

PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ LOKÁLNÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY

- příloha č. 4: PRAVIDLA PRO PARALELNÍ PROVOZ ZDROJŮ SE SÍTÍ PROVOZOVATELE LOKÁLNÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY

Pravidla provozování lokální distribuční soustavy stanovují základní technické, plánovací a informační požadavky pro připojení uživatelů k lokální distribuční soustavě ŽDAS, a.s. a pro její užívání.

Tato pravidla byla vypracována v souladu se zákonem č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon).

Zpracovatel:

Provozovatel lokální distribuční soustavy

ŽDAS, a.s., Žďár nad Sázavou

červenec 2018

Schválil:

ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD

dne:

1. NÁZVOSLOVÍ - KRÁTKÉ DEFINICE VYBRANÝCH ODBORNÝCH POJMŮ, POUŽITÉ ZKRATKY

SkV zkratový výkon ve společném napájecím bodu (pro přesný výpočet SkV viz)

Ψ_{kV} fázový úhel zkratové impedance

Un jmenovité napětí sítě

Plp Alt dlouhodobá míra vjemu flikru, činitel dlouhodobého rušení flikrem ; míra vjemu flikru Plt v časovém intervalu dlouhém (lt = long time) 2 h

Pozn.: Plt=0.46 je stanovená mez rušení pro jednu výrobní jednotku. Hodnota Plt může být měřena a vyhodnocena flikremetrem. Kromě míry vjemu flikru Plt se používá i činitel rušení flikrem Alt, mezi kterými platí vztah = Plt3.

ΔU změna napětí: Rozdíl mezi efektivní hodnotou na začátku napěťové změny a následujícími efektivními hodnotami.

c činitel flikru zařízení: Bezrozměrná veličina, specifická pro dané zařízení, která spolu s dvěma charakteristickými veličinami, tj. výkonem zařízení a zkratovým výkonem ve společném napájecím bodu, určuje velikost flikru vyvolaného zařízením ve společném napájecím bodu.1

SA jmenovitý zdánlivý výkon výrobní jednotky

S_{Amax} maximální zdánlivý výkon výrobní jednotky

S_{nE} jmenovitý zdánlivý výkon generátoru

S_{nG} fázový úhel proudu vlastního zdroje

cos ϕ 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 zdroj dimenzován (obvykle jmenovitý proud I_n)

Kkl zkratový poměr, poměr mezi SkV a maximálním zdánlivým výkonem výrobní jednotky S_{Amax}

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.

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.

Připojovaný výkon zdroje: Součet štítkových (typových) hodnot instalovaných výkonů zdrojů připojovaných do odběrného místa nebo předávacího místa

Společný napájecí bod: Nejbližší místo veřejné sítě, do kterého je vyveden výkon vlastního zdroje, ke kterému jsou připojeni, nebo ke kterému mohou být připojeni další odběratelé.

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

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

Výrobna: Pro účely této přílohy se výrobnou rozumí část zařízení zákazníka, ve které se nachází jeden nebo více generátorů k výrobě elektřiny, včetně všech zařízení potřebných pro její provoz. Vztahy, které se vztahují k výrobě, obsahují index "A".

Výrobní jednotka: Část výroby, zahrnující jeden generátor (u fotovoltaik střídač) včetně všech zařízení, potřebných pro jeho provoz. Hranicí výrobní jednotky je místo, ve kterém je spojena s dalšími jednotkami nebo s veřejnou distribuční sítí. Vztahy týkající se jedné výrobní jednotky obsahují index "E".

Generátor: Část výrobní jednotky vč. event. střídače, ale bez event. kondenzátorů ke kompenzaci účinníku. Ke generátoru nepatří ani transformátor, přizpůsobující napětí generátoru napětí veřejné sítě. Vztahy týkající se jednoho generátoru obsahují index "G".

Kompenzační zařízení: Zařízení pro kompenzaci účinníku nebo řízení jalové energie.

Ostrovní provoz části LDS: Provoz zdroje/ů s vyčleněnou částí LDS, která je odpojena od LDS.

Ostrovní provoz předávacího místa se zdrojem: Provoz zdroje pokrývá spotřebu předávacího místa při paralelním provozu se sítí. Ostrovní provoz vznikne odepnutím předávacího místa od LDS.

Oddělený ostrovní provoz: Zdroj provozovaný odděleně od LDS, paralelní provoz s LDS není dovolen (i náhradní zdroje).

2. ŽÁDOST O PŘIPOJENÍ A SCHVALOVACÍ PROCES

Pro přihlášení je zapotřebí předat **PLDS** včas žádost o připojení dle [L2] a dále:

- údaje o zkratové odolnosti předávací stanice
 - popis ochrany s přesnými údaji o druhu, výrobcí, 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)

2. 1. TECHNICKÉ KONZULTACE

Na základě obecného požadavku poskytne **PLDS** žadateli informace o možnostech a podmínkách připojení k **LDS** a o podkladech, které musí žádost o připojení výroby k **LDS** obsahovat (viz. 1.2.). Poskytnuté informace o možnosti připojení výroby jsou pouze orientační,

nejsou závazné a písemné vyjádření není možné použít pro účely územního a stavebního řízení. Vyjádření nemá vymezenou časovou platnost.

2.2. ŽÁDOST O PŘIPOJENÍ

Základní náležitosti žádosti výrobce o připojení zařízení k **LDS** jsou uvedeny v Příloze č.1 vyhlášky [L2].

Součástí podkladů dále jsou:

- souhlas vlastníků nemovitostí dotčených výstavbou výroby
- územně-plánovací informace dle [L2]
- požadovaná hodnota rezervovaného výkonu a rezervovaného příkonu
- stávající hodnota rezervovaného příkonu a výkonu

V případě, že žádost neobsahuje všechny uvedené náležitosti, nebude ze strany **PLDS** posuzována a žadatel bude neprodleně vyzván k doplnění žádosti.

2.3. POSOUZENÍ ŽÁDOSTI O PŘIPOJENÍ VÝROBNY

PLDS po obdržení žádosti rozhodne ve lhůtě dle [L2] dle charakteru výroby a navrhovaného místa připojení:

a) zda je připojení možné s ohledem na rezervovaný výkon předávacího místa mezi **DS/LDS** a hodnotu limitu připojitelného výkonu odběrného místa **PLDS** stanovených **PDS** ve smlouvě o připojení mezi **PDS** a příslušným **PLDS**. Pro stanovení bilanční hodnoty připojitelného rezervovaného výkonu výroben FVE a VTE se vychází ze soudobosti 0,8, není-li ve smlouvě o připojení mezi **PDS** a **PLDS** stanoveno jinak.

b) zda je nutné, aby žadatel nechal možnost připojení výroby k **LDS** ověřit **studii připojitelnosti** ve smyslu [L2].

c) další posouzení žádosti o připojení musí zohlednit požadavky dané touto přílohou

2.4. POSOUZENÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

Požadovaná prováděcí projektová dokumentace, předložená **PLDS** k odsouhlasení musí obsahovat minimálně tyto základní podklady:

- realizaci požadavků **PLDS** dle vystaveného vyjádření
- délky, typy a průřezy vedení mezi výrobnou a místem připojení k **LDS**, parametry použitých transformátorů situační řešení připojení výroby k **LDS**
- typy, parametry a navržené hodnoty nastavení elektrických ochranných systémů výroby souvisejících s **LDS**
- parametry a provedení řízení činného a jalového výkonu (pokud je požadováno)
- parametry a provedení zařízení pro snížení útlumu signálu HDO, pokud vypočtené nebo naměřené hodnoty přesahují limity povolené **PPLDS** nebo technickými normami.
- návrh provedení fakturačního měření a jeho umístění.
- potřebné údaje k rozhraní pro dálkové ovládání, měření a signalizaci pro vazbu na řídicí systém **LDS**. (bylo- li požadováno)
- zařazení vyhrazeného elektrického technického zařízení do tříd a skupin podle vyhlášky č. 73/2010 Sb.
- popis funkcí ochranných systémů a automatik zdroje majících vazbu na provoz **DS**

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

V případě, že předložená projektová dokumentace není úplná, **PLDS** ji neposuzuje, žadatele

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

2.5 PŘIPOJENÍ K SÍTI

Nově připojované zdroje do LDS musí být připraveny pro instalaci dálkového ovládání, tzn. ovládací obvod a komunikační cestu mezi elektroměrovým rozváděčem a novým zdrojem.

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 zdrojů do 4,6 kVA a trojfázových do 30 kVA splněn, pokud jsou tyto zdroje 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 výrobná připojena k síti. Toto se týká zdroje neumožňujícího ostrovní provoz OM. V případě, že zdroj umožňuje ostrovní provoz OM, musí být zajištěno, že v případě ztráty napětí v distribuční síti dojde k odpojení celého OM. Toto zařízení musí být ověřeno akreditovanou zkušebnou.

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

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

Výrobce s licenci, který chce uplatňovat cenové zvýhodnění výroby pro část spotřebovanou (očistěnou o vlastní spotřebu zdroje) a část dodanou do LDS musí zajistit připojení např. pro síť nn podle části 6, obr. 1a, obě měření musí být průběhová

Výrobce s licenci, který chce uplatnit celou výrobu jako dodanou do LDS musí zajistit připojení např. pro síť nn podle části 6, obr. 1b.

Vlastní výroby, popř. zařízení odběratelů s vlastními výrobny, 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 výrobná 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**.

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).

Výrobu lze připojit:

- přímo k **LDS**
- v odběrném místě

3. PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ

K zabránění zavlečení zpětného napětí do sítě 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 zdroje je zapotřebí odsouhlasit s PLDS.

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

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

4. UVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU A PROVOZOVÁNÍ

4. 1. PRVNÍ PARALELNÍ PŘIPOJENÍ VÝROBNY K SÍTI

První paralelní připojení výroby k síti je možné provést pouze na základě souhlasu **PLDS**.

Výrobce podává žádost o první paralelní připojení výroby k síti u **PLDS** (dále jen žádost).

Součástí žádosti 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,

- zpráva o výchozí revizi elektrického zařízení výroby elektřiny a případně dalšího elektrického zařízení nově uváděného do provozu, které souvisí s uváděnou výrobnou do provozu, bez kterého nelze provést připojení výroby k síti **PLDS** a protokol o nastavení ochrany, pokud není součástí zprávy o výchozí revizi,

- místní provozní předpisy.

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

- 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, O ochrany se ověřují buď za skutečných podmínek, nebo simulací pomocí odpovídajících zkušebních přístrojů
- odzkoušet náběh ochrany a dodržení udaných vypínacích časů pro následující provozní podmínky:
 - třífázový výpadek sítě (u sítě nn i jednofázový)
 - OZ (u zdrojů připojených do sítě vn)
 - odchylky frekvence (simulace zkušebním zařízením)
 - u elektroměrů pro dodávku i odběr, pokud je již instalován, provést kontrolu správnosti chodu
- pokud je výroba vybavena dálkovým ovládáním, signalizací, regulací a měřením ověřit jejich funkce z příslušného rozhraní
- zkontrolovat podmínky pro připojení podle části 4
- zkontrolovat, zda kompenzační zařízení je připojováno a odpojováno s generátorem a zda u regulačních zařízení odpovídá regulace výkonovému rozsahu

Uvádění do provozu, se dokumentuje protokolem o splnění technických podmínek pro uvedení výroby do provozu. Ochrany mohou být **PLDS** plombovány.

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 neznamena ztrátu nároku na podporu výroby elektřiny z OZE.

4. 2. ZKUŠEBNÍ PROVOZ

Na základě požadavku výrobce povolí **PLDS** zkušební provoz výroby. Součástí žádosti o povolení zkušebního provozu a kontroly a zkoušky při zahájení zkušebního provozu jsou totožné, jako v části 5.1.

Zkušební 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**.

4. 3. TRVALÝ PROVOZ VÝROBY, UZAVŘENÍ PŘÍSLUŠNÝCH SMLUV

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 5.1, a to nejpozději ve lhůtě 90 kalendářních dnů od data prvního paralelního připojení výroby k síti, které je zdokumentováno protokolem prováděným podle části 5.1.

V případě, že **PLDS** při této dodatečné kontrole shledá nesoulad aktuálního stavu výrobní se skutečnostmi uvedenými v protokolu, stanoví výrobci přiměřenou lhůtu pro odstranění zjištěných nesouladů a závad. V případě shledání vážných závad nebo nesouladů ohrožujících bezpečný a spolehlivý provoz **LDS**, může **PLDS** provést přechodné odpojení výrobní 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 výrobní se sítí **PLDS** musí výrobce udržovat neustále v bezvadném technickém stavu. Spínače, ochrany a ostatní vybavení pro dálkové řízení musí být v pravidelných lhůtách (minimálně jednou za čtyři roky) funkčně přezkoušeny odbornými pracovníky provozovatele výrobní, nebo odborné firmy. Pokud přezkoušení zajišťuje provozovatel výrobní vlastními pracovníky nebo pomocí odborné firmy, může **PLDS** požadovat u zkoušek přítomnost svého zástupce. Výsledek je zapotřebí dokumentovat zkušebním protokolem a na požádání předložit

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

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

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

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

Vlastní výrobní smí být - zejména po poruše zařízení **PLDS** nebo výrobce - připojena na síť **PLDS** teprve tehdy, když jsou splněny spínací podmínky podle části 4.

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

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

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

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

5. ELEKTROMĚRY, MĚŘÍCÍ A ŘÍDÍCÍ ZAŘÍZENÍ

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

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

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

- nízké napětí: podle výkonu výroby 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 fakturačních elektroměrů zajišťuje **PDS 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 PPDS**: Fakturační měření).

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

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

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

6. SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Pro spojení výroby elektřiny se sítí **PDS** musí být použito spínací zařízení (vazební spínač) minimálně se schopností vypínání zátěže (např. vypínač, odpínač s pojistkami, úsekový odpínač), kterému je předřazena zkratová ochrana podle části 8. Tento vazební spínač může být jak na straně nn, tak i na straně vn nebo 110 kV. Pokud se nepředpokládá ostrovní provoz, lze k tomuto účelu použít spínací zařízení generátoru.

Spínací zařízení musí zajišťovat galvanické oddělení ve všech fázích.

*Pozn.: Poměrně závažným důsledkem sloučení funkcí oddělení zdroje 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 zdroje za výhodnější, aby při poruchách v **DS** docházelo přednostně k vypnutí generátoru a napájení vlastní spotřeby po skončení napěťového poklesu či úspěšném cyklu **OZ** zůstalo zachováno, tedy způsob připojení podle obr.4 a obr.11.*

U výroben elektřiny se střídači je třeba spínací zařízení umístit na střídavé straně střídače. Při společném umístění ve skříni střídače nesmí být spínací zařízení vyřazeno z činnosti zkratem ve střídači. Při použití tavných pojistek jako zkratové ochrany u **nn** generátorů je zapotřebí dimenzovat spínací zařízení minimálně podle vypínacího rozsahu předřazených pojistek.

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

Některé příklady připojení výroben jsou uvedeny v části 13.

7. OCHRANY

Opatření na ochranu vlastní výroby (např. zkratovou ochranu, ochranu proti přetížení, ochranu před nebezpečným dotykem) je zapotřebí provést podle části 3.5.9 **PPDS**. U zařízení schopných ostrovního provozu je třeba zajistit chránění i při ostrovním provozu. Nastavení ochran ve vazbě na **DS** určuje **PDS**. Nastavení frekvenčních ochran zohledňuje kromě požadavků **PDS** také požadavky provozovatele přenosové soustavy.

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

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

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

7.1 MIKROZDROJE

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

TAB. 2

Parametr	Maximální vypínací čas [s]	Nastavení pro vypnutí
nadpětí 1. stupeň ⁽¹⁾	3	230 V + 10-%
nadpětí 2. stupeň	0,2	230 V + 15-%
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, tříde 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.

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

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

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

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

7.2 VÝROBNY ELEKTŘINY S FÁZOVÝM PROUDEMNAD 16A V SÍTÍCH NN A VÝROBNY PŘIPOJENÉ DO SÍTÍ VN A 110 kV

Nastavení ochran rozpadového místa

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

TAB. 3

funkce	Rozsah nastavení	Doporučené nastavení ochrany	
Nadpětí 2. stupeň $U \gg$	1,00 – 1,30 U_n	1,2 U_n	nezpožděně
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, 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-minutové hodnoty nejméně každé 3 s.
- (2) Tento napěťový stupeň vyvolá rychlé odpojení od sítě při blízkých zkratech. Nastavení 0,3 U_n se volí pro zdroje připojené do sítě 110 kV a napětí měřené na straně **vn** (odpovídá mu cca 15 % U_n v přípojném bodě. Nastavení 0,45 U_n se volí pro zdroje připojené do sítě **vn** a při měření napětí na straně nižšího napětí.
- (3) Toto nastavení je závislé na výkonu výroby a kmitočtové závislém přizpůsobení výkonu.

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

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

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

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

8. CHOVÁNÍ VÝROBEN V SÍTI

8.1 NORMÁLNÍ PROVOZNÍ PODMÍNKY

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

TAB.4

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

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

8.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí

8.1.2.1 Výrobní elektřiny připojená do sítě nn

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

8.1.2.2 Výrobní elektřiny připojená do sítě vn a 110 kV

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

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

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

9.2 Zásady podpory sítě

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

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

Detailní provedení je specifikováno ve smlouvě o připojení.

8.2.1 Statické řízení napětí

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

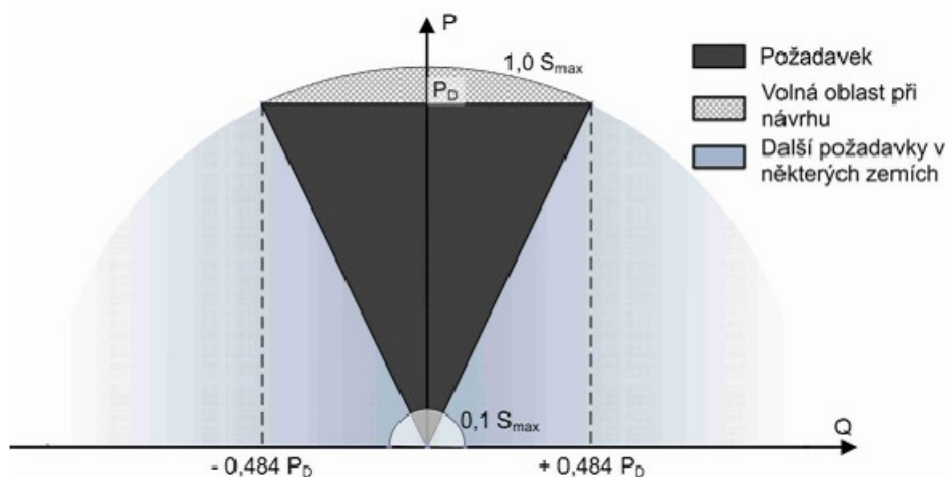
Pokud to vyžadují podmínky v síti, a **PDS** tento požadavek uplatní, musí se výrobní zařízení na statickém udržování napětí podílet.

8.2.1.1 Podpora napětí pomocí jalového výkonu

Výkyvy napětí musí zůstávat v povolených mezích. Výrobní moduly a výrobní musí být schopny přispívat k tomuto požadavku během normálního provozu sítě.

Výrobna musí být schopna splnit požadavky uvedené níže v celém provozním rozsahu napětí a kmitočtu (viz část 9.1.).

Grafické znázornění minimálních i nepovinných požadavků dodávky/odběru jalového výkonu při jmenovitém napětí je na obr.1, kde P_D je návrhový výkon výroby [29, 30].



Obr. 1 Požadavky na dodávku/odběr jalového výkonu při jmenovitém napětí

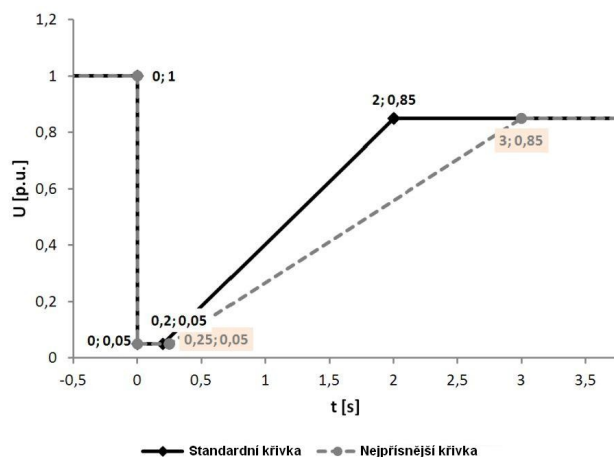
8.2.2 Dynamická podpora sítě

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

Proto se musí i výrobny v sítích **nn**, **vn** a 110 kV podílet na dynamické podpoře sítě. To znamená, že musí být technicky schopné zůstat připojené i při poruchách v síti, při kterých dochází k poklesům napětí. To se týká všech druhů zkratů (jedno-, dvou-, i třífázových). U výroben připojených do sítí **nn** se hodnotí nejmenší fázové napětí, a pokud není střední vodič, pak nejmenší sdružené napětí. U výroben v sítích **vn** a 110 kV se hodnotí nejmenší sdružené napětí.

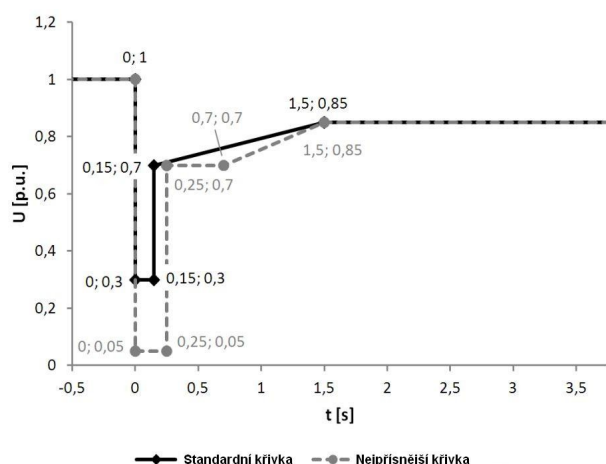
8.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT)

Zdroj připojený pomocí střídače



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

Přímo připojený zdroj



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.

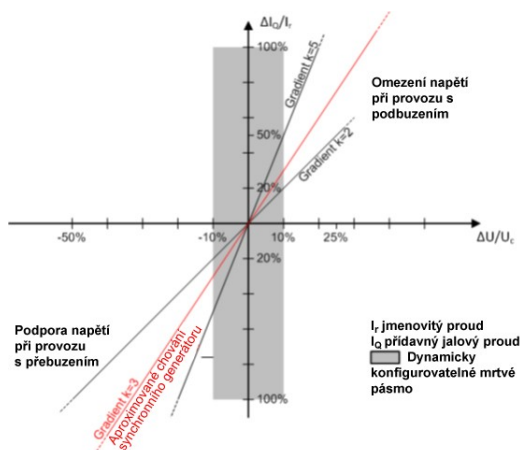
8.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT)

Výrobní moduly musí být schopny zůstat připojeny, pokud napětí na vývodech nepřekročí horní mez rozsahu napětí pro trvalý provoz až do úrovně 120% dohodnutého napětí po dobu 1 sekundy, a 115% deklarovaného napětí po dobu 60 minut. 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. **PDS** stanoví, které výrobní se podle jejich předpokládaných technických možností musí podílet na dynamické podpoře sítě. To se děje zadáním nastavení pro rozpadovou síťovou ochranu.

8.2.2.3 Požadavky na zkratový proud výrobních modulů v síti vn a 110 kV

Výrobní moduly s inventory a dvojité napájenými rotory



Obr. 4 Princip podpory napětí sítě při poruchách

Synchronní výrobní moduly

Tyto výrobní moduly z principu poskytují podporu napětí při poruchách a změnách napětí, proto na ně nejsou kladeny žádné zvláštní dodatečné požadavky.

Asynchronní výrobní moduly

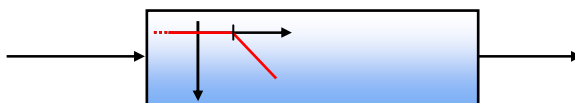
Tyto výrobní moduly nejsou schopné podporovat napětí při poruchách a odchylkách napětí. Připojení do určité sítě je možné na základě dohody s **PDS**.

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

8.3 Přizpůsobení činného výkonu

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

8.3.1 Snižování činného výkonu při nadfrekvenci

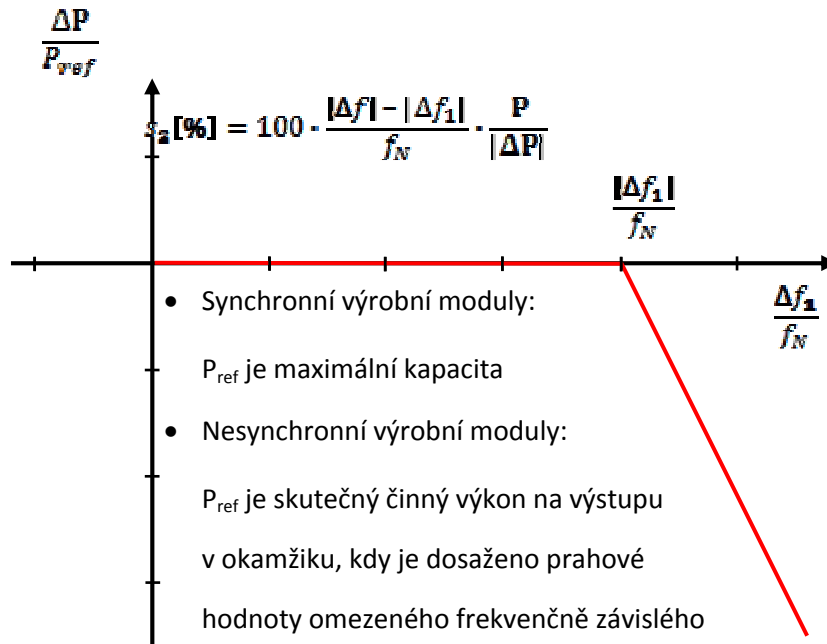


Výrobní modul musí být schopen aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu podle obr. 5 při prahové hodnotě frekvence a při nastavení statiky, jež stanoví příslušný provozovatel přenosové soustavy pro svou regulační oblast v koordinaci s provozovateli přenosových soustav téže synchronně propojené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

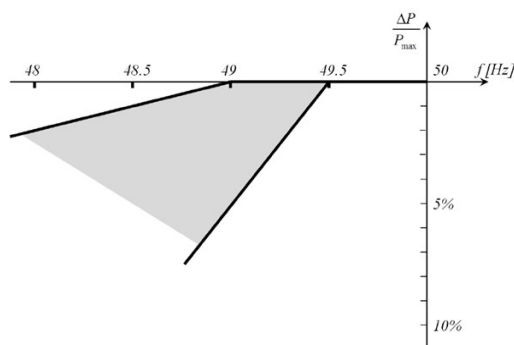


P_{ref} je referenční činný výkon, ke kterému je vztažena ΔP ; pro synchronní výrobní moduly a pro nesynchronní výrobní moduly může být stanoven různě. ΔP je změna činného výkonu na výstupu z výrobního modulu. f_n je jmenovitá frekvence (50 Hz) v soustavě a Δf je odchylka frekvence v soustavě. Při nadfrekvencích,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

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

8.3.2 Snížení činného výkonu při podfrekvenci

Příslušný provozovatel PS definuje dovolené snížení činného výkonu z maximální hodnoty se snižující se frekvencí v rozsahu mezi plnými čarami na Obr 6.



Obr. 6 Maximální snížení činného výkonu s klesajícím kmitočtem

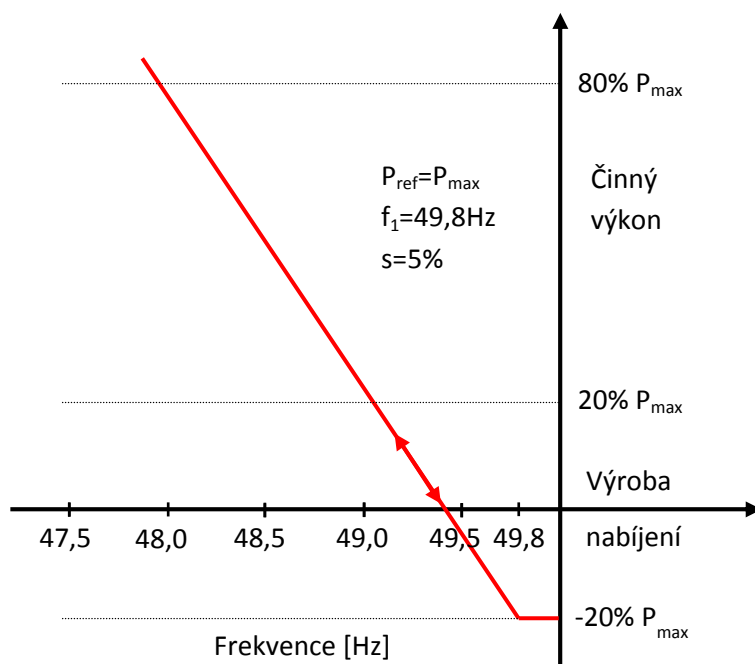
Diagram představuje meze, definované příslušným provozovatelem PS.

8.3.2.1 Frekvenční odezva činného výkonu akumulčního zařízení při podfrekvenci

Elektrické akumulční zařízení ve výrobě musí být schopné aktivace odezvy činného výkonu na podfrekvenci. U bateriových akumulčních zařízení musí být frekvenční odezva poskytována při nabíjení i v režimu dodávky. Odezva činného výkonu na podfrekvenci musí být poskytována při

programovatelné mezi frekvence, minimálně mezi 49,8 a 49,5 včetně, při programovatelné 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 **PDS**, pokud nejsou definovány, funkce musí být zablokována.



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

8.3.5 Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách

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

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

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

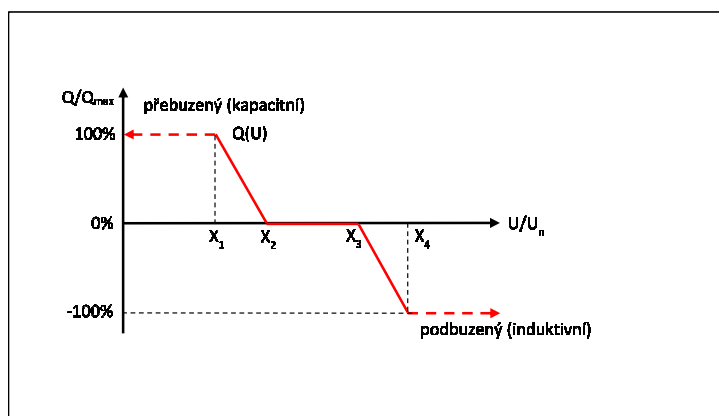
Snížení dodávaného výkonu na hodnotu požadovanou **PDS** v přípojném bodě sítě (např. na 60, 30 a 0 % instalovaného výkonu u **FVE**, akumulčních zařízení, výroben elektřiny s akumulčním zařízením a 100, 75 a 50% u **BPS**) musí být neprodlené, maximálně v průběhu jedné minuty, ale do 5 s po obdržení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

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

8.4 Řízení jalového výkonu v závislosti na provozních podmínkách

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

Charakteristická křivka podle obr. 9 musí být nastavitelná, nastavení určí **PDS** podle místních síťových podmínek, ev. studie připojitelnosti.



Obr. 9 Charakteristika funkce $Q(U)$

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

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

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

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

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

Příklad nastavení:

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

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

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

8.4.1 Výrobní elektřiny do 16 A/fázi včetně připojované do sítí nn

Účinník výrobní za normálních ustálených provozních podmínek při dovoleném rozsahu tolerancí jmenovitého napětí musí být podle [20] mezi 0,90 kapacitní a 0,90 induktivní za předpokladu, že výkon je nad 10 % jmenovitého činného výkonu zdroje. Pokud je výkon na výstupu zdroje nižší než 10 % jmenovitého výkonu, nesmí jalový výkon tekoucí ze/do zdroje překročit 10 % jeho jmenovitého výkonu.

8.4.2 Výrobní elektřiny nad 16 A/fázi, připojované do sítí nn

Účinník výrobní za normálních ustálených provozních podmínek při dovoleném rozsahu tolerancí jmenovitého napětí musí být mezi 0,90 kapacitní a 0,90 induktivní za předpokladu, že výkon je nad 10 % jmenovitého výkonu zdroje. Pokud je výkon na výstupu zdroje nižší než 10 % jmenovitého výkonu, nesmí jalový výkon tekoucí ze/do zdroje překročit 10 % jeho jmenovitého výkonu. Hodnotu účinníku nebo parametry funkce $Q(U)$ v předávacím místě výrobní s **DS** určuje **PDS**.

8.4.3 Výrobní elektřiny v sítích vn a 110 kV

Účinník výrobní za normálních ustálených provozních podmínek při dovoleném rozsahu tolerancí jmenovitého napětí musí být mezi 0,90 kapacitní a 0,90 induktivní za předpokladu, že činná složka výkonu je nad 10 % jmenovitého výkonu výrobní.

U výrobců druhé kategorie podle [22] musí být při dodávce činného výkonu do **DS** a při dovoleném rozsahu tolerancí jmenovitého napětí účinník v předávacím místě mezi 0,95 kapacitní a 0,95 induktivní za předpokladu, že činná složka výkonu je nad 10 % jmenovitého proudu (transformátoru proudu) předávacího místa.

8.4.4 Způsoby řízení jalového výkonu

Jalový výkon výrobní musí být od instalovaného výkonu 100 kVA říditelný. Dohodnutý rozsah jalového výkonu musí využitelný kdykoliv.

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

Žádaná hodnota je buď:

- | | |
|--|-------------------|
| • 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 **PDS** zadána charakteristika, musí být automaticky nastavena odpovídající ustálená hodnota jalového výkonu:

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

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

Zadání může být buď:

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

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

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

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

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

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

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

TAB. 5

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

8.5 Automatické opětovné připojení výroben

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

1. V případě, že **PDS** nezakázal opětovné připojení z důvodu řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách (např. vysláním omezovacího signálu 0%)
2. Napětí a frekvence jsou po dobu 300 s (5 min) v mezích
 - a. Napětí - 85 – 110 % jmenovité hodnoty
 - b. Frekvence - 47,5 – 50,05 Hz
3. Při automatickém opětovném připojení je možné postupovat dle níže uvedených dvou postupů:
 - a. Jsou-li splněny podmínky uvedené v bodu 2 (po dobu 300 s nedojde k vybočení sledovaných veličin U a f) začne postupné najetí na výkon od nuly s gradientem maximálně 10%Ppřipojeného za minutu
 - b. Není-li výrobní elektřina schopna postupného najetí na výkon (dle bodu 3.a), připojí se výrobní elektřina zpět k **DS** po době, kterou stanoví **PDS** v intervalu 0-20 min; nadále probíhá kontrola mezí napětí a frekvence dle bodu 2

Při automatickém opětovném připojení musí dodávaný výkon z výroby respektovat příp. požadavky na výkonové omezení z důvodu řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách (viz. kap. 8.2.2). Synchronizace výroby se sítí musí být při automatickém opětovném připojení plně automatizovaná.

9. PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ

K zabránění zavlečení zpětného napětí do sítě **PDS** je zapotřebí zajistit technickými opatřeními, aby připojení vlastní výroby k síti **PDS** bylo možné pouze tehdy, když jsou všechny fáze sítě pod napětím. K připojení může být použit jak spínač, který spojuje celé zařízení odběratele se sítí, tak i spínač, který spojuje výrobní modul popř. více paralelních výrobních modulů se zbylým zařízením odběratele. Zapnutí tohoto vazebního spínače musí být blokováno do té doby, dokud není na každé fázi napětí minimálně nad rozběhovou hodnotou podpěťové ochrany. K ochraně vlastní výroby se doporučuje časové zpoždění mezi obnovením napětí v síti a připojením výroby v rozsahu minut.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Pokud je v síti **nn** a **vn** jen jedno 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, které mohou být současně v provozu (rezervovaný výkon).

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

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

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

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

kde φ je fázový úhel mezi proudem a napětím výrobní při maximálním zdánlivém výkonu S_{Amax} . U *výroben*, které dodávají do sítě jalový výkon (např. přebuzené synchronní generátory, pulzní měniče), přitom platí:

$$P > 0 \text{ a } Q > 0 \\ 0^\circ \leq \varphi_E \leq 90^\circ.$$

U *výroben*, které odebírají ze sítě jalový výkon (např. asynchronní generátory, podbuzené synchronní generátory, 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, v sítích 110 kV a/nebo při provozu více rozptýlených výroben v síti je zapotřebí určovat zvýšení napětí s pomocí komplexního chodu sítě. Přitom musí být dodržena podmínka pro Δu v nejnepríznivějším přípojném bodě.

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

Takto je možné posuzovat pouze výrobn, 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 **DS** právo požadovat po výrobci provést taková technická opatření, aby výroba splňovala veškeré požadavky na ni kladenou v souladu s podmínkami připojení a **PPDS**. Krajním opatřením může být i snížení / omezení činného výkonu.

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

9.2 Nesymetrie napětí v sítích nn

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

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

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

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

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

9.3 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 nepřipustné zpětné vlivy, tj. pokud největší změna napětí pro výroby s předávacím místem v síti **nn** nepřekročí 3 %.

$$\Delta u_{maxm} \leq 3 \%. \quad (10)$$

Pro výroby s předávacím místem v síti vn platí

$$\Delta u_{maxvn} \leq 2 \%. \quad (11)$$

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

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

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

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

Spínání jedné výrobní moduly (např. jednoho generátoru větrné turbíny)

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

Spínání celého zařízení (např. větrného parku)

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

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

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

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.

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

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”,

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

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

S ohledem na minimalizaci zpětného vlivu na síť **PDS** 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.

9.4 Připojování synchronních generátorů

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

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

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

9.5 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.

9.6 Připojování výroben se střídači, ev. měniči kmitočtu

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

9.7 VÝJIMKY PRO VÝROBNY S OBNOVITELNÝMI ZDROJI

(1) Výrobní s obnovitelnými zdroji mohou být zproštěny povinnosti primární regulace.

(2) Podle schopností konvenčních výrobních zařízení při vzniku náhlé výkonové nerovnováhy v důsledku rozdělení sítí, vytvoření ostrovů a k zajištění obnovy provozu, musí

výrobní s obnovitelnými zdroji užívat takové řídicí a regulační charakteristiky, které odpovídají současnému stavu techniky.

10. ZPĚTNÉ Vlivy NA NAPÁJECÍ SÍŤ

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

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

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:

10.1 Změna napětí

Změna napětí

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

$$\Delta U \leq 2 \% U_n \text{ (pro společný napájecí bod v síti vn a 110 kV - viz též}$$

část 10).

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

Flikr

DLOUHODOBÝ FLIKR

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

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

ve společném napájecím bodě 110 kV mezní hodnotu

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

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

$$P_{lt} = c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{KV}}, \quad (20)$$

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

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

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

$$P_{ltres} = \sqrt{\sum_i P_{lti}^2}. \quad (22)$$

U zařízení s n stejnými moduly je výsledný činitel pro flikr

$$P_{ltres} = \sqrt{n} \cdot P_{lt} = \sqrt{n} \cdot c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}. \quad (23)$$

10.2 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.

10.2.1 Výrobny v síti nn

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

$$\text{Přípustný proud } I_{vnn} = \text{vztažný proud } i_v \frac{S_{kV}}{\sin \psi_{kV}}. \quad (24)$$

vztažný proud i_v je uveden v **TAB. 6**.

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

TAB. 6

Řád harmonických ν, μ	Přípustný vztažný proud $i_{\nu, \mu}$ [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
$25 < \nu < 40$	$0,15 \cdot 25/\nu$
$\mu < 40^a$	$0,15 \cdot 25/\nu$
sudé	$1,5/\nu$
$\mu < 40$	$1,5/\nu$
$42 < \mu, \nu < 178^b$	$4,5/\nu$
a liché. b Celočíslné a neceločíslné ν pásma šířky 200 Hz od střední frekvence ν Měření podle ČSN EN 61000-4-7	

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

10.2.2 Výrobný v síti vn

Pro pouze jediné předávací místo v síti **vn** lze určit celkové v tomto bodě přípustné harmonické proudy ze vztažných proudů $i_{\nu p\check{r}}$ z **TAB. 7**, násobených zkratovým výkonem ve společném napájecím bodu

$$I_{\nu p\check{r}} = i_{\nu p\check{r}} \cdot S_{kV}. \quad (19)$$

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

$$I_{\nu p\check{r}} = I_{\nu p\check{r}} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} = i_{\nu p\check{r}} \cdot S_{kV} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}}. \quad (20)$$

U zařízení sestávajících z modulů stejného typu lze za S_A dosadit ΣS_{nE} . To platí též pro větrné elektrárny. U zařízení z nesterjých 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. 7.

Pro harmonické s řády násobků tří platí hodnoty v TAB. 7 pro nejbližší řád, a to pouze, pokud se nulová složka proudů z výroby neuzavírá do sítě.

TAB. 7

Řád harmonické μ, ν	Přípustný vztažný proud harmonických		
	$i_{\mu, \nu \text{ př}} [\text{A/MVA}]$		
	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

$$I_{\nu} = \sum_{i=1}^n I_{\nu i} \quad (21)$$

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

$$I_{\nu} = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{\nu i}^2} \quad (22)$$

- 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

$$I_{\mu} = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{\mu i}^2} \quad (23)$$

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 mezipharmonických), 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

$$I_{vVpr} = i_{vpr} \cdot S_{kV} \cdot \frac{S_{AV}}{S_s} \quad (30)$$

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

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

Pro jiná síťová napětí, než jaká jsou udána v TAB. 8, lze přepočítat vztažné harmonické proudy z hodnot v této tabulce (nepřímo úměrně k napětí).

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

10.2.3 Výrobní v síti 110 kV

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

TAB. 8

Řád v, μ	Přípustný vztažný proud harmonických $i_{v, \mu \text{ zul}}$ v A/GVA
5	2,6
7	3,75
11	2,4
13	1,6
17	0,92
19	0,70
23	0,46

25	0,32
> 25 nebo sudé	5,25 / v
$\mu < 40$	5,25 / μ
$\mu > 40$	16 / μ

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

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

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

pro harmonické řádů vyšších než 13 a pro meziharmonické:

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

kde

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

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

S_{kV} zkratový výkon v přípojném bodě

S_A přípojný výkon výrobního modulu

S_0 referenční výkon.

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

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

Dodržení přípustných proudů zpětných vlivů podle rovnic (27) a (28) lze prokázat měřením celkového proudu v předávacím místě nebo výpočtem z proudů připojených jednotlivých zařízení.

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

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

11. UVEDENÍ VÝROBNY DO PROVOZU A PROVOZOVÁNÍ

11.1 PRVNÍ PARALELNÍ PŘIPOJENÍ VÝROBNY K SÍTI

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

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

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

- potvrzení odborné firmy realizující výstavbu výrobní, že vlastní výrobní elektřiny je provedena v souladu s podmínkami stanovenými uzavřenou smlouvou o připojení podle předpisů, norem a zásad uvedených v části 3, stejně jako podle **PPDS** a této přílohy,
- **PDS** odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu provedení výrobní v jednom vyhotovení v rozsahu podle části 4.5 Přílohy č. 4 **PPDS**,
- zpráva o výchozí revizi (příp. další doklad ve smyslu Vyhl. č. 73/2010Sb. [27] pro zařízení třídy I.) elektrického zařízení výrobní 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 ochrany, pokud není součástí zprávy o výchozí revizi,
- pro výrobní elektřiny s instalovaným výkonem 30 kW a výše místní provozní předpisy; pro výrobní elektřiny do 30kW jsou-li vyžadovány ve smlouvě o připojení.

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

- provést prohlídku zařízení,
- provést porovnání vybudovaného zařízení s projektovaným,
- zkontrolovat přístupnost a funkce spínacího místa v předávacím místě k **DS** 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 ochran podle části 8. Ochrany se ověřují buď za skutečných podmínek, nebo simulací pomocí odpovídajících zkušebních přístrojů,
- odzkoušet náběh ochran a dodržení udaných vypínacích časů pro následující provozní podmínky:
 - třífázový výpadek sítě (u sítě **nn** i jednofázový),
 - správná činnost při **OZ** (u výroben připojených do sítí **vn** a 110 kV),
 - odchylky frekvence (simulace zkušebním zařízením)
- u elektroměrů pro dodávku i odběr, pokud je již instalován, provést kontrolu správnosti chodu,
- pokud je výrobní elektřiny vybavena dálkovým ovládáním, signalizací, regulací a měřením ověřit jejich funkce z příslušného rozhraní,
- uskutečnit zkoušku nebo předložit protokol o splnění podmínek uvedených v kapitole 9.2
- 8.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Low voltage ride through - LVRT)
- 8.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (HVRT)
- 8.2.2.3 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
- 8.3.1 Snížení činného výkonu při nadfrekvenci
- 8.3.2 Snížení činného výkonu při podfrekvenci
- 8.3.2.1 Frekvenční odezva činného výkonu akumulárního zařízení při podfrekvenci
- 8.3.3 Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce P(U)
- uskutečnit zkoušku nebo předložit protokol o splnění požadavků uvedených v kapitole 9.4
- 8.4.4 Řízení jalového výkonu v závislosti na provozních podmínkách
- uskutečnit zkoušku opětovného automatického připojení výroby v čase a podmínkách uvedených v kap. 9.4., příp. v čase definovaném **PDS**.
- zkontrolovat podmínky pro připojení podle části 10
- zkontrolovat, zda kompenzační zařízení je připojováno a odpojováno s generátorem a zda u regulačních zařízení odpovídá regulace výkonovému rozsahu.

Doporučuje se body zkoušek provádět podle seznamu.

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

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

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

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

11.2 Ověřovací PROVOZ

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

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

11.3 TRVALÝ PROVOZ VÝROBNY elektřiny, UZAVŘENÍ PŘÍSLUŠNÝCH SMLUV

Protokol o splnění technických podmínek pro uvedení výrobní elektřiny do provozu se souhlasnými výsledky uvedených kontrol provedených podle části 12.1 je vyžadován pouze tehdy, pokud nebyl podkladem pro uzavření smlouvy o připojení.

V případě, že **PDS** rozhodl, že se první paralelní připojení výrobní elektřiny k síti uskuteční bez přítomnosti jeho zástupce, má **PDS** možnost sám provést dodatečně kontroly a zkoušky uvedené v části 12.1, a to nejpozději ve lhůtě 90 kalendářních dnů od data prvního paralelního připojení výrobní elektřiny k síti, které je zdokumentováno protokolem prováděným podle části 12.1.

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

náhradním termínu, může **PDS** v souladu se smluvně sjednanými podmínkami uzavřenou smlouvou o připojení ukončit.

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

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

PDS 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 **PDS** zadat změněné nastavení pro ochrany.

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

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

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

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

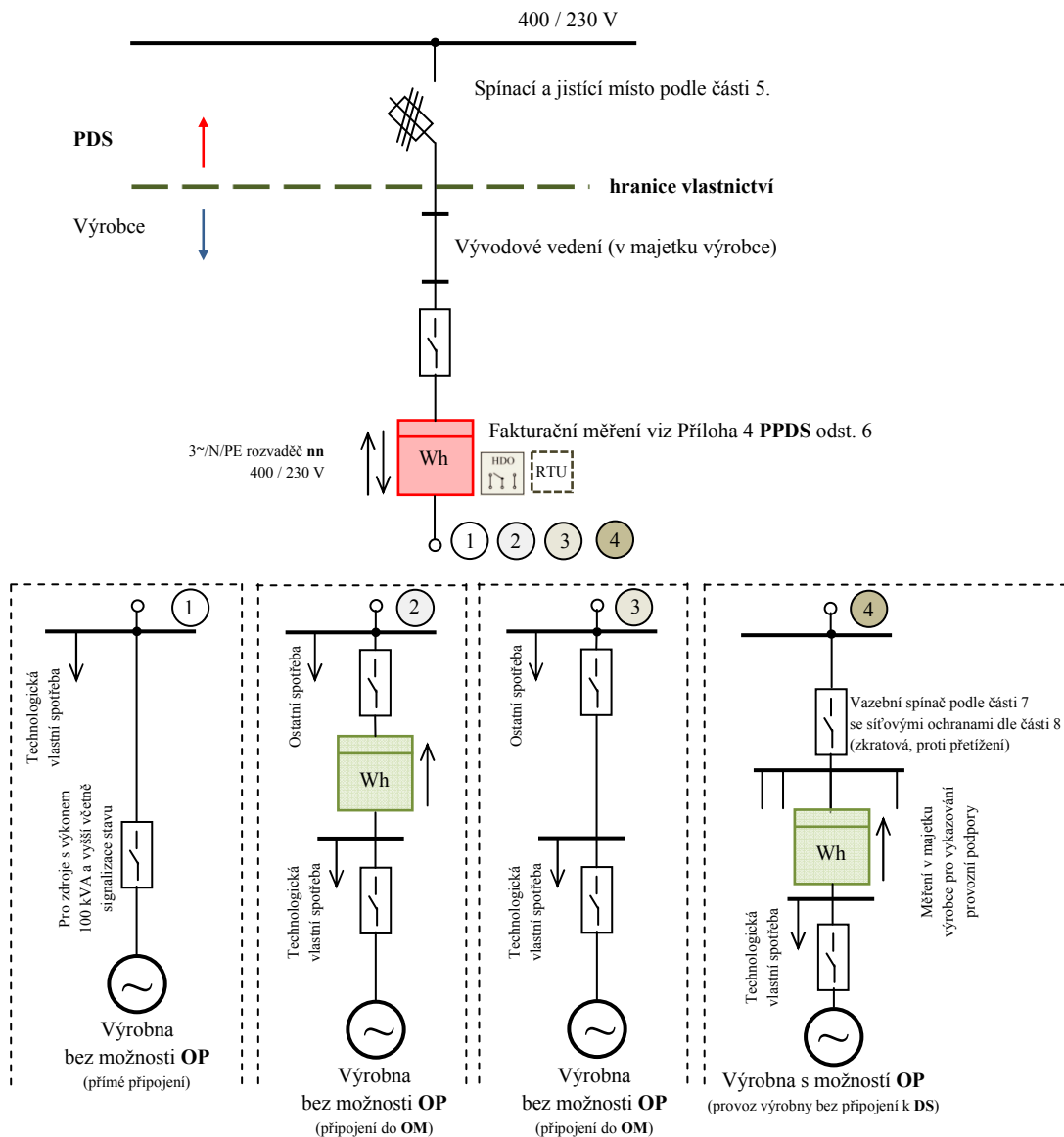
Pokud je ke spínání potřebný souhlas, pak uzavře **PDS** s provozovatelem výrobní elektřiny odpovídající (dohodu) smlouvu o provozování, ve které jsou vyjmenovány osoby oprávněné ke spínání. Do této dohody je zapotřebí zahrnout i ujednání o poruchové signalizaci, signalizaci odpojení a časech připojování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

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

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

12. Příklady připojení výroben elektřiny

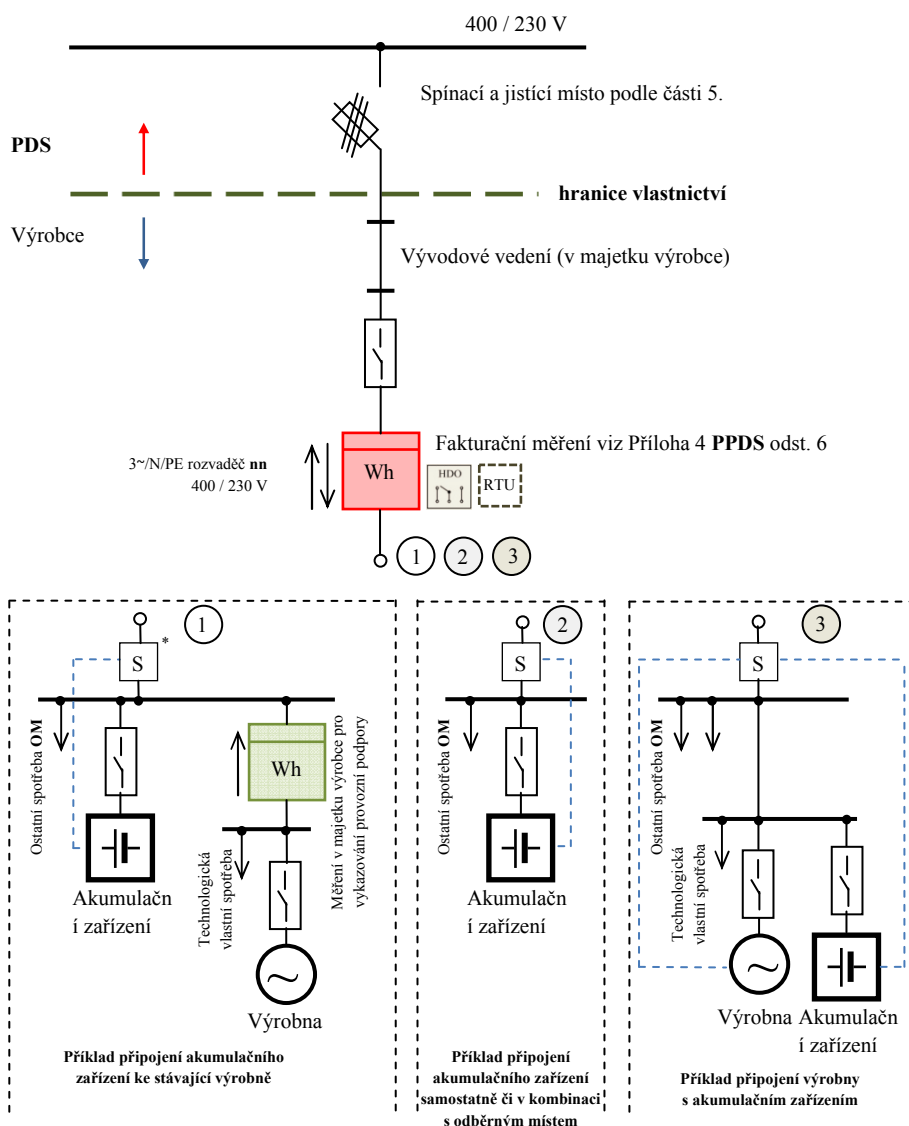
12.1 Připojení výrobní elektřiny NN do DS



1. Výrobní 100 kVA a více musí být připraveny pro dispečerské řízení.
2. Fakturační měření může být provedeno i jako nepřímé. Způsob měření určuje PDS v souladu s přílohou 5 PPDS a připojovacími podmínkami jednotlivých PDS.
3. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PDS
4. Jednotlivé příklady připojení 1, 2, 3 a 4 nelze kombinovat v rámci jednoho připojení k DS
5. V případě provozu výrobní v ostrovním provozu, předepisuje nastavení rozpadového místa PDS
6. HDO – při řízení výrobní
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 PDS
10. Připojování výroben o výkonu 100 kVA a více do sítí nn je možné pouze do rozvaděče nn v DTS

Obr. 10 Připojení výrobní elektřiny nn

12.2 Připojení výroby s akumulací NN do DS

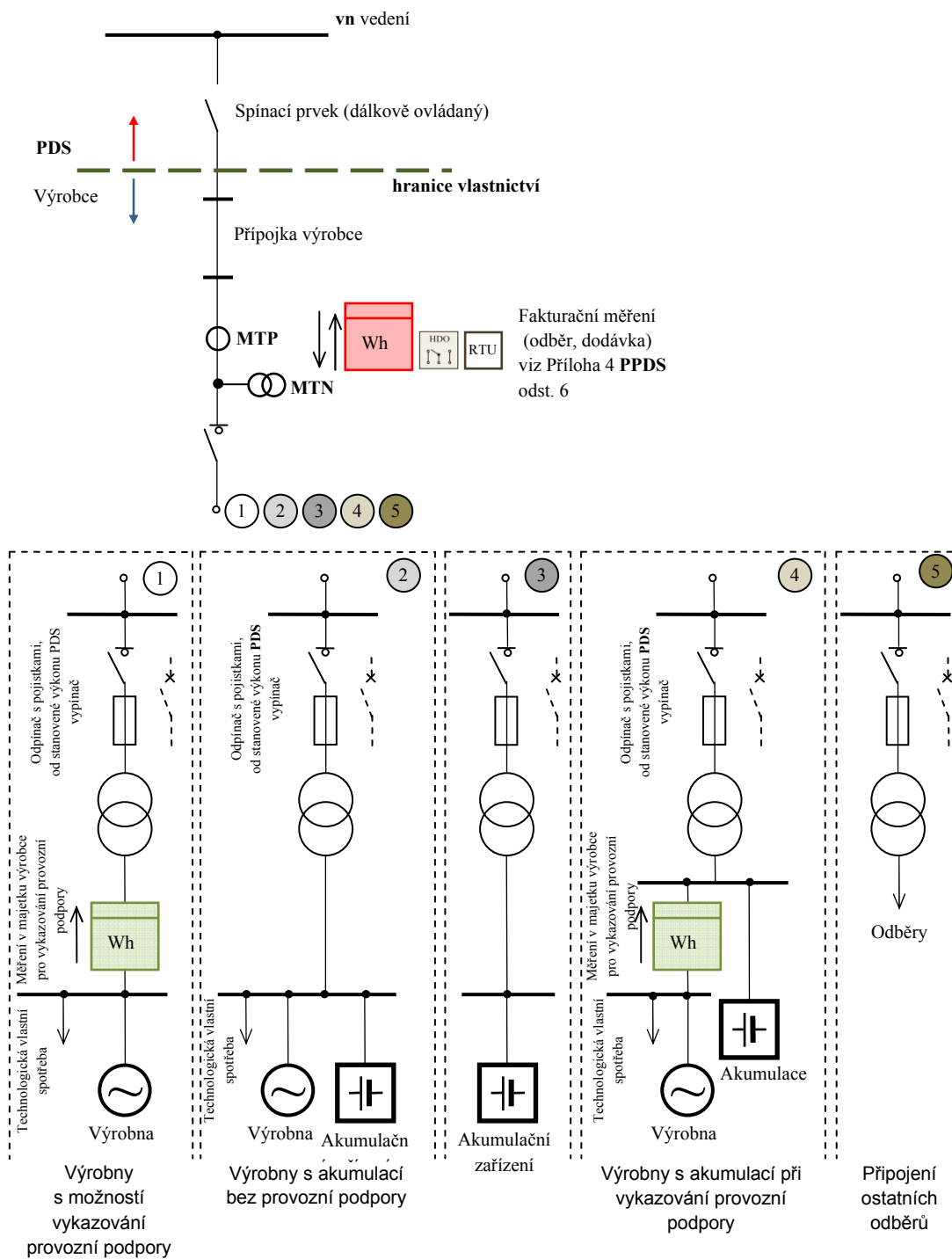


* - Senzor směru toku výkonu

1. Výrobní 100 kVA a více musí být připraveny pro dispečerské řízení.
2. Fakturační měření může být provedeno i jako nepřímé. Způsob měření určuje PDS v souladu s Přílohou 5 PPDS a připojovacími podmínkami jednotlivých PDS.
3. Červeně označené prvky jsou zařízení v majetku PDS
4. V případě provozu výroby v ostrovním provozu, předepisuje nastavení rozpadového místa PDS
5. HDO – při řízení výroby
6. Pro delší připojné vedení budou dopočítávány ztráty na vedení
7. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem HDO v elektrické síti může být upraveno odlišně a to v návaznosti na připojovací podmínky DS
8. Pro zdroje nad 100kVA musí být instalována jednotka RTU. Vlastnictví jednotky RTU určují připojovací podmínky příslušného PDS
9. Připojování výroben o výkonu 100 kVA a více do sítí 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
11. .

Obr. 11 Připojení výroby s akumulčním zařízením nn

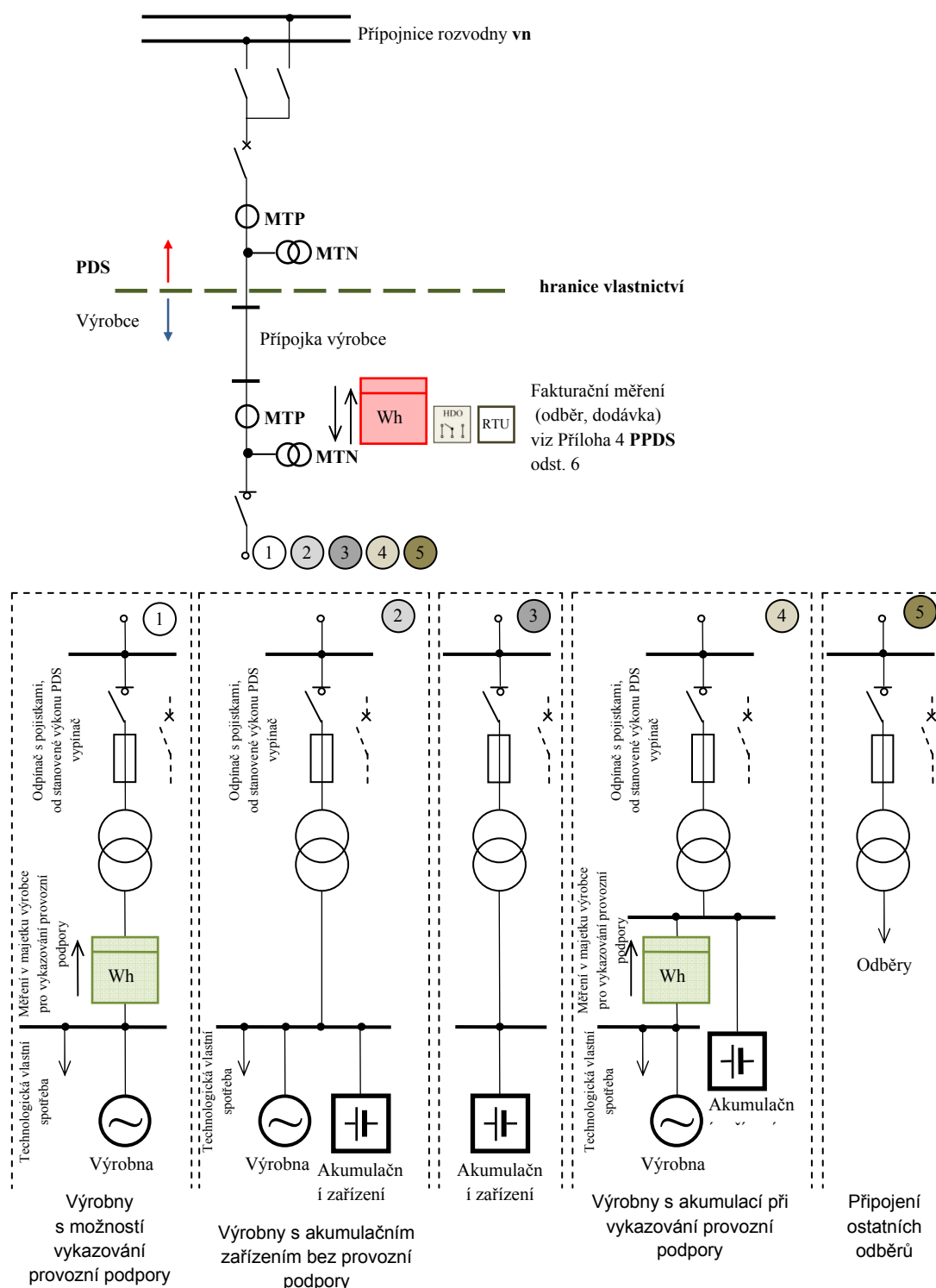
12.3 Připojení výroby a akumulačního zařízení z nadzemního vedení VN přípojkou výrobce



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

Obr. 12 Připojení výroby a akumulačního zařízení z nadzemního vedení vn přípojkou výrobce

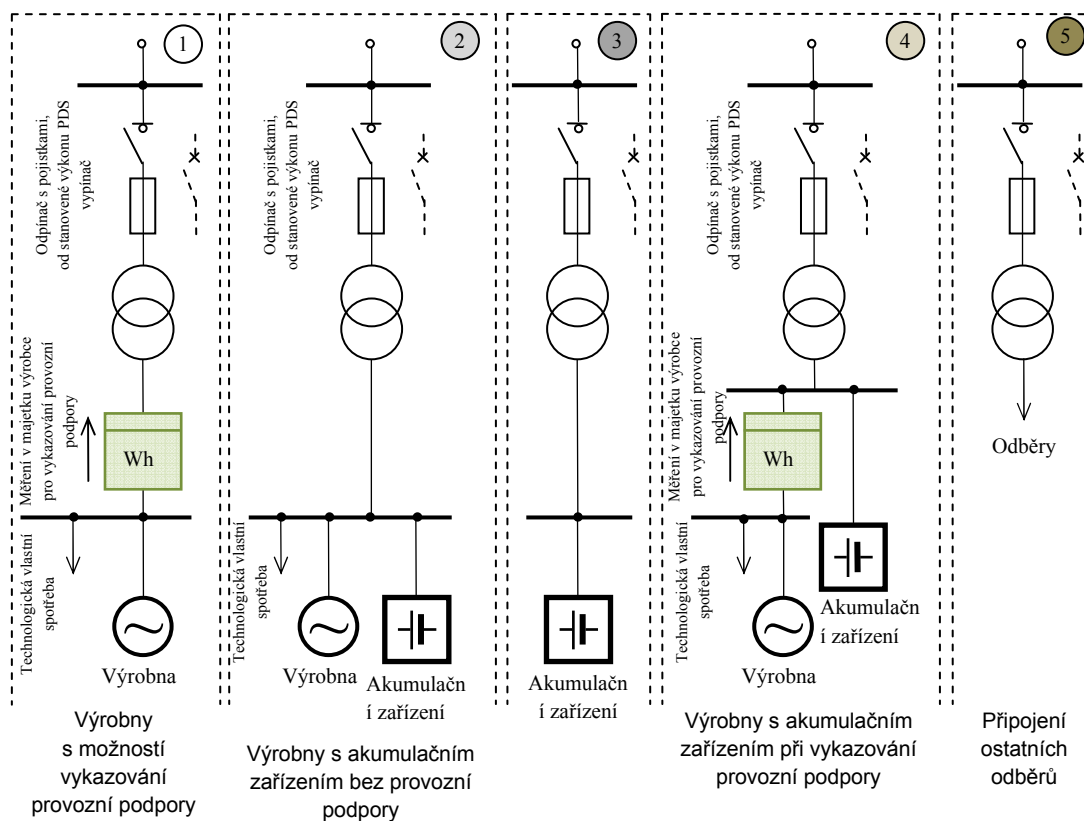
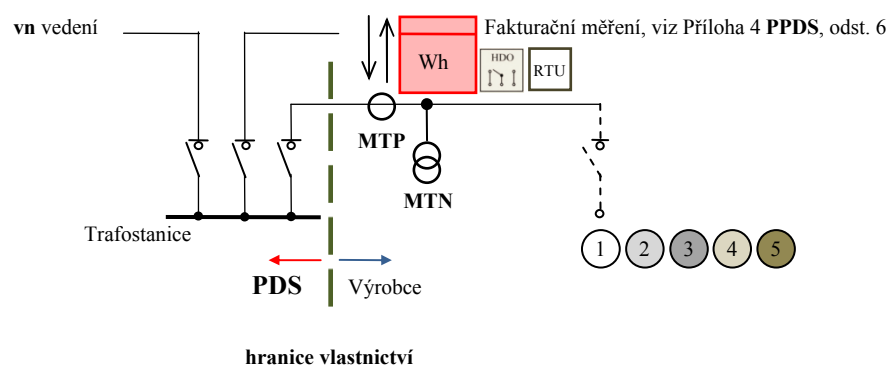
12.4 Připojení výrobní a akumulační zařízení samostatným vedením do VN rozvodny DS



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 **PDS**
5. **RTU, HDO** – při řízení výroby
6. Umístění fakturačního měření společně s přijímačem **HDO** v elektrické síti může být upraveno odlišně a to v návaznosti na přípojovací podmínky **DS**.
7. Vlastnictví **RTU** je upraveno přípojovacími podmínkami příslušného **PDS**

Obr. 13 Připojení výrobní a akumulční zařízení samostatným vedením do vn rozvodny DS

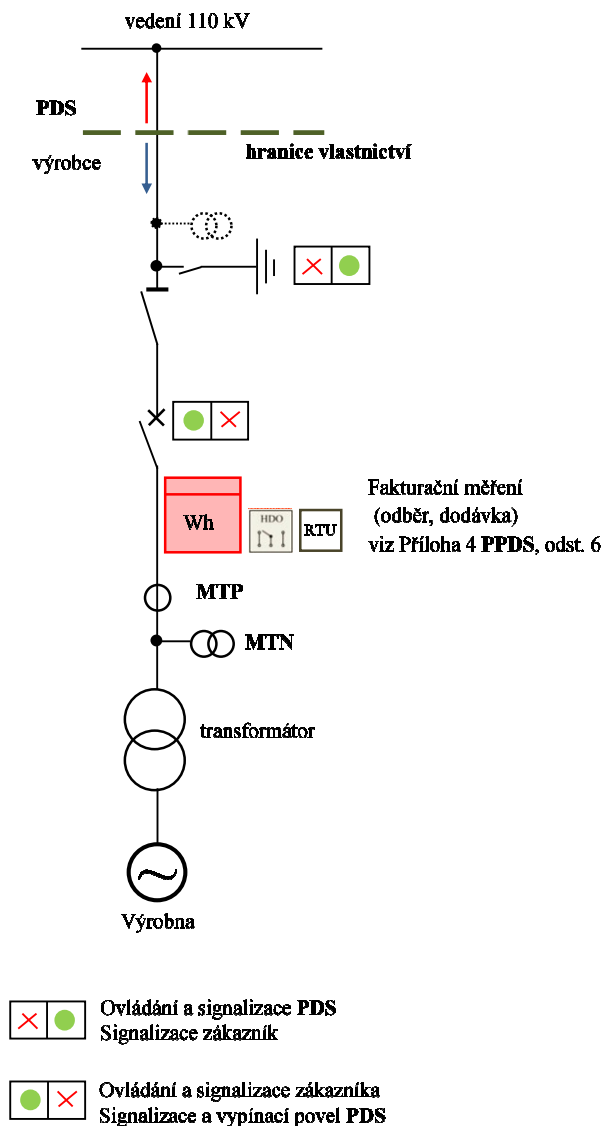
12.5 Připojení výrobní a akumulační zařízení zasmyčkováním do VN vedení



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

Obr. 14 Připojení výrobní a akumulárního zařízení zasmyčkováním do vn vedení DS

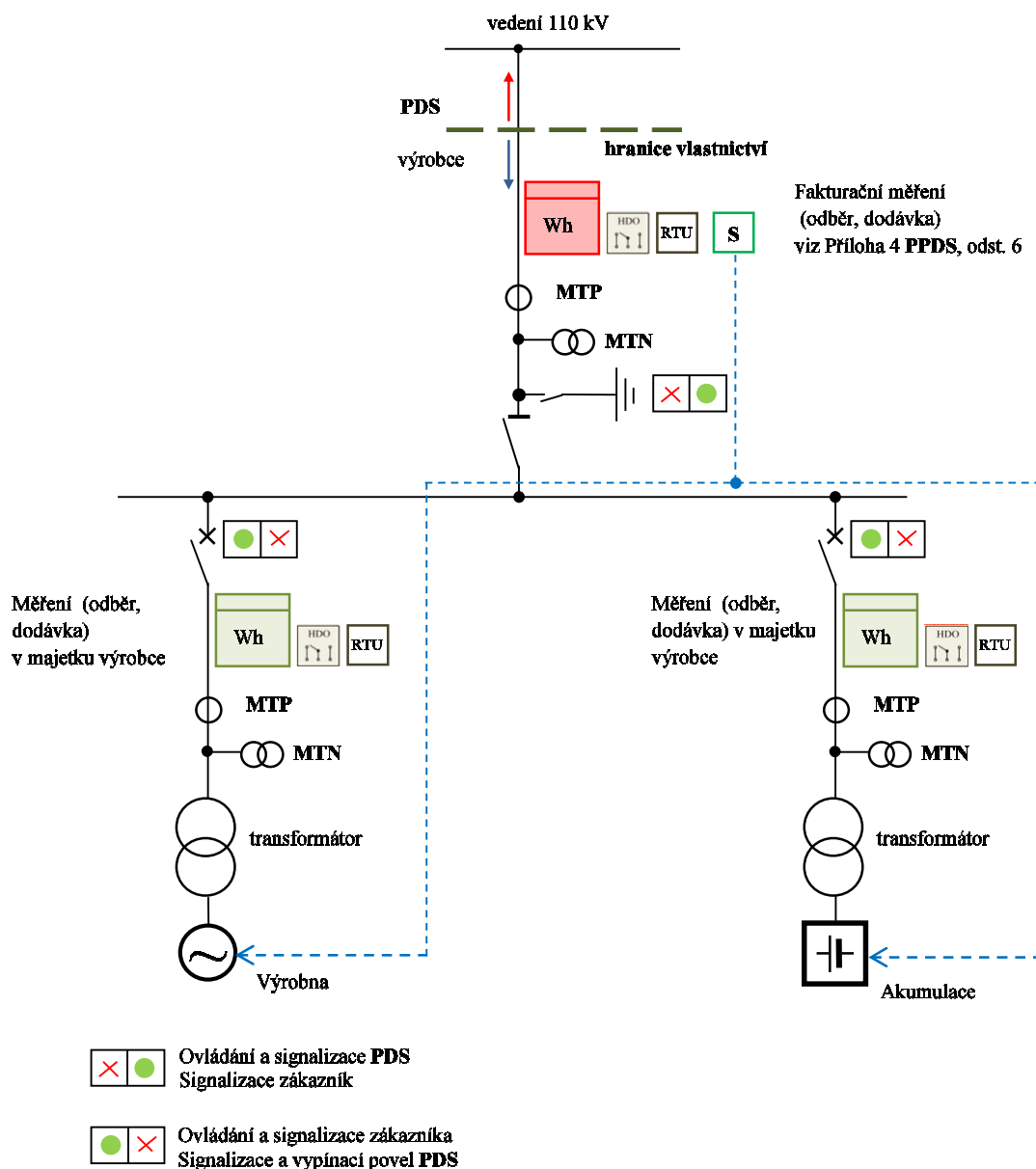
12.6 Připojení výroben jednoduchým T odbočením k vedení 110 kV (PŘEDPOKLADEM JE UMÍSTĚNÍ ROZVODNY 110 KV V BEZPROSTŘEDNÍ BLÍZKOSTI VEDENÍ 110 KV)



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

Obr. 15 Připojení výroby jednoduchým T odbočením k vedení 110 kV

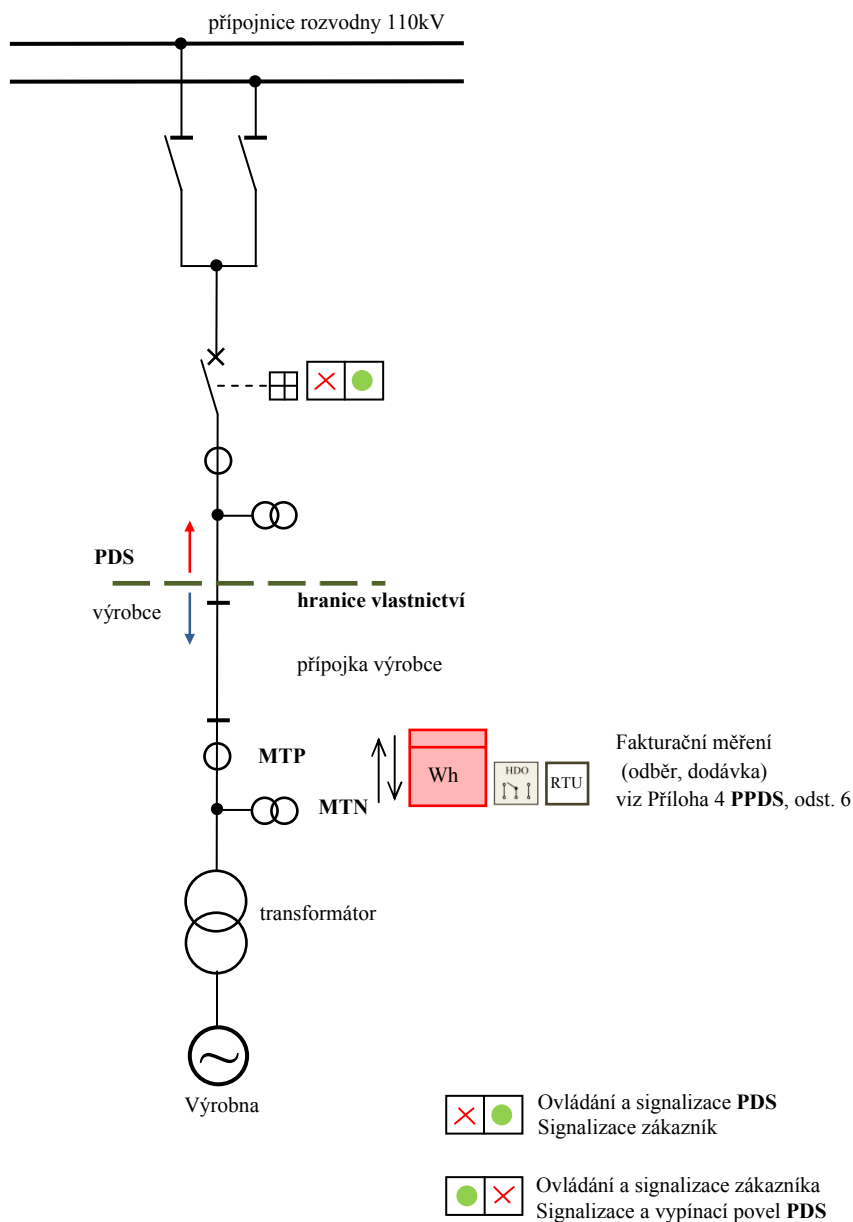
12.7 Připojení výroben s akumulací jednoduchým T odbočením k vedení 110 kV (Předpokladem je umístění rozvodny 110 KV v bezprostřední blízkosti vedení 110 kV)



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

Obr. 16 Připojení výroby s akumulačním zařízením jednoduchým odbočením k vedení 110 kV

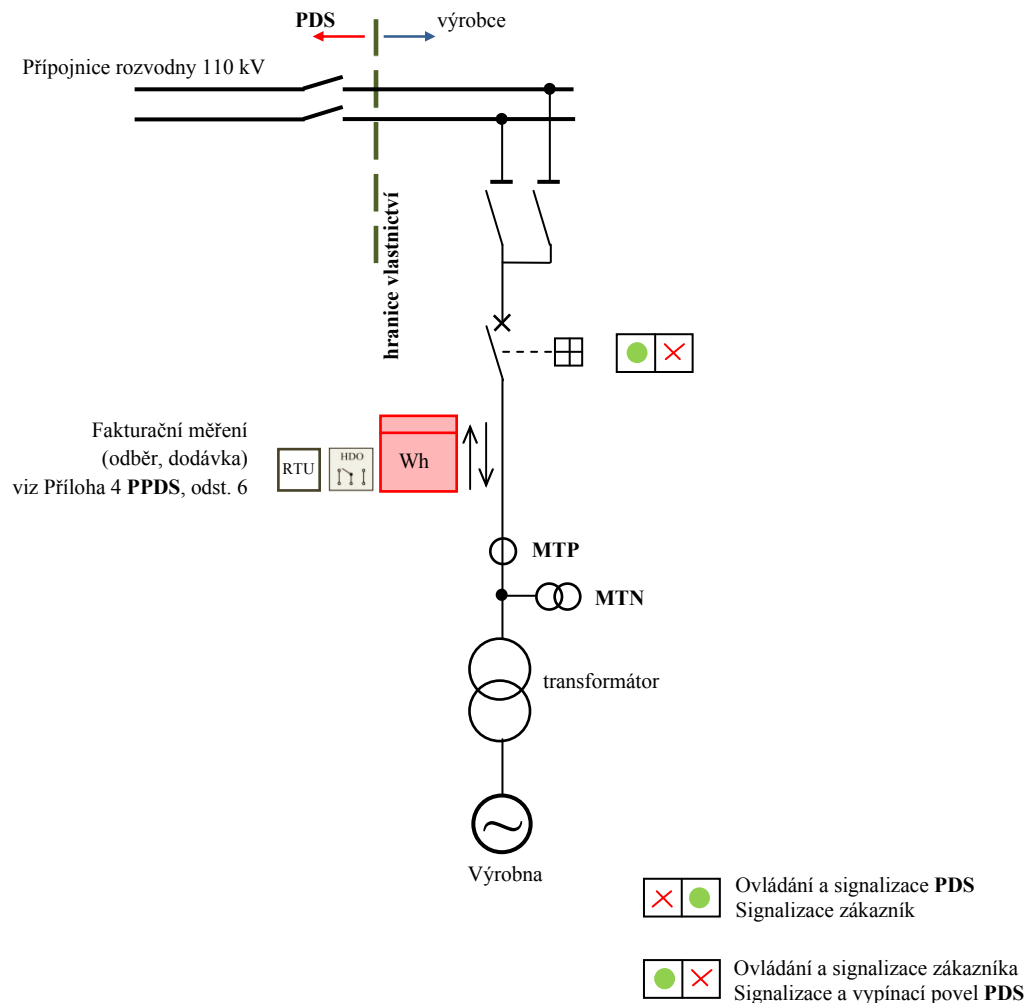
12.8 Připojení výroby samostatným vedením do 110 kV rozvodny DS do pole vedení 110 kV v rozvodně DS



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

Obr. 17 Připojení výroby samostatným vedením do 110 kV rozvodny DS

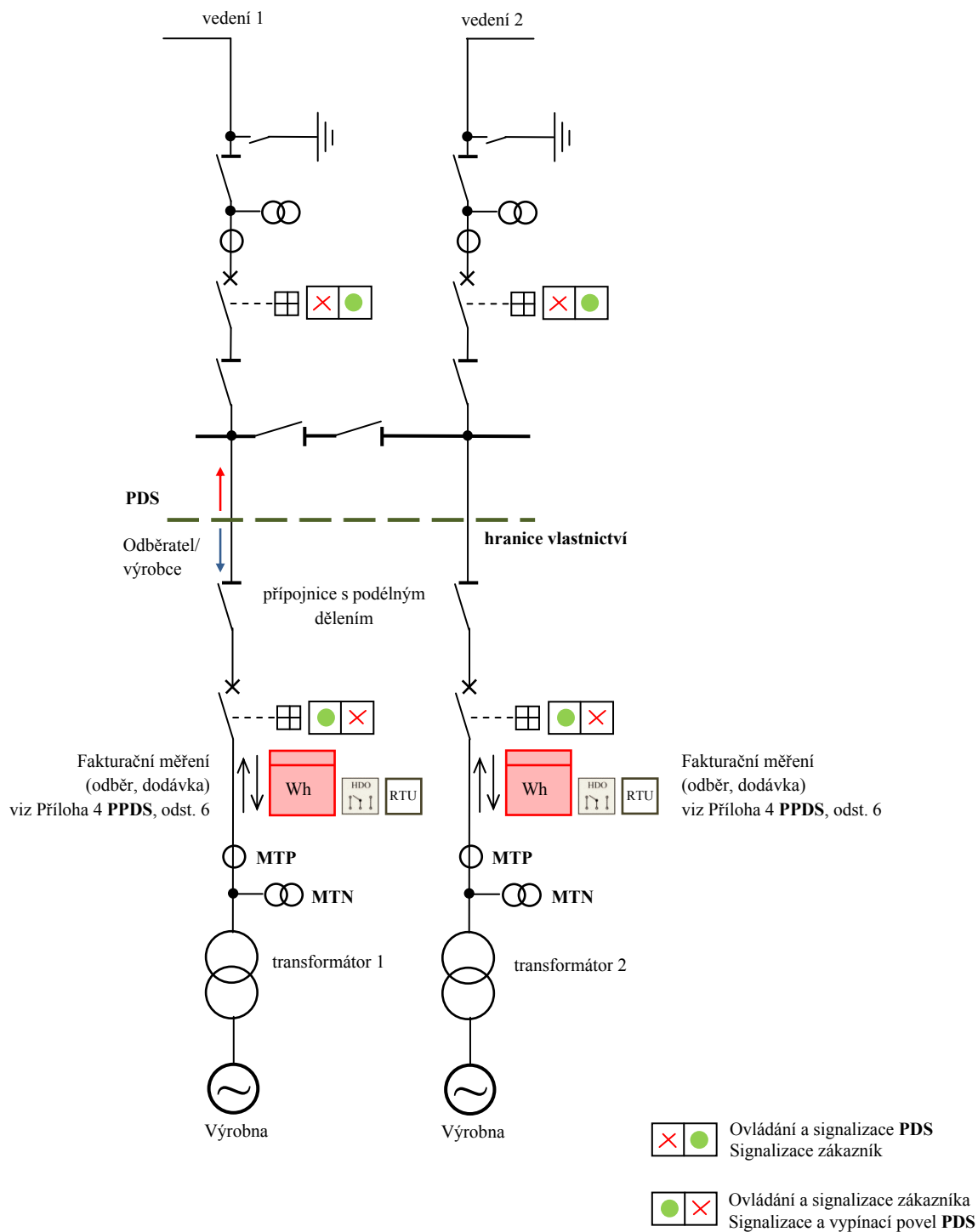
12.9 Připojení výrobný prodloužením přípojníc 110 kV přes podélné dělení



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

Obr. 18 Připojení výrobný prodloužením přípojníc 110 kV přes podélné dělení

12.10 Připojení výroby zasmyčkováním do vedení 110 kV v DS



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

Obr. 19 Připojení výroby zasmyčkováním do vedení 110 kV v DS

13. Dodatek

Vysvětlivky

Vysvětlivky k části:

3 Všeobecně

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

4 Přihlašovací řízení

U výroben s několika generátory je zapotřebí udat data pro každý jednotlivý pohon i generátor (podrobnosti jsou v části 3.7 **PPDS**). 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 rovná největšímu vypočtenému celkovému zkratovému proudu.

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

7 Spínací zařízení

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

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

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

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

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

8 Ochrany

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

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

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

Zpoždění vypínání podpět'ovou a nadpět'ovou 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 **PPDS** je tedy možné použít jen ve výjimečných případech.

Nesynchronní výrobní moduly (připojené přes střídače) nereagují na nevyrovnanou bilanci činného výkonu automaticky odpovídající změnou frekvence. Proto u nich stačí podpět'ová a nadpět'ová ochrana. Oddělená kontrola frekvence jako ochrana pro oddělení není u zařízení se střídači bezpodmínečně nutná; obecně postačuje integrované sledování frekvence v řízení střídače s rozběhovými hodnotami podle části 8.

Nezpožděným odpojením výroby elektřiny při **OZ** jsou chráněny synchronní výrobní moduly před zapnutím v protifázi po automatickém znovuzapnutí po beznapět'ové přestávce. Také účinnost **OZ** je zajištěna pouze tehdy, když při beznapět'ové pauze síť není napájena. Proto musí být součet vypínacího času ochrany a vlastního času spínače zvolen tak, aby beznapět'ová 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 napět'ové a frekvenční ochrany. Při jejich nastavení je zapotřebí brát v úvahu reakci na kolísání zatížení v zařízení výroby elektřiny a přechodné jevy v síti. U zařízení schopných ostrovního provozu je jejich hlavní funkcí rozpoznat ostrovní provoz (s částí sítě **PDS**), vypnout vazební vypínač a tím zamezit pozdějšímu nesynchronnímu sepnutí ostrovní sítě a sítě **PDS**. Vypínací časy těchto ochrany je zapotřebí sladit s odpovídajícími časy napět'ových a frekvenčních relé.

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

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

9 Kompenzace jalového výkonu

K zamezení vysokých ztrát činného výkonu je zapotřebí usilovat o účinník přibližně 1. V distribuční síti **PDS** 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 **PDS** 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 **PDS**.

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 **PDS**, 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 síťovou frekvencí mají spotřebu jalového výkonu odpovídající přibližně asynchronnímu generátoru. Proto pro kompenzaci těchto střídačů platí stejné podmínky jako u asynchronních generátorů.

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

10 Podmínky pro připojení

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

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

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 napětíové poklesy v síti (flikr) se motorický rozběh generátorů obecně nedoporučuje.

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

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

11 Zpětné vlivy

Zpětné vlivy na **DS** se u výroben elektřiny projevují především jako změny napětí a harmonické.

Bezprostředně pozorovatelné účinky jsou např.:

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

Zpětné vlivy na **DS** 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_i

Činitel flikru zařízení c charakterizuje spolu s fázovým úhlem i specifické schopnosti příslušného zařízení produkovat flikr. Obě hodnoty udává buď výrobce zařízení, nebo nezávislý institut a mají význam především u větrných elektráren. Činitel flikru zařízení s generátorem může být stanoven měřením flikru za reálných provozních podmínek, ze kterých jsou vyloučeny spínací pochody. Je účelné takové měření provádět v síti s odporově-induktivní zkratovou impedancí, ve které výrobní elektřina 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

$$c = P_{lt\text{nam}} \cdot \frac{S_{kV}}{S_{rG} \cos(\psi_{kV} - \varphi_i)}, \quad (24)$$

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 :

$$\varphi_i = \arctan \frac{\Delta Q}{\Delta P}, \quad (25)$$

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 v elektřiny chová jako induktivní odběratel, tj. např. asynchronní generátor, nebo podbuzený synchronní generátor

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

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

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 výrobnou elektřiny.

$$P_{lt} = \left[c \cdot \frac{S_{rA}}{S_{kV}} \cos(\psi_{kV} - \varphi_i) \right] . \quad (26)$$

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:

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

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

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

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

$$C_{res} = \frac{\sqrt{\sum (C_i \cdot S_{rGi})^2}}{\sum S_{rGi}}. \quad (27)$$

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

$$C_{res} = \frac{C}{\sqrt{n}}. \quad (28)$$

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

b) Harmonické

- výroby elektřiny v síti nn

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

$$\frac{S_{rA}}{S_{KV}} < \frac{1}{120}. \quad (29)$$

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

$$\frac{\sum S_{rA}}{S_{KV}} < \frac{1}{60}. \quad (30)$$

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

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

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

- výroby elektřiny v síti vn

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

Napětí harmonických 5. řádu vyvolané výrobnou mohou být podle [8] maximálně 50 % mezních hodnot, určených pro proudy podle TAB. 7.

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. 7 nenastává rezonance.

Při překročení přípustných proudů je zapotřebí nejprve vypočítat vyvolaná napětí harmonických při uvažování skutečné impedance sítě (viz [8]). Protože mnoho sítí **vn** vykazuje již pro harmonické poměrně nízkých řádů kapacitní impedanci, jsou výše uvedené přípustné hodnoty napětí harmonických 0,1 % U_n dosaženy teprve při vyšších proudech, než vypočtených podle TAB. 7.

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 proudech harmonických má dodávat výrobce zařízení.

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

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

Zpětné vlivy na zařízení HDO

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

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

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

14. Příklady výpočtu

Posouzení přípustnosti připojení výrobní elektřiny k distribuční síti **vn**.

Zadání úlohy

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

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

Údaje o síti

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

Údaje k vlastní výrobě

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

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

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

Odhad činitele dlouhodobého rušení flikrem

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

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.7 v části 11. Společný napájecí bod pro připojení výrobní je sice na straně **vn**, přesto však budou použity hodnoty strany 400 V.

Posuzovací tabulka

TAB.10

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 výrobní 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

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