

**PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ
LOKÁLNÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY
PSP TECHNICKÉ SLUŽBY A.S.**

**PŘÍLOHA 4 – PRAVIDLA PRO PARALELNÍ PROVOZ ZDROJŮ SE SÍTÍ
NÍZKÉHO NEBO VYSOKÉHO NAPĚTÍ PLDS**

Zpracovatel:
PSP TSL a.s.

květen 2013

Schválil:
Energetický regulační úřad

Dne

OBSAH PŘÍLOHY 4	1
1 - ÚVOD	2
2 - OZNAČENÍ A POJMY	2
3 - ROZSAH PLATNOSTI	3
4 - VŠEOBECNÉ	3
5 - PŘIHLAŠOVACÍ ŘÍZENÍ	3
6 - PŘIPOJENÍ K SÍTI	4
7 - ELEKTROMĚRY, MĚŘICÍ A ŘÍDÍCÍ ZAŘÍZENÍ	5
8 - SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	5
9 - OCHRANY	5
10 - KOMPENZACE JALOVÉHO VÝKONU	6
11 - PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ	7
11.1 ZVÝŠENÍ NAPĚTÍ.....	7
11.2 ZMĚNY NAPĚTÍ PŘI SPÍNÁNÍ	8
11.3 PŘIPOJOVÁNÍ SYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ	9
11.4 PŘIPOJOVÁNÍ ASYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ	10
11.5 PŘIPOJOVÁNÍ VÝROBEN SE STRÍDAČI, EV. MĚNIČI KMITOČTU	10
12 - ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ	10
12.1 ZMĚNA NAPĚTÍ	10
12.2 FLIKR	11
12.3 PROUDY HARMONICKÝCH	11
12.3.1 VÝROBNY V SÍTI NN	11
12.3.2 VÝROBNY V SÍTI VN	12
12.4 OVLIVNĚNÍ ZAŘÍZENÍ HDO	14
13 - UVEDENÍ DO PROVOZU	15
14 - PROVOZOVÁNÍ	16
15 - FORMULÁŘE	18
15.1 DOTAZNÍK PRO VLASTNÍ VÝROBNU(VYPLNÍ PROVOZOVATEL)	18
15.2 DOTAZNÍK PRO VLASTNÍ VÝROBNU (VYPLNÍ PLDS).....	19
15.3 PROTOKOL O UVEDENÍ VLASTNÍ VÝROBNY DO PROVOZU	20
16 – LITERATURA POUŽITÁ V PŘÍLOZE 4	21

1 - ÚVOD

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

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

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

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

Dále se nachází v dodatku příklady výpočtů, formuláře "Základní údaje" a "Protokol o uvedení do provozu".

2 - OZNAČENÍ A POJMY

S_{kV} zkratový výkon ve společném napájecím bodu,

ψ_{kV} fázový úhel zkratové impedance,

U_n jmenovité napětí sítě,

P_{lt} , A_{lt} dlouhodobá míra vjemu flikru, činitel dlouhodobého rušení flikrem [4],[29],
míra vjemu flikru P_{lt} v časovém intervalu dlouhém ($lt = \text{long time}$) 2 h.

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

ΔU změna napětí

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

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

c činitel flikru zařízení

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

S_A jmenovitý zdánlivý výkon výrobní,

S_{Amax} maximální zdánlivý výkon výrobní,

S_{nE} jmenovitý zdánlivý výkon výrobního bloku,

S_{nG} jmenovitý zdánlivý výkon generátoru,

φ_i fázový úhel proudu vlastního zdroje,

$\cos \varphi$ účinník – kosinus fázového úhlu mezi základní harmonickou napětí a proudu
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),
k_{kl}	zkratový poměr, poměr mezi S_{kV} a maximálním zdánlivým výkonem výroby S_{rAmax} Index "A" je použit ve vztahu k výrobě, index "E" se vztahuje k jednomu bloku, index "G" k jednomu generátoru.

3 - ROZSAH PLATNOSTI

Tato pravidla platí pro plánování, zřizování, provoz a úpravy výroben elektřiny, připojených k síti NN nebo VN PLDS.

Takovýmito výrobnami jsou např.:

- vodní elektrárny,
- větrné elektrárny,
- generátory poháněné tepelnými stroji,
- fotočlánková zařízení.

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

4 - VŠEOBECNÉ

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

Při zřizování a provozu elektrických zařízení je zapotřebí dodržovat:

- současně platné zákonné a úřední předpisy, především [L1], [L2] a [1],
- platné normy,
- předpisy pro ochranu pracovníků a bezpečnost práce,
- nařízení a směrnice **PLDS**.

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

Připojení k síti je třeba projednat a odsouhlasit s PLDS.

PLDS může ve smyslu zákona [L1] požadovat změny a doplnění na zřizovaném nebo provozovaném zařízení, pokud je to nutné z důvodů bezpečného a bezporuchového napájení, popř. též z hlediska zpětného ovlivnění distribuční soustavy. Konzultace s příslušným útvarem PLDS by proto měly být prováděny již ve stadiu přípravy, nejpozději při projektování vlastní výroby.

5 - PŘIHLAŠOVACÍ ŘÍZENÍ

Pro přihlášení je zapotřebí předat PLDS včas podklady podle části 5.1 PPLDS (charakteristiky požadovaného odběru) a dále:

- situační plán, na kterém jsou vyznačeny hranice pozemku a místo výstavby včetně širších vztahů,
- přehledové schéma celého elektrického zařízení se jmenovitými hodnotami použitých zařízení (jednopolové schéma postací) vč. údajů o vlastních přípojných vedeních a rozvodném zařízení výrobce elektřiny,
- údaje o zkratové odolnosti předávací stanice,
- elektrická data napájecího/ch transformátoru/ů, tzn. výkon, převod, napětí nakrátko, spojení vinutí, ztráty naprázdno a nakrátko atd.,
- popis ochran s přesnými údaji o druhu, výrobci, zapojení a funkci,
- příspěvek vlastní výroby k počátečnímu zkratovému proudu v místě připojení k síti,
- popis druhu a způsobu provozu pohonu, generátoru a případně střídače stejně jako způsob připojení k síti včetně technických dat a zkušebních protokolů,
- u střídačů, měničů frekvence a synchronních generátorů s buzením napájeném usměrňovači: zkušební protokoly k očekávaným proudům harmonických a meziharmonických,
- u větrných elektráren: osvědčení a zkušební protokol k očekávaným zpětným vlivům (kolísání činného a jalového výkonu, vnitřní úhel zdroje, kompenzace účinníku).

Především je zapotřebí přiložit dotazník s technickými údaji o zařízení, jehož vzor je přiložen v bodě 15.1 (formuláře).

6 - PŘIPOJENÍ K SÍTI

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

Způsob a místo připojení na síť stanoví PLDS s přihlédnutím k daným síťovým poměrům, výkonu a způsobu provozu vlastní výroby, stejně jako k oprávněným zájmům výrobce. Tím má být zajištěno, že vlastní výroba bude provozována bez rušivých účinků a neohrozí napájení dalších odběratelů.

Posouzení možností připojení z hlediska zpětných vlivů na síť vychází z impedance sítě ve společném napájecím bodě (zkratového výkonu, resonance), připojovaného výkonu, stejně jako druhu a způsobu provozu vlastní výroby.

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

7 - ELEKTROMĚRY, MĚŘICÍ A ŘÍDÍCÍ ZAŘÍZENÍ

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

Elektroměry pro účtování a jim přiřazené řídicí přístroje jsou uspořádány na vhodných místech udaných PLDS. Dodávku a montáž měřicích zařízení zajišťuje PLDS. Přístrojové měřicí transformátory napětí či proudu jsou součástí zařízení výroby. Přístrojové měřicí transformátory musí být schváleného typu a úředně ověřeny.

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

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

8 - SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Pro spojení vlastní výroby se sítí LDS musí být použito spínací zařízení (vazební spínač) minimálně se schopností vypínání zátěže (např. vypínač, odpínač s pojistkami, úsekový odpínač), kterému je předřazena zkratová ochrana podle části 9. Tento vazební spínač může být jak na straně NN, tak i na straně VN. Pokud se nepředpokládá ostrovní provoz, lze k tomuto účelu použít spínací zařízení generátoru. Spínací zařízení musí zajišťovat galvanické oddělení ve všech fázích.

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

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

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

9 - OCHRANY

Opatření na ochranu vlastní výroby (např. zkratovou ochranu, ochranu proti přetížení, ochranu před nebezpečným dotykem) je zapotřebí provést podle části 6 PPLDS. U zařízení schopných ostrovního provozu je třeba zajistit chránění i při ostrovním provozu.

K ochraně vlastního zařízení a zařízení jiných odběratelů jsou potřebná další opatření využívající ochran, které při odchylkách napětí a frekvence vybaví příslušná spínací zařízení podle části 8.

Je zapotřebí zajistit ochrany s následujícími funkcemi:

Funkce	rozsah nastavení
podpěťová ochrana	1.0 U_n až 0.70 U_n
přepěťová ochrana	1.0 U_n až 1.15 U_n
podfrekvenční ochrana	50 Hz až 48 Hz
nadfrekvenční ochrana	50 Hz až 52 Hz.

Podpěťová a přepěťová ochrana mohou být nastaveny např. na 0.8 U_n , resp. 1.1 U_n .

Podpěťová a přepěťová ochrana musí být trojfázová

Podfrekvenční a nadfrekvenční ochrany je třeba s ohledem na rychlé a bezpečné zjištění výpadku sítě nastavit pokud možno blízko síťové frekvenci (např. 49 resp. 51 Hz).

Podfrekvenční a nadfrekvenční ochrana může být jednofázová.

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

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

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

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

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

10 - KOMPENZACE JALOVÉHO VÝKONU

U odběratele s vlastní výrobnou musí účinník celého zařízení při odběru i dodávce činného výkonu odpovídat uzavřené smlouvě o dodávce. Není-li dohodnuto jinak, musí být účinník celého zařízení v intervalu 0.95-0.98 induktivní a kompenzace jalového výkonu je obvykle nutná.

U kompenzačního zařízení je zapotřebí přihlížet ke způsobu provozu vlastní výrobní a z toho vyplývajících zpětných vlivů na síťové napětí.

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

Problematika kompenzačních kondenzátorů a jejich provozování musí být vždy řešena místním provozním předpisem.

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

11 - PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ

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

K připojení může být použit jak spínač, který spojuje celé zařízení odběratele se sítí, tak i spínač, který spojuje generátor popř. více paralelních generátorů se zbylým zařízením odběratele. Zapnutí tohoto vazebního vypínače musí být blokováno do té doby, dokud není na každé fázi napětí minimálně nad rozběhovou hodnotou 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 více generátorů v jednom společném napájecím bodu je zapotřebí odsouhlasit s PLDS.

11.1 Zvýšení napětí

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

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

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

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

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

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

kde:

S_{kV} je zkratový výkon v přípojném bodu

ΣS_{Amax} je součet maximálních zdánlivých výkonů všech připojených/plánovaných výroben.

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

$$S_{Emax} = S_{Emax10min} = S_{nG} \cdot P_{1min} = \frac{P_{nG}}{\lambda} \cdot P_{10min}, \quad (\text{D})$$

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 přípojně bodu v síti bude podmínka pro zvýšení napětí dodržena vždy, když zkratový poměr výkonů k_{k1} je pro výroby s přípojným místem v síti VN:

$$k_{k1vn} \geq 50 \quad (\text{E})$$

podobně pro výrobný s přípojným místem v síti NN:

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

Pokud je síť silně induktivní, pak je posouzení pomocí činitele k_{k1} příliš konzervativní, tedy dodávaný výkon bude omezen více, 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 výrobný s přípojným místem v síti VN:

$$S_{Amaxvn} \leq \frac{2\% \cdot S_{kV}}{|\cos(\psi_{kV} + \varphi)|} = \frac{S_{kV}}{50 \cdot |\cos(\psi_{kV} + \varphi)|}, \quad (\text{G})$$

pro výrobný s přípojným místem v síti NN:

$$S_{Amaxnn} \leq \frac{3\% \cdot S_{kV}}{|\cos(\psi_k + \varphi)|} = \frac{S_{kV}}{33 \cdot |\cos(\psi_k + \varphi)|}, \quad (\text{H})$$

kde

φ je fázový úhel mezi proudem a napětím výrobný při maximálním zdánlivém výkonu S_{Amax} . Pokud pro \cos vychází hodnota menší než 0,1, pak se se zřetelem na nejistoty tohoto výpočtu odhaduje 0,1.

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

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

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

11.2 Změny napětí při spínání

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

$$\Delta u_{maxvn} \leq 2\%, \quad (\text{J})$$

pro výrobný s přípojným místem v síti NN platí:

$$\Delta u_{maxnn} \leq 3\%. \quad (\text{K})$$

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

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

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

$$\Delta u_{max} = k_{imax} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}. \quad (\text{L})$$

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

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

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

Pro činitel zapínacího rázu platí následující směrné hodnoty:

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

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

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

Jeho pomocí lze vypočítat fiktivní “náhradní změnu napětí”,

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

kteřá rovněž (jako Δu_{max}) nesmí překročit hodnotu 2 % pro výroby s přípojným místem v síti VN a 3 % pro výroby s přípojným místem v síti NN.

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

11.3 Připojování synchronních generátorů

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

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

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

11.4 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.

11.5 Připojování výroben se střídači, ev. měniči kmitočtu

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

12 - ZPĚTNÉ VLIVY NA NAPÁJECÍ SÍŤ

Aby nebyla rušena zařízení dalších odběratelů a provozovaná zařízení LDS, je zapotřebí omezit zpětné vlivy výroben. Pro posouzení je třeba vycházet ze zásad pro posuzování zpětných vlivů a jejich přípustných mezí [18], [23].

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

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

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

12.1 Změna napětí

Změna napětí

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

$\Delta U \leq 2 \% U_n$ (pro společný napájecí bod v síti VN - viz též část 11).

12.2 *Flikr*

DLOUHODOBÝ FLIKR

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

$$P_{lt} \leq 0,46 \quad (A_{lt} \leq 0,1). \quad (\text{O})$$

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

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

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

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

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

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

U zařízení s n stejnými jednotkami je výsledný činitel pro flikr

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

12.3 *Proudy harmonických*

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

12.3.1 Výrobní v síti nn

Za předpokladu, že do sítě NN nemohou být připojeny více než dvě větší vlastní výrobní s maximálním výkonem po 10 % jmenovitého výkonu distribučního transformátoru, mohou být pro posouzení proudů vyšších harmonických (I_v) použita následující jednoduchá kritéria:

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

Vztažný proud i_v je uveden v tab.4.1.

$\sin \psi_{kV} = X_k/Z_k$ ($\cong 1$, když je přípojně místo blízko transformátoru VN/NN).

řád harmonické v	Vztažný proud i_v : (A/MVA)
5	3.0
7	2.5
11	1.5
13	1.0

tab.4.1

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

12.3.2 Výrobný v síti vn

Pro pouze jediný přípojný bod v síti VN lze určit celkové v tomto bodě přípustné harmonické proudy ze vztažných proudů $i_{vpřl}$ z tab.4.2 násobených zkratovým výkonem v přípojném místě

$$I_{vpř} = i_{vpřp} \cdot S_{kV} \quad (\text{U})$$

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

$$I_{vpř} = I_{vpř} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} = i_{vpř} \cdot S_{kV} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} \quad (\text{V})$$

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

Celkově přípustné harmonické proudy pro síť VN, vztažené na zkratový výkon, které jsou vyvolány zařízením přímo připojeným do této sítě, jsou uvedeny v tab.4.2.

Pro harmonické s řady násobků tří platí hodnoty v tab.4.2 pro nejbližší řád, a to pouze v případě, pokud se nulová složka proudů z výrobní neuzavírá do sítě.

Řád harmonické ν, μ	Přípustný vztažný proud harmonických $i_{\nu, \mu \text{pr}} [\text{A/MVA}]$	
	sít' 10 kV	sít' 22 kV
5	0,115	0,058
7	0,082	0,041
11	0,052	0,026
13	0,038	0,019
17	0,022	0,011
19	0,016	0,009
23	0,012	0,006
	0,010	0,005
>25 nebo sudé	0,06/ ν	0,03/ ν
$\mu < 40$	0,06/ μ	0,03/ μ
$\mu > 40$	0,16/ μ	0,09/ μ

tab.4.2

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

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

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

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

pulzně 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

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

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

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

s významným podílem kabelů je ale síťová frekvence v mnoha případech nižší, takže mohou být přípustné vyšší proudy harmonických. Předpokladem je výpočet a posouzení napětí harmonických v přípojném bodu při uvažování skutečné (frekvenčně závislé) impedance sítě v přípojném bodu podle [3]. Navíc k dosavadním požadavkům je zapotřebí dodržet podmínku, že v rozsahu frekvencí 2000 Hz až 9000 Hz nepřekročí v přípojném bodě napětí 0,2 %.

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

$$I_{UVpř} = I_{UVpř} \cdot S_{KV} \cdot \frac{S_{AV}}{S_s}, \quad (Z)$$

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

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

Pro jiná síťová napětí, než jaká jsou udána v tab.4.2 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 kap.12.3).

12.4 OVLIVNĚNÍ ZAŘÍZENÍ HDO

Zařízení hromadného dálkového ovládání (HDO) jsou obvykle provozována s frekvencí mezi cca 180 až 1050 Hz. Místně použitou frekvenci HDO je zapotřebí zjistit u PLDS. Vysílací úroveň je obvykle mezi 1 % až 4 % U_n .

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

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

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

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

U poklesů hladiny signálu HDO výrobny je zapotřebí uvažovat následující hlediska:

- Zdroje připojené statickými střídači bez filtrů zpravidla nezpůsobují významné snížení hladiny signálu HDO. Pokud jsou vybaveny filtry nebo kompenzačními kondenzátory,

pak je zapotřebí přezkoušet sériovou rezonanci s reaktancí nakrátko transformátoru výrobní.

- Zdroje, jejichž synchronní nebo asynchronní generátory jsou připojeny do sítě přes transformátor, vyvolávají tím nižší pokles signálu, čím je vyšší zkratová reaktance generátoru a transformátoru, čím je vyšší frekvence HDO a zkratový výkon sítě.

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

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

Obecně platí:

- výrobnou vyvolané rušivé napětí, jehož frekvence odpovídá místně použité frekvenci HDO nebo leží v bezprostřední blízkosti, nesmí překročit 0,1 % U_n
- napětí produkovaná výrobnou, jejichž frekvence je do 100 Hz pod nebo nad místně použitou frekvenci HDO, nesmějí v přípojném bodu překročit 0,3 % U_n .

Výše uvedené hodnoty 0,1 % U_n resp. 0,3 % U_n vycházejí z předpokladu, že v síti NN nejsou připojeny více než dvě vlastní výrobní. Jinak jsou zapotřebí zvláštní výpočty.

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

13 - UVEDENÍ DO PROVOZU

Před uvedením do provozu je zapotřebí, aby zřizovatel potvrdil, že vlastní výrobní je provedena podle předpisů, norem a zásad uvedených v části 4, stejně jako podle PPLDS a této přílohy a předložil protokol o provedení výchozí revize.

První paralelní připojení k síti je zapotřebí provést v přítomnosti zástupce PLDS.

Před připojením je zapotřebí:

- prohlídka zařízení,
- porovnání vybudovaného zařízení s projektovaným,
- zkontrolovat přístupnost a funkce spínacího místa v předávacím místě,
- zkontrolovat provedení měřicího a účtovacího zařízení podle smluvních a technických požadavků.

Dále je zapotřebí uskutečnit funkční zkoušky ochrany podle části 9.

Ochrany se ověřují buď za skutečných podmínek, nebo simulací pomocí odpovídajících zkušebních přístrojů.

Dále je zapotřebí odzkoušet náběh ochrany a dodržení udaných vypínacích časů pro následující provozní podmínky:

- třífázový výpadek sítě (u sítě NN i jednofázový),
- OZ (u asynchronních generátorů a synchronních generátorů od jmenovitého výkonu stanoveného PLDS),

- odchylky frekvence (simulace zkušebním zařízením).

Obdobně je zapotřebí provádět tyto zkoušky i u zařízení se střídači. U elektroměrů pro dodávku i odběr je zapotřebí provést kontrolu správnosti chodu.

Pokud je výrobná vybavena dálkovým ovládním, signalizací a měřením, je zapotřebí ověřit jejich funkce z příslušného rozhraní.

Je zapotřebí kontrolovat podmínky pro připojení podle části 11.

Dále je zapotřebí kontrolovat, 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. Uvádění do provozu, zejména funkční zkoušky ochran, je zapotřebí dokumentovat, např. zkušebním protokolem (viz 16.4). Ochrany mohou být PLDS plombovány.

14 - PROVOZOVÁNÍ

Zařízení potřebná pro paralelní provoz vlastní výroby se sítí PLDS musí výrobce udržovat neustále v bezvadném technickém stavu. Spínače a ochrany musí být v pravidelných lhůtách funkčně přezkoušeny odborným pracovníkem. Výsledek je zapotřebí dokumentovat zkušebním protokolem.

Tento protokol má chronologicky doložit předepsané zkoušky a být uložen u zařízení vlastní výroby. Slouží též jako důkaz řádného vedení provozu (viz část 16.4).

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

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

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

Vlastní výrobná smí být - zejména po poruše zařízení PLDS nebo výrobce - připojena na síť LDS teprve tehdy, když jsou splněny spínací podmínky podle části 11.

Pověřeným pracovníkům PLDS je zapotřebí umožnit v dohodě s výrobcem přístup ke spínacímu zařízení a ochranám podle částí 8 a 9.

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

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

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

Výrobce je povinen včas odsouhlasit s PLDS zamýšlené změny ve svém zařízení, pokud tyto mají vliv na paralelní provoz, jako např. zvýšení nebo snížení dodávaného výkonu, výměnu ochran, změny kompenzačního zařízení.

15.2 DOTAZNÍK PRO VLASTNÍ VÝROBNU (vyplní PLDS)

provozovanou paralelně se sítí LDS (tuto stranu vyplní PLDS)

Připojení k síti – společný napájecí bod nn vn

zkratový výkon ze strany LDS v přípojném bodu S_{KV} _____ MVA

zkratový proud _____ kA

při připojení na vn: stanice LDS vlastní

zúčtovací místo nn vn

trvale přístupné spínací místo (druh a místo): _____

rozpadový - dělicí bod: _____

hranice vlastnictví: _____

Kontrolní seznam (zkontrolujte před uváděním do provozu)

provozovatel předloží PLDS následující podklady

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

(místo, datum)

(služebna)

(zpracovatel, telefon)

15.3 PROTOKOL O UVEDENÍ VLASTNÍ VÝROBNY DO PROVOZU

pro paralelní provoz se sítí **LDS** nn (vyplní **PLDS**)
vn

Provozovatel (smluvní partner)

Jméno: _____ Ulice: _____ Místo: _____

Telefon: _____ Telefax: _____

Adresa zařízení

Ulice: _____ Místo: _____

Zřizovatel zařízení

Jméno: _____ Adresa: _____ Tel/Fax: _____

Výsledky zkoušek

			v pořádku	ano	ne
1	Všeobecné				
1.1	Prohlídka zařízení (stavu)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Vybudované zařízení odpovídá projektu			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Trvale přístupné spínací místo, splnění dělicí funkce			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Měřicí zařízení podle smluvních podmínek a technických požadavků			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Ochrany				
2.1	Nastavení ochran podle bodu 2.2 jsou ve zvláštním protokolu. (Proto odpadá vyplnění bodu 2.2)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.	Nastavení/funkční zkoušky			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3.	Předvedení funkce ochran zřizovatelem/provozovatelem zařízení a záruka dodržení nastavených hodnot. Výsledky jsou následující:			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	seřiditelnost			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	nastavení			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	plomba			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.1	Podpěťová ochrana	$1.0 U_n \div 0.7 U_n$	_____ Un	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vypínací čas		_____ s	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.2	Přepěťová ochrana	$1.0 U_n \div 1.15 U_n$	_____ Un	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vypínací čas		_____ s	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.3	Podfrekvenční ochrana	$50 \div 48$ Hz	_____ Hz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.4	Nadfrekvenční ochrana	$50 \div 52$ Hz	_____ Hz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.5	Vektorové skokové relé	$0 \div 90$ el	_____ o el	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(výkonové skokové relé, směrová nadproudová ochrana) pokud jsou použity				
2.3	Činnost ochran				
2.3.1	Jednofázový výpadek sítě (u připojení nn odděleně pro všechny fáze) pro připojení vn odpadá			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3.2	Třífázový výpadek sítě			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3.3	Opětné zapínání (u asynchronních generátorů od 250 k a u synchronních generátorů)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3.4	Odchylka frekvence (simulace se zkušebním zařízením)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Měření, podmínky pro spínání, kompenzace účinníku				
3.1	Úvodní ověření elektroměru pro odběr a dodávku			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Podmínky pro spínání podle pravidel pro paralelní provoz			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Kompensační zařízení se připíná a odpíná s generátorem	není		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Kompensační zařízení: funkce regulace	není		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zařízení uvedeno do provozu za přítomnosti níže podepsaných

Podpisem protokolu stvrzuje zřizovatel zařízení, že jsou splněny podmínky PLDS pro paralelní provoz

Místo, datum: _____

Provozovatel: _____

Zřizovatel zařízení: _____

PLDS : _____

16 – LITERATURA POUŽITÁ V PŘÍLOZE 4

Použité prameny jsou uvedeny:

- na stranách 29-30 v kapitole 9.1 těla dokumentu PPLDS (technické předpisy v platném znění)
- na stranách 31-32 v kapitole 9.2 těla dokumentu PPLDS (právní předpisy v energetice v platném znění).