

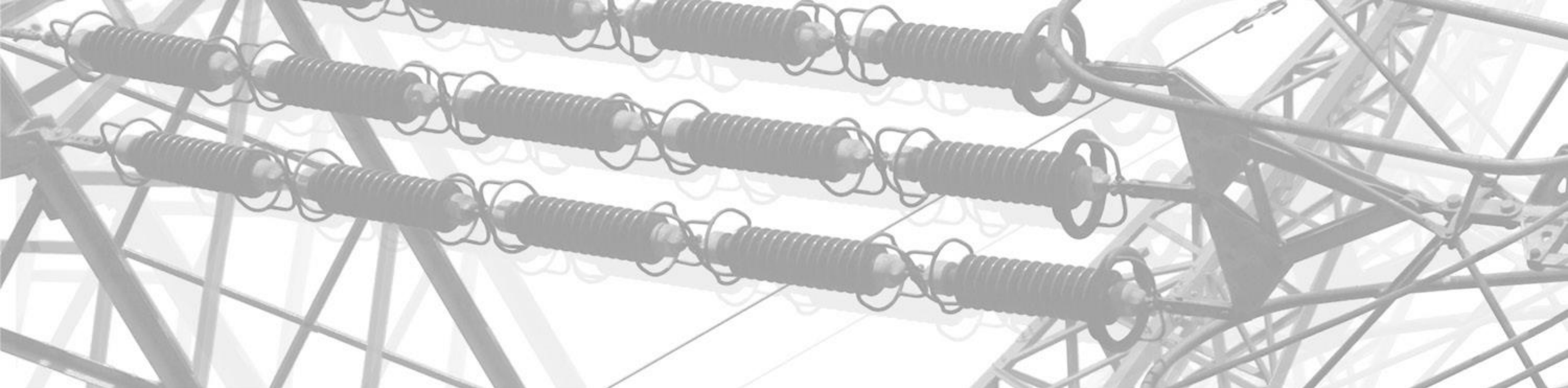


Dispečerské řízení

Vyloučení odpovědnosti

Stanoviska v této prezentaci uvedená či ji doprovázející při ústním podání představují toliko osobní názory autora a nejsou úplným a uceleným výkladem přednášejícího jako odborníka. Informace a rady z této prezentace vyplývající jsou toliko ilustrativní povahy, upravené pro pedagogické účely, a nemají za cíl směřovat posluchače či čtenáře k určitému jednání či nekonání či jej dokonce radou poškozovat. Tato prezentace může obsahovat informace podávané v odhadu, nadsázce či žertu, jakož i jinak nikoliv vážně míněná sdělení. Graficky ztvárněná forma prezentace je z povahy věci komponována heslovitě, útržkovitě a v náznacích a nelze ji tedy vykládat toliko podle tohoto grafického ztvárnění.

Přednášející zároveň prohlašuje, že nemá v úmyslu udílet touto prezentací komukoliv vědomě nesprávné, neúplné či dokonce škodlivé informace nebo rady ve smyslu § 2950 zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, v platném znění.



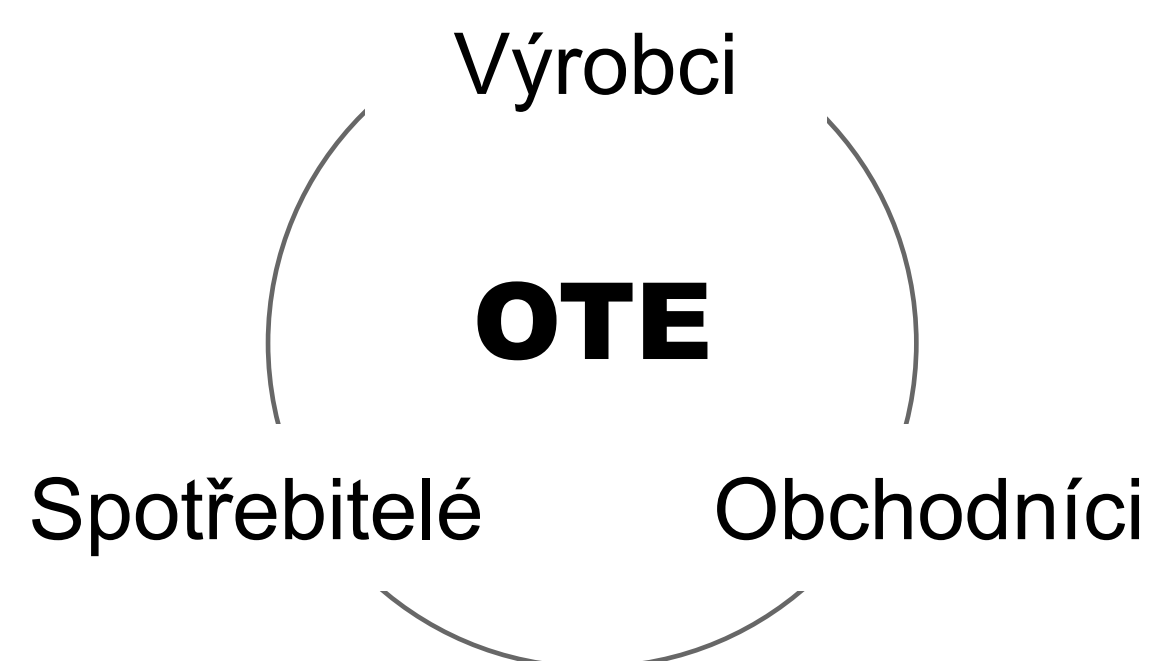
ČEPS a přenosová soustava

Základní informace o ČEPS, a.s.

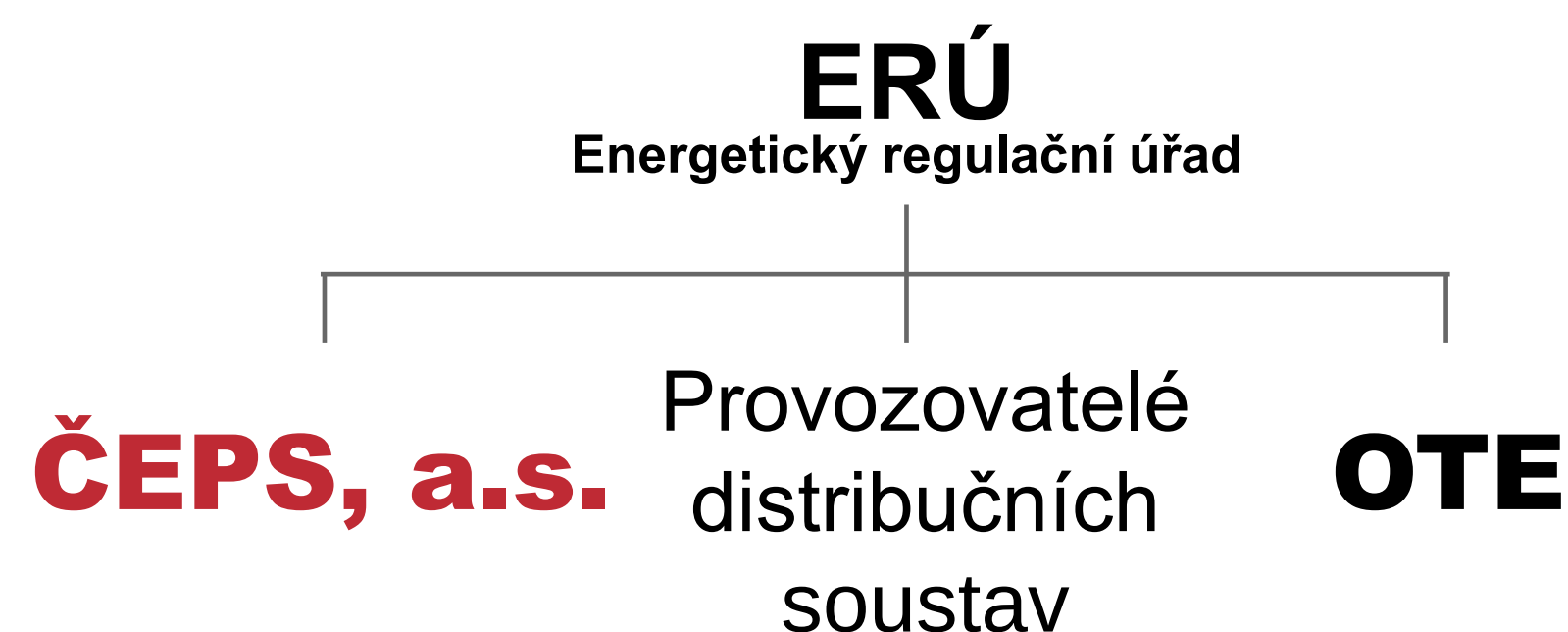
- **Výhradní provozovatel přenosové soustavy ČR**
- Jediným akcionářem je ČR (MPO)
- Provozuje, udržuje a rozvíjí přenosovou soustavu ČR
- Zajišťuje přenos elektřiny od výrobce do místa odběru v rámci přenosové soustavy i pro přeshraniční obchody
= přenosové služby
- Zajišťuje dispečerské řízení PS, kvalitu dodávky elektřiny na úrovni PS, vyrovnanou bilanci a obnovu soustavy po poruše
= systémové služby (SyS)
 - Pro zajištění SyS nakupuje **podpůrné služby (PpS)**

Struktura trhu s elektřinou v ČR

Obchodování silové elektřiny



Regulované subjekty



Fyzická dodávka

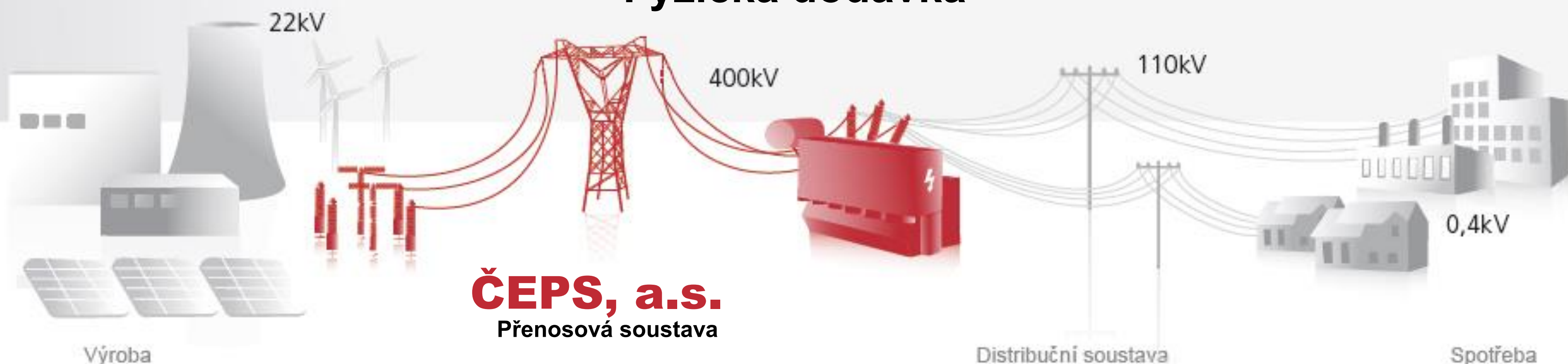
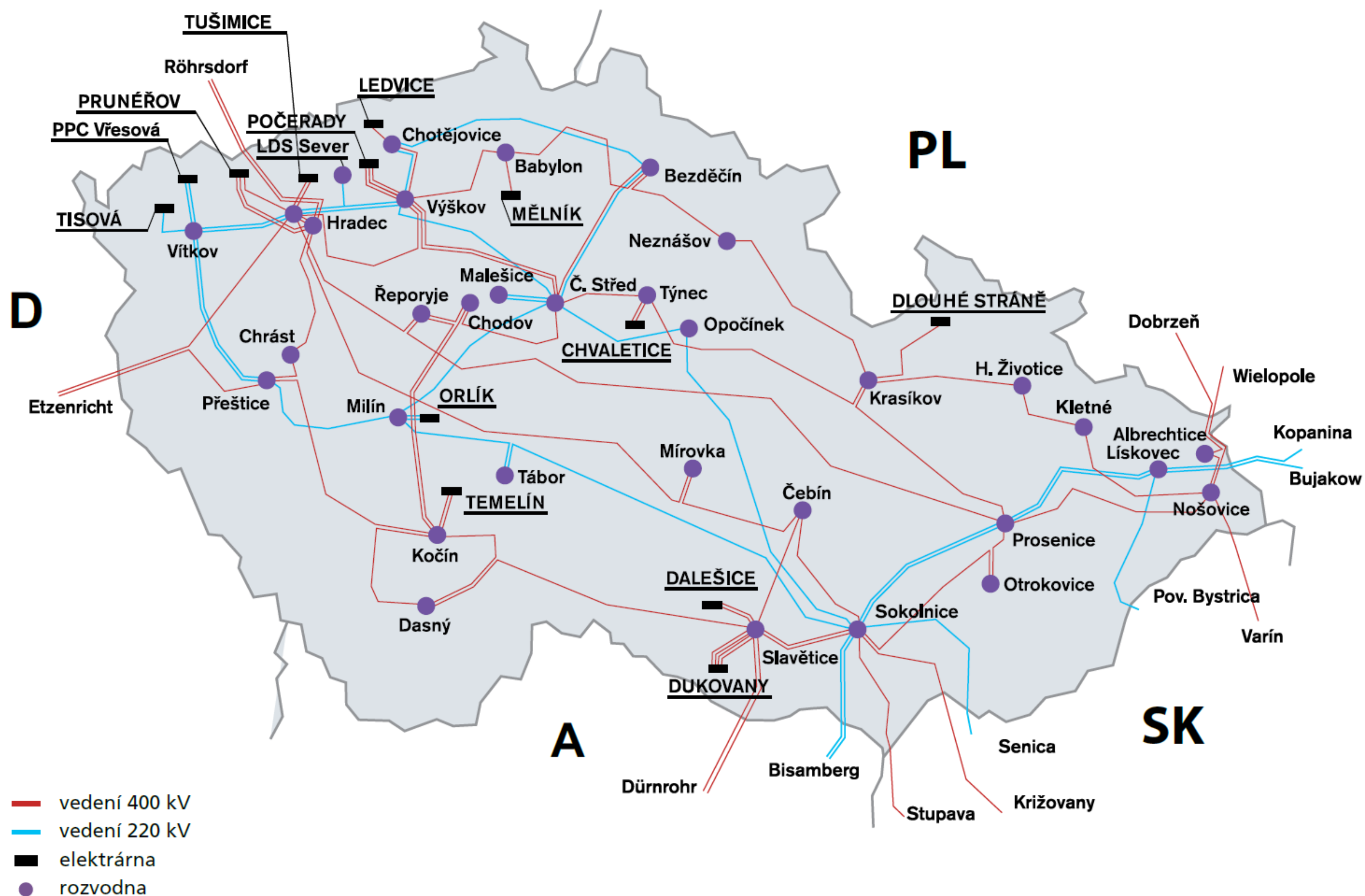
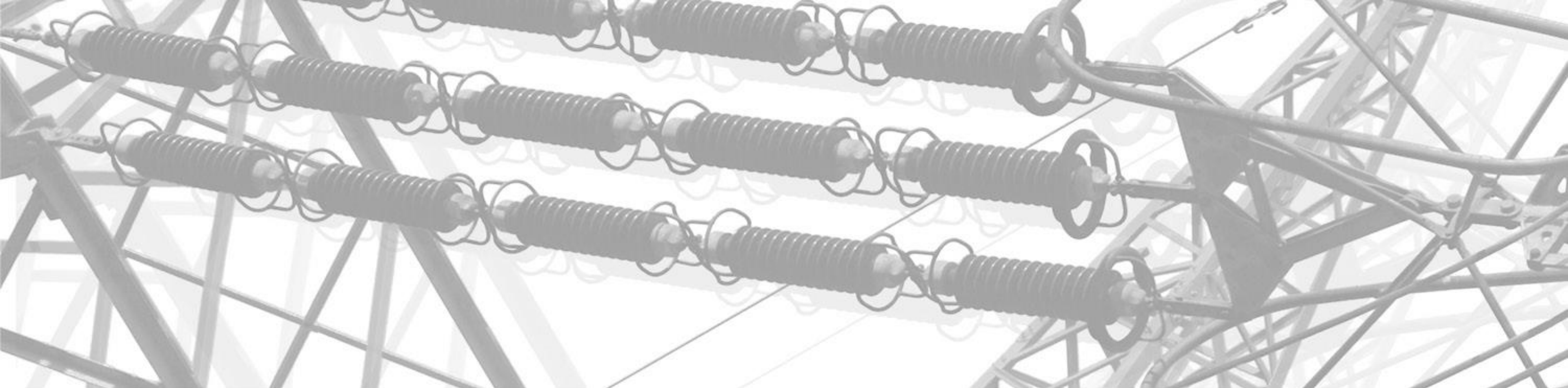


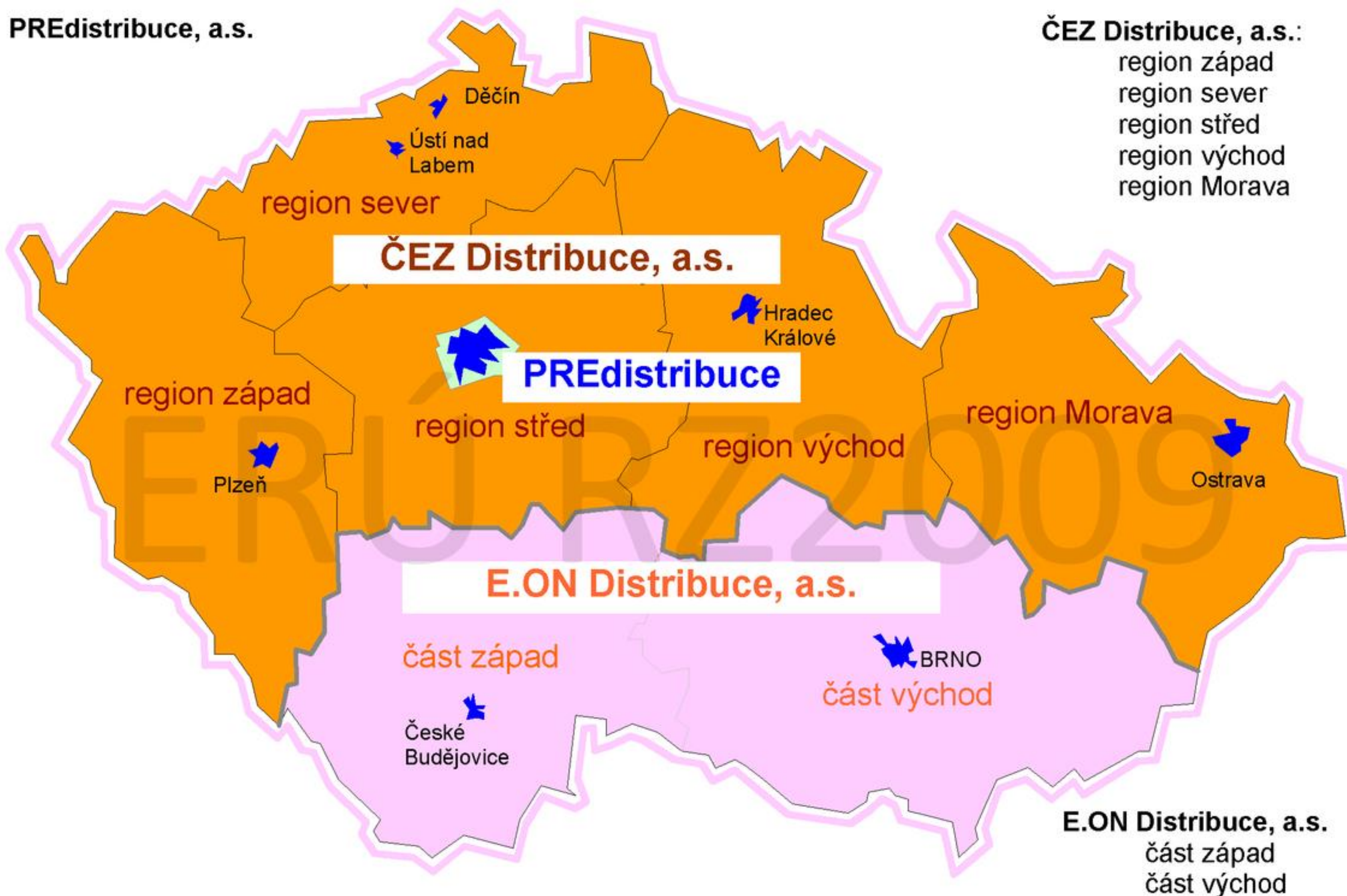
Schéma sítí 400 a 220 kV





Naši partneři v ČR i v zahraničí

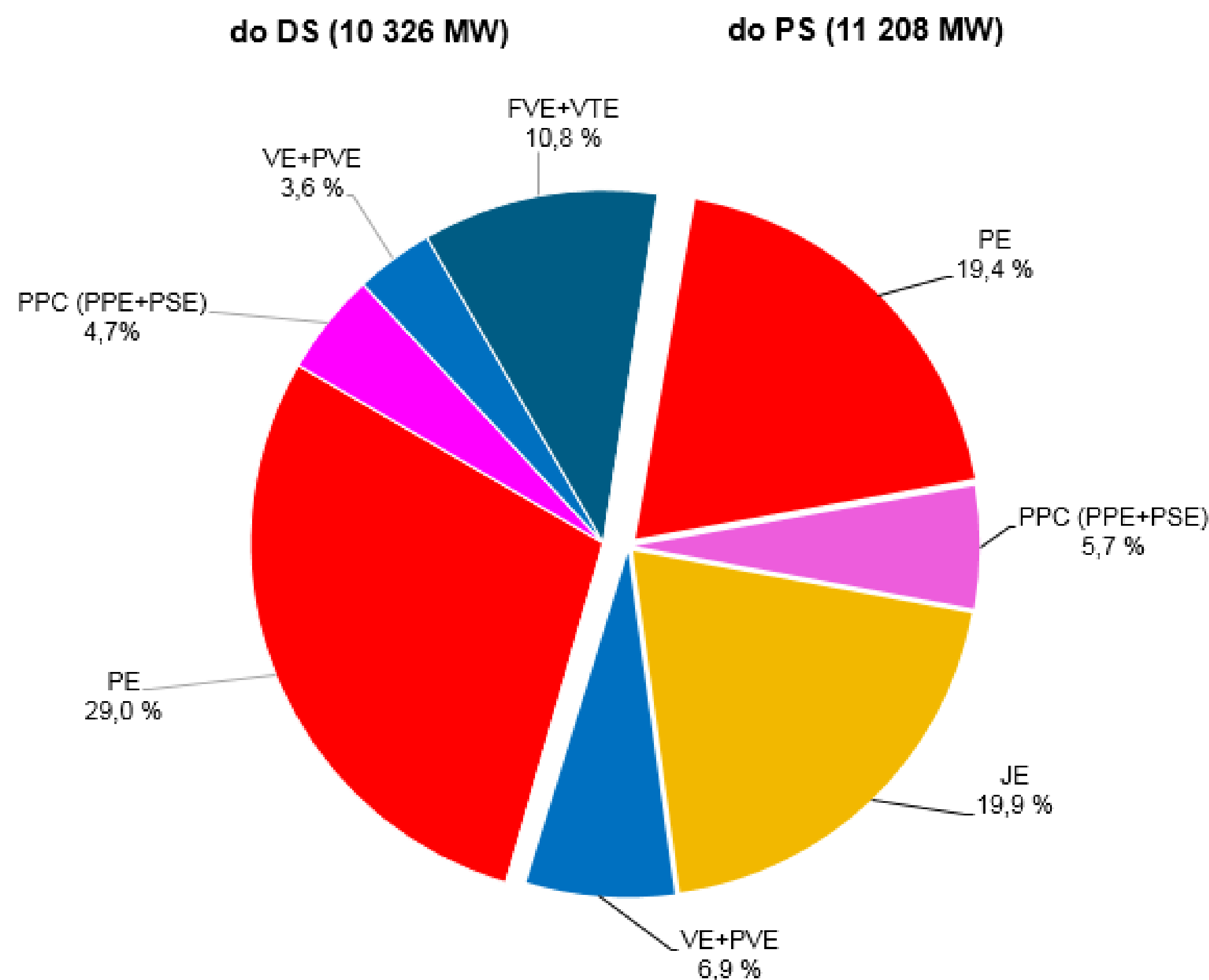
Provozovatelé DS ČEPS



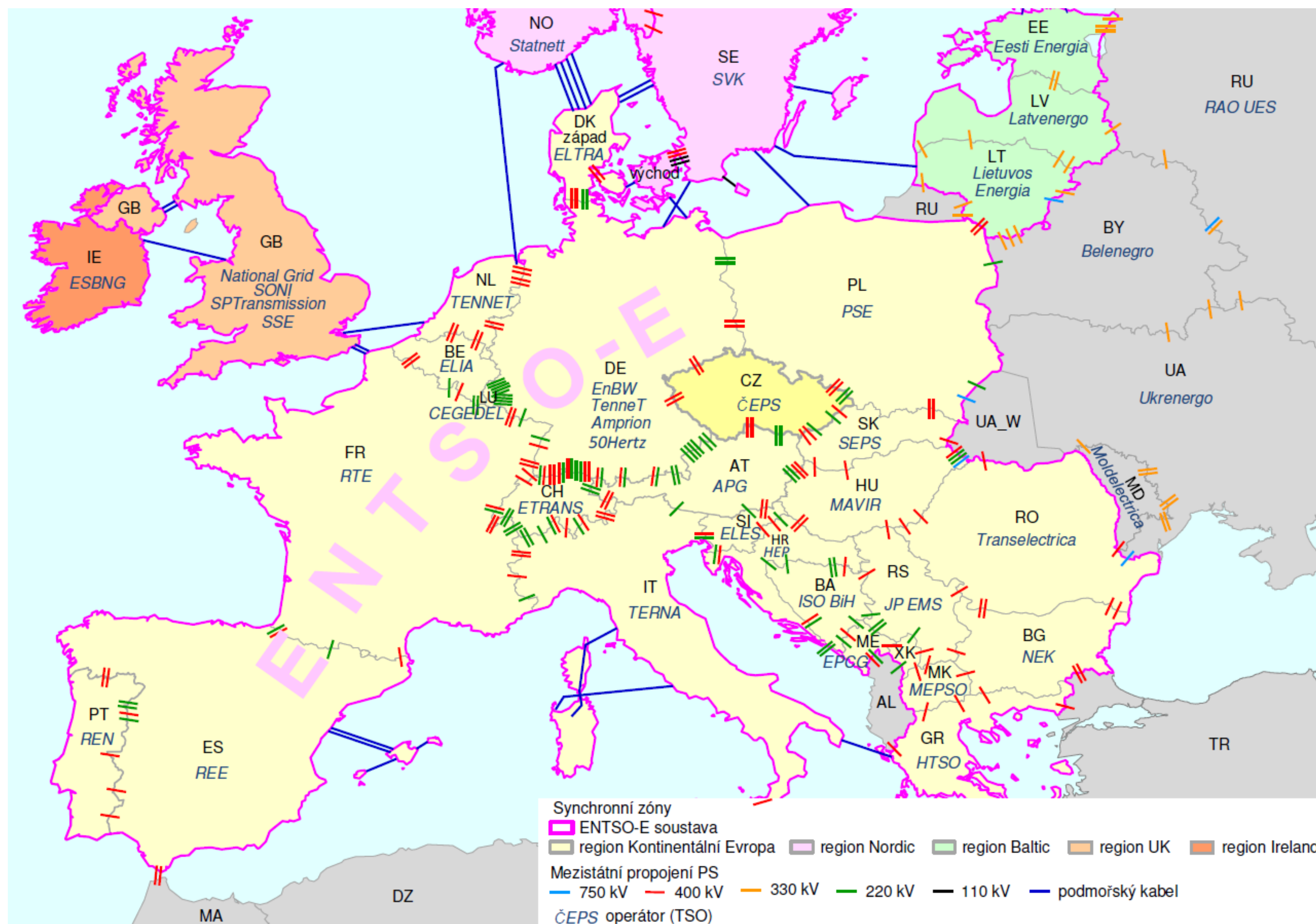
Vyznačení územní působnosti distribučních společností

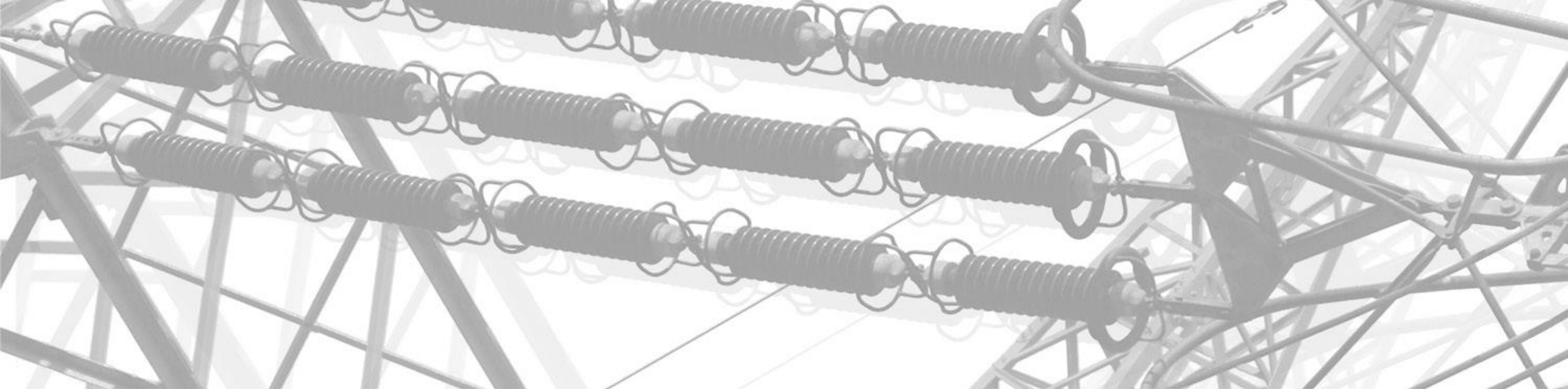
Elektrárny

- Elektrárny lze dělit
 - Dle napěťových hladin připojení
 - Dle použité technologie
- Podmínky pro připojení v síťovém kodexu
 - Co musí splňovat před a během provozu



ENTSO-E a synchronní zóny





Dispečerské řízení

- Příprava provozu
- Hodnocení provozu
- Operativní řízení provozu

Příprava provozu

■ Příprava provozu sítí

- Připravuje plány vypínání zařízení PS s ohledem na její bezpečný a spolehlivý provoz
- Koordinace požadavků na práce s plány partnerů

■ Příprava provozu podpůrných služeb

- Řeší záležitosti spojené s udržováním výkonové bilance (výroba, spotřeba, podpůrné služby,...)

■ Zabezpečení provozu

- Zaměřuje se na předpověď možných přetížení prvků PS

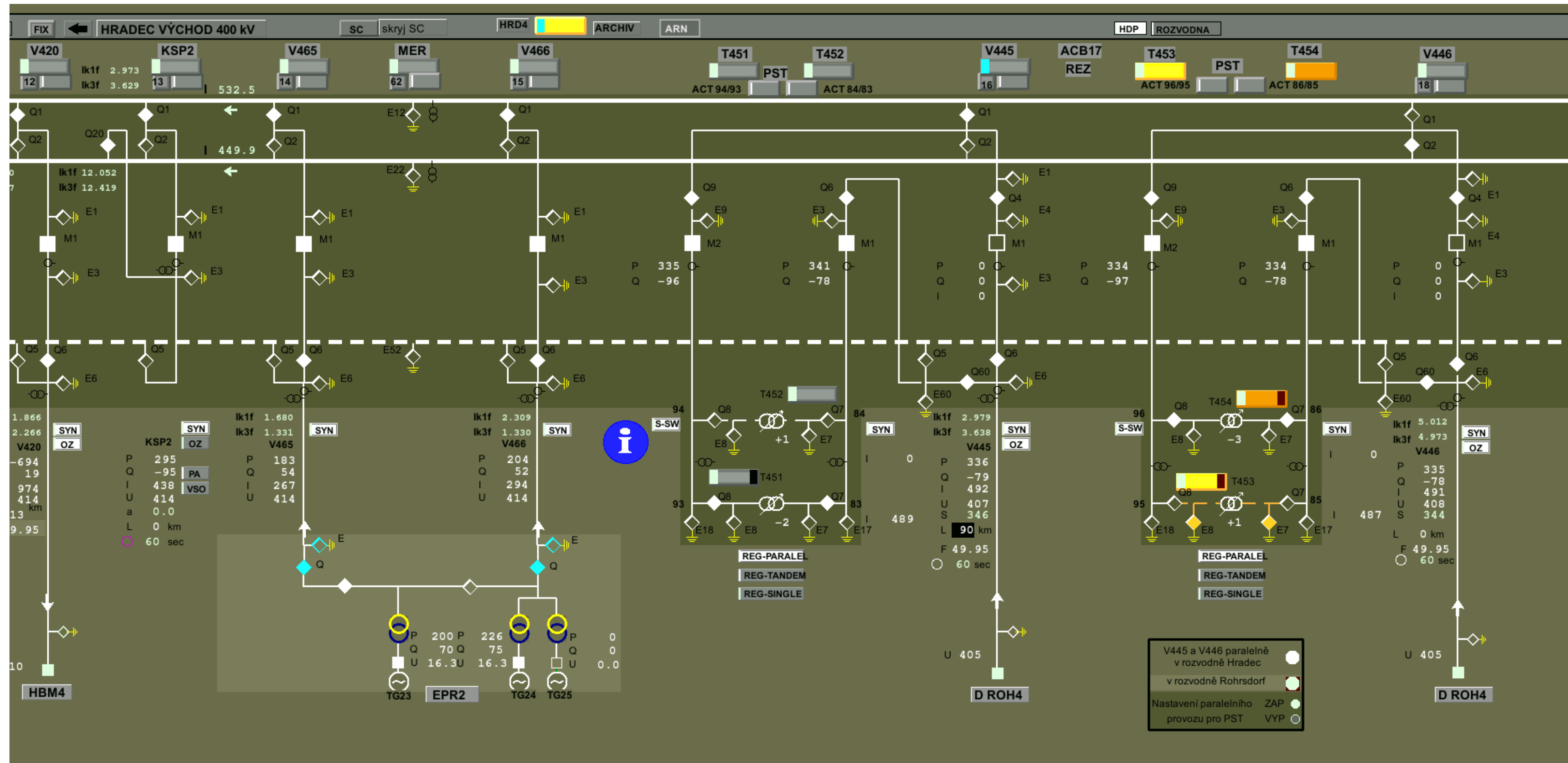
Hodnocení provozu

- Účelem je:
 - Hodnocení provozu přenosové soustavy – frekvence, napětí, toky a N-1,...
 - Hodnocení podpůrných služeb
 - Hodnocení zahraničních výměn
- Slouží jak pro účely ČEPS, tak i pro další subjekty (MPO, ERÚ, ENTSO-E,...)

Operativní řízení

- Zajišťují dispečeri 24/7
 - Spolupracují s partnery v ČR i v zahraničí
- Realizace přípravy provozu
 - Programované manipulace
 - Realizace zkoušek
- Udržování výkonové rovnováhy (PpS)
- Řízení toků, plnění N-1
- Řízení U (380-420 kV; 210-240 kV) a Q (PpS)
- Řešení poruchových stavů
 - Operativní manipulace
 - Obnova soustavy po rozsáhlé poruše

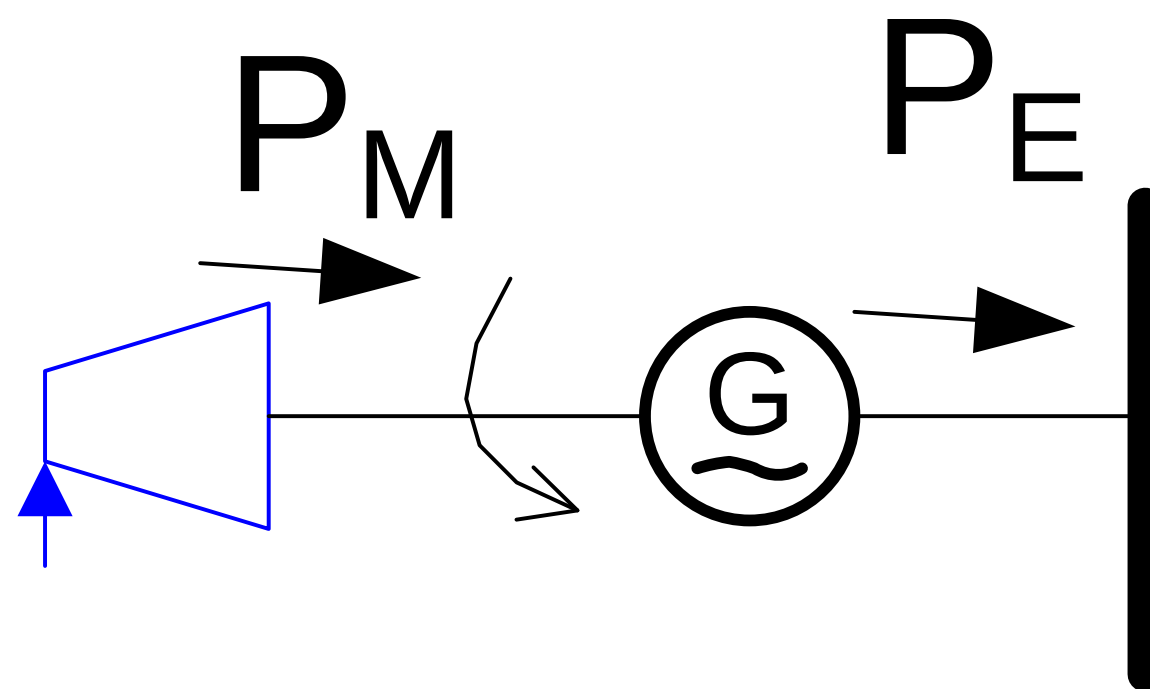
Řízení sítí z pohledu dispečera



Udržování výkonové rovnováhy

- Udržování výkonové rovnováhy je fundamentálním požadavkem spolehlivého provozu propojených ES
- V rámci synchronní soustavy se nerovnováha mezi výrobou a spotřebou (+ ztrátami a toky do jiných synchronních oblastí) projevuje změnou frekvence
- Každý PPS si hlídá své ACE (Area control error) = odchylku skutečného od plánovaného salda (korigovanou o PR), která by měla být nulová, a tak minimalizuje svůj podíl na celkové odchylce frekvence

Frekvenční stabilita

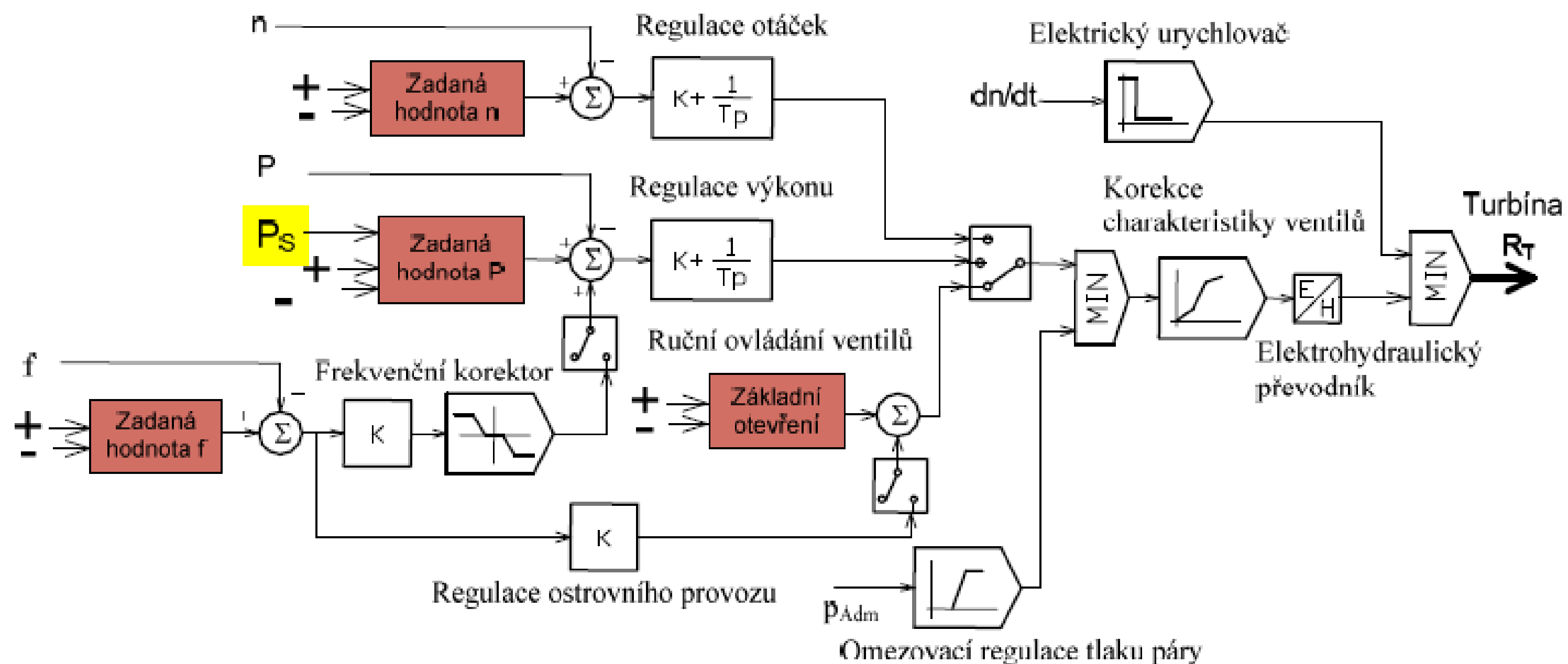


$$J \frac{d\omega}{dt} = M_{mech} - M_{el}$$

$$T_M \frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{P_{mech} - P_{el}}{S_n}$$

$$T_M = J \frac{\omega_M^2}{S_N}$$

Regulátor turbíny tepelných elektráren



Obecné schéma regulátoru parní turbíny

Režimy regulátorů turbíny parních elektráren

- **Režim regulátoru turbíny se volí přepnutím mezi:**
 - Regulací otáček
 - P regulace ROP
 - PI regulace v režimu separát (v PS ČR jen EORK a EDAL)
 - Tzn. při najíždění ze tmy při obnově soustavy (blackstart)
 - PI regulace klasického najíždění
 - Regulací výkonu
 - PI regulace na zadaný výkon (např. Pdg)
 - P regulace u PR (korektor frekvence)
 - Předtlakovou regulací (PI regulace tlaku za PG)
 - Ručním řízením - operátor přímo tlačítky +/- řídí otevření RV
- **Regulátor má další – ochranné a stabilizační – prvky:**
 - Elektrický urychlovač – při odpojení bloku od sítě nebo příliš velké změně otáček uzavře RV = chrání TG
 - Omezovací regulace tlaku
 - Omezovací regulace teploty

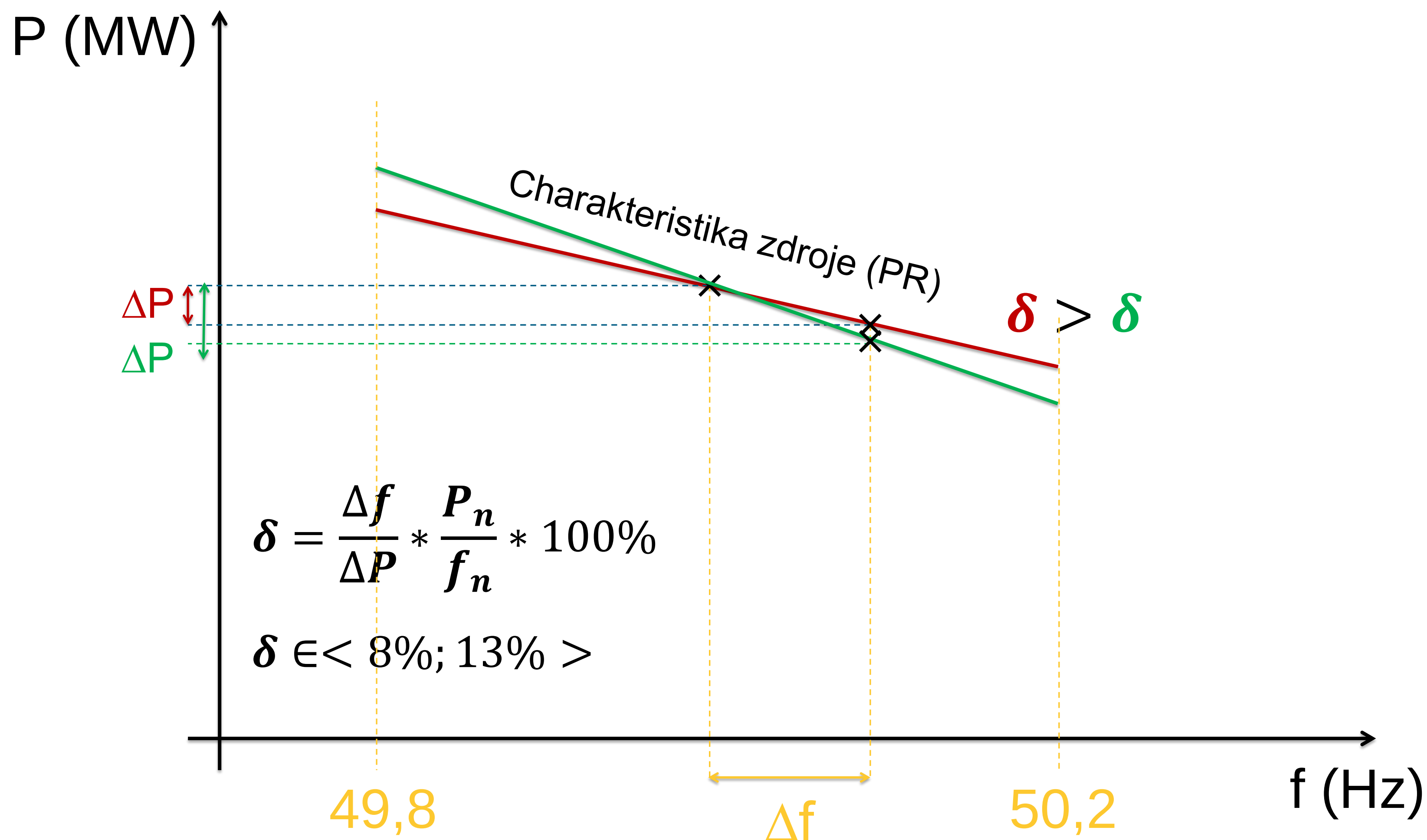
Podpůrné služby

- Činnosti, které ČEPS nakupuje u elektráren, aby si zajistil plnění Systémových služeb
- **Bilanční:**
 - Primární regulace frekvence (PR)
 - Sekundární regulace frekvence a činných výkonů (SR)
 - Minutová záloha
 - 5minutová kladná
 - 15minutová kladná
 - 15minutová záporná
 - Snížení výkonu a Možné snížení výkonu
- **Napětí:**
 - Sekundární regulace napětí a jalových výkonů
- **Obnova soustavy**
 - Schopnost ostrovního provozu
 - Schopnost najetí ze tmy (blackstart)

Primární regulace frekvence (PR)

- Implementována přímo v regulátoru turbíny elektrárny
 - Ta mění svůj výkon poměrně k odchylce frekvence od zadané hodnoty
- Úkolem je zastavit pokles/nárůst frekvence při výkonové nerovnováze, celý požadovaný výkon musí být uvolněn do 30 s
- V synchronní soustavě platí tzv. princip solidarity – na regulaci frekvenční odchylky, která vznikla v jedné z ES, se podílejí i PR bloků v zahraničí

Primární regulace



Sekundární regulace f a P (SR)

- Slouží k navrácení frekvence zpět na žádanou hodnotu 50Hz a obnově rozsahu PR:

$$ACE = \Delta P - K * \Delta f$$

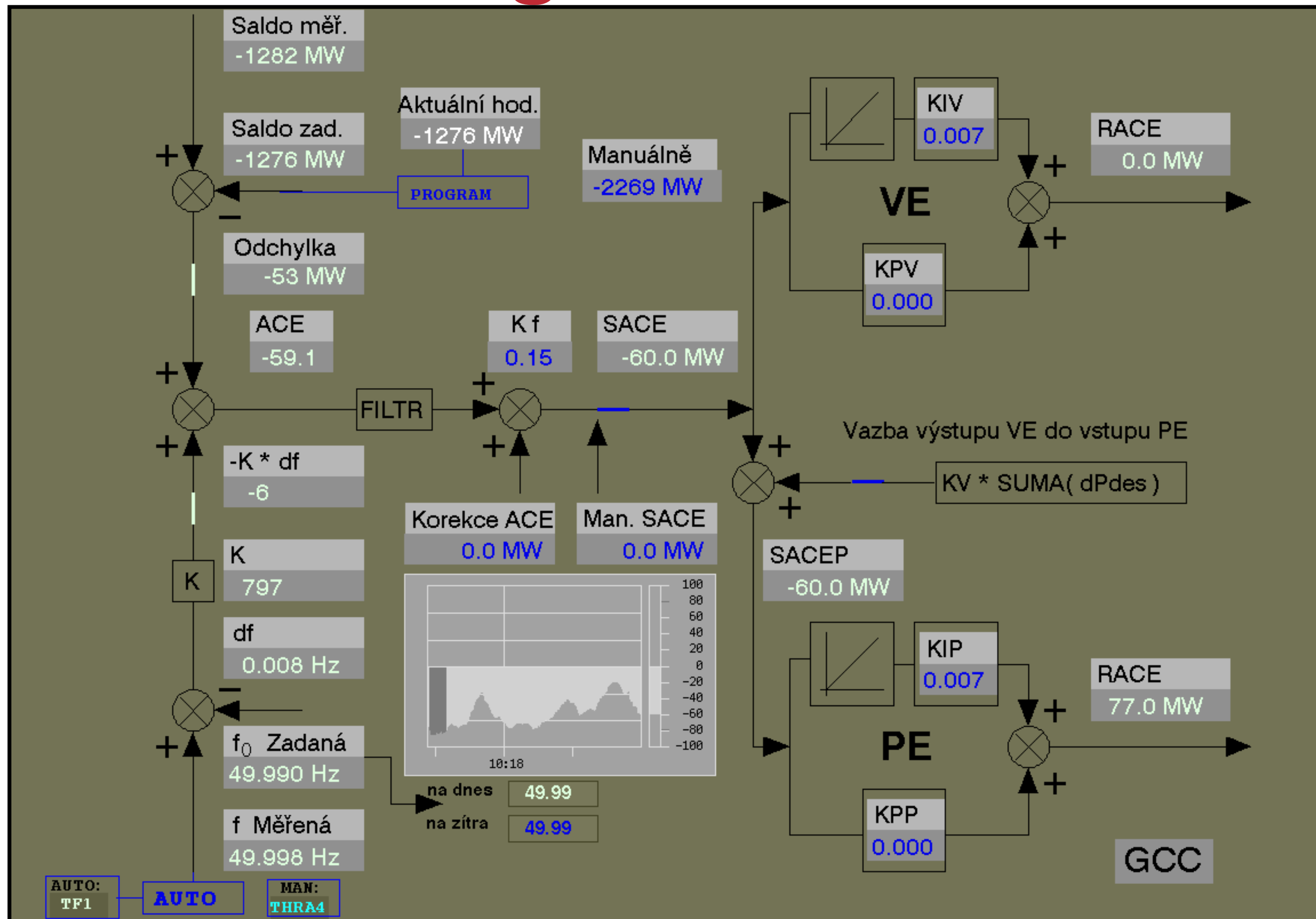
ΔP = rozdíl skutečného a plánovaného salda

K = výkonové číslo (MW/Hz)

Δf = rozdíl skutečné a zadané frekvence

- Požadovaný výkon je odesílán na elektrárny z regulátoru v ŘS ČEPS, aktivace do 10 minut
- V synchronní soustavě obnoví regulační rozsah PR
- Platí princip neintervence – odchylku frekvence nebo salda si musí vyregulovat ta ES, kde tato odchylka vznikla

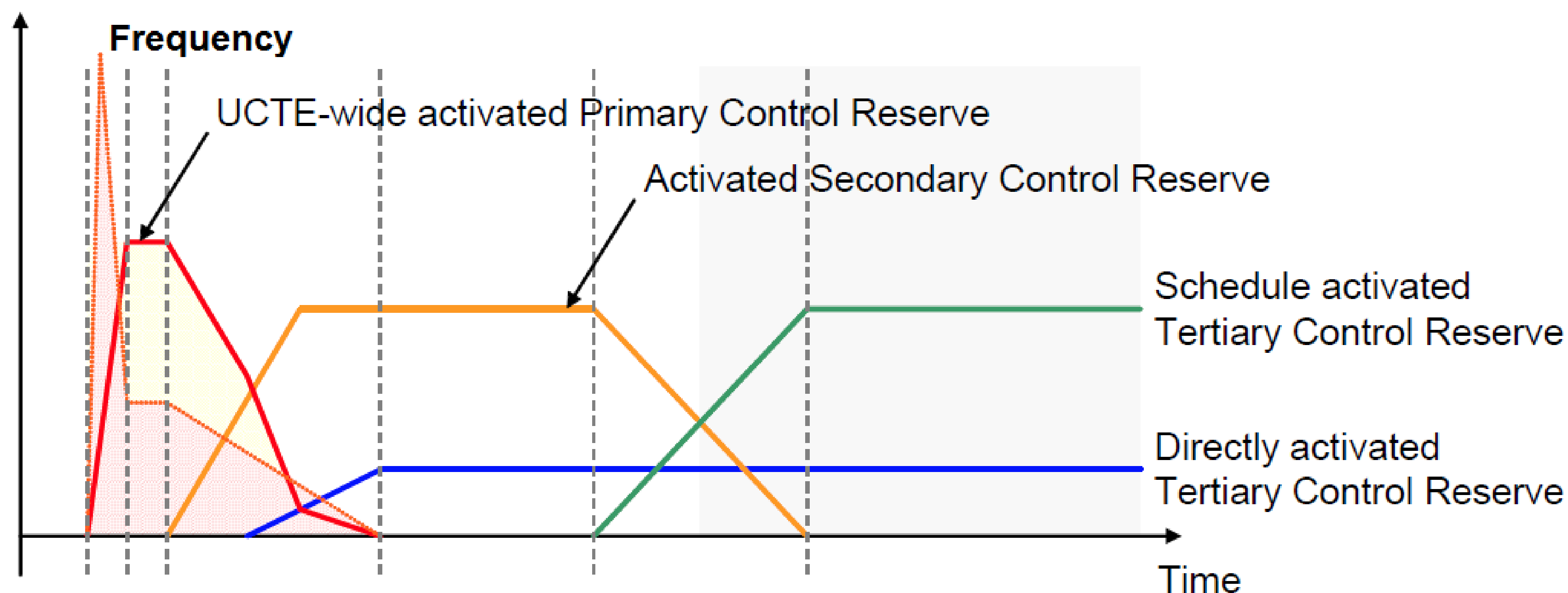
Sekundární regulace - LFC ČEPS



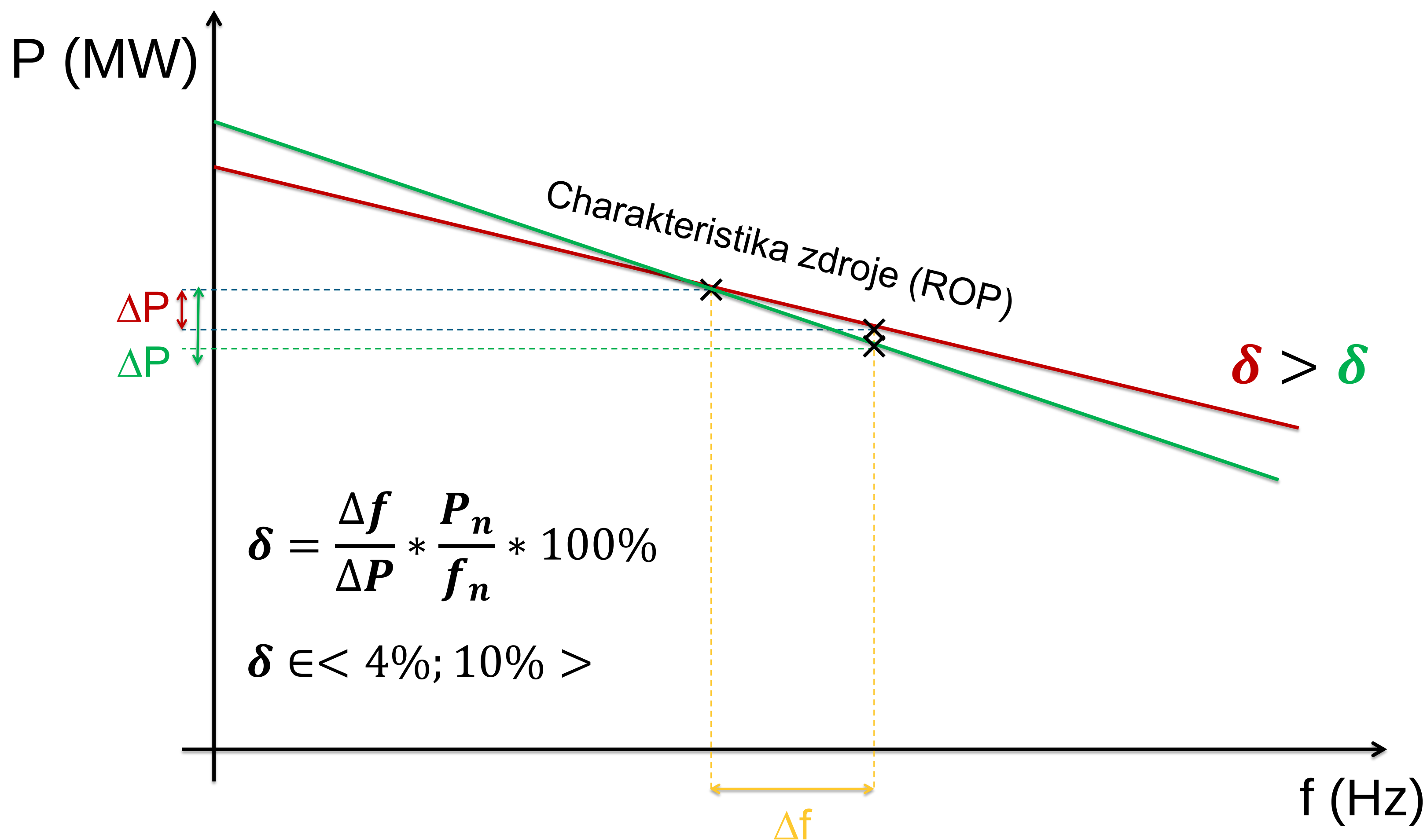
Minutová záloha (MZt)

- Slouží k obnovení rezervy SR a/nebo vyrovnaní odchylky, na kterou samotná SR nestačí
- Aktivována povelom dispečera ČEPS z ŘS
- Podle rychlosti aktivace a zvýšení / snížení výkonu se rozděluje jako:
 - 5minutová kladná – aktivovaná do 5 minut, tepelné a vodní elektrárny
 - 15minutová kladná – zvýšení výkonu, aktivovaná do 15 minut, tepelné elektrárny
 - 15minutová záporná – snížení výkonu, aktivovaná do 15 minut, tepelné elektrárny

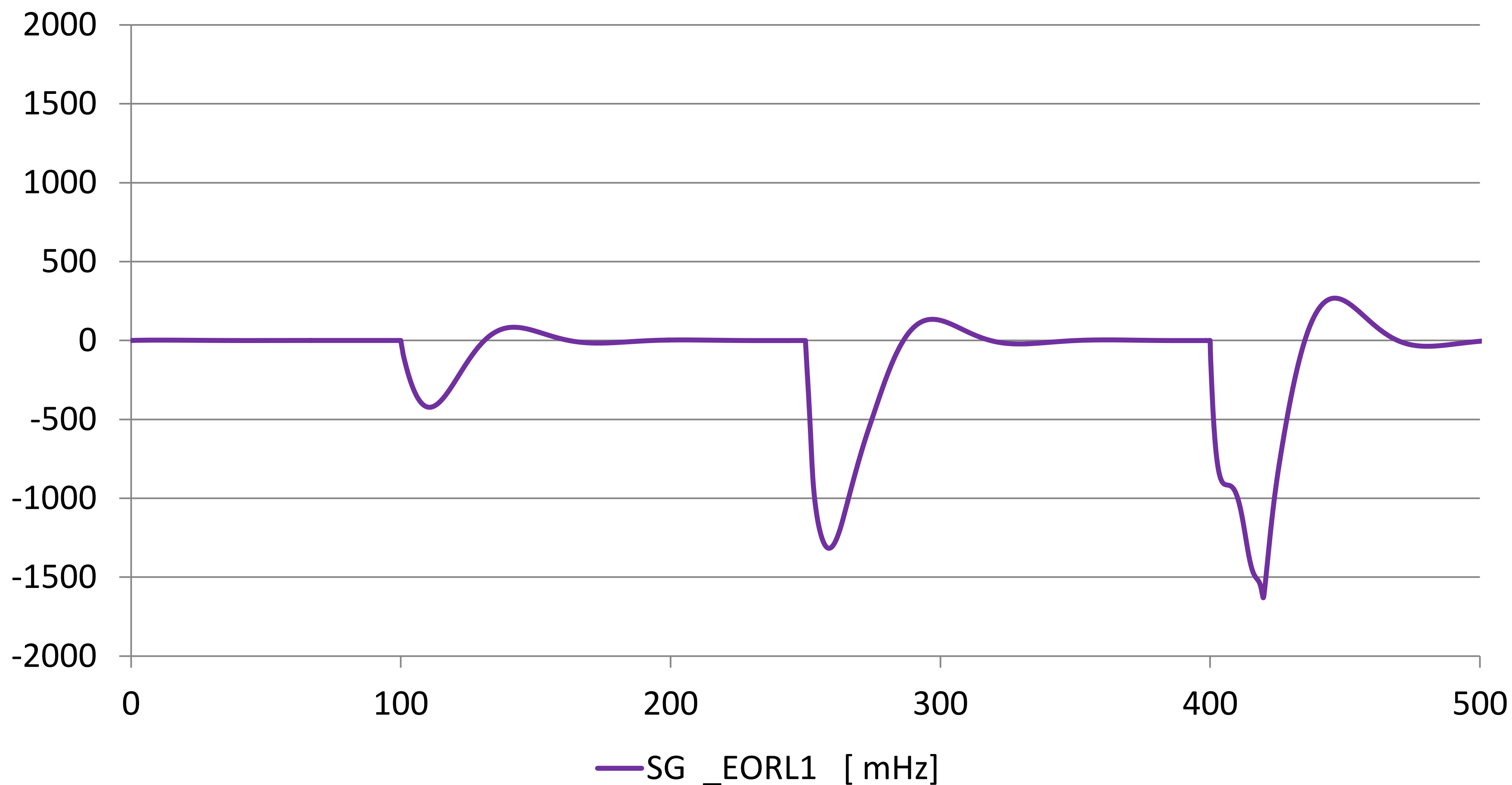
Součinnost PR, SR a MZ



Regulace ROP



Režim separát - připojování zátěže (E Orlík)



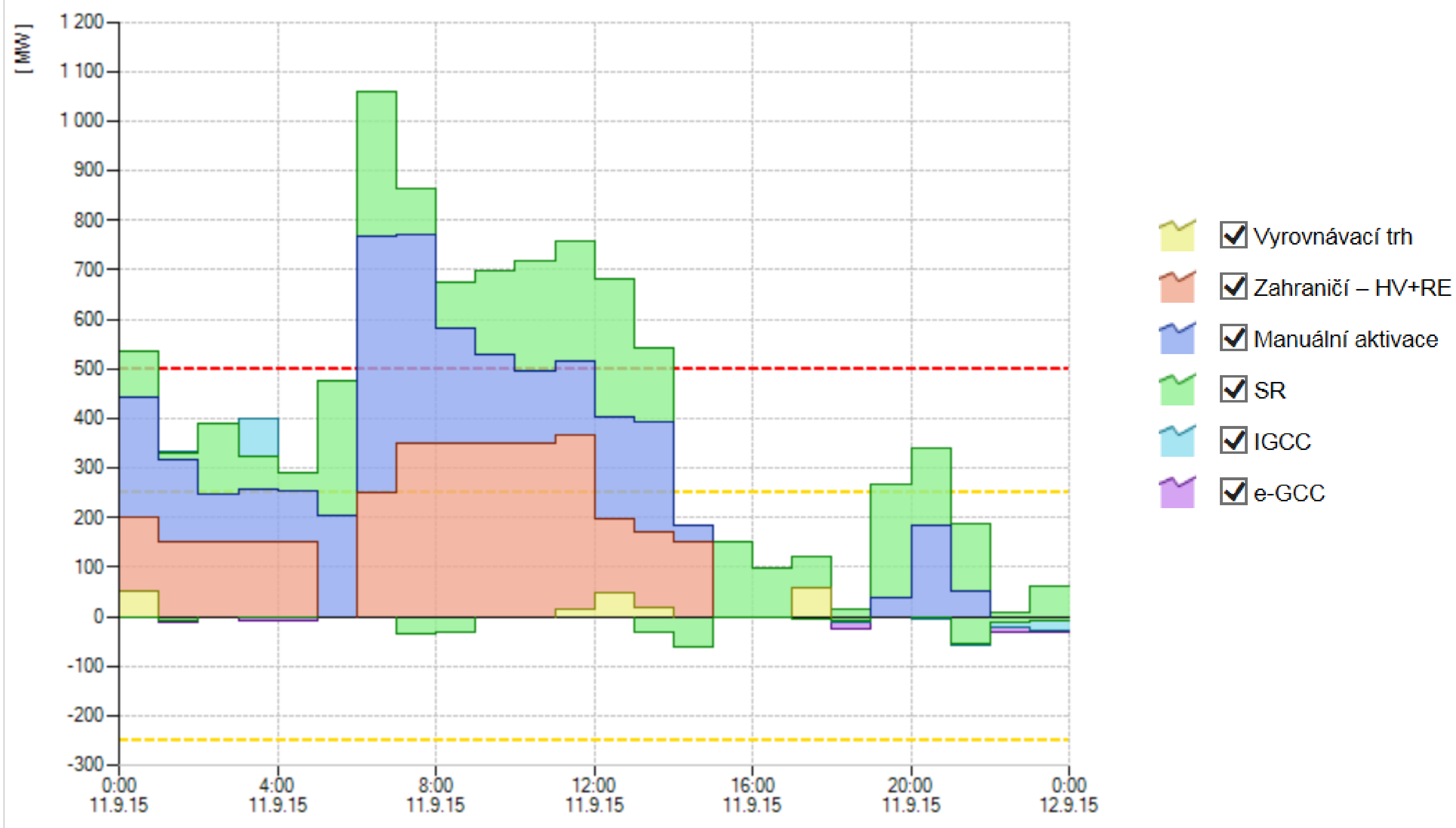
Dále pro udržení vyrovnané bilance používáme...

- GCC
- Vyrovnávací trh
- Operativní dodávka elektřiny z/do zahraničí
- Havarijní výpomoc

Aktivace PpS 11.9.2015

výpadek B2 ETE

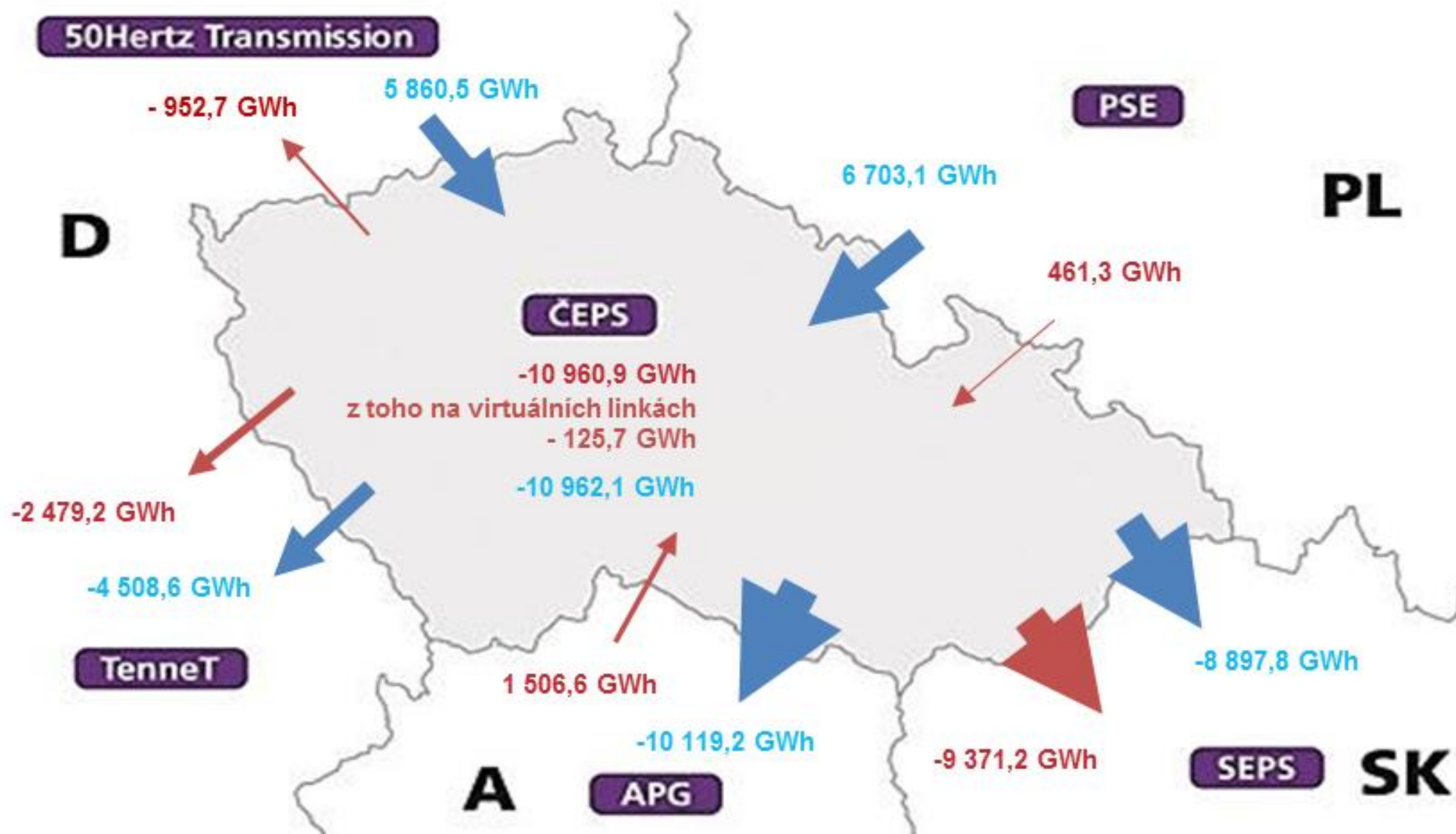
Aktivace PpS - složky, hodinové průměry



Řízení toků v PS

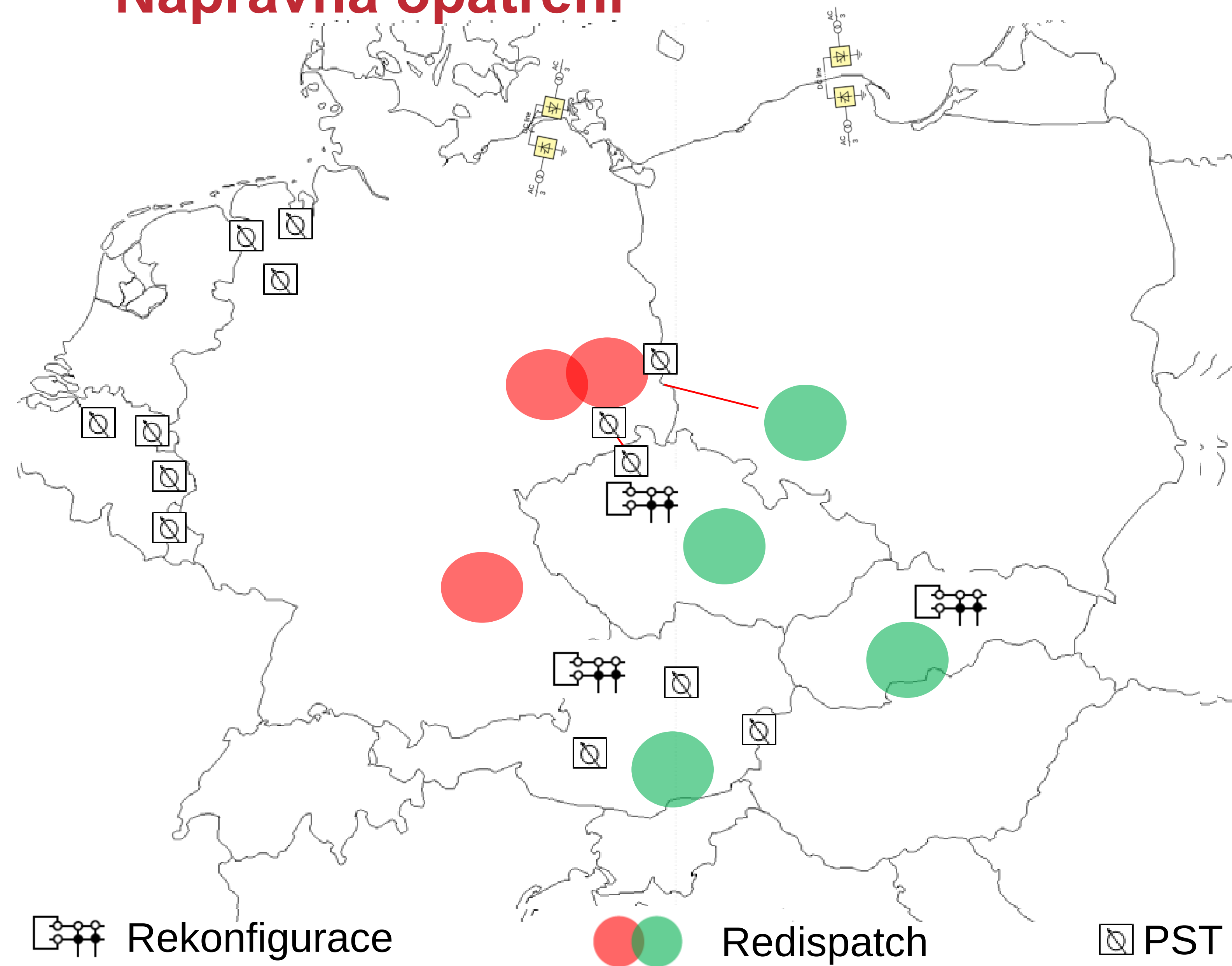
- **Kritérium N-1** – výpadek jakéhokoli prvku v ES nesmí způsobit přetížení jiného prvku v ES
- K problémům dochází při:
 - Oslabené síti (hodně vypnutých zařízení)
 - Velké koncentraci výroby (SZ Čechy, S Německo)
 - Rozdílech mezi plánovanými a skutečnými toky

Obchod X skutečnost kruhové toky



- Plánované výměny přes přenosovou soustavu, zahrnuté do regulačního salda ČR
- Skutečné výměny přes přenosovou soustavu, zahrnuté do regulačního salda ČR

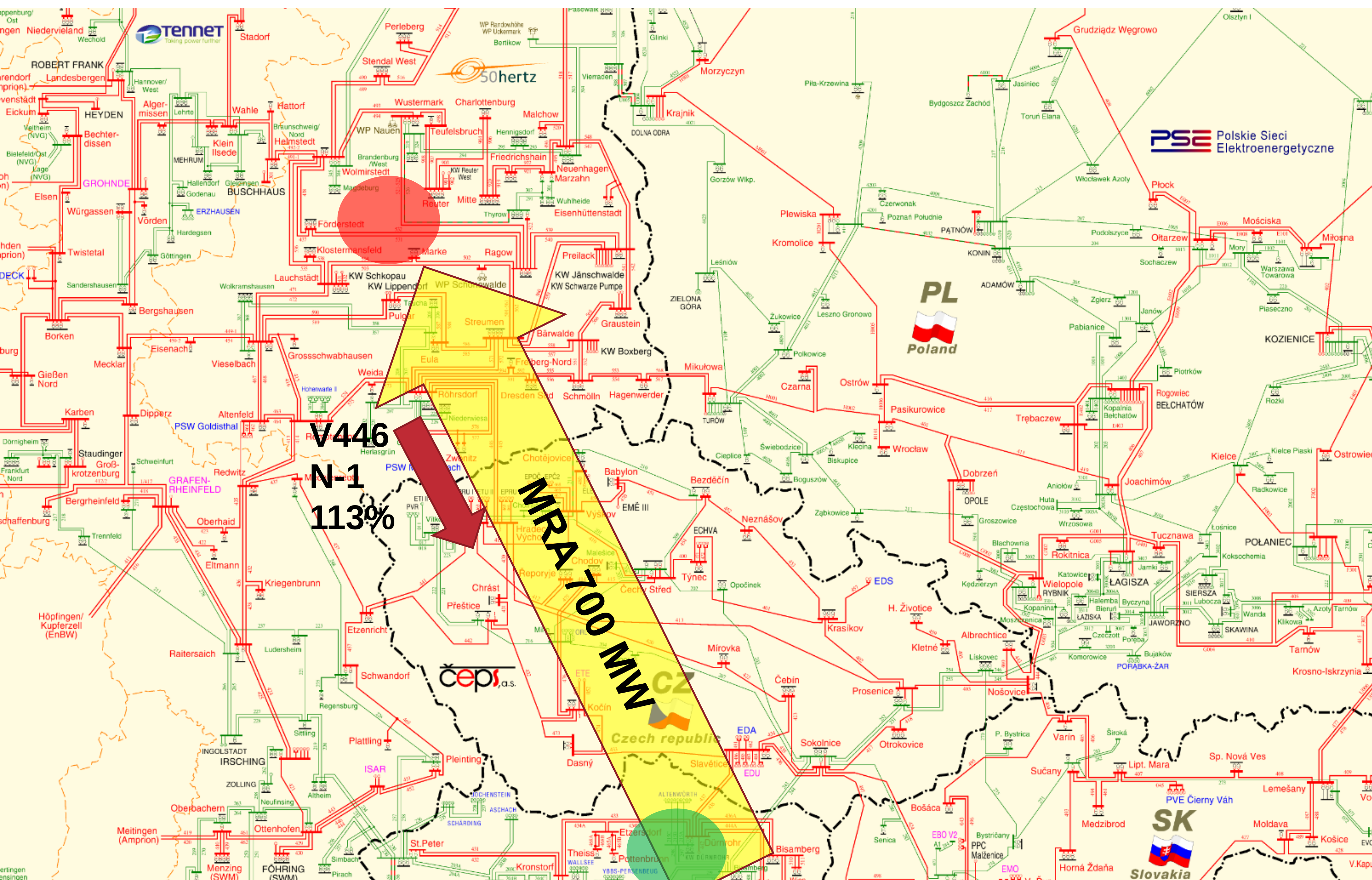
Nápravná opatření



Redispečink (RD)

- Zvýšení výkonu bloku(ů) v jedné oblasti a snížení v jiné oblasti
 - Snížení toku P mezi těmito oblastmi
 - Zachování bilance výroba X spotřeba
- Vnitrostátní RD
 - Zpravidla pro řešení vnitřních neplnění N-1
- Přeshraniční RD – mezi dvěma sousedními PPS
 - Např. ČR-DE pro snížení toku na společném profilu
- MRA (multilateral remedial action)
 - Tři a více účastníků (PPS)

MRA 700 MW



PST v rozvodně Hradec u Kadaně

- Velikost činného výkonu na vedení závisí především na úhlu mezi napětími na obou stranách vedení
- PST zachovává napětí, ale mění úhel
- 4 jednotky (každá 850 MVA, reg. ú. $\pm 30^\circ$, ± 33 odb.)



Regionální koordinátor TSC

- ČEPS je zakládajícím členem TSC
- V TSC koordinuje nápravná opatření s TSO na východ od DE
 - Na den dopředu (D-1)
 - V rámci dne (intraday)
- Cílem je:
 - dodržení kritérií bezpečného provozu, zejména N-1;
 - optimalizace nápravných opatření (minimalizace nákladů).
- Dle nové legislativy se výčet služeb TSC rozšíří

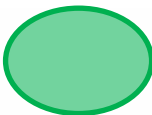
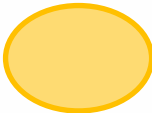


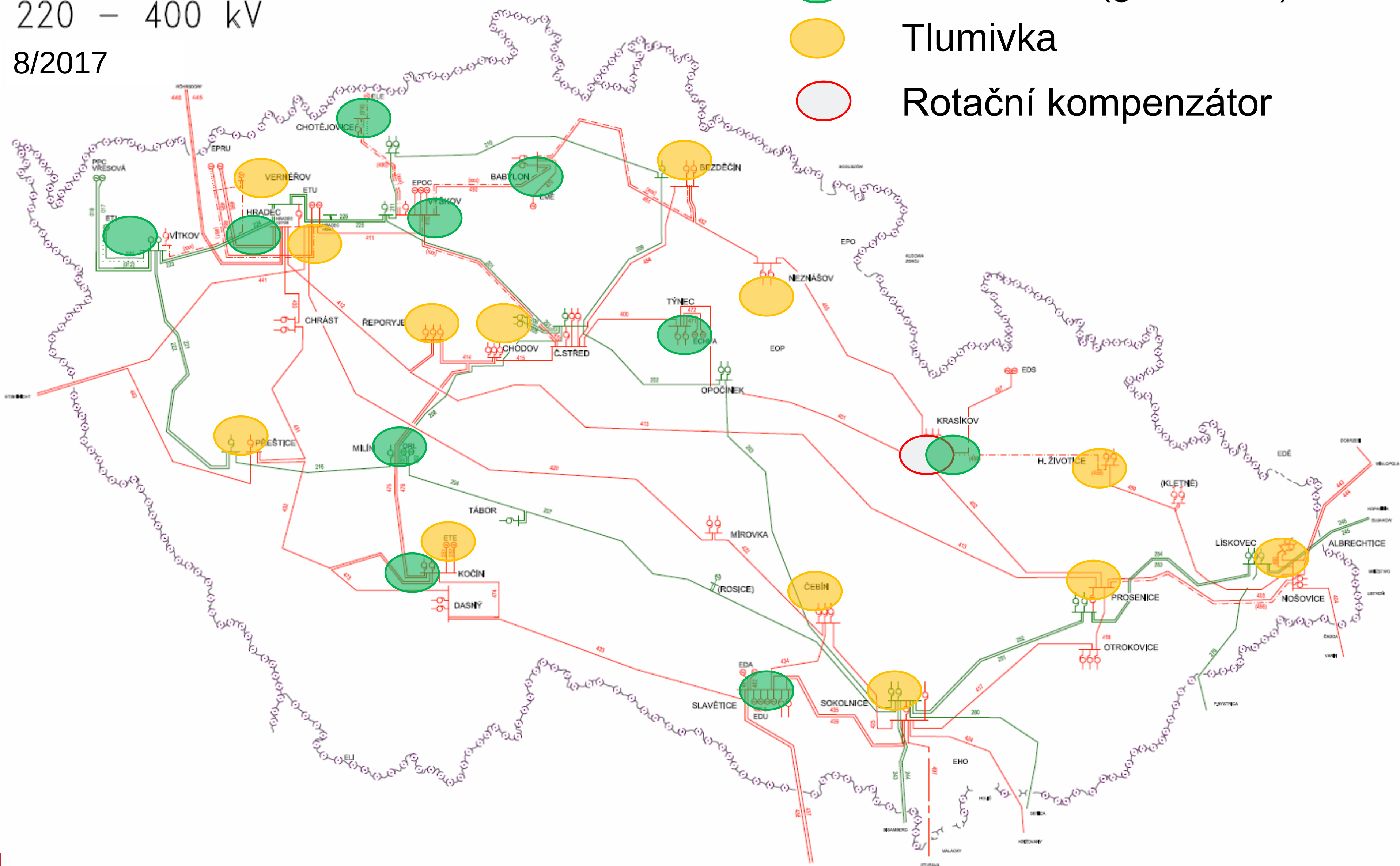
- Cíl – zabezpečit bezpečný, spolehlivý a hospodárný provoz ve vztahu v řízení U/Q
 - Napětí v celé PS v rozsahu (380-420 kV, 210-240kV)
 - Držet přetoky Q po hraničních vedení v mezích
 - Minimalizovat ztráty v PS + udržovat dostatečné rezervy Q
- Prostředky
 - Změna buzení generátorů v pilotních uzly
 - Změna odboček transformátorů
 - Využití tlumivek
 - Vypínání málo zatížených vedení (typicky V413)
 - Kompenzační provoz PVE (EDS, EDA)
 - Redispečink

Rozmístění kompenzačních prostředků

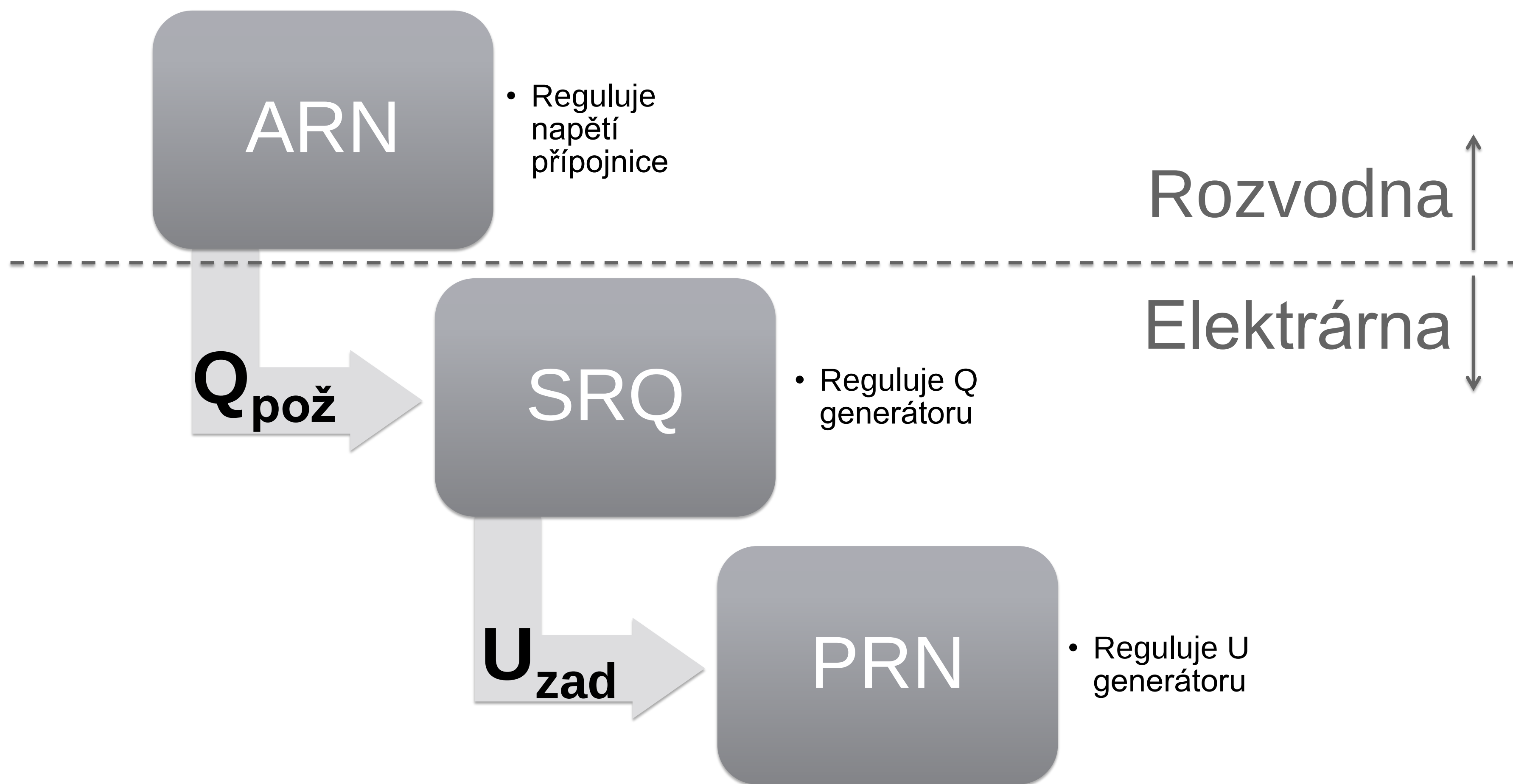
SCHÉMA PŘENOSOVÝCH SÍTÍ ČR
220 – 400 kV

8/2017

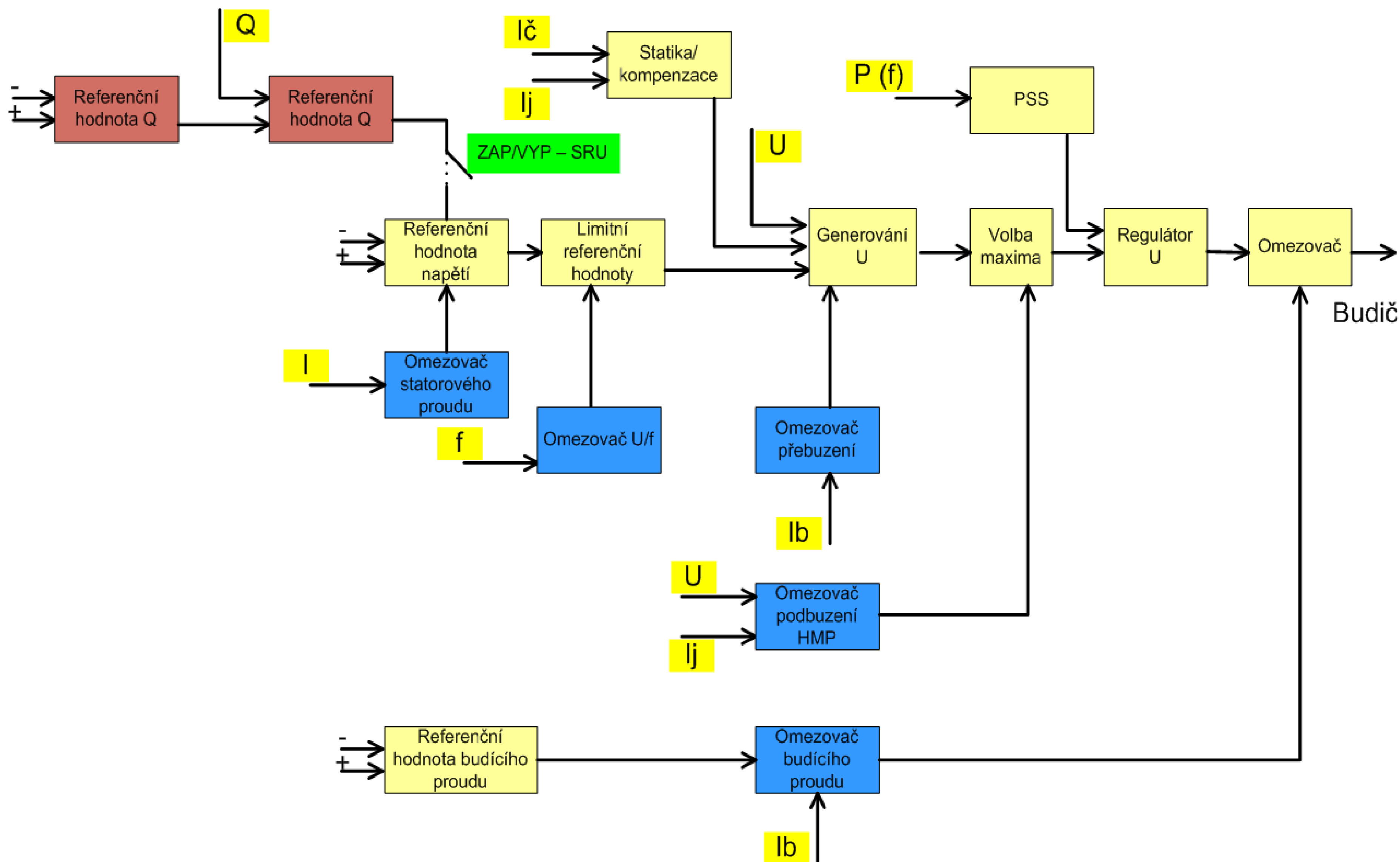
-  Pilotní uzel (generátor)
-  Tlumivka
-  Rotační kompenzátor



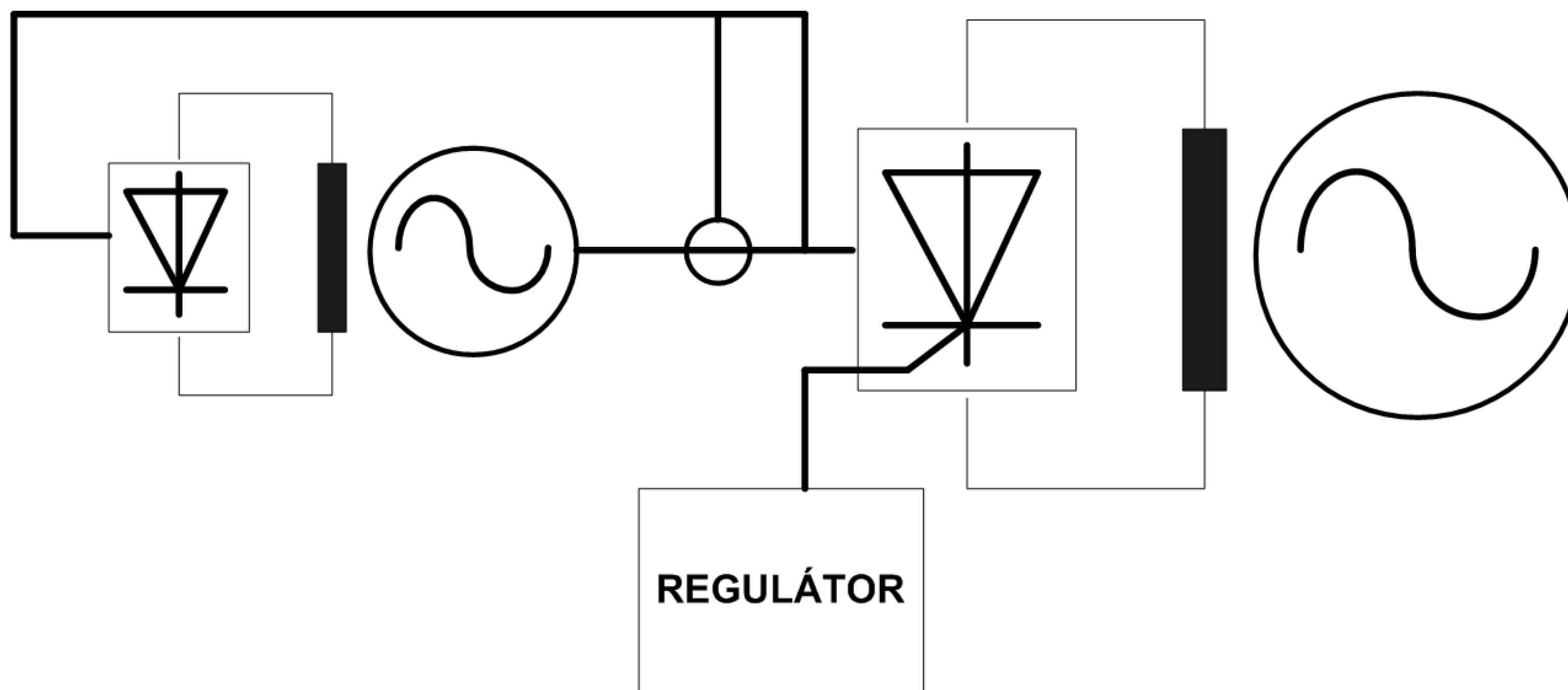
Regulace napětí



Regulátor napětí generátoru

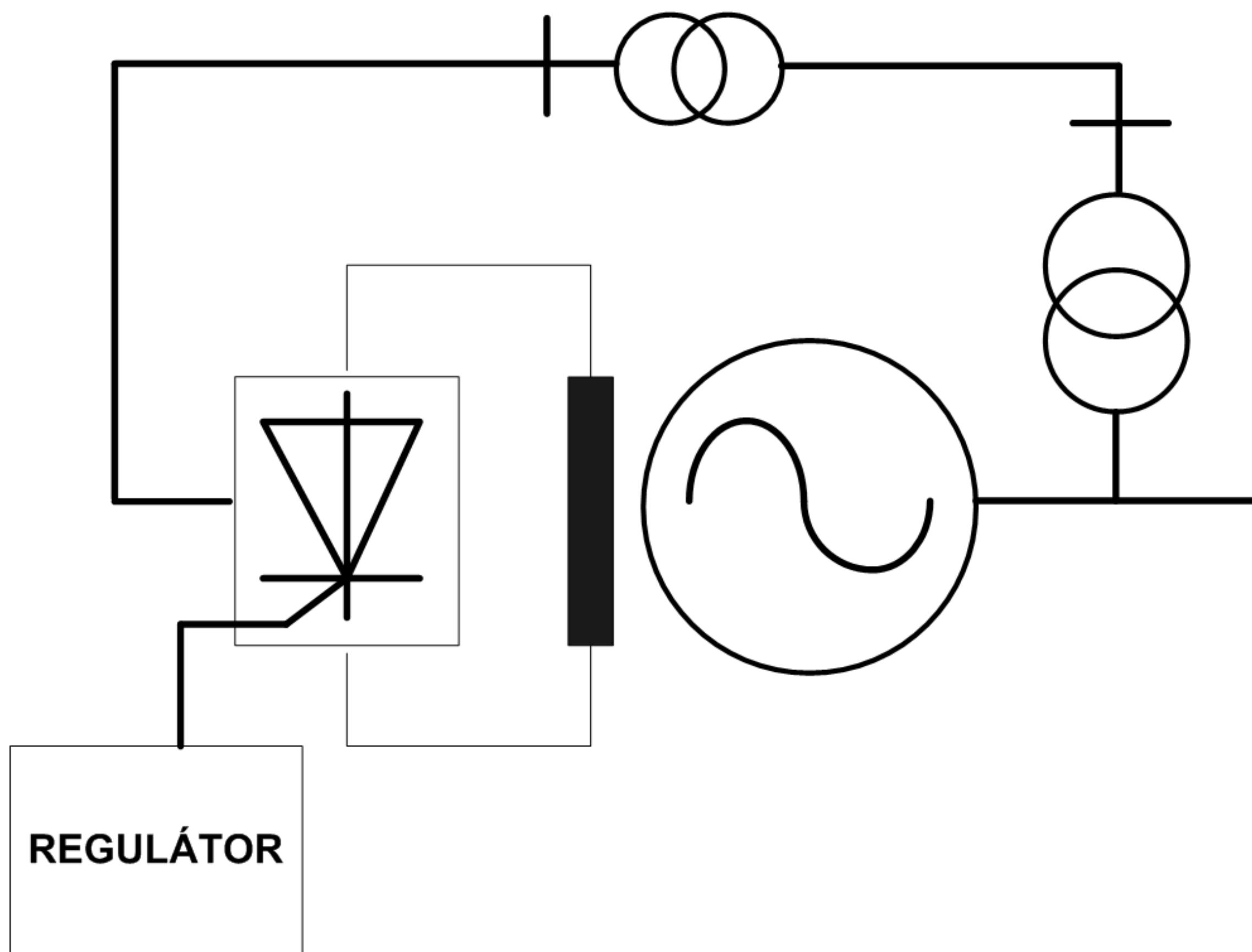


Typy budičů – střídavý tyristorový nezávislý budič



Elektrárna EDA, EDS, EPOČ, EMĚ, EPRU2, ETE, ECHVA

Typy budičů – střídavý tyristorový závislý budič



Elektrárna EDU

PQ diagram

C:ETEM:gTG2

Základní PQ tech. PQ obch. PQ diagram

C:ETEM:gTG2

S nom : 1250.00

☒ pracovní bod

Zobrazení

- ☒ dle plochy
☐ na sirku
☐ na vysku

Meze - zobrazení

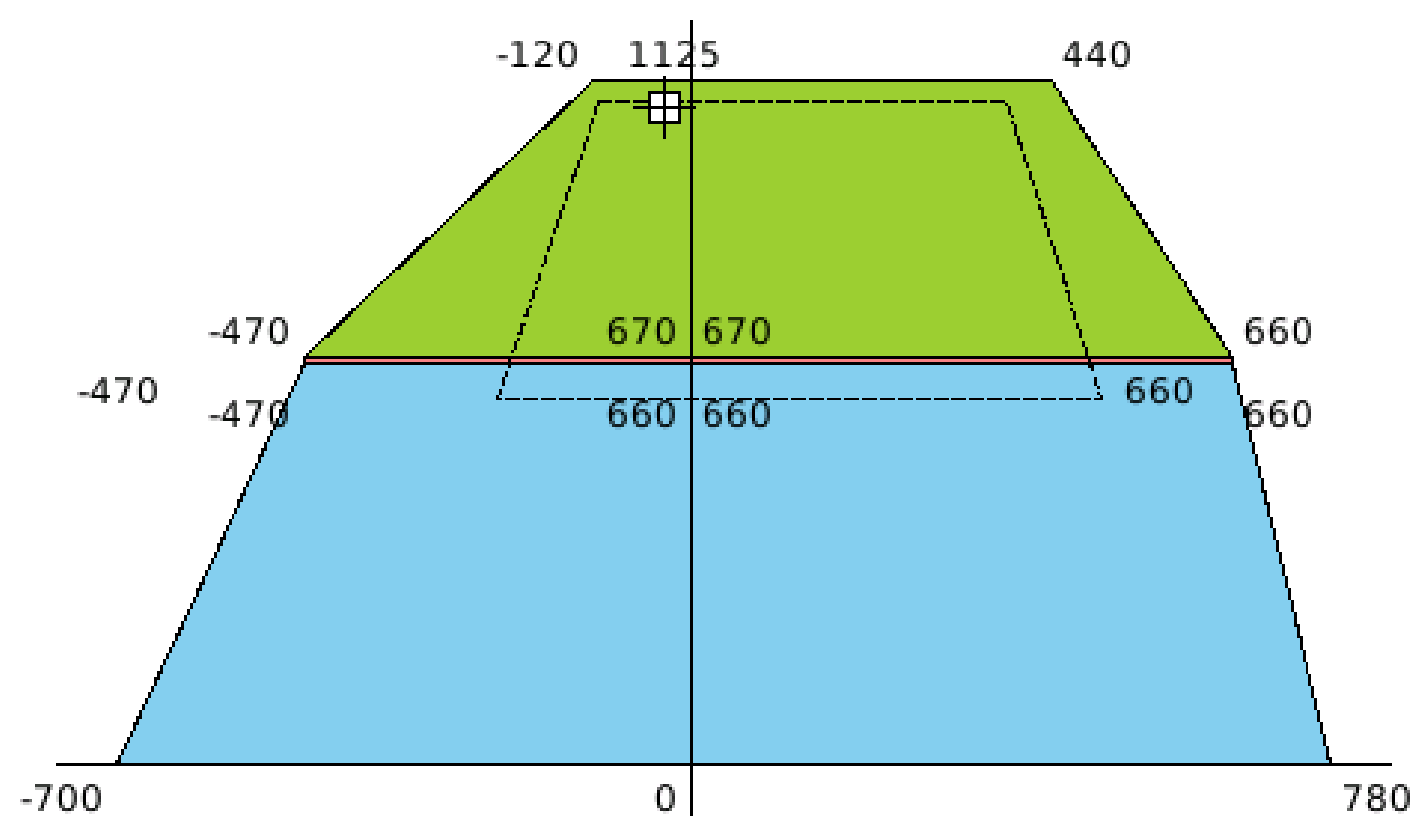
- ☐ technicke
☐ obchodni
☒ obch + tech

Meze - popisy

- ☒ technicke
☐ obchodni
☐ obch + tech

Popisky

- ☐ symbol
☒ hodnota



C:EDST:gHG1

Základní PQ tech. PQ obch. PQ diagram

C:EDST:gHG1

S nom : 355.50

☒ pracovní bod

Zobrazení

- ☒ dle plochy
☐ na sirku
☐ na vysku

Meze - zobrazení

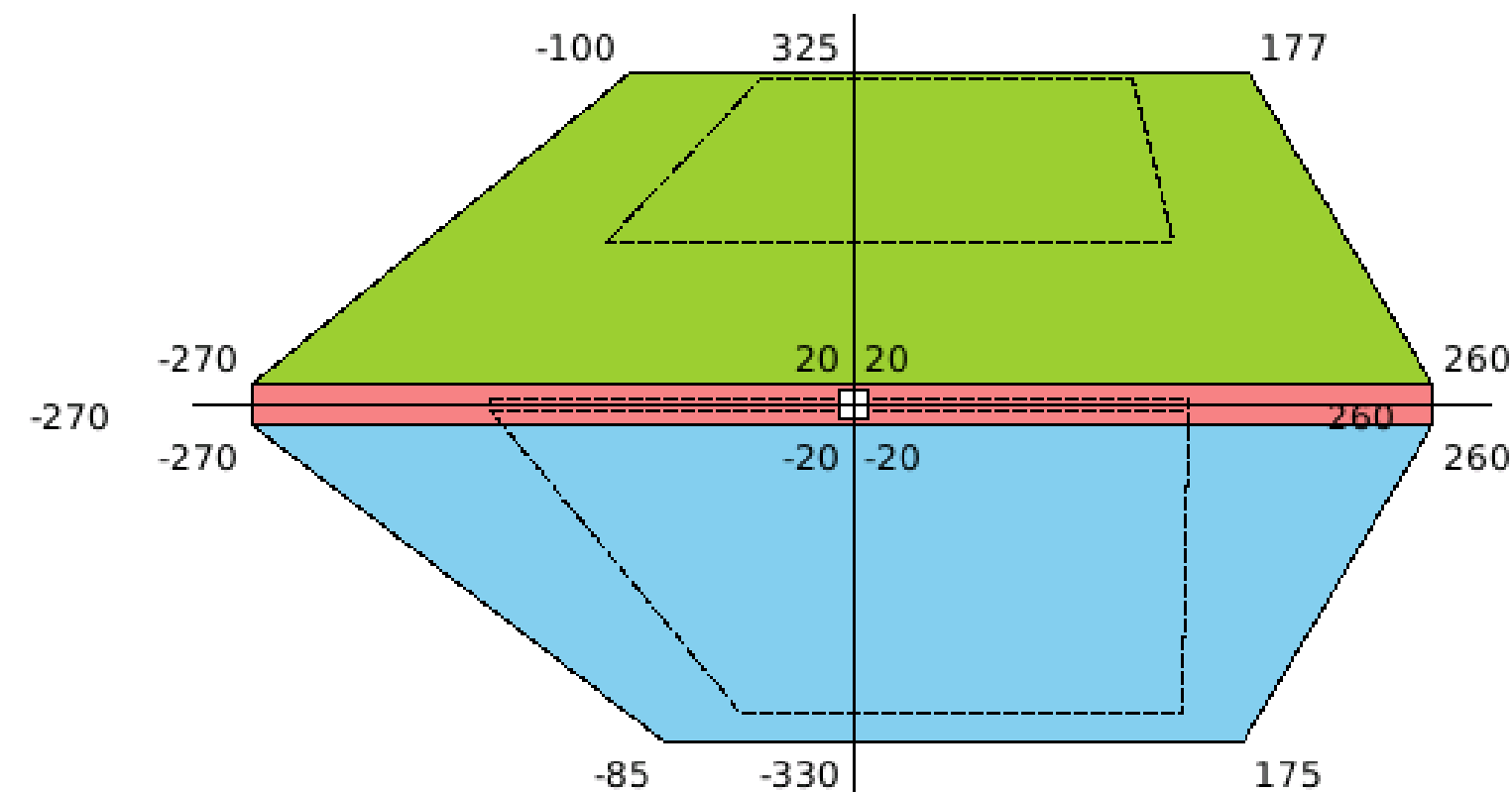
- ☐ technicke
☐ obchodni
☒ obch + tech

Meze - popisy

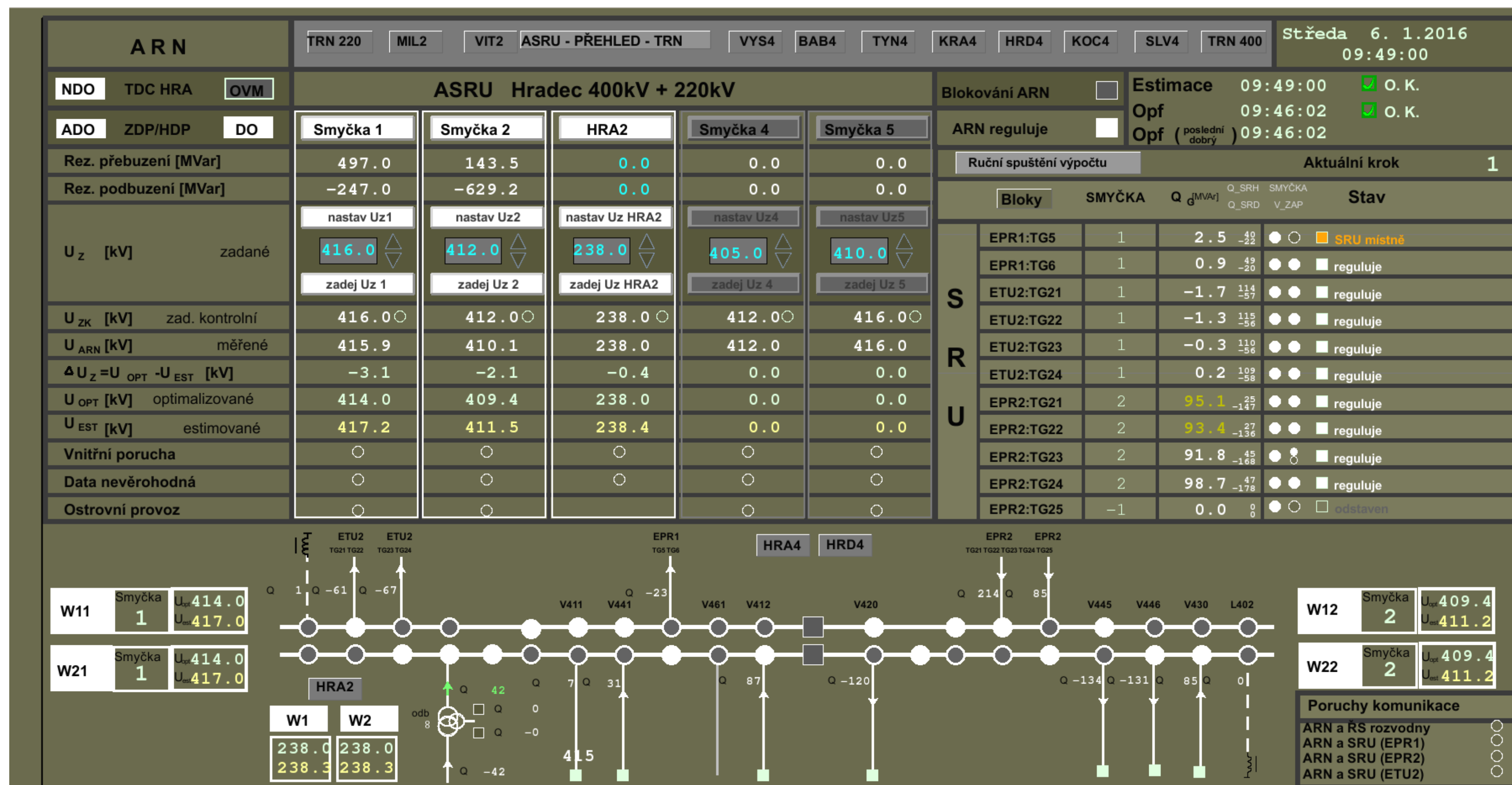
- ☒ technicke
☐ obchodni
☐ obch + tech

Popisky

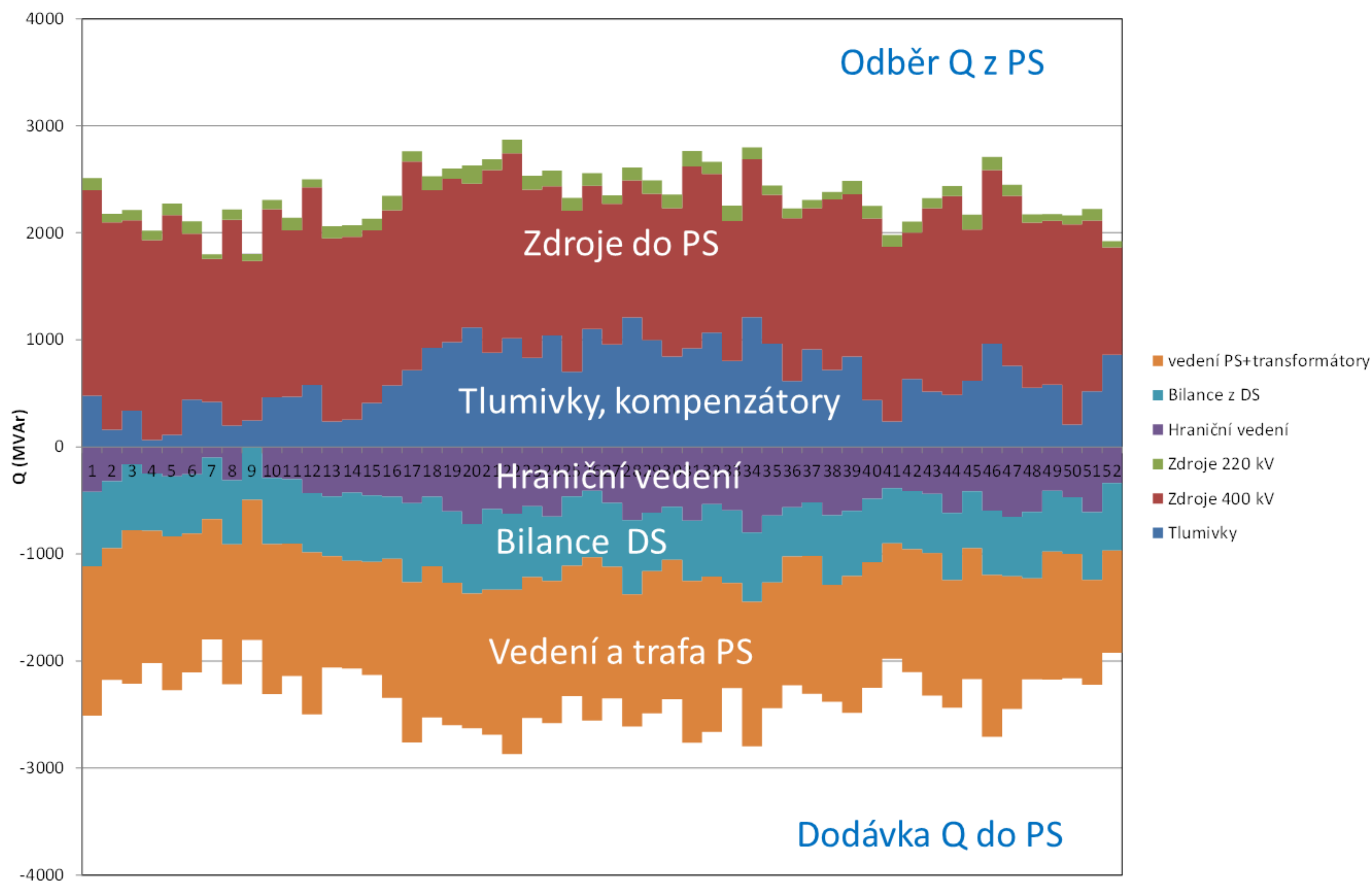
- ☐ symbol
☒ hodnota



Řízení napětí z pohledu dispečera

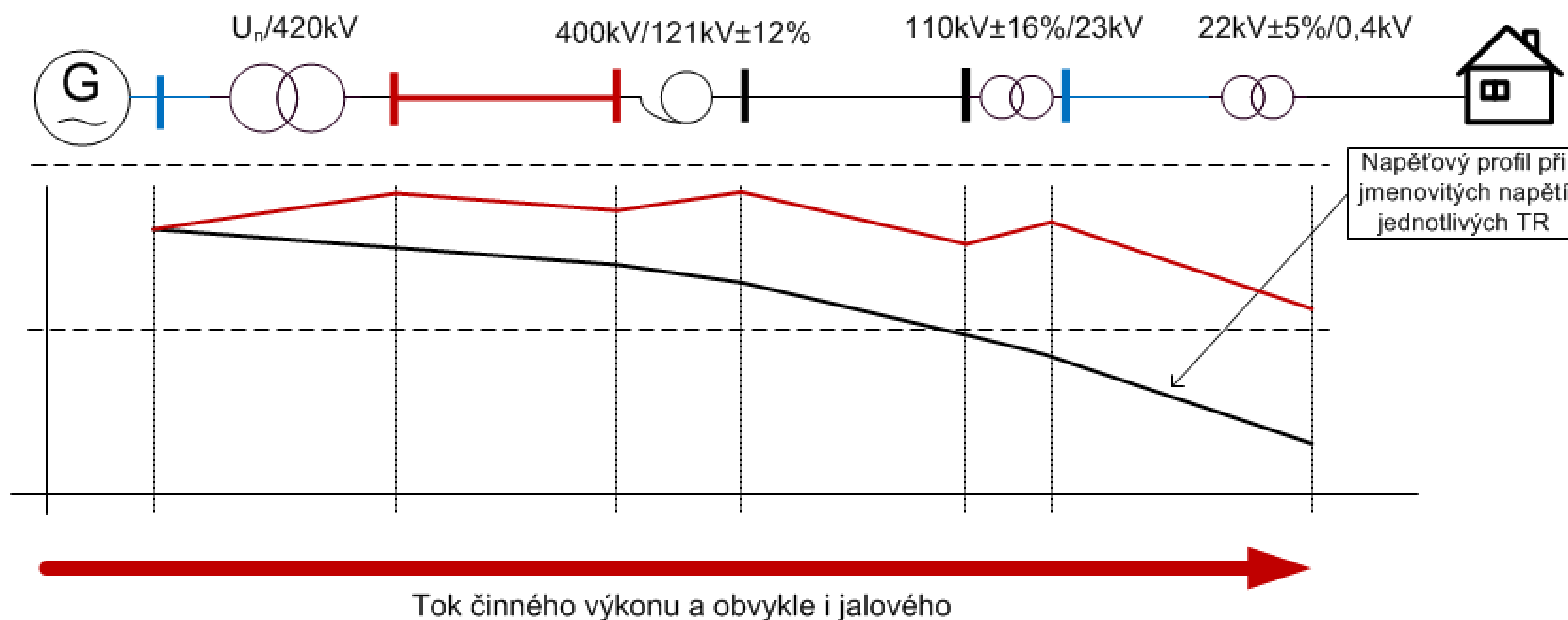


Přetoky jalového výkonu z DS

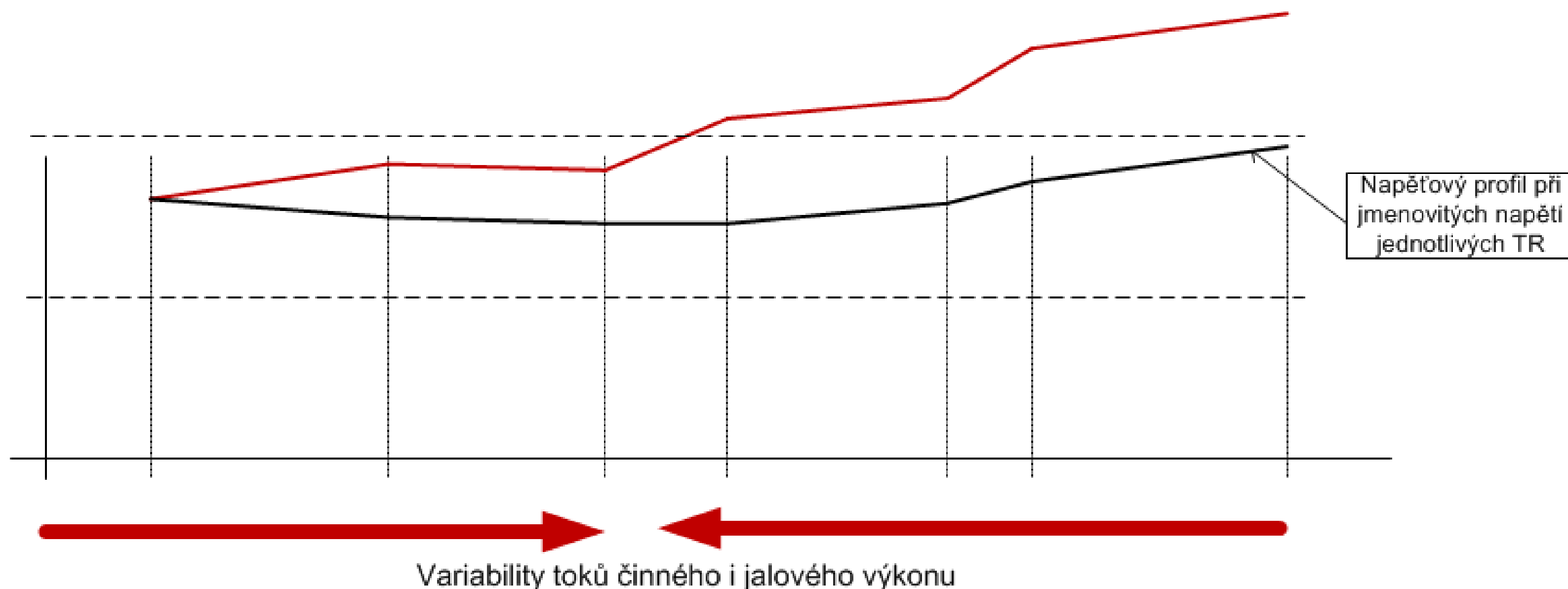
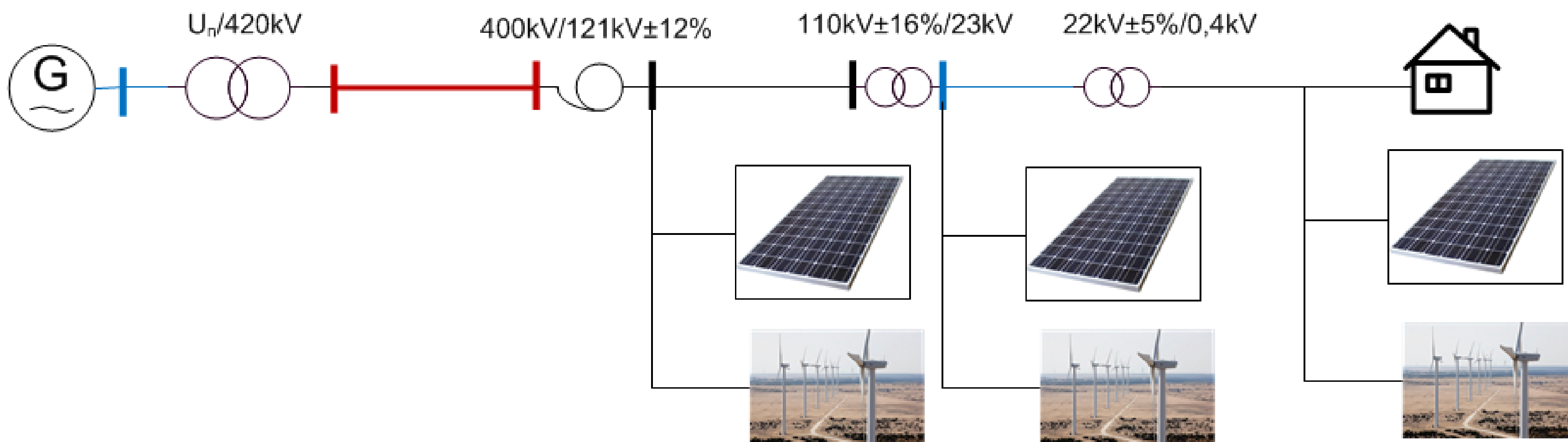


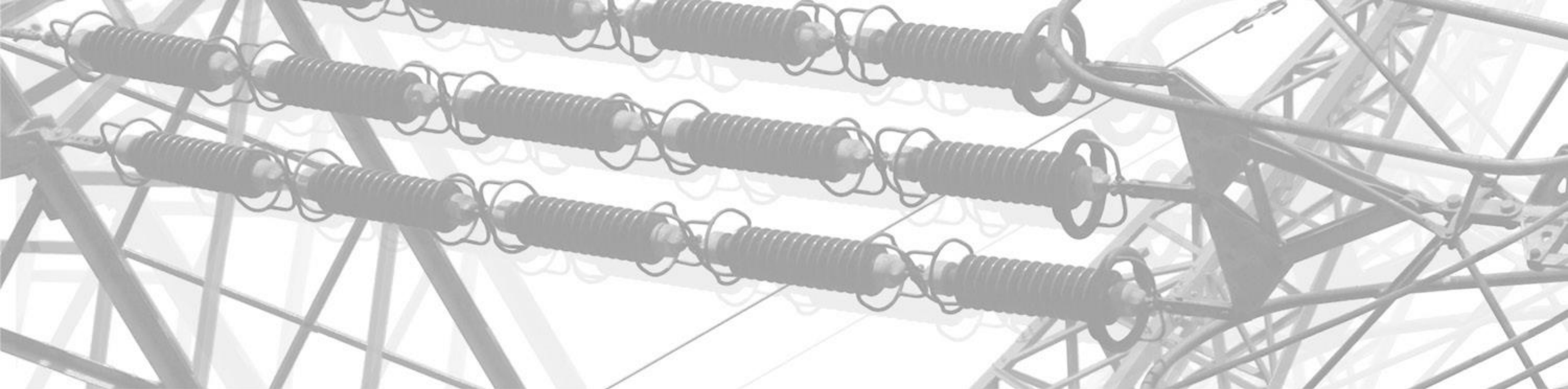
Standardní napěťový profil

- Napěťový profil byl odvislý od zatížení



Napět'ový profil sítě s OZE





Obnova soustavy po blackoutu

Co je to blackout z pohledu PS?

- Velká část soustavy nebo celá soustava je bez napětí
- Hrozí v každém ročním období
- Jak ukazují případy ze světa, následky bývají značné...
- Úplná obnova napájení všech oblastí může trvat až dny

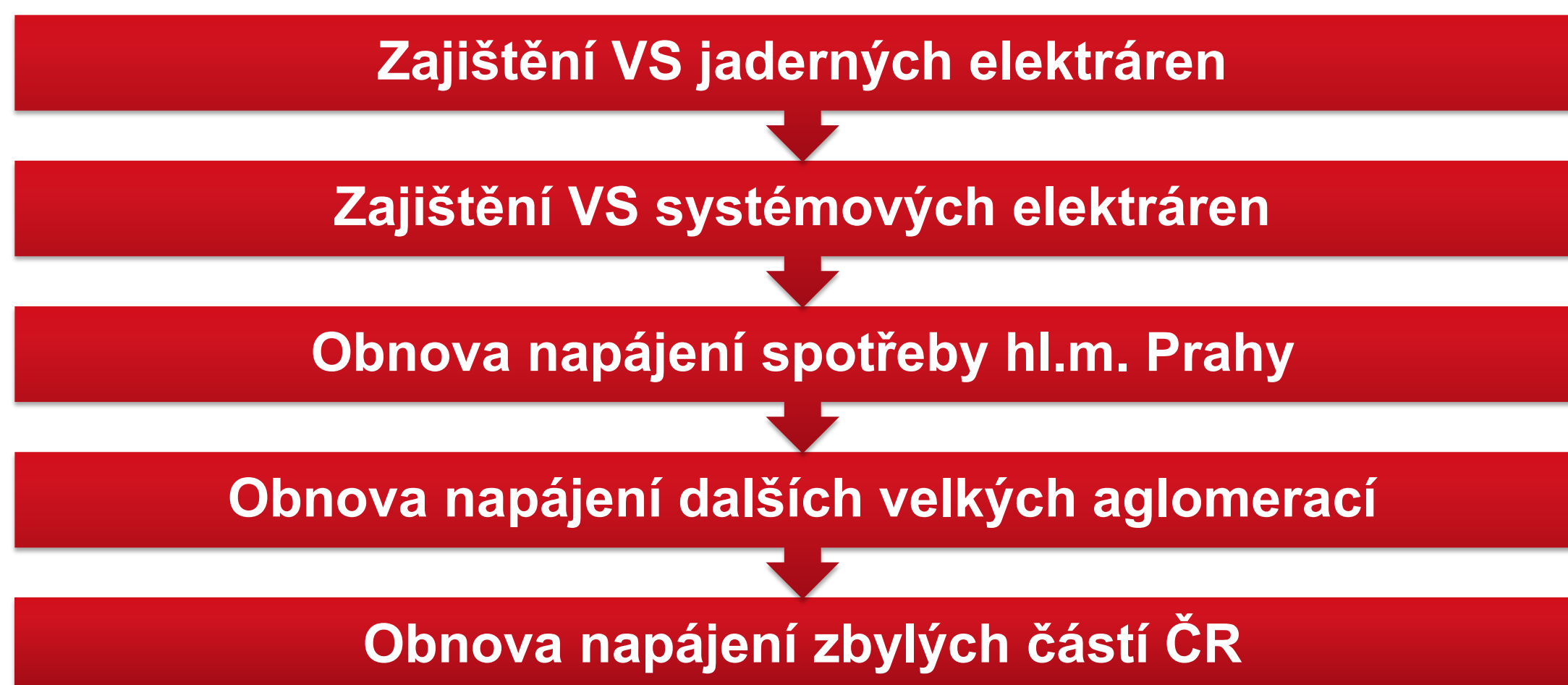


Jak by mohlo k blackoutu dojít?

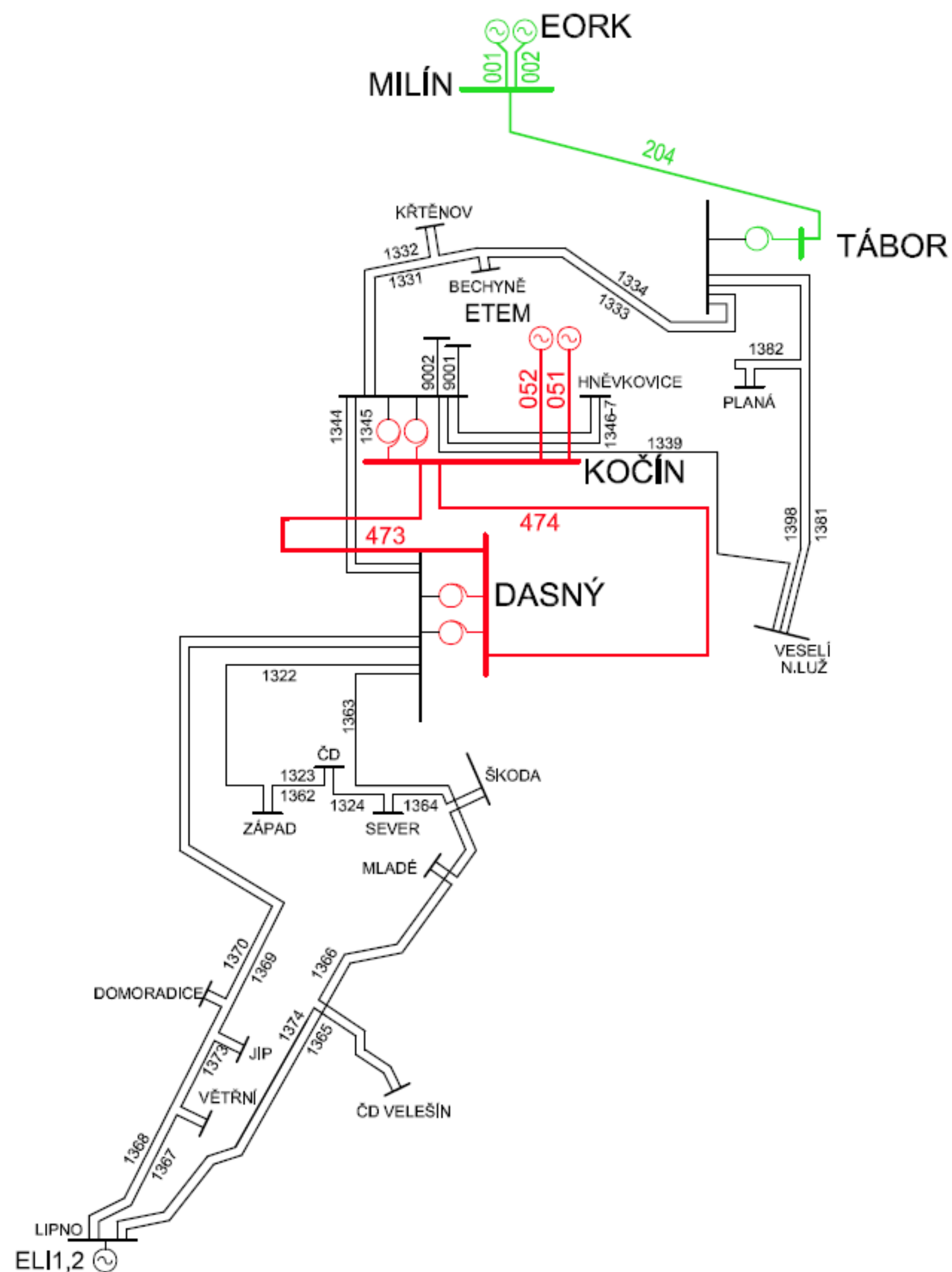
- Bezpečný provoz přenosové soustavy ohrožují („fyzikálně“)
 - **„Fyzikální“ vlivy – Přetížení, Pokles a vzrůst frekvence, Pokles a vzrůst napětí, Ztráta synchronismu, Kývání**
 - Přírodní vlivy, vyšší moc
 - Lidské zavinění (úmyslné/neúmyslné)
- Aby mohl být zabezpečen spolehlivý a bezpečný provoz soustavy, vypracoval ČEPS **Plán obrany**, který popisuje opatření proti vzniku a šíření poruch

Jaké jsou priority po blackout?

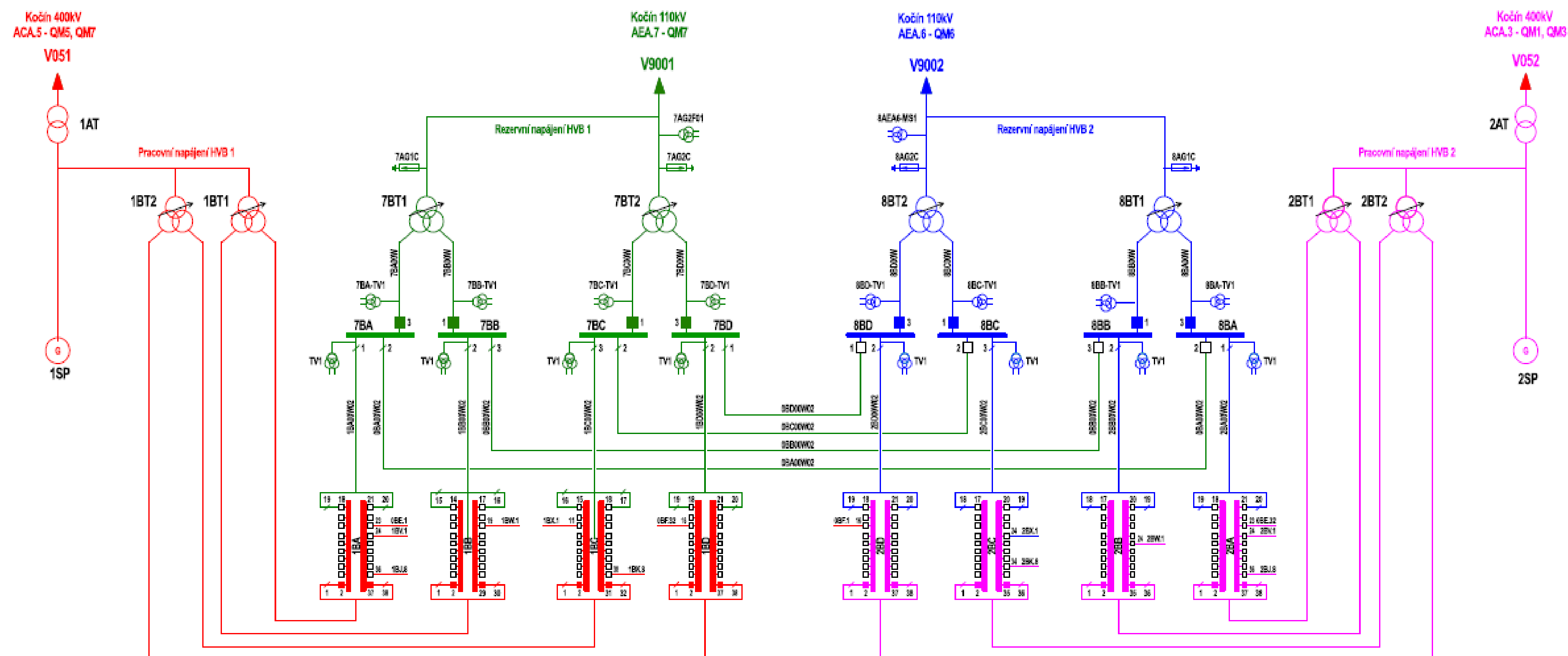
- Obnovu můžeme začít:
 - Ze zahraničí
 - Z ostrovů v PS ČR
 - Z elektráren, které se udržely na VS
 - Z elektráren se schopností startu ze tmy (Orlík, Dalešice, Lipno, Vranov)
- **Plán obnovy** definuje priority obnovy dodávek el. energie



Napájení VS JE Temelín



Pracovní napájení vlastní spotřeby HVB2



Děkuji za pozornost



Jiří Helbich, senior specialista oddělení Rozvoj DŘ

helbich@ceps.cz

ČEPS, a.s., Elektrárenská 774/2, Praha 10,
www.ceps.cz