

Pravidla provozování přenosové soustavy

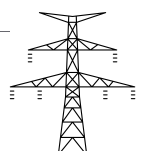
KODEX PŘENOSOVÉ SOUSTAVY – ČÁST VIII.

Standardy PS



Obsah

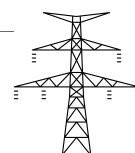
1	Kritérium "N – 1" pro plánování rozvoje PS.....	7
2	Podmínky synchronního provozu ES ČR se soustavami ENTSO-E.....	9
3	Úroveň zkratových proudů v PS.....	11
4	Rozvoj konfigurace přenosové soustavy.....	13
5	Rozvoj transformačních vazeb PS/110 kV.....	14
6	Systémy ochran zařízení přenosové soustavy	17
7	Synchronizační zařízení v přenosové soustavě	20
8	Vyvedení elektrického výkonu výrobního modulu	22
9	Řízení napětí a jalových výkonů v PS.....	24
10	Vedení a stanice vvn a zvn - radiové rušení.....	26
11	Vedení a stanice vvn a zvn – koordinace izolace	28
12	Vedení a stanice vvn a zvn. Dimenzování vnější izolace podle stupně znečištění.	30
13	Řídicí systémy stanic přenosové soustavy	32



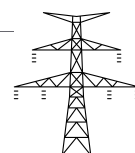
Terminologie

V komplexu dokumentů Kodexu PS se používají následující pojmy v tomto významu:

Bezpečnost provozu	Schopnost soustavy zachovat normální stav po poruchách na jednotlivých zařízeních podle kritéria "N-1".
Dispečerské řízení	Systémová služba spočívající v přípravě, řízení v reálném čase a hodnocení provozu ES Dispečinku ČEPS.
Elektrizační soustava	Vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny, včetně elektrických přípojek a přímých vedení, a systémy měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky.
Energetické zařízení	Výrobní modul, odběrné elektrické zařízení, nebo zařízení pro skladování energie.
Frekvenční odlehčování	Automatické odpojování předem daných objemů zátěže ve frekvenčních stupních pomocí frekvenčních relé.
Kompenzační prostředek	Zařízení určené výhradně k výrobě nebo spotřebě jalového výkonu.
Kontingence	Výpadek jednoho nebo více prvků soustavy, které nelze předem předvídat.
Kritérium "N-1"	Pravidlo, podle něhož jsou prvky, které v regulační oblasti provozovatele přenosové soustavy zůstanou v provozu po vzniku kontingence, schopny zvládnout novou provozní situaci bez překročení limitů provozní bezpečnosti.
Nesynchronní výrobní modul	Blok nebo soubor bloků vyrábějící elektřinu, který je nesynchronně připojen k soustavě nebo je připojen prostřednictvím výkonové elektroniky a který je k přenosové soustavě, k distribuční soustavě včetně uzavřené distribuční soustavy nebo k vysokonapěťové stejnosměrné soustavě připojen v jediném místě připojení.
Pilotní uzel	Rozvodna PS, ve které je udržováno sekundární regulací napětí zadané napětí.
Plán obnovy	Souhrn technicko-organizačních opatření zajišťujících uvedení soustavy do normálního stavu po jejím úplném nebo částečném rozpadu.
Plán obrany	Plán obrany proti šíření poruch je souhrn technicko - organizačních opatření zajišťujících bezpečnost provozu PS.



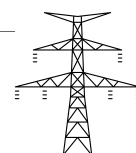
Předávací místo	Místo předání a převzetí elektřiny mezi přenosovou soustavou nebo distribuční soustavou a odběrným místem, výrobnou elektřiny nebo distribuční soustavou prostřednictvím všech míst připojení na jedné napěťové hladině jednoho provozovatele soustavy nebo místo předání a převzetí elektřiny mezi přenosovou soustavou a zahraniční přenosovou soustavou, přičemž za samostatné předávací místo se považují všechna místa připojení záložního napájení na jedné napěťové hladině jednoho provozovatele soustavy.
Přenos	Doprava elektřiny přenosovou soustavou včetně dopravy po mezistátních propojeních.
Přenosová soustava	Vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 400 kV, 220 kV a vybraných vedení a zařízení 110 kV, uvedených v příloze Pravidel provozování přenosové soustavy, sloužící pro zajištění přenosu elektřiny pro celé území České republiky a propojení s ES sousedních států, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky. PS je zřizována a provozována ve veřejném zájmu.
Sekundární regulace napětí U/Q	Organizačně – technický prostředek, kterým Dispečink ČEPS zajišťuje udržování zadané velikosti napětí v pilotních uzlech a rozdělování vyráběného jalového výkonu na jednotlivé regulační prvky pracující do daného uzlu. Zprostředkuje zajištění systémové služby udržování kvality elektřiny.
Standardy rozvoje a provozu PS (Standardy)	Všeobecně přijatý soubor pravidel, zásad a limitů popisujících působnost provozovatele PS v oblasti provozu a rozvoje, tvořící samostatnou část Kodexu PS.
Stanice (Elektrická stanice)	Stanice je soubor staveb a zařízení ES umožňujících transformaci, kompenzaci, přeměnu, přenos a distribuci elektřiny, včetně prostředků nezbytných pro zajištění jejich provozu.
Synchronní výrobní modul	Nedělitelný soubor zařízení, který je schopen vyrábět elektrickou energii tak, že frekvence vyrobeného napětí, rychlost generátoru a frekvence napětí v síti jsou ve stálém poměru, a tedy v synchronismu.
Terciární regulace napětí	Organizačně–technický prostředek, kterým Dispečink ČEPS koordinuje automaticky zadané napětí v pilotních uzlech pro bezpečný a ekonomický provoz ES jako celku. Zprostředkuje zajištění systémové služby Udržování kvality elektřiny.
Uzlová oblast	Oblast v ES, která je podle základního zapojení sítí dané soustavy připojena k jednomu předávacímu místu PS. S ohledem



na zapojení sítě 110 kV mohou vznikat propojené uzlové oblasti paralelním propojením PS a DS 110 kV.

Použité zkratky

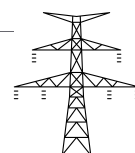
ARN	Automatický regulátor napětí
ASV	Automatika selhání vypínače
BCU	Bay Control Unit – řídicí jednotka pole
CENELEC	Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
ČEPS	Provozovatel PS ČR
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	Česká verze mezinárodní normy (převzaté evropskou komisí pro normalizaci),
DCC	Nařízení Komise (EU) 2016/1388 ze dne 17. srpna 2016, kterým se stanoví kodex sítě pro připojení spotřeby
DS	Distribuční soustava
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
ENTSO-E	Evropská síť provozovatelů elektroenergetických přenosových soustav (European Network of Transmission System Operators for Electricity)
ES	Elektrizační soustava
FACTS	Flexible AC Transmission System – systém flexibilního přenosu střídavého proudu
HW	Hardware
MMI	Man Machine Interface – uživatelské rozhraní
NCER	Nařízení Komise (EU) 2017/2196 ze dne 24. listopadu 2017, kterým se stanoví kodex sítě pro obranu a obnovu elektrizační soustavy
OZ	Opětné zapínání
PDS	Provozovatel distribuční soustavy
PI	Provozní instrukce
PPS	Provozovatel přenosové soustavy
PS	Přenosová soustava
PST	Transformátory s regulací fáze (Phase-shifting transformer)
RfG	Nařízení Komise (EU) 2016/631 ze dne 14. dubna 2016, kterým se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení výroben k elektrizační soustavě



ROP	Rozdílová ochrana přípojníc
ŘS	Řídicí systém
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition – Systém monitorování, kontroly a řízení
SDŘS	Sdružený dispečerský řídicí systém ČEPS
SOA	System Operation Agreement – provozní dohoda se sousedním PPS
SOGL	Nařízení Komise (EU) 2017/1485 ze dne 2. srpna 2017, kterým se stanoví rámcový pokyn pro provoz elektroenergetických přenosových soustav
SVR	Služby výkonové rovnováhy
SW	Software
TDC	Technické dohledové centrum
TN	Technická norma
UO	Uzlová oblast
VM	Výrobní modul
VS	Vlastní spotřeba
vvn	Velmi vysoké napětí
zvn	Zvláště vysoké napětí

Použité symboly pro proměnné a parametry

Symbol	Jednotka	Význam
I_p	kA	dynamický výdržný proud
I_k	kA	jmenovitý krátkodobý výdržný proud
\dot{I}_p	kA	nárazový zkratový proud
I_{th}	kA	ekvivalentní oteplovací zkratový proud



1 Kritérium "N – 1" pro plánování rozvoje PS

Kritérium "N – 1" pro plánování rozvoje PS je definováno jako pravidlo, podle něhož jsou prvky, které v regulační oblasti PPS zůstanou v provozu po vzniku kontingence, schopny zvládnout novou provozní situaci bez překročení limitů provozní bezpečnosti.

Jedná se o světově uznávané kritérium umožňující zajistit napájení spotřebitelů, vyvedení výkonu z elektráren, obecně připojení energetických zařízení, a zajistit tranzitní přenos výkonu přes PS ČR v průběhu revizí, oprav a jednoduchých poruch prvků ES.

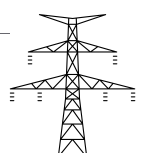
Kritérium "N – 1" vychází ze standardů ENTSO-E a SOGL. Ukazatelem je schopnost zvládnout novou provozní situaci bez překročení limitů provozní bezpečnosti. Smysl uvedeného kritéria je možno vyjádřit tak, že po jakémkoli jednoduchém výpadku nesmí dojít k překročení limitů provozní bezpečnosti.

V souladu s technickými možnostmi prvků PS i provozu ES ČR a v souladu s čl. 25 SOGL jsou stanoveny limity provozní bezpečnosti s ohledem na:

- proudovou zatížitelnost přenosových prvků,
- napěťové namáhání,
- napájenou spotřebu,
- překročení zkratové odolnosti,
- dynamickou stabilitu (výpočet CCT) výrobních modulů,
- celistvost PS ,
- spínací úhly,
- dostupný objem SVR.

Pojem jednoduchý výpadek je na úrovni PS chápán jako výpadek:

- Jednoho vedení (u rozvodny, do které je vyvedena JE, dvou vedení).
- Dvou, případně i více vedení stejných nebo různých napěťových hladin, pokud tato vedení prochází oblastmi s nepříznivými klimatickými podmínkami.
- Energetického zařízení (obvykle s největším instalovaným výkonem).
- Přípojnice v rozvodně nebo její části chráněné jednou ROP nebo ASV.
- Jednoho transformátoru 400/110 kV nebo 220/110 kV. Připouští se krátkodobé omezení spotřeby a kontroluje se schopnost převedení vypadlého výkonu na okolní transformace, jestliže transformátory nejsou provozovány paralelně. Kromě trvalé zatížitelnosti umožňují transformátory dočasné (krátkodobé) přetížení. Krátkodobá přetížitelnost umožňuje dispečerovi ČEPS při neplnění kritéria N-1 provést opatření až po výpadku prvku (kontingence) bez toho,

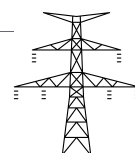


aby došlo k ohrožení bezpečnosti provozu PS. Hodnoty trvalé přetížitelnosti lze využít jako jedno z řešení situace N-1.

Přetížení přenosového prvku znamená překročení dovolených trvalých proudových zatížitelností nejslabšího prvku v celém řetězci, udávaných v ampérech.

Krátkodobé lokální omezení výroby nebo spotřeby znamená, že aplikace uvedeného kritéria nevynucuje připojení každého energetického zařízení dvěma vedeními. Podle vyhlášky č. 16/2016 Sb. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě (dále jen „**Vyhláška o připojení**“) musí žádost o připojení k PS obsahovat požadavek na spolehlivost vyvedení výkonu nebo dodávky jako jeden ze základních údajů o zařízení. Napojení energetického zařízení jedním vedením se považuje za standardní spolehlivost. Vyhláška o připojení definuje podmínky připojení zařízení k elektrizační soustavě nad rámec standardních připojení. Požadavek na připojení zařízení dvěma vedeními může být vyvoláno pouze ekonomickými důvody (investice podléhá výpočtu ekonomické efektivity vynaložených finančních prostředků společnosti, která ji zajišťuje) nebo strategickým zájmem. Takovýto požadavek bude posuzován podle Vyhlášky o připojení.

Standardní připojení DS je zajišťováno se spolehlivostí na úrovni PS, která vyhovuje kritériu „N – 1“.



2 Podmínky synchronního provozu ES ČR se soustavami ENTSO-E

Jedná se o soubor koncepčních a provozních podmínek umožňující a zajišťující trvalý synchronní provoz ES ČR se soustavami ENTSO-E, konkrétně se synchronní zónou Kontinentální Evropa.

Soustava pracující v synchronním provozu s evropskými soustavami sdruženými v ENTSO-E musí pro využívání řady výhod plnit i řadu podmínek. Výhody i podmínky jsou dány samotnými principy provozu v propojených soustavách.

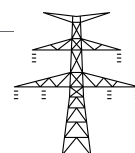
ES ČR pracující v synchronním provozu s ostatními soustavami zóny Kontinentální Evropa využívá následujících výhod:

- Možnost udržování menších výkonových záloh, zvláště pro Zálohy pro automatickou regulaci frekvence (FCR), ve srovnání s izolovaným provozem ES ČR. Jedná se o jednodušší a méně provozně náročné řešení provozních stavů bezprostředně po výpadech výrobních modulů¹.
- Výskyt menších odchylek frekvence a tedy vyšší kvalita dodávané elektrické energie.
- Možnost havarijní výpomoci mezi soustavami.
- Jednodušší řešení poruchových stavů a menší náchylnost k jejich výskytu, rychlejší obnova soustavy do normálního provozního stavu se zahraniční výpomocí.
- Účast na mezinárodním obchodě s elektrickou energií.

ES ČR pracující v synchronním provozu s ENTSO-E musí kromě Záloh pro automatickou regulaci frekvence a regulaci výkonové rovnováhy (FRR) splňovat následující podmínky:

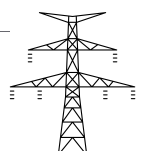
- ES musí vyhovovat kritériu spolehlivosti chodu soustavy "N – 1".
- Toky jalového výkonu po mezistátních vedeních musí být v souladu s odsouhlasenými hodnotami, které jsou uvedeny v jednotlivých SOA (viz standard "Řízení napětí a jalových výkonů v PS").
- ES musí být vybavena systémovým automatickým frekvenčním odlehčováním zatížení (SAFO), působícím při frekvencích 49 Hz a nižších. Objem odlehčovaného zatížení je rozložen v souladu s NCER do šesti stupňů. Stanoven je tak, aby došlo k odlehčení dostatečné velikosti zatížení s cílem zamezit větším odchylkám kmitočtu, při kterých dochází k odpojování dalších energetických zařízení. Objem jednotlivých stupňů je podle doporučení ENTSO-E a NCER nastaven v závislosti na dalším poklesu frekvence na 10 %, 8 % nebo 2 % z celkového zatížení v ES ČR. V praxi může celkový objem zatížení připojeného k systémovému frekvenčnímu odlehčování dosáhnout hodnoty až 50 % celkového zatížení soustavy.
- Mezi dvěma ES mají být vystavěna alespoň dvě přenosová vedení, aby v případě výpadku jednoho z nich byly minimalizovány vyrovnávací toky výkonu přes ostatní soustavy. Kapacita

¹ Výpadek VM s největším instalovaným výkonem v izolované soustavě ES ČR by nebylo možné řešit bez okamžitého odepínání spotřebitelů



hraničního propojení musí být dostatečná tak, aby nedocházelo k jeho přetížení v poruchových stavech ES.

- VES musí být navržen a realizován funkční Plán obrany soustavy proti šíření poruch.
- Pro případ poruchy typu "black out" a pro obnovu soustavy do normálního provozního stavu musí být připraven k realizaci Plán obnovy provozu soustavy, včetně zdrojů schopných najet bez dodání napětí z vnější sítě, tedy zdrojů se schopností startu ze tmy.
- V transformovnách, rozvodnách a dispečincích musí být zajištěno napájení vlastní spotřeby na dobu alespoň 24 hodin tak, aby po ztrátě napájení z vnější sítě mohly být provedeny potřebné manipulace.
- Ochrany všech zařízení PS musí rychle a selektivně vypínat všechny vzniklé zkraty.



3 Úroveň zkratových proudů v PS

Hodnota ekvivalentního oteplovacího zkratového proudu I_{th} a nárazového zkratového proudu i_p v daném místě sítě (dle poslední platné verze ČSN EN 60909) nesmí překročit jmenovitý krátkodobý výdržný I_k a dynamický výdržný I_p proud zařízení v daném místě sítě (zkratovou odolnost zařízení).

Jmenovité krátkodobé výdržné proudy I_k a dynamické výdržné proudy I_p (odolnosti) zařízení v rozvodně:

- V soustavě 400 kV – 40/100 kA nebo 50/125 kA (výjimečně 63/160 kA)
- V soustavě 220 kV – 17,6/44 kA nebo 25/63 kA nebo 31,5/80 kA
- V soustavě 110 kV – 50/125 kA

Základní jmenovitý krátkodobý výdržný proud I_k prvků vedení PS (fázové vodiče, izolátorové závěsy a zemnicí lana včetně kombinovaného zemnicího lana (KZL)) je 35 kA. Pro případy, kdy je vedení připojeno do rozvodny se zkratovou odolností 50 nebo 63 kA, jsou prvky dimenzovány dle konkrétních zkratových poměrů.

Mezní hodnoty ekvivalentních oteplovacích zkratových proudů I_{th} a nárazových zkratových proudů i_p v síti pro napěťové hladiny jsou:

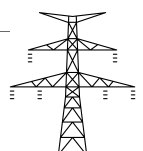
- V soustavě 400 kV – do 50/125 kA (výjimečně 63/160 kA)
- V soustavě 220 kV – do 40/100 kA
- V soustavě 110 kV – do 50/125 kA

Mezní hodnoty jsou dány :

- Obecným požadavkem stanovení limitu úrovně zkratových proudů v PS, a tím zamezení jejich nekontrolovatelnému nárůstu a zvýšeným nákladům na rekonstrukci zařízení před skončením jejich technické životnosti.
- Problematikou ovlivňování plynárenských, sdělovacích a drážních zabezpečovacích zařízení, jejichž projekty a realizace jsou těmto hodnotám podřízeny.
- Souladem s typovou řadou úrovní zkratových proudů (přístroje s touto zkratovou odolností jsou běžně vyráběny).

Při rozvoji ES, buď z důvodu výstavby nových zdrojů nebo z důvodu posílení její konfigurace (zvýšení přenosu přes PS), dochází k nárůstu úrovně zkratových proudů. Výpočty těchto proudů jsou prováděny na matematickém modelu soustavy, přičemž jsou kontrolovány trojfázové i jednofázové hodnoty zkratových proudů.

V soustavě 400 kV mají nová nebo nově rekonstruovaná rozvodná zařízení zkratovou odolnost 50/125 kA, výjimečně (např. v místě soustředěné výroby el. energie) mohou mít zkratovou odolnost 63/160 kA. Pro zajištění budoucího rozvoje PS a využití technické životnosti zařízení se doporučuje, aby při uvedení do provozu nové rozvodny či při rekonstrukci rozvodny stávající byla

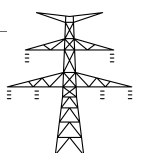


rezerva cca 5-25 % ekvivalentních oteplovacích zkratových proudů I_{th} a nárazových zkratových proudů i_p s ohledem na očekávaný rozvoj PS. Rezervou se rozumí rozdíl mezi hodnotou krátkodobého výdržného proudu I_k zařízení a hodnotou ekvivalentního oteplovacího zkratového proudu I_{th} , resp. mezi hodnotou dynamického výdržného proudu I_p a hodnotou nárazového zkratového proudu i_p .

Při výpočtovém zjištění, že hodnoty zkratových proudů překračují uvedené limity, se navrhnou opatření jako např. rozdělení provozu rozvodny na dvě přípojnice, případně umístění zemnicí tlumivky do nulového uzlu na straně hvězdy blokových transformátorů.

V rozvodnách pracujících z důvodu omezení zkratových proudů na dva systémy přípojníc, může v průběhu revizní kampaně nebo některých poruch, vyvstat požadavek provozu rozvodny na jednu přípojnic. V těchto provozních stavech je nutné zvážit odstavení VM za účelem dodržení dovolených mezí zkratových proudů.

Respektování mezních hodnot uvedených v definici v procesu rozvoje ES může časově omezit do doby realizace potřebných opatření či dokonce vyloučit některé části ES při určování připojitelnosti nových energetických zařízení.



4 Rozvoj konfigurace přenosové soustavy

Strategií rozvoje je přednostní rozvíjení systému 400 kV s tím, že zařízení 220 kV v souladu s jeho fyzickým dožíváním se bude inovovat v původním, respektive opodstatněném rozsahu.

Důvody upřednostňování rozvoje systému 400 kV:

- a) nižší měrné investiční náklady na přenášený MW.km
- b) nižší provozní náklady (ztráty přenášeného činného výkonu)
- c) rozhodující podíl vedení 400 kV na mezinárodní spolupráci

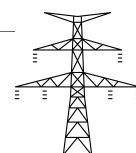
Přenosová schopnost vedení 220 kV závisí na typu použitého vodiče, u běžně používaného vodiče typu Al/St 435/55 (755 A) je 288 MW.

Přenosová schopnost vedení 400 kV závisí zejména na typu použitého vodiče a skutečnosti, že vodiče jsou na napěťové hladině 400 kV použity standardně ve trojsvazku. U běžně používaného vodiče (tj. lano 3x 490-AL1/64-ST1A 2 445 A) je přenosová schopnost vedení 400 kV 1 694 MW. Pro další navýšení přenosové schopnosti vedení 400 kV lze použít jiný vodič s vyšší zatížitelností, vodiče ve čtyřsvazku a zdvojení vedení, kdy přenosová schopnost takového vedení dosahuje hodnoty dvojnásobné, ve srovnání s jednoduchým vedením obdobného průřezu, vše při zachování úrovně bezpečnosti a spolehlivosti provozu sítě PS. Na náklady konkrétního vedení má vliv řešení trasy v terénu (výška a způsob založení stožárů), křížované objekty, místní klimatické podmínky (zesílení stožárů) i délka vedení (transpoziční stožáry pro řešení nesymetrie vedení).

Minimalizace či zamezení zásahu do krajiny PS předurčují maximálně využívat stávající i nové koridory. V ojedinělých případech, kdy nelze zvolit jiné, v krajině proveditelné řešení, je tak využívána výstavba vícenásobných vedení, v krajním případě i sdružování vedení různých napěťových hladin na společných stožárech.

Výše uvedené důvody i ukazatelé jsou motivem pro výhradní rozvoj systému 400 kV a postupnou náhradu sítí 220 kV systémem 400 kV (využití stávajících koridorů).

Udržování systému 220 kV, který pracuje paralelně se systémem 400 kV, je dáno skutečností, že jsou do něho přímo vyvedeny důležité zdroje (elektrárny Orlík, Tisová 2, Vřesová) a zprostředkovává i zásobování významné části spotřeby transformacemi 220/110 kV, dále pak jeho napojením na zahraniční soustavy (dvě dvojitá a jedno jednoduché vedení).



5 Rozvoj transformačních vazeb PS/110 kV

Rozvoj transformačních vazeb PS/110 kV je funkcí řady faktorů jako jsou: Stanovení minimálního i maximálního počtu transformátorů a jejich limitní vytíženosti transformátorů v transformovně PS/110 kV.

Počet a velikost transformátorů v transformační stanici je funkcí řady faktorů jako jsou:

- zatížení uzlové oblasti a jeho trendu rozvoje
- počtu a velikosti VMdo oblasti připojených a jeho trendu rozvoje
- počtu a velikosti zařízení pro skladování el. energie do oblasti připojených a jeho trendu rozvoje
- nutné rezervy v transformačním výkonu
- proudového zatížení návazných sítí 110 kV apod.

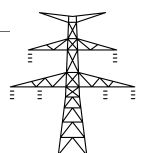
Tyto údaje je nutno řádně a v pravidelných intervalech aktualizovat, a tím stanovit optimální postup rozvíjení transformační vazby. Tak je možno udržovat spolehlivost dodávek při obchodování s elektrickou energií.

Ukazatelem potřeby rozvoje transformačních vazeb PS/110 kV je zejména:

1. Počet kusů transformátorů v místě připojení a jejich jednotkový výkon
2. Smluvně stanovený rezervovaný příkon a výkon v místě připojení
3. Zatížení transformační vazby v místě připojení

Rozvoj transformační vazby PS/110 kV určují následujícími faktory:

- Způsob provozu sítí 110 kV – Sítě 110 kV se v převážné většině distribučních soustav provozují rozděleny na samostatně pracující oblasti. Uvedený způsob napájení sítí 110 kV je používán v současné době a je ho nutno uvažovat i ve střednědobém horizontu. V některých částech ES zahájily PDS paralelní provoz uzlových oblastí. Kodex PS Část VI popisuje postup ČEPS a PDS v případě, že PDS plánuje trvale propojit dvě a více UO 110 kV, čímž vytvoří paralelní cestu k PS.
- Přenosová schopnost sítí 110 kV PDS mezi jednotlivými samostatně pracujícími oblastmi – Schopnost sítě 110 kV přenášet výkon z jedné oblasti do oblastí sousedních je místo od místa rozdílná. V řadě oblastí nelze nahradit výpadek transformátoru PS/110 kV přivedením vypadlého výkonu sítěmi 110 kV ze sousedních transformačních stanic. Vazba mezi sousedními oblastmi sítí 110 kV by měla být dimenzována minimálně tak, aby umožnila nahradit výkon jednoho transformátoru ve stanici PS. Otázka, zda posílit transformaci PS/110 kV nebo síťovou vazbu 110 kV je náplní práce expertů příslušných útvarů ČEPS a příslušného PDS v oblasti rozvoje. Tito experti pravidelně koordinují a vyměňují si informace o stavu PS a DS v jednotlivých uzlových oblastech a dle potřeby navrhnou jednotlivá opatření v PS a DS na základě posouzení ekonomické efektivity a realizovatelnosti navrženého variantního řešení dané problematiky.



- Velikost zdrojů zapojených do oblasti 110 kV. – Z hlediska velikosti zdrojů vyvedených do sítí 110 kV a nižší napěťové úrovně lze rozdělit uzlové oblasti do třech základních kategorií:
 - Uzlová oblast čistě spotřební – Rozhodující podíl na napájení oblasti má transformace PS/110 kV. Menší zdroje pracující do oblasti neovlivňují výrazným způsobem její bilanci a případný výpadek některého z nich nezmění podstatným způsobem toky výkonu přes transformátor PS/110 kV.
 - Uzlová oblast převážně spotřební – Lokální zdroje pracující do oblasti pokrývají značnou část její spotřeby, spotřeba však stále převažuje nad výrobou. Zbývající část spotřeby je pokrývána transformací PS/110 kV. V oblasti se zpravidla vyskytuje dominantní zdroj, jehož výpadek nebo odstavení výrazným způsobem ovlivní bilanční poměry v oblasti a tím i zatížení transformace PS/110 kV.
 - Uzlová oblast převážně výrobní – Lokální zdroje pracující do oblasti pokrývají značnou část její spotřeby, výroba však stále převažuje nad spotřebou. Zejména změna výrobního diagramu během dne a povětrnostní vlivy můžou změnit podstatným způsobem toky výkonu přes transformaci PS/110 kV.

V současné době se v transformačních vazbách 400/110 kV využívají stroje s instalovaným výkonem 350 MVA a u starších strojů 250 MVA, v transformačních vazbách 220/110 kV stroje s instalovaným výkonem 200 MVA.

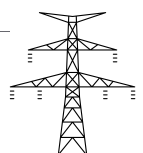
Hodnota transformačního výkonu PS/110 kV v jednotlivých místech připojení (transformovných) vychází ze smluvně potvrzených hodnot rezervovaného příkonu a výkonu.

Změna transformačního výkonu místě připojení a případné navýšení rezervovaného příkonu a výkonu v tomto místě je řešena v souladu se „Zásadami rozvoje kapacity předávacích míst mezi PS a DS“ (viz Kodex PS, část IV)

Ke splnění požadovaných hodnot rezervovaného příkonu a výkonu je využíváno především nasazování nových transformátorů, případně výměna stávajících strojů za nové s větším výkonem. I vzhledem k probíhajícímu útlumu sítě 220 kV a její náhradě soustavou 400 kV jsou některé požadavky na navýšení rezervovaného příkonu a výkonu řešeny výstavbou nových transformačních stanic 400/110 kV. Rozhodnutí o realizaci jedné z výše uvedených variant je podmíněno technicko-ekonomickou úvahou a dohodou zúčastněných stran.

Rozvoj uzlů PS bude realizován při dodržování následujících podmínek:

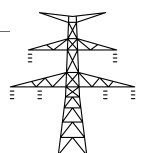
- Všechny uzly PS/110 kV mohou být osazeny v konečném stavu standardně třemi transformátory 350 MVA, pokud to daný uzel PS/110 kV z pohledu územních možností umožňuje.
- Další nárůst transformačního výkonu v uzlech se třemi transformátory bude zajišťován výměnou strojů 250 MVA za nové o výkonu 350 MVA. Impulsem pro výměnu transformátorů budou bilanční nároky oblasti, případně překročení doby životnosti stroje. V ojedinělých technicko-ekonomicko opodstatněných případech lze uzel PS/110 kV rozšířit o čtvrtý transformátor 350 MVA.



- Uzly se dvěma stávajícími transformátory mohou být rozšiřovány o třetí transformátor 350 MVA tak, jak si toto opatření vyžádají bilanční poměry v oblasti a na základě dohody mezi ČEPS a příslušným PDS.
- Stanice, kde se v jednom areálu nachází transformace 400/110 a 220/110 kV, je považována za jednu transformační vazbu a hodnotí se obdobným způsobem, jako v předcházejících bodech.

Před rozhodnutím o zvýšení transformačního výkonu v rozhraní PS/DS je nutné zpracovat technicko-ekonomická hodnocení. Výsledkem hodnocení bude návrh technického řešení a optimální časový harmonogram realizace. Podkladem pro hodnocení je rozbor bilančních poměrů v napájené oblasti a rozbor stávajícího stavu zařízení v PS a DS. Stavba bude zahájena po dohodě obou zúčastněných partnerů (ČEPS, PDS) o rozšíření transformačního výkonu.

- Všechny uzly PS/110 kV budou uvažovány se dvěma transformátory. V ojedinělých technicko-ekonomicko opodstatněných případech lze uzel PS/110 kV uvažovat o jednom transformátoru 350 MVA.



6 Systémy ochran zařízení přenosové soustavy

Systémy ochran jsou zařízení, která na základě měření průběhu fyzikálních dějů vyhodnotí nepřijatelný provozní stav v PS (elektrický proud, napětí, teplota, tlak...) a vygenerují impuls na vypínače, které v určeném čase selektivně oddělí soustavu či její část od místa poruchy.

Cílem je zajištění ochrany života a zdraví osob, zvířat a majetku požadovaná bezpečnostními normami, značná investiční náročnost zařízení PS a dlouhá doba potřebná pro jeho případnou provozní náhradu předurčuje nutnost jeho chránění před účinky zkratových proudů, přepětí, atmosférických výbojů, nebezpečných provozních stavů apod.

Ekonomická efektivnost instalace ochrany nebo automatiky je dána skutečností, že cena představuje pouze zlomek z investiční náročnosti chráněného zařízení a tím, že včasné odpojení zařízení s poruchou (vedení, přípojnice v rozvodně transformátor apod.) podstatnou měrou omezí destruktivní účinky poruchového děje a zkrátí dobu poruchy, která přímo určuje ekonomické ztráty.

Standardem ve vybavení ochranami je princip tzv. "místního zálohování", který znamená, že zařízení je chráněno dvojicí "hlavních" ochran. Tyto, pokud možno, pracují na základě rozdílných fyzikálních principů nebo alespoň na základě rozdílných konstrukcí (např. od dvou různých výrobců s rozdílným vyhodnocením měřených veličin). Základem místního zálohování je princip chránění, kdy při selhání jedné ochrany (ať z důvodu její poruchy nebo chybného vyhodnocení) vypíná zařízení s poruchou druhá ochrana ve stejném místě. Tato koncepce úzce souvisí se standardy vlastní spotřeby a silových přístrojů (vypínače, přístrojové transformátory proudu a napětí atd.).

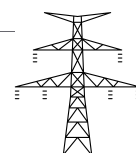
Systémy ochran jsou navrhovány tak, aby zkratové děje byly vypínány v základním čase do 100 ms, z čehož vyplývá, že zařízení rozveden musí být chráněno selektivní rozdílovou ochranou přípojníc – ROP (ta při zkratu na přípojnici vypne všechny vypínače k ní připojené) a dále musí být instalována automatika selhání vypínače – ASV (ta při selhání výkonového vypínače oddělí místo poruchy vypnutím sousedních vypínačů k tomu, který selhal).

Elektrická vedení jsou chráněna vždy ze dvou stran s tím, že je vyžadována telekomunikační vazba pro strhování distančních ochran (včetně integrovaných záložních zemních ochran), resp. pro vazbu podélných rozdílových ochran. Ve vybraných případech je realizován přenos vypínacích impulsů na protilehlý vypínač vedení (vypínací impulsy z elektráren, ochran vývodových dílů zapouzdřených rozveden apod.).

Standardní součástí systému ochran přenosových vedení je automatika opětného zapínání (OZ). V ČEPS je používán pouze jednofázový OZ. Při jednofázovém zkratu vypínají ochrany pouze porušenou fázi a po nastavené době, nutné pro zhasnutí oblouku, provede automatika OZ opětné zapnutí. Pokud zkrat trvá, je vedení v dalším kroku trojfázově vypnuto.

Další standardní součástí systému chránění přenosových vedení je lokátor poruch. Ten dává informaci o vzdálenosti poruchy, což významnou měrou zkracuje dobu vyhledání porušeného místa a tím i dobu odstranění poruchy.

Posledním standardem je vybavení vývodů nezávislým poruchovým zapisovačem, který je nezbytným zařízením k získání informací pro následná vyhodnocení a rozborů poruch. Je budován



monitorovací systém, kdy data z poruchových zapisovačů jsou automaticky přenášena do telemetrického koncentrátoru a LAN sítě ČEPS a jsou přístupná pro dálkové vyhodnocování oprávněným uživatelům.

Všechny ochrany komunikují s ŘS podle komunikační normy IEC 61850.

Příklad aplikace:

a) přenosové vedení 400 a 220 kV

- distanční ochrana se čtyřmi měřicími zónami, integrovanou záložní směrovou zemní ochranou, lokátorem poruch a jednopólovou automatikou OZ
- distanční ochrana se čtyřmi měřicími zónami a jednopólovou automatikou OZ
- strhování obou distančních ochran a záložní zemní ochrany pomocí přenosového zařízení
- poruchový zapisovač napojeným na LAN síť ČEPS pro potřeby dálkového vyhodnocování

b) transformátor PS/110 kV

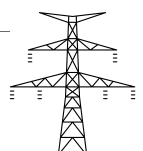
- rozdílová ochrana transformátoru
- nadproudová ochrana v poli
- distanční ochrana transformátoru na straně 110 kV, pět měřících zón (tři směřované do 110 kV – vypínají vypínač 110 kV, dvě do transformátoru – vypínají všechny vypínače transformátoru)
- nadproudové ochrany pro terciár transformátoru a vn rozvody dle silové konfigurace
- kostrová ochrana
- plynová ochrana
- případné další ochrany, které jsou součástí dodávky transformátoru
- poruchový zapisovač napojený na LAN síť ČEPS pro potřeby dálkového vyhodnocování

c) rozvodna PS

- rozdílová ochrana přípojníc a automatika selhání vypínače

d) blokové vedení elektrárna rozvodna – strana PS

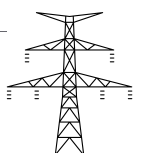
- podélná rozdílová ochrana spolupracující s přenosovým zařízením - přenos po vyčleněném páru optických vláken
- distanční ochrana



- poruchový zapisovač napojený na LAN síť ČEPS pro potřeby dálkového vyhodnocování

Poznámka:

Typy ochran instalovaných v PS jako standard podléhají technickému vývoji v oboru. Ochrany komunikují s ŘS sériově protokolem IEC 61850.



7 Synchronizační zařízení v přenosové soustavě

Synchronizační zařízení slouží pro kontrolu fyzikálních podmínek při spínání vedení, transformátorů, výrobních modulů nebo jednotlivých uživatelů. Umožňují kontrolu rozdílu úhlů a modulů fázových napětí spínaných částí soustavy a rozdílu jejich frekvence.

Možnost synchronizovaného spínání v PS, tj. kruhování a fázování, přináší dvě základní výhody:

- V normálním bezporuchovém režimu dovoluje vykonávání bezpečných spínacích operací, neboť kruhovací zařízení automaticky kontroluje mezní, předem nastavené spínací podmínky. Představuje tak základní předpoklad pro bezobslužné provozování rozveden s dálkovým ovládáním.
- V poruchových stavech, při ostrovních režimech nebo při obnově soustavy je možné provádět bezpečné fázování ostrovních částí soustavy nebo přímo jednotlivých výrobních modulů. Uvedení soustavy do normálního provozního stavu je v případě jejich použití rychlejší a spolehlivější a zkracuje se tak doba poruchy, případně výpadku napájení uživatelů.

Technická specifikace synchronizačního zařízení v PS je uvedena v Technické normě ČEPS číslo TN-20 „Synchronizované spínání v rozvodnách PS“.

Synchronizační zařízení obsahuje kruhovací a fázovací režimy.

Kruhovací režim synchronizačního zařízení slouží pro jednorázové ověření podmínek při spínání vedení. Spínaná místa mají stejnou frekvenci, tj. jsou prováděny manipulace v synchronně pracující soustavě. Z bezpečnostních důvodů se kontroluje rozdíl napětí a úhlů spínaných míst.

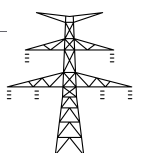
Fázovací režim synchronizačního zařízení, oproti výše popsané funkci, umožňují také spínání nesynchronně pracujících oblastí. Po přijmutí povelu na sepnutí vypínače se kontroluje stav obou spínaných částí soustavy, nepřetržitě měří rozdíl úhlu, rozdíl napětí a rozdíl frekvencí. V případě splnění předem určených podmínek před uplynutím nastaveného času se sepne příslušný vypínač. Synchronizační zařízení mohou tedy zabezpečit funkci kruhovacích zařízení a současně sloužit pro bezpečné spínání nesynchronně pracujících oblastí a ostrovů. Možnost fázovat v soustavě je velice důležitá při likvidaci poruch a v průběhu obnovy po velké systémové poruše.

V případě překročení nastavených parametrů se sepnutí neuskuteční, neboť by mohlo dojít k rázové změně elektrických veličin a tím k náběhu ochran, případně k nadbytečnému vypnutí funkcí ochran a eventuálně k nadměrnému namáhání či poškození zařízení ES.

Synchronizační zařízení mohou být fyzicky realizována různými způsoby. Jedná se buď o samostatné zařízení pro jedno nebo více vývodových polí nebo mohou být integrovanou součástí řídicího systému rozvodny.

Minimální instalace synchronizačních zařízení v PS ČR se předpokládá následujícím způsobem:

- Na každém konci přenosového vedení 400 a 220 kV a sekundární straně přenosového transformátoru 400/220 kV bude instalováno synchronizační zařízení umožňující

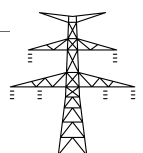


synchronizované spínání v režimu kruhování, fázování i zapínání do stavu bez napětí (po ručním nebo dálkovém navolení této funkce)

- U blokových vedení elektráren bude v synchronizačním zařízení umožněno přifázování bloku. Doregulování potřebných veličin bloku se provádí dispečerským řízením, automatické řízení bloku pomocí povelů ze synchronizačních zařízení nebude realizováno.

Speciální aplikace synchronizovaného spínání vybraných zařízení

U netočivých elektrických strojů s významnou induktivní reaktancí (tlumivky, PST apod.) bude instalováno zařízení pro řízené spínání vypínače po jednotlivých fázích (tzv. funkce synchroswitch) kvůli minimalizaci proudového namáhání vypínačů a spínaných zařízení při zapínacích i vypínacích operacích.



8 Vyvedení elektrického výkonu výrobního modulu

Vyvedení elektrického výkonu ze synchronního VM se sestává z propojení mezi alternátorem a generátorovým vypínačem (zapouzdřený vodič), generátorového vypínače, odbočkového transformátoru pracovního napájení vlastní spotřeby (VS), blokového transformátoru a blokového vedení. V případě nesynchronního VM se vyvedení výkonu sestává z propojení mezi střídačem, rozpadovým místem, výkonovým vypínačem, transformátorem a vývodovým vedením. V případě většího počtu VM může být za transformátorem elektrárenská rozvodna. Celkové schéma vyvedení výkonu VM i rozvodny PS musí být koncipováno tak, aby jednoduchá porucha nezpůsobila výpadek zařízení, kterým by nebylo možné zabezpečit systémovými službami.

Jedním z nástrojů pro zajištění systémových služeb ČEPS je optimalizace výkupu podpůrných služeb realizovaných uživateli PS. Pro jejich kvalitní zajištění musí být vývody VM uzpůsobeny dle následujících standardů.

Instalace generátorového vypínače u synchronních VM má následující důvody:

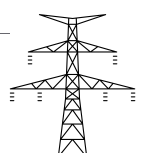
- Možnost najíždění VS VM z tvrdého napětí PS
- V případě poruchy na VM (převážný počet poruch) zůstává VS, po vypnutí generátorového vypínače, napájena z odbočkového transformátoru pracovního napájení VS (zkrácení doby do opětného přifázování).
- Možnost mžikového odpojení generátoru při zkratech na zařízení mezi generátorovým vypínačem a vypínačem v rozvodně PS (blokové vedení, blokový transformátor, odbočkový transformátor).

Instalace vypínače ve vývodovém poli u nesynchronních VM má následující důvod:

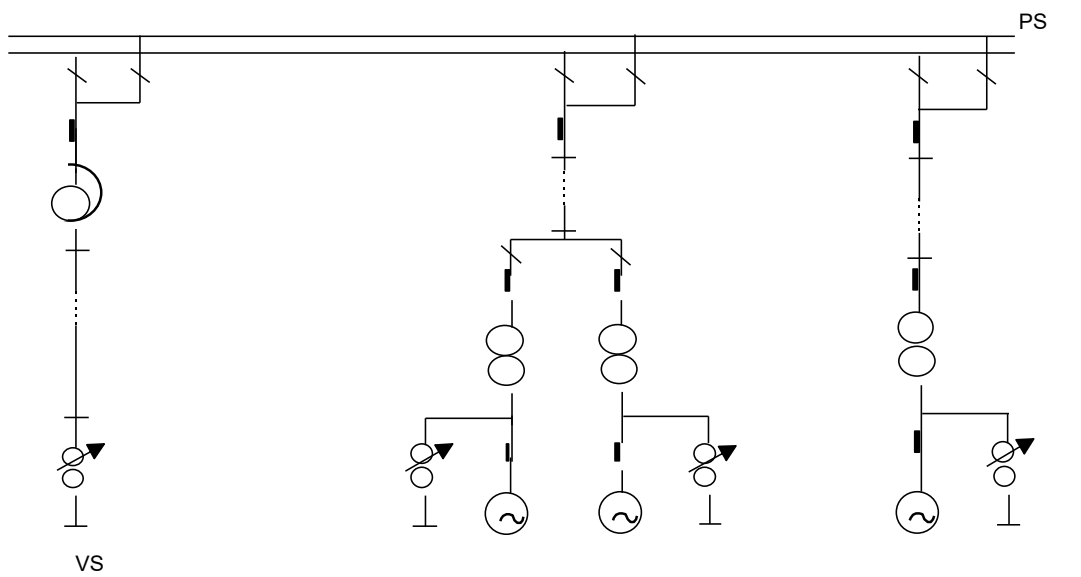
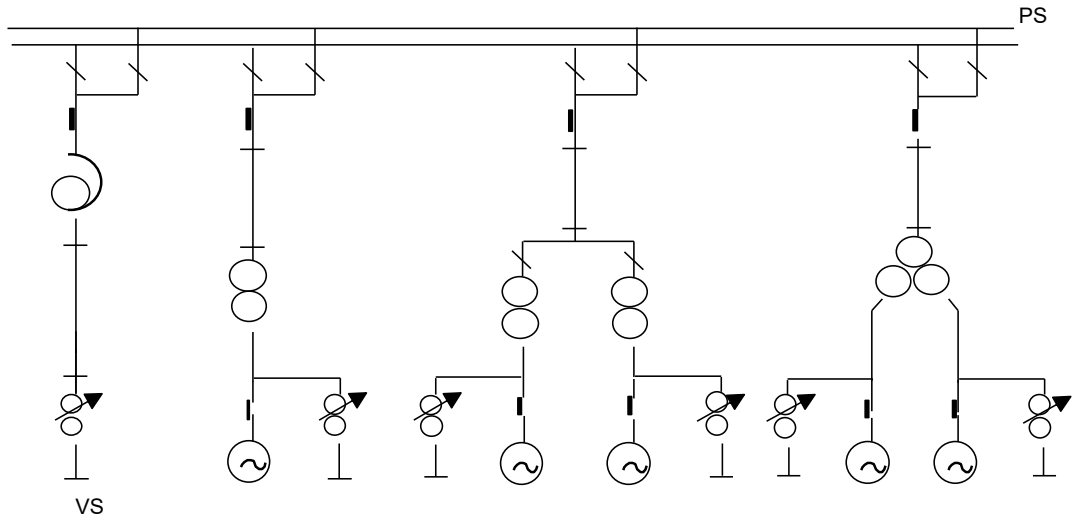
- Možnost oddělení VM při poruchách a při údržbě (včetně revizí vývodového pole) na zařízení

Odbočkový transformátor musí mít regulaci pod zatížením, aby napětí na VS minimálně omezovalo regulační rozsah jalového výkonu alternátoru. Blokový transformátor musí mít velikost napětí nakrátko dohodnutou s ČEPS a s ohledem na technickoekonomické řešení a splnění připojovacích požadavků je doporučeno zvážit instalaci blokového transformátorů s přepínáním odboček pod zatížením.

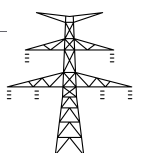
Při budování nového vyvedení výkonu do PS z přímo připojeného zařízení k PS (tzn. blokové vedení, transformátor) musí být instalován výkonový vypínač i na straně vyššího napětí blokového transformátoru.



Příklad aplikace:



- výkonový vypínač



9 Řízení napětí a jalových výkonů v PS

Cílem procesu řízení napětí a jalových výkonů v PS je:

- Zajištění bezpečného provozu ES vhodným (rovnoměrným) rozložením jalových výkonů v elektrizační soustavě a udržováním dostatečných pohotových rezerv jalového výkonu pro současné zachování statické a dynamické stability, jak v normálním stavu PS, tak ve stavu nouzovém.
- Dodržení základních sledovaných parametrů povoleného rozsahu velikostí napětí PS v limitech provozní bezpečnosti a toků jalových výkonů po mezistátních vedeních a udržení napětí v předávacích místech mezi PS a DS uvnitř předepsaného tolerančního pásma kolem zadané hodnoty.

ČEPS řídí napětí a toky jalového výkonu s cílem zajistit spolehlivý, bezpečný a efektivní provoz ES a dále zajistit parametry kvality předávané el. energie v rámci systémové služby ČEPS.

Procesy a zásady řízení napětí a jalových výkonů, kterými se ČEPS řídí jsou uvedeny v:

- Evropských směrnicích a nařízeních (tj. zejména RfG, NCER, DCC a SOGL)
- ČSN EN 60038 Jmenovitá napětí CENELEC
- PI 420-12 Hlavní zásady regulace U a Q v PS

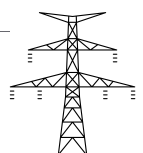
Parametry, které ČEPS s ohledem na řízení napětí a jalových výkonů sleduje jsou:

- **Napětí v uzlech PS** (včetně napětí v místech připojení mezi PS a DS na sekundární straně transformátorů 400/110 kV a 220/110 kV).
- **Jalové výkony** zdrojů jalového výkonu, jal. výkony tekoucí po mezistátních vedeních a odběr či dodávka jalového výkonu na předávacích místech.

Pro provoz PS platí tato provozní kritéria:

- **Napětí v uzlech PS** se má pohybovat uvnitř povoleného rozsahu :
400 kV +5/-10 % , 220 kV +11,8/-10 % a 110 kV +11,8/-10 % (pro předávací místa mezi PS a DS). Rozsah napětí v PS jestanovený Nařízením SOGL.
- **Doporučený rozsah napětí v hraničních rozvodnách PS** (tuzemské) je v jednotlivých případech předmětem dohod mezi tuzemskou a zahraniční PS (uveden v SOA).
- **Napětí v předávacích místech mezi PS a PDS:**

Napětí je za normálních provozních podmínek udržováno na zadané hodnotě v tolerančním pásmu $\pm \Delta U$ [%] s integrační časovou konstantou regulace T [s]. Konkrétní velikosti zadané hodnoty napětí, tolerančního pásma a časové konstanty jsou určeny pro každé předávací místo ve spolupráci ČEPS a PDS.



- **Jalové výkony** po mezistátních vedeních mají být ve spolupráci tuzemské a zahraniční PS minimalizovány. Doporučené maximální hodnoty jsou pro vedení 400 kV: ± 100 MVar, pro 220 kV: ± 50 MVar. Tyto hodnoty jsou součástí SOA.
- **Jalové výkony** zdrojů jalového výkonu se mají pohybovat uvnitř povoleného regulačního rozsahu (daného provozním P-Q diagramem příslušného VM). Na zdrojích je nutno udržovat dostatečnou rezervu jal.výkonu pro zajištění bezpečného provozu ES.

Užití výše uvedených prostředků je kromě plnění technických kritérií vázáno též požadavkem na hospodárnost provozu PS, spočívajícím v minimalizaci celkových činných ztrát v síti.

Pro plánování rozvoje PS platí kromě výše uvedených tato kritéria:

- **Napětí v uzlech PS se má pohybovat uvnitř povoleného rozsahu:**

400 kV $+5/-10$ %, 220 kV $+11,8/-10$ % a 110 kV $+11,8/-10$ %

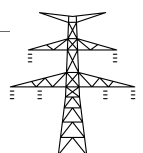
- **V ES má být zajištěna dostatečná rezerva proti ztrátě stability.**

Pro posouzení stability ES slouží kritéria: činitel rezervy do ztráty statické stability, napěťový koeficient pro jednotlivé uzly PS, analýza kořenů charakteristické rovnice systému, velikost zátěžného úhlu a jeho změny s činným výkonem, případně další metody.

Jsou přitom prověřena kritéria N-1 a N-2. Následně je ověřena dynamická stabilita systému simulací 3-pólového. nebo 1-pólového zkratu na postiženém prvku.

Pro plnění výše uvedených kritérií slouží anebo se v PS připravují tyto prostředky:

- Kompenzační prostředky : regulovatelné tlumivky, FACTS a pevné tlumivky do terciáru transformátorů. Využití kompenzačních prostředků je rovněž zahrnuto do zpracovaného Plánu obnovy po poruše typu "Black-out".
- Automatická regulace na regulačních transformátorech PS/DS vybavených přepínačem odboček pracujících pod zatížením, včetně zajištěného blokování
- Automatická sekundární regulace napětí v pilotních příp. ve vybraných uzlech PS
- Terciární regulace napětí a jalových výkonů, jejímž úkolem je optimalizovat využití zdrojů jalového výkonu při současném udržení napětí a jalových výkonů v PS v limitech provozní bezpečnosti, minimalizovat činné ztráty v PS, a zajistit podmínky bezpečného, spolehlivého a efektivního provozu.



10 Vedení a stanice vvn a zvn – radiové rušení

Korona, klouzavé a kapacitní výboje vznikající na zařízení vvn a zvn v energetické soustavě jsou příčinou vysokofrekvenčního šumu, který může způsobovat rušení radiového příjmu.

Dodržením povolených mezí rušení od venkovních vedení a zařízení vvn a zvn se minimalizuje nepříznivý vliv na radiové vlny v jejich okolí.

Standardy, kterými se ČEPS řídí při návrhu zařízení vvn a zvn s ohledem na vysokofrekvenční rušení jsou:

- ČSN EN 61 936-1 (33 3201) „Elektrické instalace nad AC 1 kV – Část 1: Všeobecná pravidla (Příloha NA obsahuje Tabulku NA1– Přípustné meze vf šumu)

Vysokofrekvenční šum od vedení či rozvodného zařízení vysokého a zvláště vysokého napětí může být generován v širokém pásmu kmitočtů od 0,15 do 1000 MHz. Zdrojem šumu jsou:

- korona a trsové výboje na povrchu vodičů a armatur;
- klouzavé výboje a kapacitní výboje na izolátorech;
- kapacitní výboje na nedokonalých spojích mezi částmi pod napětím nebo částmi uzemněnými;
- obloukové výboje v přerušených proudových spojích;
- spínací přístroje při spínacích pochodech

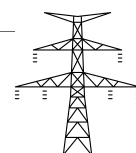
Povolené meze rušení:

a) Stanice a vedení jako celek

Nejvyšší napětí (kV)	Povolená mez (dB (1 μ V/m))	
	0,15 až 30 MHz	30 až 1000 MHz
123	45	30
245	55	30
420	55	30

Meze rušení platí pro suché počasí bez srážek, při relativní vlhkosti menší než 70 %. Za rosy, deště, sněhu, jinovatky a námrazy může být mez překročena, ne však déle než 1700 hodin ročně.

Hodnoty rušení se pro elektrické stanice měří v horizontální vzdálenosti 20 m od hranice stanice (oplocení). Měřicí stanoviště se volí tak, aby se nenacházelo pod jakýmkoliv venkovním vedením, v blízkosti stožárů a jiných uzemněných předmětů.



Pro elektrické vedení se hodnoty rušení měří v přímé vzdálenosti 20 m od vodiče nejbližší (krajní) fáze do středu antény. Měřicí stanoviště má být vzdáleno nejméně 10 km od zaústění vedení do rozvodny a co nejvíce vzdáleno od místa transpozice vedení a prudkých změn směru vedení. V rozsahu 0,15 až 30 MHz se měří uprostřed rozpětí mezi stožáry, v rozsahu 30 až 1000 MHz v místě nejbližším zdroji rušení.

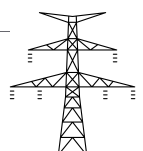
b) Spínací zařízení ve stanicích

Dle ČSN EN 62271-1, ed.2, čl. 7.9.1.1., nesmí hodnota rádiového rušení zkoušeného zařízení přesáhnout 2500 μ V. Tato zkouška je typovou zkouškou zařízení dle citované normy.

c) Izolátorové závěsy

Nejvyšší provozní napětí sítě (kV)	123	245	420
Max. hladina rušivého napětí (dB)	56	73	73

Nová zařízení PS vvn a zvn musí být navržena tak, aby vř šumová pole jimi působená, nepřekračovala předepsané meze. Zejména je třeba dbát na přiměřenou výši povrchového gradientu na vodičích, na správnou konstrukci přístrojů a izolačních závěsů a na provozní stav svorek, armatur, izolátorů apod.



11 Vedení a stanice vvn a zvn – koordinace izolace

Koordinace izolace zahrnuje volbu elektrické pevnosti zařízení a způsob její aplikace v provozu v závislosti na napětích, která se mohou objevit v PS, pro kterou jsou zařízení PS určena, a s přihlédnutím k charakteristikám ochrany proti přepětí.

Cílem koordinace izolace je snížit na ekonomicky a provozně přijatelnou míru pravděpodobnost, že výsledné napěťové namáhání zařízení způsobí poškození jejich izolace nebo ovlivní nepřetržitost provozu.

Standardy, kterými se ČEPS řídí při koordinaci izolace, jsou:

- ČSN EN 60071-1 „Koordinace izolace, část 1: Definice, principy a pravidla“
- ČSN EN 60071-2 „Koordinace izolace, část 2: Pravidla pro použití.“

Při volbě hlavních parametrů elektrických stanic a přenosových vedení i jejich jednotlivých částí a komponent je nutné s ohledem na parametry stávajícího zařízení dodržet dále uvedené hodnoty výdržných napětí.

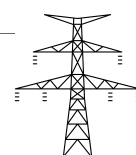
Izolační hladiny pro stanice:

Jmenovité výdržné napětí (kV)	Nejvyšší napětí (kV)		
	123	245	420
Atmosférický impuls (1,2/50) za sucha	450/ 550	950/ 1050	1300/ 1425
Krátkodobé výdržné napětí (50 Hz) za deště (1 min)	185/ 230	395/ 460	/
Spínací impuls (250/2500) za sucha	/	/	950/1050

- Tučně označené hodnoty jsou doporučené hodnoty.

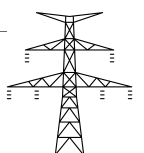
Nižší izolační hladiny lze použít pro zařízení stanic, které je účinně chráněno před přepětím a podle parametrů přepěťové ochrany. Účinnost je nutno ověřit výpočtem.

Výše uvedenými principy se řídí technické specifikace přístrojů pro rozvodná zařízení 420 kV a 245 kV, které jsou vydány jako jmenovité přílohy technické normy ČEPS TN/57 „Technické specifikace pro poptávku na dodávku zařízení PS“.



Izolační hladiny pro vedení:

Jmenovité výdržné napětí (kV)	Nejvyšší napětí (kV)		
	123	245	420
Atmosférický impuls (1,2/50) za sucha	550	1050	1425
Krátkodobé výdržné napětí (50 Hz) za deště (1 min)	230	460	/
Spínací impuls (250/2500) za sucha	/	/	1050



12 Vedení a stanice vvn a zvn. Dimenzování vnější izolace podle stupně znečištění.

Venkovní elektrická izolace rozvodných zařízení a vedení se navrhuje v závislosti na stupni znečištění (na základě laboratorních zkoušek s umělým znečištěním) a požadovaných lhůtách čištění.

U rozvodných zařízení a venkovních vedení se vnější izolace navrhuje tak, aby nebylo nutné provádět zvláštní provozně-technická opatření a vypínat zařízení častěji, než vyžaduje běžná údržba.

U izolačních závěsů vedení a ve stanicích se nepředpokládá čištění za celou dobu životnosti, u přístrojové izolace ve stanicích se volí varianta čištění nejméně 1 x za 5 let.

Doporučené délky povrchové cesty vnější izolace:

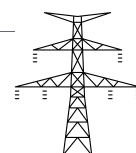
Stupeň znečištění	Zkušební výdržná povrchová vodivost (μS)	Měrná povrchová cesta (mm/kV)	
		Izolační závěsy	Přístroje
I – malé	15	16	20
II – střední	24	20	25
III – silné	36	25	31
IV – velmi silné	50	31	

- ve IV. oblasti se přístroje neinstalují

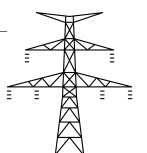
Standardy, kterými se řídí ČEPS při navrhování a zkouškách izolace, jsou:

- ČSN 33 0405 "Navrhování venkovní elektrické izolace podle stupně znečištění"
- ČSN EN 60507 „Zkoušky vysokonapěťových keramických a skleněných izolátorů pro střídavé napětí při umělém znečištění“ ČSN EN 61109: 2009 (idt. IEC 61109: 2008) Izolátory pro venkovní vedení – Kompozitní závěsné a kotevní izolátory pro systémy střídavého napětí se jmenovitým napětím vyšším než 1000 V – Definice, zkušební metody a přijímací kritéria.
- ČSN EN 61952: 2022 (idt. IEC 61952 2008) Izolátory pro venkovní vedení – Kompozitní podpěrné izolátory pro vedení se jmenovitým střídavým napětím vyšším než 1 000 V – Definice, zkušební metody a přijímací kritéria
- ČSN EN 62217: 2013 (idt. IEC 62217: 2013) Polymerové izolátory pro venkovní a vnitřní použití se jmenovitým napětím > 1 000 V – Obecné definice, zkušební metody a přijímací podmínky.

Stupeň znečištění se stanoví metodikou podle ČSN 33 0405 a na základě aktuální plošné mapy stupně znečištění. Podkladem pro tuto mapu je mapa Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) udávající maximální hodnoty poléťavého prachu o velikosti částic 10 μm (PM10), které



nebudou překročeny s pravděpodobností 98 %. Volbu stupně znečištění lze korigovat zkušenostmi s provozem stávající izolace v dané oblasti.



13 Řídicí systémy stanic přenosové soustavy

V této kapitole jsou uvedeny základní technické požadavky na nově instalované ŘS stanic PS.

ŘS stanice musí splňovat komplexní požadavky místního informačního, ovládacího a řídicího systému pro rozvodnu a požadavky kladené na ŘS ze strany dispečerského řízení, tzn. možnost oboustranné komunikace se SDŘS (informační systém i dálkové řízení).

Základním ukazatelem komplexnosti ŘS je počet odboček rozvodny a počet transformátorů a z toho vyplývající počet procesních bodů. Podrobnější specifikace ŘS je uvedena v Technické normě ČEPS TN/31 „*Technická specifikace řídicího systému stanice PS*“.

Z hlediska zajištění vysoké spolehlivosti mají ŘS decentralizovanou, víceúrovňovou a modulární strukturu HW i SW, splňují požadavky na odolnost z hlediska EMC a umožňují ovládání z těchto úrovní:

1. Hlavní nebo záložní dispečerské pracoviště
2. TDC
3. Stanice
4. Pole rozvodny

Základní úrovně ŘS jsou staniční úroveň a úroveň technologie (pole rozvodny, VS apod.). Staniční úroveň zajišťuje funkce SCADA, vnitřní a vnější komunikace, MMI, časovou synchronizaci a logging. Staniční úroveň je zdvojená a pracuje v režimu pohotovostní zálohy.

Úroveň technologie (BCU) zajišťuje ovládací, monitorovací a zabezpečovací funkce (blokování) vykonávané na této úrovni a připojení technologie do ŘS. Technologie může být připojena do ŘS paralelně nebo sériově. Systém chránění je komunikačně integrován do řídicího systému.

Staniční úroveň ŘS je umístěna v centrálním domku. ŘS na úrovni technologie je umístěn v domácích sekundární techniky, případně ve společných prostorech v centrálním domku. V jednom společném prostoru je standardně umístěno zařízení pro dvě pole. V odůvodněných případech může být ve společném prostoru umístěno zařízení pro jiný počet polí.

Komunikace ŘS jsou zajištěny do těchto směrů:

- hlavní dispečerské pracoviště,
- záložní dispečerské pracoviště,
- TDC
- monitorovací systém (prostřednictvím LAN ČEPS),
- systémy automatické regulace napětí (ARN)
- PDS.

