS nebo podmínkami SoP, PDS žádost o UPOS zamítne s uvedením důvodů. Výrobce si může podat novou žádost o UPOS.

PDS nebo jím pověřený zástupce je v rámci tohoto procesu oprávněn provést tyto úkony a činnosti:

- provést prohlídku a porovnání vybudovaného zařízení s projektovaným, a to v rozsahu potřebném pro posouzení, že VM lze provozovat paralelně s DS,
- zkontrolovat přístupnost a funkce spínacího místa v předávacím místě k DS a
- zkontrolovat provedení měřicího zařízení podle smluvních a technických požadavků, pokud je již instalováno, případně zkontrolovat provedení přípravy pro instalaci měřicího zařízení podle smluvních a technických požadavků, pokud ještě instalováno není.

Výrobce je povinen PDS poskytnout veškerou potřebnou součinnost včetně garance souladu provedení nebo instalace výroby s podmínkami stanovenými ve stavebním povolení či jiném správním aktu, a dále souladu se všemi parametry VM stanovenými v SoP, PPDS nebo podle předpisů, norem a zásad uvedených v části 3 této přílohy.

Dokument Dočasné provozní oznámení, anebo Souhlas s dočasným provozem pro ověření technologie opravňuje výrobce provozovat VM na dobu určitou uvedenou v tomto oznámení, nejdéle však po dobu 12 měsíců,

paralelně s DS, a to především pro provedení zkoušek a simulací pro prokázání souladu VM s nařízením RfG a PPDS. Dobu určitou v Dočasném provozní oznámení nebo v Souhlasu s dočasným provozem pro ověření technologie stanoví PDS na základě bodu 12.1 písm. i) harmonogram a rozsah zkoušek a simulací, který předkládá žadatel.

12.2 UPOS – OVĚŘENÍ SOULADU VÝROBNÍHO MODULU (VÝROBNY) S POŽADAVKY NAŘÍZENÍ RfG A POŽADAVKY DANÝMI TOUTO PŘÍLOHOU

Proces UPOS slouží pro ověření souladu VM s požadavky nařízení RfG [4] a platnými požadavky podle PPDS, zejména této přílohy. Proces UPOS může výrobce realizovat pouze na základě vydaného Dočasného provozního oznámení nebo v Souhlasu s dočasným provozem pro ověření technologie a výrobce je povinen v době jeho platnosti proces UPOS dokončit a podat žádost o vydání Konečného provozního oznámení.

PDS je oprávněn provést nebo požadovat po výrobci tyto úkony nebo zkoušky:

- uskutečnění funkční zkoušky ochran podle části 8 této přílohy. Ochrany se ověřují buď za skutečných podmínek, nebo simulací pomocí odpovídajících zkušebních přístrojů,
- odzkoušení náběhu ochran a dodržení udaných vypínacích časů pro následující provozní podmínky:
 - třífázový výpadek sítě (u sítě nn i jednofázový),
 - správná činnost při OZ (u výroben připojených do sítí vn a 110 kV),
 - odchylky frekvence (simulace zkušebním zařízením),
- u elektroměru pro dodávku i odběr, pokud je již instalován, provedení kontroly správnosti chodu,
- pokud je výrobní elektrárna vybavena dálkovým ovládáním, signalizací, regulací a měřením, ověření jejich funkce z příslušného rozhraní,
- uskutečnění zkoušky nebo předložení protokolu o splnění požadavků uvedených v části 9.4 „ŘÍZENÍ JALOVÉHO VÝKONU V ZÁVISLOSTI NA PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH“,
- uskutečnění zkoušky nebo předložení protokolu o splnění podmínek opětovného automatického připojení výroby v čase a podmínkách uvedených v části 9.5.9, příp. v čase definovaném PDS,
- ověření souladu skutečného chování výrobní oproti modelovému chování výrobní, na jehož základě bylo odsouhlaseno její připojení,
- kontrolu podmínek pro připojení podle části 10 této přílohy,
- kontrolu, zda kompenzační zařízení je připojováno a odpojováno s generátorem a zda u regulačních zařízení odpovídá regulace výkonovému rozsahu.

Přesný rozsah zkoušek a úkonů, které bude PDS v rámci UPOS provádět či jejich provedení vyžadovat, bude PDS zvolen dle typu VM.

Při zkouškách souladu a simulacích souladu se postupuje podle RfG [4]. Podrobnosti obsahují čl. 40 až čl. 56 RfG [4].

Podle čl. 40 RfG [4]:

1. Výrobce elektrárny musí zajistit, aby každý VM byl po celou dobu životnosti výrobní v souladu s požadavky platnými podle tohoto nařízení. U VM typu A může výrobce elektrárny použít certifikáty zařízení vydané podle nařízení (ES) č. 765/2008 [39].
2. Výrobce elektrárny oznámí příslušnému provozovateli soustavy veškeré plánované změny technických charakteristik VM, jež mohou ovlivnit jeho soulad s požadavky platnými podle tohoto nařízení, před tím, než takovou změnu zahájí.
3. Výrobce elektrárny oznámí příslušnému provozovateli soustavy veškeré mimořádné události v provozu nebo provozní poruchy VM, jež mají vliv na jeho soulad s požadavky tohoto nařízení, neprodleně poté, co takové mimořádné události vzniknou.
4. Výrobce elektrárny vyrozumí příslušného provozovatele soustavy o plánovaných programech a postupech zkoušek, jež mají být dodrženy při ověřování souladu VM 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 VM.

Podle čl. 41 RfG [4]

1. Příslušný provozovatel soustavy posuzuje soulad VM s požadavky platnými podle tohoto nařízení, a to po celou dobu životnosti výrobní elektriny. Výrobce elektriny musí být o výsledku tohoto posouzení informován. U VM typu A může příslušný provozovatel soustavy pro účely tohoto posouzení použít certifikáty zařízení vydané certifikátorem.
2. Příslušný provozovatel soustavy je oprávněn požadovat, aby výrobce elektriny 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 VM s požadavky nařízení RfG [4].

PDS zveřejní rozdělení odpovědností mezi výrobcem a PDS při zkouškách, simulacích a sledování souladu. PDS a výrobce si jsou povinni při provedení zkoušek, za něž nese druhá strana odpovědnost, poskytnout vzájemnou součinnost a postupovat bez zbytečných odkladů.

Pokud z důvodů na straně PDS nelze zkoušky nebo simulace souladu provést tak, jak bylo mezi PDS a výrobcem elektriny dohodnuto, PDS neodůvodněně neodepře vydání provozního oznámení.

Jestliže z jiného důvodu nezávislého na vůli výrobce vznikne na straně výrobce překážka, která mu brání v dokončení UPOS v době platnosti Dočasného provozního oznámení nebo Souhlasu s dočasným provozem pro ověření technologie (dále jen příslušné provozní oznámení), PDS dobu platnosti provozního oznámení prodlouží o nezbytně nutnou dobu, za podmínky, že existenci této překážky bez zbytečného odkladu výrobce PDS oznámil a prokázal, a že jej požádal o prodloužení platnosti příslušného provozního oznámení.

V případě zjištění nedostatků nebo závad, které ovlivňují bezpečný a spolehlivý provoz DS, může PDS rozhodnout o okamžitém přerušení nebo ukončení UPOS. O tomto rozhodnutí PDS informuje žadatele / výrobce na místě při provádění UPOS nebo písemně do 15 pracovních dnů od okamžiku zjištění nedostatků nebo závad.

Výrobce je povinen proces UPOS dokončit a podat žádost o umožnění trvalého provozu (dále jen „UTP“) v době platnosti provozního oznámení. V případě, že výrobce v době platnosti provozního oznámení nedokončí UPOS nebo nepodá žádost o UTP, je PDS oprávněn odpojit VM od DS. To neplatí, pokud výrobce podal v době platnosti provozního oznámení žádost o prodloužení jeho platnosti z důvodu existence překážky nezávislé na vůli výrobce, která mu brání v dokončení UPOS. V takovém případě nelze VM odpojit do doby vyřízení této žádosti.

12.3 UMOŽNĚNÍ TRVALÉHO PROVOZU VÝROBNY V PARALELNÍM PROVOZU S DS

Podání žádosti

Proces UTP zahajuje žadatel (výrobce, popř. v případě připojení prostřednictvím OM nebo výrobní vlastník tohoto zařízení, s nímž má PDS uzavřenu SoP) podáním žádosti o UTP. Žádost může žadatel podat poté, kdy splnil podmínky sjednané v SoP, a současně za podmínky, že byly v rozsahu vyžadovaném pro daný typ VM v rámci UPOS dokončeny zkoušky a simulace pro prokázání souladu VM s nařízením RfG a s PPDS, s výjimkou zkoušek a simulací, jejichž provedení PDS vyžaduje až v rámci UTP. V případě VM typu A1 a A2 se žádost podává po splnění příslušných podmínek stanovených v SoP, když je VM schopen bezpečného a spolehlivého provozu prostřednictvím připojení k DS.

Žádost obsahuje minimálně tyto dokumenty:

- a) PDS odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu provedení výrobní,
- b) Jednopolové schéma zapojení výrobní, odběrného místa a VM, pokud již nejsou součástí projektové dokumentace,

- c) potvrzení odborné firmy realizující výstavbu výroby, že vlastní výroba elektřiny je provedena v souladu s podmínkami stanovenými uzavřenou smlouvou o připojení, v souladu s podmínkami definovanými v příslušném povolovacím správním aktu (stavební povolení apod.) a podle předpisů, norem a zásad uvedených v části 3 PPDS a v této příloze,
- d) Zpráva o výchozí revizi el. zařízení – přípojky ve vlastnictví výrobce, která jednoznačně prokazuje, že zařízení je schopné bezpečného provozu; revizní zprávu není nutné předkládat, nedochází-li ke změně této přípojky,
- e) Zpráva o výchozí revizi elektrického zařízení výroby, případně další doklad podle jiného právního předpisu [27] pro zařízení třídy I. elektrického zařízení výroby elektřiny a případně dalšího elektrického zařízení nově uváděného do provozu, které souvisí s uváděnou výrobnou do provozu, přičemž revizní zpráva jednoznačně prokazuje, že zařízení je v souladu s odsouhlasenou projektovou dokumentací a je schopné bezpečného provozu,
- f) Protokol o nastavení ochran,
- g) Protokoly o úředním ověření MTP / MTN,
- h) Místní provozní předpisy (MPP),
- i) Dokument výrobního modulu (u VM typu D může žadatel využít Dokument výrobního modulu C, popř. jinou formu srozumitelně prokazující soulad s požadavky nařízení RfG [4] a s PPDS pro VM typu D),
- j) Instalační dokument.

Dokumenty podle písmene a) až h) nemusí být součástí žádosti o UTP, pokud je výrobce předložil v rámci žádosti o UPOS a v žádosti o vydání provozního oznámení potvrdí, že v průběhu platnosti příslušného provozního oznámení nedošlo ke změnám zařízení, kterého se týkají, a dokumenty předložené podle části 12.1. budou platné k předpokládanému dni vydání Konečného provozního oznámení.

PDS je oprávněn požadovat doplnění výše uvedených dokladů a informací tak, aby mohly být posouzeny všechny podmínky a požadavky pro vydání konečného provozního oznámení, které povoluje výrobci provozovat VM pomocí připojení k DS paralelně s DS. Za pravost a pravdivost předložených dokumentů odpovídá žadatel.

Posouzení žádosti o UTP

PDS nebo jím pověřený zástupce je v rámci tohoto procesu oprávněn provést fyzickou kontrolu VM a provést fyzické zkoušky komunikace, funkcí regulace a testy výroby pod napětím a zatížením, potvrzující splnění podmínek daných PPDS a SoP. Žadatel je povinen mu k tomu poskytnout veškerou potřebnou součinnost.

Před vydáním konečného provozního oznámení je PDS oprávněn provést nebo požadovat tyto úkony a činnosti:

- provést prohlídku a porovnání vybudovaného zařízení s projektovaným, a to pouze v rozsahu potřebném pro posouzení, že VM lze provozovat paralelně s DS,
- zkontrolovat přístupnost a funkce spínacího místa v předávacím místě k DS a
- zkontrolovat provedení měřicího zařízení podle smluvních a technických požadavků, pokud je již instalováno, případně zkontrolovat provedení přípravy pro instalaci měřicího zařízení podle smluvních a technických požadavků, pokud ještě instalováno není.
- uskutečnění funkční zkoušky ochran podle části 8 této přílohy. Ochrany se ověřují buď za skutečných podmínek, nebo simulací pomocí odpovídajících zkušebních přístrojů,
- odzkoušení náběhu ochran a dodržení udaných vypínacích časů pro následující provozní podmínky:
 - třífázový výpadek sítě (u sítě nn i jednofázový),
 - správná činnost při OZ (u výroben připojených do sítí vn a 110 kV),
 - odchylky frekvence (simulace zkušebním zařízením),
- u elektroměrů pro dodávku i odběr, pokud je již instalován, provedení kontroly správnosti chodu,
- pokud je výroba elektřiny vybavena dálkovým ovládáním, signalizací, regulací a měřením ověření jejich funkce z příslušného rozhraní,
- uskutečnění zkoušky nebo předložení protokolu o splnění požadavků uvedených v části 9.4 „ŘÍZENÍ JALOVÉHO VÝKONU V ZÁVISLOSTI NA PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH“,
- uskutečnění zkoušky nebo předložení protokolu o splnění podmínek opětovného automatického připojení výroby v čase a podmínkách uvedených v části 9.5 této přílohy, příp. v čase definovaném PDS,

- ověření souladu skutečného chování výrobní oproti modelovému chování výrobní, na jehož základě bylo odsouhlaseno její připojení,
- kontrolu podmínek pro připojení podle části 10 této přílohy,
- kontrolu, zda kompenzační zařízení je připojováno a odpojováno s generátorem a zda u regulačních zařízení odpovídá regulace výkonovému rozsahu.

PDS v rámci UTP uvedené zkoušky a úkony neprovádí, pokud již byly řádně a úspěšně provedeny v rámci UPOS, ledaže si jejich opakované provedení vyžádá změna okolností. Přesný rozsah zkoušek a úkonů, které bude PDS v rámci UTP provádět či jejich provedení vyžadovat, bude PDS zvolen dle typu VM.

PDS rozhodne, zda proces UTP výrobní elektřiny k distribuční síti proběhne za přítomnosti jeho zástupce nebo zda ho provede jím pověřená odborná firma sama bez přítomnosti zástupce PDS. Výrobce je v procesu UTP povinen poskytnout veškerou potřebnou součinnost včetně garance souladu provedení nebo instalace výrobní s podmínkami stanovenými ve stavebním povolení či jiném správním aktu, a dále souladu se všemi parametry VM stanovenými v SoP, PPDS nebo podle předpisů, norem a zásad uvedených v části 3 této přílohy.

Ochrany mohou být PDS zajištěny proti neoprávněné manipulaci.

Konečné provozní oznámení

PDS o UTP rozhodne do 30 dnů od podání kompletní žádosti. V případě, že jsou splněny a ověřeny podmínky dané SoP, PPDS a RfG, vystaví příslušný PDS výrobcí Konečné provozní oznámení.¹¹

Jestliže jsou zjištěny nedostatky v rámci procesu UTP a tyto nedostatky mohou představovat ohrožení bezpečného a spolehlivého provozu DS nebo tyto nedostatky spočívají v nesplnění nebo neprokázání souladu VM s SoP, PPDS nebo RfG, PDS nevydává žadateli Konečné provozní oznámení a ukončí proces UTP. V těchto případech je PDS rovněž oprávněn rozhodnout o okamžitém přerušení UTP a žadatel je povinen VM odpojit od DS. O tomto rozhodnutí PDS informuje žadatele na místě při provádění UTP nebo písemně do 5 pracovních dnů od okamžiku zjištění nedostatků nebo závad.

12.4 TRVALÝ PROVOZ VÝROBNY ELEKTŘINY

Zařízení potřebná pro paralelní provoz výrobní elektřiny se sítí PDS musí výrobce udržovat neustále v bezvadném technickém stavu. Spínače, ochrany a ostatní vybavení pro dálkové řízení především podle části 5.1 a části 8 této přílohy musí být v pravidelných lhůtách (minimálně jednou za čtyři roky) funkčně přezkoušeny odbornými pracovníky provozovatele výrobní, nebo odborné firmy. PDS může požadovat u zkoušek přítomnost svého zástupce. Výsledek je zapotřebí dokumentovat zkušebním protokolem a na požádání předložit PDS. Tento protokol má chronologicky doložit předepsané zkoušky a musí být uložen u vlastníka zařízení výrobní elektřiny.

PDS může v případě potřeby požadovat přezkoušení ochrany pro oddělení od sítě, ochran vazebního spínače a ostatního vybavení pro dálkové řízení podle části 5.1 a 8 této přílohy. Pokud to vyžaduje provoz sítě, může PDS zadat změněné nastavení pro ochrany.

Výrobce je povinen z nutných technických důvodů, resp. z důvodů vymezených právními předpisy, na žádost PDS odpojit výrobní elektřinu od sítě.

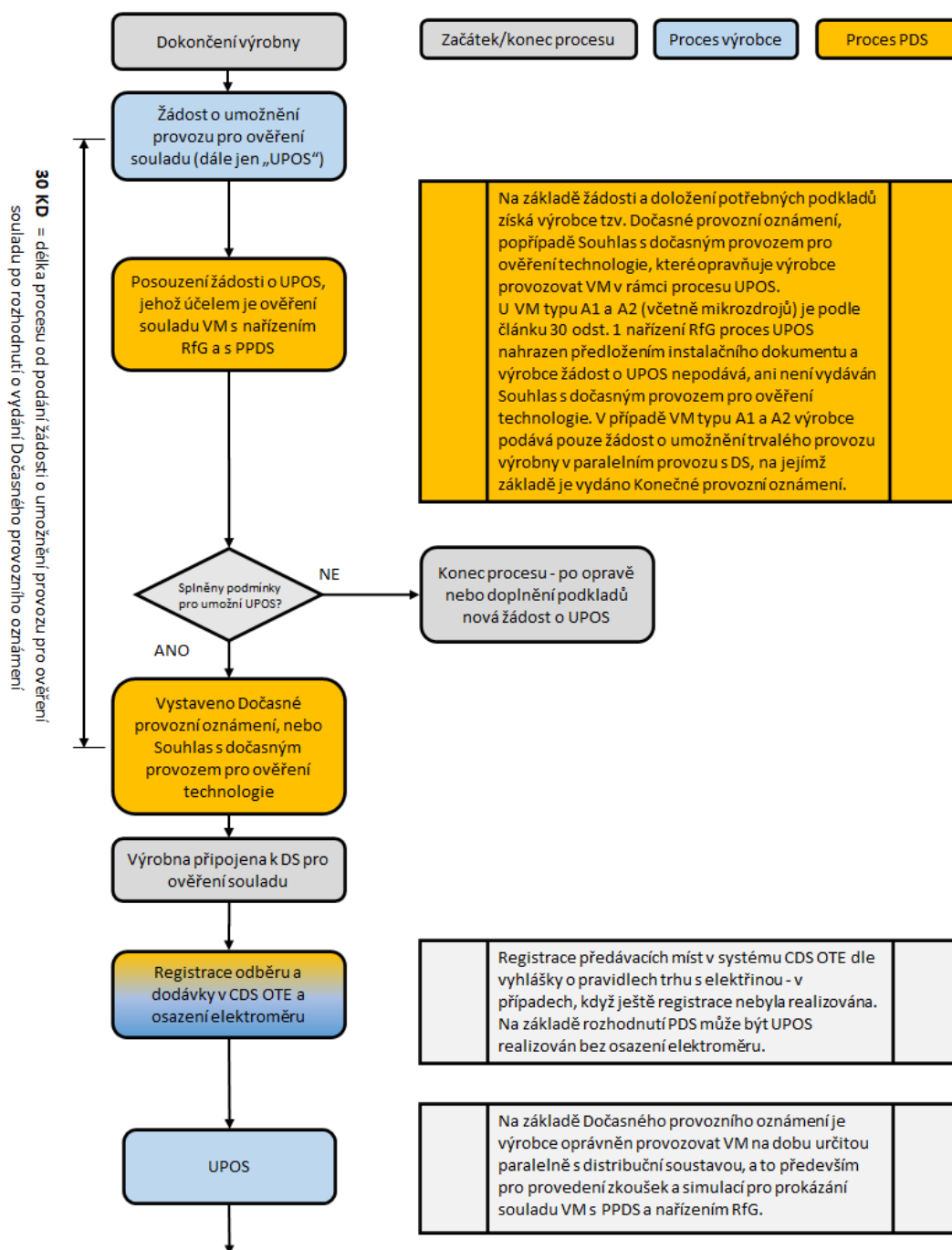
Vlastní výrobní elektřina smí být – zejména po poruše zařízení PDS nebo výrobce – připojena na síť PDS teprve tehdy, když jsou splněny spínací podmínky podle části 10 této přílohy.

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

¹¹ Konečné provozní oznámení je třeba pokládat za protokol o prvním paralelním připojení výrobní elektřiny k distribuční soustavě dokládající úspěšné dokončení procesu prvního paralelního připojení soustavě ve smyslu právních předpisů a termín konečného provozního oznámení za termín úspěšného dokončení procesu prvního paralelního připojení k distribuční soustavě ve smyslu právních předpisů.

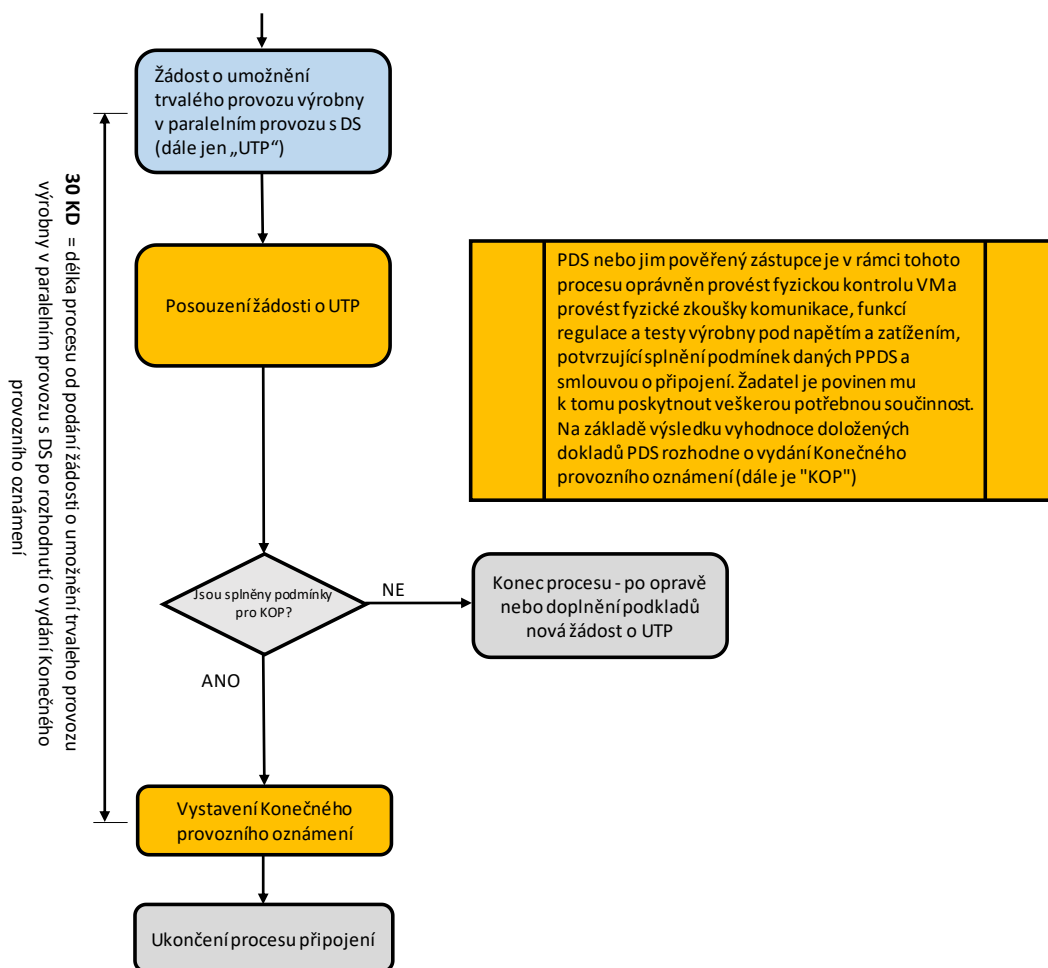
PDS vyrozumí provozovatele výrobní elektřiny o podstatných změnách ve své síti, které mohou ovlivnit paralelní provoz, jako je např. zvýšení zkratového výkonu.

Provozovatel výrobní elektřiny musí s dostatečným předstihem projednat s PDS zamýšlené změny zařízení, které mohou mít vliv na paralelní provoz se sítí, jako např. zvýšení nebo snížení výkonu výrobní, výměnu ochran, změny u kompenzačního zařízení; tím není dotčen postup při změně připojení podle zvláštních právních předpisů.



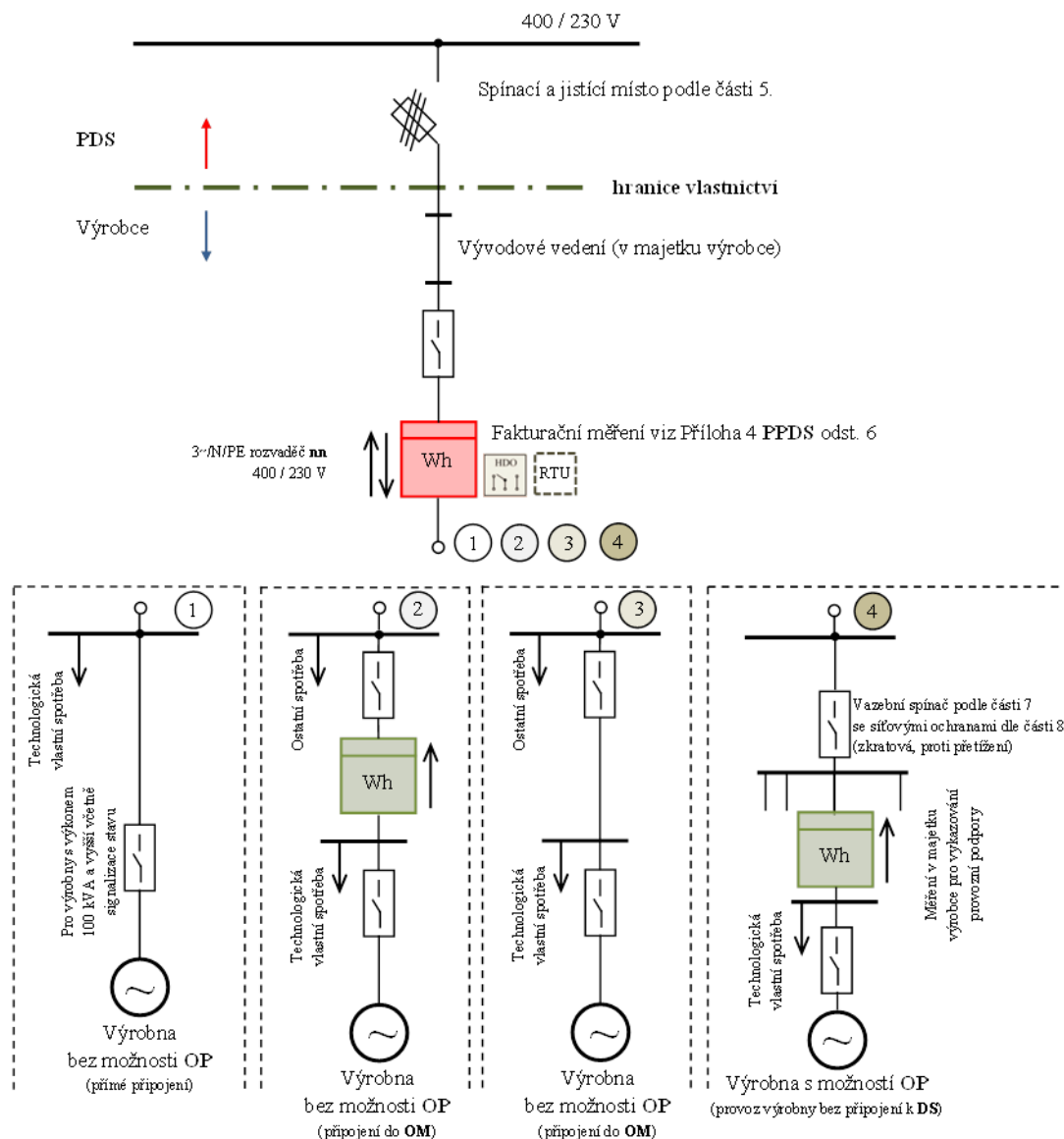
pokračování na další stránce

pokračování z předchozí stránky



13 PŘÍKLADY PŘIPOJENÍ VÝROBEN ELEKTŘINY

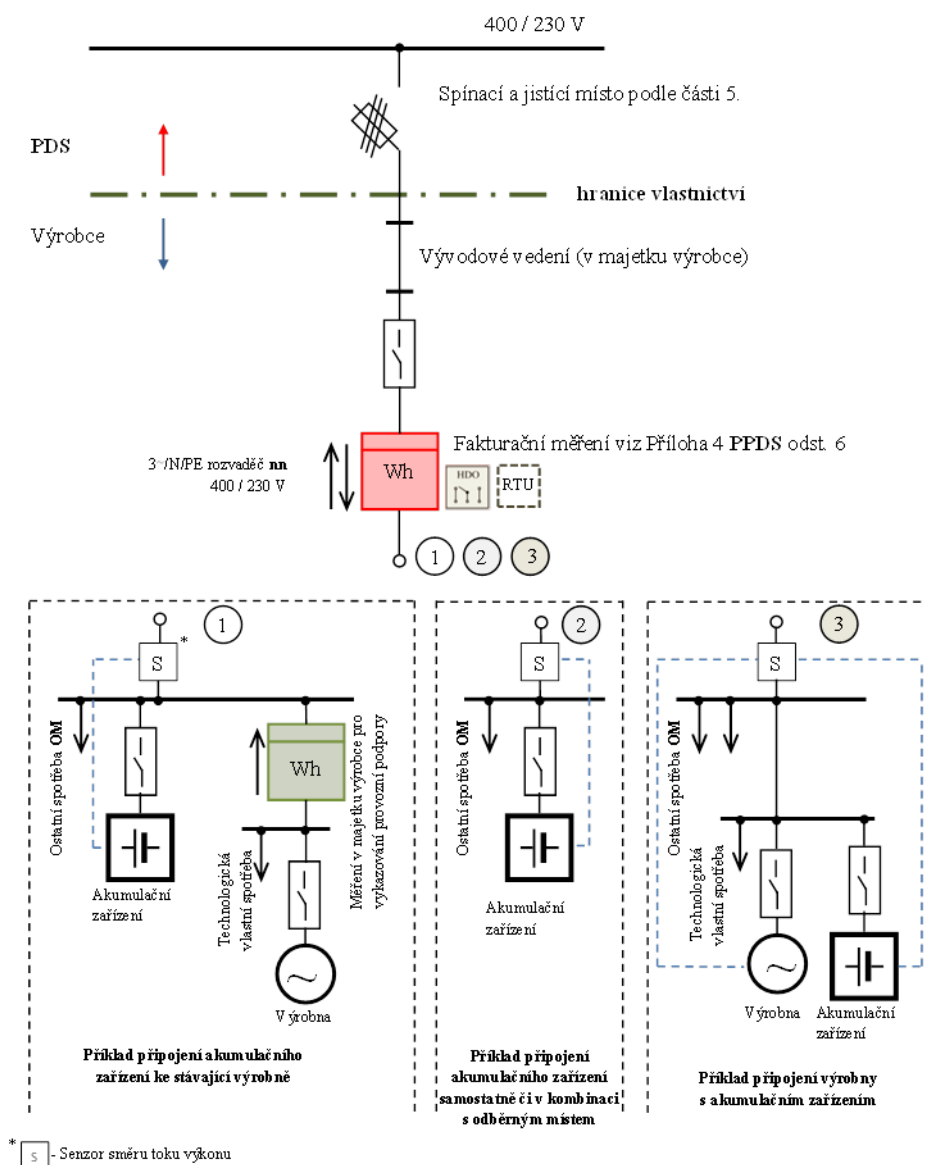
13.1 PŘIPOJENÍ VÝROBNY ELEKTŘINY NN DO DS



1. Výrobny 100 kVA a více musí být připraveny pro dispečerské řízení.
2. Fakturační měření může být provedeno i jako nepřímé. Způsob měření určuje PDS v souladu s přílohou 5 PPDS a připojovacími podmínkami jednotlivých PDS.
3. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PDS
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 PDS
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 PDS
10. Připojování výroben o výkonu 100 kVA a více do sítě nn je možné pouze do rozvaděče nn v DTS

Obr. 21 Připojení výroby elektřiny nn

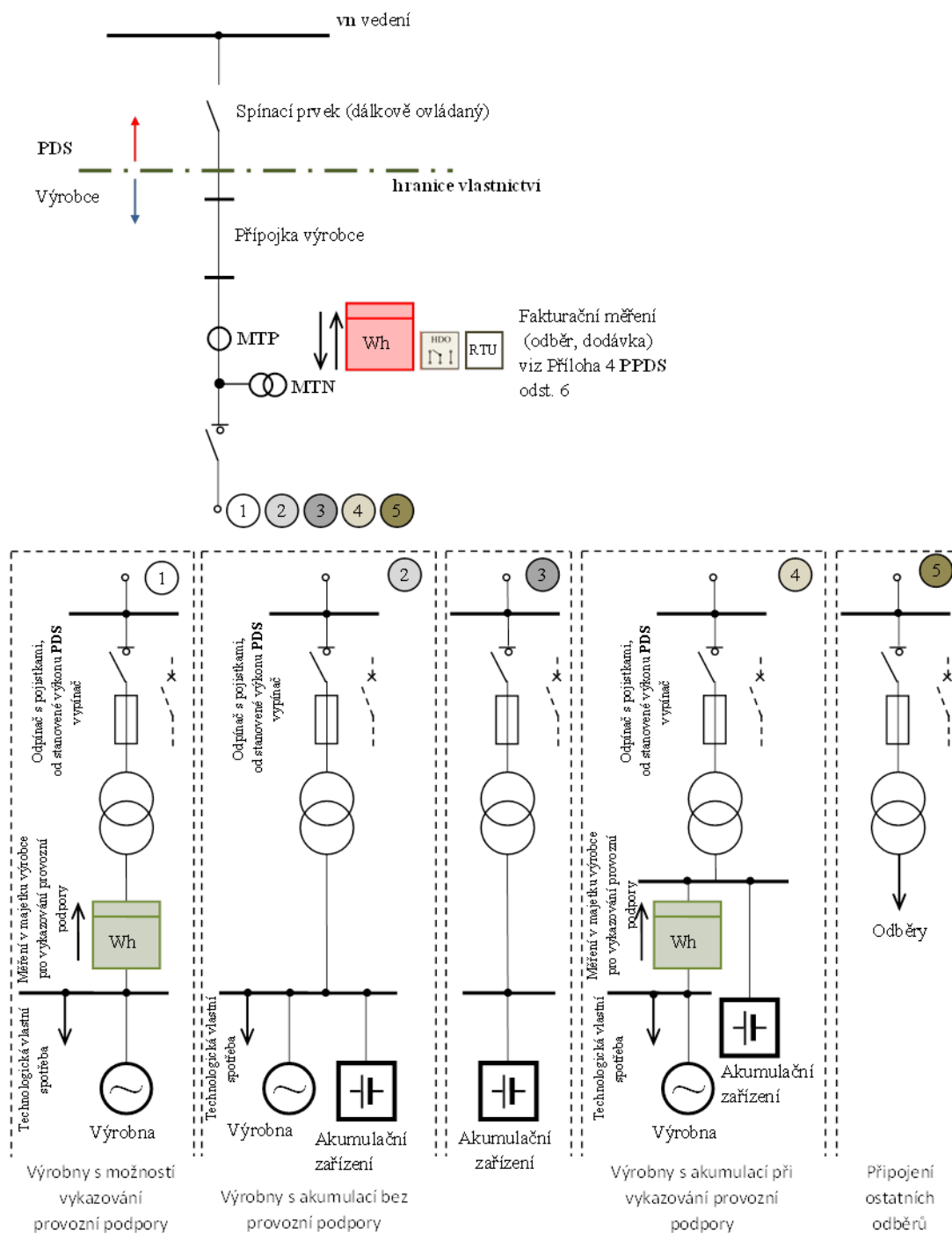
13.2 PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULACÍ NN DO DS



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

Obr. 22 Připojení výroby s akumulčním zařízením nn

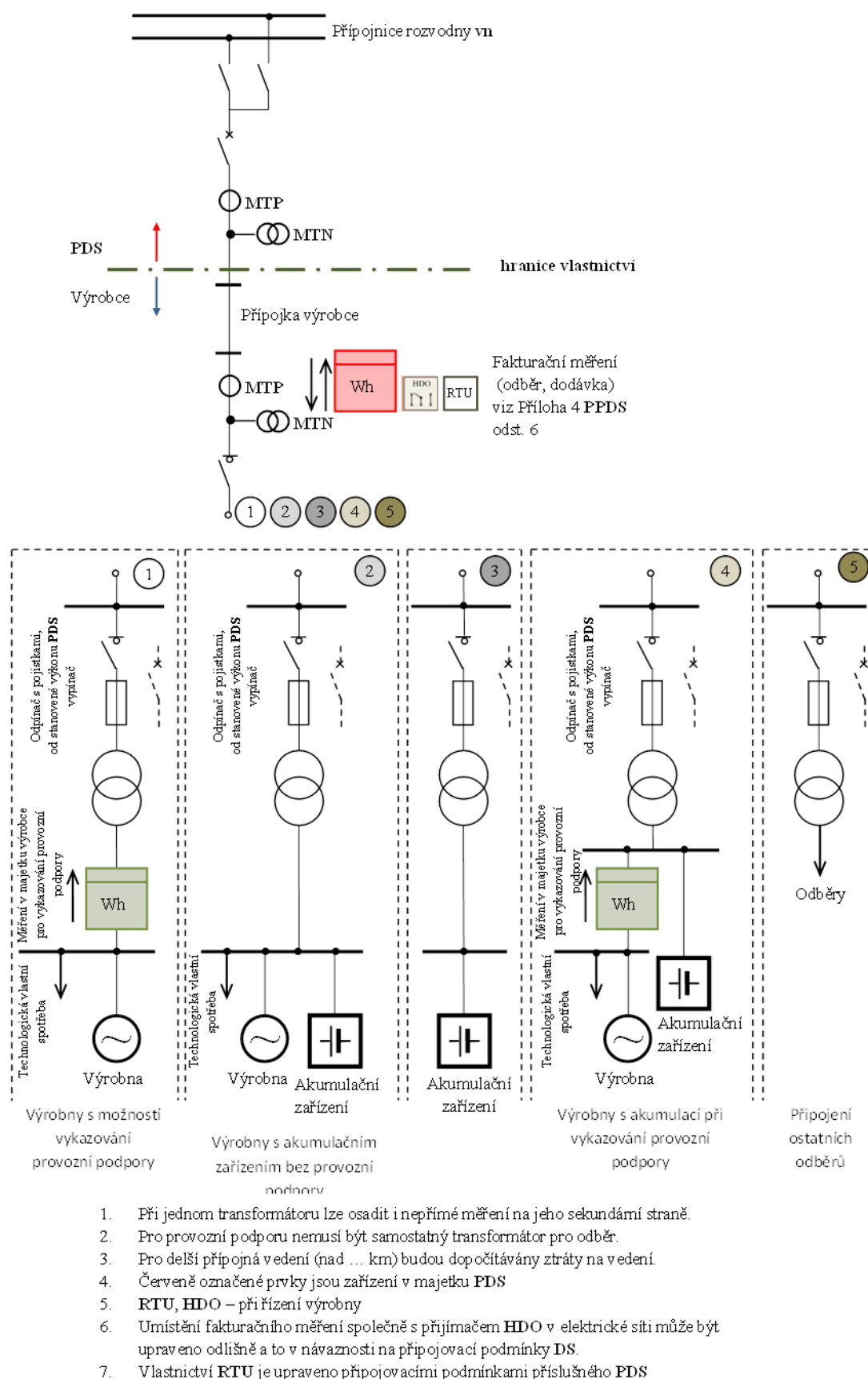
13.3 PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ Z NADZEMNÍHO VEDENÍ VN PŘÍPOJKOU VÝROBCE



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 přípojné vedení (nad ... km) budou dopočítávány ztráty na vedení.
4. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PDS
5. RTU, HDO – při řízení výroby
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 PDS

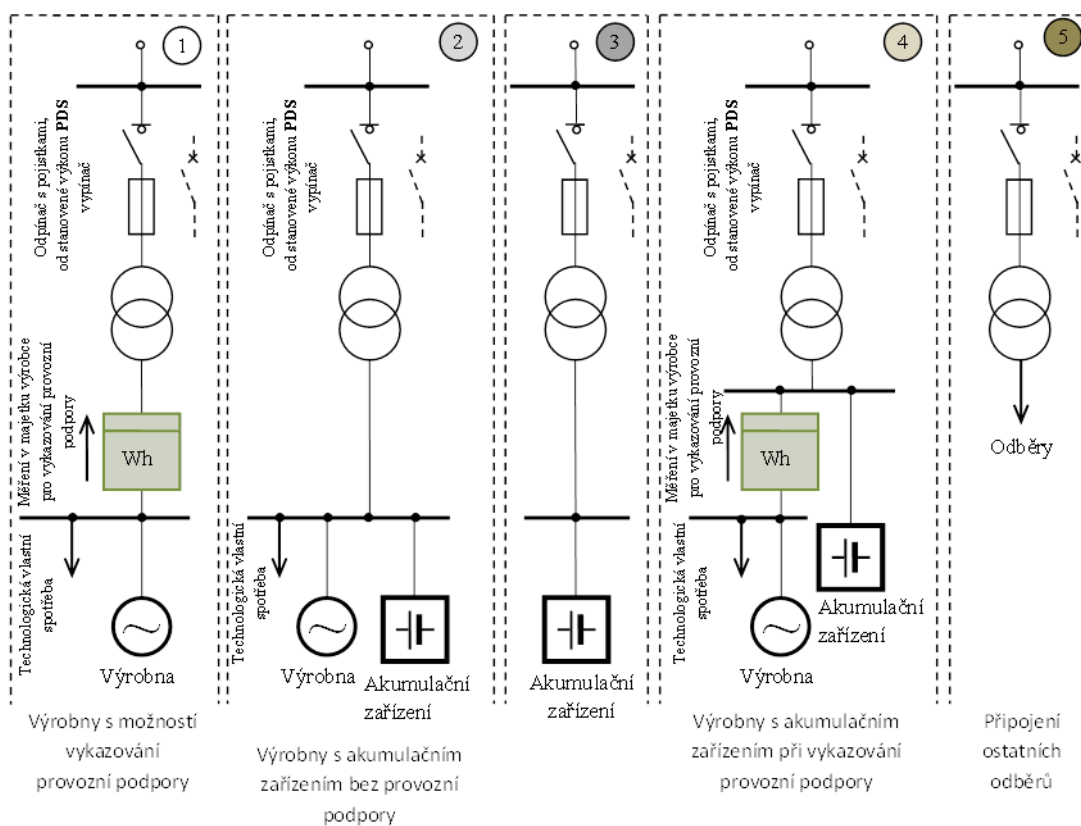
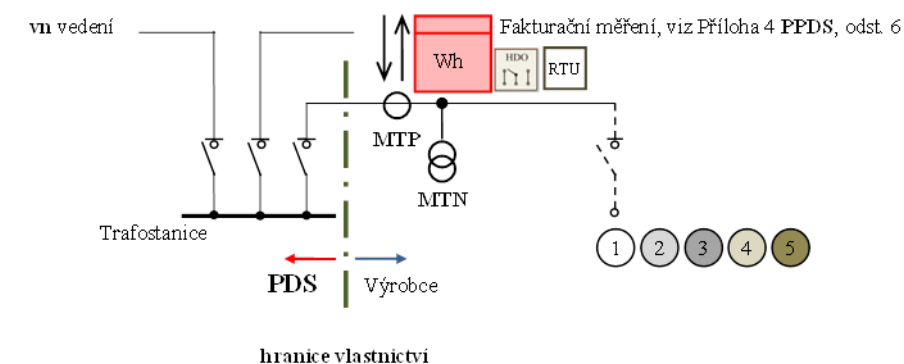
Obr. 23 Připojení výroby a akumulačního zařízení z nadzemního vedení vn přípojkou výrobce

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



Obr. 24 Připojení výroby a akumulčního zařízení samostatným vedením do vn rozvodny DS

13.5 PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ ZASMYČKOVÁNÍM DO VN VEDENÍ

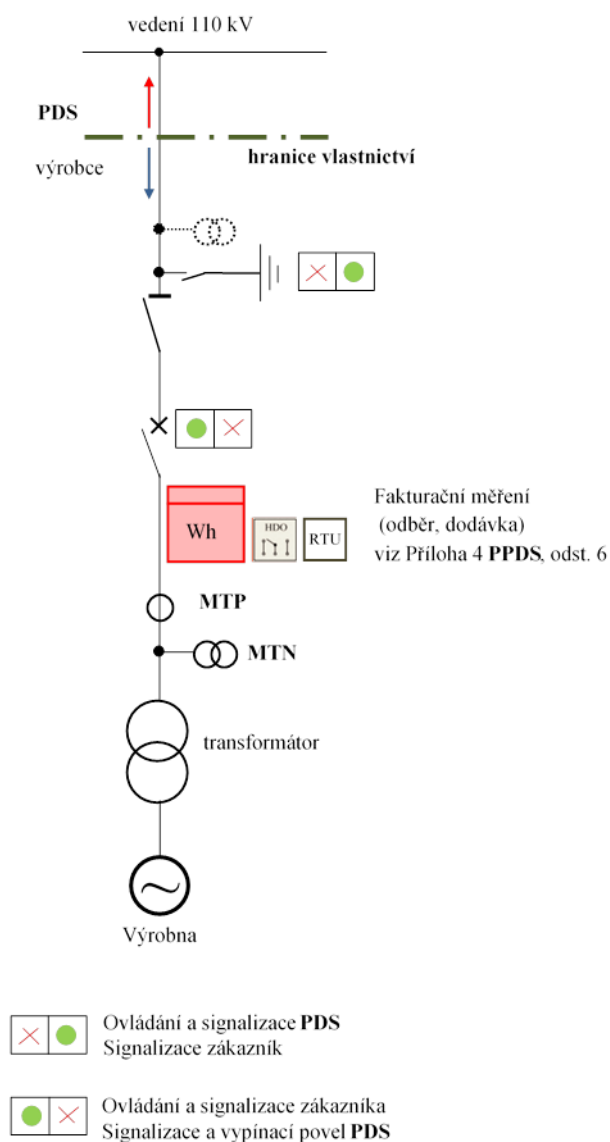


1. Při jednom transformátoru lze osadit i nepřímé měření na jeho sekundární straně.
2. Pro provozní podporu nemusí být samostatný transformátor pro odběr.
3. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PDS
4. RTU, HDO – při řízení výroby
5. Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného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

Obr. 25 Připojení výroby a akumulčního zařízení zasmyčkováním do vn vedení DS

13.6 PŘIPOJENÍ VÝROBEN JEDNODUCHÝM T ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 kV

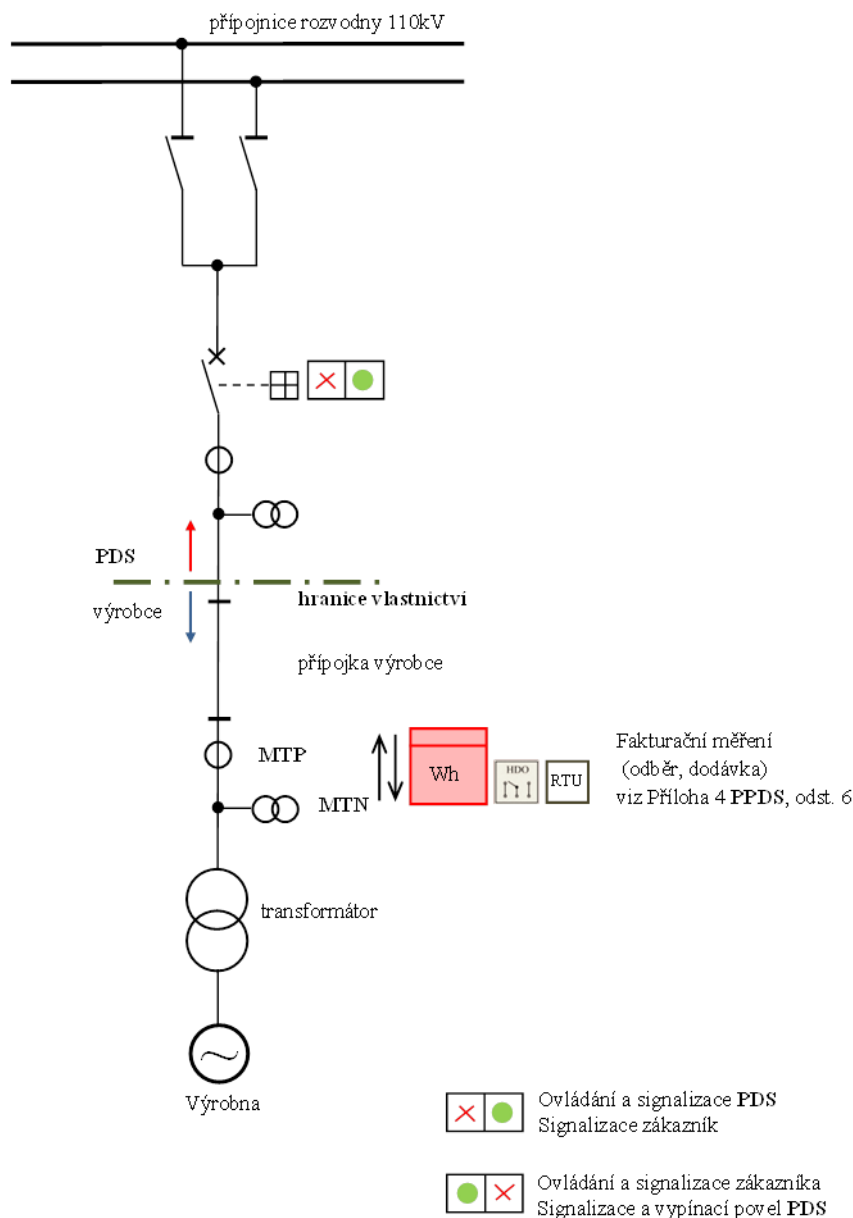
(Předpokladem je umístění rozvodny 110 kV v bezprostřední blízkosti vedení 110 kV)



1. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PDS
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 DS.
4. Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PDS

Obr. 26 Připojení výroby jednoduchým T odbočením k vedení 110 kV

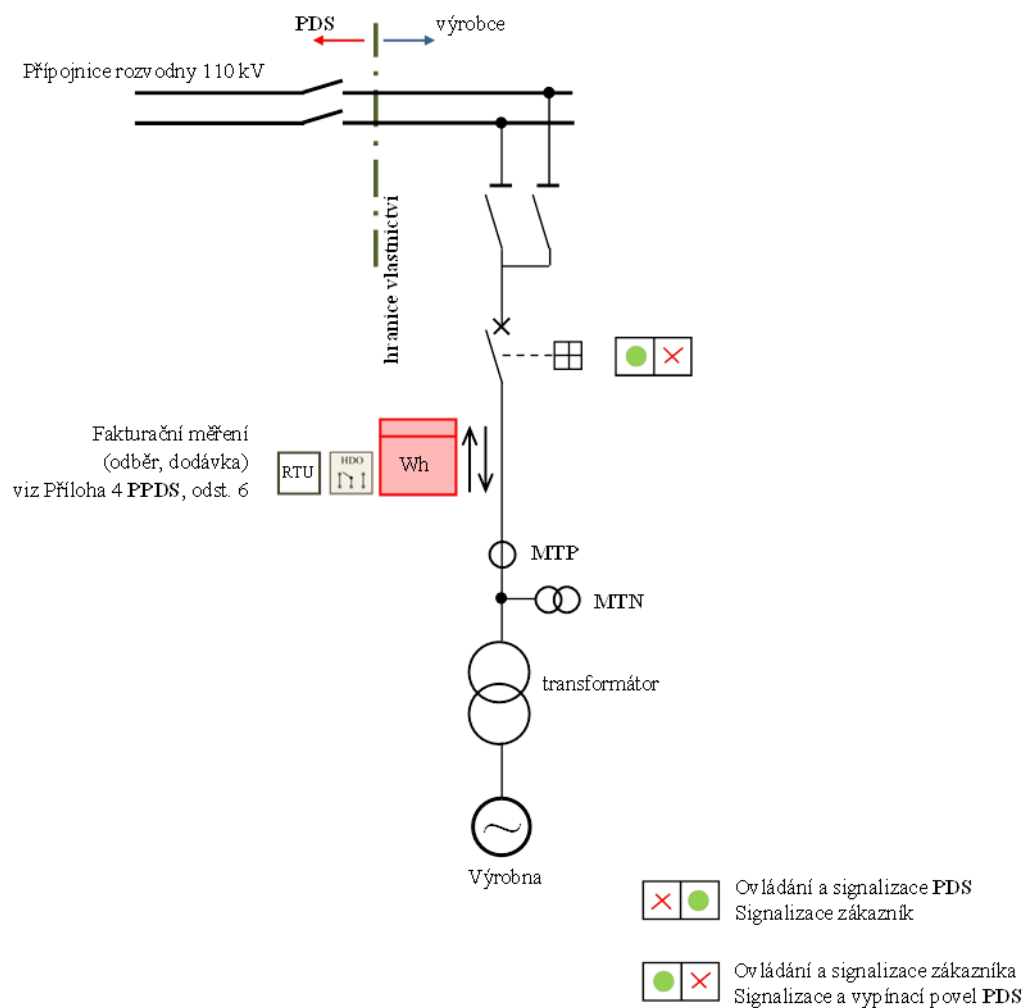
13.8 PŘIPOJENÍ VÝROBNY SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO 110 KV ROZVODNY DS DO POLE VEDENÍ 110 KV V ROZVODNĚ DS



1. Pro delší přípojná vedení (nad ... km) budou dopočítávány ztráty na vedení.
2. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PDS
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 DS.
5. Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PDS

Obr. 28 Připojení výroby samostatným vedením do 110 kV rozvodny DS

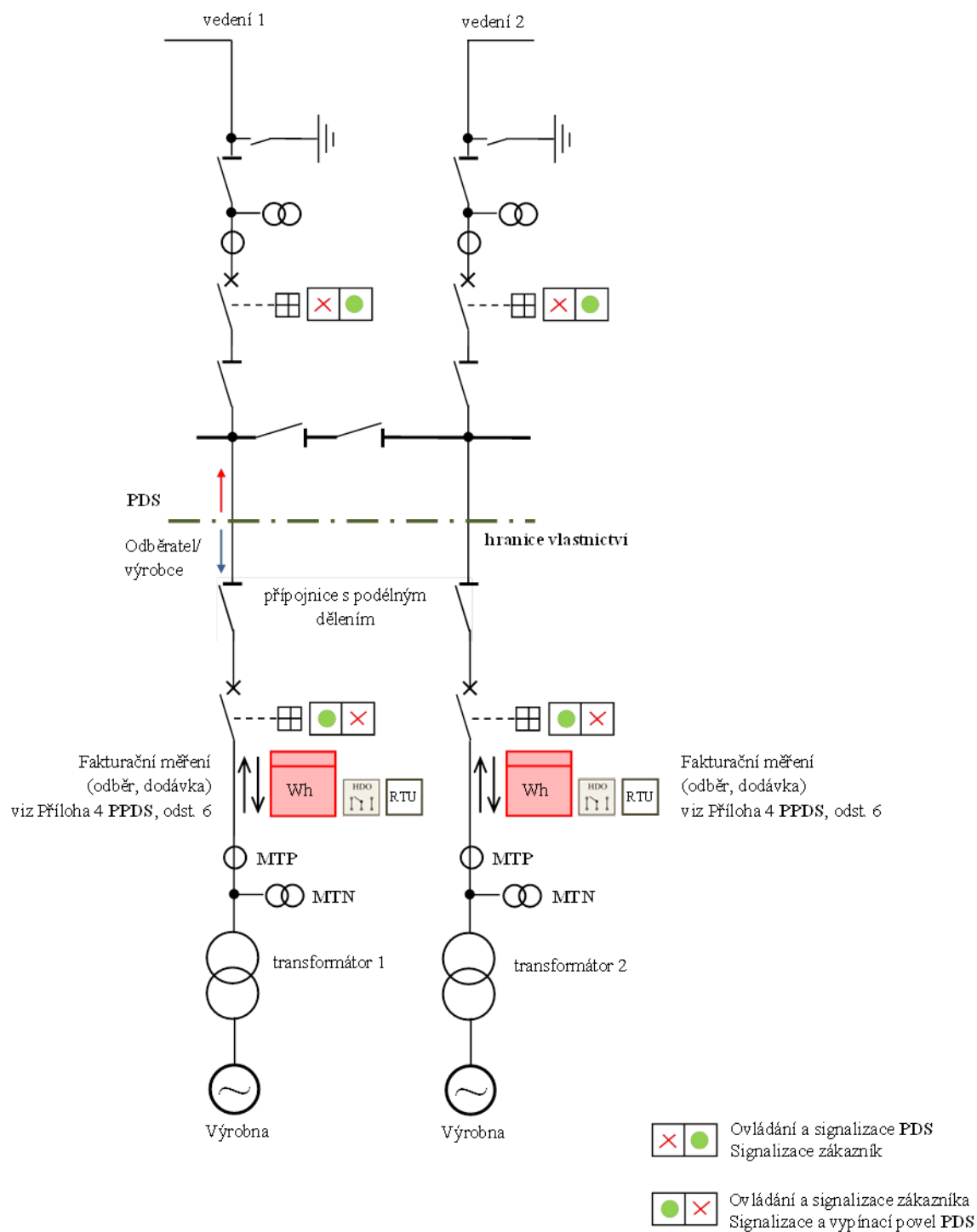
13.9 PŘIPOJENÍ VÝROBNY PRODLOUŽENÍM PŘÍPOJNIC 110 kV PŘES PODÉLNÉ DĚLENÍ



1. Stav podélného dělení bude signalizován výrobcí
2. S přípojnicovými odpojovači bude výrobce manipulovat pouze po souhlasu dispečera PDS
3. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PDS
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 přípojovací podmínky DS.
6. Vlastnictví RTU je upraveno přípojovacími podmínkami příslušného PDS

Obr. 29 Připojení výroby prodloužením přípojníc 110 kV přes podélné dělení

13.10 PŘIPOJENÍ VÝROBNY ZASMYČKOVÁNÍM DO VEDENÍ 110 KV V DS



1. Červeně označené prvky jsou zařazení v majetku **PDS**.
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 **DS**.
4. Vlastnictví **RTU** je upraveno připojovacími podmínkami příslušného **PDS**.

Obr. 30 Připojení výrobní zasmyčkování do vedení 110 kV v DS

14 LITERATURA

(Rozumí se dokumenty 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 13. ledna 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 (RfG)
- [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 meziharmonické
- [10] PNE 33 3430-2: Parametry kvality elektrické energie - Část 2: Kolísání napětí
- [11] PNE 33 3430-3: Parametry kvality elektrické energie - Část 3: Nesymetrie a změny kmitočtu napětí
- [12] PNE 33 3430-4: Parametry kvality elektrické energie - Část 4: Poklesy a krátká přerušování napětí
- [13] PNE 33 3430-5: Parametry kvality elektrické energie - Část 5: Přechodná přepětí – impulsní rušení
- [14] PNE 33 3430-6: Parametry kvality elektrické energie - Část 6: Omezení zpětných vlivů na hromadné dálkové ovládání
- [15] 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 23. prosince 2015 o Pravidlech trhu s elektřinou
- [23] ČSN EN 61000-3-2 Ed.4 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3 - 2: Meze pro emise harmonického proudu (zařízení se vstupním fázovým proudem do 16 A včetně)
- [24] ČSN EN 61000-3-12 ed.2: Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-12: Meze harmonických proudu způsobených zařízením se vstupním fázovým proudem >16 A a ≤75 A připojeným k veřejným sítím nízkého napětí
- [25] Vyhláška ERÚ č. 540/2005 Sb. O kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice
- [26] ČSN EN ISO/IEC 17025 Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
- [27] Vyhláška č. 73/2010 Sb., o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních)
- [28] ČSN EN 50549-1 Požadavky na paralelně připojené výroby s distribučními sítěmi – Část 1: Připojení k distribuční síti nn – Výroby do typu B včetně
- [29] ČSN EN 50549-2 Požadavky na paralelně připojené výroby s distribučními sítěmi – Část 2: Připojení k distribuční síti středního napětí – Výroby do typu B včetně
- [30] PNE 33 3430-8-1 Požadavky pro připojení generátorů nad 16A na fázi do distribučních sítí – Část 8-1: Síť 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] ČSN EN IEC 62933-1 Část 1: Terminologický slovník
- [34] ČSN EN IEC 62933-2-1 Systémy pro akumulaci elektrické energie (EES) - Část 2-1: Parametry zařízení a zkušební metody - Obecná specifikace
- [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 - 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

15 PŘÍKLADY VÝPOČTU

Posouzení přípustnosti připojení výrobní elektřiny k distribuční síti vn.

Zadání úlohy

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

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

Údaje o síti

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

Údaje k vlastní výrobě

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

Ověření připojitelnosti

- posouzení podmínek pro připojení

Přípojný výkon, přípustný podle části 9 je:

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

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

- Posouzení zpětných vlivů

Posouzení zpětných vlivů podle části 11.

- Pro orientační posouzení platí podmínka uvedená v části 10:

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

V tomto případě platí

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

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

- Ověření kritéria flikru

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

Odhad činitele dlouhodobého rušení flikrem

$$P_{lt} \leq 30 \cdot \frac{440 \text{ kVA}}{100 \, 000 \text{ kVA}} = 0,132 < 0,46 = P_{lt \text{ příp}}$$

Flikr vycházející ze zařízení při provozu zůstane pod přípustnou hodnotou.

- Ověření přípustnosti vystupujících proudů harmonických podle podmínky:

$$\text{Přípustný proud harmonických} = \text{vztažný proud harmonických} * S_{kV}$$

Pro posouzení budou použity hodnoty příslušných vztažných proudů harmonických v Tab. 18 v části 110. Společný napájecí bod pro připojení výroby je sice na straně vn, přesto však budou použity hodnoty strany 400 V.

Posuzovací tabulka

Tab. 21

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

Pro proud 23. harmonické je přípustná mez překročena.

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

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

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

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

16 FORMULÁŘE (INFORMATIVNĚ)

16.1 DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (A)

Provozovanou paralelně se sítí PDS	nn - ☐	vn - ☐	110 kV - ☐
(tuto stranu vyplní provozovatel nebo zřizovatel)			
Provozovatel (smluvní partner)			
Jméno: Klikněte sem a zadejte text			
Ulice: Klikněte sem a zadejte text			
Místo: Klikněte sem a zadejte text			
Telefon/fax: Klikněte sem a zadejte text			
Adresa zařízení			
Ulice: Klikněte sem a zadejte text			
Místo: Klikněte sem a zadejte text			
Zřizovatel zařízení			
Jméno: Klikněte sem a zadejte text			
Adresa: Klikněte sem a zadejte text			
Telefon/fax: Klikněte sem a zadejte text			
Zařízení			
Výrobce: Klikněte sem a zadejte text	Počet stejných zařízení: Klikněte sem a zadejte text	Typ: Klikněte sem a zadejte text	
Využívaná energie			
Vítr - ☐	Bioplyn - ☐	Kogenerace - ☐	Regulace: "Stall" - ☐
Spalovna - ☐	Plyn - ☐	"Pitch" - ☐	Ostatní - ☐
Olej - ☐	Voda - ☐	Slunce - ☐	
Generátor			
Asynchronní - ☐	Fotočlánkový se střídačem - ☐	a třífázovým připojením - ☐	
Synchronní - ☐	Se střídačem - ☐	a jednofázovým připojením - ☐	
Způsob provozu			
Ostrovní provoz ano ☐ ne ☐	Zpětné napájení ano ☐ ne ☐	Dodávka veškeré energie do sítě ano ☐ ne ☐	
Data jednoho zařízení			
Činný výkon P Zadejte hodnotu [kW]		Pouze u větrných elektráren	

Zdánlivý výkon S Zadejte hodnotu [kVA]		Špičkový výkon $S_{\max}$ Zadejte hodnotu [kVA]	
Jmenovité napětí U Zadejte hodnotu [V]		Střední za čas Zadejte hodnotu [s]	
Proud I Zadejte hodnotu [A]		Měrný činitel flikru c Zadejte hodnotu [ψ_{kv}]	
Motorický rozběh generátoru ☐			
Pokud ano: rozběhový proud I_a Zadejte hodnotu [A]			
Pouze u střídačů			
Řídicí frekvence	Síťová - ☐	Vlastní - ☐	
Schopnost ostrovního provozu	ano ☐ ne ☐		
Počet pulsů 6 / 12 / 24	6 - ☐ / 12 - ☐ / 24 - ☐		
Proudy harmonických podle PNE 33 3430-1		ano ☐ ne ☐	
příspěvek výroby ke zkratovému proudu Zadejte hodnotu [kA]		Zkratová odolnost zařízení Zadejte hodnotu [kA]	
Kompenzační zařízení	ano ☐ ne ☐ / Výkon Zadejte hodnotu [kVAr]		
Přiřazeno jednotlivému zařízení	jednotlivé ☐ společné ☐		
Řízené	ano ☐ ne ☐		
S předřazenou tlumivkou	ano ☐ ne ☐ / s Zadejte hodnotu [%]		
S hradícím obvodem	ano ☐ ne ☐ / pro Zadejte hodnotu [Hz]		
Se sacími obvody	ano ☐ ne ☐ / pro n = Zadejte hodnotu		
Poznámky:			
U FVE uvést			
Volně stojící: ano ☐ ne ☐			
Umístěná na objektu:	Jednom ☐ / Více ☐		
Místo, datum: Klikněte sem a zadejte text		Podpis: Klikněte sem a zadejte text	

16.2 DOTAZNÍK PRO VÝROBU ELEKTRINY S AKUMULAČNÍM ZAŘÍZENÍM (B)

Provozovanou paralelně se sítí PDS	nn - ☐	vn - ☐	110 kV - ☐
(tuto stranu vyplní provozovatel nebo zřizovatel)			
Technické údaje elektrického akumulčního zařízení			
Provozovatel Jméno nebo firma	Ulice č. pop.: Klikněte sem a zadejte text		
	PSČ místo: Klikněte sem a zadejte text		
	Místo připojení: Klikněte sem a zadejte text		

Akumulační systém	Výrobce/typ: Klikněte sem a zadejte text				Počet: Zadejte hodnotu
Připojení akumulačního zařízení	st-připojení ano ☐ ne ☐		ss-připojení ano ☐ ne ☐		Ostrovní provoz ano ☐ ne ☐
	Střídavá strana	L1 ano ☐ ne ☐	L2 ano ☐ ne ☐	L3 ano ☐ ne ☐	Trojfázově ano ☐ ne ☐
	Využitelná kapacita Zadejte hodnotu [kWh]				
	Úplné odpojení od sítě při ostrovním provozu				ano ☐ ne ☐
	Ochrana v místě připojení k síti				příloha
Střídač akumulačního systému	Výrobce/typ				Klikněte sem a zadejte text
	Počet				Zadejte hodnotu [-]
	Účinník $\cos \varphi$ (odběr)				Zadejte hodnotu [-]
	Zdánlivý výkon střídačů akumulačního zařízení S_{Amax}				Zadejte hodnotu [kVA]
	Zdánlivý výkon střídačů výroby $S_{DECEmax}$				Zadejte hodnotu [kVA]
	Celkový instalovaný výkon S_G				Zadejte hodnotu [kVA]
	Činný výkon střídačů akumulačního zařízení P_{Amax}				Zadejte hodnotu [kW]
	Činný výkon střídačů výroby $P_{DECEmax}$				Zadejte hodnotu [kW]
	Celkový instalovaný činný výkon P_G				Zadejte hodnotu [kW]
	Jmenovitý proud (st) I_n				Zadejte hodnotu [A]
	Zkratový proud I''_k				Zadejte hodnotu [A]
	Způsob připojení				
Jednopolové schéma bateriového / výroby elektřiny				Příloha	
Schéma zapojení systému do instalace				Příloha	
Použitá primární energie (slunce, voda, vítr apod.)				Klikněte sem a zadejte	
Elektřina pro nabíjení není nikdy odebírána ze sítě				ano ☐ ne ☐	
Elektřina pro nabíjení je vždy odebírána ze sítě jako				ano ☐ ne ☐	
Elektřina pro nabíjení je odebírána ze sítě i z instalované výroby				ano ☐ ne ☐	
Předpokládána dodávka do sítě z akumulačního zařízení				ano ☐ ne ☐	
Předpokládaný charakter denního provozu uveďte předpokládané časy a proudy pro nabíjecí a vybíjecí režim, četnost nabíjecích a vybíjecích cyklů během dne, případně v týdenním, měsíčním, či ročním				Příloha	
Doklady	P-Q diagram				Příloha
	Rychlost náběhu nebo změny činného výkonu v % v čase				Příloha
Řízení dodávky/odběru	popis				Příloha
Poznámka	Klikněte sem a zadejte text				
Místo, datum Klikněte sem a zadejte text			Podpis Klikněte sem a zadejte text		

16.3 DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (C)

(tuto stranu vyplní PDS)

Připojení k síti		
společný napájecí bod	nn - ☐ / vn - ☐	
Zkratový výkon ze strany PDS v přípojném bodu	S _{kv} Zadejte hodnotu [MVA]	
Zkratový proud	I _k Zadejte hodnotu [kA]	
Při připojení na vn:	stanice PDS: ☐ / Vlastní: ☐	
Zaúčtovací místo	nn - ☐ / vn - ☐	
Trvale přístupné spínací místo (druh a místo)	Klikněte sem a zadejte text	
Rozpadový - dělicí bod	Klikněte sem a zadejte text	
Hranice vlastnictví	Klikněte sem a zadejte text	
Kontrolní seznam (zkontrolujte před uváděním do provozu)		
Provozovatel předloží PDS k žádosti o připojení následující podklady:		
- Dokumentace k zapojení elektrického zařízení s údaji k jednotlivým zařízením		
- Schémata s údaji k zapojení, druhu, výrobci a funkci jednotlivých ochran		
- Popis druhu a způsobu provozu pohonů, generátorů a způsobu připojení k síti		
- Žádost o uvedení do provozu a připojení na nn/vn síť		
- Protokol o nastavení ochran výroby elektřiny		
Místo, datum:	Služebna:	Zpracovatel, telefon:
Klikněte sem a zadejte text	Klikněte sem a zadejte text	Klikněte sem a zadejte text

16.4 PROVOZNÍ OZNÁMENÍ O PROVEDENÍ PRVNÍHO PARALELNÍHO PŘIPOJENÍ VÝROBNY K DISTRIBUČNÍ SOUSTAVĚ

Žadatel
Název / jméno a příjmení: Klikněte sem a zadejte text
Ulice, č.p.: Klikněte sem a zadejte text
Město, PSČ: Klikněte sem a zadejte text
Email: Klikněte sem a zadejte text
Telefon/fax: Klikněte sem a zadejte text

Výrobce (uvede se pouze v případě, kdy je výrobcem jiný subjekt než žadatel)			
Název / jméno a příjmení: Klikněte sem a zadejte text			
Ulice, č.p.: Klikněte sem a zadejte text			
Město, PSČ: Klikněte sem a zadejte text			
Email: Klikněte sem a zadejte text			
Telefon/fax: Klikněte sem a zadejte text			
Umístění výroby			
Ulice, č.p.: Klikněte sem a zadejte text			
Město, PSČ: Klikněte sem a zadejte text			
Katastrální území a č. parcely: Klikněte sem a zadejte text			
Smlouva o připojení zařízení výrobce elektřiny k distribuční soustavě (SOP) číslo: Klikněte sem a zadejte text			
Číslo místa spotřeby: Klikněte sem a zadejte text			
EAN: Klikněte sem a zadejte text			
Hodnota hlavního jističe (NN):		Zadejte hodnotu [A]	
Skutečná hodnota hlavního jističe (NN):		☐ 1x / ☐ 3x Zadejte hodnotu [A]	
Rezervovaný výkon výroby dle SOP:		Zadejte hodnotu [kW]	
Instalovaný výkon VM:	Zadejte hodnotu [kW]	Typ VM:	Klikněte sem a zadejte text
Primární energie:	Klikněte sem a zadejte text	Počet:	Zadejte hodnotu [-]
Akumulace:	ano ☐ ne ☐	Instalovaný výkon :	Zadejte hodnotu [kW]
Kapacita:	Zadejte hodnotu [kWh]	Společný střídač s VM	ano ☐ ne ☐

16.5 VÝSLEDKY ZKOUŠEK A OVĚŘENÍ SKUTEČNÉHO STAVU VÝROBY

1.	Byly doručeny veškeré povinné dokumenty, které jsou vyžadovány jako povinná součást žádosti o provedení PPP dle PPDS	ano ☐ ne ☐
2.	Byl doručen platný a úplný „Dokument výrobního modulu“	ano ☐ ne ☐
3.	Realizovaný výkon odpovídá výkonu, o který bylo požádáno v žádosti o provedení PPP	ano ☐ ne ☐
4.	Je zrealizováno trvale přístupné spínací místo s oddělovací funkcí (rozpadové místo)	ano ☐ ne ☐

5.	Elektroměrový rozvaděč je připraven a zapojen v souladu s Požadavky na umístění, provedení a zapojení měřících souprav u výroben, včetně přípravy pro dispečerské řízení	ano ☐ ne ☐		
6.	Provedeno osazení obchodního měření dodávky do DS	ano ☐ ne ☐		
7.	Provedena simulace výpadku sítě a zjištěno okamžité vypnutí/odpojení výrobní od DS	ano ☐ ne ☐		
8.	V případě simulace výpadku sítě nebylo naměřené zpětné napětí na svorkách elektroměru	ano ☐ ne ☐		
9.	Je součástí výrobní akumulace	ano ☐ ne ☐		
10.	Osazeny a funkční napěťové a frekvenční ochrany v souladu se SoP (platí pouze pro VN a VVN)	ano ☐ ne ☐		
11.	Provedena příprava pro osazení zařízení DŘT - RTU	ano ☐ ne ☐		
12.	Provedena příprava pro osazení zařízení DŘT - HDO	ano ☐ ne ☐		
13.	Je zajištěn trvalý přístup k DŘT pro pověřené pracovníky E.ON	ano ☐ ne ☐		
Zjištěné závady (v případě více závad pokračujte na zadní straně protokolu): Klikněte sem a zadejte text				
Závěrečné hodnocení				
VM/výrobní může být provozován paralelně s DS. Dokument má charakter konečného provozního oznámení.		ano ☐ ne ☐		
VM/výrobní může být provozována na omezenou dobu z důvodu nutnosti provedení nutných zkoušek, simulací, měření nebo nastavení řídicích systémů do termínu. Dokument má charakter dočasného provozního oznámení / souhlasu s provozem VM/výrobní pro ověření technologie.		ano ☐ ne ☐		
Místo, datum: v Klikněte sem a zadejte text dne Klikněte sem a zadejte text				
Za PDS:	Jméno, Příjmení:	Klikněte sem a zadejte text	Podpis	
Za ŽADATELE:	Jméno, Příjmení:	Klikněte sem a zadejte text	Podpis	
Za VÝROBCE:	Jméno, Příjmení:	Klikněte sem a zadejte text	Podpis	

17 SEZNAM TABULEK

TAB. 1	VÝKONOVÉ KATEGORIE VÝROBEN (VÝROBNÍCH MODULŮ).....	13
TAB. 2	SOUHRNNÝ PŘEHLED POŽADAVKŮ PŘÍLOHY 4 PPDS	14
TAB. 3	SOUHRNNÉ POŽADAVKY NA VÝMĚNU DAT V REÁLNÉM ČASE	23
TAB. 4	DOBA ODEZVY NA POŽADAVEK PRO ZMĚNU VÝKONU PODLE DOSTUPNOSTI PRIMÁRNÍHO ZDROJE ENERGIE.....	25
TAB. 5	OCHRANY VÝROBEN S FÁZOVÝMI PROUDY DO 16 A	30
TAB. 6	OCHRANY ROZPADOVÉHO MÍSTA VÝROBEN S MODULY (VM (A2), B1, B2, C)	31
TAB. 7	PROVOZNÍ FREKVENČNÍ ROZSAH VÝROBEN V SÍTÍCH NN, VN A 110 kV	33
TAB. 8	ROZSAH NAPĚTÍ PRO VÝROBNY S PŘIPOJENÉ DO SÍTĚ VN	33
TAB. 9	ROZSAH NAPĚTÍ PRO VÝROBNY S MODULY D V SÍTĚ 110 kV	33
TAB. 10	PARAMETRY FRT KŘIVKY NA OBR. 7	38
TAB. 11	PARAMETRY FRT KŘIVKY NA OBR. 8.....	39
TAB. 12	PARAMETRY FRT KŘIVKY NA OBR. 9.....	40
TAB. 13	PARAMETRY FRT KŘIVKY - SYNCHRONNÍ VM D NA OBR. 10	41
TAB. 14	PARAMETRY FRT KŘIVKY NA OBR. 11.....	41
TAB. 15	PARAMETRY PRO FREKVENČNÍ ODEZVU ČINNÉHO VÝKONU VE FREKVENČNĚ ZÁVISLÉM REŽIMU FSM	48
TAB. 16		52
TAB. 17	PŘÍPUSTNÝ VZTAŽNÝ PROUD HARMONICKÝCH ZDROJŮ V SÍTĚ NN	61
TAB. 18	PŘÍPUSTNÝ VZTAŽNÝ PROUD HARMONICKÝCH ZDROJŮ V SÍTĚ VN.....	62
TAB. 19	PŘÍPUSTNÝ VZTAŽNÝ PROUD HARMONICKÝCH ZDROJŮ V SÍTĚ 110 kV.....	63
TAB. 20	MEZNÍ VÝKONY VÝROBEN PRO POTŘEBU HRADICÍCH ČLENŮ HDO	66
TAB. 21		89

18 SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1	POŽADAVKY NA DODÁVKU/ODBĚR JALOVÉHO VÝKONU PŘI U_N	35
OBR. 2	JALOVÝ VÝKON VM A1, A2 PRO $P=P_D$	35
OBR. 3	JALOVÝ VÝKON VM A2, B1, B2 A C PŘI JMENOVITÉM NAPĚTÍ	36
OBR. 4	DODÁVKA/ODBĚR Q PŘI MAXIMÁLNÍ DODÁVCE P U SYNCHRONNÍCH VM B1, B2, C A D	37
OBR. 5	DODÁVKA/ODBĚR Q PŘI MAXIMÁLNÍ DODÁVCE P U NESYNCHRONNÍCH VM B2, C A D	37
OBR. 6	DODÁVKA/ODBĚR Q PŘI JMENOVITÉM NAPĚTÍ A NIŽŠÍ NEŽ MAXIMÁLNÍ DODÁVCE P PRO NESYNCHRONNÍ VM KATEGORIE B2, C A D	38
OBR. 7	ČASOVÝ PRŮBĚH NAPĚTÍ V MÍSTĚ PŘIPOJENÍ ZA PODMÍNEK PORUCHY PRO NESYNCHRONNÍ VÝROBNÍ MODULY KATEGORIE A1, A2, B1, B2 A C (FRT KŘIVKA)	39
OBR. 8	SCHOPNOST PŘEKLENUTÍ PORUCHY SYNCHRONNÍCH VM A1, A2 A B1 (DO 1 MW)	40
OBR. 9	SCHOPNOST PŘEKLENUTÍ PORUCHY SYNCHRONNÍCH VM B2 A C (FRT KŘIVKA)	40
OBR. 10	SCHOPNOST PŘEKLENUTÍ PORUCHY SYNCHRONNÍCH VM D (FRT KŘIVKA)	41
OBR. 11	SCHOPNOST PŘEKLENUTÍ PORUCHY NESYNCHRONNÍCH VM D (FRT KŘIVKA)	42
OBR. 12	SCHOPNOST PŘEKLENUTÍ KRÁTKODOBÉHO NADPĚTÍ VM A1, A2, B1, B2 A C	42
OBR. 13	PRINCIP PODPORY NAPĚTÍ SÍTĚ ZKRATOVÝM PROUDEM NESYNCHRONNÍMI VM	43
OBR. 14	SCHOPNOST FREKVENČNÍ ODEZVY ČINNÉHO VÝKONU U VÝROBNÍCH MODULŮ V OMEZENÉM FREKVENČNĚ ZÁVISLÉM REŽIMU PŘI NADFREKVENCÍ	46
OBR. 15	MAXIMÁLNÍ SNÍŽENÍ ČINNÉHO VÝKONU S KLESAJÍCÍM KMITOČTEM	47
OBR. 16	SCHOPNOST FREKVENČNÍ ODEZVY ČINNÉHO VÝKONU U VÝROBNÍCH MODULŮ V OMEZENÉM FREKVENČNĚ ZÁVISLÉM REŽIMU PŘI PODFREKVENCÍ	48
OBR. 17	FREKVENČNÍ ODEZVA ČINNÉHO VÝKONU FSM	49
OBR. 18	ILUSTRATIVNÍ ZNÁZORNĚNÍ FREKVENČNÍ ODEZVY ČINNÉHO VÝKONU NA PODFREKVENCÍ U AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ ...	50
OBR. 19	CHARAKTERISTIKA FUNKCE $P(U)$	50
OBR. 20	CHARAKTERISTIKA FUNKCE $Q(U)$	53
OBR. 21	PŘIPOJENÍ VÝROBNY ELEKTŘINY NN	76
OBR. 22	PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULAČNÍM ZAŘÍZENÍM NN	81
OBR. 23	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ Z NADZEMNÍHO VEDENÍ VN PŘÍPOJKOU VÝROBCE	82
OBR. 24	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO VN ROZVODNY DS	83
OBR. 25	PŘIPOJENÍ VÝROBNY A AKUMULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ ZASMYČKOVÁNÍM DO VN VEDENÍ DS	84
OBR. 26	PŘIPOJENÍ VÝROBNY JEDNODUCHÝM T ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 kV	85
OBR. 27	PŘIPOJENÍ VÝROBNY S AKUMULAČNÍM ZAŘÍZENÍM JEDNODUCHÝM ODBOČENÍM K VEDENÍ 110 kV	86
OBR. 28	PŘIPOJENÍ VÝROBNY SAMOSTATNÝM VEDENÍM DO 110 kV ROZVODNY DS	87
OBR. 29	PŘIPOJENÍ VÝROBNY PRODLOUŽENÍM PŘÍPOJNIC 110 kV PŘES PODÉLNÉ DĚLENÍ	88
OBR. 30	PŘIPOJENÍ VÝROBNY ZASMYČKOVÁNÍM DO VEDENÍ 110 kV V DS	89