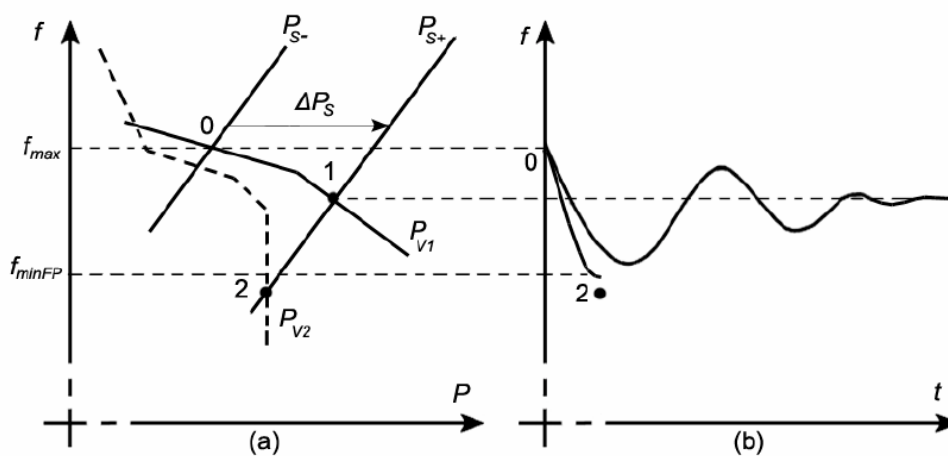


## Regulace f v krizových situacích

V případě že není možné v ES, a tím i v propojených soustavách, udržet výkonovou bilanci mezi spotřebiči a zdroji, tak dojde zákonitě k poklesu frekvence v ES. To je ovšem z hlediska provozu energetických zařízení, jak na straně zdrojů, tak i na straně spotřeby nepřijatelné (poškození zařízení, pokles životnosti). Proto se udržuje frekvence na jmenovité hodnotě s povolenou tolerancí. Evropa  $50 \pm 0,2$  Hz. Pokud se nedaří udržet toto rozmezí je nutné provést regulační zásahy, nejdříve na zdrojové straně ( zvýšení – snížení výkonu ), a pak i na straně spotřeby (frekvenční odlehčování), aby se frekvence vrátila do normálu. Pokud se to nepodaří dochází k rozpadu propojených soustav, kdy se oddělují jednotlivé části propojených soustav a snaží se udržet v provozu vyrovnanou výkonovou bilanci). Rozpad soustavy se nazývá **black-out**. Princip rozpadu je tedy provázen poklesem frekvence pod stanovenou mez, kdy se začne soustava rozpojovat. Takovýto jev se nazývá **frekvenční kolaps**. Části soustavy se mohou udržet výkonovou bilanci mezi zdroji a spotřebiči a přejít do provozu tzv. **ostrovních provozů**.

### Frekvenční kolaps

Frekvenční kolaps lze definovat na základě statických charakteristik zdrojů a spotřeby- viz.obr. Pokud se pracovní bod ES bude nacházet v blízkosti  $P_{max}$  (tj. bude nedostatek točivé rezervy), výkonová rovnováha se s velkou pravděpodobností neobnoví a nastane frekvenční kolaps. K tomu může dojít, jestliže některé bloky nedokážou přejít do ostrovního provozu.



Při vzniku deficitní ostrovní soustavy se zátěž zvětšila o  $\Delta P_S$ , tj. přechodová charakteristika přešla z  $P_{S-}$  na  $P_{S+}$ . V prvním případě, při dostatečné točivé rezervě, je nový ustálený stav v bodě 1 (průsečíku charakteristik  $P_{S+}$  a  $P_{V1}$ ). Frekvence ostrovní soustavy se ustálí.

V případě výpadků bloků se statická charakteristika výroby změní z  $P_{V1}$  na  $P_{V2}$  a ustálený stav bude v bodě 2. Protože tento bod leží pod  $f_{minFP}$ , nemůže být dosaženo ustáleného stavu. Při této hodnotě se elektrárny působením ochrany odpojí od sítě a nastává tzv. **blackout**.

Provozovatele PS je zodpovědný za řízení (regulaci) těchto jevů v ES v rámci svého **dispečerského řízení** ES. Činnosti vykonávané dispečinkem přenosové soustavy (ČEPS v ČR) při dispečerském řízení se liší podle situace která nastává v PS. Stavy v ES lze rozdělit na:

- 1) **Normální stav** – běžný provozní stav nevybočující z jmenovitých hodnot. Při tomto stavu se **monitoruje se stav soustavy a reaguje na odchýlené hodnoty provozních veličin, a to aktivací podpůrných služeb (PpS)**, manipulacemi v PS a spoluprací s provozovateli sousedních distribučních soustav.
- 2) **Výstražný stav** – kdy se parametry soustavy dostávají mimo toleranční pásma (f,U) a přijímá se opatření provozního charakteru s cílem obnovy normálního stavu.
- 3) **Havarijní stav – stav nouze** – kdy parametry se nacházejí ve stavu hrozícím rozpadu soustavy. Za této situace je v rámci odpovědnosti PPS (ČEPS) použito speciálních postupů pro navrácení soustavy do normálního stavu v době co možná nejkratší. Tyto postupy zahrnují omezení spotřeby, omezení mezinárodních dodávek/odběrů, start ze tmy elektrárenských bloků a re-synchronizaci částí soustavy v ostrovním provozu.

Tj., jak už bylo prezentováno, ES musí mít k dispozici určité výkonové prostředky, kterými je schopna provádět výkonovou regulaci. Musí poskytovat ES systémové služby (Sys), které spočívají v:

#### 1) UDRŽOVÁNÍ KVALITY ELEKTŘINY

- udržování souhrnné výkonové zálohy pro primární regulaci frekvence
- sekundární regulace f a P
- sekundární regulace napětí
- terciární regulace napětí
- zajištění kvality napěťové sinusovky
- zajištění stability přenosu
- kritéria pro posuzování kvality elektřiny vycházejí z platných technických norem

#### 2) UDRŽOVÁNÍ VÝKONOVÉ ROVNOVÁHY v reálném čase

Služba využívá tyto technicko organizační prostředky:

- SEKUNDÁRNÍ REGULACE f a P
- TERCIÁRNÍ REGULACI VÝKONU
- DISPEČERSKÉ ZÁLOHY:

slouží pro pokrývání výkonové nerovnováhy, která vzniká tím, že účastníci trhu (SUBJEKTY ZÚČTOVÁNÍ ODCHYLEK) nejsou dlouhodobě (více než cca 2 hodiny) schopni dodržet plánované odběrové diagramy nebo DIAGRAMOVÉ BODY.

pokrývají nedostatek výkonu vzniklého výpadkem zdrojů nebo větším odebíraným výkonem oproti sjednanému odběrovému diagramu, který provozovatelé zdrojů nebo uživatelé nejsou schopni nebo ochotni nahradit vlastními prostředky (např. nákupem elektřiny na VYROVNÁVACÍM TRHU)

#### 3) OBNOVENÍ PROVOZU

Jako hlavní prostředek se využívá PLÁN OBNOVY spolu se schopností OSTROVNÍHO PROVOZU a STARTU ZE TMY.

-proces skládající se z najetí bloků bez podpory napětí ze sítě (**start ze tmy**), postupné obnovy napětí sítě a napájení spotřebitelům dle předem určených priorit a dále z ostrovního provozu částí sítě a postupného sfázování ostrovních provozů.

- případě, že dojde k velké systémové poruše, která není zvládnuta běžnými prostředky (popsanými v plánu obrany proti šíření poruch), může nastat blafl-out, neboli dojit k úplnému nebo částečnému rozpadu soustavy.

V případě takovýchto poruch musí ČEPS zajistit obnovení provozu do normálního stavu. K tomuto účelu má vytvořený **plán obnovy**, který je

rozpracován do provozních instrukcí dispečinků PPS a PDS a pravidelně ověřován a některé jeho části i reálně testovány. Příkladem může být start zdrojů bez dodávky vnějšího napětí a výkonu – start ze tmy a schopnost ostrovního provozu elektrárenských bloků.

#### 4) DISPEČERSKÉ ŘÍZENÍ

Kromě uvedených prostředků zahrnuje tato služba ještě:

- zajišťování BEZPEČNOSTI PROVOZU prostřednictvím PLÁNU OBRANY a PROVOZNÍCH INSTRUKCÍ.
- ŘÍZENÍ PROPUSTNOSTI SÍTĚ (toků činných výkonů) pomocí zapojení sítě, redispečinku, PROTIOBCHODU.

V následující tabulce jsou klasifikovány jednotlivá Sys.

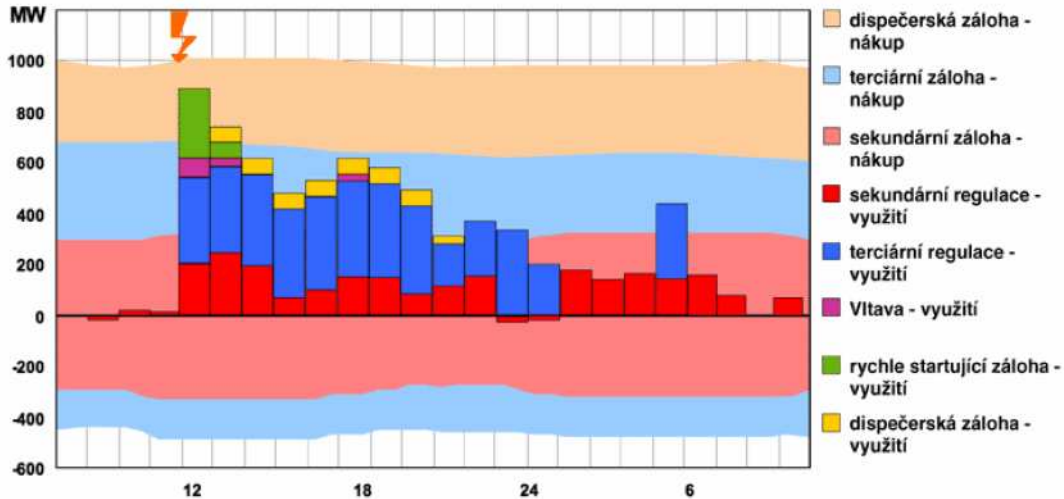
SYSTÉMOVÁ SLUŽBA	Kategorie				
	Technicko-organizační prostředek	I Provozovatelé elektrárenských bloků	IIA Provozovatelé DS	IIB Uživatelé z PS	III Sousední PS
UDRŽOVÁNÍ KVALITY ELEKTŘINY	Udržování souhrnné výkonové zálohy pro PRIMÁRNÍ REGULACI FREKVENCE	Primární regulace f bloku			
	SEKUNDÁRNÍ REGULACE NAPĚTÍ	Sekundární regulace U/Q			
UDRŽOVÁNÍ VÝKONOVÉ ROVNOVÁHY	SEKUNDÁRNÍ REGULACE f A P	Sekundární regulace P bloku Rychle startující 10-ti minutová záloha Vltava	Změna zatížení	Změna zatížení	
	TERCIÁRNÍ REGULACE VÝKONU	Terciární regulace P bloku Rychle startující 30-ti minutová záloha Snížení výkonu Vltava	Změna zatížení	Změna zatížení	
	Zajištění DISPEČERSKÉ ZÁLOHY	Dispečerská záloha	Změna zatížení	Změna zatížení	
OBNOVOVÁNÍ PROVOZU		Schopnost ostrovního provozu Schopnost startu ze tmy			

K zajištění systémových služeb (SyS) používá PPS *podpůrné služby* (PpS) poskytované jednotlivými uživateli. Tyto služby jsou:

1. PRIMÁRNÍ REGULACE f BLOKU (PR)
2. SEKUNDÁRNÍ REGULACE P BLOKU (SR)
3. TERCIÁRNÍ REGULACE P BLOKU (TR)
4. RYCHLE STARTUJÍCÍ 10-ti a 30-ti minutová ZÁLOHA (QS10a QS30)
5. DISPEČERSKÁ ZÁLOHA (DZ a DZ90)
6. Změna zatížení (ZZ30)
7. Snížení výkonu (SV30)
8. Vltava (VSR)
9. Sekundární regulace U/Q (SRUQ)
10. Schopnost OSTROVNÍHO PROVOZU (OP)

## 11. Schopnost STARTU ZE TMY (BS)

čerpání podpůrných služeb v případě výpadku velkého výkonu (1000 MW) na straně zdrojů je vidět na obrázku.



Stav nouze v ES je definován v **Pravidlech provozování PS**, které se nazývají Kodex přenosové soustavy – část 5. **Bezpečnost provozu a kvalita na úrovni PS**

V této části jsou popsány principy plánu obrany soustavy včetně **frekvenčního plánu**, **frekvenčního odlehčování** a další opatření při poklesu a vzrůstu napětí, proti přetížení, kývání a ztrátě synchronismu. Rovněž je pojednáno o plánu obnovy, který popisuje strategie, priority a odpovědnosti při obnově soustavy po systémové poruše typu black-out. Jsou zde stanoveny parametry kvality dodávané elektřiny.

Energetický zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů, (energetický zákon) obsahuje rovněž paragraf kde se uzákoňuje chování si účastníků zapojených do ES ve stavu nouze, což je spojeno s omezení nebo přerušeni dodávek energie na celém území České republiky nebo na její části z důvodů a způsobem uvedeným v tomto zákoně

Takovýto stav nastává v případě:

- živelních událostí
- opatření státních orgánů za nouzového stavu, stavu ohrožení státu nebo válečného stavu
- havárií na zařízeních pro výrobu, přenos a distribuci elektřiny
- smogové situace podle zvláštních předpisů
- teroristického činu
- ohrožení celistvosti elektrizační soustavy, její bezpečnosti, spolehlivosti provozu a je-li ohrožena fyzická bezpečnost nebo ochrana osob

Stav nouze nebo situaci bezprostředně zamezující stavům nouze pro celé území státu vyhláší PPS v hromadných sdělovacích prostředcích a prostřednictvím prostředků dispečerského řízení.

Při stavech nouze a činnostech bezprostředně zamezujících jejich vzniku jsou všichni odběratelé a všechny fyzické či právnické osoby podnikající v elektroenergetice povinni podřídit se omezení spotřeby nebo dodávky elektřiny.

Při činnostech bezprostředně zamezujících stavu nouze, při stavech nouze a při likvidaci následků stavů nouze je PPS a PDS oprávněn využívat v nezbytném rozsahu výrobních a odběrných zařízení odběratelů bez ohledu na smlouvy uzavřené mezi účastníky trhu s elektřinou

### **Frekvenční plán**

Jednotlivé úrovně kmitočtu, kdy startují jednotlivá opatření, byly stanoveny z pásma normálního kmitočtu ( $50,00 \pm 0,2$  Hz) z hlediska provozu propojené soustavy UCTE, kdy běžné výpadky zdrojů (do 3000 MW) jsou eliminovány primární regulací zdrojů a kmitočtem neopustí uvedené pásmo.

Frekvenční plán jsou „ruční“ a automatické činnosti, které při vybočení kmitočtu od normálních hodnot mají za cíl:

- zamezit pádu kmitočtu do hodnot kdy působí systémové automatické frekvenční odlehčování (SAFO)
- klesá-li dále kmitočet, tak působením SAFO a lokálním automatickým odlehčováním (LAFO) zamezit poklesu kmitočtu do nebezpečných hodnot pro energetická zařízení a udržet části ES v ostrovním provozu
- nejsou-li předchozí opatření úspěšná, pak zajistit včasné odpojení elektráren do provozu na vlastní spotřebu a tím umožnit rychlou obnovu provozu ES
- zamezit vzrůstu kmitočtu do nebezpečných hodnot pro energetická zařízení a udržet části ES v ostrovním provozu
- nejsou-li opatření úspěšná, pak zajistit včasné odpojení elektráren do provozu na vlastní spotřebu a tím umožnit rychlou obnovu provozu ES

### **Jednotlivá opatření při poklesu kmitočtu:**

#### **49,8 Hz**

- odpojení bloků od centrálního regulátoru
- přepnutím do otáčkové regulace (ROP)
- odpojení sekundární regulace od ARN

#### **49,8 – 49,2 Hz**

- automatické, postupné (s klesajícím kmitočtem) odpojování jednotek PVE z čerpadlového provozu (ČP) a najíždění jednotek do generátorového provozu (GP)
  - EDST (Dlouhé Stráně) je instalována automatika podle projektu, zajišťující postupné (s klesajícím kmitočtem) odepínání z ČP a najíždění do GP
  - EDA (Dalešice) je jednoduché vypínání z ČP všech jednotek při stejném kmitočtu  $f = 49,8$  Hz – připravit návrh na postupné (s klesajícím kmitočtem) vypínání a posléze i automatiku na postupné najíždění do GP

#### **49,0 – 48,1 Hz**

- systémové automatické frekvenční odepínání spotřeby (SAFO)
- výše 50% z celkové spotřeby ES stanovena UCTE rozdělení do 4 stupňů:
  - (49,0 – 48,7 – 48,4 – 48,1 Hz) koordinováno v rámci CENTREL
  - realizace je prováděna v distribučních společnostech
  - v distribučních společnostech jsou realizována i lokální automatická frekvenční odlehčování spotřeby (LAFO)

#### **48,0 – 47,5 Hz**

- postupné odpojování elektráren (PPE, JE, UE) od sítě na provoz na vlastní spotřebu

### Jednotlivá opatření při vzrůstu kmitočtu

50,2 Hz

- odpojení bloků od centrálního regulátoru
- přepnutí do otáčkové regulace (ROP)
- odpojení sekundární regulace od ARN

51,5 – 53,0 Hz

- postupné odpojování PVE, PPE, JE a UE na provoz na vlastní spotřebu

### Blackout Itálie

Do Itálie vedou tři vysokonapěťová přeshraniční vedení z Francie. Itálie proto začala přes tato vedení nakupovat elektřinu od Francouzů, jenže vedení nebyla konstruována na tak masivní tok energie, který nastal. Vodiče byly ohřáté jak okem výkonu tak i teplým počasím a byly prověšené. Na jednom místě se jedno z těchto tří vedení prověsilo natolik, že došlo k přeskočení elektřiny na strom pod vedením, čímž se vedení dostalo do zkratu. Tento stav je velmi nebezpečný proto se likviduje rychlým odpojením od sítě, protože zkratové proudy jsou značné a ničí energetická zařízení ES. Došlo tedy k odpojení a převedení výkonu na zbývající dvě vedení. Ta vlivem přetížení zkolabovala také a "vzala sebou" i rozvodny, které napájela. Toto trvalo asi 3 sekundy. Do dalších 5 sekund už byly automaticky odpojeny všechny vysokonapěťové rozvodny v zemi a nastal blackout.

