

PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ LOKÁLNÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY

Příloha 4 **Pravidla pro paralelní provoz výroben a akumulčních zařízení se sítí provozovatele lokální distribuční soustavy**

(obsahuje požadavky NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631, které distributor stanovil
pro LDS Wikov MGI a.s.)

Schválil: ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD

Obsah

Použité zkratky.....	4
Úvod.....	6
1 Označení a pojmy.....	6
2 Rozsah platnosti	10
3 Všeobecné	14
4 Přihlašovací řízení.....	16
4.1 Technické konzultace.....	17
4.2 Žádost o připojení	17
4.3 Posouzení žádosti o připojení výrobní	17
4.3.1 PLDS vyžaduje studii připojitelnosti	18
4.3.2 Návrh smlouvy.....	18
4.4 Studie připojitelnosti výrobní.....	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 výměny dat	23
6 Elektroměry, měřicí a řídící zařízení.....	28
7 Spínací zařízení	29
8 Ochrany	30
8.1 Mikro zdroje.....	30
8.2 Výrobní s fázovým proudem nad 16 A v sítích nn a výrobní připojené do sítí vn a výrobní připojené do sítí VN A 110 KV (VM A2, B1, B2, C, D)	31
9 Chování výroben v síti	32
9.1 Normální provozní podmínky	32
9.1.1 Provozní frekvenční rozsah ostatních výroben v sítích nn, vn.....	32
9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí.....	32
9.2 Zásady podpory sítě	33
9.2.1 Statické řízení napětí.....	33
9.2.2 Dynamická podpora sítě	35
9.3 Přizpůsobení činného výkonu	39
9.3.1 Snížení činného výkonu při nadfrekvenci.....	39
9.3.2 Snížení činného výkonu při podfrekvenci	40
9.3.3 Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce P(U).....	42
9.3.4 Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách	42
9.4 Řízení jalového výkonu v závislosti na provozních podmínkách.....	43
9.4.1 Způsoby řízení jalového výkonu	43
9.4.2 Jalový výkon závislý na napětí – funkce Q(U).....	45

9.5	Automatické opětovné připojení výroben	46
10	Podmínky připojení	47
10.1	Zvýšení napětí	47
10.2	Nesymetrie napětí v sítích nn	50
10.3	Změny napětí při spínání	50
10.4	Připojování synchronních generátorů	51
10.5	Připojování asynchronních generátorů	52
10.6	Připojování výroben se střídači, ev. měniči kmitočtu	52
11	Zpětné vlivy na napájecí síť	52
11.1	Změna napětí	52
11.2	Proudy harmonických	53
11.2.1	Výrobní v síti nn	53
11.2.2	Výrobní v síti vn	54
11.3	Ovlivnění zařízení HDO	56
12	Uvedení výrobní do provozu a provozování	59
12.1	První paralelní připojení výrobní k síti	59
12.2	Ověřovací provoz	61
12.3	Trvalý provoz výrobní elektřiny, uzavření příslušných smluv	61
12.4	SLEDOVÁNÍ SOULADU	62
13	Příklady připojení výroben	64
13.1	Připojení výrobní NN do LDS	64
13.2	Připojení výrobní s akumulací NN do LDS	65
13.3	Připojení výrobní z nadzemního vedení vn přípojkou výrobce	66
13.4	Připojení výrobní samostatným vedením do vn rozvodny LDS	67
13.5	Připojení výrobní zasmyčkováním do vn vedení	68
Dodatek		69
14	Literatura	77
15	Příklady výpočtu	80
Pro proud 23. harmonické je přípustná mez překročena.		81
16	Formuláře(informativně).....	82
16.1	DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (A)	82
16.2	VZOR PROTOKOLU O SPLNĚNÍ TECHNICKÝCH PODMÍNEK PRO UVEDENÍ výrobní DO PROVOZU s lokální distribuční soustavou PLDS.....	86
17	SEZNAM OBRÁZKŮ	89

Použité zkratky

EU Evropská unie

ČR Česká republika

ES elektrizační soustava

PS přenosová soustava

DS distribuční soustava

LDS lokální distribuční soustava

UDS uzavřená distribuční soustava¹¹

PPS provozovatel přenosové soustavy

PDS provozovatel distribuční soustavy

PLDS provozovatel lokální distribuční soustavy

PPDS Pravidla provozování distribučních soustav

PUDS Provozovatel uzavřené distribuční soustavy

EN Evropská norma

ČSN Česká státní norma

PNE podniková norma energetiky

PN podniková norma

OZE obnovitelné zdroje energie

VM výrobní modul

FVE fotovoltaická výrobní elektrárna

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

DTS distribuční trafostanice

RTU remote terminal unit

¹ ve smyslu Nařízení EU 2017/1388 Čl. 2 Definice 5

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 nad frekvenci

LFSM-U omezený frekvenčně závislý režim při podfrekvenci

FSM frekvenčně závislý mód

FRT časový průběh poklesu napětí „fault-ride-through“

OVRT časový průběh přechodného zvýšení napětí „overvoltage ride-through“

RoCoF hodnota změny frekvence „rate-of-change-of-frequency“

EVS energetický výstražný systém

PpS podpůrné služby

PR primární regulace

VS vlastní spotřeba výroby elektřiny/ výrobního modulu

Úvod

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

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

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

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

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

1 Označení a pojmy

S_{kV} zkratový výkon ve společném napájecím bodu

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 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 [7], [9];
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 bodu².

S_A jmenovitý zdánlivý výkon výroby

S_{Amax} maximální zdánlivý výkon výroby

S_{nE} jmenovitý zdánlivý výkon výrobního modulu

S_{nG} jmenovitý zdánlivý výkon generátoru

φ_i fázový úhel proudu výroby

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

λ účinník – podíl činného výkonu P a zdánlivého výkonu S

k poměr mezi rozběhovým, popř. zapínacím proudem a jmenovitým proudem generátoru

I_a rozběhový proud

I_r proud, na který je výroba dimenzována (obvykle jmenovitý proud I_n)

k_{kl} zkratový poměr, poměr mezi S_{kV} a maximálním zdánlivým výkonem výroby S_{rAmax}

S_{vlsp} zdánlivý příkon vlastní spotřeby

$\cos \varphi_{vlsp}$ cosinus fázového úhlu mezi základní harmonickou napětí a proudu vlastní spotřeby

Flikr

Subjektivní vjem změny světelného toku.

Harmonické

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

Meziharmonické

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

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

Mikrozdvoj

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

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 PPLDS odvozené požadavky v části 10 a 11 uplatněny.

OZ

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

PDS

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

PLDS

Provozovatel lokální distribuční soustavy, která není přímo připojena k přenosové soustavě a je provozována na částech vymezeného území provozovatele velké regionální DS s vlastním vymezeným územím.

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.

Předávací místo

Předávacím místem místo předání a převzetí elektřiny mezi provozovatelem přenosové nebo distribuční soustavy a jiným účastníkem trhu s elektřinou prostřednictvím elektrizační soustavy.

Místo připojení

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

Střídače řízené vlastní frekvencí

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

Střídače řízené sítí

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

Výrobna elektřiny

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 připojení³.

Elektrické akumulární zařízení (akumulační zařízení)

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

Výrobní elektřiny s akumulárním zařízením

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

Fotovoltaická výrobní elektřiny s akumulárním zařízením

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

Instalovaný výkon výrobní elektřiny

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

Instalovaný výkon akumulárního zařízení

U akumulárního zařízení je jeho instalovaným výkonem výkon střídače.

U fotovoltaických výroben elektřiny s akumulárním zařízením se společným

střídačem se pro účely pravidel provozování distribučních soustav považuje za instalovaný výkon vyšší z hodnot výkonu střídače akumulárního zařízení, nebo součet jmenovitých hodnot všech instalovaných solárních panelů.

Elektrické akumulární zařízení (akumulační zařízení) je zařízení, schopné absorbovat elektrickou energii, po určitou dobu ji v různých formách uskladnit a poté elektrickou energii uvolnit.

Senzor směru toku energie

Technické zařízení pro určení směru toku energie s komunikační vazbou.

Výrobní modul

Výrobní modul je buď synchronní nebo nesynchronní výrobní modul.

Generátor

Typ mobilního výrobního modulu s pohonem spalovacího motoru.

Synchronní výrobní modul

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

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

Nesynchronní výrobní modul

Blok nebo soubor bloků vyrábějící elektřinu, který je nesynchronně připojen k soustavě nebo je připojen prostřednictvím výkonové elektroniky, a který je k přenosové soustavě, k distribuční soustavě včetně uzavřené distribuční soustavy nebo k vysokonapěťové stejnosměrné soustavě připojen v jediném místě připojení.

Kompenzační zařízení

Zařízení pro kompenzaci účinníku nebo řízení jalové energie.

Ostrovní provoz části LDS, která je odpojena od zbytku ES

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

Ostrovní provoz odběrného místa v LDS s výrobou

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

Oddělený ostrovní provoz – Off Grid systém

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

FVE

Fotovoltaická elektrárna

VTE

Větrná elektrárna

2 Rozsah platnosti

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

Takovýmito výrobny jsou např.:

1. vodní elektrárny
2. větrné elektrárny
3. generátory poháněné tepelnými stroji, např. blokové teplárny, kogenerační jednotky, spalování bioplynu a biomasy
4. fotočláňková zařízení
5. geotermální elektrárny

Platnost těchto pravidel se rovněž vztahuje na:

I. výroby 1.) až 5.) s akumulací elektrické energie

II. samostatně připojené elektrické akumulční zařízení

III. odběrná elektrická zařízení s akumulací elektrické energie

IV. uzavřené distribuční soustavy s výrobny elektřiny bez akumulčního zařízení a s akumulčním zařízením.

V. lokální distribuční soustavy s výrobny elektřiny bez akumulčního zařízení a s akumulčním zařízením.

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

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

Pro zdroje připojované do sítí nn s fázovým proudem do 16 A platí požadavky ČSN EN 50438 [20], která na rozdíl od **RfG** pokrývá i výkonové pásmo do 800 W. V těchto 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 akumulčních zařízení se při dodávce do **LDS** posuzují zpětné vlivy podle částí 10 a 11, při odběru z **LDS** podle Přílohy 6 PPLDS a podle PNE 33 3430-0 [8].

Pokud není uvedeno jinak, vztahují se tato ustanovení PPLDS platná pro výroby elektřiny/výroby také na elektrická akumulční 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 PPS může stanovit odlišné mezní výkony, které však nesmějí být vyšší, než uvádí **RfG**.

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

TAB. 1 Kategorie výrobního modulu

Kategorie Výrobního Modulu	Limit	Podkat.	Hranice PLDS	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 výrobních modulů 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 výroby jsou posuzovány nesynchronní výrobní moduly, jako jsou fotovoltaické elektrárny, fotovoltaické elektrárny s akumulací a elektrické akumulární 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 LDS. Pro napětí v místě připojení platí podle Čl. 5 [4], že napětí kategorie A až C v místě připojení je 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 a maximální výkon, do kterého je možné připojení do sítě nn, závisí na druhu a způsobu provozu vlastní výroby, stejně jako na síťových poměrech **PLDS**. Do sítě nn jsou připojovány výrobní moduly kategorie A (do sítě vn výjimečně výrobní moduly kategorie A2), do sítě vn výrobní moduly

kategorie B (do sítí nn výjimečně kategorie B1) a C, do sítí 110 kV výrobní moduly kategorie D zpravidla o výkonu nad 10 MW a výjimečně i nižší.

U výroben připojovaných do sítí nn je při jednofázovém připojení omezen výkon v jednom přípojném bodě na 3,7 kVA/fázi, nesymetrie u fázových vodičů nesmí za normálního provozního stavu překročit 3,7 kVA.

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

Souhrnný přehled jednotlivých požadavků v člancích– **RfG** uvádí pro jednotlivé typy **VM** následující **TAB. 2**.

TAB. 2 Souhrnný přehled požadavků podle RfG uvedených v této příloze 4

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

⁴ Článek 13.6 **RfG** platí podle článku 14 1. i pro kategorii **VM B**.

⁵ Požadavek na schopnost startu ze tmy pro **VM** kategorie B2

20.2a	Dodávka jalového výkonu u nesynchronních VM		X	X			
20.2b,c	Rychlý poruchový proud v případě poruchy			X	X	X	X
21.3b,c	Dodávka jalového výkonu				X	X	X
21.3d	Režimy regulace jalového výkonu				X	X	X

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

3 Všeobecné

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

Při zřizování a provozu elektrických zařízení je zapotřebí dodržovat:

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

Projektování, výstavbu a připojení vlastní výrobní k síti PLDS je zapotřebí zadat odborné firmě.

Připojení k síti je třeba projednat a odsouhlasit s PLDS.

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

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

Jedná se zejména o následující případy:

- zvýšení celkového instalovaného výkonu výrobní elektriny
- změna druhu výrobní

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

4 Přihlašovací řízení

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

- katastrální mapa s vyznačením pozemku nebo výroby, výpis z katastru nemovitostí
- údaje o zkratové odolnosti předávací stanice
- popis ochrany s přesnými údaji o druhu, výrobci, zapojení a funkci
- příspěvek vlastní výroby k počátečnímu zkratovému proudu v místě připojení k síti
- u střídačů, měničů frekvence a synchronních generátorů s buzením napájeným usměrňovači: zkušební protokoly k očekávaným proudům harmonických a mezipharmonických, impedance pro frekvence HDO (183 až 283 Hz)
- u větrných elektráren: osvědčení a protokol k očekávaným zpětným vlivům podle [7] (jmenovitý výkon, činitel flikru, kolísání činného a jalového výkonu, vnitřní úhel výroby, meze pro řízení účinníku - kapacitní/induktivní, emitované harmonické a mezipharmonické proudy a náhradní schéma pro určení příspěvku do zkratu a vlivu na úroveň signálu HDO, vybavení ochranami a jejich vypínací časy).

U zjednodušeného připojení (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 specifikaci s technickými údaji o zařízení.

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

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

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

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

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

Pro výrobní moduly kategorie **B2** bude požadováno předání modelů ve formě strukturních a blokových diagramů, jejich vstupních dat a výstupů dokládajících chování **VM B2**.

Příslušný rozsah simulací a výstupů stanoví a zveřejní příslušný PLDS.

4.1 Technické konzultace

Na základě obecného požadavku poskytne **PLDS** žadateli informace o možnostech a podmínkách připojení výrobní k **LDS** a o podkladech, které musí žádost o připojení výrobní k **LDS** 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. Vyjádření nemá vymezenou časovou platnost.

4.2 Žádost o připojení

Základní náležitosti žádosti výrobce o připojení zařízení k **LDS** jsou uvedeny v Přílohách č.1, 2 a 3 vyhlášky [2]. Především je zapotřebí přiložit vyplněný formulář PLDS, jehož vzor je přiložen v části 16.

Součástí podkladů dále jsou:

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

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

4.3 Posouzení žádosti o připojení výrobní

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

a) zda je připojení možné s ohledem na:

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

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

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

kde jednotlivé části mají následující význam:

$\sum P_{i(N-1)}$ je součet instalovaných výkonů transformátorů 110 kV/vn resp. vn/nn, v řešené oblasti s vyloučením stroje o největším výkonu (kriterium N-1)

V případě transformoven s jedním transformátorem uvažovat 50% P_i transformátoru, není-li stanoveno PLDS jinak (např. základě výpočtu chodu sítě)

k_{TR} redukční koeficient zohledňující optimální zatížení transformátoru ⁶.

$P_{BILANCE}$ výkonová bilance oblasti ⁷

k_E redukční koeficient zohledňující drobnou rozptýlenou výrobu⁸. Umožňuje vytvoření výkonové rezervy pro výroby, jejichž připojení do oblasti bude povolováno i v době, kdy oblast bude bez volné přenosové kapacity

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

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

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

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

4.3.1 PLDS vyžaduje studii připojitelnosti

Požadavky na studii připojitelnosti jsou uvedeny v [2].

4.3.2 Návrh smlouvy

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

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

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

⁷ 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 zdrojích připojených v oblasti – klasických i OZE). PLDS je oprávněn uvedenou naměřenou hodnotu korigovat o hodnoty výkonů výroben, které v době měření byly mimo provoz.

⁸ Pokud není zdůvodněna jiná hodnota, volí se $k_E = 0,9$, $k_E = 1$ – použije se tehdy, vychází-li výpočet z úplné evidence všech výroben. V tomto případě se nevytváří žádná rezerva pro připojování rozptýlené výroby, a tudíž do uzavřené oblasti nelze připojit již žádnou jinou výrobu.

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

4.4 Studie připojitelnosti výroby

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

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

Náklady na zpracování studie hradí jejímu zpracovateli žadatel.

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

Na základě požadavků PLDS bude studie obsahovat simulace chování výroby v stálém stavu i během přechodných jevů (složka 50 Hz), příp. při simulacích elektromagnetických přechodových dějů, Náklady na zpracování studie hradí jejímu zpracovateli žadatel.

Podklady zpravidla obsahují:

- a) zkratový výkon **vv_n** 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 LDS v předmětné části LDS
- d) platné požadavky na připojení výroby elektřiny k LDS v předmětné části LDS
- e) parametry transformátoru **vv_n/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. 16

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

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

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

4.4.1 Rozsah studie

U výroben, připojovaných do sítí **nn** a **vn** je rozsah sítě **LDS** dán zpravidla stanicí s napájecím transformátorem sítě, vedením s posuzovanou výrobnou a jeho doporučeným přípojným bodem a dalšími vedeními s provozovanými či plánovanými výrobny i zátěžemi těchto vedení. Posuzovány jsou provozní stavy definované **PLDS**. Dále se ve studii posuzují případné přetoky do vyšších napěťových hladin a jejich vliv na činnost regulace napětí transformátorů. Výpočty chodu sítě jsou dle požadavku provozovatele **LDS** prováděny pro letní minimální zatížení, zimní maximální zatížení, příp. takové zatížení, při němž bude dosahováno maxima výroby v dané síti. Protože v současné době nejsou k dispozici pro prokázání chování výroben v přechodových stavech podle části 11 potřebné vstupní údaje, bude zpracovatel studie dokládat pouze schopnost (vybavenost) těchto výroben pro tyto stavy podle zkušebních protokolů výrobce.

4.5 Projektová dokumentace

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

- realizaci požadavků **PLDS** dle vyjádření (bod č. 4.3.2)
- délky, typy a průřezy vedení mezi výrobnou a místem připojení k **LDS**, parametry použitých transformátorů
- situační řešení připojení výrobní k **LDS**
- typy, parametry a navržené hodnoty nastavení elektrických ochranných výrobní souvisejících s **LDS**
- 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 **PPLDS** nebo technickými normami.
- návrh provedení fakturačního měření a jeho umístění.

- potřebné údaje k rozhraní pro dálkové ovládání, měření a signalizaci pro vazbu na řídicí systém LDS(DS). (bylo-li požadováno)
- zařazení vyhrazeného elektrického technického zařízení do tříd a skupin podle vyhlášky [27].
- popis funkcí ochran a automatik výroby majících vazbu na provoz LDS

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

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

4.6 Změny žádosti o připojení

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

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

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

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

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

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

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

5 Připojení k síti

Nově připojované výroby do LDS musí být připraveny pro instalaci dálkového ovládání, tzn. ovládací obvod a komunikační cestu mezi elektroměrovým rozváděčem a novou výrobou.

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

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 připojena k síti. Toto se týká výroby neumožňujícího ostrovní provoz OM. V případě, že výroba umožňuje ostrovní provoz OM, musí být zajištěno, že v případě ztráty napětí v lokální distribuční síti dojde k odpojení celého OM. Toto zařízení musí být ověřeno akreditovanou zkušebnou. Výrobce je povinen poskytnout protokol akreditované zkušebny [26] o připojovaném zařízení příslušnému PLDS.

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 LDS.

Pro výroby s nízkou dobou využití, na jejichž provoz není vázána výrobní technologie a výrobce nepožaduje obvyklou zabezpečenost 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 LDS) se výkon elektrického akumulacního zařízení neuvažuje, pokud je menší jak 10 kW.
- U ostatních výroben elektřiny s akumulacním zařízením (výroby elektřiny nn do instalovaného výkonu výroby 10 kW s přetokem do LDS a všechny výroby elektřiny s připojovaným výkonem výroby nad 10kW) se pro posouzení připojení instalované výkony akumulacního zařízení a výroby sčítají, pokud PLDS neodsouhlasí technická opatření, která zajistí, že soudobá výroba nepřekročí sjednaný/požadovaný rezervovaný výkon.

Vlastní výroby, popř. zařízení odběratelů s vlastními výrobami, které mají být provozovány paralelně se sítí **PLDS**, je zapotřebí připojit k síti ve vhodném předávacím místě.

Způsob a místo připojení na síť, stejně jako napětíovou hladinu, konečnou výši rezervovaného výkonu stanoví **PLDS** s přihlédnutím k daným síťovým poměrům, požadovanému výkonu a způsobu provozu vlastní výroby, stejně jako k oprávněným zájmům výrobce. Tím má být zajištěno, že vlastní výroba 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 ve společném napájecím bodě (zkratového výkonu), připojovaného výkonu, stejně jako druhu a způsobu provozu vlastní výroby a údajích o souvisejících výrobnách, včetně jejich vlivu na napětí v LDS, s využitím skutečně naměřených hodnot v související oblasti LDS.

Výrobu lze připojit:

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

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

5.1 Dálkové řízení a výměny dat

Pro bezpečný provoz je nutné:

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

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

Pro **VM A2** v současné době postačuje příprava potřebného rozhraní.

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

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

TAB.3 Souhrnné požadavky na výměnu dat

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

Přechod na nový diagramový bod VM	x	x	
Způsob napájení VS	x	x	
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.			

Elektrická akumulční zařízení připojené do sítí vn s měřením na straně vn

- ❖ Potřebná data a informace pro zpracování v řídicím systému PLDS zpravidla jsou:
 - Připojení velkokapacitních baterií do LDS - základní podmínky, jako pro připojení výroben, s povinností nahlašování navyšování / snižování celkové kapacity baterií (předpoklad modulárního rozšiřitelného řešení).
 - Bude provedena realizace dálkového ovládání vybraných prvků z DŘS, dálkovou regulaci v režimech nabíjení i dodávky do LDS, přenosů určených pro signalizaci a měření do DŘS a vybavení požadovanými ochranami, včetně řešení automatické regulace činného výkonu v případě změn frekvence v ES.
 - Upřesnění požadavků na poruchovou signalizaci a požadavků na měření bude provedeno dle konkrétní technické specifikace a po bližším seznámení s nasazovanými zařízeními.
 - Při přímém napojení baterií na rozvodnu vn s transformací 110 kV/vn bude připojení provedeno tak, aby bylo možné provést manipulace pro vyčlenění velkokapacitní baterie k jejímu použití pouze pro napájení vlastní spotřeby rozvodny přepnutím do režimu ostrovního provozu (pro případ dlouhodobého výpadku DS). Při běžném provozu LDS se samostatné udržení v ostrovním provozu nepožaduje.
- ❖ Výchozí informace pro dispečerské řízení:
 - kapacita plně nabitě baterie kVAh ,
 - maximální dodávaný výkon do LDS (omezení baterií, střídačem..),
 - maximální odebíraný příkon při nabíjení ($P_{\max \text{prik}}$) při $\cos \varphi = 1$.
- ❖ Doplnující požadavky na dispečerské řízení:
 - Režim nabíjení baterie z LDS - držet stálý účinník $\cos \varphi = 1$
- ❖ Přenášené signály:
 - baterie připravena k nabíjení,
 - režim nabíjení baterie,
 - baterie nabita,

- baterie nepřipravena k nabíjení.
 - Dálková regulace nabíjecího výkonu baterie - nastavitelná v % nastavení maximálního příkonu $P_{přik}$.
 - Regulace nabíjecího výkonu bude ve 4 regulačních stupňů $P_{přik} = 0-30-60-100\%$ $P_{maxpřik}$.
 - Jedná se o maximální povolenou hodnotu nabíjecího příkonu baterie, stanovenou v procentech maximálního nabíjecího příkonu $P_{maxpřik}$ 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 LDS a regulace Q (mimo režim nabíjení baterie).
 - U regulace dodávaného P_{dod} do LDS - 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 LDS,
 - o dodávka do LDS,
 - o baterie vybita,
 - o baterie nepřipravena k dodávce do LDS (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 LLDS (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 LDS, způsob dispečerského řízení, režimy regulace činného a jalového výkonu (distribuce / obchod) bude upřesněn v rámci přípravy nasazení a technických konzultací. Provozovatel LDS má právo požadovat tyto změny do doby předložení a odsouhlasení Projektové dokumentace.

Procesní rozhraní

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

Pojmy pro všechny výroby:

Disponibilní výkon

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

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

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

Disponibilní příkon elektrického akumulčního 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 musí reagovat pouze ve smluvně dohodnutých rozsazích. Hodnota zadaná **PLDS**, případně **PDS**, bude potvrzena řídicím systémem výroby.

Činný výkon

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

Zařízení pro zaznamenávání poruch

Výrobní moduly **B2, C a D** musí být podle **RfG** čl. 15.6 b) vybaveny monitorovacím zařízením archivující průběh vybraných veličin (**P, f, U, Q**) v časovém úseku -5 až +15 minut se vzorkováním minimálně 0,1s, 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 **PLDS**.

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 1s.

Vzorkování veličin a trvání záznamu je zapotřebí přizpůsobit typu událostí a ověřovaných reakcí **VM** na tyto jevy. Nedomluví-li se **PLDS** s provozovatelem **VM** jinak, potom platí následující: Sledování chování **VM** při krátkodobých poklesech napětí a sledování zkratového proudu synchronních i nesynchronních **VM** vyžaduje vzorkování po 20 ms s trváním záznamu minimálně -1 až 3 s, při krátkodobém nadpětí 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 uloží do archivu, kde bude k dispozici na vyžádání provozovatelů soustavy po dobu jednoho roku. Standardním prostředkem pro předání záznamů (časových řad) je formát csv. Přesnost měření je 0.1% pro napětí a výkony a 0.01% pro frekvenci.

Zařízení pro sledování dynamického chování soustavy:

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

Zařízení pro sledování kvality dodávek:

Pro elektřinu dodávanou regionálními výrobci platí ve společném napájecím bodě stejné parametry kvality, jako jsou uvedeny [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 podmínkách připojení.

6 Elektroměry, měřicí a řídicí zařízení

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

Fakturační elektroměry v majetku **PLDS** a jim přiřazené řídicí přístroje jsou uspořádány na vhodných trvale přístupných místech odsouhlasených **PLDS**.

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

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

Dodávku a montáž elektroměrů zajišťuje **PLDS na vlastní náklady**.

Přístrojové měřicí transformátory napětí či proudu jsou součástí zařízení výroby. Přístrojové měřicí transformátory musí být schváleného typu, požadovaných technických parametrů a úředně ověřeny (podrobnosti jsou v **Příloze 5 PPLDS: Fakturační měření**).

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

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

7 Spínací zařízení

Pro spojení vlastní výroby se sítí **PLDS** musí být použito spínací zařízení (vazební spínač) minimálně se schopností vypínání zátěže (např. vypínač, odpínač s pojistkami, úsekový odpínač), kterému je předřazena zkratová ochrana podle části 8. Tento vazební spínač může být jak na straně nn, tak i na straně vn. 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 výroby od sítě při poruchách v síti a při pracích na přípojném vedení či vymezování poruch je u jednoduchého připojení výroby ztráta napětí pro vlastní spotřebu a s tím spojené nepříznivé důsledky při opětovném uvádění do provozu. Z tohoto důvodu považujeme pro takto připojené výroby za výhodnější, aby při poruchách v LDS docházelo přednostně k vypnutí generátoru a napájení vlastní spotřeby po skončení napěťového poklesu či úspěšném cyklu OZ zůstalo zachováno, tedy způsob připojení podle obr.11.

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

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

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

Některé příklady připojení vlastních výroben jsou uvedeny v části 13.

8 Ochrany

Opatření na ochranu vlastní výroby (např. zkratovou ochranu, ochranu proti přetížení, ochranu před nebezpečným dotykem) je zapotřebí provést podle části 7.7 PPLDS. U zařízení schopných ostrovního provozu je třeba zajistit chránění i při ostrovním provozu. Nastavení ochran ve vazbě na LDS určuje PLDS. Nastavení frekvenčních ochran zohledňuje kromě požadavků PLDS také požadavky provozovatele DS, ke které je LDS připojena.

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 je přijatelná při relativně malém podílu těchto zařízení, není udržitelná při jejich rostoucím podílu v LDS. Proto mohou poklesy napětí při poruchách v síti vyvolat odpojení od sítě pouze ve výjimečných případech.

8.1 Mikro zdroje

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

TAB. 4 Ochrany výroben s fázovými proudy do 16 A

Parametr	Maximální vypínací čas [s]	Nastavení pro vypnutí
nadpětí 1. stupeň ⁽¹⁾	3	230 V + 10-%
nadpětí 2. stupeň	0,2 (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, třídy S. Tato funkce musí být založena na průměrné efektivní hodnotě napětí v intervalu 10 minut. Odchylka od ČSN EN 61000-4-30 spočívá v klouzavém měřicím okně. Pro porovnání s vypínací mezí postačí výpočet nové 10-min hodnoty nejméně každé 3 s.

V některých případech může být s ohledem na síťové poměry třeba jiné nastavení ochran. Proto je jejich nastavení vždy nutné odsouhlasit s PLDS. 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 výrobný do výkonu 3,7 kVA/fázi.

Podfrekvenční a nadfrekvenční ochrana může být jednofázová.

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

Na rozpoznání stavu odpojení výrobný od sítě PLDS 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 Výrobný s fázovým proudem nad 16 A v sítích nn a výrobný připojené do sítí vn a výrobný připojené do sítí VN A 110 KV (VM A2, B1, B2, C, D)

Nastavení ochran rozpadového místa

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

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

funkce	Rozsah nastavení	Doporučené nastavení ochrany	
Nadpětí 3. Stupeň $U \gg$	1,00 – 1,30 U_n	1,25 U_n	0,1 s
Nadpětí 2. stupeň $U \gg$	1,00 – 1,30 U_n	1,2 U_n	nezpožděně (5s) ⁽⁴⁾
Nadpětí 1. stupeň $U >$	1,00 – 1,30 U_n	1,15 U_n ⁽¹⁾	≤ 60 s
Podpětí 1. stupeň $U <$	0,10 – 1,00 U_n	0,7 U_n	0 – 2,7 s ¹⁾
Podpětí 2. stupeň $U \ll$	0,10 – 1,00 U_n	0,3 U_n (0,45 U_n) ⁽²⁾	$\geq 0,15$ s
nadfrekvence $f >$	50 – 52 Hz	51,5 Hz	≤ 100 ms
podfrekvence $f <$	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz ⁽⁴⁾	≤ 100 ms
Jalový výkon/ podpětí ($Q \bullet$ & $U <$)	0,70 – 1,00 U_n	0,85 U_n	$t_1 = 0,5$ 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.

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

- (2) *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.*
- (3) *Toto nastavení je závislé na výkonu výrobní a kmitočtově závislém přizpůsobení výkonu.*

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

Nastavení ochran a jejich časová zpoždění udává **PLDS** v závislosti na koncepci chránění, způsobu provozu (**OZ**), přípojném bodě (přípojnice transformovny nebo v síti) a výkonu 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 **PLDS** 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 ostatních výroben v sítích nn, vn

TAB. 6

Rozsah frekvence	Doba trvání
47,0 Hz – 47,5 Hz	20 s
47,5 – 48,5 Hz	30 min*
48,5 – 49 Hz	90 min*
49 – 51 Hz	neomezeně
51 – 51,5 Hz	30 min

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

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

9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí

Výrobní elektřiny 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 $(U_n - U)/U_n$.

Výrobní elektriny připojená do sítě **vn** a 110 kV musí být schopna provozu, pokud napětí v místě připojení zůstává v rozsahu v TAB.7:

TAB.7 Rozsah napětí pro 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] [44]) v rozsahu podle následující tabulky:

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

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

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

9.2 Zásady podpory sítě

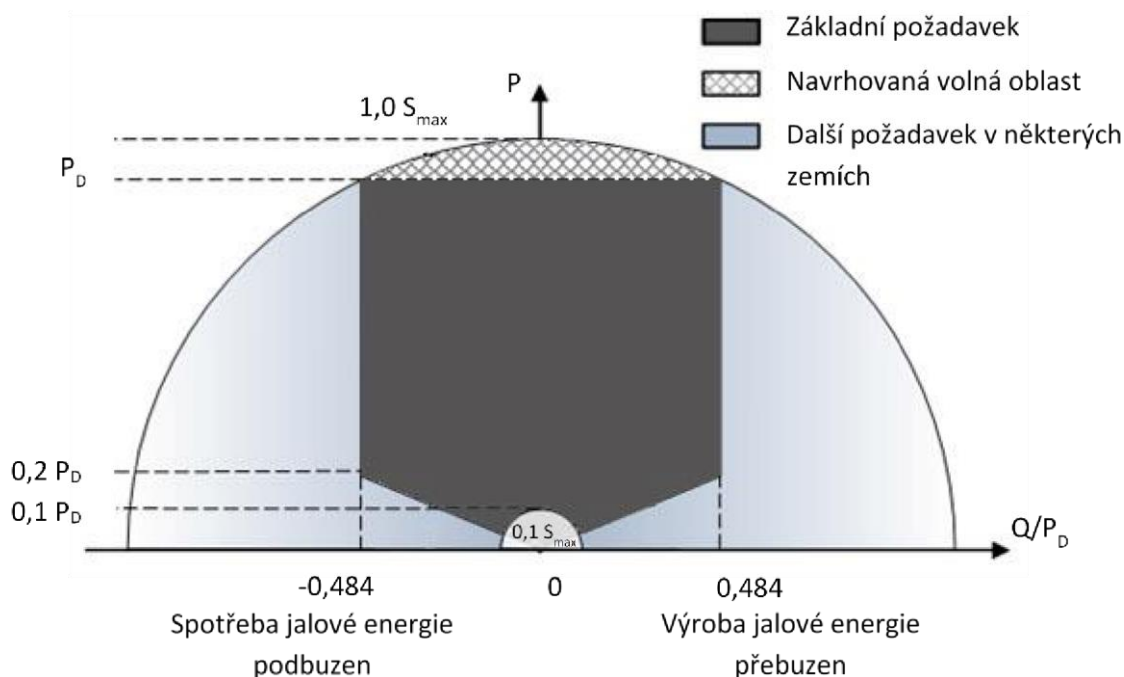
Výrobní zařízení musí být schopna se při dodávce do sítě podílet na udržování napětí. Přitom se rozlišuje mezi statickou a dynamickou podporou sítě.

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

Detailní provedení je specifikováno ve smlouvě o připojení.

9.2.1 Statické řízení napětí

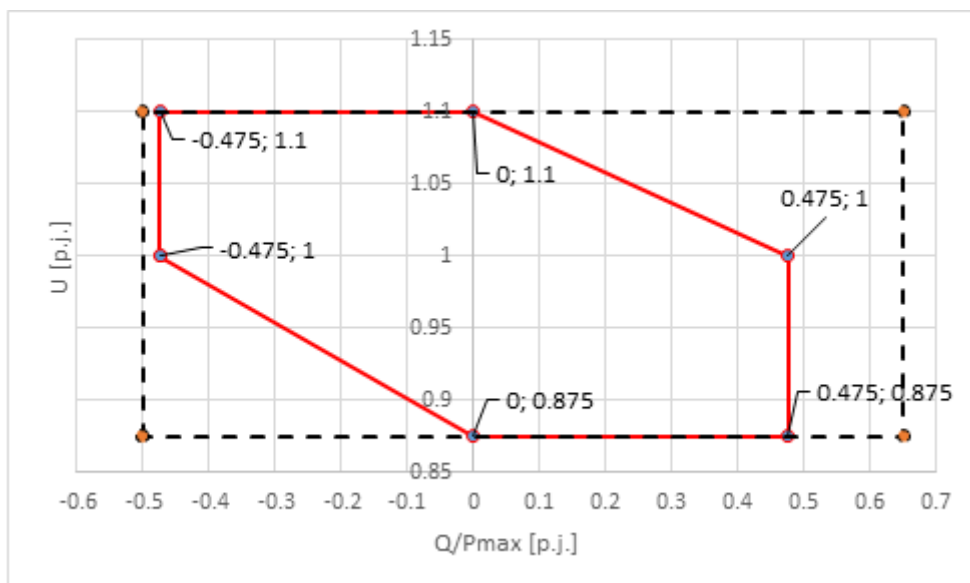
Grafické znázornění minimálních i nepovinných požadavků dodávky/odběru jalového výkonu při jmenovitém napětí je pro **VM A2, B1, B2, C** a **D** připojené do sítě **vn** a 110 kV na obr.1, kde P_D je návrhový výkon výrobní [30].



Obr. 1 Jalový výkon VM A2, B1, B2 a C při jmenovitém napětí

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

V případě dodávky maximálního P do soustavy musí být výrobní modul schopen pracovat v mezích stanovených v diagramu níže.

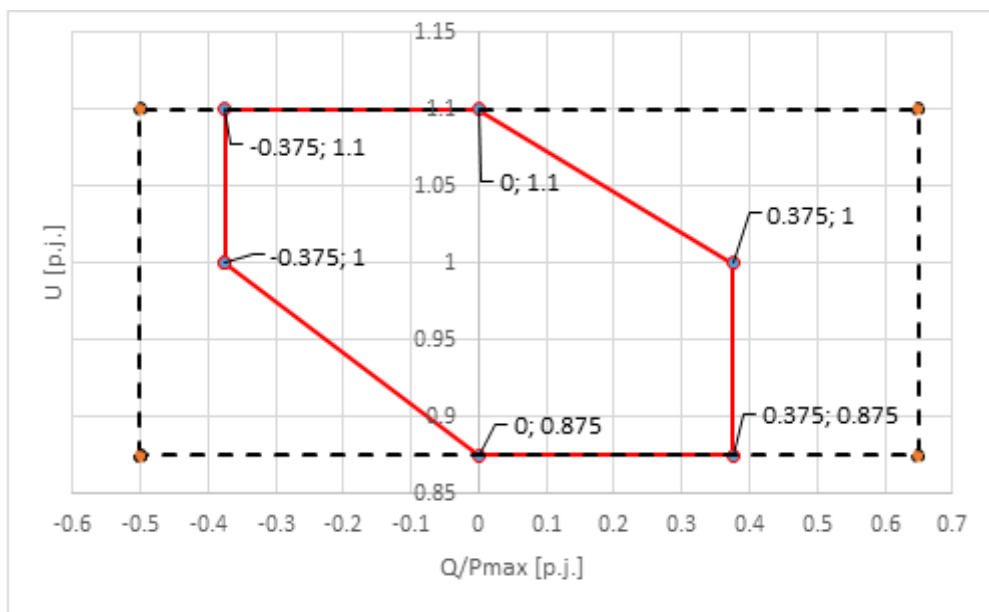


Obr. 9 Dodávka/odběr Q při maximální dodávce P u synchronních VM B1, B2, C a D

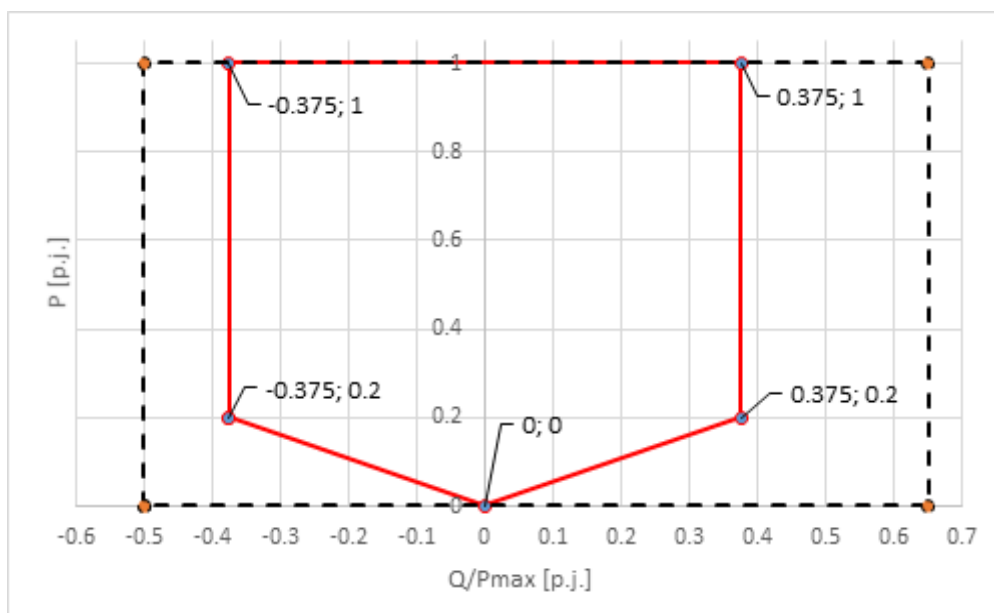
Nesynchronní výrobní modul **B2, C a D** musí být podle **RfG** čl. 21.3 a), b) a c) schopen dodávat dodatečný jalový výkon. Tento dodatečný jalový výkon kompenzuje nabíjecí výkon vedení nebo kabelu vysokého napětí mezi vysokonapěťovými svorkami blokového transformátoru nesynchronního výrobního modulu nebo svorkami jeho měniče a místem připojení (pokud blokový transformátor neexistuje), a je dodáván odpovědným vlastníkem tohoto vedení nebo kabelu při dodávce činného výkonu v místě připojení.

Nesynchronní výrobní modul **B2, C a D** musí být schopen pracovat při maximálním dodávaném činném výkonu v rámci diagramu na obr. 15.

Při dodávaném výkonu nižším, než je maximální, musí být výrobní modul schopen pracovat v rámci diagramu stanoveném na obr. 16. V případě, že nejsou k dispozici všechny výrobní bloky dodávající činný výkon v provozu je schopnost dodávky P a Q úměrně nižší.



Obr. 15 Dodávka/odběr Q při maximální dodávce P u nesynchronních VM B2, C a D



Obr. 16 Dodávka/odběr Q při nižší než maximální dodávce P pro nesynchronní VM kategorie B2, C a D

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

9.2.2 Dynamická podpora sítě

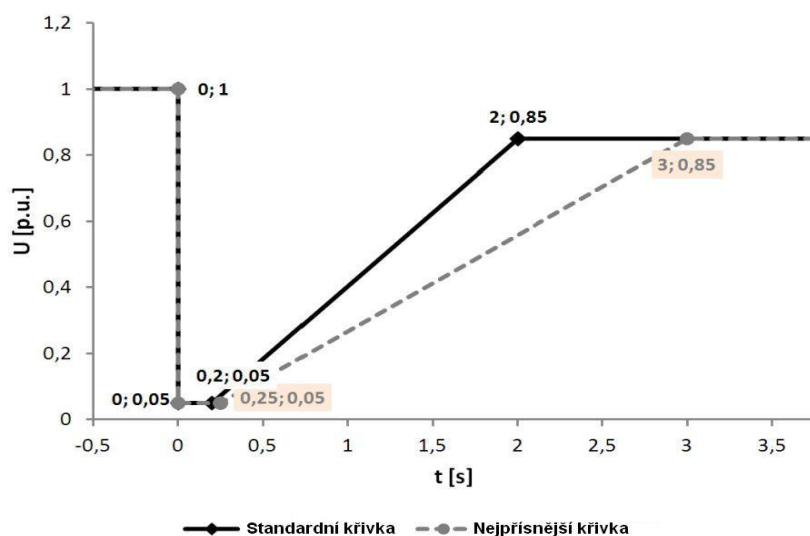
Dynamickou podporou sítě se rozumí udržování napětí při poklesech napětí v síti vvn a zvn, zamezující nežádoucímu odpojení výkonů napájejících sítě vn a rozpadu sítě.

Proto se musí i výrobny v sítích nn, vn podílet na dynamické podpoře sítě. To znamená, že musí být technicky schopné zůstat připojené i při poruchách v síti. 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 se hodnotí nejmenší sdružené napětí.

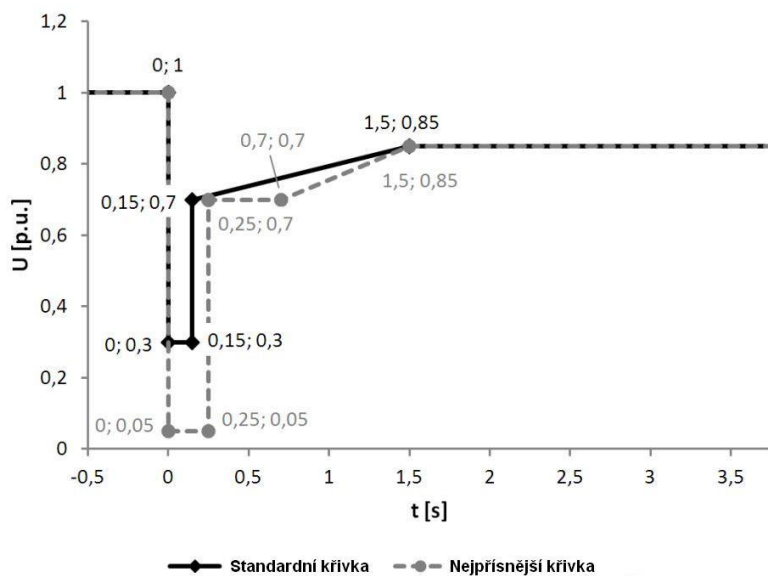
Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT)

Výrobní připojená pomocí střídače



Obr. 2 Schopnost překlenutí poruchy pro výrobní se střídačem na výstupu

Přímo připojená výrobní



Obr. 3 – Schopnost překlenutí poruchy přímo připojených generátorů

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.2 a obr.3, aby jednak nedocházelo k ohrožení zařízení výroben, jednak k jejich předčasnému odpojení.

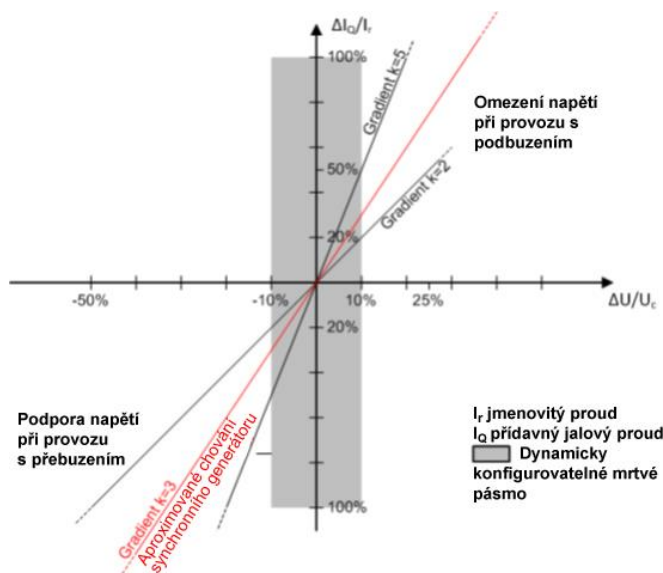
Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí

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

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

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

Požadavky na zkratový proud nesynchronních výrobních jednotek



Obr. 4 Princip podpory napětí sítě při poruchách

Nesynchronní VM B1, B2 C a D musí být podle čl. 20.2 b, c) RfG schopni 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

Schopnost startu ze tmy

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

Schopnost ostrovního provozu

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

i) **VM C** a **D** musí být schopen podílet se na ostrovním provozu, vyžádá-li si to příslušný provozovatel soustavy v koordinaci s příslušným provozovatelem přenosové soustavy, a

- frekvenční limity pro ostrovní provoz musí být stejné jako limity v části 9.1.1 zavedené v souladu s **RfG** čl. 13 odst. 1 písm. a),

- napěťové limity pro ostrovní provoz musí být stejné jako limity zavedené v části 9.1.2 v souladu s **RfG** čl. 15 odst. 3 nebo případně v souladu s čl. 16 odst. 2;

ii) **VM C** a **D** musí být schopny pracovat během ostrovního provozu ve frekvenčně závislém režimu **FSM** podle **RfG** čl. 15 odst. 2 písm. d). V případě přebytku výkonu musí být výrobní moduly schopny snížit činný výkon na výstupu z předchozího pracovního bodu na jakýkoli nový pracovní bod v rámci provozního diagramu P-Q. V souvislosti s tím musí výrobní modul být schopen snížit činný výkon na výstupu v takovém rozsahu, nakolik je to technicky možné, avšak alespoň na 55 % své maximální kapacity;

iii) způsob detekce přechodu z provozu v propojené soustavě na ostrovní provoz musí být dohodnut mezi vlastníkem výrobní elektřiny a příslušným provozovatelem soustavy v koordinaci s příslušným provozovatelem přenosové soustavy. Dohodnutý způsob detekce nesmí být založen pouze na stavových signálech spínacích zařízení provozovatele soustavy;

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

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

Schopnost rychlého přifázování

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

9.3 Přizpůsobení činného výkonu

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

9.3.1 Snižování činného výkonu při nadfrekvenci

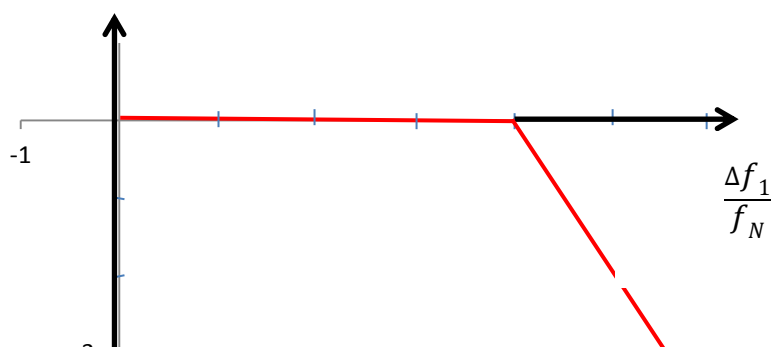
Výrobní modul musí být schopen aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu podle obr. 5 při prahové hodnotě frekvence a při nastavení statiky, jež stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy pro svou regulační oblast v koordinaci s provozovateli přenosových soustav téže synchronně propojené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

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

nastavení statiky musí být mezi 2 % a 12 %;

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

$$\frac{\Delta P}{P_{ref}} \quad s_2[\%] = 100 \cdot \frac{|\Delta f| - |\Delta f_1|}{f_N} \cdot \frac{P}{|\Delta P|}$$



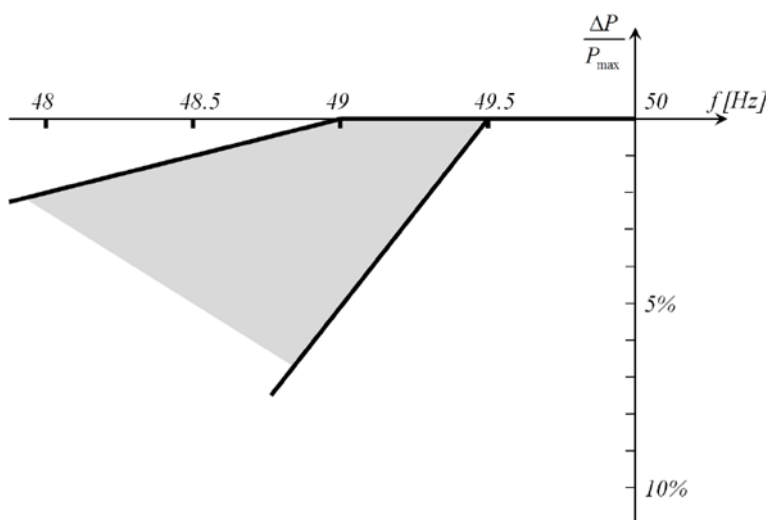
- Synchronní výrobní moduly:
Pref je maximální kapacita
- Nesynchronní výrobní moduly:
Pref je skutečný činný výkon na výstupu v okamžiku, kdy je dosaženo prahové hodnoty omezeného frekvenčně závislého režimu při nadfrekvenci, nebo maximální kapacita, jak stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy

Obr. 5 Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci

Pref 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 s2.

9.3.2 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. 6.



Obr. 6 Maximální snížení činného výkonu s klesajícím kmitočtem.

Diagram představuje meze, definované příslušným provozovatelem PS.

Frekvenční odezva činného výkonu u akumulčního zařízení při podfrekvenci

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

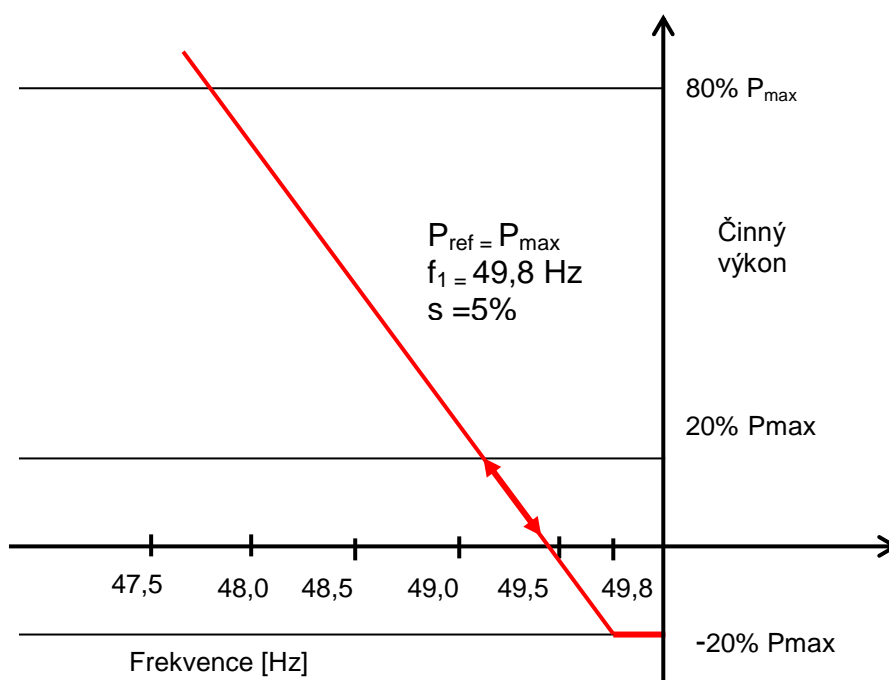
U bateriových akumulčních zařízení musí být frekvenční odezva poskytována při nabíjení i v režimu dodávky.

Odezva činného výkonu na podfrekvenci musí být poskytována při programovatelné mezi frekvence, minimálně mezi 49,8 a 49,5 včetně, při programovatelné statické v rozsahu minimálně od 2 % do 12 %. Referenční výkon P_{ref} je P_{max} .

Výrobní modul musí být schopná aktivace frekvenční odezvy činného výkonu na podfrekvenci tak rychle, jak je to technicky možné s vlastním zpožděním do 2 s a odezvou maximálně 30 s. Přídavné zpoždění musí být programovatelné k nastavení zpoždění na hodnotu mezi vnitřním zpožděním a 2 s.

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

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

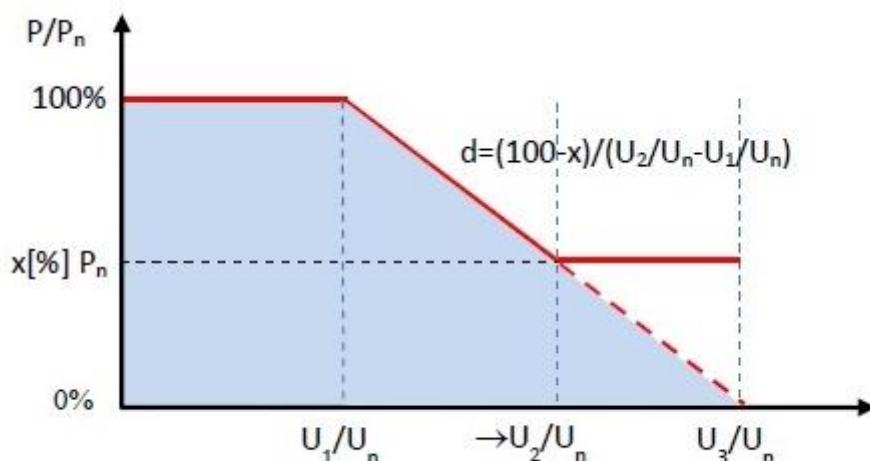


Obr. 7 Frekvenční odezva činného výkonu na podfrekvenci u akumulčního zařízení.

Příklad pro nabíjení 20% P_{max} při dosažení mezní frekvence f_1 .

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

Všechny výrobní připojené pomocí střídače s výkonem do 16A na fázi včetně a dále všechny výrobní s výkonem nad 16A na fázi připojené do LDS na hladině nn budou vybaveny generátory s funkcí pro řízení napětí činným výkonem dle norem [20] a [32]. Konkrétní hodnoty funkce P(U) znázorněné na obr. 8 stanoví podle síťových podmínek PLDS, event. Studie připojitelnosti.



Obr. 8 Charakteristika funkce PU

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

9.3.4 Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách

Výrobní elektřiny s **VM A2 a B1** i akumulční zařízení (v obou provozních stavech – nabíjení i vybíjení) musí být provozovatelná se sníženým činným výkonem a vybavena rozhraním (vstupním portem) aby na pokyn na vstupním portu mohl snížit činný výkon na výstupu (**RfG** čl. 14.2). **PLDS** je ve smyslu [1] oprávněn ke změně činného výkonu v následujících stavech sítě:

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

V těchto případech má **PLDS** právo vyžadovat automaticky působící přechodné omezení dodávaného činného výkonu nebo odpojení zařízení. **PLDS** nezasahuje do

řízení výroby, nýbrž zadává požadovanou hodnotu. Snížení dodávaného výkonu na hodnotu požadovanou **PLDS** v přípojném bodě sítě (např. na 60, 30 a 0 % instalovaného výkonu u **FVE**, akumulčních zařízení, výroben elektřiny s akumulčním zařízením a 100, 75 a 50% u **BPS**) musí být neprodlené, maximálně v průběhu jedné minuty, ale do 5 s po obdržení pokynu na vstupním portu výrobního modulu. Přitom musí být technicky možné snížení až na hodnotu 0 % bez automatického odpojení celé výroby od sítě. Regulační systémy výrobních modulů musí být (dle RfG čl. 15.2 a,b) schopny upravovat zadanou hodnotu činného výkonu v souladu s pokyny provozovatele soustavy (neboli obsahovat terminál elektrárny pro dálkové řízení). Doba, během níž musí být zadaná hodnota činného výkonu dosažena, je stanovena v TAB. 9. Přípustná odchylka skutečného činného výkonu od požadované hodnoty je $\pm 5\%$.

TAB. 9 Doba odezvy na požadavek pro změnu výkonu podle dostupnosti primárního zdroje energie

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

Minimální a maximální limity rychlosti změn činného výkonu Výrobní moduly musí být podle čl. 15.6e) **RfG** schopny zvyšovat výkon gradientem alespoň $2\%P_n/\text{min}$, ale ne rychleji než $40\%P_n/\text{min}$.

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

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

9.4 Řízení jalového výkonu v závislosti na provozních podmínkách

Obecně způsob řízení jalového výkonu závisí vždy na konkrétním místě distribuční soustavy a určuje ho **PLDS** po konzultaci s výrobcem. Možné způsoby řízení jalového výkonu generátorů vyplývají z **RfG** a z norem [20], [29] a [30]. Požadovaný rozsah účinníku/jalového výkonu výrobních modulů/výroben je uveden v části 9.2.1.

9.4.1 Způsoby řízení jalového výkonu

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

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

Žádaná hodnota je buď:

- | | |
|--|-------------------|
| • Pevná hodnota jalového výkonu | Q fix |
| • Hodnota jalového výkonu závislá na napětí | Q (U) |
| • Hodnota jalového výkonu závislá na činném výkonu | Q (P) |
| • Pevná hodnota účinníku | Cos φ fix |
| • Hodnota účinníku závislá na napětí | Cos φ (U) |
| • Hodnota účinníku závislá na činném výkonu | Cos φ (P) |
| • Zadaná hodnota napětí | |

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

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

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

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

Zadání může být buď:

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

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

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

Kompenzační kondenzátory nesmějí být připojovány před zapnutím generátoru. Při vypínání generátoru musí být odpojeny současně.

Provoz výroby může vyžadovat opatření k omezení napětí harmonických a pro zamezení nepřijatelného zpětného ovlivnění **HDO**. S **PLDS** je proto zapotřebí odsouhlasit výkon, zapojení a způsob regulace kompenzačního zařízení, případně i hrazení harmonických nebo frekvence **HDO** vhodnými indukčnostmi.

Pro jednoznačné přiřazení pásu účinníku slouží následující tabulka 10. Pro předcházení rozporům při hodnocení účinníku se přitom doporučuje používat jednotné spotřebičovou orientaci.

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

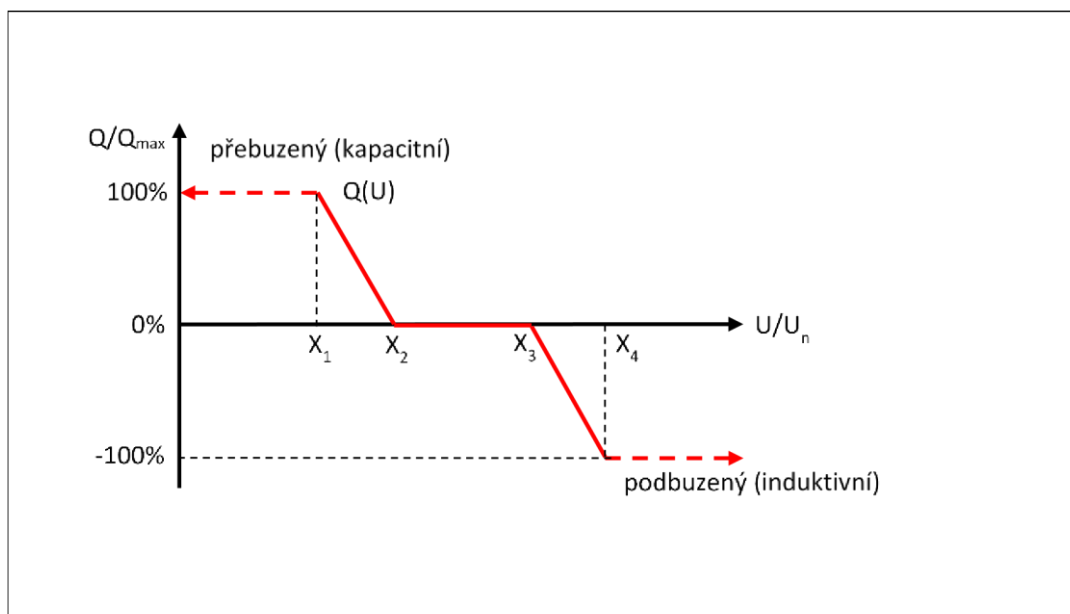
TAB. 10

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

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

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

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

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

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

Bod X₁: Hodnota poměru U/U_n menší než 1, které odpovídá maximální dodávaný jalový výkon výrobní, pro zvýšení hodnoty napětí v místě připojení

Bod X₂: Hodnota poměru U/U_n menší než 1, která je počáteční hodnotou pro dodávku jalového výkonu pro zvýšení napětí v místě připojení.

Bod X₃: Hodnota poměru U/U_n větší než 1, která je počáteční hodnotou odběru jalového výkonu pro snížení napětí v místě připojení

Bod X₄: Hodnota poměru U/U_n větší než 1, které odpovídá maximální odebíraný jalový výkon výrobní, pro snížení hodnoty napětí v místě připojení Příklad nastavení:

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

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

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

9.5 Automatické opětovné připojení výroben

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

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

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

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

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

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

- i. odchylka napětí: ΔU 30% pro napětí v dovolených 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 připojení

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

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

Časové odstupňování při připojování generátorů a blokových transformátorů Výroby je zapotřebí odsouhlasit s **PLDS**.

10.1 Zvýšení napětí

Za normálních 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 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

výrobní 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 výrobní s přípojným místem v síti vn tedy platí meze pro zvýšení napětí:

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

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

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

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

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

kde S_{kV} je zkratový výkon v přípojném bodu a ΣS_{Amax} je součet maximálních zdánlivých výkonů všech připojených/plánovaných výroben.

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

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

přičemž hodnotu $p_{10 min}$ (maximální střední výkon v intervalu 10 minut) je zapotřebí převzít ze 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

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

podobně pro výrobní s předávacím místem v síti nn

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

Pokud je síť nn a vn silně induktivní, pak je posouzení pomocí činitele k_{k1} příliš konzervativní, tzn., že dodávaný výkon bude silněji omezen, než je zapotřebí k dodržení zvýšení napětí. V takovém případě je zapotřebí provést výpočet s komplexní hodnotou impedance sítě s jejím fázovým úhlem ψ_{kV} , který poskytne mnohem přesnější výsledek.

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

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

pro výrobní s předávacím místem v síti nn

$$S_{A_{max\ min}} \leq \frac{3\% \cdot S_{kV}}{|\cos(\psi_{kV} - \varphi)|} = \frac{S_{kV}}{33 \cdot |\cos(\psi_{kV} - \varphi)|}, \quad (8)$$

kde φ je fázový úhel mezi proudem a napětím výroby 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, sítě 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 rovnici (2) vychází hodnota menší než 0,1, pak se se zřetelem na nejistoty tohoto výpočtu odhaduje 0,1.

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

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

V propojených sítích 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 je nutné vycházet z podmínky dodržení účinníku v předávacím místě $\cos \varphi = 1$, pokud PLDS 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 posuzovat pouze u výroben, které budou vybaveny funkcí $PF=f(U), Q=f(U)$ 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 LDS právo požadovat po výrobci provést taková technická opatření, aby výroba splňovala veškeré požadavky na ni kladenou v souladu s podmínkami připojení a PPLDS. 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 $du_2 \leq 0,7 \%$ z jmenovitého napětí sítě nn. Celková dovolená hodnota nesymetrie napětí v síti nn je přitom podle ČSN EN 50160 Ed.3 [3] do 2 %.

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

Pro posouzení připojitelnosti je možné též použít následující vztah z [34]

$$\Delta u_{AV} = 6 \cdot \frac{S_{rA \max} \cdot \cos(\varphi_{kV} - \varphi_E)}{S_{kV}} \quad (10)$$

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

10.3 Změny napětí při spínání

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

$$\Delta u_{\max \text{ nn}} \leq 3 \% . \quad (11.1)$$

Pro výroby s předávacím místem v síti vn platí

$$\Delta u_{\max \text{ vn}} \leq 2 \% \quad (12)$$

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

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

Při spínání výroben 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.

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

$$\Delta u_{\max} = k_{i \max} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}} . \quad (13)$$

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.

$$k_{i\max} = \frac{I_a}{I_{nG}}. \quad (14)$$

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”,

$$\Delta U_{ers} = k_{i\psi} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}, \quad (15)$$

kteřá rovněž (jako ΔU_{max}) nesmí překročit hodnoty podle vztahů (10) až (14).

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

10.4 Připojování synchronních generátorů

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

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

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

10.5 Připojování asynchronních generátorů

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

10.6 Připojování výroben se střídači, ev. měniči kmitočtu

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

11 Zpětné vlivy na napájecí síť

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

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

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

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

11.1 Změna napětí

Změna napětí

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

$$\Delta U \leq 2 \% U_n \text{ (pro společný napájecí bod v síti vn - viz}$$

též část 10).

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

Flikr

DLOUHODOBÝ FLIKR

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

$$P_{lt} \leq 0,46. \quad (16)$$

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

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

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

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

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

Pozn.: Je-li ve zkušebním protokolu zařízení vypočítána hodnota činitele flikru c pro úhel impedance sítě 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 výroby 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

$$P_{lt\ res} = \sqrt{\sum_i P_{lt\ i}^2}. \quad (18)$$

U zařízení s n stejnými jednotlivými zařízeními je výsledný činitel pro flikr

$$P_{lt\ res} = \sqrt{n} \cdot P_{lt} = \sqrt{n} \cdot c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}. \quad (19)$$

11.2 Proudý harmonických

Harmonické vznikají především u zařízení se střídači nebo měniči frekvence.

Harmonické proudy emitované těmito zařízeními musí udat výrobce, např. zprávou o typové zkoušce.

11.2.1 Výroby v síti nn

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

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

vztažný proud i_v je uveden v TAB.11.1

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

TAB.11.1

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

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

11.2.2 Výrobní v síti vn

Pro pouze jediné předávací místo v síti vn lze určit celkové v tomto bodě přípustné harmonické proudy ze vztažných proudů $i_{v, p\check{r}}$ z TAB.11.2, násobených zkratovým výkonem ve společném napájecím bodu

$$I_{v, p\check{r}} = i_{v, p\check{r}} \cdot S_{kV}. \quad (17)$$

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

$$I_{v, p\check{r}} = I_{v, p\check{r}} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} = i_{v, p\check{r}} \cdot S_{kV} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}}. \quad (22)$$

U zařízení sestávajících ze zařízení stejného typu lze za S_A dosadit ΣS_{nE} . To platí též pro větrné elektrárny. U zařízení z nesterýných typů jde pouze o odhad.

Celkově přípustné harmonické proudy pro síť vn, vztažené na zkratový výkon, které jsou vyvolány zařízením přímo připojeným do této sítě, jsou uvedeny v TAB.11.2

Pro harmonické s řády násobků tří platí hodnoty v TAB.11.2 pro nejbližší řád, a to pouze, pokud se nulová složka proudů z výroby neuzavírá do sítě.

TAB.11.2

Řád harmonické μ, ν	Přípustný vztažný proud harmonických $i_{\mu, \nu \text{př}} [A/MVA]$		
	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/ ν	0,03/ ν	0,017/ ν
$\mu < 40$	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 ($\nu < 7$) se sčítají aritmeticky

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

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

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

- 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

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

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

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

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

$$I_{Vpř} = i_{Vpř} \cdot S_{KV} \cdot \frac{S_{AV}}{S_s} \quad (26)$$

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.

Pokud jsou překročeny přípustné proudy harmonických, pak je zapotřebí provést podrobnější výpočet harmonických.

11.3 Ovlivnění zařízení HDO

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

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

Výroby (případně KZ) ovlivňují vysílače HDO přídavným zatížením, které plyne z:

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

V těchto případech se posuzuje vliv výroby na zatížení příslušného vysílače HDO. Vychází se z informace o jeho zatížení, kterou poskytne PLDS. Pokud je toto blízko maximu [14], je připojení bez opatření nepřípustné. 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 150% U_f , vn 190% U_f , 110 kV 200% U_f ,

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

Žádost o připojení musí z hlediska HDO obsahovat:

- Posouzení vlivu na signál HDO a na zatížení vysílače [14].

V případech, které určí PLDS výsledky týdenního měření úrovně signálu HDO v přípojném bodě (viz část 6 přílohy 3 PPLDS)

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

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

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

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

Parametry použité při výpočtu musí být součástí posouzení.

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

Při posuzování poklesů hladiny signálu HDO způsobeného 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:

- - výrobní 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 výrobní. Jinak jsou zapotřebí zvláštní výpočty a příp. realizace příslušných opatření [14].

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

Je-li splněna podmínka minimální úrovně signálu HDO a přípustného zatížení vysílače, lze bez opatření pro omezení vlivu (např. hradicí členy) připojit k síti výrobní elektřiny, nepřesáhne-li jejich výkon ve společném napájecím bodu a jejich výkon v celé síťové oblasti hodnoty uvedené v TAB. 11.3.

TAB. 11.3

Napět'ová úroveň	Celkový výkon vyroben elektřiny	
	V přípojném bodu	V síťové oblasti
0,4 kV	5 kVA	10kVA
vn	500 kVA	2 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.11.3 jsou u výroben elektřiny s rotačními stroji potřebná opatření, která je nutné dohodnout s **PLDS**.

12 Uvedení výroby do provozu a provozování

12.1 První paralelní připojení výroby k síti

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

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

Součástí žádosti zákazníka, výrobce o první paralelní připojení výroby k síti je:

- potvrzení odborné firmy realizující výstavbu výroby, že vlastní výroba je provedena, v souladu s podmínkami stanovenými uzavřenou smlouvou o připojení podle předpisů, norem a zásad uvedených v části 3, stejně jako podle PPLDS a této přílohy,
- **PLDS** odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu provedení výroby v jednom vyhotovení v rozsahu podle části 4.5 přílohy č. 4 PPLDS,
- zpráva o výchozí revizi (příp. další doklad ve smyslu Vyhl. č. 73/2010Sb. [27] pro zařízení třídy I.) elektrického zařízení výroby elektřiny a případně dalšího elektrického zařízení nově uváděného do provozu, které souvisí s uváděnou výrobnou do provozu, bez kterého nelze zahájit proces prvního paralelního připojení,
- protokol o nastavení ochran, pokud není součástí zprávy o výchozí revizi,
- pro výroby s instalovaným výkonem 30 kW a výše místní provozní předpisy; pro výroby do 30kW jsou-li vyžadovány ve smlouvě o připojení.

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

- provést prohlídku zařízení
- provést porovnání vybudovaného zařízení s projektovaným,
- zkontrolovat přístupnost a funkce spínacího místa v předávacím místě k **LDS** a

- zkontrolovat provedení měřicího a účtovacího zařízení podle smluvních a technických požadavků, pokud je již instalováno, případně zkontrolovat provedení přípravy pro instalaci měřicího a účtovacího zařízení podle smluvních a technických požadavků, pokud ještě instalováno není.

Dále je také při prvním paralelním připojení k síti zapotřebí:

- uskutečnit funkční zkoušky ochrany, ochrany se ověřují buď za skutečných podmínek, nebo simulací pomocí odpovídajících zkušebních přístrojů,
- odzkoušet náběh ochrany a dodržení udaných vypínacích časů pro následující provozní podmínky:
 - třífázový výpadek sítě (u sítě nn i jednofázový)
 - správná činnost při OZ (u výroben připojených do sítí vn),
 - odchylky frekvence (simulace zkušebním zařízením)
- u elektroměrů pro dodávku i odběr, pokud je již instalován, provést kontrolu správnosti chodu,
- pokud je výrobní vybavena dálkovým ovládáním, signalizací, regulací a měřením ověřit jejich funkce z příslušného rozhraní,
- uskutečnit zkoušku nebo předložit protokol o splnění podmínek uvedených v kapitole 9.2 této Přílohy 4 PPLDS,
 - 9.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT)
 - 9.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT)
 - 9.2.2.3 Požadavky na zkratový proud výrobních modulů v síti vn a 110 kV
- uskutečnit zkoušku nebo předložit protokol o splnění podmínek uvedených v kapitole 9.3 této Přílohy 4 PPLDS,
 - 9.3.1 Snížení činného výkonu při nadfrekvenci
 - 9.3.2 Snížení činného výkonu při podfrekvenci
 - Frekvenční odezva činného výkonu akumulčního zařízení při podfrekvenci
 - 9.3.3 Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce P(U)
- uskutečnit zkoušku nebo předložit protokol o splnění podmínek uvedených v kapitole 9.4 této Přílohy 4 PPLDS,
 - 9.4 Řízení jalového výkonu v závislosti na provozních podmínkách
- uskutečnit zkoušku opětovného automatického připojení výroby v čase a podmínkách uvedených v kap. 9.4 příp. v čase definovaném PLDS.
- zkontrolovat podmínky pro připojení podle části 10
- zkontrolovat, zda kompenzační zařízení je připojováno a odpojováno s generátorem a zda u regulačních zařízení odpovídá regulace výkonovému rozsahu.

Doporučuje se body zkoušek provádět podle seznamu.

Ochrany mohou být PLDS zajištěny proti neoprávněné manipulaci.

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

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

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

12.2 Ověřovací provoz

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

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

12.3 Trvalý provoz výroby elektřiny, uzavření příslušných smluv

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

V případě, že PLDS při této dodatečné kontrole shledá nesoulad aktuálního stavu výroby se skutečnostmi uvedenými v protokolu, stanoví výrobci přiměřenou lhůtu pro odstranění zjištěných nesouladů a závad. V případě shledání vážných závad nebo nesouladů ohrožujících bezpečný a spolehlivý provoz LDS, může PLDS provést přechodné odpojení výroby od LDS do doby, než dojde k odstranění shledaných závad a nesouladů. Pokud k odstranění zjištěných nesouladů a závad nedojde ve stanovené lhůtě a ani v PLDS stanoveném

náhradním termínu, může PLDS v souladu se smluvně sjednanými podmínkami uzavřenou smlouvu o připojení ukončit.

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

Tento protokol má chronologicky doložit předepsané zkoušky a být uložen u zařízení vlastní výroby. Slouží též jako důkaz řádného vedení provozu.

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

Výrobce je povinen z nutných technických důvodů na žádost **PLDS** odpojit výrobu elektřiny od sítě.

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

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

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

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

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

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

12.4 SLEDOVÁNÍ SOULADU

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

1. Vlastník výroby elektřiny s moduly **A** až **D** musí zajistit, aby každý výrobní modul byl po celou dobu životnosti výroby v souladu s požadavky platnými podle tohoto nařízení. U výrobních modulů typu **A** vlastník výroby elektřiny může použít certifikáty zařízení vydané podle nařízení (ES) č. 765/2008 [39].

2. Vlastník výrobní elektřiny oznámí příslušnému provozovateli soustavy veškeré plánované změny technických charakteristik výrobního modulu, jež mohou ovlivnit jeho soulad s požadavky platnými podle tohoto nařízení, před tím, než takovou změnu zahájí.
3. Vlastník výrobní elektřiny oznámí příslušnému provozovateli soustavy veškeré mimořádné události v provozu nebo provozní poruchy **VM**, jež mají vliv na jeho soulad s požadavky tohoto nařízení, neprodleně poté, co takové mimořádné události vzniknou.
4. Vlastník výrobní elektřiny vyrozumí příslušného provozovatele soustavy o plánovaných programech a postupech zkoušek, jež mají být dodrženy při ověřování souladu **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**

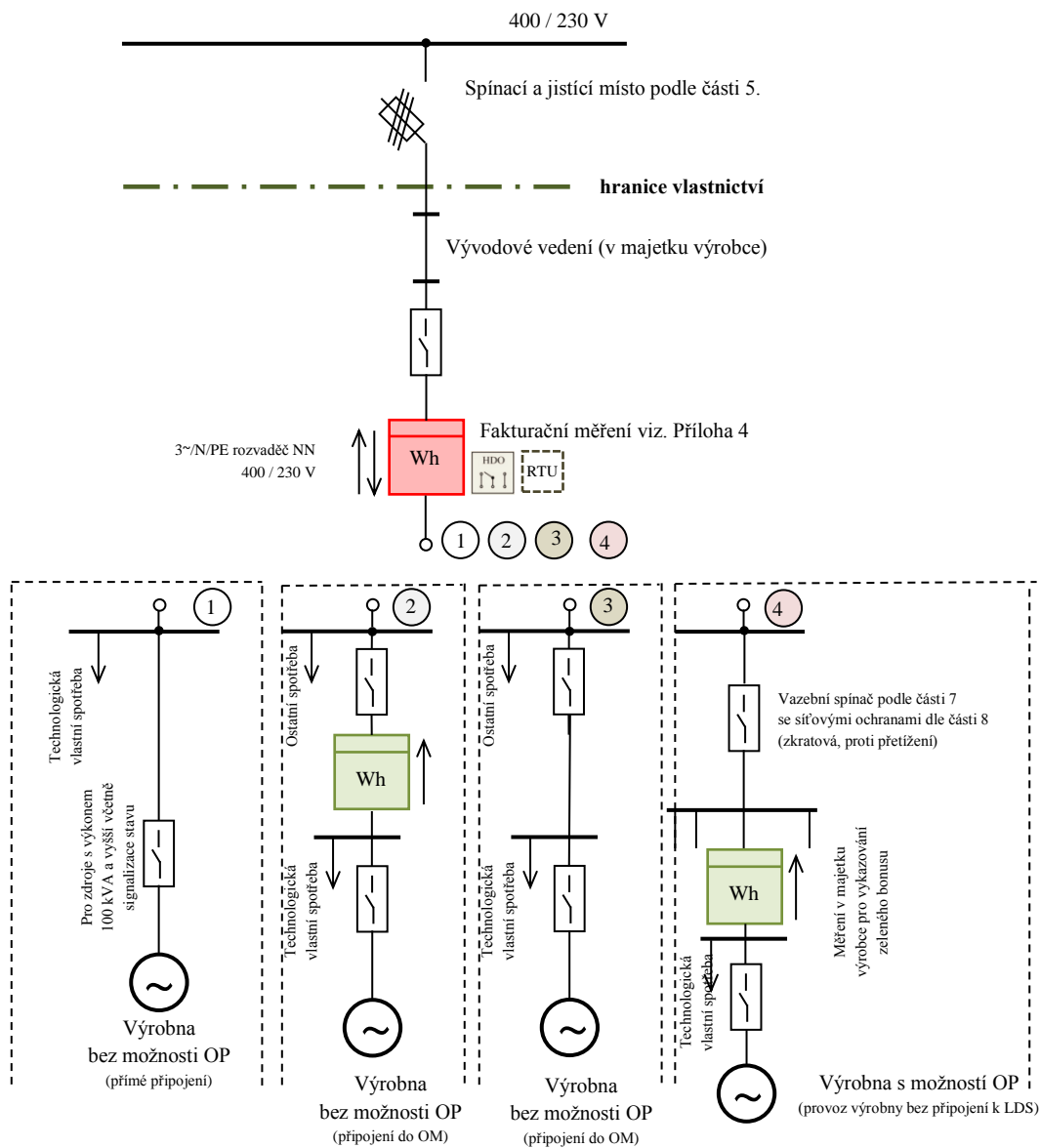
1. Příslušný provozovatel soustavy posuzuje soulad **VM** s požadavky platnými podle tohoto nařízení, a to po celou dobu životnosti výrobní elektřiny. Vlastník výrobní elektřiny musí být o výsledku tohoto posouzení informován. U **VM** typu **A** může příslušný provozovatel soustavy pro účely tohoto posouzení použít certifikáty zařízení vydané certifikačním orgánem.
2. Příslušný provozovatel soustavy je oprávněn požadovat, aby vlastník výrobní elektřiny prováděl zkoušky souladu a simulace souladu podle plánu pravidelných zkoušek/simulací nebo obecného schématu nebo po jakékoli poruše, úpravě nebo výměně kteréhokoli zařízení, jež může mít vliv na soulad **VM** s požadavky tohoto nařízení. Vlastník výrobní elektřiny musí být o výsledku těchto zkoušek souladu a simulací souladu informován.

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

Při simulacích souladu a zkouškách souladu je postupováno podle **RfG**.

13 Příklady připojení výroben

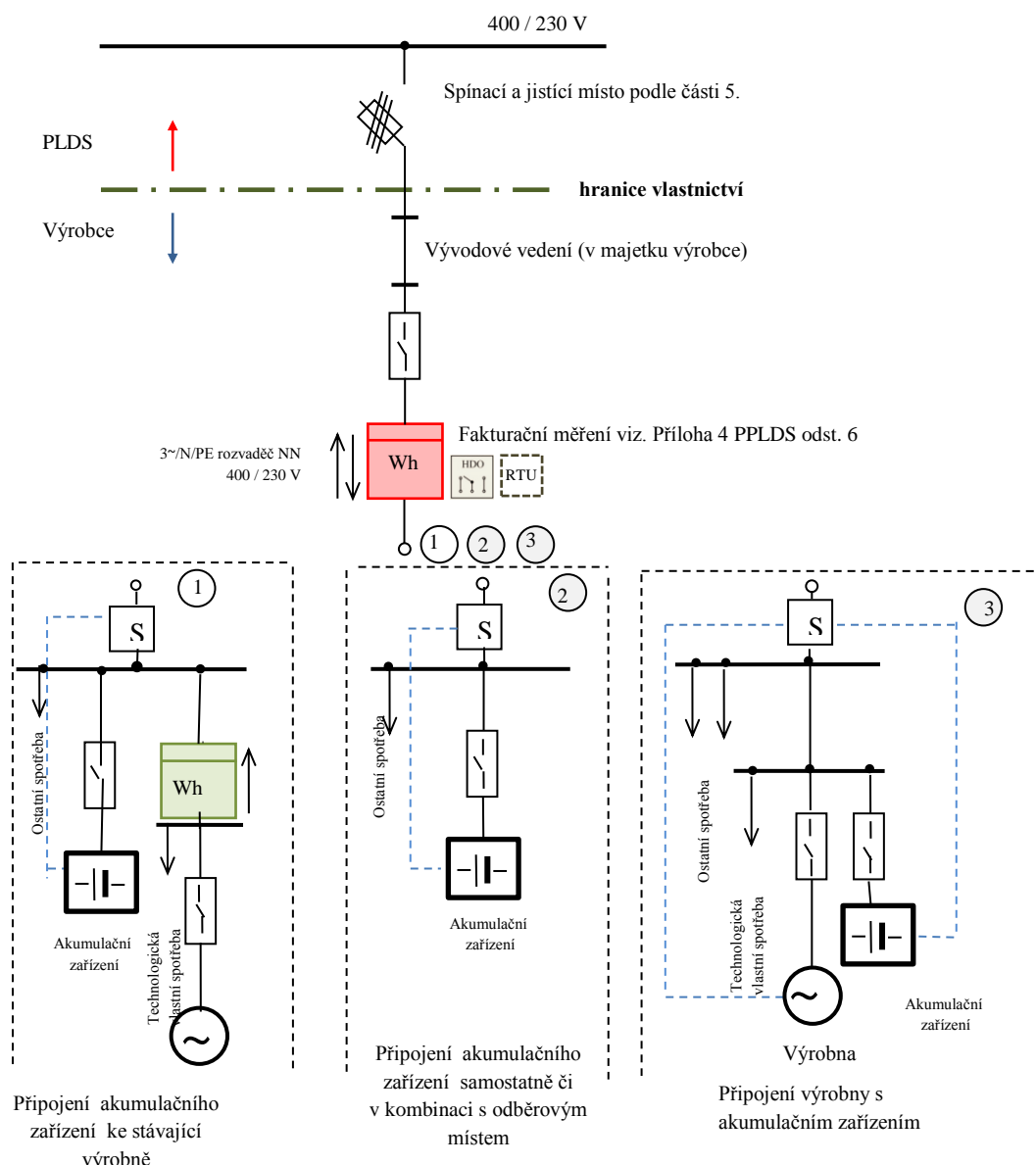
13.1 Připojení výrobní NN do LDS



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

Obr. 10 Připojení výrobní elektřiny do nn

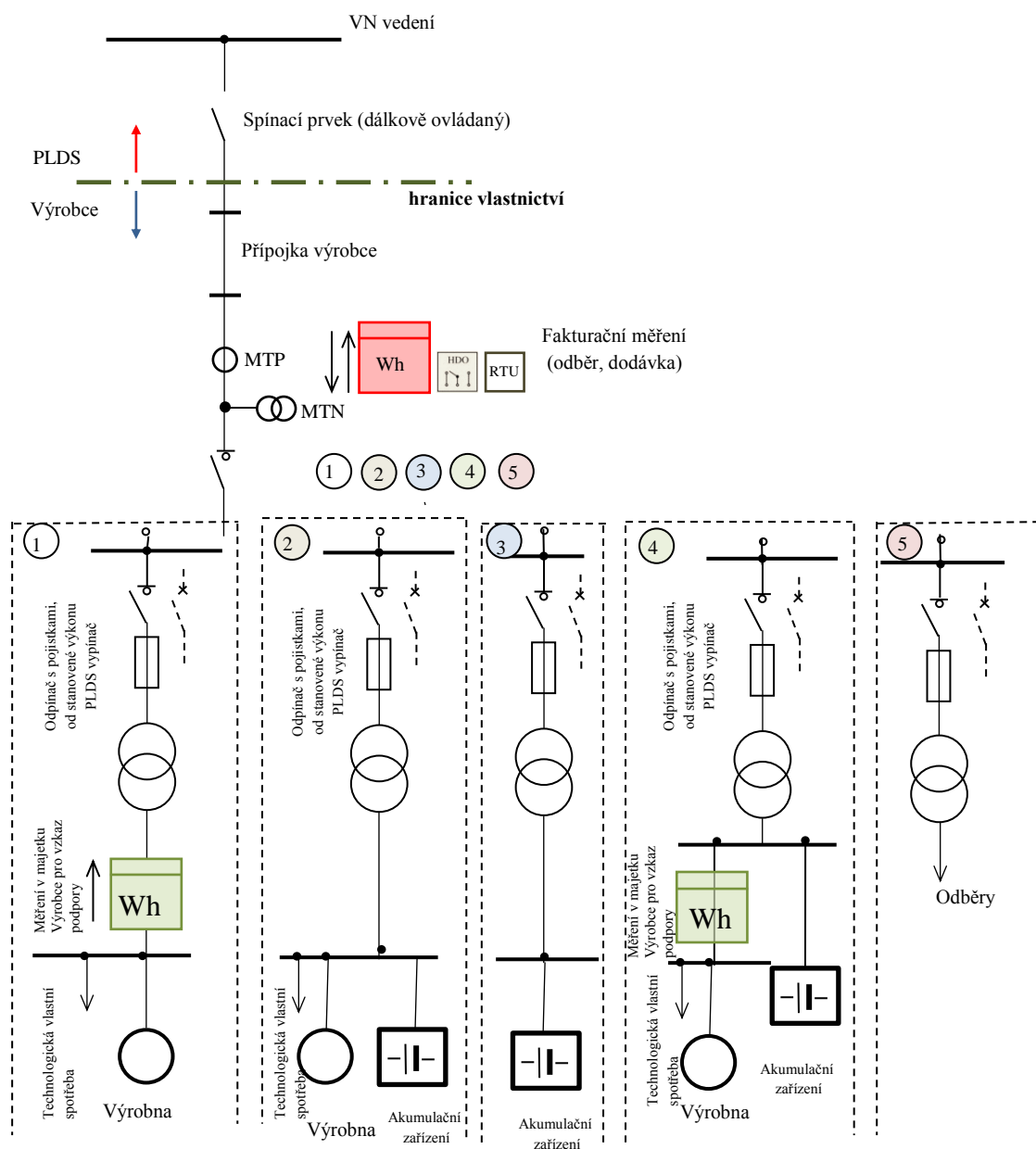
13.2 Připojení výroby s akumulací NN do LDS



1. Výroby 100 kVA a více musí být připraveny pro dispečerské řízení.
2. Fakturační měření může být provedeno i jako nepřímé. Způsob měření určuje **PLDS** v souladu s Přílohou 5 PPLDS a připojovacími podmínkami jednotlivých **PLDS**.
3. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku **PLDS**
4. V případě provozu výroby v ostrovním provozu, předepisuje nastavení rozpadového místa **PLDS**
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 **LDS**
8. Pro výroby nad 100 kVA musí být instalována jednotka **RTU**. Vlastnictví jednotky **RTU** určují připojovací podmínky příslušného **PLDS**
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. 11 Připojení výroby elektřiny s akumulčním zařízením do nn

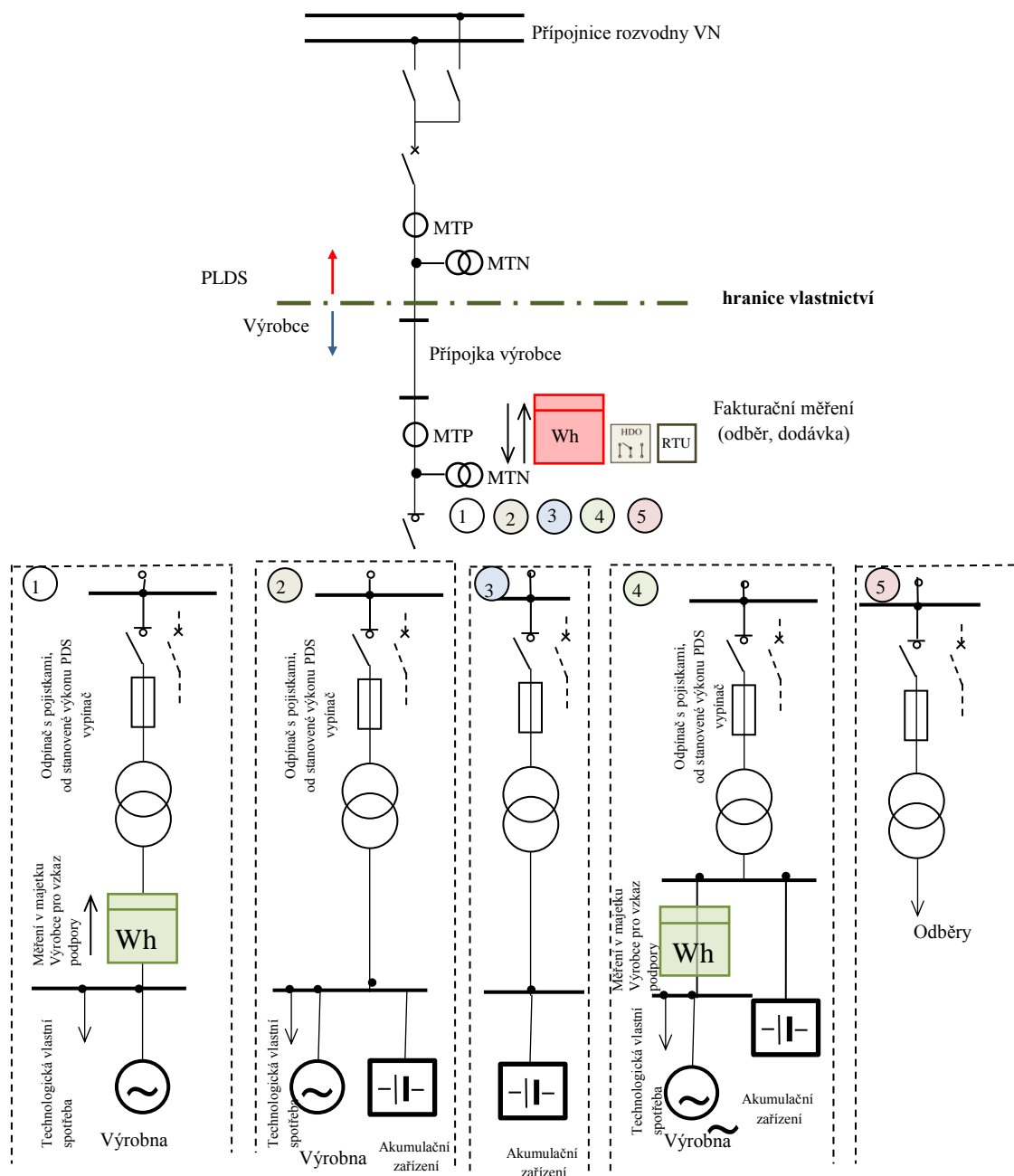
13.3 Připojení výrobní z nadzemního vedení vn přípojkou výrobce



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

Obr. 12 Připojení výrobní elektřiny a akumulčního zařízení z nadzemního vedení vn přípojkou výrobce

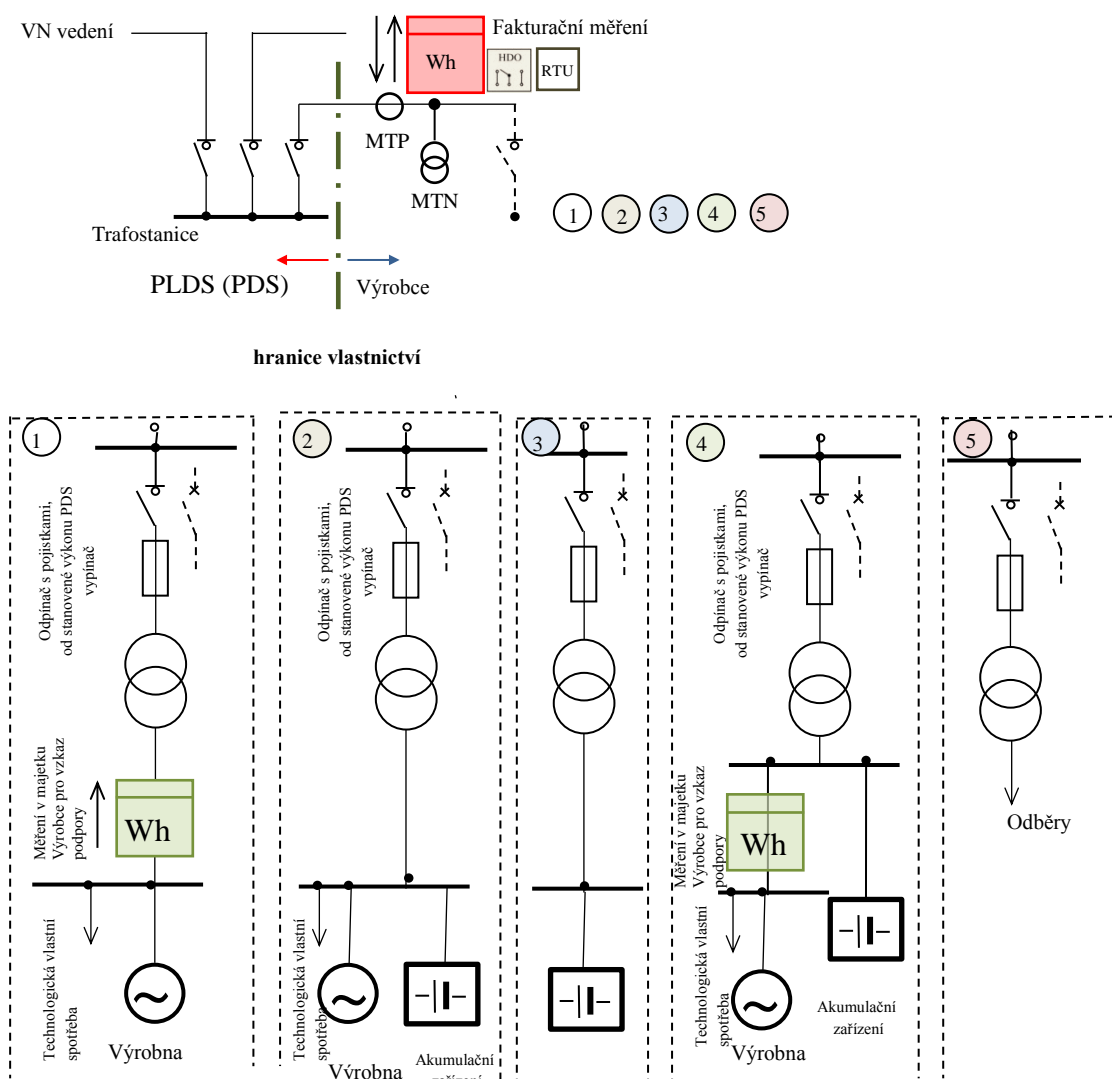
13.4 Připojení výroby samostatným vedením do vn rozvodny LDS



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 PLDS
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 připojovací podmínky LDS
7. Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PLDS

Obr. 13 Připojení výroby elektřiny a akumulačního zařízení samostatným vedením do vn rozvodny LDS

13.5 Připojení výrobní zasmýčkováním 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 PLDS
4. RTU, HDO – při řízení výroby
5. Vlastnictví RTU je upraveno připojovacími podmínkami příslušného PLDS

Obr. 17 Připojení výrobní a akumulačního zařízení zasmýčkováním do vn vedení LDS

Dodatek

Vysvětlivky

Vysvětlivky k části:

3-Všeobecně

Informace ve vysvětlivkách vycházejí z dosavadní praxe a zkušeností **PLDS**.

4-Přihlašovací řízení

U vlastních výroben s několika generátory je zapotřebí udat data pro každý jednotlivý pohon i generátor (podrobnosti jsou v kapitole 4. této přílohy). Souhrnné údaje u zařízení s více generátory nepostačují pro závěrečné posouzení nárazových proudů, časového odstupňování, harmonických a flikru (viz dotazník pro posouzení možnosti připojení).

5-Připojení k síti

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

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

7-Spínací zařízení

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

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

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

U zařízení schopného ostrovního provozu slouží synchronizační vypínač mezi spínacími místem podle části 5 a zařízením výroby k vypínání, ke kterému může dojít činností ochrany při jevech vyvolaných v síti **PLDS**. Funkce vazebního a synchronizačního vypínače je zapotřebí specifikovat jako součást smlouvy o způsobu provozu.

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

8-Ochrany

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9 - Kompenzace jalového výkonu

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

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

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

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

Potřeba jalového výkonu asynchronních generátorů

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

Potřeba jalového výkonu synchronních generátorů

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

Potřeba jalového výkonu u střídačů

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

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

10 - Podmínky pro připojení

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

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

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

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

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

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

11 - Zpětné vlivy

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

Bezprostředně pozorovatelné účinky jsou např.:

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

Zpětné vlivy na **LDS** se mohou projevovat následujícím způsobem:

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

a) Změny napětí

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

P_{lt} je závislý na:

- zkratovém výkonu S_{kV}
- úhlu ψ_{kV} zkratové impedance
- jmenovitým výkonu generátoru
- činiteli flikru zařízení c
- a při podrobnějším vyšetřování i na jalovém výkonu zařízení, vyjádřeném fázovým úhlem φ .

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

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

$$c = P_{lt\text{nam}} \cdot \frac{S_{kV}}{S_{rG} \cos(\psi_{kV} - \varphi_i)}, \quad (18)$$

kde: ψ_{kV} je fázový úhel síťové impedance při měření v odběratelsky orientovaném systému,

tj. $-90^\circ < \psi_{kV} < +90^\circ$ (při induktivní impedanci je $\psi_{kV} > 0$)

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

Určení fázového úhlu φ_i vyžaduje přesné měření velikosti a fáze proudu generátoru. Výpočetně se určí φ_i rozptýlených výkonů z měření kolísání činného výkonu ΔP a kolísání jalového výkonu ΔQ :

$$\varphi_i = \arctan \frac{\Delta Q}{\Delta P}, \quad (19)$$

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

ΔQ jalový výkon vyvolaný vlastní výrobnou se znaménkem, definovaným následujícím způsobem:

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

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

Absolutní hodnota součinitele flikru c a fázový úhel φ_i komplexní veličiny c popisují účinek flikru vlastní výroby.

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

$$P_{ft} = \left[c \cdot \frac{S_{rA}}{S_{KV}} \cos(\psi_{KV} - \varphi_i) \right]. \quad (20)$$

Tento vztah poskytuje menší, ale přesnější hodnoty činitele flikru, než odhad podle rovnice (16) v části 11.

Kdyby v rozsahu úhlů $\psi_{KV} - \varphi_i \approx 90^\circ$ klesl $\cos(\psi_{KV} - \varphi_i)$ pod hodnotu 0,1, pak je i přesto zapotřebí dosadit minimální hodnotu 0,1, protože jinak by mohly vyjít nereálně nízké hodnoty flikru. Pokud není úhel síťové impedance příliš velký ($\psi_{KV} < 60^\circ$), pak lze podle okolností vliv úhlu φ_i zanedbat.

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

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

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

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

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

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

$$c_{\text{res}} = \frac{\sqrt{\sum (c_i \cdot S_{rGi})^2}}{\sum S_{rGi}}. \quad (21)$$

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

$$c_{\text{res}} = \frac{c}{\sqrt{n}}. \quad (22)$$

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

b) Harmonické

- výroby v síti nn

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

$$\frac{S_{rA}}{S_{KV}} < \frac{1}{120}. \quad (23)$$

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

$$\frac{\sum S_{rA}}{S_{KV}} < \frac{1}{60}. \quad (24)$$

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

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

- vyšší průřez vodiče pro připojení uzlu
- zabudování tlumivky do uzlu (která nesmí ovlivnit činnost zkratových ochran při jednopólových zkratech)

- automatické přerušení spojení uzlu se sítí při paralelním provozu klidovým kontaktem
vazebního spínače.

- výroby v síti vn

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

Napětí harmonických 5. řádu vyvolané vlastní výrobou mohou být maximálně 0,2 % U_n a pro ostatní harmonické v TAB. 11.2 nesmějí být větší než 0,1 % U_n .

Pokud jsou proudy harmonických zařízení nižší než přípustné proudy, pak je zajištěno, že jimi vyvolaná napětí harmonických v síti nejsou větší, než v předchozím uvedené hodnoty. To platí za předpokladu induktivní impedance sítě, která znamená, že u žádné z harmonických uvedených v TAB. 11.2 nenastává rezonance.

Při překročení přípustných proudů je zapotřebí nejprve vypočítat vyvolaná napětí harmonických při uvažování skutečné impedance sítě (viz [8]). Protože mnoho sítí vn vykazuje již pro harmonické poměrně nízkých řádů kapacitní impedanci, jsou výše uvedené přípustné hodnoty napětí harmonických 0,1 % U_n dosaženy teprve při vyšších prouděch, než vypočtených podle TAB. 11.2.

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

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

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

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

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

14 Literatura

- [1] Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (Energetický zákon) v platném znění
- [2] Vyhláška ERÚ č. 16/2016 Sb., ze dne 22.1.2016 o Podmínkách připojení k elektrizační soustavě
- [3] ČSN EN 50160 (33 0122): Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě
- [4] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631 ze dne 14. dubna 2016, kterým se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení výroben k elektrizační soustavě
- [5] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/1388 ze dne 17. srpna 2016, kterým se stanoví kodex sítě pro připojení spotřeby
- [6] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2017/1485 ze dne 2. srpna 2017, kterým se stanoví rámcový pokyn pro provoz elektroenergetických přenosových soustav
- [7] ČSN EN 61400-21 (33 3160): Větrné elektrárny - Část 21: Měření a vyhodnocení charakteristik kvality elektrické energie větrných turbín připojených k elektrické rozvodné soustavě
- [8] PNE 33 3430-0: Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav
- [9] PNE 33 3430-1: Parametry kvality elektrické energie - Část 1: Harmonické a mezipharmonické
- [10] PNE 33 3430-2: Parametry kvality elektrické energie - Část 2: Kolísání napětí
- [11] PNE 33 3430-3: Parametry kvality elektrické energie - Část 3: Nesymetrie a změny kmitočtu napětí
- [12] PNE 33 3430-4: Parametry kvality elektrické energie - Část 4: Poklesy a krátká přerušení napětí
- [13] PNE 33 3430-5: Parametry kvality elektrické energie - Část 5: Přechodná přepětí – impulsní rušení
- [14] PNE 33 3430-6: Parametry kvality elektrické energie - Část 6: Omezení zpětných vlivů na hromadné dálkové ovládání
- [15] Příloha 3 PPLDS: Kvalita napětí v distribuční soustavě, způsoby jejího zjišťování a hodnocení
- [16] ČSN 33 3080: Kompenzace indukčního výkonu statickými kompenzátory

- [17] ČSN 33 2000-4-41ed. 2: Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- [18] ČSN EN 61936-1: Elektrické instalace nad AC 1 kV Část 1: Všeobecná pravidla
- [19] Vyhláška MPO č. 79/2010 Sb., ze dne 18.3.2010, o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení
- [20] ČSN EN 50 438 ed.2 Požadavky na paralelní připojení mikrogenerátorů s veřejnými distribučními sítěmi nízkého napětí
- [21] Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb
- [22] VYHLÁŠKA ERÚ č. 408/2015 Sb., ze dne 30. 12. 2015 o Pravidlech trhu s elektřinou
- [23] ČSN EN 61000–3–2 Ed.2 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3 - 2: Meze pro emise harmonického proudu (zařízení se vstupním fázovým proudem do 16 A včetně)
- [24] ČSN EN 61000-3-12 ed..2: Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-12: Meze harmonických proudu způsobených zařízením se vstupním fázovým proudem $>16\text{ A}$ a $\leq 75\text{ A}$ připojeným k veřejným sítím nízkého napětí
- [25] Vyhláška ERÚ č. 540/2005 Sb. O kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice
- [26] ČSN EN ISO/IEC 17025 Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
- [27] Vyhláška č. 73/2010 Sb., o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních)
- [28] FprEN 50549-1 Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 1: Connection to a LV distribution network – Generating plants up to and including Type B
- [29] FprEN 50549-2 Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 2: Connection to a MV distribution network
- [30] PNE 33 3430-8-1 Požadavky pro připojení generátorů nad 16A na fázi do distribučních sítí – Část 8-1: Sítě nn
- [31] PNE 33 3430-8-2 Požadavky pro připojení generátorů do distribučních sítí – Část 8-2: Sítě vn
- [32] D – A – CH - CZ – Technická pravidla pro posuzování zpětných vlivů na síť
- [33] IEC 62933-1 ED1: Electrical Energy Storage (EES) systems - Part 1: Terminology
- [34] IEC 62933-2-1 Ed. 1: Electric Energy Storage (ESS) Systems - Part 2-1: Unit Parameters and Testing Methods - General specification
- [35] IEC 62933-3-1 Ed.1: Electrical Energy Storage (EES) Systems - Part 3-1: Planning and Installation - General specifications

- [36] IEC/TS 62933-4-1 Ed.1: Electric Energy Storage System - Part 4-1: Guidance On Environmental Issues
- [37] IEC/TS 62933-5-1 Ed.1: Electrical Energy Storage (ESS) Systems - Part 5-1: Safety considerations related to grid integrated electrical energy storage (EES) systems
- [38] IEC 62619,21A - Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Safety requirements for large format secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications
- [39] NAŘÍZENÍ ES č. 765/2008 - požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh
- [40] IEC 61000-3-15 Ed.1: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-15: Limits - Assessment of low frequency electromagnetic immunity and emission requirements for dispersed generation systems in LV network
- [41] ČSN EN 61000-4-30 (33 3432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie
- [42] ČSN EN 62586-1 (35 6240) Měření kvality elektřiny v systémech elektrického napájení – Část 1: Přístroje pro měření kvality elektřiny, 2014
- [43] ČSN EN 62586-2 (35 6240) Měření kvality elektřiny v systémech elektrického napájení – Část 2: Funkční zkoušky a požadavky na nejistotu, 2014
- [44] Implementace NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631, kterým se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení výroben k elektrizační soustavě

15 Příklady výpočtu

Posouzení přípustnosti připojení vlastní výroby k distribuční síti vn.

Zadání úlohy

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

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

Údaje o síti

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

Údaje k vlastní výrobě

- synchronní generátor s 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:

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

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

- Posouzení zpětných vlivů

Posouzení zpětných vlivů podle části 11.

- Pro orientační posouzení platí podmínka uvedená v části 10:

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

V tomto případě platí

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

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

- Ověření kritéria flikru

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

Odhad činitele dlouhodobého rušení flikrem

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

Flikr vycházející ze zařízení při provozu zůstane pod přípustnou hodnotou.

- Ověření přípustnosti vystupujících proudů harmonických podle podmínky:

Přípustný proud harmonických = vztažný proud harmonických $\cdot S_{kV}$ Pro posouzení budou použity hodnoty příslušných vztažných proudů harmonických v TAB.11.2 v části 11. Společný napájecí bod pro připojení výroby je sice na straně vn, přesto však budou použity hodnoty strany 400 V.

Posuzovací tabulka

TAB.16.1

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

$$S_{kV} \geq 100 \text{ MVA} \cdot \frac{29.3}{20 \text{ A}} = 146 \text{ MVA}.$$

16 Formuláře(informativně)

16.1 DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTŘINY (A)

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

Provozovatel (smluvní partner)

Jméno: _____

Ulice: _____

Místo: _____

Telefon/fax: _____

Adresa zařízení

Ulice: _____

Místo _____

Zřizovatel zařízení

Jméno: _____

Adresa: _____

Telefon/fax: _____

Zařízení Výrobce: _____ Počet stejných zařízení: _____ Typ: _____

Využívaná energie	Vítr	<input type="checkbox"/>	bioplyn	<input type="checkbox"/>	kogenerace	<input type="checkbox"/>
	regulace: "Stall"	<input type="checkbox"/>	spalovna	<input type="checkbox"/>	plyn	<input type="checkbox"/>
	"Pitch"	<input type="checkbox"/>	ostatní	<input type="checkbox"/>	olej	<input type="checkbox"/>
	voda	<input type="checkbox"/>			slunce	<input type="checkbox"/>
	generátor asynchronní	<input type="checkbox"/>	fotočlánekový se střídačem			<input type="checkbox"/>
	synchronní	<input type="checkbox"/>	a třífázovým připojením			<input type="checkbox"/>
	se střídačem	<input type="checkbox"/>	a jednofázovým připojením			<input type="checkbox"/>

způsob provozu	ostrovní provoz	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>
	zpětné napájení	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>
	dodávka veškeré energie do sítě	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>

Data jednoho zařízení	činný výkon	P ____ kW	<u>Pouze u větrných elektráren</u>		
	zdánlivý výkon	S ____ kVA	špičkový výkon	S _{max} ____ kVA	
	jmenovité napětí	U ____ V	střední za čas	____ s	
	proud	I ____ A	měrný činitel flikru c	____ c(ψ _{kV})	
	motorický rozběh generátoru	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>
	pokud ano: rozběhový proud I _a	____ A			
<u>Pouze u střídačů:</u>					
	řídící frekvence	síťová	<input type="checkbox"/>	vlastní	<input type="checkbox"/>
	schopnost ostrovního provozu	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>

počet pulsů 6	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/>	modulace šířkou pulsu	<input type="checkbox"/>
proudy harmon. podle PNE 33 3430-1	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>			
příspěvek vlastního výroby ke zkratovému proudu						_____	kA
zkratová odolnost zařízení						_____	kA
kompensační zařízení není	<input type="checkbox"/>	je	<input type="checkbox"/>	výkon	_____	kVAr	
přiřazeno jednotlivému zařízení	<input type="checkbox"/>			společné	<input type="checkbox"/>		
řízené	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>			
s předřazenou tlumivkou	ano	<input type="checkbox"/>	s ____ %	ne	<input type="checkbox"/>		
s hradicím obvodem	ano	<input type="checkbox"/>	pro ____ Hz	ne	<input type="checkbox"/>		
se sacími obvody	ano	<input type="checkbox"/>	pro n= _____	ne	<input type="checkbox"/>		

Poznámky: U FVE uvést:

Volně stojící

Umístěná na objektu – jednom/více

místo, datum: _____

podpis: _____

DOTAZNÍK PRO VÝROBNU ELEKTRINY S AKUMULAČNÍM ZAŘÍZENÍM (B)

provozovanou paralelně se sítí PLDS

nn ☐vn ☐110 kV ☐

(tuto stranu vyplní provozovatel nebo zřizovatel)

Technické údaje elektrického akumulčního zařízení – příloha žádosti o připojení			
1. Provozovatel Jméno nebo firma	Ulice č. pop. PSČ místo Místo připojení		
2. Akumulační systém	Výrobce/typ / parametry		Počet
	st-připojení <input type="checkbox"/>	ss-připojení <input type="checkbox"/>	Ostrovní provoz
	Jedofázové <input type="checkbox"/> dvoufázové <input type="checkbox"/> třífázové		
	Využitelná kapacita kWh		
	Úplné odpojení od sítě při ostrovním provozu		Ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
	Ochrana v místě připojení k síti		Příloha
Střídač akumulačního zařízení	Výrobce/typ		Počet
	Účinník $\cos \varphi$ (odběr)		[-]
	Zdánlivý výkon střídačů akumulčního zařízení		kVA
	S _{Amax}		kVA
	Zdánlivý výkon střídačů výroby	S _{DCEmax}	kVA
	Celkový instalovaný výkon	SG	kVA
	Činný výkon střídačů akumulčního zařízení	P _{Amax}	kW
	Činný výkon střídačů výroby	P _{DCEmax}	kW
	Celkový instalovaný činný výkon	PG	kW
	Jmenovitý proud (st)	I _n	A
Způsob připojení			
	Jednopolové schéma bateriového / výroby elektřiny		Příloha
	Schéma zapojení systému do instalace		Příloha
	Elektřina pro nabíjení není nikdy odebírána ze sítě		Ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
	Elektřina pro nabíjení je vždy odebírána ze sítě		Ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
	Elektřina pro nabíjení je odebírána ze sítě i z instalované výroby		Ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
	Předpokládána dodávka do sítě z akumulčního zařízení		Ano <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
	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 harmonogramu.		Příloha
Doklady	P-Q diagram		Příloha
	Rychlost náběhu nebo změny činného výkonu v % v čase		Příloha
Řízení dodávky/odběru	popis		Příloha
	Informace o možnosti ostrovního provozu		Příloha
Poznámka			
Místo, datum		Podpis	

DOTAZNÍK PRO VLASTNÍ VÝROBNU (C)

provozovanou paralelně se sítí **PLDS** (tuto stranu vyplní **PLDS**)

Připojení k síti

společný napájecí bod nn ☐ vn ☐
☐

zkratový výkon ze strany **PLDS** v přípojném bodu S_{kV} _____ MVA

zkratový proud _____ kA

při připojení na vn: stanice **PLDS** ☐ vlastní ☐
 zúčtovací místo nn ☐ vn ☐
☐

trvale přístupné spínací místo (druh a místo) _____

rozpadový – dělicí bod _____

hranice

vlastnictví _____

Kontrolní seznam (zkontrolujte před uváděním do provozu)

provozovatel předloží **PLDS** následující podklady

- ☐ žádost o připojení k síti
- ☐ polohopisný plán s hranicemi pozemku a místem výstavby vlastní výroby
- ☐ dokumentace k zapojení celého elektrického zařízení s údaji k jednotlivým zařízením
- ☐ schémata s údaji k zapojení, druhu, výrobci a funkci jednotlivých ochranných
- ☐ 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 ochranných vlastních výroby

(místo, datum)

(služebna)

(zpracovatel, telefon)

16.2 VZOR PROTOKOLU O SPLNĚNÍ TECHNICKÝCH PODMÍNEK PRO UVEDENÍ výroby DO PROVOZU s lokální distribuční soustavou PLDS

PŘIPOJENO DO SOUSTAVY ☐ NN ☐ VN**EAN :**

Instalovaný výkon výroby

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

VÝSLEDKY ZKOUŠEK A OVĚŘENÍ SKUTEČNÉHO STAVU VÝROBNY

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

MÍSTO, DATUM:

PROVOZOVATEL ZAŘÍZENÍ:

PLDS

OBCHODNÍ PARTNER – VÝROBCE:

TECHNIK:

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

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

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

Ukončení procesu PPP(úspěšného i neúspěšného):

ZA PLDS:

TECHNIK :

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

MÍSTO, DATUM:

ZA PLDS:

TECHNIK :

PŘÍLOHA PROTOKOLU Č.1 (VYPLŇUJE PLDS)

TECHNICKÉ INFORMACE VÝROBNY:

INSTALOVANÉ ZAŘÍZENÍ

TYP VÝROBNY		TRANSFOSTANICE- INV. ČÍSLO a VLASTNICTVÍ	
TRANSFORMÁTOR:			
POČET			
JMENOVITÝ ZD. VÝKON S_N	kVA	NAPĚTÍ NAKRÁTKO u_k	%
JMENOVITÉ NAPĚTÍ VN U_N	kV	JMENOVITÝ PROUD I_n	A
JMENOVITÉ NAPĚTÍ NN U_N	kV	JMENOVITÉ ZTRÁTY NAKRÁTKO P_{kn}	kW
GENERÁTOR:			
TYP	POČET	JMENOVITÉ NAPĚTÍ U_N	JMENOVITÝ VÝKON S_N
ASYNCHRONNÍ	ks	0,4kV	kVA
SYNCHRONNÍ	ks	kV	kVA
FOTOČLÁNKOVÝ SE STŘÍDAČEM	ks	kV	kVA
MAX. DODÁVANÝ ČINNÝ VÝKON P (NA SVORKÁCH)			kW
OSTATNÍ ÚDAJE (výrobce, typ atd.)			
ŠTÍTKOVÉ ÚDAJE GENERÁTORU			
POČET A TYP PANELŮ (FVE)			
POČET A TYP STŘÍDAČŮ			
ELEKTROMĚR PRO VYKAZOVÁNÍ PODPORY (typ, rok ověření a počáteční stav)			
HODNOTA HLAVNÍHO JISTIČE : A U NN			

MÍSTO,
DATUMZA PLDS
TECHNIK

17 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Jalový výkon VM A2, B1, B2 a C při jmenovitém napětí

Obr. 2 Schopnost překlenutí poruchy pro výrobní se střídačem na výstupu

Obr. 3 Schopnost překlenutí poruchy přímo připojených generátorů

Obr. 4 Princip podpory napětí sítě při poruchách

Obr. 5 Schopnost frekvenční odezvy činného výkonu u výrobních modulů v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci

Obr. 6 Maximální snížení činného výkonu s klesajícím kmitočtem

Obr. 7 Frekvenční odezva činného výkonu na podfrekvenci u akumulárního zařízení

Obr. 8 Charakteristika funkce $P(U)$

Obr. 9 Dodávka/odběr Q při maximální dodávce P u synchronních VM B1, B2, C a D

Obr. 10 Připojení výrobní elektřiny nn

Obr. 11 Připojení výrobní s akumulárním zařízením nn

Obr. 12 Připojení výrobní a akumulárního zařízení z nadzemního vedení VN přípojkou výrobce

Obr. 13 Připojení výrobní a akumulárního zařízení samostatným vedením do vn rozvodny LDS

Obr. 14 Charakteristika funkce $Q(U)$

Obr. 15 Dodávka/odběr Q při maximální dodávce P u nesynchronních VM B2, C a D

Obr. 16 Dodávka/odběr Q při nižší než maximální dodávce P pro nesynchronní VM kategorie B2, C a D

Obr. 17 Připojení výrobní a akumulárního zařízení zasmyčkováním do vn vedení LDS