

Dispečerské řízení elektrických sítí

Dispečerské řízení ES patří mezi jednu z forem řízení „výrobních procesů – produkčních řetězců“, sloužících k uspokojení poptávky po určitém druhu zboží. V případě ES je to elektřina – obr.1, kde podle definice řízení je aplikován řídicí systém na řízený objekt.

Řízený objekt

Řízeným objektem je ES, což je složitý a geograficky rozsáhlý systém výroby, přenosu a spotřeby elektřiny, v němž všechny subsystémy na sebe v každém okamžiku bezprostředně působí a musí být neustále ve fyzikální rovnováze:

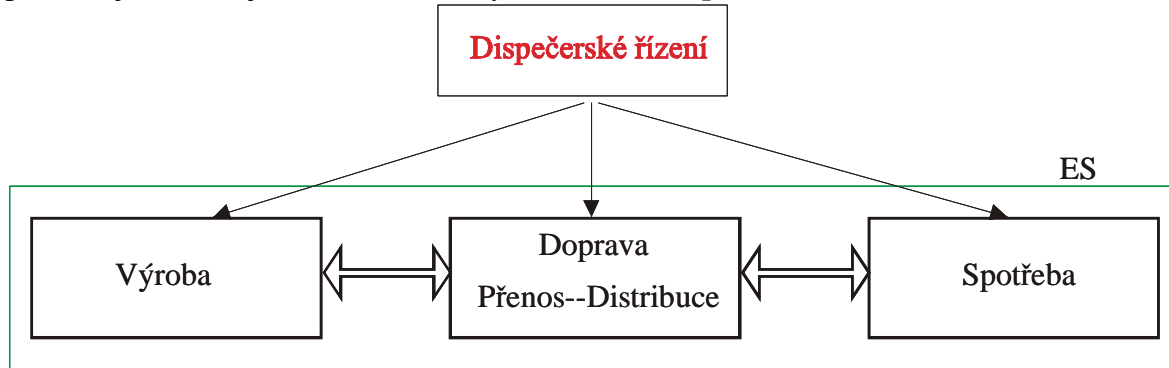
Výroba = spotřeba

Příčemž:

- lokality výroby a spotřeby jsou územně rozloženy,
- systém je nelineární (magnetické obvody generátorů, transformátorů, motorů, výkonových elektronických prvků – pohony s frekvenčními měniči, zářivky, kompaktní zářivky, výbojky – vznik vyšších harmonických – zkreslení)
- výroba i dopravní subsystém podléhají řadě omezení (výrobní výkony, přenosové schopnosti vedení a transformátorů, dodržení podmínek stability přenosu, práce na zařízeních a vedeních),

Řídicí systém

Řídicí systém je dispečerské řízení (SDŘ), což je řízení ES v reálném čase, tak aby systém plnil svoji funkci, tj. dodávku elektřiny odběratelům v *požadovaném čase, množství a kvalitě*.



Obr.1:dispečerské řízení ES

Řešení okamžité dodávky se děje na základě předem stanoveného plánu splnění funkce systému za určité delší časové období – 1 rok. Tj. činnost ES se plánuje vždy na jeden rok dopředu a pak probíhá vyplnění naplánované dodávky elektřiny, uzavřených obchodů v kratších časových intervalech, a v případě elektřiny musí probíhat i v reálném čase, protože je okamžitá vazba mezi výrobou a spotřebou elektřiny. Funkce řetězce musí tedy probíhat tzv. formou *operativního řízení* – in time control, v průběhu času. Tzn. Že operativní řízení musí mít k dispozici určité nástroje, aby mohlo být funkční.

ZÁKLADNÍ NÁSTROJE OPERATIVNÍHO ŘÍZENÍ:

- operativní plán,
- operativní evidence,
- popř. specifické formy řízení – just-in-time, dispečerské řízení apod.

Definice operativního řízení:

Operativní řízení vyplňuje cíle řízeného systému v krátkých časových úsecích - měsíce, týdny, dny, hodiny nebo minuty *řízení*, jímž podnik (organizace) zabezpečuje v rámci zvolené strategie a taktiky požadované proporce mezi výrobními činiteli a jejich hospodárným vynakládáním.

Dispečerské řízení tedy zabezpečuje:

- Řízení a sledování výroby a dopravy elektřiny v reálném čase
- Automatické řízení výroby a dodávky podle plánu
- Optimalizace výroby a dodávky (úspora nákladů)

Dispečerské řízení vychází z údajů operativní evidence a to jak plánu, tak zjištěných skutečných informací. Úkolem dispečinku je sledovat průběh realizace dodávky elektřiny od výroby ke spotřebiteli podle plánu, vyhodnocovat tento průběh, provádět operativní zásahy v případě odchylek.

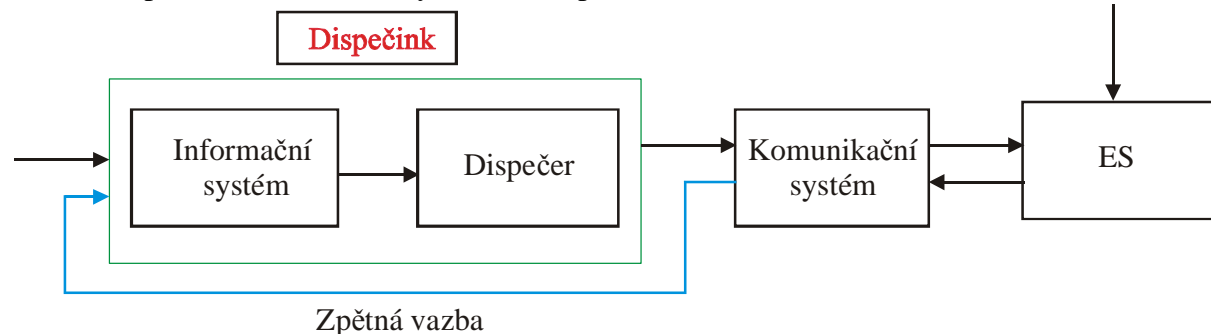
Příčiny odchylek mohou být různé, ale lze je v zásadě shrnout do dvou obecných bodů:

- špatně nebo nepřesně sestavený plán,
- technické nebo organizační nedostatky.

Charakteristické parametry operativního řízení (dispečerského):

- krátké časové intervaly (minuty, hodina, den, týden atd.),
- sledování převážně naturálních elementárních ukazatelů (hodnotou realizované výroby, hodnotou požadované spotřeby, dodržení kvality dodávané elektřiny),
- přímé příkazové řízení, které převládá mezi používanými metodami řízení.

Funkci dispečerského řídicího systému – dispečinku, lze znázornit na základě obr.2:



Obr.2:dispečerský řídicí systém

Dispečink (zelný) musím mít prostřednictvím prostředků – komunikačních nástrojů, informace o stavu řízeného systému (ES) a provádět jimi nezbytné zásahy, aby byla splněna funkce ES. Tyto zásahy lze provádět prostřednictvím dispečera nebo automaticky.

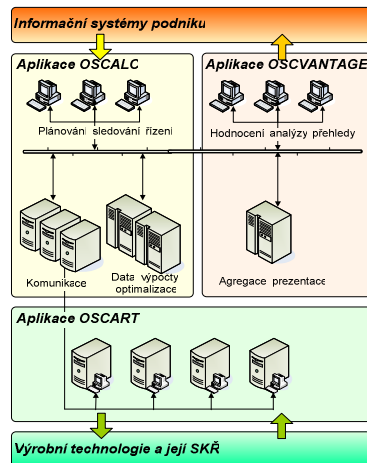
Protože časové konstanty v ES jsou velice krátké a intelektuální schopnosti dispečera jsou konstantní je nutné ve většině případu provádět automatické řízení (např. regulace f a U).

Pro dodržení bilanční rovnováhy je nutno aby systém reagoval velice rychle na změny – autonomně, bez zásahu řídicího systému, což by vyžadovalo delší časy v důsledku přenosu informací do řídicího systému, jejich zpracování a zpětnému vysílání příkazů. Příkladem je primární regulace f a U , které reagují na změnu parametru ES přímo v místě výroby bez zásahu řídicího systému.

Komunikační systém představuje soubor prostředků pro přenášení informací mezi výkonnými prvky ES (generátory, vypínače, trafa apod.) a informačním systémem (řídicím). Pro přenos dat lze používat silové propoje mezi jednotlivými prvky ES (vedení, kabely), prostřednictvím vysokofrekvenčních přenosů, popřípadě samostatnými datovými spoji drátovými i

bezdrátovými. Přenesená data se zpracovávají v informačním systému a jsou využívána pro řízení.

V případě rozhodovacích procesů se převádí zpracování informací ve větší míře na výpočetní prostředky – informační technologie – umělá inteligence (expertní systémy, neuronové sítě, evoluční programování) – rovnice kontinuity (Bernoulli). Příkladem takového automatizovaného systému, který pracuje v reálném čase je obr.3:



Obr.3:příklad automatického řídicí systému pro optimalizaci zásobení podniku energiemi pracujícího v reálném čase.

Vyplnění cílů dispečerského řízení se provádí na základě stanovení **Globální Cílové Funkce** řízení (GCF), který tento systém má plnit. V případě ES v souladu s požadovanou funkcí systému je GCF:

Zajistit zásobování spotřebitelů elektrinou v požadovaném čase, množství a místě při dodržení spolehlivosti, kvality, hospodárnosti a ekologických ohledů na straně výroby, rozvodu i spotřeby.

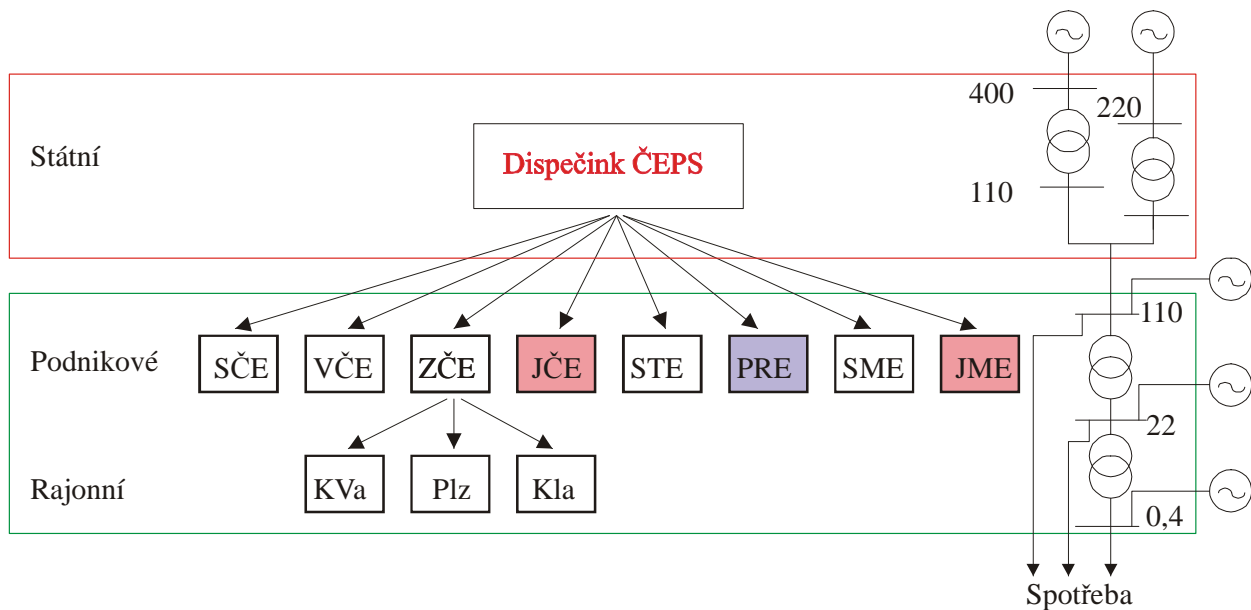
Zjištění, tím i sestavení, a vyplnění takto postavené funkce je z hlediska řízení velice složité (komplikované), proto se volí jednodušší postup:

Celý systém se rozloží na subsystémy, které mají mezi sebou slabé interakce, jsou pak relativně izolované – **provede se dekompozice**. Jednotlivé subsystémy lze pak analyzovat samostatně.

V další části bude provede rozbor dekompozice ES.

Územní dekompozice

Nejdůležitější dekompozice GCF je provedena nejprve na základě územní působnosti jednotlivých částí ES- hierarchická dekompozice – obr.4:



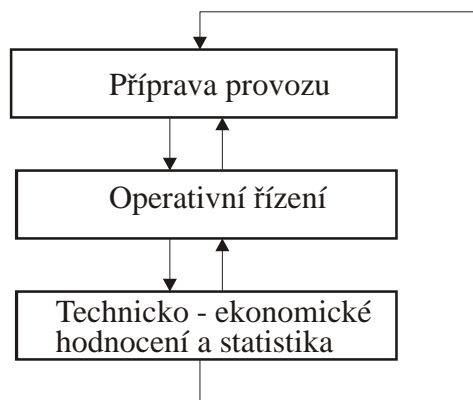
Obr.4: Hierarchické rozdělení dispečerského řízení ES ČR.

Dispečink ČEPS naplňuje GCF do místa předání provozovatelům DS, což jsou sekundární strany transformátorů na VVN/110 KV. S ohledem na působení tržních principů, je vlastníkem přenosové soustavy i dispečinku stát.

Distribuční sítě a tím i dispečinky jsou vlastnictvím společností E.on (červený), ČEZ (bílý) a pražské energetiky (fialový). Do jejich působnosti patří rozvody a transformovny 110kV/VN a VN/NN. Jednotlivé dispečinky pro splnění své funkce mohou využívat ještě rajonné dispečinky, působící v určité části regionu.

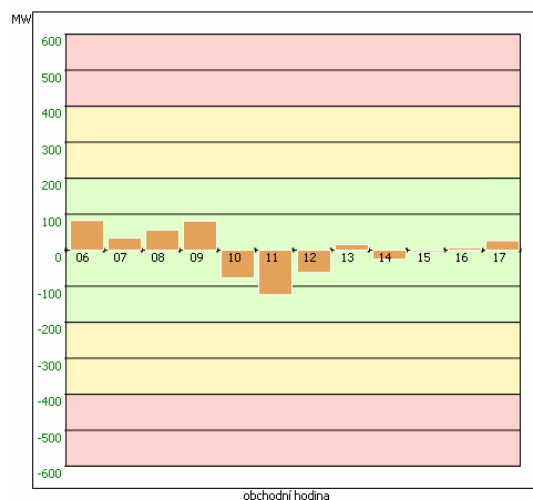
Časová dekompozice

Časové dekompozice rozděluje jednotlivě části operativního řízení, tak jak na sebe postupně navazují obr.5.



Obr.4: Časová dekompozice GCF.

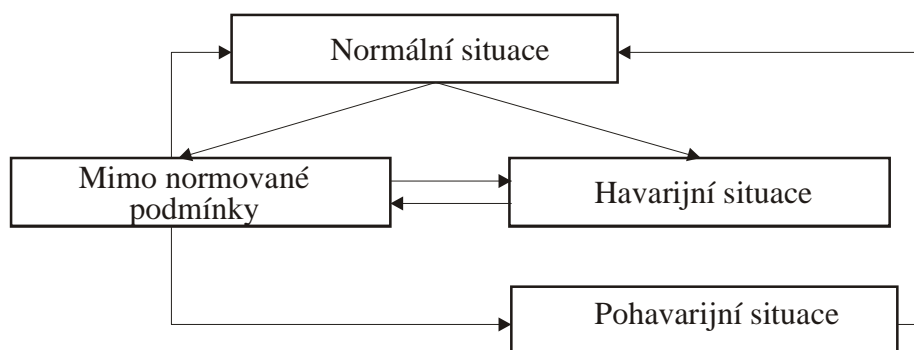
Časová dekompozice umožňuje provádět na základě naměřených a vypočtených dat z provozu ES přípravu provozu budoucího. Například provádět odhad zatížení ES a tím i plánování hodnoty systémových služeb nezbytných pro spolehlivý provoz ES. Příkladem může být odhad systémové odchylky (rozdíl mezi nasmlouvanou výměnou a skutečnou) obr.5.



Obr.5: Odhad systémové odchylky ES z přípravy provozu ES.

Situační dekompozice

Situační dekompozice umožňuje řešit samostatně GCF v různých provozních stavech ES – obr.6.



Obr.6: Situační dekompozice GCF.

Z obrázku je patrné, že soustava narušením bilanční rovnováhy může přejít od režimu mimo provozních podmínek až k jejímu rozpadu tj. neschopnosti vyplnit GCF – zajištění dodávky v příslušných parametrech. Pro každý režim platí jiný systém provozu ES, tak aby se dokázala vrátit do normálního stavu.

Dispečerský řídicí systému musí poskytovat:

- Řídicí funkce
- Servisní funkce

Mezi dispečerské řídicí funkce patří:

- Výpočet parametrů akčních zařízení ES
- Řízení kmitočtu a předávaných výkonů – ČEPS
- Řízení napětí a jalových výkonů – ASRU
- Optimalizace provozu ES – minimální ztráty
- Předpověď zatížení
- Řízení spotřeby – HDO, elektroměry
- Určení výkonových bilancí

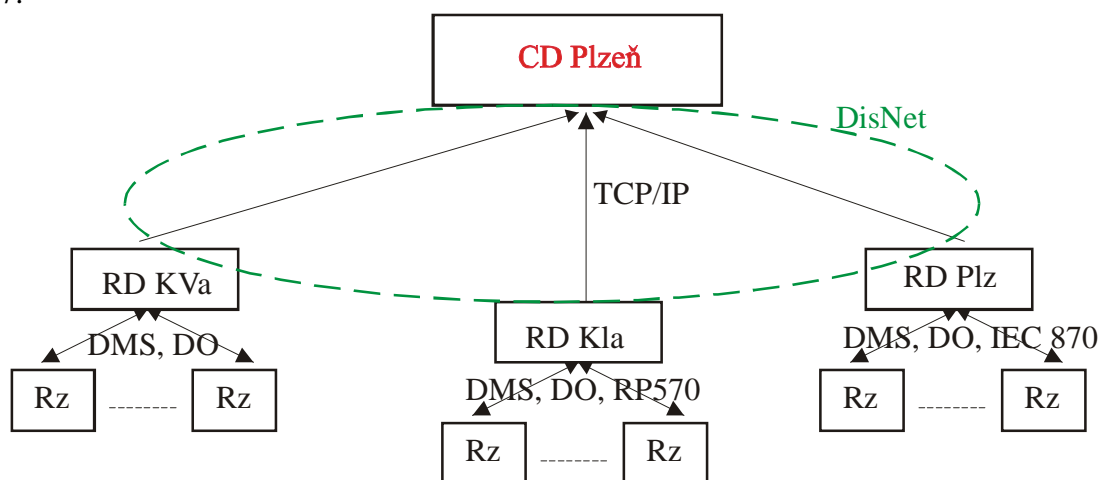
- Určení sestavy zdrojů – optimalizace – lze provozovat jen v režimu SB – single Bayer (jeden nakupovatel elektřiny od výrobců)
- Určení konfigurace sítě – topologie
- Určení provozního stavu ES – State Estimation
- Analýza režimů ES – dynamická stabilita přenosů
- Havarijní řízení – lokalizace poruch – náhradní topologie
- Koordinační funkce řízení

Mezi dispečerské servisní funkce patří:

- Tvorba banky dat – datový model ES – TIS, GIS
- Komunikace dispečera s počítačem MMI (multi média interface) – HMI (human machine interface) – presentace stavu a změn ES – grafické zobrazení, dálkové řízení spínacích prvků
- Provozní dokumentace – archivace
- Sběr a prvotní zpracování dat – komunikace v systému SKŘ
- Technicko ekonomické hodnocení a statistika

Pro vyplnění funkcí dispečerského řízení musí být aplikován komunikační systém kde se využívají telemetrické technologie, které umožní dálkové měření a přenos informace z/do systému. Slovo je odvozeno z kořenů Řeka tele = vzdálený, a metron = míra.

Příkladem realizace SDR a jeho komunikačního systému je integrovaný řídicí systém ZČE – obr.7.



Obr.7: Integrovaný DRS ZČE Plzeň.

Oblastní dispečink je propojen intranetovou sítí s podřízenými rajónními dispečinky a komunikace je prováděna prostřednictvím TCP/IP protokolu - Transmission Control Protocol/Internet Protocol (česky primární transportní protokol - TCP/protokol síťové vrstvy - IP).

Přenos informací z/do stanic z rajónních dispečinků, je prováděno cyklicky (DMS – data management system, DO 100 jednotky), nebo změnově (IEC 870-5-101, 104, TASE). Standard podle normy IEC 870-5-101 byl vyvinut pro dálkové řízení, dálkovou ochranu energetické soustavy a s ní spojené další komunikace. Přenos dat podle tohoto standardu dnes často používají přední firmy zabývající se řídicí, resp. měřicí technikou, jelikož je to robustní nástroj pro řízení a formátování přenášených telemetrických hodnot.

Hlavní řídicí funkce SDR vykonává PAS = Power Application System

Servisní funkce poskytuje SCADA

SCADA je zkratka pro Supervisory Control And Data Acquisition, tzn. supervizní řízení a sběr dat. SCADA tedy není plnohodnotným řídicím systémem, ale zaměřuje se spíše na úroveň supervizora. Zpravidla je to software fungující nad skutečným řídicím systémem založeným např. na PLC (programovatelný logický automat) nebo jiných HW zařízeních. HMI je zkratka pro Human Machine Interface, tzn. rozhraní mezi člověkem a strojem.

Funkce rajónních dispečinků

Úlohy:

- řízení provozu sítí ve všech situacích (normální řízení prací a pracovních čet, havarijní – lokalizace poruch),
- navíc manipulace v sítích VVN,
- optimalizace provozu sítí,
- menší rozloha (3RD na 1 KD)
- větší délky sítí (8000 km, 9300 transformátorů),
- jednoduchá konfigurace sítě – paprskové
- nedostatek informací (chybí telemetrie) – přes CPT,
- dlouhé manipulační doby (dojezd obsluhy), strategie vyhledávání poruchy – zapínání do zkratu, dělení úderníky – dálkově ovládané úderníky, reclosery,
- mnohem větší počet prací v síti.

Centralizace dispečerského řízení

Současná tendence je v integraci a centralizaci. Důvodem je snižování provozních nákladů na řízení ES, zejména nákladů na lidskou práci, prostory dispečinků, budovy, technika údržba. Klade to větší požadavky na komunikační kanály a zpracování informací:

- nárůst objemu informací
- vyšší podíl počítačů na zpracování informací, IT

Dispečerské řízení a zákonná povinnost jeho provozu

Zodpovědnost za zřízení dispečinku a provádění dispečerského řízení mají na základě Energetického zákona č. 458/2000 Sb., má jak provozovatel přenosové soustavy, tak i provozovatele distribučních soustav a lokálně distribučních soustava (LDS). Povinnost zřízení a provozování dispečinku je odvezena od provozované výšky hladiny napětí.

Provozovatel přenosové soustavy (PPS) je povinen - **zřídit a provozovat technický dispečink.**

Dispečink provozovatele přenosové soustavy provádí dispečerské řízení přenosu v přenosové soustavě a dispečerské řízení zdrojů v přenosové soustavě a zdrojů poskytujících podpůrné služby k zajištění systémových služeb v distribuční soustavě v součinnosti s provozovatelem distribuční soustavy. Dispečink provozovatele přenosové soustavy odpovídá za dodržování pravidel propojení s elektrizačními soustavami ostatních států.

Provozovatel distribuční soustavy (PDS) je povinen - **zřídit a provozovat technický dispečink v případě, že provozuje zařízení s napětím 110 kV.**

Dispečink provozovatele distribuční soustavy odpovídá za dispečerské řízení výroby a distribuci elektřiny v distribuční soustavě.

Při dispečerském řízení předávaných výkonů v reálném čase je dispečink provozovatele přenosové soustavy nadřízen dispečinkům provozovatelů distribučních soustav.

PPS a PDS musí vypracovat *Pravidla provozování přenosové soustavy* nebo *Pravidla provozování příslušné distribuční soustavy*; která stanovují podrobnosti o způsobu využívání zařízení pro poskytování podpůrných služeb - stanovují **dispečerský řád** elektrizační soustavy, kde je zapracován prováděcí právní předpis. Tento předpis vydává MPO – *Vyhláška č. 220/2001 Sb.*