ZÁPADOSLOVENSKÁ DISTRIBUČNÁ

TECHNICKÉ PODMIENKY PREVÁDZKOVATEĽA DISTRIBUČNEJ SÚSTAVY

Príloha č. 4

PRAVIDLÁ PRE PARALELNÚ PREVÁDZKU ZARIADENÍ NA VÝROBU ELEKTRINY A ZARIADENÍ NA USKLADŇOVANIE ELEKTRINY S DISTRIBUČNOU SÚSTAVOU

OBSAH

1 ÚČEL A ROZSAH PLATNOSTI 4
2 ZÁKLADNÉ POJMY A SKRATKY 5
2.1 Základné pojmy a definície 5
2.2 Použité skratky 7
3 ROZSAH PLATNOSTI 9
4 PRIHLASOVACÍ PROCES 11
5 VŠEOBECNE 12
6 PRIPOJENIE K DISTRIBUČNEJ SÚSTAVE 13
6.1 Výkonové limity pripojenia zdrojov a zariadení na uskladňovanie elektriny do DS 14
6.2 Štandardný spôsob pripojenia do sústavy NN 15
6.3 Štandardný spôsob pripojenia do sústavy VN 16
6.3.1 Pripojenie zdroja a zariadenia na uskladňovanie elektriny do distribučného vedenia VN 16
6.3.2 Pripojenie zdroja a zariadenia na uskladňovanie elektriny do VN rozvodne elektrickej stanice VVN/VN 16
6.4 Štandardný spôsob pripojenia zdroja a zariadenia na uskladňovanie elektriny do sústavy VVN 17
6.5 Ďalšie všeobecné požiadavky pre pripojenie výrobní a zariadení na uskladňovanie elektriny 17
7 ELEKTROMERY, MERACIE A RIADIACE ZARIADENIA 18
Požiadavky na kooperáciu s riadiacimi a informačnými systémami 18
8 SPÍNACIE ZARIADENIA 19
8.1 Rozpojovacie miesto RM (trvale prístupné spínacie zariadenie): 19
8.2 Hlavné rozpojovacie miesto (HRM) 19
9 OCHRANY 21
9.1 Požadované nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM 21
10 CHOVANIE VÝROBNÍ V SIETI 24
10.1 Požiadavky na prevádzku resp. prístrojové vybavenie zdrojov typu A, B, C a D ... 24
10.1.1 Frekvenčná stabilita zdrojov – požiadavka na typ A, B, C, D 24
10.1.2 Rýchlosť zmeny frekvencie (RoCoF) – požiadavka na typ A, B, C, D 24
10.1.3 Aktivácia zníženia činného výkonu pri nadfrekvencii (LFSM-O) – požiadavka na typ A, B, C, D 24
10.1.4 Prípustné zníženie činného výkonu pri klesajúcej frekvencií – požiadavka na typ A, B, C, D 24
10.1.5 Schopnosť automatického pripojenia po plánovanom odpojení – požiadavka na typ A, B, C 25
10.1.6 Schopnosť prevádzky počas skratu – požiadavka na typ B, C 25
10.1.7 Schopnosť automatického pripojenia po poruche v sústave – požiadavka na typ B, C, D 27
10.1.8 Výmena informácii – požiadavka na typ B, C, D 27
10.1.9 Lehota na prispôsobenie nastavenej hodnoty činného výkonu – požiadavka na typ C, D 27
10.1.10 Aktivácia zvýšenia činného výkonu pri podfrekvencii (LFSM-U) – požiadavka na typ C, D 27
10.1.11 Odozva činného výkonu pri zmene frekvencie FSM – požiadavka na typ C, D ... 28
10.1.12 Riadenie obnovy frekvencie (SRV) – požiadavka na typ C, D 28

10.1.13 Monitorovanie odozvy činného výkonu na zmenu frekvencie – požiadavka na typ C, D 28
10.1.14 Štart z tmy – požiadavka na typ C, D ... 28
10.1.15 Ostrovná prevádzka – požiadavka na typ C, D ... 29
10.1.16 Rýchla resynchronizácia/prechod na vlastnú spotrebu – požiadavka na typ C, D 29
10.1.17 Strata uhlovej stability – požiadavka na typ C, D ... 29
10.1.18 Prístrojové vybavenie / tlmenie výkonových oscilácií – požiadavka na typ C, D 29
10.1.19 Simulačné modely – požiadavka na typ C, D ... 30
10.1.20 Rýchlosť zmeny činného výkonu – požiadavka na typ C, D ... 30
10.1.21 Napäťové rozsahy – požiadavka na typ D ... 30
10.1.22 Schopnosť prevádzky počas skratu – požiadavka na typ D ... 30
10.1.23 Nastavenie synchronizačných zariadení – požiadavka na typ D ... 32
10.1.24 Obnova činného výkonu po poruche – požiadavka na synchrónne jednotky typ B,C, D 32
10.1.25 Požiadavky na jalový výkon pre synchrónne jednotky typu C, D ... 32
10.1.26 Požiadavky na stabilizačnú spätnú väzbu poruche – požiadavka na synchrónne jednotky typ D ... 33
10.1.27 Obnova činného výkonu po poruche – požiadavka na nesynchrónne jednotky typ B,C, D 33
10.1.28 Požiadavky na jalový výkon pre nesynchrónne jednotky typu C, D ... 33
10.1.29 Uprednostnenie príspevku činného alebo jalového výkonu – požiadavka nesynchrónne jednotky na typ C, D ... 34
10.1.30 Tlmenie výkonových oscilácií – požiadavka nesynchrónne jednotky na typ C, D 35
10.2 Riadenie jalového výkonu v závislosti na prevádzkových podmienkach, požiadavky na jalový výkon zdrojov ... 35
10.3 Kompenzácia jalového výkonu ... 36
11 PODMIENKY PRE PRIPOJENIE ... 38
11.1 Zvýšené napätie ... 38
11.2 Nesymetria napätia v sústavách NN ... 40
11.3 Zmeny napätia pri spínaní ... 40
11.4 Pripojovanie synchrónnych generátorov ... 42
11.5 Pripojovanie asynchrónnych generátorov ... 42
11.6 Pripojovanie zdrojov so striedačmi, meničmi frekvencie ... 42
11.7 Pripájanie zdrojov do sústavy VVN ... 42
12 SPÄTNÉ VPLYVY NA DISTRIBUČNÚ SÚSTAVU ... 43
12.1 Zmena napätia ... 43
12.2 Fliker – dlhodobý fliker ... 43
12.3 Prúdy harmonických ... 44
13 UVEDENIE ZDROJA DO PREVÁDZKY ... 49
14 PREVÁDZKOVANIE ZDROJA ... 50
15 PRÍKLADY PRIPOJENIA ZDROJOV ... 52
16 FORMULÁRE ... 59

1 ÚČEL A ROZSAH PLATNOSTI

Technické podmienky uvedené v tejto prílohe platia pre všetky zariadenia na výrobu elektriny a zariadenia na uskladňovanie elektriny, ktoré majú byť pripojené a prevádzkované paralelne s DS na vymedzenom území spoločnosti Západoslovenská distribučná a. s. Podmienky je potrebné použiť pri všetkých nových stavbách ako aj rekonštrukciách, zvyšovaní alebo znižovaní celkového inštalovaného alebo dosiahnuteľného výkonu už existujúcich zariadení na výrobu elektriny a zariadení na uskladňovanie elektriny. Na zariadenia na uskladňovanie elektriny sa v režime ich vybíjania, t.j. v režime dodávky elektriny do DS, alebo dodávky do elektroenergetického zariadenia užívateľa DS, uplatňujú technické podmienky pre zariadenie na výrobu elektriny v celom rozsahu.

2 ZÁKLADNÉ POJMY A SKRATKY

2.1 Základné pojmy a definície

Celkový inštalovaný elektrický výkon zariadenia na výrobu elektriny
Celkový inštalovaný elektrický výkon zariadenia na výrobu elektriny je štítkový údaj zariadenia na výrobu elektriny uvedený výrobcom zariadenia na výrobu elektriny, ktorého hodnota je uvedená výrobcom zariadenia na výrobu elektriny na štítku zariadenia na výrobu elektriny a v dokumentácii zariadenia na výrobu elektriny vydanej výrobcom zariadenia na výrobu elektriny. Pri zariadení na výrobu elektriny s točivými generátormi je celkovým inštalovaným výkonom zariadenia na výrobu elektriny súčet inštalovaných výkonov generátorov.
Pri zariadení na výrobu elektriny využívajúcom ako zdroj slnečnú energiu je celkovým inštalovaným výkonom zariadenia na výrobu elektriny súčet menovitých výkonov striedačov na strane striedavého napätia.

Celkový inštalovaný elektrický výkon zariadenia na uskladňovanie elektriny
Celkový inštalovaný elektrický výkon zariadenia na uskladňovanie elektriny je štítkový údaj zariadenia na uskladňovanie elektriny uvedený na striedači a/alebo zariadení na uskladňovanie elektriny na striedavej strane napätia (v prípade viacerých striedačov a/alebo zariadení je celkový inštalovaný elektrický výkon zariadenia na uskladňovanie elektriny daný súčtom štítkových údajov jednotlivých striedačov a/alebo zariadení).

Fliker
Subjektívny vnem zmeny svetelného toku.

Generátor
Časť výrobného bloku vrátane striedača (napr. v prípade fotovoltickej elektrárne), ale bez kondenzátorov, pokiaľ sú použité ku kompenzácii účinníka, kde dochádza k výrobe el. energie. Za súčasť generátora sa nepovažuje transformátor, prispôsobujúci napätie generátora napätiu sústavy. Za inštalovaný výkon generátora sa považuje výkon uvedený na štítku a v typovom liste generátora resp. celého sústrojenstva vydaný jeho výrobcom pri menovitom napätí.
Vzorce resp. nižšie uvádzané matematické vzťahy, ktoré sa týkajú jedného generátora obsahujú index „G“.

HRM
Hlavné rozpojovacie miesto je jeden spínací prvok, ktorý odpína (nie sekvenciou) celú výrobnú časť výrobne (všetky generátory) od distribučnej sústavy.

Kompenzačné zariadenie
Zariadenie pre kompenzáciu účinníka alebo riadenie jalovej energie.

Harmonické
Sínusové kmity, ktorých kmitočet je celistvým násobkom základnej frekvencie (50 Hz).

LZE
Lokálny zdroj elektriny definovaný v zmysle zákona č. 309/2009 Z. z.

Miesto pripojenia

Miesto pripojenia je miesto styku medzi DS a zariadením užívateľa DS, kde elektrina do DS vstupuje alebo z nej vystupuje. Miesto pripojenia tvorí spravidla majetkové rozhranie (deliace miesto) medzi zariadením PDS a zariadením užívateľa DS.

Medziharmonické
Sínusové kmity, ktorých kmitočet nie je celistvým násobkom základnej frekvencie (50 Hz).
Poznámka: Medziharmonické sa môžu vyskytovať i vo frekvenčnom rozsahu medzi 0 a 50 Hz.

MZE
Malý zdroj elektriny definovaný v zmysle zákona č. 309/2009 Z. z.

OZ
Zapnutie obvodu vypínača spojeného s časťou sústavy, v ktorej je porucha, automatickým zariadením po časovom intervale, umožňujúcim, aby z tejto časti sústavy prechodná porucha bola odstránená.

Spoločný napájací bod
Najbližšie miesto DS, do ktorého je vyvedený výkon užívateľa DS, ku ktorému sú pripojení, alebo ku ktorému môžu byť pripojení ďalší užívatelia DS.

Striedač
Striedač je zariadenie na premenu jednosmerného prúdu na striedavý prúd a opačne. Za inštalovaný výkon striedača sa považuje výkon uvedený na štítku a v typovom liste striedača vydaného jeho výrobcom vzťahujúci sa na stranu striedavého napätia, ktorou sa striedač pripája smerom k distribučnej sústave pri menovitom napätí. Pre účely tohto dokumentu je pojem striedač rovnocenný legislatívou používanému pojmu menič.

Striedače riadené vlastnou frekvenciou
Samostatné striedače, ktoré nepotrebujú pre komutáciu žiadne cudzie napätie, pre paralelný chod so sústavou, ale potrebujú odvodiť riadenie zapaľovacích impulzov od frekvencie sústavy (samokomutačné napäťové invertory s riadením striedavého napätia, alebo hybridné systémy). Sú schopné ostrovnej prevádzky, pokiaľ majú vnútornú referenčnú frekvenciu a prídavnú reguláciu pre trvalú ostrovnú prevádzku, na ktorú sa pri výpadku sústavy prechádza buď automaticky alebo ručným prepnutím.

Striedače riadené sústavou
Striedače riadené sústavou potrebujú ku komutácii cudzie napätie, ktoré nepatrí ku zdroju striedača (samokomutačné napäťové invertory s riadením striedavého prúdu). Tieto striedače nie sú v zmysle týchto TP PDS schopné ostrovnej prevádzky.

Umiestnenie zariadenia na výrobu elektriny
Umiestnením zariadenia na výrobu elektriny pre účely pripojenia do DS sa ďalej rozumie miesto (pozemok, areál alebo plocha, na ktorom sú umiestnené stavebné a technologické časti zariadenia na výrobu elektriny) jedného užívateľa DS, ktoré tvorí samostatne priestorovo alebo územne uzatvorený trvalo elektricky prepojený celok, a ktoré je vybavené určeným meradlom.

Umiestnenie zariadenia na uskladňovanie elektriny
Umiestnením zariadenia na uskladňovanie elektriny pre účely pripojenia do DS sa ďalej rozumie miesto (pozemok, areál alebo plocha, na ktorom sú umiestnené stavebné a technologické časti zariadenia na uskladňovanie elektriny) jedného užívateľa DS, ktoré tvorí

samostatne priestorovo alebo územne uzatvorený trvalo elektricky prepojený celok, a ktoré je vybavené určeným meradlom.

Výrobný blok
Časť výrobne, zahrňujúca jeden generátor vrátane všetkých zariadení potrebných na jeho prevádzku. Hranicou výrobného bloku je miesto, v ktorom je spojený s ďalšími blokmi alebo priamo s distribučnou sústavou v spoločnom napájacom bode. Vzorce resp. nižšie uvádzané matematické vzťahy, ktoré sa týkajú jedného bloku výrobne obsahujú index „E“.

Zdroj, Výrobňa
V zmysle zákona o energetike, zariadenie na výrobu elektriny, ktoré slúži na premenu rôznych zdrojov energie na elektrinu; zahrňuje stavebnú časť a technologické zariadenie. Zdroj predstavuje časť zariadenia užívateľa DS, v ktorej sa nachádza jeden alebo viacero generátorov resp. striedačov a/alebo zariadení na uskladňovanie elektriny, vrátane všetkých zariadení potrebných na ich prevádzku. Vzorce resp. nižšie uvádzané matematické vzťahy, ktoré sa týkajú výrobne, obsahujú index „A“.

2.2 Použité skratky

S_{kV} skratový výkon v spoločnom napájacom bode (pre presný výpočet S_{kV} viď [24])

ψ_{kV} fázový uhol skratovej impedancie

U_n menovité napätie sústavy

P_{lt}, A_{lt} dlhodobá miera vnemu flikru, činiteľ dlhodobého rušenia flikrom [24], [11];
miera vnemu flikru P_{lt} v časovom intervale dlhom (lt = long time) 2 h
Pozn.: P_{lt}=0.46 je stanovená maximálna hodnota rušenia pre jednu výrobňu. Hodnota P_{lt} môže byť meraná a vyhodnotená flikrometrom. Okrem miery vnemu flikru P_{lt} sa používa i činiteľ rušenia flikrom A_{lt},, medzi ktorými platí vzťah $A_{lt} = P_{lt}^3$.

ΔU zmena napätia
Rozdiel medzi efektívnou hodnotou na začiatku napäťovej zmeny a nasledujúcimi efektívnymi hodnotami.
Pozn.: Na relatívnu zmenu Δu sa vzťahuje zmena napätia združeného napätia ΔU k napájaciemu napätiu siete U_n. Pokiaľ má zmena napätia ΔU význam úbytku fázového napätia, potom pre relatívnu zmenu napätia platí $\Delta u = \Delta U/U_n/\sqrt{3}$.

c činiteľ flikru zariadení
Bezrozmerná veličina, špecifická pre dané zariadenie, ktorá spolu s dvoma charakteristickými veličinami, tj. výkonom zariadenia a skratovým výkonom v spoločnom napájacom bode, určuje veľkosť flikru vyvolaného zariadením v spoločnom napájacom bode.[1]

S_A menovitý zdanlivý výkon výrobne

S_{Amax} maximálny zdanlivý výkon výrobne

[1] *Norma [24] rozlišuje medzi činiteľom flikru pre ustálený chod (u veterných elektrární), ktorý závisí na vnútornom uhle skratovej impedancie siete a činiteľom flikru pre spínanie pripojovania a odpojovania.*

S_{nE} menovitý zdanlivý výkon výrobného bloku

S_{nG} menovitý zdanlivý výkon generátora

φ_i fázový uhol prúdu vlastného zdroja

$cos\ \varphi$ kosínus fázového uhlu medzi základnou harmonickou napätia a prúdu

λ účinník – podiel činného výkonu P a zdanlivého výkonu S

k pomer medzi rozbehovým, popr. zapínacím prúdom a menovitým prúdom generátora

I_a rozbehový prúd

I_r prúd, na ktorý je zdroj dimenzovaný (obvykle menovitý prúd I_n)

k_{k1} skratový pomer, pomer medzi S_{kV} a maximálnym zdanlivým výkonom výrobne S_{rAmax}

3 ROZSAH PLATNOSTI

Tieto pravidlá platia pre plánovanie, výstavbu, prevádzku a úpravy zariadení na výrobu elektriny, ako aj zariadení na uskladňovanie elektriny u užívateľov DS, v miestnych distribučných sústavách a ich užívateľov, ktoré sú pripojené do RDS.

Pre prevádzku zdrojov (vrátane zariadení na uskladňovanie elektriny) v súvislosti s DS rozlišujeme:

1. „On-grid" systémy (paralelná prevádzka s DS) – sú riadené frekvenciou DS, od ktorej sú závislé. V prípade výpadku napätia v DS nie sú schopné prevádzky, v takomto stave dochádza k ich vypnutiu (v prípade FVE vypnutiu striedača). Opätovný nábeh systému je možný až po obnovení napätia v DS (ak sú zároveň hodnoty napätia a frekvencie v DS v rámci predpísaných intervalov po dobu určenú PDS). V tomto prípade musí zdroj spĺňať technické a obchodné podmienky PDS stanovené v zmluve o pripojení.

2. „Hybridné systémy" (paralelná prevádzka s DS) – sú riadené frekvenciou DS, od ktorej sú závislé v čase normálnej prevádzky DS. V prípade výpadku napätia v DS sú schopné prevádzky, v takomto stave nedochádza k ich vypnutiu (v prípade FTVE nedochádza k vypnutiu striedača). Jedná sa teda o systém paralelne pracujúci s DS, ktorý sa len prechodne odpája od DS, najmä v jej beznapäťovom stave v DS. V tomto prípade musí zdroj spĺňať technické a obchodné podmienky PDS stanovené v zmluve o pripojení. Podmienky pripojenia hybridných systémov a paralelnej prevádzky s DS sú uvedené v kapitole 6.

3. „Off-grid" systémy (bez paralelnej prevádzky s DS) – nie sú riadené frekvenciou DS. Jedná sa o trvalo ostrovnú prevádzku bez možnosti paralelnej spolupráce s DS. Ostrovný systém je trvalo mechanicky a elektricky oddelený od DS, bez možnosti pripojiť sa k nej a to nielen z hľadiska fázových vodičov, ale aj z hľadiska neutrálnych, ochranných vodičov a pomocných obvodov. Iba galvanické oddelenie takýchto systémov od DS nie je postačujúce. PDS pre takéto systémy nedefinuje pripojovacie podmienky, nevykonáva technickú obhliadku ani funkčnú skúšku.

Pokiaľ nie je uvedené inak, vzťahujú sa tieto ustanovenia TP PDS pre všetky typy zariadení na výrobu elektriny, ako aj zariadenia na uskladňovanie elektriny v režime dodávky elektriny do DS, alebo dodávky do elektroenergetického zariadenia užívateľa DS.

Zaistenie bezpečnej a spoľahlivej prevádzky ako za normálnej prevádzky, tak aj pri prechodových javoch v elektrizačnej sústave Slovenskej republiky, prepojenej s elektrizačnými sústavami okolitých európskych krajín vyžaduje zjednotenie technických parametrov a požiadaviek na výrobne. K tomu slúži kódex Nariadenia komisie (EÚ) 2016/631 zo 16.4.2016 Network Code for Requirements for Grid Connection applicable to all Generators (ďalej len „**RfG**"), ktorý definuje podľa inštalovaných činných výkonov P_{nE} výrobní nasledujúce typy výrobných zariadení A až D s tím, že príslušný prevádzkovateľ prenosovej sústavy môže stanoviť odlišné medzné výkony, ktoré však nemôžu byť vyššie, ako je uvedené v RfG.
Kategorizácia zdrojov z hľadiska ich celkového činného inštalovaného výkonu P_{nE} a napäťovej hladiny, do ktorej sú v DS pripojené:

Kategória (typ) zdroja podľa nariadenia	Výkonová hranica	Napäťová hladina miesta pripojenia do DS

komisie č. 2016/631		
A	0,8 kW ≤ P_{nE} < 100 kW	< 110 kV
B	100 kW ≤ P_{nE} < 5 MW	< 110 kV
C	5 MW ≤ P_{nE} < 20 MW	< 110 kV
D	P_{nE} ≥ 20 MW	< 110 kV
	nerozhoduje	≥ 110 kV

Tabuľka 1 – kategorizácia zdrojov podľa typu z hľadiska ich celkového inštalovaného výkonu a napäťovej hladiny pripojenia do DS

Pričom P_{nE} je celkový inštalovaný výkon elektroenergetického zariadenia uvedený v zmluve o pripojení.

Príklad: Ak elektroenergetické zariadenie pripojené do DS (<110 kV) má celkový inštalovaný výkon P_{nE} =10 MW, pričom pozostáva z desiatich 1 MW jednotiek (alternátorov, striedačov), tak každá jednotka musí v zmysle stanovených výkonových hraníc spĺňať parametre pre typ „C“.

4 PRIHLASOVACÍ PROCES

Žiadateľ o pripojenie zariadenia na výrobu elektriny, alebo zariadenia na uskladňovanie elektriny k DS, alebo každá MDS pripojená do DS, do ktorej sa zariadenie na výrobu elektriny alebo zariadenie na uskladňovanie elektriny pripája, musí poskytnúť údaje v rozsahu žiadosti o pripojenie spôsobom uvedeným na webovom sídle PDS www.zsdis.sk v sekcii Výrobcovia, vrátane požadovaných príloh ako podkladov pre vypracovanie zmluvy o pripojení.

Aktuálne procesné kroky ako aj iná súvisiaca dokumentácia so zdrojmi je umiestnená na webovom sídle PDS www.zsdis.sk v sekcii *Výrobcovia.*

Tieto pravidlá platia pre plánovanie, výstavbu, prevádzku a úpravy zariadení na výrobu elektriny, ako aj zariadení na uskladňovanie elektriny u užívateľov DS, v miestnych distribučných sústavách ako aj ich užívateľov, ktoré sú pripojené do RDS.

Dodržanie uvedených krokov procesu pripojenia je podmienkou možnosti pripojenia.

5 VŠEOBECNE

Pri výstavbe vlastnej výrobne je potrebné dbať na platné právne predpisy, na to, aby bola vhodná pre paralelnú prevádzku s DS PDS a aby bolo vylúčené rušivé spätné pôsobenie na DS alebo zariadenia ďalších odberateľov.

Pri výstavbe a prevádzke elektrických zariadení je potrebné dodržiavať:

- platné právne predpisy,
- platné normy STN, PNE, prípadne PN PDS,
- predpisy pre ochranu pracovníkov a bezpečnosť práce,
- nariadenia, smernice a prevádzkové inštrukcie PDS.

Projektovanie, výstavbu a pripojenie vlastnej výrobne k DS PDS je potrebné zadať odborne spôsobilej osobe.

Pripojenie k DS je treba prerokovať a odsúhlasiť s PDS.

PDS je oprávnený požadovať zmeny a doplnenia na zriaďovanom alebo prevádzkovanom zariadení, pokiaľ je to nutné z dôvodu bezpečného a bezporuchového napájania, popr. tiež z hľadiska spätného ovplyvnenia DS. Konzultácie s príslušným útvarom PDS by preto mali byť uskutočňované už v štádiu prípravy, najneskôr pri projektovaní vlastnej výrobne.

6 PRIPOJENIE K DISTRIBUČNEJ SÚSTAVE

Všetky zdroje, ktoré majú byť prevádzkované paralelne s DS, je potrebné pripojiť k DS vo vhodnom mieste pripojenia z hľadiska bezpečnosti a spoľahlivosti prevádzkovania DS. Za týmto účelom podliehajú všetky pripojenia zdrojov vyjadreniu zo strany PDS, ktorá má právo predpísať technicko – obchodné podmienky pripojenia.

Tieto podmienky sa vzťahujú aj na miestne distribučné sústavy, ktoré sú pripojené k RDS. Pre každý novo pripájaný zdroj v rámci MDS, ktoré budú prevádzkované paralelne s RDS (nie v ostrovnej prevádzke), musí príslušná MDS podať sumárnu žiadosť o pripojenie výrobní. PDS má právo komplexného posúdenia vplyvu chodu zdroja, pričom na základe žiadosti je nutné uzatvoriť s PDS zmluvu o pripojení, v ktorej budú definované podmienky pripojenia. MDS je povinná predložiť žiadosť o pripojenie aj pri zmene na pripojenom zdroji resp. zariadení na uskladňovanie elektriny napr. type generátora, zvýšení alebo znížení výkonu inštalovaného výkonu, výmene ochrán, zmene u kompenzačných zariadení a pod. Uvedené zmeny PDS posúdi, pričom realizácia uvažovaných zmien je možná, až na základe súhlasného stanoviska PDS, prípadne uzatvorenia novej zmluvy o pripojení.

Do DS je možné pripojiť len také zariadenie, ktoré svojim spätným pôsobením neovplyvňuje DS a jej užívateľov prekročením dovolených hodnôt parametrov elektrickej energie, v zmysle kapitoly č. 11 tejto prílohy. Spôsob a miesto pripojenia zdroja k DS stanoví PDS s prihliadnutím k daným sieťovým pomerom, výkonu a spôsobu prevádzky, rovnako ako k oprávneným záujmom užívateľa DS. Tým má byť zaistené, že zdroj bude prevádzkovaný bez rušivých účinkov, neohrozia napájanie iných užívateľov DS.

Hranice vlastníctva a štandardné spôsoby pripojenia sú uvedené v častiach štandardného spôsobu pripojenia zariadení k DS podľa príslušnej napäťovej úrovne – Príloha č. 1 TP PDS

Posúdenie možností pripojenia z hľadiska spätných vplyvov na DS vychádza z impedancie DS v mieste pripojenia (skratového výkonu), inštalovaného výkonu, rovnako ako druhu a spôsobu prevádzkovania zdroja.

Aby bolo zaistené dostatočné dimenzovanie zariadení, musí byť v každom prípade uskutočnený výpočet skratových pomerov v mieste pripojenia a zohľadnený skratový príspevok samotného zdroja. Skratová odolnosť zariadení musí byť vyššia, nanajvýš rovná najväčšiemu vypočítanému celkovému skratovému prúdu.

Podľa sieťových pomerov i druhu a veľkosti zariadení zdroja musí miesto pripojenia ako aj HRM, vykazovať dostatočnú vypínaciu schopnosť (odpínač alebo vypínač).

Pripojenie k DS sa deje v mieste pripojenia s oddeľovacou a rozpojovacou funkciou, prístupnom kedykoľvek personálu PDS.

Základnou podmienkou pripojenia zdroja do DS je zamedzenie zavlečeniu spätného napätia do sústavy a zabezpečenie odpojenia zdroja od DS v prípade nižšej hodnoty napätia v DS, akou je rozbehová hodnota podpäťovej ochrany (už pri výpadku jednej fázy). K pripojeniu môže byť použitý buď väzobný spínač (HRM), ktorý spája celé elektroenergetické zariadenie (napr. odber, výrobu aj zariadenie na uskladňovanie) s DS, alebo spínač, ktorý spája generátor/striedač resp. viac paralelných generátorov/striedačov s ostatnými zariadeniami pripojenými v rovnakom mieste pripojenia (s odberom). Zapnutie tohto väzobného spínača musí byť

blokované do tej doby, pokiaľ nie je na každej fáze napätie minimálne nad rozbehovou hodnotou podpäťovej ochrany. V zásade pre ochranu samotného zdroja slúži časové oneskorenie medzi obnoveným napätím v DS a pripojením zdroja v rozsahu desiatok sekúnd až minút.

Hybridné systémy (viď kapitola 3), je zakázané paralelne pripájať s DS z titulu zabezpečenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri prácach v DS.
Vo všeobecnosti nie je možné pri týchto zariadeniach konštatovať, že za žiadnych okolností nemôže dôjsť k vzniku a výrobe elektriny hybridného systému pripojeného paralelne s DS v čase, kedy v DS nie je napätie.
Pre naplnenie požiadavky bezpečnej a spoľahlivej prevádzky DS musí hybridný systém konštrukčne (typovo predpripravene) spĺňať podmienku akéhokoľvek zamedzenia možnosti vzniku napätia na výstupných svorkách (pomocou ktorých je pripojený paralelne s DS) v čase, kedy v DS nie je napätie (napríklad v prípade poruchy alebo plánovaného prerušenia distribúcie elektriny v DS). Za typovo predpripravený hybridný systém je možné považovať taký hybridný systém, ktorého technické riešenie spĺňa uvedené požiadavky bez ďalších dodatočných technický zásahov, inštalácie prídavných externých zariadení a pod., pričom funkcionalitu nie je možné vypnúť zo strany užívateľa DS. Len inštalácia zariadení regulujúcich výkon napr. tzv. spätnej wattovej ochrany, wattrouter-a alebo podobných zariadení, ktoré deklarujú „nulovú“ dodávku na fakturačnom meradle nie je postačujúcim technickým riešením. Jedným z možných známych riešení je napríklad prevedenie samostatnými výstupnými AC kontaktmi pre pripojenie s DS a samostatnými AC kontaktmi pre napájanie AC záťaže, čím je možné vytvoriť podmienky jednoznačného zabezpečenia vyššie uvedenej požiadavky.
Ak je predpoklad, že príslušný hybridný systém spĺňa typovo predpripravene požiadavku v zmysle vyššie uvedeného, PDS požaduje, za účelom objektívneho preukázania jeho funkčnosti, vykonanie typového overenia a merania takéhoto hybridného systému uskutočneného na žiadosť a náklady výrobcu (žiadateľa o pripojenie). Bližšie informácie sú na webovom sídle PDS www.zsdis.sk v sekcii Výrobcovia, kde je taktiež zoznam schválených hybridných striedačov splňujúcich požiadavku bezpečnej a spoľahlivej prevádzky.

Pri výstavbe, rekonštrukcii a prevádzkovaní zdroja je potrebné dbať na platné nariadenia a predpisy, najmä z hľadiska paralelnej prevádzky s DS a aby bolo vylúčené rušivé spätné pôsobenie na DS alebo zariadenia ďalších užívateľov DS, pričom je nevyhnutné dodržiavať:

- v súčasnosti platné zákony a vykonávacie predpisy,
- platné normy EN, STN, PNE, prípadne PN PDS,
- predpisy pre ochranu pracovníkov a bezpečnosť práce,
- Technické podmienky PDS, Prevádzkový poriadok PDS, nariadenia a smernice PDS,
- Dispečersky poriadok.

6.1 Výkonové limity pripojenia zdrojov a zariadení na uskladňovanie elektriny do DS

Výkonové limity pripojenia do NN, VN alebo VVN DS sú vždy udávané na základe výpočtu pripojiteľnosti elektroenergetického zariadenia – štúdie pripojiteľnosti.

Informatívne výkonové limity pripojenia do NN sústavy na základe výpočtu pripojiteľnosti:

- Do 3,68 kW inštalovaného výkonu zdroja vrátane – je možné uvažovať s vyvedením výkonu aj do jednej fázy, so zapojením priamo do domových rozvodov s využitím existujúcej prípojky alebo samostatnou prípojkou NN do DS.
- Nad 3,68 kW a zároveň do 30 kW inštalovaného výkonu zdroja vrátane – je možné uvažovať s vyvedením výkonu trojfázovo so zapojením priamo do domových rozvodov s využitím existujúcej prípojky, ak to štúdia pripojiteľnosti potvrdí, alebo samostatnou prípojkou NN do DS.
- Nad 30 kW inštalovaného výkonu zdroja – je možné uvažovať s vyvedením výkonu do distribučnej TS VN/NN na NN stranu rozvádzača trafostanice, prípadne posilniť existujúci rozvod DS resp. elektrickú prípojku, pričom sumárny inštalovaný výkon zdrojov nesmie byť vyšší ako 80 % inštalovaného výkonu transformátora.

6.2 Štandardný spôsob pripojenia do sústavy NN

Spôsob pripojenia zdroja do NN DS sa volí najmä na základe nasledovných kritérií:
- spôsob prevádzky elektroenergetického zariadenia (celá výroba do DS/prebytok výroby do DS)
- technická vhodnosť a ekonomická náročnosť pripojenia

Ak má zdroj dodávať do DS len prebytok elektriny, volí sa zapojenie podľa kapitoly 15 - Obrázok 1 a Obrázok 4. Toto riešenie je možné použiť u užívateľov DS len v prípade, ak napájanie vlastnej spotreby elektroenergetického zariadenia nebude pokrývané elektrinou z DS. Ak má zdroj dodávať celý inštalovaný výkon do DS, volí sa zapojenie podľa kapitoly 15 - Obrázok 2 a Obrázok 3, kde je vybudovaná samostatná elektrická prípojka resp. využitá existujúca elektrická prípojka k DS.

Počet fáz pripojenia zdroja musí byť zhodný s počtom fáz pripojenia odberného miesta do DS, do ktorého sa zdroj pripája, napríklad:
- v prípade 3-fázovej prípojky odberného miesta je možné uvažovať len s pripojením 3-fázového zdroja (pri fotovoltických inštaláciách je možné zvoliť len samostatný 3-fázový striedač alebo tri (eventuálne násobky troch) 1-fázové striedača rovnakého typu a výkonu zapojené a komunikačne prepojené tak, aby bolo zabezpečené symetrické rozdelenie výkonu do každej fázy).

Podmienkou pre pripojenie troch 1-fázových zdrojov do 3-fázovej inštalácie odberného miesta je, aby výstupy z jednotlivých zdrojov (striedačov) boli pripojené na spoločný trojfázový istič (nie je prípustné istenie zdrojov samostatnými jednofázovými ističmi).

Zdroj je možné do NN sústavy jednofázovo pripojiť do výkonu maximálne 3,68 kW inštalovaného výkonu zdroja vrátane a iba pri jednofázovom pripojení odberného miesta.
Vzhľadom na prevádzku NN sústavy a následné možné negatívne ovplyvnenie symetrie sústavy je 2-fázové pripájanie zdrojov do DS zakázané.

Ak na základe sieťových pomerov je nutné stanoviť najbližšie možné miesto pripojenia NN rozvádzač v transformátorovej stanici VN/NN (TS), volí sa zapojenie v princípe podľa kapitoly 15 - Obrázok 3, kde je zdroj pripojený na vývodové spínacie a istiace prvky v NN rozvádzači. Hranicou vlastníctva elektrických zariadení užívateľa DS je ukončenie NN kábla pripojeného do NN rozvádzača transformátorovej stanice (napr. riešené pomocou strmeňových svoriek) s polopriamym fakturačným meraním v resp. pri TS.

6.3 Štandardný spôsob pripojenia do sústavy VN

Spôsob pripojenia do VN DS je možné realizovať nasledovne:

6.3.1 Pripojenie zdroja a zariadenia na uskladňovanie elektriny do distribučného vedenia VN

V prípade pripojenia zdroja do distribučného vedenia VN zriadi žiadateľ o pripojenie na mieste v blízkosti vedenia VN dohodnutom s PDS vlastnú transformačnú stanicu. Transformačná stanica bude pripojená do DS:

- z nadzemného DS VN vedenia odbočením z existujúceho podperného bodu vybudovaním nového zvislého úsekového odpínača v majetku PDS. Dĺžka nemeranej elektrickej prípojky musí byť maximálne 500 m.
- z podzemného DS VN vedenia zaslučkovaním novej časti VN vedenia v majetku PDS do novej TS. Celková dĺžka novej časti VN vedenia musí byť maximálne 1000 m.
- v prípade ak horeuvedené požiadavky na vzdialenosť novobudovanej časti VN nie je možné dodržať (transformačná stanica žiadateľa o pripojenie sa nachádza vo väčšej vzdialenosti od existujúcej trasy vedenia VN v majetku PDS), je nutné zriadiť v bezprostrednej blízkosti existujúceho VN vedenia meraciu stanicu vo vlastníctve žiadateľa o pripojenie. Za týmto účelom je možné po dohode s PDS využiť ochranné pásmo existujúceho vedenia. Konkrétne technické podmienky stanoví PDS v zmluve o pripojení.

6.3.2 Pripojenie zdroja a zariadenia na uskladňovanie elektriny do VN rozvodne elektrickej stanice VVN/VN

Ak druh a prevádzka zdroja, ako aj sieťové pomery v predmetnej časti DS podmieňujú vyvedenie výkonu priamo do existujúcej VN rozvodne elektrickej stanice VVN/VN PDS resp. spínacej stanice, volí sa riešenie podľa kapitoly 15 - Obrázok 5. Žiadateľ o pripojenie zriadi odovzdávaciu stanicu na mieste dohodnutom s PDS, pričom o budovaní vedenia k tejto odberateľskej stanici sa rozhodne na základe technicko-ekonomickej výhodnosti možnosti pripájania užívateľov DS do novobudovaného káblového vedenia z elektrickej stanice PDS s prihliadnutím na predikovateľné faktory potenciálu nových zdrojov/odberov:

a) PDS v zmysle a stanovení pripojovacieho poplatku vybuduje káblové alebo vzdušné VN vedenie od elektrickej stanice VVN/VN k odovzdávacej stanici užívateľa DS, kde bude hlavné deliace a rozpojovacie miesto s fakturačným meraním

alebo

b) PDS vybuduje spínaciu stanicu (SST) a pripojí ju na nové resp. existujúce VN vedenie PDS. Žiadateľ o pripojenie vybuduje VN vedenia z SST do stanice žiadateľa o pripojenie, pričom toto vedenie zostáva v majetku žiadateľa o pripojenie. Deliace miesto s fakturačným meraním je v tomto prípade v SST PDS.

Pre možnosť vybudovania spínacej stanice SST musí žiadateľ o pripojenie nájsť vhodný pozemok, pričom všeobecne platí, že umiestnenie SST musí byť vo vzdialenosti maximálne 100 m od existujúcej elektrickej stanice VVN/VN PDS. Odkúpenie pozemku pre SST, prístupovú komunikáciu a vecné bremená na prívodné VN vedenie vybaví žiadateľ o pripojenie a následne zmluvnými podmienkami prevedie do majetku PDS. V SST žiadateľ o pripojenie zriadi meracie pole VN a USM skrinku pre fakturačné meranie. Prístupová komunikácia do SST musí byť spevnená pre možnosť pohybu ťažkých mechanizmov na osadenie kiosku SST, VN polí a ostatného vybavenia. Spresňujúce podmienky sú definované v zmluve o pripojení.

6.4 Štandardný spôsob pripojenia zdroja a zariadenia na uskladňovanie elektriny do sústavy VVN

Prevádzkovateľ zdroja zriadi vlastnú elektrickú stanicu VVN/VN na mieste dohodnutom s PDS. Spôsob pripojenia elektrickej stanice do siete VVN je v zásade možné realizovať nasledovne:

a) pripojením zdroja na vývodové VVN pole novobudovanej elektrickej stanice VVN typu „H“ v majetku PDS, ktorá bude pripojená zaslučkovaním existujúceho VVN vedenia (viď. kapitola 15). Umiestnenie novej elektrickej stanice je podmienené najmenšou možnou vzdialenosťou od existujúceho vedenia VVN.

b) pripojením zdroja do existujúceho, alebo novobudovaného poľa VVN existujúcej elektrickej stanice VVN/VN PDS (viď. kapitola 15). Vývodové pole pre vyvedenie výkonu sa určí na základe konkrétnych predpokladov existujúcej siete a technológie zariadenia (dvoj- alebo viacsystémová rozvodňa) so zohľadnením jednoduchej a prehľadnej neskoršej prevádzky.

6.5 Ďalšie všeobecné požiadavky pre pripojenie výrobní a zariadení na uskladňovanie elektriny

Umiestňovanie elektroenergetických zariadení užívateľa DS nie je možné do existujúcich ochranných pásiem vedení a zariadení PDS v zmysle [3]. V prípade, ak by elektroenergetické zariadenie užívateľa DS zasahovalo do ochranného pásma existujúceho vedenia, je možné uvažovať o preložení vedenia, ak je to technicky vhodné a možné, v zmysle podmienok stanovených v zmluve o preložke energetického zariadenia. V opačnom prípade je nutné vynechanie voľne prístupného koridoru k vedeniu tzn. oplotenie budúceho elektroenergetického zariadenia užívateľa DS nesmie brániť k neobmedzenej prístupnosti k existujúcemu vedeniu – zariadeniu PDS.

Pre budovanie elektroenergetických zariadení, vedení a iných technologických zariadení vo vlastníctve žiadateľa o pripojenie, nie je možné uvažovať o využívaní existujúcich zariadení vo vlastníctve PDS (napr. prenájom existujúcich vedení, podperných stĺpov a stožiarov pre vedenia žiadateľa a pod.)

Každá žiadosť o pripojenie je riešená samostatným procesom pripájania, zmluvným riešením, ako aj stanovením technických podmienok pripojenia. Z toho vyplýva, že rôzni žiadatelia o pripojenie nemôžu využívať rovnaké fakturačné miesto merania. Každé elektroenergetické zariadenie užívateľa DS, na ktoré bola podaná samostatná žiadosť o pripojenie, musí mať príslušné jedinečné fakturačné miesto a deliace miesto, pričom za týmto miestom smerom k elektroenergetickému zariadeniu užívateľa DS nie je možné rozvody slúžiace pre toto elektroenergetické zariadenie užívateľa DS spájať s inými technologickými zariadeniami iného užívateľa DS s iným samostatným fakturačným meraním.

Presné podmienky pripojenia nad rámec TP PDS sú definované v zmluve o pripojení.

7 ELEKTROMERY, MERACIE A RIADIACE ZARIADENIA

Druh a počet fakturačných meracích zariadení, prvkov meracích súprav, spínacích zariadení, ich skladba a technické parametre sú definované v zmysle Prílohy č. 3 TP PDS, ktoré analogicky platia aj pre zdroje, ak nie je v týchto TP PDS uvedené inak. Umiestnenie meracích zariadení je nutné dohodnúť s PDS najneskôr vo fáze schvaľovania projektu pre stavebné povolenie.

Všeobecne platí, že každé nové elektroenergetické zariadenie užívateľa DS bude merané inteligentným elektromerom s priebehovým meraním a diaľkovým zberom dát. Dodávku a montáž meracích zariadení realizuje PDS. Meracie transformátory prúdu a napätia sú majetkom užívateľa DS. Meracie transformátory musia byť určené meradlá schváleného typu, musia mať požadované technické parametre a majú mať úradne overenie platné na území Slovenskej republiky.

V prípade oprávnených záujmov PDS musí užívateľ DS vytvoriť podmienky pre to, aby cez definované rozhranie mohli byť na príslušné riadiace centrum PDS prenášané ďalšie údaje dôležité pre bezpečnú a hospodárnu prevádzku, napr. hodnoty výkonov a stavy vybraných spínačov (viac príslušná prevádzková inštrukcia PDS)

Pri elektroenergetických zariadeniach užívateľa DS s prenosom dát na riadiace centrum PDS je nutné, aby užívateľ DS mal osadené určené meradlo s meraním výroby na svorkách generátorov – bližšie informácie sú uvedené v Prevádzkovej inštrukcii 755-2

Požiadavky na kooperáciu s riadiacimi a informačnými systémami

Elektroenergetické zariadenia užívateľa DS pripojené do DS s celkovým inštalovaným výkonom 100 kW vrátane a vyšším (zdroje typu B, C a D pripojené do DS) musia byť diaľkovo ovládané, signalizované a merané z príslušného nadriadeného elektroenergetického DPDS v súlade TP PDS a požiadavkami štandardizácie riadiacich a informačných systémov dispečerských pracovísk a energetických objektov prevádzkovateľov. Pre elektroenergetické zariadenia užívateľa DS s celkovým inštalovaným výkonom do 100 kW (zdroje typu A) PDS môže vyžadovať pripojenie výrobne na DPDS.

Požiadavky na pripojenie riadiacich systémov energetických zariadení k dispečerskému riadeniu sa realizujú v zmysle platných zásad PDS.

Technické podmienky spojovacích ciest a komunikačných protokolov pre prenos dát na DPDS sú definované v prevádzkových inštrukciách najmä 755-2 a 755-3, ktoré sú zverejnené na webovom sídle PDS www.zsdis.sk v sekcii Dokumenty. Všetky prenosy dát na riadiace centrum musia byť on-line v reálnom čase.

8 SPÍNACIE ZARIADENIA

8.1 Rozpojovacie miesto RM (trvale prístupné spínacie zariadenie):

Predstavuje verejne prístupné spínacie miesto s funkciou rozpájania (odpájania) za účelom viditeľného odpojenia elektroenergetického zariadenia užívateľa od DS:

- v sústave NN môže plniť funkciu viditeľného spínacieho zariadenia prípojková skriňa alebo rozvodná istiaca skriňa, pokiaľ je trvalo prístupná bez obmedzenia.
- v sústave NN je možné za trvale prístupné spínacie zariadenie považovať aj vývodový spínací prvok NN v rozvádzači transformátorovej stanice VN/NN (poistka alebo poistkový odpínač), ak do tohto vývodu je vyvedený len jeden užívateľ DS. Istič NN nespĺňa požiadavky na viditeľné rozpojenie, nemožno ho preto považovať za RM, preto je pri pripájaní elektroenergetického zariadenia užívateľa od DS potrebné vykonať rekonštrukciu.
- v sústave VN je možné za trvale prístupné spínacie zariadenie považovať úsekový odpínač alebo odpájač v majetku PDS, alebo v cudzom majetku (existujúce odberné miesta), s podmienkou, ak je trvalo verejne prístupný pracovníkom PDS s možnosťou manipulácie.
- u zdrojov s viacerými generátormi/striedačmi musí byť použité spoločné jedno trvale prístupné spínacie zariadenie.
- v prípade pripojenia elektroenergetického zariadenia užívateľa od DS v bytovom dome je možné za RM považovať vývodový istič užívateľa za elektromerom.

Spínač k spojeniu elektroenergetického zariadenia užívateľa od DS s DS slúži ako trvale prístupné spínacie miesto. Usporiadanie spínačov je závislé na pripojení, vlastníckych i prevádzkových pomeroch v odovzdávacej stanici. Bližšie údaje stanoví PDS predpísaním technických podmienok a obchodných podmienok. Rozpojovacie miesto má byť vo vlastníctve PDS.

8.2 Hlavné rozpojovacie miesto (HRM)

Pre pripojenie zdroja do DS musí byť použité spínacie zariadenie s minimálnou schopnosťou vypínania záťaže (napr. vypínač, odpínač s poistkami), ktorému je predradená skratová ochrana podľa časti 9. Tento spínač – hlavné rozpojovacie miesto (HRM) môže byť tak na strane NN, ako i na strane VN alebo VVN.

HRM musí byť samostatné okrem zdrojov s celkovým inštalovaným výkonom do 11 kW resp. 16 A na fázu, u ktorých je nainštalovaný iba jeden generátor (striedač), v ktorom je zároveň možné nastaviť a odskúšať napäťové a frekvenčné ochrany pôsobiace na HRM podľa požiadaviek PDS. V tomto prípade je možné za HRM považovať integrovaný spínací prvok umiestnený na striedavej strane generátora (striedača), na ktorý pôsobí integrovaná ochrana striedača. U hybridných systémov s celkovým inštalovaným výkonom do 11 kW je možné použitie integrovanej sieťovej ochrany a spínacieho prvku iba v prípade, ak je plnenie technických podmienok PDS preukázateľne dosiahnuté počas fyzických typových testov systému.

Spínacie zariadenie musí zaisťovať galvanické oddelenie vo všetkých fázach.
Pozn.: Pomerne závažným dôsledkom zlúčenia funkcií oddelenia zdroja od DS pri poruchách v sieti a pri prácach na pripojovacom vedení či vymedzovaní porúch je u jednoduchého pripojenia strata napätia pre vlastnú spotrebu a tým spojené nepriaznivé dôsledky pri

opätovnom uvádzaní do prevádzky. Z tohto dôvodu je pre takto pripojené zdroje výhodnejšie, aby pri poruchách v DS dochádzalo prednostne k vypnutiu generátora a napájanie vlastnej spotreby po skončení napäťového poklesu, či úspešnom cykle OZ zostalo zachované.

Ďalšie náležitosti kladené na HRM sú uvedené v prevádzkovej inštrukcii 755-2, Príloha č. 1.

Pri dimenzovaní spínacieho zariadenia je potrebné brať ohľad na to, že skrat je napájaný ako z DS PDS, tak aj z vlastnej výrobne. Celková výška skratového prúdu závisí teda ako na príspevku z DS PDS, tak zo zdroja. U väčších generátorov je všeobecne požadovaný výkonový vypínač.

Spínač v odovzdávacom (deliacom) mieste slúži k spojeniu vlastnej výrobne s DS PDS a ako verejne prístupné spínacie miesto s funkciou rozpájania (odpájania) za účelom viditeľného odpojenia elektroenergetického zariadenia užívateľa od DS. Usporiadanie spínačov je závislé na pripojení, vlastníckych i prevádzkových pomeroch v odovzdávacej stanici. Bližšie stanoví PDS v Zmluve o pripojení.

U zdroja schopného ostrovnej prevádzky (viď príklady prevedenia kapitola 15 Obrázok 4 a Obrázok 6) slúži synchronizačný vypínač (generátorov spínač) medzi rozpínacím miestom RM a HRM podľa časti 8 a zariadením výrobne k vypínaniu, ku ktorému môže dôjsť činnosťou ochrán pri javoch vyvolaných v DS PDS. Funkcie HRM a synchronizačného vypínača je potrebné špecifikovať ako súčasť technických podmienok pripojenia.

Výpadok pomocného napätia pre ochrany a spínacie prístroje musí viesť automaticky k vypnutiu výrobne. U vlastných výrobní so striedačmi je potrebné spínacie zariadenie umiestniť na striedavej strane striedača. Pri spoločnom umiestnení v skrini striedača nesmie byť spínacie zariadenie vyradené z činnosti skratom v striedači.

Pri použití tavných poistiek ako skratovej ochrany u NN generátorov je potrebné dimenzovať spínacie zariadenie minimálne podľa vypínacieho rozsahu predradených poistiek.

Výpadok pomocného napätia pre ochrany a spínacie prístroje musí viesť automaticky k vypnutiu vlastnej výrobne, pretože inak pri poruchách v DS PDS nedôjde k pôsobeniu ochrán a vypnutiu.

Užívateľ DS musí dokázať skratovú odolnosť celého elektroenergetického zariadenia. K tomu mu PDS na požiadanie udá veľkosť príspevku skratového ekvivalentného otepľovacieho prúdu a veľkosť nárazového skratového prúdu z DS. Ak spôsobí nový zdroj zvýšenie skratového prúdu v DS PDS nad hodnoty, na ktoré je zariadenie DS dimenzované, potom musí užívateľ DS podniknúť opatrenia, ktoré výšku skratového prúdu z tohto zdroja alebo jeho vplyv patrične obmedzia, pokiaľ sa s PDS nedohodne inak.

Časové odstupňovanie pri pripojovaní viacerých generátorov v jednom spoločnom odovzdávacom mieste (spoločnom mieste pripojenia) je potrebné odsúhlasiť s PDS. Vypnutím HRM by nemala byť obmedzená vlastná spotreba zdroja, s výnimkou zdrojov schopných tzv. ostrovnej prevádzky.

Niektoré príklady pripojenia zdrojov sú uvedené v časti 15.

9 OCHRANY

Pre zabezpečenie spoľahlivého a bezpečného prevádzkovania DS sa v projekčnej fáze prípravy navrhne a odsúhlasí systém chránenia, vypínacie časy, selektivita a citlivosti ochrán. Opatrenie na ochranu zdroja (napr. skratovou ochranu, ochranu proti preťaženiu, ochranu pred nebezpečným dotykom) je potrebné uskutočniť napr. podľa STN 33 3051. U zdrojov schopných ostrovnej prevádzky je treba zaistiť chránenie i pri ostrovnej prevádzke.
Ochrany majú zabrániť nežiaducemu napájaniu (s neprípustným napätím alebo frekvenciou) časti sústavy oddelenej od elektroenergetického zariadenia užívateľa DS zo zdroja, rovnako ako napájanie porúch v sústave.
Ochrany použité s pôsobením na HRM majú byť schopné presné nastavenie nižšie uvedených požadovaných hodnôt úrovní napätia, frekvencie ako aj vypínacieho času.

9.1 Požadované nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM

Všeobecne je potrebné použiť ochrany pôsobiace na HRM s nasledujúcimi funkciami, pričom uvedené časy pôsobenia ochrany sú maximálne.

Nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM pre zdroje typu A, vrátane zdrojov s P_N do 800 W, so sledovaním napätia na strane NN (Uf - fázové napätie), VN (Un - združené napätie)			
Funkcia	**rozsah nastavenia**	**Požadované nastavenie**	
		nastavenie pre vypnutie	**max. vypínací čas**
Podpätie U<	0,10 – 1,0 U_n	0,85 U_n	1,5 s
Nadpätie U>	1,0 – 1,2 U_n	1,1 U_n	3 s
Nadfrefvencia f>	50 – 52 Hz	51,6 Hz	0,2 s
Podfrekvencia f<	47 – 50 Hz	47,4 Hz	0,2 s

Tabuľka 2 - nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM pre zdroje typu A vrátane zdrojov s P_N **do 800 W**

V prípade, ak sieťová ochrana zdroja typu A neumožňuje nastavenie požadovaných hodnôt frekvencie, nastaví sa najbližšia nižšia možná hodnota pre úroveň podfrekvencie a najbližšia vyššia možná hodnota pre úroveň nadfrekvencie.

Nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM pre zdroje typu B, so sledovaním napätia na strane NN (Uf - fázové napätie), VN (Un - združené napätie)			
Funkcia	**rozsah nastavenia**	**Požadované nastavenie**	
		nastavenie pre vypnutie	**max. vypínací čas**
Podpätie 1.stupeň U<	0,10 – 1,0 U_n	0,7 U_n	2,7 s
Podpätie 2.stupeň U<<	0,10 – 1,0 U_n	0,3 U_n	0,15 s
Nadpätie 1.stupeň U>	1,0 – 1,2 U_n	1,15 U_n	60 s
Nadpätie 2.stupeň U>>	1,0 – 1,2 U_n	1,2 U_n	0,1 s
Nadfrefvencia f>	50 – 52 Hz	51,6 Hz	0,1 s
Podfrekvencia f<	47 – 50 Hz	47,4 Hz	0,1 s

Tabuľka 3 - nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM pre zdroje typu B

Nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM pre zdroje typu C			
Funkcia	**rozsah nastavenia**	**Požadované nastavenie**	
		nastavenie pre vypnutie	**max. vypínací čas**
Podpätie 1.stupeň U<	0,10 – 1,0 U_n	0,85 U_n	2,7 s

Podpätie 2.stupeň U<<	0,10 – 1,0 U_n	0,3 U_n	0,35 s
Nadpätie 1.stupeň U>	1,0 – 1,2 U_n	1,15 U_n	5 s
Nadpätie 2.stupeň U>>	1,0 – 1,2 U_n	1,2 U_n	0,1 s
Nadfrefvencia f>	50 – 52 Hz	51,6 Hz	0,1 s
Podfrekvencia f<	47 – 50 Hz	47,4 Hz	0,1 s

Tabuľka 4 - nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM pre zdroje typu C

Nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM pre zdroje typu D pripojené do 110 kV			
Funkcia	**rozsah nastavenia**	**Požadované nastavenie**	
		nastavenie pre vypnutie	**max. vypínací čas**
Podpätie 1.stupeň U<	0,10 – 1,0 U_n	0,85 U_n	2,7 s
Podpätie 2.stupeň U<<	0,10 – 1,0 U_n	0,3 U_n	0,35 s
Nadpätie 1.stupeň U>	1,0 – 1,2 U_n	1,15 U_n	60 min
Nadpätie 2.stupeň U>>	1,0 – 1,2 U_n	1,2 U_n	5 s
Nadfrefvencia f>	50 – 52 Hz	51,6 Hz	0,1 s
Podfrekvencia f<	47 – 50 Hz	47,4 Hz	0,1 s

Tabuľka 5 - nastavenie ochrán pôsobiacich na HRM pre zdroje typu D

Samostatná ochrana musí mať možnosť preverenia nastavenia ochranných funkcií skúšobným zariadením. Na realizáciu funkčných skúšok ochrán je potrebné zriadiť rozhranie (napr. svorkovnicu s pozdĺžnym delením a skúšobnými svorkami).

V niektorých prípadoch môže byť s ohľadom na sieťové pomery potrebné iné nastavenie ochrán. Preto je ich nastavenie vždy nutné odsúhlasiť s PDS. Vhodným podkladom pre tieto nastavenia môžu byť aj štúdie pripojiteľnosti (spätné vplyvy, dynamické správanie sa zdrojov v danej sústave, a pod.).

Pri vypínaní asynchrónnych generátorov je potrebné vopred odpojiť kompenzačné kondenzátory z dôvodu ochrany pred samobudením generátora a spätným napätím.

Podpäťová a nadpäťová ochrana musí sledovať napätie v tých fázach, do ktorých je pripojený zdroj[2]. Trojfázová kontrola napätia je potrebná, aby bolo možné s istotou rozpoznať aj jednopólové poklesy napätia.
Podfrekvenčná a nadfrekvenčná ochrana môže byť jednofázová.

Pri pripojení výrobní k sieti PDS prevádzkovanej aj s OZ, ktoré môžu tieto výrobne ohroziť, je oneskorenie vypínania výrobne prípustné len vtedy, keď je pre neoneskorené odpojenie výrobne pri OZ k dispozícii zvláštna ochrana.

Na rozpoznávanie stavu odpojenia zdroja od sústavy PDS môže byť použitá tiež ochrana na skokovú zmenu vektoru napätia alebo relé na výkonový skok.
Pozn.: Pre ochranu na skok vektoru zatiaľ nie je k dispozícii metodika pre určenie nastavení.

K ochrane zdroja a zariadenia iných užívateľov DS sú potrebné ďalšie opatrenia využívajúce ochrany, ktoré pri odchýlkach napätia a frekvencie vybaví príslušné spínacie zariadenia podľa časti 8.

2 V sieťach s izolovaným uzlom VN alebo s kompenzáciou zemných kapacitných prúdov môže byť v dohode s PDS použitá nadpäťová ochrana jednofázová, pripojená na združené napätie.

U trojfázových generátorov pripojených na trojfázovú sieť vedie nerovnováha medzi výrobou a spotrebou činného výkonu k zmene otáčok a tým frekvencie, zatiaľ čo nerovnováha medzi vyrábanou a spotrebovanou jalovou energiou je spojená so zmenou napätia. Preto musí u týchto generátorov byť sledovaná tak frekvencia, ako aj napätie.
Kontrola napätia je potrebná trojfázová, aby bolo možné s istotou rozpoznať i jednopólové poklesy napätia.

Oneskorenie vypínania podpäťovou a nadpäťovou ochranou musí byť krátke, aby ani pri rýchlych zmenách napätia nedošlo ku škodám na zariadeniach ďalších užívateľov DS alebo na zariadení zdroja. Pri samobudení asynchrónneho generátora môže svorkové napätie behom niekoľko periód dosiahnuť tak vysoké hodnoty, že nie je možné vylúčiť poškodenie prevádzkovaných zariadení.

Neoneskoreným odpojením zdroja pri OZ sú chránené synchrónne generátory pred zapnutím v protifáze po automatickom znovuzapnutí po beznapäťovej prestávke. Taká účinnosť OZ je zaistená len vtedy, keď pri beznapäťovej pauze sieť nie je napájaná. Preto musí byť súčet vypínacieho času ochrany a vlastného času spínača zvolený tak, aby beznapäťová pauza pri OZ nebola podstatnejšie skrátená.

Ochrany pre neoneskorené vypnutie pri OZ (relé na skokovú zmenu vektoru a výkonu, popr. smerová nadprúdová ochrana) nie sú náhradou za požadované napäťové a frekvenčné ochrany. Pri ich nastavení je potrebné brať v úvahu reakciu na kolísanie zaťaženia vlastnej výrobne a prechodné javy v sieti. U zariadení schopných ostrovnej prevádzky je ich hlavnou funkciou rozpoznať ostrovnú prevádzku (s časťou DS), vypnúť HRM a tým zamedziť neskoršiemu nesynchrónnemu zopnutiu ostrovnej siete a DS. Vypínacie časy týchto ochrán je potrebné zladiť s odpovedajúci časmi napäťových a frekvenčných relé.

K vymedzeniu časti zariadení so zemným spojením môže byť požadované vybavenie zemným smerovým relé. Tieto relé majú byť zapojené iba na signalizáciu.

Po pripojení zdrojov do DS prevádzkovanej s OZ, ktoré môžu byť zdrojmi ohrozené, je oneskorenie vypínania prípustné len vtedy, ak je pre neoneskorené odpojenie zdroja pri OZ k dispozícii zvláštna ochrana.

Prevádzkovateľ zdroja je povinný si zaistiť sám, aby spínanie, kolísanie napätia, krátkodobé prerušenia vrátane OZ alebo iné prechodné javy v DS neviedli ku škodám na jeho zariadeniach. PDS má právo určiť, ktoré ochrany budú zaplombované. Pre zdroje pripojené v minulosti s užšími pásmami nastavenia napätia a frekvencie je možné previesť zmenu nastavenia sieťovej ochrany zdroja v zmysle údajov uvedených v tabuľke nastavenia sieťových ochrán príslušnej k výkonovému typu zdroja na základe písomnej požiadavky prevádzkovateľa zdroja. Zmena nastavenia sieťovej ochrany zdroja podlieha schváleniu PDS a je podmienená následným doložením protokolu nastavenia ochrán zo strany prevádzkovateľa zdroja. Náklady na strane PDS spojené s touto zmenou znáša žiadateľ.

Nastavenia ochrán sa vzťahujú k združeným napätiam v sieťach VN a VVN. Časy vypnutia pozostávajú zo súčtu časového nastavenia a vlastných časov spínačov a ochrán.

10 CHOVANIE VÝROBNÍ V SIETI

10.1 Požiadavky na prevádzku resp. prístrojové vybavenie zdrojov typu A, B, C a D

10.1.1 Frekvenčná stabilita zdrojov – požiadavka na typ A, B, C, D

V zmysle článku 13.1 a) Nariadenia EK č. 2016/631 pre zdroje pripojené do DS sa požaduje ich udržanie v prevádzke v závislosti od frekvencie:

Frekvenčné pásmo [Hz]	**Požadovaná doba prevádzky [s]**
49 Hz (vrátane) – 51 Hz (vrátane)	časovo neobmedzená prevádzka
47,5 Hz (vrátane) – 49 Hz	časovo obmedzená prevádzka – min. 30 minút
51 Hz – 51,5 Hz	časovo obmedzená prevádzka – min. 30 minút

10.1.2 Rýchlosť zmeny frekvencie (RoCoF) – požiadavka na typ A, B, C, D

V zmysle článku 13.1 b) Nariadenia EK č. 2016/631 - pokiaľ ide o schopnosť zdroja zostať pripojený pri určitej rýchlosti zmeny frekvencie, zdroj sa nesmie odpojiť v prípade časovej zmeny frekvencie (RoCoF) siete do hodnoty ±2 Hz/s, pričom RoCoF je meraná ako stredná hodnota derivácie frekvencie v časovom intervale 500 ms.

10.1.3 Aktivácia zníženia činného výkonu pri nadfrekvencii (LFSM-O) – požiadavka na typ A, B, C, D

V zmysle článku 13.2 Nariadenia EK č.2016/631 - pokiaľ ide o obmedzený pracovný režim pri zvýšenej frekvencii (LFSM-O), na zabezpečenie čo najmenšieho vplyvu na susedné oblasti sa uplatňujú nasledovné požiadavky na aktiváciu zníženia činného výkonu pri nadfrekvencii:

- frekvenčná hranica aktivácie zmeny činného výkonu 50,2 Hz,
- statika 5%,
- prvá reakcia zariadenia na zmenu frekvencie je požadovaná v čase maximálne 2 sekundy. Oneskorenie aktivácie činného výkonu musí majiteľ zariadenia technicky zdôvodniť PPS,
- po aktivácii celkovej rezervy činného výkonu musí zariadenie zostať pracovať na minimálnom možnom výkone.

10.1.4 Prípustné zníženie činného výkonu pri klesajúcej frekvencií – požiadavka na typ A, B, C, D

V zmysle článku 13.4 a 13.5. Nariadenia EK č.2016/631 - v oprávnených prípadoch s ohľadom na technologické možnosti zdrojov sa pripúšťa nasledovné zníženie činného výkonu pri klesajúcej frekvencii:

- frekvenčne závislé zníženie výkonu nie je možné pri frekvencii v sústave nad 49Hz vrátane,
- pri poklese frekvencie siete pod hodnotu 49 Hz sa pripúšťa zníženie činného výkonu s maximálnou mierou zníženia 2 % P_{MAX}/Hz,
- zníženie činného výkonu pri poklese frekvencie je prípustné len pre tie výrobné zariadenia, ktoré sú technologicky takto limitované.

Zníženie činného výkonu pri poklese frekvencie musí byť čo najmenšie s ohľadom na technologické možnosti zariadenia.

Tieto zníženia platia pre nasledovné podmienky okolitého prostredia:

- teplota 15 °C,
- relatívna vlhkosť 60 %,

- nadmorská výška: 350 - 420 m.n.m.

Ak je zdroj prevádzkovaný v iných podmienkach, je prevádzkovateľ zdroja povinný poskytnúť PPS koreláciu medzi zmenou okolitých podmienok a zmenou veľkosti poklesu činného výkonu.

10.1.5 Schopnosť automatického pripojenia po plánovanom odpojení – požiadavka na typ A, B, C

V zmysle článku 13.7 Nariadenia EK č.2016/631 - zdroje typu A, B a C po plánovanom odpojení od siete môžu byť opätovne pripojené k distribučnej sústave po splnení nasledovných kritérií:

1. Po prijatí signálu na odblokovanie HRM z riadiaceho centra PDS alebo automaticky s oneskorením v intervale 300 – 900 s.
2. Fázovací prvok je možné zopnúť, ak sú napätie a frekvencia po dobu minimálne 300 s v stanovených medziach (uvedené hranice reprezentujú maximálny dovolený rozsah nastavení ochrany). PDS odporúča vzhľadom na zaužívané postupy pri prevádzke DS nastaviť časové oneskorenie pre zdroje typu A na úrovni „300 s“ a pre zdroje typu „B, C“ na úrovni „900 s“. Tieto časy reflektujú typické časové oneskorenie pre vykonávanie manipulácií pri vymedzovaní poruchového miesta v DS. :

Typ A		**Typ B, C**	
Napätie v mieste pripojenia	95 – 110 % U_N	Napätie v mieste pripojenia	95 – 105 % U_N
Frekvenčný rozsah	47,5 – 50,05 Hz	Frekvenčný rozsah	47,5 – 50,05 Hz
Časové oneskorenie	300 – 900 s	Časové oneskorenie	300 s – 900 s

3. povolený gradient nárastu činného výkonu na výstupe musí byť maximálne 10 % z P_N za minútu.

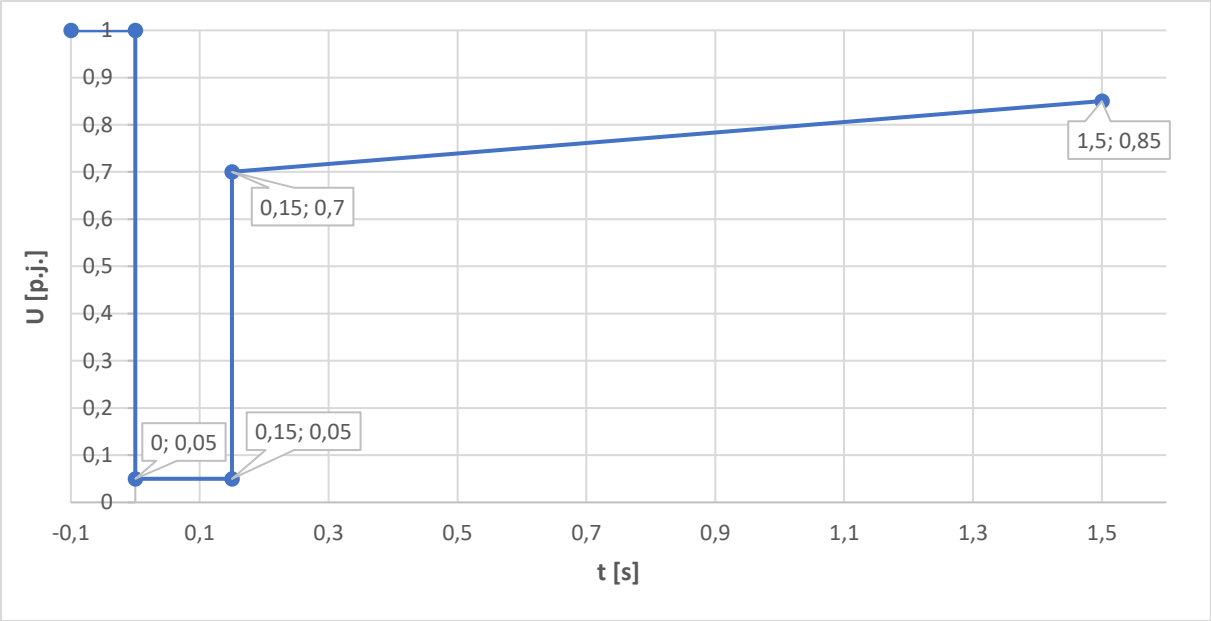
Pre zdroje typu A, u ktorých sieťová ochrana neumožňuje rôzne nastavenie pre odpojenie a pripojenie, sa opätovne pripájajú k DS podľa podmienok pre odpojenie od DS.

10.1.6 Schopnosť prevádzky počas skratu – požiadavka na typ B, C

V zmysle článku 14.3 Nariadenia EK č.2016/631 - pokiaľ ide o schopnosť prevádzky zdrojov počas skratu (FRT), zdroje musia byť schopné, počas nižšie definovaného časového priebehu napätia v mieste pripojenia pre poruchové podmienky, udržať pripojenie do siete a pokračovať v stabilnej prevádzke.

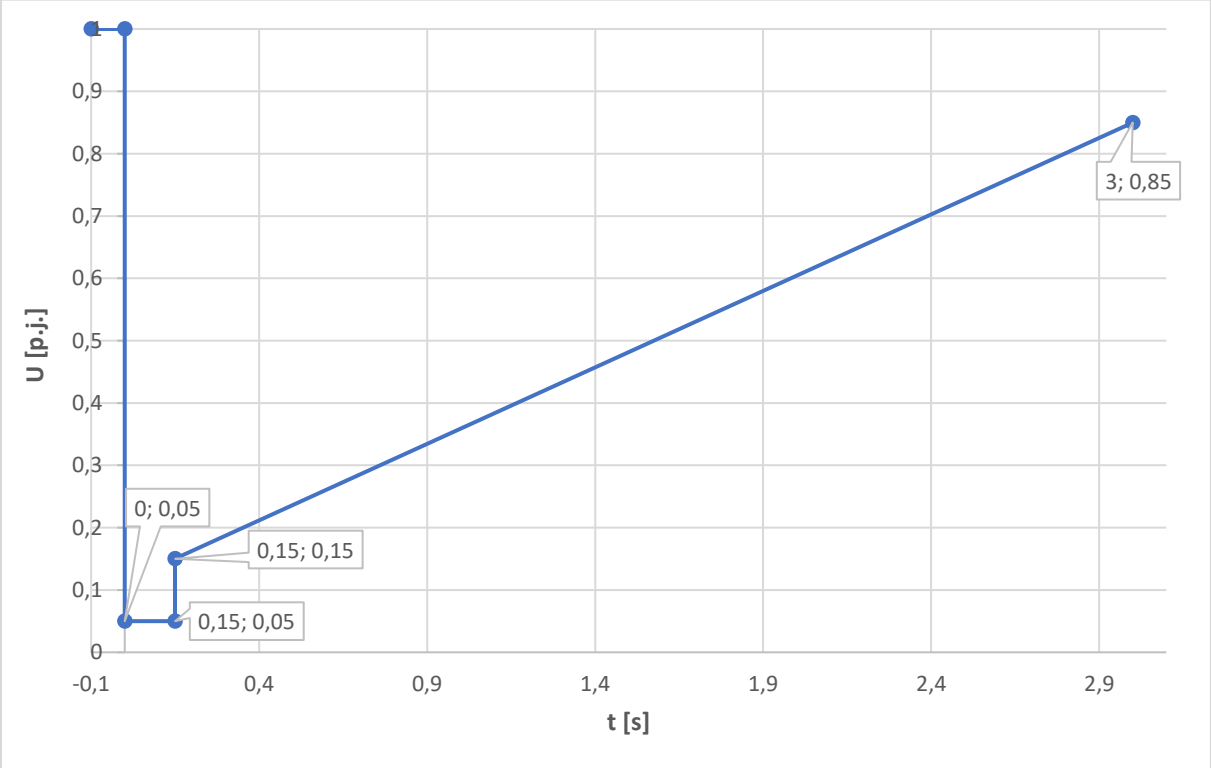
Synchrónne zdroje:

t [s]	**U [p.j.]**
0 – 0,15	0,05
0,15	0,7
1,5	0,85



Nesynchrónne zdroje:

t [s]	U [p.j.]
0,15	0,05
0,15	0,15
3	0,85



V prípade nesymetrickej poruchy platia rovnaké krivky, ako v prípade poruchy symetrickej.

10.1.7 Schopnosť automatického pripojenia po poruche v sústave – požiadavka na typ B, C, D

V zmysle článku 14.4 Nariadenia EK č.2016/631 - zdroje typu B, C a D odpojené od siete z dôvodu zapôsobenia ochrán pôsobiacich na HRM, môžu byť opätovne pripojené k distribučnej sústave po splnení nasledovných kritérií:

1. Fázovací prvok je možné zopnúť ak sú napätie a frekvencia po dobu minimálne 300 s v stanovených medziach (uvedené hranice reprezentujú maximálny dovolený rozsah nastavení ochrany):

Typ B, C, D pripojený do DS		**Typ D pripojený do PPS**	
Napätie v mieste pripojenia	95 – 110 % U_N	Napätie v mieste pripojenia	95 – 105 % U_N
Frekvenčný rozsah	47,5 – 50,05 Hz	Frekvenčný rozsah	47,5 – 50,05 Hz
Časové oneskorenie	300 – 900 s	Časové oneskorenie	300 s
Po prijatí signálu na odblokovanie HRM z riadiaceho centra PDS alebo automaticky s oneskorením v intervale 300 – 900 s		Po prijatí signálu pre opätovné pripojenie z riadiaceho centra PPS.	

2. povolený gradient nárastu činného výkonu na výstupe musí byť maximálne 10 % z P_N za minútu.

Pozn.: Zdroje typu A, odpojené od siete z dôvodu zapôsobenia ochrán v dôsledku poruchy v sústave sa pripájajú v zmysle kapitoly 10.1.5.

10.1.8 Výmena informácii – požiadavka na typ B, C, D

V zmysle článku 14.5 Nariadenia EK č.2016/631 - technické podmienky spojovacích ciest a komunikačných protokolov pre prenos dát na riadiace centrum spoločnosti Západoslovenská distribučná, a.s. sú definované v prevádzkových inštrukciách PI-755-2/X a PI-755-3/X (číslo na pozícii X označuje aktuálne verziu danej PI), ktoré sú zverejnené na webovom sídle PDS www.zsdis.sk (https://www.zsdis.sk/Uvod/Spolocnost/Dokumenty/Predpisy-prevadzkovatela).

Všetky prenosy dát na riadiace centrum musia byť on-line v reálnom čase.

10.1.9 Lehota na prispôsobenie nastavenej hodnoty činného výkonu – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.2 a) b) Nariadenia EK č.2016/631 - regulačný systém zdroja musí byť schopný upravovať zadanú hodnotu činného výkonu v súlade s pokynmi PDS alebo PPS. Doba na dosiahnutie zadanej hodnoty činného výkonu je nasledovná:

Doba na dosiahnutie ustáleného stavu v tolerančnom pásme požadovaného zníženia činného výkonu		**Doba na dosiahnutie ustáleného stavu v tolerančnom pásme požadovaného zvýšenia činného výkonu**	
Synchrónne zdroje	Nesynchrónne zdroje	Synchrónne zdroje	Nesynchrónne zdroje
≤ 30 s	≤ 20 s	≤ 6 min	≤ 30 s

Prípustná odchýlka skutočného činného výkonu od požadovanej hodnoty je 2 – 10 % P_N, maximálne však 5 MW.

10.1.10 Aktivácia zvýšenia činného výkonu pri podfrekvencii (LFSM-U) – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.2 c) Nariadenia EK č.2016/631 - pokiaľ ide o obmedzený pracovný režim pri zníženej frekvencii (LFSM-U), na zabezpečenie čo najmenšieho vplyvu na susedné oblasti sa uplatňujú nasledovné požiadavky na aktiváciu zvýšenia činného výkonu pri podfrekvencii:

- frekvenčná hranica aktivácie zmeny činného výkonu 49,8 Hz,
- statika 5%,

- prvá reakcia zariadenia na zmenu frekvencie je požadovaná v čase maximálne 2 sekundy. Oneskorenie aktivácie činného výkonu musí majiteľ zariadenia technicky zdôvodniť PPS.

10.1.11Odozva činného výkonu pri zmene frekvencie FSM – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.2 d) Nariadenia EK č.2016/631 :

Parametre pre aktiváciu odozvy činného výkonu:

Parameter	**Hodnota**
Zmena činného výkonu	± 2 % P_{MAX}
Statika	2 – 12 %
Necitlivosť	± 10 mHz

Celá rezerva činného výkonu sa musí aktivovať pri odchýlke frekvencie ±200 mHz . Zdroj musí byť schopný poskytovať plnú frekvenčnú odozvu (rezervu činného výkonu) minimálne po dobu 15 minút. Doba plnej aktivácie frekvenčnej odozvy nesmie presiahnuť 30 s vrátane prvotného oneskorenia, ktoré nesmie byť dlhšie ako 2 s.

10.1.12Riadenie obnovy frekvencie (SRV) – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.2 e) Nariadenia EK č.2016/631 - pokiaľ ide o riadenie obnovenia frekvencie, zdroj musí poskytovať nasledovné funkcie s cieľom obnovenia frekvencie na jej menovitú hodnotu:

- rozsah zmeny činného výkonu 40 - 60% $P_{N,}$
- rýchlosť zmeny činného výkonu 4% P_N/min.

10.1.13Monitorovanie odozvy činného výkonu na zmenu frekvencie – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.2 g) Nariadenia EK č.2016/631 - na účely monitorovania odozvy činného výkonu na zmenu frekvencie (FSM), musí byť komunikačné rozhranie (pre zdroje typu C a D) vybavené na prenos zabezpečeným spôsobom od zdroja do riadiaceho centra v reálnom čase.

FSM na svorkách zdroja	**Veličina**
Signalizácia	
Stav FSM	vypnutý / zapnutý
Zadaná hodnota	
Plánovaný P	[MW]
Meranie	
Skutočný P	[MW]
Statika	[%]
Pásmo necitlivosti	[mHz]

10.1.14Štart z tmy – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.5 a) Nariadenie EK č.2016/631 - štart z tmy musí byť zahájený do 15 minút zo stavu úplného vypnutia bez akejkoľvek externej dodávky elektrickej energie. Táto podmienka platí len pre jednotky na výrobu elektrickej energie, ktorých technológia umožňuje štart z tmy.

10.1.15Ostrovná prevádzka – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.5 b) Nariadenie EK č.2016/631 - požiadavky sú stanovené v predchádzajúcich bodoch (f, U, LFSM-O, LFSM-U, FSM). Zariadenia (jednotky) na výrobu elektriny typu C, D pripojené do DS musia byť schopné zúčastňovať sa na ostrovnej prevádzke, ak to vyžaduje PDS v koordinácii s PPS. Počas takejto ostrovnej prevádzky je zariadenie na výrobu elektriny vo východzom stave galvanicky oddelené od DS v hlavnom rozpojovacom mieste (HRM), ktoré je vypnuté a akákoľvek zmena prevádzkového stavu zariadenia na výrobu elektriny je koordinovaná s riadiacim centrom PDS. Pri požiadavke na paralelnú prevádzku s časťou DS je takáto prevádzka možná len po predchádzajúcej koordinácii s riadiacim centrom PDS - napríklad pri štarte z tmy, mimoriadnych situáciách v sústave v zmysle §3 Zákona č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva alebo za podmienky vyhlásenia stavu núdze v zmysle §20 Zákona o energetike č.251/2012 Z. z.
Pre paralelnú prevádzku s časťou DS musí byť v zariadení na výrobu elektriny medzi generátorovým vypínačom a HRM nainštalovaný spínací fázovací prvok.

10.1.16Rýchla resynchronizácia/prechod na vlastnú spotrebu – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.5 c) Nariadenie EK č.2016/631 - pokiaľ ide o schopnosť rýchlej obnovy synchronizácie:

- v prípade odpojenia zdroja od siete musí byť zdroj schopný rýchlej obnovy synchronizácie v súlade so stratégiou ochrany odsúhlasenou s príslušným prevádzkovateľom sústavy;
- zdroj s minimálnym časom obnovy synchronizácie dlhším ako 15 minút po jeho odpojení od akéhokoľvek vonkajšieho zdroja napájania musí byť projektovaný na prepnutie na vlastnú spotrebu z akéhokoľvek pracovného bodu vo svojom P-Q diagrame;
- zdroje musia byť schopné pokračovať v prevádzke po prepnutí na vlastnú spotrebu, a to bez ohľadu na akékoľvek pomocné pripojenie k externej sieti (distribučnej sústave). Minimálny čas prevádzky na vlastnú spotrebu musí byť najmenej 2 hodiny.

10.1.17Strata uhlovej stability – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.6 a) Nariadenia EK č.2016/631 - pokiaľ ide o stratu uhlovej stability alebo stratu riadenia, zdroj musí byť schopný automaticky sa odpojiť od sústavy s cieľom prispieť k zachovaniu bezpečnosti sústavy alebo zabrániť poškodeniu jednotky na výrobu elektrickej energie. K detekovaniu straty uhlovej stability sa považujú dva preklzy pólov synchrónneho stroja.

10.1.18Prístrojové vybavenie / tlmenie výkonových oscilácií – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.6 b) Nariadenie EK č.2016/631 :

<u>Zariadenie na zaznamenávanie porúch:</u>
Zdroje typu C, D musia byť vybavené monitorovacím zariadením archivujúcim priebeh vybraných veličín (P, Q, U, f) v časovom úseku – 5 až 15 minút so vzorkovaním minimálne 0,1 s (optimálne 0,05 s) a to pri prekročení medzí menovitých napätí o ± 5 % alebo frekvencie 50 Hz o ± 200 mHz.
Tento úsek sa zaznamenáva na elektronickom médiu a uloží do archívu, kde bude k dispozícii na vyžiadanie prevádzkovateľa sústavy. Presnosť merania je 0,1 % pre napätia a výkony a 0,01 % pre frekvenciu.

<u>Zariadenie na sledovanie dynamického chovania sústavy:</u>

Zdroje typu C, D musia byť vybavené zariadením na monitorovanie kyvov frekvencie v rozsahu 0,2 – 3,5 Hz archivujúcim priebeh vybraných veličín (P, Q, U, f) v časovom úseku 0 až 20 minút so vzorkovaním minimálne 0,1 s (optimálne 0,05 s) a to pri prekročení amplitúdy kyvov 2% z veľkosti dodávaného činného výkonu alebo pri tlmení kyvov x<5%, x=(A1-A2)/A1, kde A1 a A2 sú dve za sebou nasledujúce amplitúdy kyvov činného výkonu. Okrem P, Q a frekvencie zariadenia zaznamenáva napätie a prúdy v každej fáze.
Ukladanie záznamov je rovnaké ako pri záznamoch porúch.

10.1.19Simulačné modely – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.6 c) Nariadenie EK č.2016/631 - na žiadosť PDS alebo PPS je vlastník zdroja povinný poskytnúť modely pre overenie chovanie zdrojov pri ustálenom stave, pri prechodných javoch ako aj pre simulovanie elektromagnetických prechodných javov. Obsahom údajov je dokumentácia modelov jednotlivých častí zariadenia (blokové diagramy a ich parametre):

- alternátor a jeho pohon,
- regulácia otáčok a výkonu,
- regulácia napätia, prípadne vrátane funkcie systémového stabilizátora a systému regulácie budenia,
- modely ochrán zdroja podľa dohody medzi PDS a vlastníkom zdroja,
- modely meničov a nesynchrónnych modulov.

Simulačné modely budú poskytnuté vo formáte podľa štandardov IEC (61970-302, 61400-27-1).

10.1.20Rýchlosť zmeny činného výkonu – požiadavka na typ C, D

V zmysle článku 15.6 e) Nariadenia EK č.2016/631 - minimálne a maximálne limity miery zmeny činného výkonu na výstupe zdroja (limity lineárnych zmien) tak v smere nahor, ako aj nadol budú stanovené PDS v koordinácii s PPS a budú súčasťou stanoviska PDS resp. PPS k osvedčeniu na výstavbu energetického zariadenia vydaného podľa §12 Zákona o energetike č.251/2012 Z.z, v závislosti od technologických osobitostí hnacej jednotky a od typu primárnej technológie jednotky na výrobu elektriny.
Pokiaľ PDS nestanoví inak, limity miery zmeny činného výkonu sú nasledovné:

- minimálna zmena činného výkonu na výstupe 1 – 100 % P_N/30 s
- maximálna zmena činného výkonu na výstupe 1 – 100 % P_N/30 s.

10.1.21Napäťové rozsahy – požiadavka na typ D

V zmysle článku 16.2 a) b) Nariadenie EK č.2016/631 - bez toho, aby bol dotknutý odsek 10.1.6 a nižšie uvedený odsek 10.1.22, zdroj musí byť schopný udržať pripojenie do siete a fungovať v rámci nasledovných rozsahov napätia sústavy v mieste pripojenia:
Pre napäťovú úroveň 110 kV:

- napäťový rozsah: 1,118 - 1,15 p.u.,
- doba zotrvania v prevádzke: 60 min.

Pre napäťovú úroveň 400 kV:

- napäťový rozsah: 1,05 - 1,1 p.u.,
- doba zotrvania v prevádzke: 60 min.

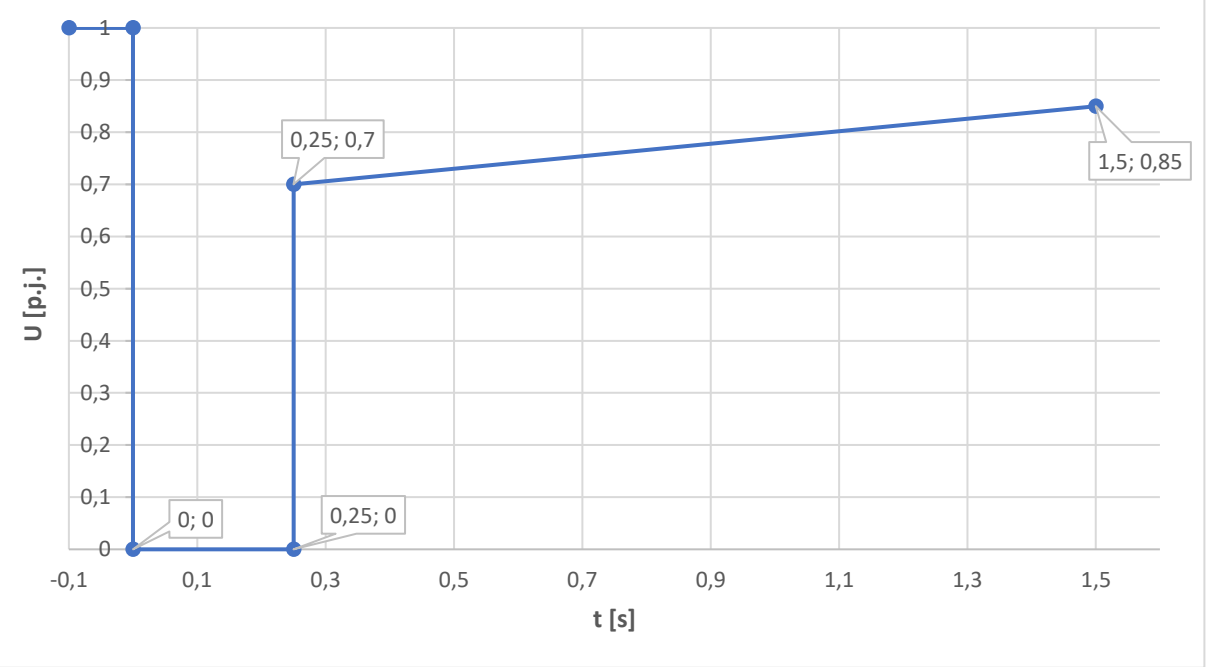
10.1.22Schopnosť prevádzky počas skratu – požiadavka na typ D

V zmysle článku 16.3 Nariadenie EK č.2016/631 - pokiaľ ide o schopnosť prevádzky zdrojov počas skratu (FRT), zdroje musia byť schopné, počas nižšie definovaného časového priebehu

napätia v mieste pripojenia pre poruchové podmienky, udržať pripojenie do siete a pokračovať v stabilnej prevádzke.

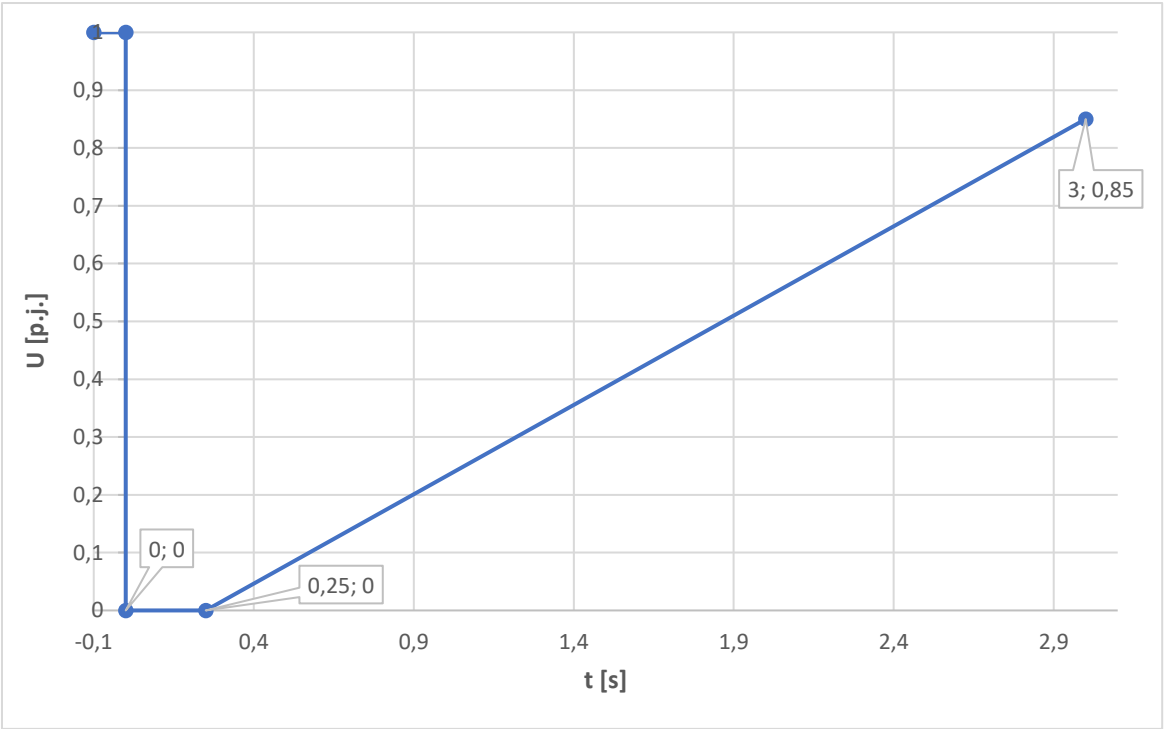
Synchrónne zdroje:

t [s]	U [p.j.]
0,25	0
0,25	0,7
1,5	0,85



Nesynchrónne zdroje:

t [s]	U [p.j.]
0,25	0
3	0,85



V prípade nesymetrickej poruchy platia rovnaké krivky ako v prípade poruchy symetrickej.

10.1.23Nastavenie synchronizačných zariadení – požiadavka na typ D

V zmysle článku 16.4 Nariadenie EK č.2016/631 - pokiaľ ide o synchronizáciu, pri prifázovaní zdroja môže vlastník zariadenia na výrobu elektrickej energie vykonať synchronizáciu až po schválení príslušným prevádzkovateľom sústavy. Nastavenie synchronizačných zariadení musí byť možné nastaviť v rámci týchto parametrov:

- odchýlka napätia ΔU 30% pre napätia v dovolených medziach,
- odchýlka frekvencie ±250 mHz pri rozsahu frekvencie 47,5 – 51,5 Hz
- rozdiel fázového uhla ±10°
- sled fáz musí byť rovnaký

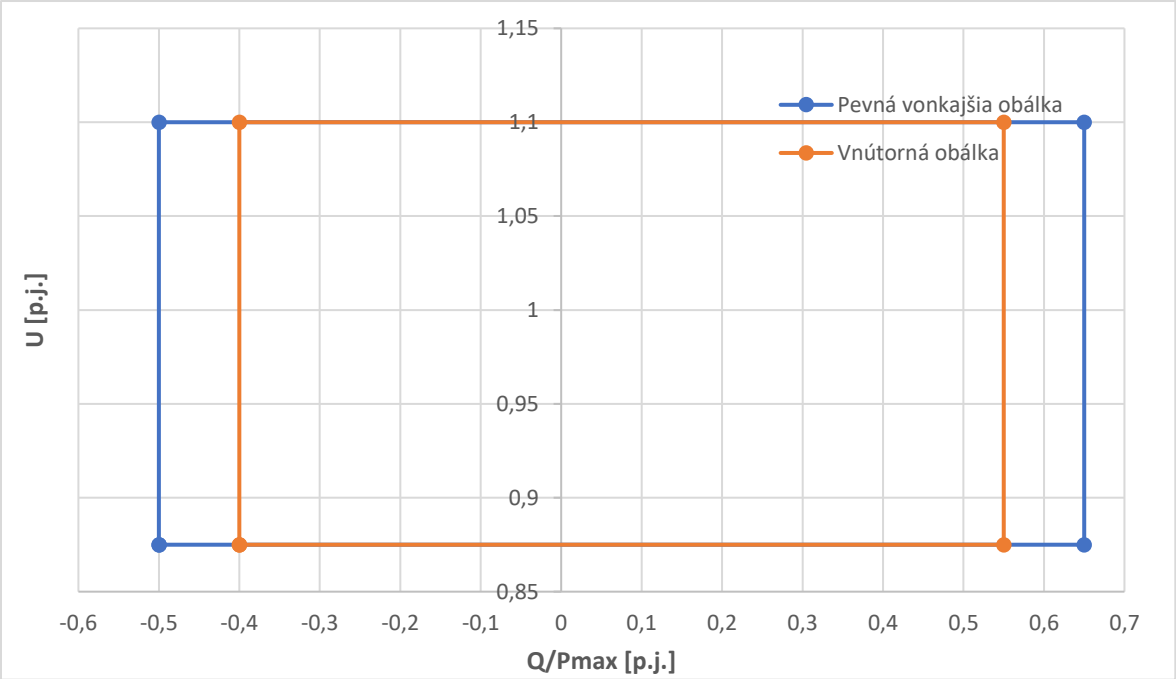
10.1.24Obnova činného výkonu po poruche – požiadavka na synchrónne jednotky typ B,C, D

V zmysle článku 17.3 Nariadenie EK č.2016/631 - synchrónne jednotky na výrobu elektrickej energie typu B, C a D musia byť schopné obnoviť činný výkon po poruche do 150 ms od vzniku poruchy na hodnotu pred poruchou s dovoleným gradientom 20% P_N pred poruchou/sek.

10.1.25Požiadavky na jalový výkon pre synchrónne jednotky typu C, D

V zmysle článku 18.2 Nariadenie EK č.2016/631 - synchrónne jednotky typu C a D musia byť schopné dodávať dodatočný jalový výkon. Tento dodatočný jalový výkon musí kompenzovať spotrebu jalového výkonu na vedení alebo v kábli vysokého napätia medzi svorkami vysokého napätia blokového transformátora jednotky na výrobu elektrickej energie alebo svorkami jej alternátora, ak neexistuje blokový transformátor, a miestom pripojenia.

V prípade dodávky maximálneho P musí byť výrobný modul schopný pracovať v medziach vnútornej obálky stanovenej v diagrame nižšie, pokiaľ PDS nestanoví inak.



Pokiaľ je dodávaný výkon nižší, ako je maximálny, musí byť zdroj schopný pracovať v rámci prevádzkového PQ diagramu generátora.

10.1.26 Požiadavky na stabilizačnú spätnú väzbu poruche – požiadavka na synchrónne jednotky typ D

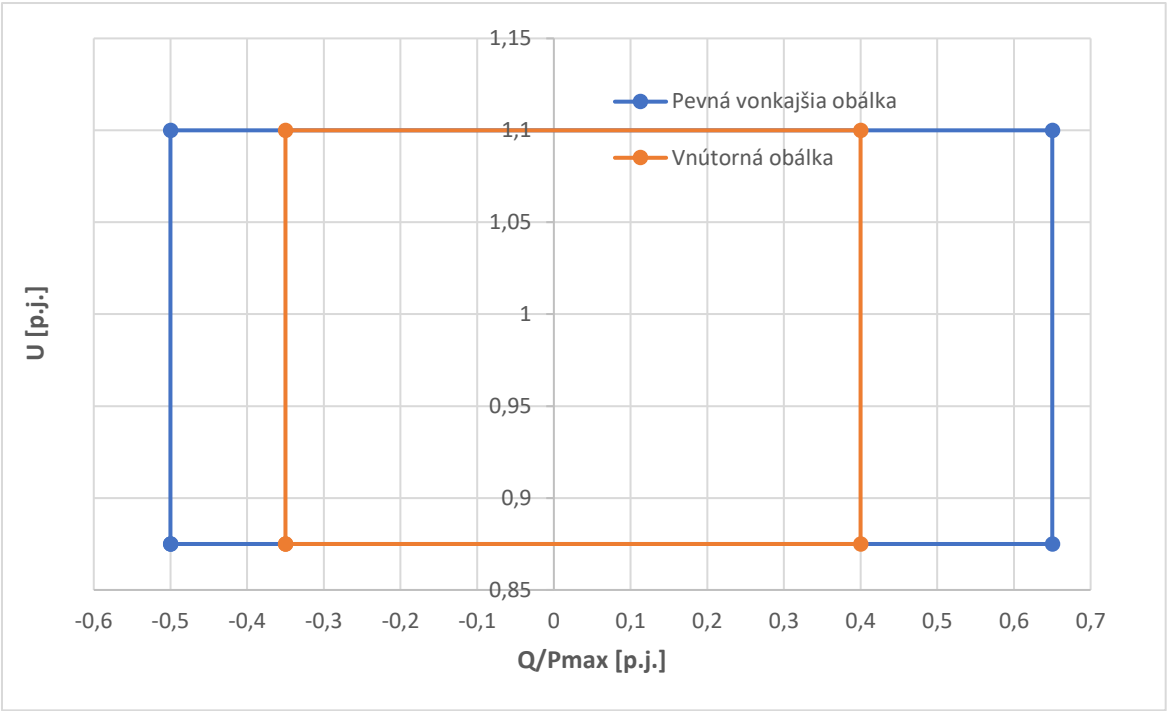
V zmysle článku 19.2 b) Nariadenie EK č.2016/631 - synchrónne jednotky typu D s inštalovaným výkonom 50 MVA a viac musia byť vybavené systémovým stabilizátorom na tlmenie kmitov činného výkonu.

10.1.27 Obnova činného výkonu po poruche – požiadavka na nesynchrónne jednotky typ B,C, D

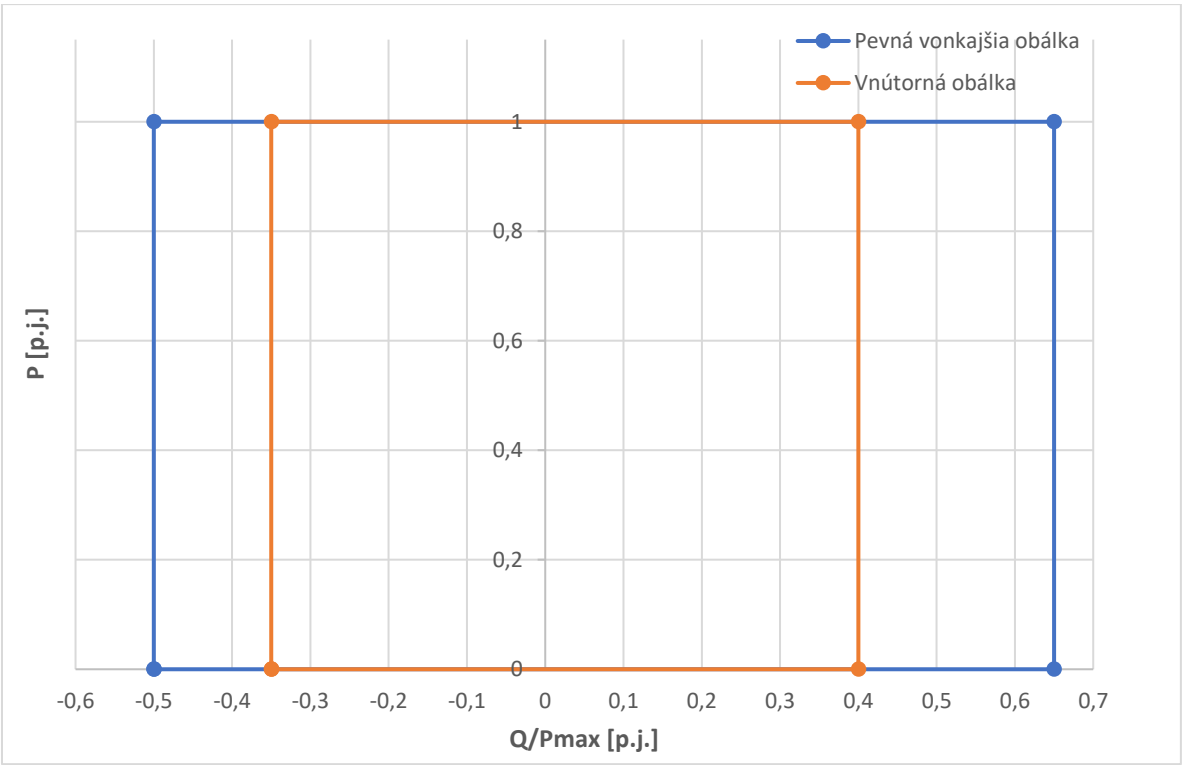
V zmysle článku 20.3 Nariadenie EK č.2016/631 - nesynchrónne jednotky na výrobu elektrickej energie typu B, C a D musia byť schopné obnoviť činný výkon poruche na 90% $P_{pred\ poruchou}$ do 1s od momentu dosiahnutia 85% z hodnoty $U_{pred\ poruchou}$. Dovolená odchýlka dodávky činného výkonu je 10% hodnoty $P_{pred\ poruchou}$.

10.1.28 Požiadavky na jalový výkon pre nesynchrónne jednotky typu C, D

V zmysle článku 21.3 b) c) Nariadenie EK č.2016/631 - nesynchrónne jednotky typu C a D musia byť schopné dodávať dodatočný jalový výkon. Tento dodatočný jalový výkon musí kompenzovať spotrebu jalového výkonu na vedení alebo v kábli vysokého napätia medzi svorkami vysokého napätia blokového transformátora jednotky na výrobu elektrickej energie alebo svorkami jej alternátora, ak neexistuje blokový transformátor, a miestom pripojenia.
V prípade dodávky maximálneho P musí byť výrobný modul schopný pracovať v medziach vnútornej obálky stanovenej v diagrame nižšie, pokiaľ PDS nestanoví inak.



Pokiaľ je dodávaný výkon nižší, ako je maximálny, musí byť zdroj schopný pracovať v rámci vnútornej obálky stanovenej v diagrame nižšie.



10.1.29 Uprednostnenie príspevku činného alebo jalového výkonu – požiadavka nesynchrónne jednotky na typ C, D

V zmysle článku 21.3 e) Nariadenie EK č.2016/631 - v prípade porúch, pri ktorých sa vyžaduje schopnosť prevádzky počas skratu, musia nesynchrónne jednotky typu C a D prednostne dodávať činný výkon a to najneskôr do 150 ms od vzniku poruchy.

10.1.30Tlmenie výkonových oscilácií – požiadavka nesynchrónne jednotky na typ C, D

V zmysle článku 21.3 f) Nariadenie EK č.2016/631 - nesynchrónne jednotky typu C a D s inštalovaným výkonom 5 MVA a viac musia byť schopné prispieť k tlmeniu kmitov činného výkonu.

10.2 Riadenie jalového výkonu v závislosti na prevádzkových podmienkach, požiadavky na jalový výkon zdrojov

Požiadavky na kvalitu napätia, obzvlášť na dodržiavanie prípustného napäťového pásma, predstavujú kritický faktor pri pripájaní zdrojov do DS. Zdroje pri svojej prevádzke zvyšujú napätie v DS a preto musia v definovanom rozsahu prispievať k stabilizácii napätia prostredníctvom regulácie jalového výkonu.
Spôsob riadenia jalového výkonu závisí vždy na konkrétnom mieste DS a určuje ho PDS v zmluve o pripojení.
Potreba jalového výkonu závisí na pomeroch v konkrétnom mieste DS v súvislosti s pripojení zdroja. Účinník zdroja, dodávaný jalový výkon, či výška regulovaného napätia sa preto riadi podľa pokynov alebo povelov PDS. PDS pre reguláciu jalového výkonu v mieste pripojenia zdroja zadáva pevnú hodnotu nastavenia alebo požadovanú hodnotu nastaviteľnú z riadiaceho centra PDS.

Požadovaná hodnota môže byť:

- udržiavanie pevnej hodnoty účinníka $\cos \varphi$
- udržiavanie hodnota účinníka v závislosti na činnom výkone $\cos \varphi = f(P)$
- udržiavanie hodnoty účinníka v závislosti na napätí $\cos \varphi = f(U)$
- zadaná hodnota jalového výkonu (odber/dodávka) v rámci P/Q diagramu generátora, v mieste fakturačného merania s RDS
- udržiavanie hodnoty jalového výkonu v závislosti na napätí $Q(U)$
- udržiavanie hodnoty jalového výkonu v závislosti na činnom výkone $Q(P)$
- udržiavanie zadanej hodnoty napätia v mieste fakturačného merania s RDS

Za nedodržanie podmienok regulácie jalového výkonu, nedodržanie predpísaného účinníka $\cos \varphi$ zdroja, sa postupuje podľa platných predpisov a tento fakt je vnímaný ako nedodržanie technických podmienok PDS.

Pokiaľ je zadaná charakteristika, musí byť automaticky nastavená príslušná ustálená hodnota jalového výkonu:

- pre charakteristiku $\cos \varphi = f(P)$ do 10 s
- pre charakteristiku $Q(U)$ nastaviteľne medzi 10 s a jednou minutou (predpíše PDS)

Rovnako ako zvolený spôsob riadenia, tak aj žiadanú hodnotu zadáva PDS podľa potrieb prevádzky sústavy pre každý zdroj.
Zadávanie môže byť buď:

- dohodou na hodnote alebo harmonogramu alebo
- on-line zadávaním

Pri variante on-line zadávania musí byť vždy po novom zadaní dosiahnutý nový pracovný bod výmeny jalového výkonu najneskôr po jednej minúte.

Ďalšie spresňujúce požiadavky na riadenia jalového výkonu z riadiaceho centra PDS sú uvedené v prevádzkovej inštrukcii 755-2.

Automatické riadenie jalového výkonu zdroja v mieste pripojenia je bezplatnou podpornou službou pre prevádzkovateľa DS. O jej potrebe rozhoduje podľa miestnych podmienok PDS.

Požiadavky na rozsah jalového výkonu výrobných zariadení typu **C** a **D** sú definované RfG v kapitolách 10.1.25 a 10.1.28

Požiadavky na rozsah jalového výkonu výrobných zariadení typu **A** a **B** :

- Jednofázové zdroje pripájané do sústavy NN s výkonom do 3,68 kW vrátane :
  Účinník cos φ zdroja za normálnych ustálených prevádzkových podmienok je požadovaný s hodnotou 0,97 induktívny (odber jalovej energie z DS) za predpokladu, že činná zložka výkonu je nad 20% menovitého výkonu zdroja. V zmluve o pripojení môže byť požadovaná iná stanovená hodnota.

- Ostatné zdroje pripájané do sústavy NN, VN :
  Účinník cos φ zdroja za normálnych ustálených prevádzkových podmienok je požadovaný s hodnotou 0,97 induktívny (odber jalovej energie z DS) za predpokladu, že činná zložka výkonu je nad 3 % menovitého výkonu zdroja. V zmluve o pripojení môže byť požadovaná iná stanovená hodnota.

Pri voľbe kompenzačného zariadenia je potrebné brať do úvahy spôsob prevádzky zdroja a z toho vyplývajúci spätný vplyv na DS. Pri silne kolísajúcom výkone pohonu (napr. u niektorých typov veterných elektrární) musí byť kompenzácia jalového výkonu automaticky a dostatočne rýchlo regulovaná.

Spôsob prevádzky prípadných kompenzačných kondenzátorov a tlmiviek vo vzťahu k prevádzke generátora môže stanoviť PDS.

10.3 Kompenzácia jalového výkonu

V DS s vysokým podielom káblov a s kondenzátormi existujúcich kompenzačných zariadení môže celkový účinník ležať v kapacitnej oblasti. Potom môže byť žiaduce zabrániť, aby vplyvom kompenzačného zariadenia odberateľa kapacitný výkon ďalej nerástol. Preto môže PDS v jednotlivých prípadoch, napr. u malých asynchrónnych generátorov od požiadavky na kompenzačné zariadenie upustiť. V závislosti od pomerov v DS a užívateľa DS môže PDS požadovať jednotlivú, skupinovú alebo centrálnu kompenzáciu.

Pri využití kompenzačných kondenzátorov je potrebné si uvedomiť, že v každej sieti dochádza pri frekvencii vyššej ako 50 Hz k paralelnej rezonancii medzi rozptylovou reaktanciou napájacieho transformátora a súčtov všetkých sieťových kapacít, pri ktorej hlavne v dobe slabého zaťaženia môže dôjsť k zvýšeniu impedancie siete. Pripojením kompenzačných kondenzátorov sa táto rezonančná frekvencia posunie k nižším kmitočtom. To môže v niektorých sústavách VN viesť ku zvýšeniu napätí harmonických v sieti. K zabráneniu možno kompenzátory zahradiť predradením indukčnosti (nie je možné vždy dostatočne, pretože sa zvýši napätie na kondenzátoroch).

Pri vypínaní môže zostať v kondenzátoroch náboj, ktorý bez vybíjacích odporov môže spôsobiť vyššie dotykové napätie, než je prípustné podľa platných noriem. Pri opätovnom zapnutí ešte

nabitého kondenzátora môže tiež dôjsť k jeho poškodeniu. Preto sú hlavne u vyšších výkonov potrebné vybíjacie odpory, prípadne možno využívať k vybíjaniu vhodne zapojené prístrojové transformátory napätí.

Potreba jalového výkonu asynchrónnych generátorov

Potrebný jalový výkon asynchrónneho generátora je cca 60 % dodávaného zdanlivého výkonu. Ak nemá byť tento jalový výkon dodávaný zo siete PDS, je potrebné pre kompenzáciu pripojiť paralelne ku generátoru odpovedajúce kondenzátory. Pretože asynchrónny generátor smie byť pripájaný k sieti len v beznapäťovom stave, nesmú byť príslušné kondenzátory pripojené pred pripojením generátora. K tomu môže byť zapínací povel odvodený napr. od pomocného kontaktu HRM. Pri vypnutí generátora je potrebné pre ochranu pred samobudením generátora a ochranu pred spätným napätím kondenzátory odpojiť.

Potreba jalového výkonu synchrónnych generátorov

U synchrónnych generátorov môže byť cos φ nastavený budením. Podľa druhu a veľkosti výkonu pohonu je buď postačujúci konštantné budenie, alebo je potrebné regulátor na napätie alebo cos φ.

Pre jednoznačné priradenie pásiem účinníka slúži nasledujúca tabuľka.

Príklad	Zdrojová orientácia	Spotrebičová orientácia
Synchrónny generátor (prebudený)	$P > 0$ a $Q > 0$ $0° < \varphi < 90°$	$P < 0$ a $Q < 0$ $180° < \varphi < 270°$
Asynchrónny generátor	$P > 0$ a $Q < 0$ $270° < \varphi < 360°$	$P < 0$ a $Q > 0$ $90° < \varphi < 180°$
Synchrónny motor (prebudený)	$P < 0$ a $Q > 0$ $90° < \varphi < 180°$	$P > 0$ a $Q < 0$ $270° < \varphi < 360°$
Asynchrónny motor	$P < 0$ a $Q < 0$ $180° < \varphi < 270°$	$P > 0$ a $Q > 0$ $0° < \varphi < 90°$

Tabuľka 6 - Definovanie pásiem účinníka

11 PODMIENKY PRE PRIPOJENIE

V tejto kapitole sú uvedené ukazovatele elektriny, ktorých dodržanie v uvedených hraničných hodnotách podmieňuje miesto a spôsob pripojenia zdroja do DS z hľadiska hodnotenia spätných vplyvov na DS.

K zabráneniu zavlečenia spätného napätia do sústavy PDS je potrebné zaistiť technickými opatreniami, aby pripojenie zdroja do DS bolo možné iba vtedy, keď sú všetky fázy sústavy pod napätím.

Zdroj musí mať hlavné rozpojovacie miesto (HRM), môže byť na strane NN, VN ako aj VVN a musí byť dimenzované minimálne na menovitú hodnotu vypínacieho výkonu zdroja, ktorý odopína celý zdroj naraz od DS (jedným spínacím prvkom sa musí odpojiť celý zdroj od DS, všetky generátory/striedače naraz) podľa možnosti tak, aby zostala napájaná vlastná spotreba potrebná pre štart. HRM nie je miesto určené pre prifázovanie generátorov/striedačov. Na účel fázovania musí byť inštalovaný iný spínací prvok.

K pripojeniu môže byť použitý tak spínač, ktorý spojuje celé elektroenergetické zariadenie užívateľa DS so sústavou, ale aj spínač, ktorý spojuje generátor/striedač popr. viacero paralelných generátorov/striedačov so zostávajúcim zariadením užívateľa DS. Zapnutie HRM resp. blokovanie jeho zapnutia sa riadi podmienkami uvedenými v kapitole 10.1.5, 10.1.7. tohto dokumentu, ako aj príslušnou platnou Prevádzkovou inštrukciou 755-2 PDS.

Časové odstupňovanie pri pripojovaní viacerých generátorov/striedačov v jednom spoločnom mieste pripojenia je potrebné odsúhlasiť s PDS.

Po vypnutí ochranou smie byť zdroj zapnutý až vtedy, keď je odstránená porucha, ktorá viedla k vypnutiu. Po prácach na zariadení zdroja a prívode do DS je potrebné predovšetkým preskúšať správny sled fáz.

Po vypnutí zdroja pracovníkmi PDS (viď časť 14) je opätovné zapnutie potrebné dohodnúť s príslušným pracoviskom PDS v zmysle MPP. Zapnutie je vopred potrebné oznámiť príslušnému DPDS (v zmysle MPP), ak nie je dohodnuté inak.

Oneskorenie pred opätovným pripojením generátora/striedača a odstupňovanie časov pri pripojovaní viacerých generátorov/striedačov musí byť tak veľké, aby boli isto ukončené všetky regulačné a prechodné deje (cca 5 s). Prúd pri motorickom rozbehu je u asynchrónnych strojov niekoľkonásobkom menovitého prúdu. S ohľadom na vysoké prúdy a napäťové poklesy v sústave (miera závažnosti vnímania blikania Plt) je motorický rozbeh generátorov zakázaný.

K stanoveniu podmienok pre synchronizáciu musí mať synchronizačné zariadenie meraciu časť, obsahujúcu dvojitý menič frekvencie, napätia a menič diferenčného napätia. Prednostne sa doporučuje automatická synchronizácia. Pokiaľ zdroj nie je vybavený dostatočne jemnou reguláciou a dochádza k hrubej synchronizácii, je potrebné ho vybaviť tlmivkou na obmedzenie prúdových nárazov. U striedačových zariadení je potrebné zabezpečiť riadením tyristorov, aby striedač pred pripojením bol zo strany DS bez napätia.

11.1 Zvýšené napätie

Zvýšené napätie vyvolané prevádzkou pripojených zdrojov nesmie v najnepriaznivejšom prípade v mieste pripojenia prekročiť 2 % pre zdroje s pripojením do DS VN a VVN v porovnaní s napätím, ak zdroje pripojené nie sú:

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

pre zdroje s miestom pripojenia v sústave NN nesmie prekročiť 3 %, takže

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

Pri mimoriadnom zapojení sústavy (mimo základný stav zapojenia) nesmie zvýšené napätie vyvolané prevádzkou pripojených resp. uvažovaných zdrojov spôsobené pripojovaním a odpojovaním jednotlivých zdrojov (súčasne) v najnepriaznivejšom prípade v mieste pripojenia prekročiť hodnotu 5 % pre zdroje s pripojením do DS NN a 4 % pre zdroje s pripojením do DS VN a VVN.

Ak je v sústave NN a VN len jedno miesto pripojenia, je možné túto podmienku (1), (2) posúdiť jednoducho pomocou skratového pomeru výkonov

$$k_{k1} = \frac{S_{kV}}{\Sigma S_{A\max}}, \qquad (3)$$

kde S_{kV} je skratový výkon v mieste pripojenia a ΣS_{Amax} je súčet maximálnych zdanlivých výkonov všetkých pripojených/plánovaných výrobní.
K vyšetreniu S_{Amax} u veterných elektrární je potrebné vychádzať z maximálnych zdanlivých výkonov jednotlivého zariadenia S_{Emax}:

$$S_{E\max} = S_{E\max 10\min} = S_{nG} \cdot p_{10\min} = \frac{P_{nG}}{\lambda} \cdot p_{10\min}, \qquad (4)$$

pričom hodnotu $p_{10\,min}$ (maximálny stredný výkon v intervale 10 minút) je potrebné prevziať zo skúšobného protokolu. U zariadení so špeciálnym obmedzením výkonu je potrebné dosadiť tieto obmedzené hodnoty.
V prípade jediného miesta pripojenia v sústave bude podmienka pre zvýšenie napätia dodržaná vždy, keď skratový pomer výkonov k_{k1} je pre zdroje s odovzdávacím miestom v sústave VN

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

podobne pre výrobne s odovzdávacím miestom v sústave NN

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

Pokiaľ je sústava NN a VN silne induktívna, potom je posúdenie pomocou činiteľa k_{k1} príliš konzervatívne, tzn., že dodávaný výkon bude silnejšie obmedzený, ako je potrebné k dodržaniu zvýšenia napätia. V takomto prípade je potrebné uskutočniť výpočet s komplexnou hodnotou impedancie siete s jej fázovým uhlom ψ_{kV}, ktorý poskytne oveľa presnejší výsledok.
Podmienka pre maximálny výkon je potom pre zdroje s miestom pripojenia v sústave VN

$$S_{A\max} \leq \frac{2\,\% \cdot S_{kV}}{\left|\cos(\psi_{kV} - \varphi)\right|} = \frac{S_{kV}}{50 \cdot \left|\cos(\psi_{kV} - \varphi)\right|}, \qquad (7)$$

pre zdroje s miestom pripojenia v sústave NN

$$S_{A\max nn} \leq \frac{3\,\% \cdot S_{kV}}{\left|\cos(\psi_{kv} - \varphi)\right|} = \frac{S_{kV}}{33 \cdot \left|\cos(\psi_{kv} - \varphi)\right|}, \qquad (8)$$

kde φ je fázový uhol medzi prúdom a napätím výrobne pri maximálnom zdanlivom výkone S_{Amax}.
U zdrojov, ktoré dodávajú do sústavy (induktívny) jalový výkon (napr. prebudené synchrónne generátory, pulzné meniče), pritom platí:

$$P > 0 \text{ a } Q > 0$$
$$0° \le \varphi_E \le 90°.$$

U zdrojov, ktoré odoberajú zo sústavy (induktívny) jalový výkon (napr. asynchrónne generátory, podbudené synchrónne generátory, sieťou riadené striedače) platí:

$$P > 0 \text{ a } Q < 0$$
$$270° \le \varphi_E \le 360° \ (-90° \le \varphi_E \le 0°).$$

Pokiaľ pre kosínusový člen, t.j. $\cos(\psi_{kV} - \varphi)$ v rovnici (7) vychádza hodnota menšia ako 0,1, potom sa so zreteľom na neistoty tohto výpočtu odhaduje 0,1.
V mnohých prípadoch je v praxi zadaný maximálny pripojiteľný S_{Amax}, pre ktorý je potom potrebné určiť zvýšenie napätia v mieste pripojenia. K tomu je použitý nasledovný vzťah:

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

V prepojených sústavách, v sústavách VVN a/alebo pri prevádzke viacerých zdrojov v sústave je potrebné určovať zvýšenie napätia s pomocou komplexného chodu sústavy. Pritom musí byť dodržaná podmienka pre Δu v najnepriaznivejšom mieste pripojenia.

Pri posudzovaní pripojiteľnosti zdrojov sa vychádza z neutrálneho účinníka v mieste pripojenia do DS, pokiaľ PDS vzhľadom k miestnym podmienkam (bilancia jalovej energie, napätie v sústave) nestanoví inak. V tomto prípade je potom potrebné doložiť podrobnejšími výpočtami bilanciu strát v sústave bez zdroja a pri jeho prevádzke.

11.2 Nesymetria napätia v sústavách NN

Jednofázové zdroje (predovšetkým fotovoltaické zdroje) ovplyvňujú symetriu (fázových) napätí podobne ako jednofázové záťaže. Napr. PNE 33 3430-0 stanovuje pre jednotlivé odbery dovolenú medzu napätia spätnej zložky $d_{u2} \le 0{,}7$ % z menovitého napätia sústavy NN. Celková dovolená hodnota nesymetrie napätia v sústave NN je pritom napr. podľa [13] do 2 %. Pri posúdení nesymetrie pri kontrole pripojiteľnosti jednofázových zdrojov je potrebné použiť 6-násobok menovitého jednofázového výkonu

$$\Delta u_{AN} \approx 6 * S_{rAmax} \,/\, S_{kV} * \cos(\Psi_{kV} - \varphi_E) \qquad (10)$$

11.3 Zmeny napätia pri spínaní

Zmeny napätia v mieste pripojenia, spôsobené pripojovaním a odpojovaním jednotlivých zdrojov, nevyvolávajú neprípustné spätné vplyvy, pokiaľ najväčšia zmena napätia pre výrobne s odovzdávacím miestom v sieti NN neprekročí 3 %, t.j.

$$\Delta u_{\max nn} \le 3\,\%. \qquad (11)$$

Pre zdroje s miestom pripojenia v sústave VN platí

$$\Delta u_{\max vn} \leq 2\,\%. \qquad \textbf{(12)}$$

Toto platí, pokiaľ spínanie nie je častejšie ako raz za 1,5 minúty.
Pri veľmi malej početnosti spínaní, napr. raz denne, môže PDS pripustiť väčšie zmeny napätí, ak to dovolia pomery v sústave.

Pre zdroje v sústave 110 kV platí pre obmedzenie zmeny napätia vyvolané spínaním:

a) Normálna prevádzka:

Spínanie jedného generátora/striedača zdroja (napr. jedného generátora veternej turbíny)

$$\Delta u_{\max} \leq 0{,}5\,\% \qquad \textbf{(13)}$$

Spínanie celého zdroja (napr. veterného parku)

$$\Delta u_{\max} \leq 2\,\% \qquad \textbf{(14)}$$

b) Poruchová prevádzka

Pre zmenu napätia pre spínaní celého zdroja platí

$$\Delta u_{\max} \leq 5\,\% \qquad \textbf{(15)}$$

Pri spínaní zdrojov v sústave NN a VN súčasne nemôžu byť prekročené limity napätia ±10% Un v mieste pripojenia zdroja. Úroveň napätí musí byť posúdená s ohľadom na výšku skutočnej hodnoty napätia v mieste pripojenia.

V závislosti na skratovom výkone S_{kV} v sústave PDS a menovitom zdanlivom výkone S_{nE} zdroja možno odhadnúť zmenu napätia

$$\Delta u_{max} = k_{imax} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}. \qquad \textbf{(16)}$$

Činiteľ k_{imax} sa označuje ako "najväčší spínací ráz" a udáva pomer najväčšieho prúdu, ktorý sa vyskytuje v priebehu spínacieho pochodu (napr. zapínací ráz I_a) k menovitému prúdu generátora alebo zariadenia, napr.

$$k_{imax} = \frac{I_a}{I_{nG}}. \qquad \textbf{(17)}$$

Výsledky na základe tohto "najväčšieho spínacieho rázu" dávajú istotu výsledku v okruhu správnych hodnôt.

Pre činiteľ zapínacieho rázu platia nasledujúce smerné hodnoty:

$k_{imax} = 1$ synchrónne generátory s jemnou synchronizáciou, striedače

$k_{imax} = 4$ asynchrónne generátory, pripojované s 95 až 105 % synchrónnych otáčok, pokiaľ nie sú k dispozícii presnejšie údaje o spôsobe obmedzenia prúdu. S ohľadom na krátkodobosť prechodného javu musí byť dodržaná ďalej uvedená podmienka pre veľmi krátke poklesy napätia

$k_{imax} = I_a/I_{nG}$ asynchrónne generátory motoricky rozbiehané bez siete

$k_{imax} = 8$ pokiaľ nie je známe I_a.

Asynchrónne stroje pripojované približne so synchrónnymi otáčkami môžu vplyvom svojich vnútorných prechodných javov spôsobiť veľmi krátke poklesy napätia. Takýto pokles smie dosiahnuť dvojnásobok inak prípustnej hodnoty, tj. pre sústavu VN 4 %, pre sústavu NN 6 %,

pokiaľ netrvá dlhšie než dve periódy a nasledujúca odchýlka napätia od hodnoty pred poklesom napätia neprekročí inak prípustnú hranicu.
Pre veterné elektrárne platí špeciálny "činiteľ spínania závislý na sieti", ktorý musí výrobca preukazovať, ktorým sa hodnotí ich správanie a ktorý taktiež rešpektuje zmiernené veľmi krátke prechodné javy. Tento činiteľ rešpektuje nie len výšku, ale i časový priebeh prúdu v priebehu prechodného deja a udáva sa ako funkcia uhlu impedancie siete ψ pre každé zariadenie v skúšobnom protokole.
Pomocou tohto koeficientu je možné vypočítať fiktívnu "náhradnú zmenu napätia",

$$\Delta u_{ers} = k_{i\psi} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}, \qquad \textbf{(18)}$$

ktorá rovnako (ako Δu_{max}) nesmie prekročiť hodnoty podľa vzťahov (11) až (15).

S ohľadom na minimalizáciu spätných vplyvov na DS je potrebné zamedziť súčasnému spínaniu viacerých generátorov/striedačov v jednom mieste pripojenia. Technické riešenie je časové odstupňovanie jednotlivých spínaní, ktoré je závislé na vyvolaných zmenách napätia. Pri maximálnom prípustnom výkone generátora musí byť minimálne 1,5 minúty. Pri zdanlivom výkone generátora do polovice prípustnej hodnoty postačí odstup 12 s.

11.4 Pripojovanie synchrónnych generátorov

U synchrónnych generátorov je potrebné také synchronizačné zariadenie, s ktorým môžu byť dodržané nasledujúce podmienky pre synchronizáciu:

- rozdiel napätia $\Delta U < \pm 10\ \%\ U_n$
- rozdiel frekvencie $\Delta f < \pm 0.5$ Hz
- rozdiel fázy $< \pm 10^o$.

V závislosti na pomere impedancie sústavy k výkonu generátora môže byť nutné k zabráneniu neprípustných spätných vplyvov na sústavu stanoviť pre spínanie užšie hranice.

11.5 Pripojovanie asynchrónnych generátorov

Asynchrónne generátory rozbiehané pohonom musia byť pripojené bez napätia pri otáčkach v hraniciach 95 % až 105 % synchrónnych otáčok. U asynchrónnych generátorov schopných ostrovnej prevádzky, ktoré nie sú bez napätia, je potrebné dodržať podmienky ako pre synchrónne generátory.

11.6 Pripojovanie zdrojov so striedačmi, meničmi frekvencie

Striedače môžu byť spínané len vtedy, keď je ich striedavá strana bez napätia. U zdrojov so striedačmi, ktoré sú schopné ostrovnej prevádzky, ktoré nie sú spínané bez napätia, je potrebné dodržať podmienky tie isté podmienky zapnutia, ktoré platia pre synchrónne generátory.

11.7 Pripájanie zdrojov do sústavy VVN

S prevádzkovateľom zdroja pripájaným do sústavy VVN musia byť obzvlášť dohodnuté koncepcie ochrán sústavy a blokov, regulácia. V sieťovej analýze je potrebné zhodnotiť i stabilitu zdroja. V prípade pripájania zdroja do sústavy VVN musia byť splnené aj požiadavky Technických podmienok prevádzkovateľa prenosovej sústavy.

12 SPÄTNÉ VPLYVY NA DISTRIBUČNÚ SÚSTAVU

Aby neboli rušené zariadenia ďalších užívateľov DS a prevádzkované zariadenia PDS, je potrebné obmedziť spätné vplyvy zdrojov. Pre posúdenie je potrebné vychádzať zo zásad pre posudzovanie spätných vplyvov a ich prípustných hraníc napr. podľa PNE 33 3430-0.

Bez ďalšej kontroly spätných vplyvov môžu byť zdroje pripojené, pokiaľ pomer skratového výkonu siete S_{kV} k menovitému výkonu celého zariadenia S_{rA} je väčší než 500.

V prípade, ak je v elektroenergetickom zariadení užívateľa DS so zdrojom inštalované zariadenie na spínanie spotreby (napr. zariadenie typu wattrouter), nesmie byť pre zamedzenie nárastov hodnoty flikra perióda spínania v tomto zariadení menšia než 10 sekúnd.

Pre individuálne posúdenie pripojeného alebo viacerých zdrojov v jednom mieste pripojenia je potrebné vychádzať z nasledovných medzných podmienok:

12.1 Zmena napätia

Zmena napätia $\Delta U \leq 3\ \% U_n$ (v sústave NN)
$\Delta U \leq 2\ \% U_n$ (v sústave VN a VVN - viď tiež časť 11).

12.2 Fliker – dlhodobý fliker

Pre posúdenie jedného alebo viacerých zdrojov v mieste pripojenia je potrebné so zreteľom na kolísanie napätia vyvolávajúci fliker dodržať v mieste pripojenia NN alebo VN hraničnú hodnotu

$$P_{lt} \leq 0{,}46. \qquad \textbf{(19)}$$

v mieste pripojenia VVN hraničnú hodnotu

$$P_{lt} \leq 0{,}37. \qquad \textbf{(20)}$$

Dlhodobá miera flikru P_{lt} jedného zdroja môže byť určená pomocou činiteľa flikru c ako

$$P_{lt} = c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}, \qquad \textbf{(21)}$$

S_{nE} je inštalovaný výkon zdroja (pre veterné elektrárne je to hodnota S_{nG}).

Pokiaľ je hodnota vypočítaná podľa predchádzajúcej rovnice väčšia než 0,46, je možné do výpočtu zahrnúť fázové uhly a počítať podľa nasledujúceho vzťahu

$$P_{lt} = c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}} \left|\cos(\psi_{kV} + \varphi_i)\right|. \qquad \textbf{(22)}$$

Pozn.: Ak je v skúšobnom zariadení vypočítaná hodnota činiteľa flikru c pre uhol impedancie siete ψ a tým je udaná len hodnota c_ψ, použije sa táto hodnota flikru. Pritom je však treba

zobrať v úvahu, že v tomto prípade sa už kosínusový člen nerešpektuje, eventuálne sa dosadzuje rovný 1.

U zdroja s viacerými jednotlivými zariadeniami je potrebné vypočítať P_{lt} pre každé zvlášť a výslednú hodnotu pre fliker v spoločnom napájacom bode určiť podľa nasledujúceho vzťahu

$$P_{lt\,res} = \sqrt{\sum_i P_{lt\,i}^2}\ . \qquad \textbf{(23)}$$

U zariadení s n rovnakými jednotkami je výsledný činiteľ pre fliker

$$P_{lt\,res} = \sqrt{n} \cdot P_{lt} = \sqrt{n} \cdot c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}. \qquad \textbf{(24)}$$

12.3 Prúdy harmonických

Harmonické vznikajú predovšetkým u zariadení so striedačmi alebo meničmi frekvencie. Harmonické prúdy emitované týmito zariadeniami musí udať výrobca zariadenia, napr. správou o typovej skúške.

Zdroje v sústave NN

Pokiaľ zdroje spĺňajú požiadavky na veľkosť emisie harmonických prúdov I_ν napr. podľa PNE 33 3430-6, je možné považovať vplyv emitovaných harmonických prúdov za prípustný. Pokiaľ nie sú medze v týchto normách dodržané, alebo ich nie je možné exaktne predpokladať výpočtom, je možné pre posúdenie pripojiteľnosti bez prídavných opatrení použiť nasledujúce jednoduché kritériá:

Prípustný prúd $I_{\nu nn}$ = vzťažný prúd i_ν $\dfrac{S_{kV}}{\sin \psi_{kV}}$**.** **(25)**

vzťažný prúd i_ν je uvedený viď - Tabuľka 7
$\sin \psi_{kV} = X_k/Z_k$ ($\cong 1$, ak odovzdávacie miesto je blízko transformátora VN/NN).

rád harmonickej μ, ν	**vzťažný prúd $i_{\mu,\nu}$:** (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	0,15
25	0,15
$25 < \nu < 40$	0,15 x 25/ν

$\nu < 40^a$	0,15 x 25/ν
párne	1,5 / ν
ν < 40	1,5 / ν
$42 < \mu, \nu < 178^b$	4,5 / ν
a - nepárne. b - Celočíselné a neceločíselné v pásme šírky 200 Hz od strednej frekvencie υ	

Tabuľka 7 - limitné prúdy vyšších harmonických pre zdroje v sieti NN

Tento výpočtový postup nemôže byť použitý pokiaľ je spoločný napájací bod v sústave VN (napr. veterná elektráreň).

Zdroje v sústave VN

Pre iba jediné miesto pripojenia v sústave VN možno určiť celkové v tomto bode prípustné harmonické prúdy zo vzťažných prúdov $i_{\nu pr}$ z Tabuľka 8 násobených skratovým výkonom v spoločnom mieste pripojenia

$$\boldsymbol{I_{vpr} = i_{vpr} \cdot S_{kV}}. \qquad \textbf{(26)}$$

Pokiaľ je v spoločnom mieste pripojenia pripojených niekoľko zdrojov, potom sa určia harmonické prúdy prípustné pre jednotlivé zariadenia násobením pomeru zdanlivého výkonu zdroja S_A k celkovému pripojiteľnému alebo plánovanému výkonu zdroja S_{AV} v mieste pripojenia

$$\boldsymbol{I_{vpr} = I_{vpr} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}} = i_{vpr} \cdot S_{kV} \cdot \frac{S_A}{S_{AV}}}. \qquad \textbf{(27)}$$

U zariadení pozostávajúcich z jednotiek rovnakého typu možno za S_A dosadiť ΣS_{nE}. To platí tiež pre veterné elektrárne. U zariadení z rôznych typov ide iba o odhad.

Celkove prípustné harmonické prúdy pre sústavu VN, vztiahnuté na skratový výkon, ktoré sú vyvolané zariadením priamo pripojeným do tejto sústavy, sú uvedené viď Tabuľka 8

Pre harmonické s rádmi násobkov troch platia hodnoty Tabuľka 8 pre najbližší rád, a to iba, pokiaľ sa nulová zložka prúdu z výrobne neuzatvára do siete.

Rád harmonickej μ,ν	Prípustný vzťažný prúd harmonických $i_{\nu,\mu pr}$ [A/MVA] sústava 22 kV
5	0,058
7	0,041
11	0,026
13	0,019
17	0,011
19	0,009
23	0,006
25	0,005
>25 alebo párne	0,03/ν
μ < 40	0,03/μ
μ > 40	0,09/μ

Tabuľka 8 - limitné prúdy vyšších harmonických pre zdroje v sústave VN

Pre sčítanie prúdov harmonických, pochádzajúcich tak od rôznych odberateľov, ako aj zdrojov platia nasledujúce pravidlá

- Usmerňovače riadené sieťou (6- nebo 12 pulzné)

Harmonické typické pre usmerňovače (rádu 5., 7., 11., 13., atď.) i pre netypické nízkych rádov ($\nu < 7$) sa sčítajú aritmeticky

$$I_{\upsilon} = \sum_{i=1}^{n} I_{\upsilon i} \qquad \textbf{(28)}$$

Pre netypické harmonické vyšších rádov ($\nu > 7$) je celkový harmonický prúd určitého rádu rovný odmocnine zo súčtu kvadrátov harmonických prúdov tohoto rádu

$$I_{\upsilon} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} I_{\upsilon i}^2} \qquad \textbf{(29)}$$

- pulzne modulované striedače

Pre rád μ, ktorý v zásade nie je celočíselný, ale pre hodnoty $\mu > 11$ taktiež obsahuje celočíselné hodnoty, je celkový prúd rovný odmocnine zo súčtu kvadrátov pre jednotlivé zariadenia

$$I_{\mu} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} I_{\mu i}^2} \qquad \textbf{(30)}$$

Pokiaľ sa vyskytujú u týchto striedačov netypické harmonické prúdy rádu $\mu < 11$, potom sa tieto sčítajú aritmeticky.

Ak sú prekročené prípustné hodnoty harmonických prúdov (alebo prípustné hodnoty prúdov medziharmonických), potom sú potrebné podrobnejšie posúdenia. Pritom je treba mať na pamäti, že hodnoty prípustných harmonických sú volené tak, aby platili i pri vyšších frekvenciách pre induktívnu impedanciu siete, t.j. napr. pre čisté vzdušné siete. V sieťach s významným podielom káblov je ale sieťová impedancia v mnohých prípadoch nižšia, takže môžu byť prípustné vyššie prúdy harmonických. Predpokladom je výpočet a posúdenie napätia harmonických v spoločnom napájacom bode pri uvažovaní skutočnej (frekvenčne závislej) impedancie siete v spoločnom napájacom bode napr. podľa PNE 33 3430-0.

Naviac k doterajším požiadavkám je potrebné dodržať podmienku, že v rozsahu frekvencii 2000 Hz až 9000 Hz neprekročí v spoločnom napájacom bode napätie 0,2 %.

Ak je v sústave niekoľko miest pripojenia, musia byť pri posudzovaní pomerov v jednom mieste pripojenia brané do úvahy aj ostatné miesta pripojenia. Podľa toho sú pomery v sústave VN prípustné, pokiaľ v každom mieste pripojenia neprekročia harmonické prúdy emitované do sústavy hodnotu

$$\boldsymbol{I_{vVpr} = i_{vpr} \cdot S_{kV} \cdot \frac{S_{AV}}{S_s}} \qquad \textbf{(31)}$$

kde S_{AV} je súčet napájacích zdanlivých výkonov všetkých zariadení v danom mieste pripojenia a S_s je celkový výkon, pre ktorý je sústava navrhnutá.

Pokiaľ podľa tohto výpočtu dôjde k prekročeniu prípustných harmonických prúdov, potom v zásade pripojenie nie je možné, pokiaľ podrobnejší výpočet nepreukáže, že prípustné hladiny harmonických napätí v sústave nie sú prekročené.

Pokiaľ sú prekročené prípustné prúdy harmonických, potom je potrebné uskutočniť podrobnejší výpočet harmonických.

Zdroje v sústave VVN

Pre tieto sústavy udáva nasledujúca tabuľka celkovo dovolené prúdy harmonických pre zdroje pripojené do jednej transformovne alebo do jedného vedenia 110 kV. Tieto hodnoty sa vzťahujú k skratovému výkonu v mieste pripojenia zdroja.

Rád ν,μ	Prípustný vzťažný prúd harmonických $i_{\nu,\mu\,zul}$ 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 alebo párne	5,25 /ν
$\mu < 40$	5,25 / μ
$\mu > 40$[10]	16 /μ

Tabuľka 9 - limitné prúdy vyšších harmonických pre zdroje v sústave VVN

Pozn.: Pre harmonické rádu násobku troch sa môžu vziať za základ hodnoty pre najbližšie vyšší rád

Prípustné prúdy harmonických jedného výrobného zariadenia sa získajú potom pre harmonické do rádu 13 takto:

$$I_{\nu\,zul} = i_{\nu,\mu\,zul} \cdot S_{kV} \cdot \frac{S_A}{S_0} \qquad \textbf{(32)}$$

pre harmonické rádov vyšších ako 13 a pre medziharmonické:

$$I_{\nu,\mu\,zul} = i_{\nu,\mu\,zul} \cdot S_{kV} \cdot \sqrt{\frac{S_A}{S_0}} \qquad \textbf{(33)}$$

kde

$I_{\nu,\mu\,zul}$ prípustný prúd harmonické výrobného zariadenia
$i_{\nu,\mu\,zul}$ prípustný vzťažný prúd harmonické podľa viď Tabuľka
S_{kV} skratový výkon v mieste pripojenia
S_A pripojený výkon výrobného zariadenia
S_0 referenčný výkon.

Prúdy harmonických a medziharmonických rádov vyšších ako 13 sa nemusia rešpektovať, keď je výkon najväčšieho dodávajúceho meniča menší ako 1/100 skratového výkonu sústavy v mieste pripojenia.

Ak je zdroj pripojený k úseku vedenia medzi dvoma transformovňami, dosadzuje sa za referenčný výkon S_0 tepelný hraničný výkon tohoto úseku vedenia. Pri pripojení zdroja priamo alebo cez cudzie vedenie k transformovni sa za S_0 dosadzuje maximálne k transformovni pripojiteľný vyrábaný výkon.

Dodržanie prípustných prúdov spätných vplyvov podľa rovníc (32) a (34) možno dokázať meraním celkového prúdu v mieste pripojenia alebo výpočtom z prúdov pripojených jednotlivých zdrojov.

Meranie prúdov harmonických a medziharmonických sa musí uskutočniť podľa [23].
Prúdy harmonických, privádzané skresleným napätím sústavy do zdroja (napr. do obvodov filtra), sa zdroju nepripočítavajú.

13 UVEDENIE ZDROJA DO PREVÁDZKY

Pripojenie zdroja do DS smie byť realizované, len ak sú splnené obchodno - technické podmienky PDS definované v zmluve o pripojení. Po realizácii zdroja je pre možnosť paralelného chodu s DS nutné (s výnimkou malých zdrojov) vykonať funkčnú skúšku zdroja.

Za týmto účelom je žiadateľ o pripojenie povinný splniť všetky podmienky uvedené na webovom sídle PDS www.zsdis.sk v sekcii *Výrobcovia*.

Dodržanie zverejnených postupov je nutnou podmienkou možnosti uvedenia zdroja do prevádzky.

14 PREVÁDZKOVANIE ZDROJA

Prevádzkovateľ elektroenergetického zariadenia prevádzkovaného paralelne s DS je povinný tieto udržiavať v bezchybnom technickom stave.

Spínacie prvky, silové prvky a ochrany musia byť, aj v zmysle vyhl. MPSRV č. 508/2009 Z. z. funkčné, v pravidelných lehotách preskúšané kvalifikovanými pracovníkmi, pričom výsledok je potrebné dokumentovať príslušným dokladom. Tento doklad má doložiť chronológiu predpísaných skúšok a musí byť uložený pri zariadení zdroja. Preukazuje sa ním taktiež riadna prevádzka zdroja.

Prevádzkovateľ zdroja musí na požiadanie PDS predložiť príslušnému prevádzkovateľovi elektroenergetického zariadenia časti PDS, do ktorého je zdroj pripojený, doklady o zabezpečení údržby pripojených elektrických zariadení v technicky zodpovedajúcom stave a správy o odborných prehliadkach a skúškach zariadení slúžiacich na vyvedenie výkonu zdroja, najmä o funkčnosti ochrán a hlavného rozpojovacieho miesta.

Prevádzkovateľ zdroja alebo zariadenia na uskladňovanie elektriny s celkovým inštalovaným výkonom vyšším ako 1 MW vrátane musí vždy k 30.11. príslušného roka R na PDS úsek dispečerského riadenia predložiť nasledujúce údaje o plánovanej výrobe a dodávke el. energie do DS:

a) predpokladanú maximálnu výrobu a dodávku v MW (kW) po jednotlivých mesiacoch pre nasledujúci rok R+1
b) predpokladanú vyrobenú a dodanú el. energiu do DS v MWh (kWh) po jednotlivých mesiacoch pre nasledujúci rok R+1
c) aktualizáciu inštalovaného a pohotového výkonu zdroja

Prevádzkovateľ zdroja je povinný vždy do 10. dňa v mesiaci aktuálneho roka, aktualizovať zaslané dáta z predchádzajúceho roka v zmysle bodov a) a b) na nasledujúci mesiac aktuálneho roka.

PDS môže v prípade potreby požadovať za účasti PDS vykonanie kontroly technických podmienok pripojenia, ako aj preskúšanie ochrán pre oddelenie od sústavy a ochrán väzobného spínača. Pokiaľ to vyžaduje prevádzka sústavy, PDS môže zadať zmenené nastavenia pre ochrany.

Užívateľ DS je povinný z nutných technických dôvodov na žiadosť PDS odpojiť zdroj od sústavy.

PDS je pri nebezpečí alebo poruche oprávnený k okamžitému odpojeniu zdroja. Odpojovanie zdroja pre realizácii prevádzkovo nutných činností v sústave je spravidla ich prevádzkovateľom oznamované.

Zdroj smie byť (najmä po poruche zariadení PDS alebo užívateľa DS) pripojený k DS až vtedy, keď sú splnené spínacie podmienky podľa časti 11.

Povereným pracovníkom PDS musí byť umožnený prístup ku spínaciemu zariadeniu a ochranám podľa častí 8 a 9.

Pokiaľ je ku spínaniu potrebný súhlas, tak uzatvorí PDS s prevádzkovateľom zdroja odpovedajúcu (dohodu) zmluvu o prevádzkovaní, v ktorej sú vymenované osoby oprávnené ku spínaniu. Do tejto dohody je potrebné zahrnúť aj dojednania o poruchovej signalizácii, signalizácii odpojenia a časoch pripojovania zdroja.

PDS vyrozumie užívateľa DS o podstatných zmenách vo svojej sústave, ktoré môžu ovplyvniť paralelnú prevádzku, ako je napr. zvýšenie skratového výkonu.

Užívateľ DS musí s dostatočným predstihom dojednať s PDS zamýšľané zmeny, ktoré môžu mať vplyv na paralelnú prevádzku so sústavou, ako napr. zvýšenie alebo zníženie inštalovaného výkonu zdroja, výmenu ochrán, zmenu u kompenzačného zariadenia. Uvedené zmeny PDS posúdi, pričom realizácia uvažovaných zmien je možná, až na základe súhlasného stanoviska PDS.

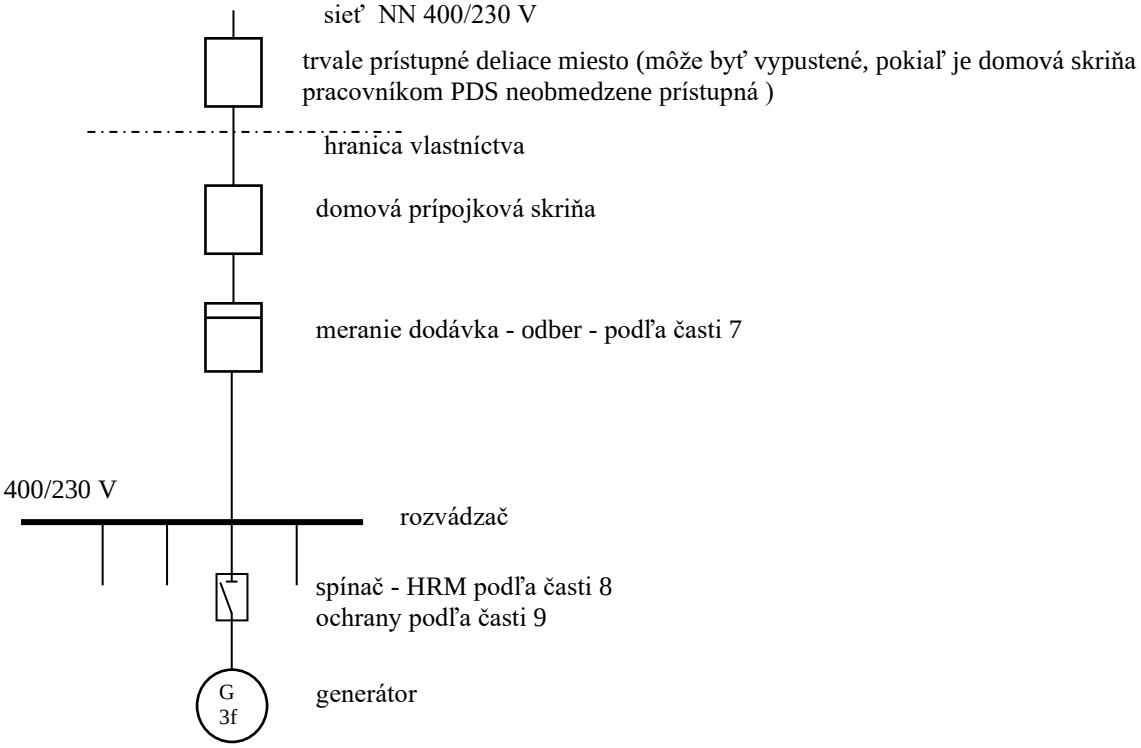
Pokiaľ je k zapnutiu zdroja do DS potrebný súhlas DPDS, tak PDS s prevádzkovateľom zdroja dohodne v MPP časť, v ktorej sú vymenované osoby oprávnené ku spínaniu. Do tejto časti je potrebné zahrnúť aj dojednania o poruchovej signalizácii, signalizácii odpojenia a časoch pripojovania zariadení zdroja.

Plánované výluky zariadenia sa musia riadne pripraviť vo všetkých etapách prípravy prevádzky. Postup pri uplatňovaní plánovaných prác je spracovaný v prevádzkových inštrukciách, ktoré vydáva PDS a ktoré sú zverejnené na jeho webovom sídle.

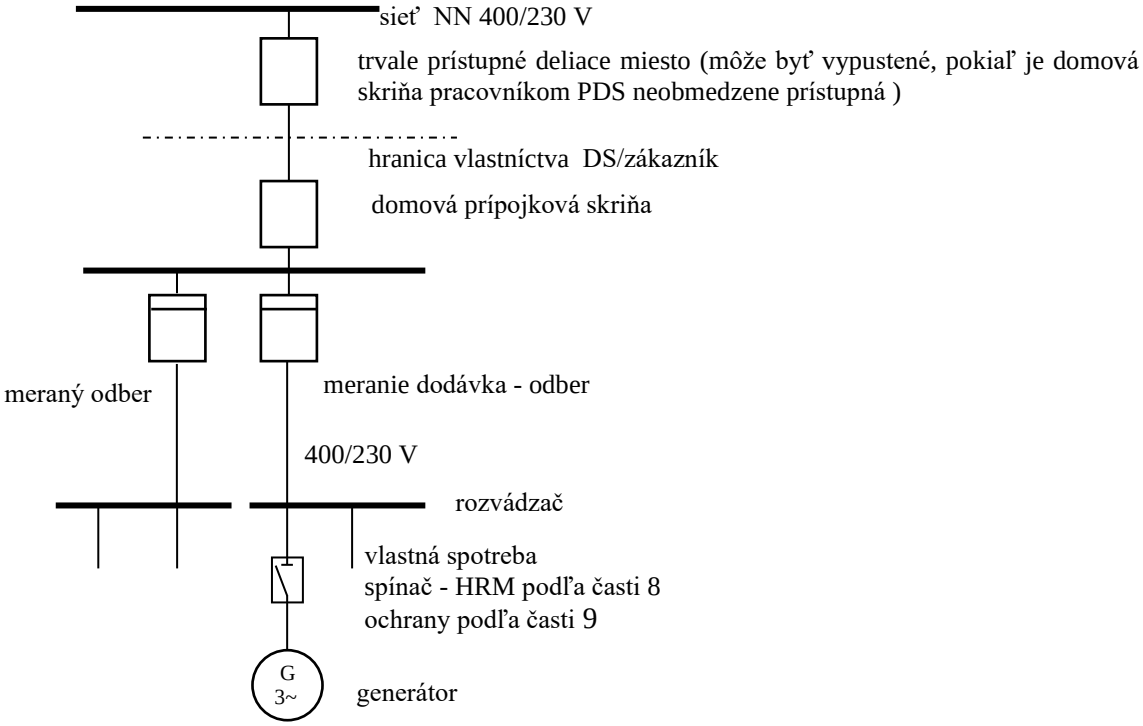
Operatívna dispečerská služba PDS vo výnimočných prípadoch v rámci svojej operatívnej právomoci môže povoliť výluku zariadenia bez predchádzajúcej programovej prípravy, a to pre práce a opravy pri likvidácii porúch, ako aj pre mimoriadne práce, keď hrozí ohrozenie života a zdravia.

Pred každým plánovaným odstavením zdroja, alebo vypnutím zariadenia na práce, prevádzkovateľ, ktorý zodpovedá za prevádzku zdroja, musí požiadať DPDS o súhlas na vypnutie zariadenia z prevádzky a odpojenie od DS.

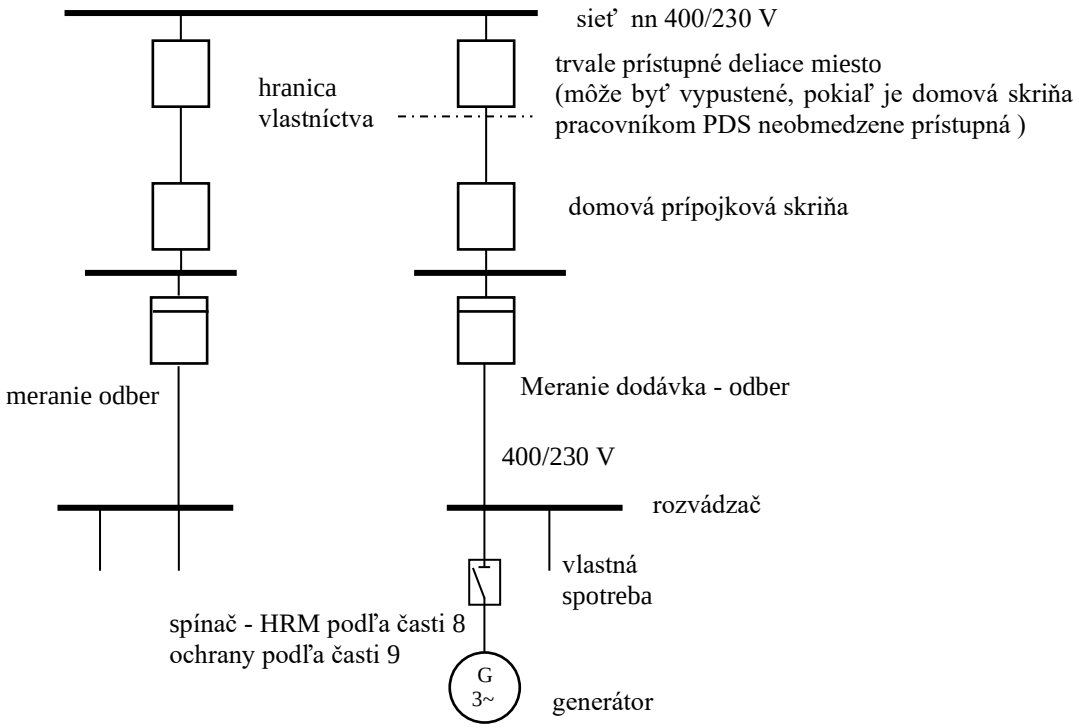
15 PRÍKLADY PRIPOJENIA ZDROJOV



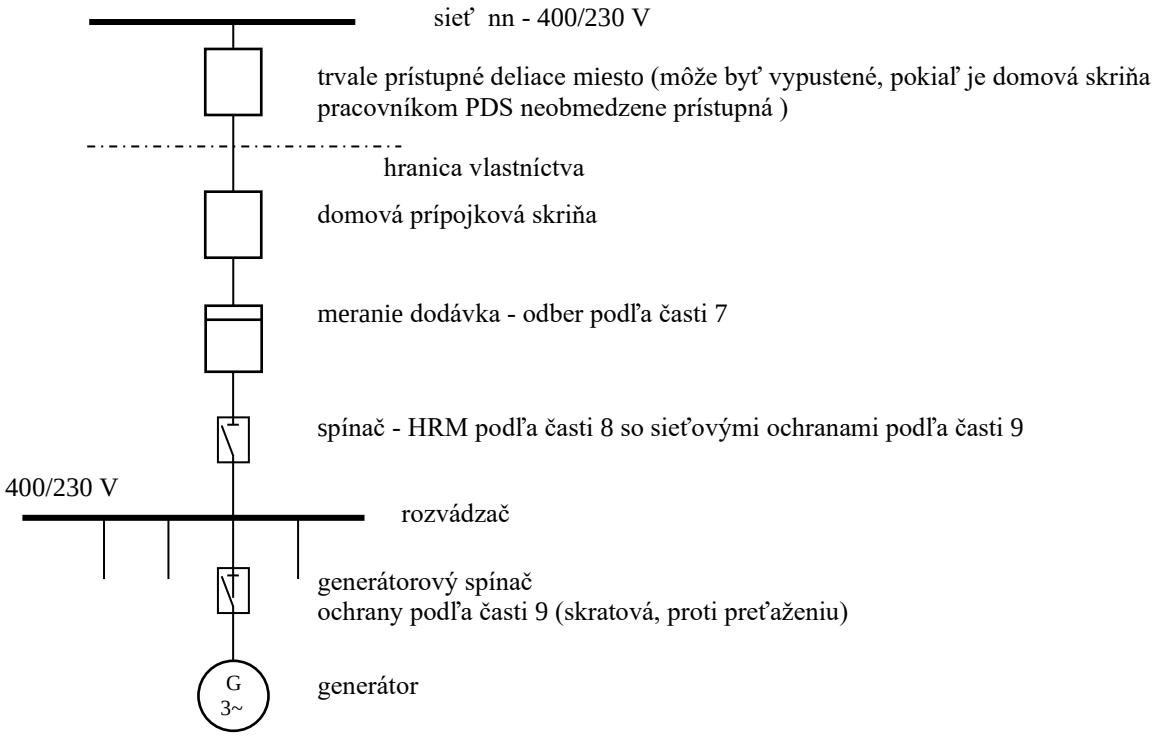
Obrázok 1 - Paralelne prevádzkovaný zdroj v sústave NN bez možnosti ostrovnej prevádzky



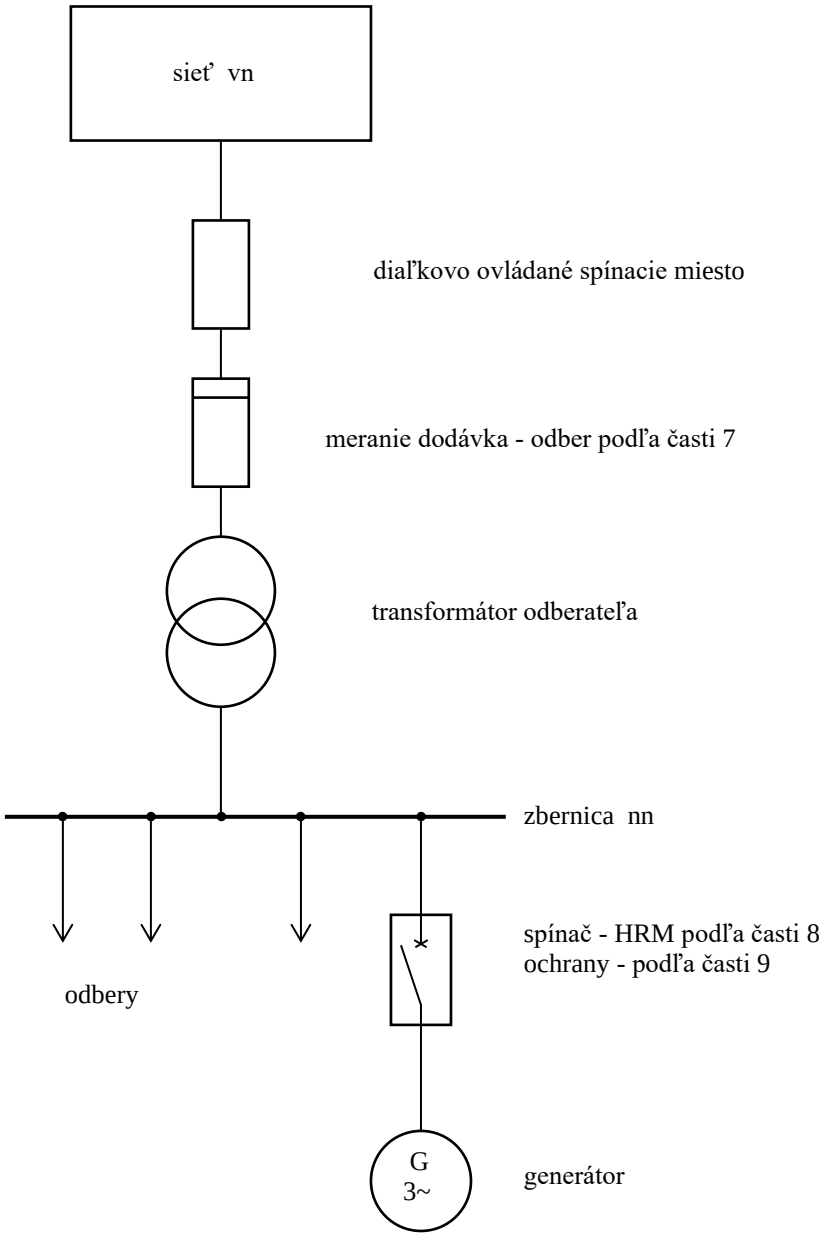
Obrázok 2 - Paralelne prevádzkovaný zdroj v sústave NN bez možnosti ostrovnej prevádzky. Spoločné pripojenie, možnosť vykázať výrobu a čiastočne ju spotrebovať. Priebehové meranie



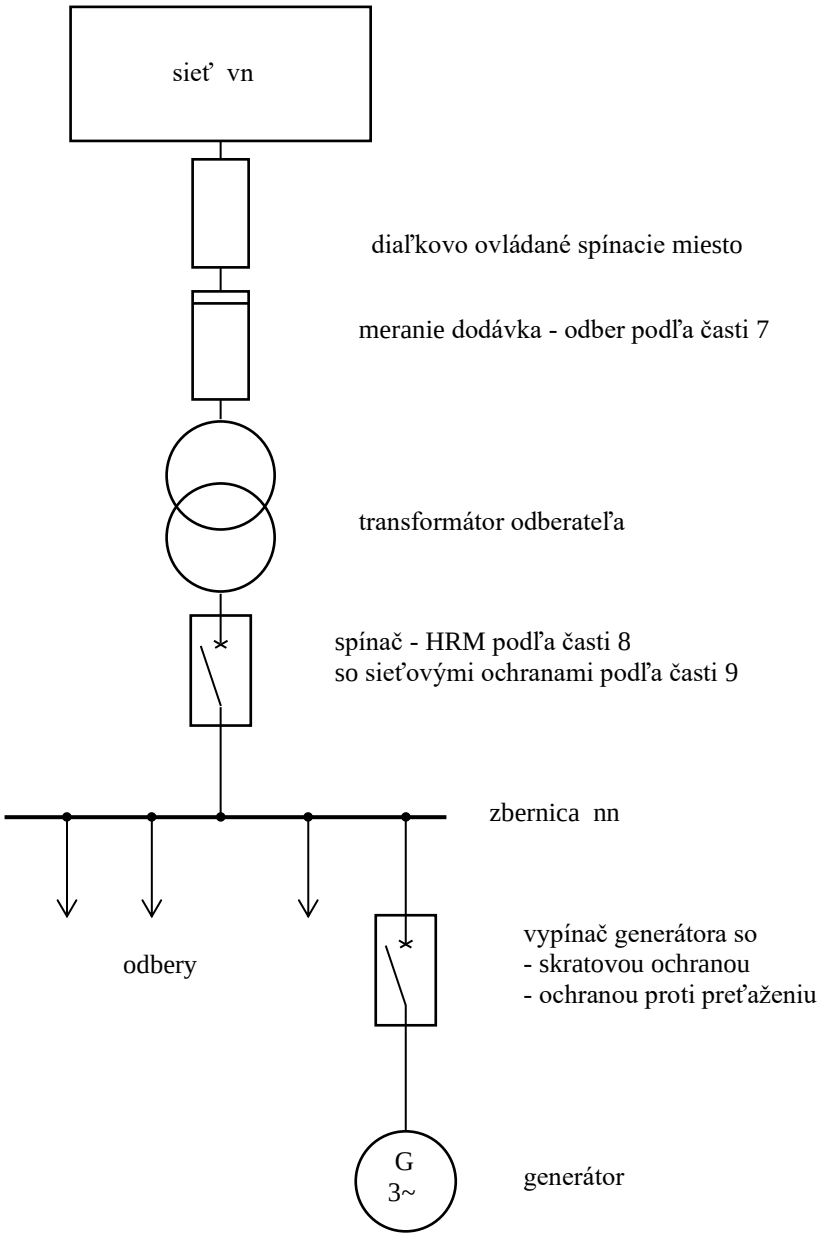
Obrázok 3 - Paralelne prevádzkovaný zdroj v sústave NN bez možnosti ostrovnej prevádzky. Celá výroba bez vlastnej spotreby dodaná do DS. Rozšírenie existujúceho odberu



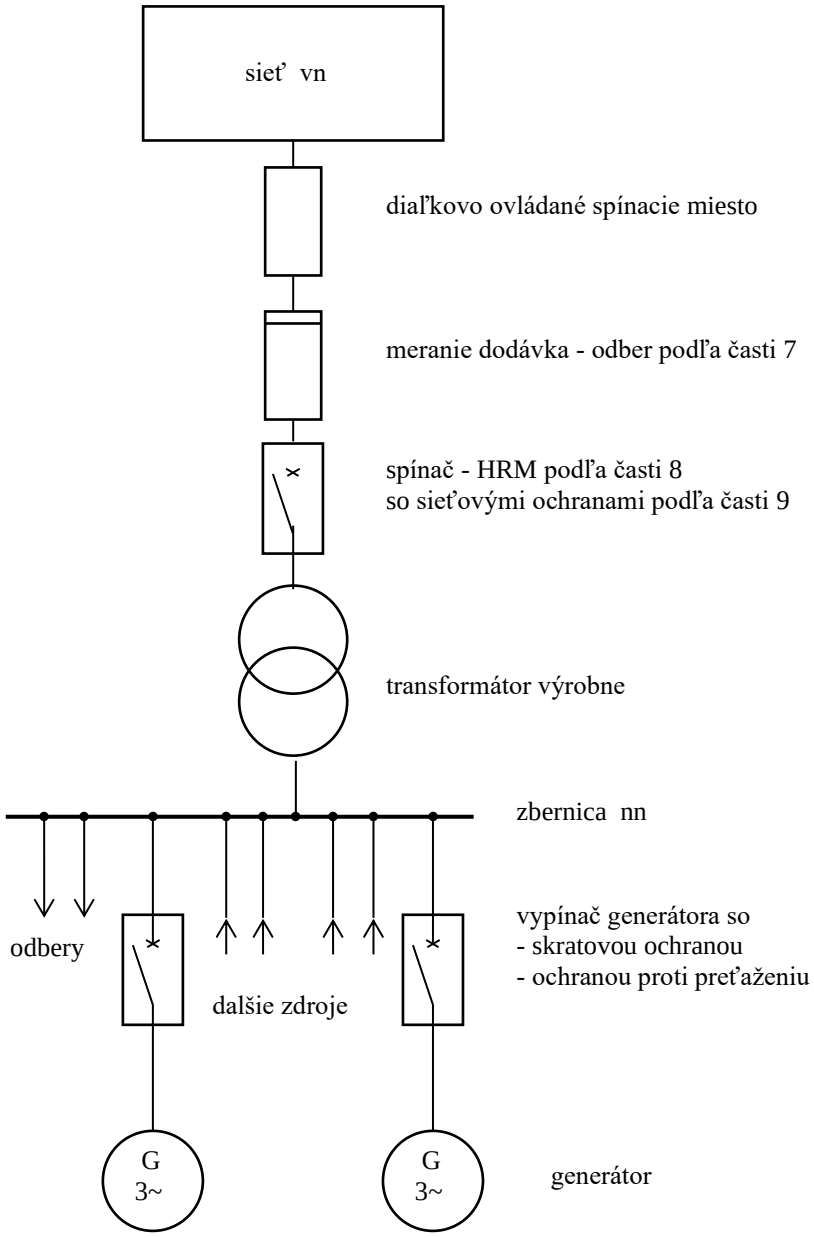
Obrázok 4 - Paralelne prevádzkovaný zdroj v sústave NN s možnosťou ostrovnej prevádzky



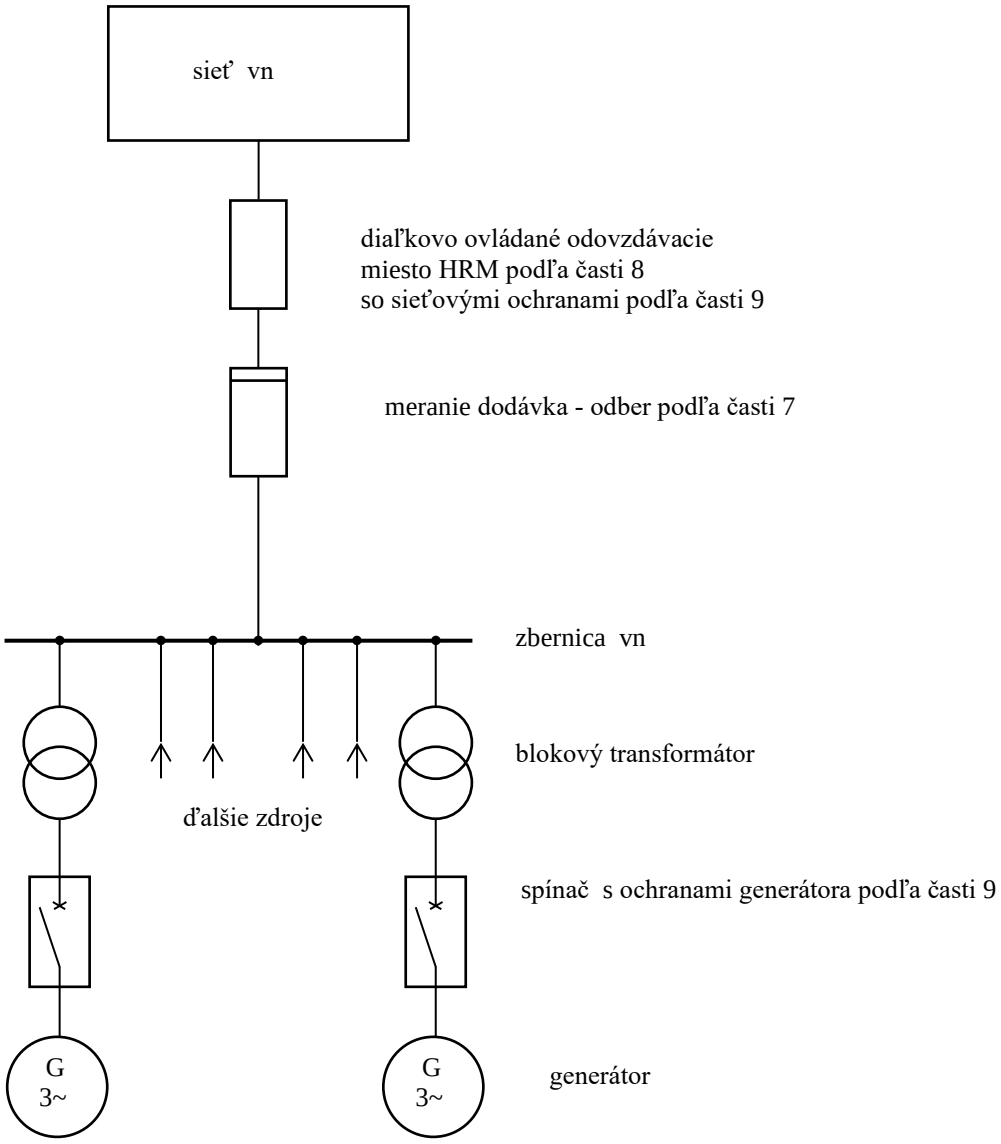
Obrázok 5 - Jeden zdroj v paralelnej prevádzke s DS bez možnosti ostrovnej prevádzky



Obrázok 6 - Zdroj v paralelnej prevádzke s DS s možnosťou ostrovnej prevádzky

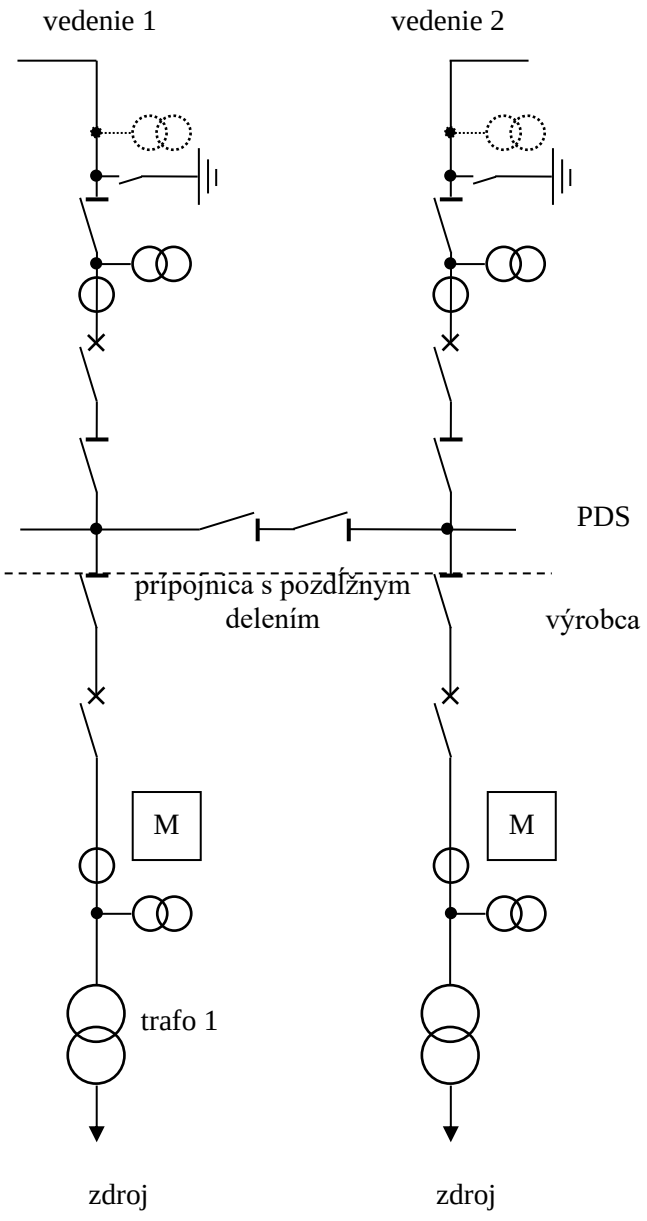


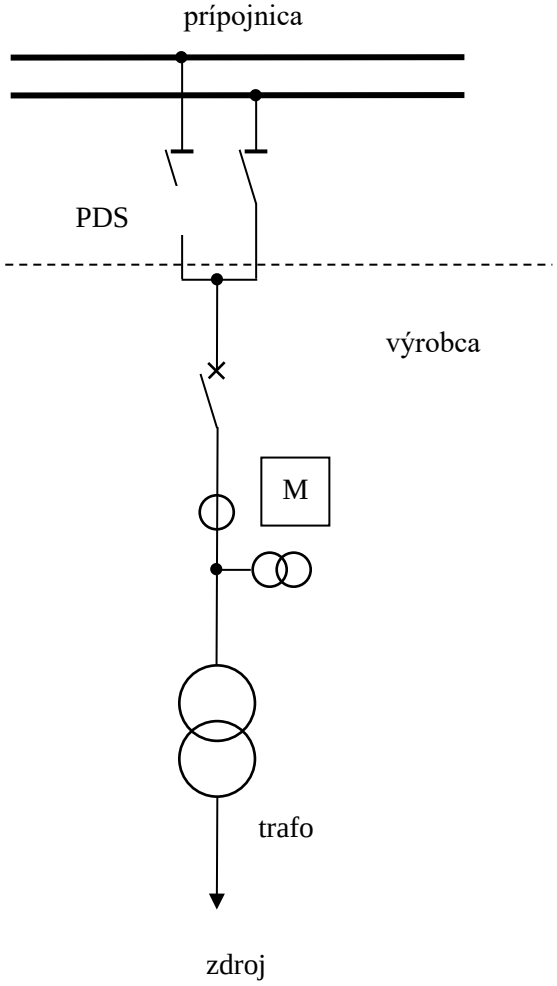
Obrázok 7 - Niekoľko zdrojov v paralelnom režime prevádzky so sústavou s možnosťou ostrovnej prevádzky



Obrázok 8 - Niekoľko zdrojov v paralelnej prevádzke so zbernicou vn

Obrázok 9 - Pripojenie výrobne zaslučkovaním do vedenia 110kV DS	Obrázok 10 - Pripojenie výrobne do poľa vedenia 110kV v rozvodni DS





16 FORMULÁRE

Aktuálne verzie dokumentov súvisiacich so zdrojmi sú umiestnené na webovom sídle PDS www.zsdis.sk v sekcii *Výrobcovia.*