

# **Regulace parametrů v elektrizační soustavě**

## **- regulace na straně spotřeby**

## Specifika řízení ES

Výrobní základna (elektrárenské bloky) spolu s přenosem a rozvodem elektrické energie (doprava) na straně jedné a odběrem na straně druhé tvoří jeden celek, jehož propojený provoz (řízení) je vynucen relativní nemožností skladovatelnosti elektřiny.

- V každém časovém okamžiku musí být tedy rovnováha energetické bilance.
- Rychlost přechodových jevů:
  - změny provozních stavů v důsledku připojení a odpojení některého prvku soustavy, v případě zkratu, přepětí, porušení stability soustavy apod. Tyto jevy mají velmi krátké časové konstanty (elektrické).
- Fyzikální jednotnost:
  - každý děj v elektrizační soustavě se promítá do parametru chodu všech jejích prvků.

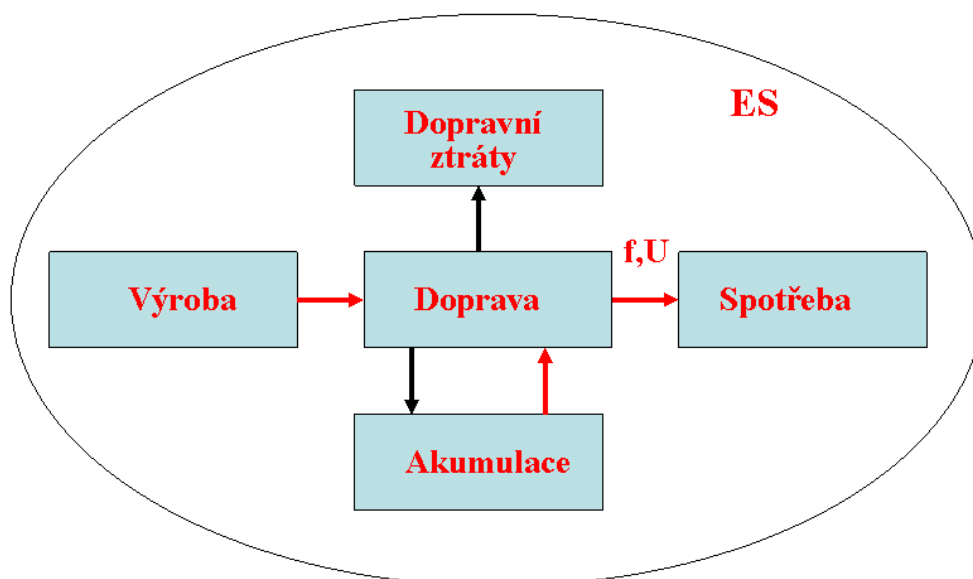
## Bilanční rovnice ES

- Jedním ze základních problémů zajištění plynulé dodávky elektrické energie je neskladovatelnost elektřiny. Výroba musí probíhat v době, kdy se uskutečňuje spotřeba. V každý časový okamžik musí být v ES udržována rovnováha mezi výrobou a spotřebou elektrické energie.

$$\vec{S}_v(t) = \vec{S}_s(t) + \vec{S}_z(t) + \vec{S}_a(t)$$

- Určující je bilance činného výkonu, která se promítá do změny kmitočtu. Prvky elektrizační soustavy jsou konstruovány pro provoz při jmenovitém kmitočtu 50 Hz.
- Kvalitu elektrické energie určují provozní parametry kmitočet  $f$  a napětí  $U$ .

## Blokové schema bilanční rovnice ES



Nunost regulace vypývá s nutností udržení parametrů vznikajících vlivem změny výkonů v bilanční rovnici – Na straně spotřeby nebo výroby a dopravy

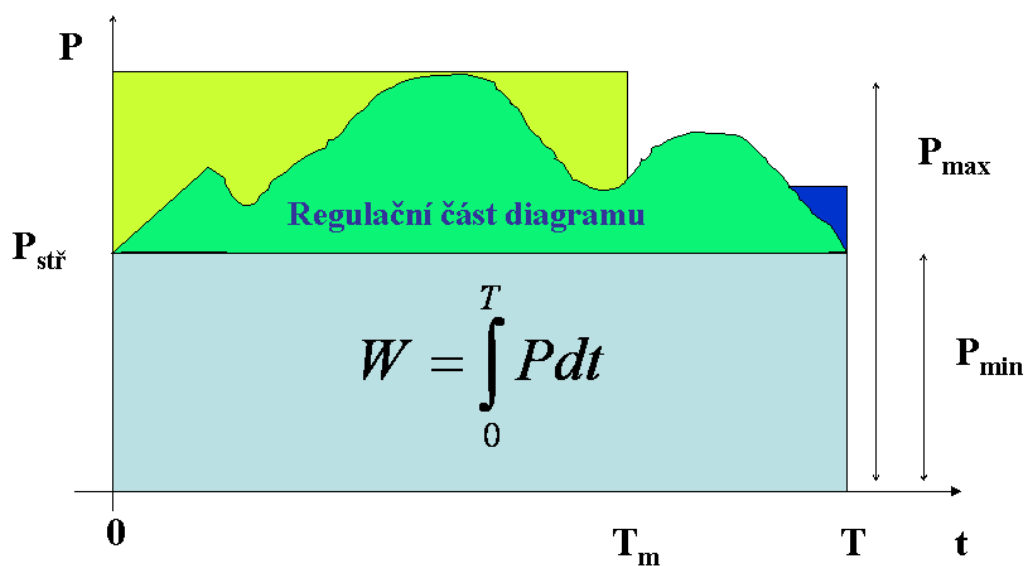
## Podmínky pro regulaci – udržení bilanční rovnice ES

Dostačující hodnota instalovaného výkonu:

- Základní podmínka spolehlivosti provozu ES.

Dostatečné množství regulačního výkonu:

- Nutného pro vyrovnávání rovnováhy mezi zatížením a výkony na straně výroby



## Parametry regulačních zařízení v ES

• Zařízení poskytující regulační služby se navzájem liší především :

1. rychlosti změny výkonu  $v_p$

$$v_p = \Delta P / dt \quad [\text{MW/min}]$$

$\Delta P$  ... změna výkonu [MW]

$\Delta t$  ... čas potřebný k dosažení změny [min]

2. regulačním pásmem RP [MW]

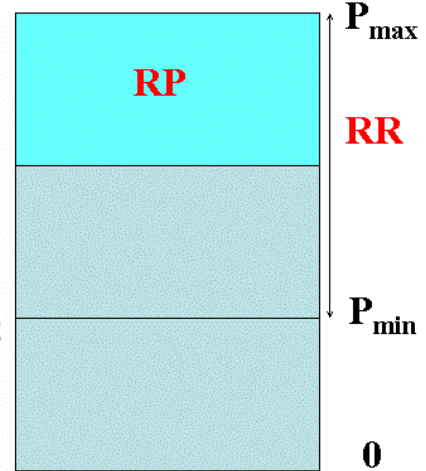
rozsah výkonu, v němž lze s danou rychlostí změny výkonu regulovat

3. regulačním rozsahem RR [MW]

rozsah výkonu, v němž lze i pomalou rychlostí měnit výkon

4. dobou, během které může zařízení poskytovat regulační službu

Výkonová rozmezí  
energetického zařízení



## Regulace na straně spotřeby

## Regulace v ES na straně spotřeby

- Řízení spotřeby elektřiny
- Usměrnování poptávky po elektrické energii obvykle technickými nebo ekonomickými nástroji. Z technických prostředků je nejvíce rozšířeno hromadné dálkové ovládání, které se v ES ČR používá pro dálkové ovládání elektrotepelných spotřebičů a umožňuje přizpůsobení odběru těchto spotřebičů možnostem elektrizační soustavy a ekonomickým potřebám distribučních společností. Z ekonomických nástrojů na řízení poptávky je možno uvést například vhodně navržené tarify za elektrickou energii, které zvýhodňují odběr v obdobích kdy je to z hlediska celé ES výhodné.
- Řízení zatížení - nedochází ke změně celkové poptávky, ale jen k jejímu přesunu.
- Pro označení řízení spotřeby opatření na ovlivňování poptávky a netýká se pouze elektřiny. Prostředky řízení spotřeby můžeme rozdělit na přímé a nepřímé.
- Mezi přímé prostředky patří hromadné dálkové ovládání a akumulátory energie.
- Ve stavech nouze a v poruchových stavech se dále používají tyto prostředky, no
  - regulační plán a vypínací plán
  - automatické frekvenční odlehčování podle frekvenčního plánu
  - jiné smluvně zajištěné prostředky
- Mezi nepřímé prostředky patří programy úspor energie a zlepšení účinnosti elektrických spotřebičů a systém tarifů za elektřinu.

## Regulace v ES na straně spotřeby

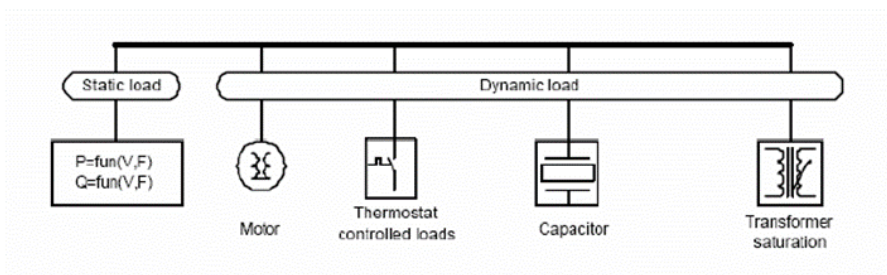
- HDO
- Původní filosofie použití akumulačních elektrotepelných spotřebičů (nabíjení jednotně v době nočního provalu DDZ) vede při větším rozšíření těchto spotřebičů ke zhoršení tvaru DDZ dané oblasti. Jejich soudobost, typická pro začátek nabíjení, byla příčinou vzniku nočního špičkového zatížení, které v určitých oblastech převýšilo denní maximální zatížení.
- Při provozu akumulačních elektrotepelných spotřebičů bylo dosaženo určitých úspěchů
  - snížení poměru maximálního zatížení k minimálnímu zatížení DDZ
  - zvýšila se doba využití maxima zatížení v lednu.
- Akumulace energie
  - Proces umožňující “uskladnění energie” na vhodném místě, ve vhodné formě, aby byla připravena pro příští použití ve vhodný čas v požadované kvantitě i kvalitě. Zařízení pro akumulaci energie se obecně označuje jako akumulátor.
- V současnosti se považuje za nejdůležitější 5 základních způsobů akumulace energie:

## Regulace v ES na straně spotřeby

- 1. Kvantitativní akumulace
  - zásoby pevných, kapalných nebo plyných paliv.
- 2. Tepelná akumulace
  - označuje akumulaci energie ve formě tepla. Těto akumulace využívají tepelné akumulátory, které představují buď speciální zařízení, nebo běžné součásti technologických celků (dlouhé toplovody), které umožňují využít akumulované tepelné energie pro přeměnu na jiný druh energie (obvykle elektrické).
- 3. Chemická nebo elektrochemická akumulace
  - označuje akumulaci elektrické energie ve formě chemické energie a využívá se v chemických bateriích nebo v akumulátorech. Akumulátory využívají přeměnu elektrické energie na energii chemickou, kterou je možno v případě potřeby transformovat zpět na elektrickou energii.
- 4. Mechanická akumulace
  - využívá potenciální (gravitační) energie nebo kinetické energie v zařízeních umožňujících přeměnu této energie na jinou formu vhodnější pro praktické využití. V elektroenergetice se tohoto způsobu akumulace energie využívá u akumulacích vodních elektráren a rovněž u přečerpávacích vodních elektráren. U AVE se jedná o prostou mechanickou akumulaci, ale PVE využívají přeměnu elektrické energie na energii potenciální, která se v případě potřeby mění zpět na elektrickou energii.
    - Jinou formou mechanické akumulace energie jsou zásobníky stlačeného vzduchu (plynu), které však nejsou příliš prakticky využívány.
    - Akumulace ve formě kinetické energie využívají tzv. setrvačníky, které v současnosti nejsou příliš prakticky využívány, ale možnosti jejich praktického uplatnění se zkoumají.
- 5. Elektromagnetická akumulace
  - založená na akumulování energie formou elektromagnetického pole kolem supravodivých vodičů. Tento způsob akumulace energie je poměrně nový a je předmětem intenzivního výzkumu.

## Změna výkonu na straně spotřeby vlivem změny parametrů v ES

### Statická charakteristika (f,P) spotřebičů

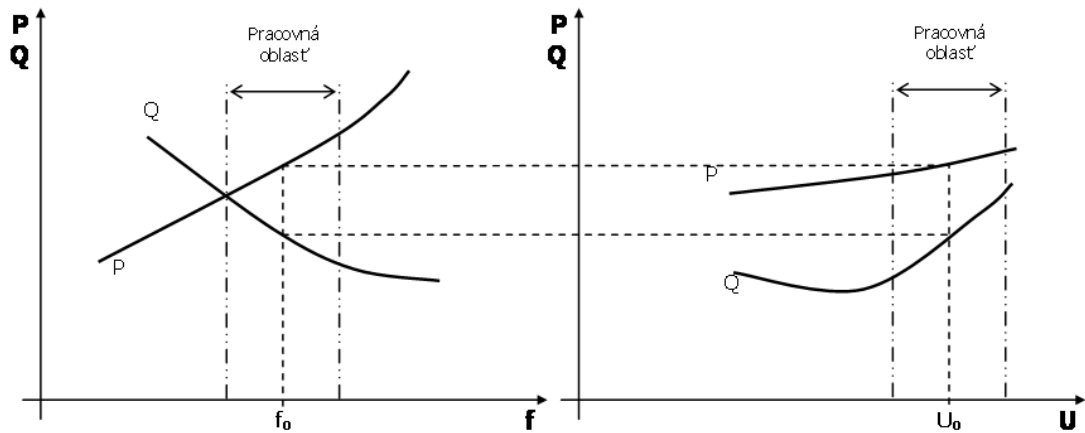


$$P(U, f) = P(U) \cdot [1 + k_{Pr} \cdot (f - f_0)],$$

$$Q(U, f) = Q(U) \cdot [1 + k_{Qf} \cdot (f - f_0)],$$

$k_{Pr}$  a  $k_{Qf}$  jsou příslušné citlivostní součinitele na kmitočet

## Grafické vyjádření – statické charakteristiky zátěže



- Vlivem změny  $f$  a  $U$  v ES dochází u spotřebičů ke změnám jim odebíraných výkonů.
- Vliv  $f$  na činný výkon je vyšší než vliv  $U$ .
- Vliv  $U$  na odebírané jalové výkony je vysoký.

**Frekvence se reguluje změnou činných výkonů, napětí se reguluje změnou jalových výkonů.**