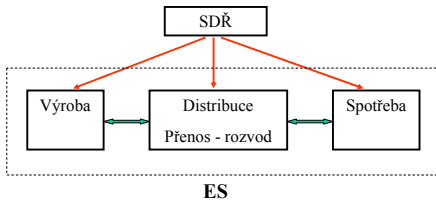


Systémy pro Dispečerské Řízení elektrických sítí

Ing. Václav Böhml, CSc.
ČEZ Distribuce, a.s.

Dispečerské řízení elektrických sítí

Řízený objekt: Elektrizační soustava (ES)
Řídicí systém: Systém dispečerského řízení (SDŘ)



2

Řízený objekt

Elektrizační soustava (ES)

Složitý a geograficky rozsáhlý systém výroby, přenosu a spotřeby elektrické energie, v němž všechny subsystémy na sebe v každém okamžiku bezprostředně působí a musí být neustále ve fyzikální rovnováze:

Výroba = Spotřeba

- Lokality výroby a spotřeby jsou územně rozloženy,
- Výroba i přenosový subsystém podléhají řadě omezení (výrobní výkony, přenosové schopnosti vedení a transformátorů, dodrženy podmínky stability),
- Systém je nelineární (magn.obvody gen., transformátorů, motorů, výkonových elektronických prvků – pohony s frekvenčními měniči, zářivky, kompaktní zářivky, výbojky – vznik vyšších harmonických - zkreslení).
- Vynálezce přenosu energie střídavým proudem ?

3

Příklad ZČE

Rozloha kraje cca 10.000 km²

Počet velkoodběratelů (nad 1MW): 80

Počet velkoodběratelů (nad 100 kW): 1800

Počet maloodběratelů: 500 000

Délky vedení v [km]			Počet transformátorů	
VVN	VN	NN	VVN/VN	VN/NN
740	7900	9500	90	9300

4

Princip adekvátnosti

Každý materiální (informační) systém, má-li vykonávat požadované funkce, musí být řízen.

Má-li být řízení systému úspěšné a hospodárné, pak složitost řízení (řídícího systému) musí být adekvátní složitosti řízeného systému.

*Princip **adekvátnosti** (přiměřenosti) je obecný zákon vzájemného působení (vztahu) dvou systémů. Složitě systémy lze rozložit (dekomponovat) na jednodušší subsystémy a popsat na vztahy mezi dvěma komponentami - řízený a řídicí systém.*

5

Princip adekvátnosti

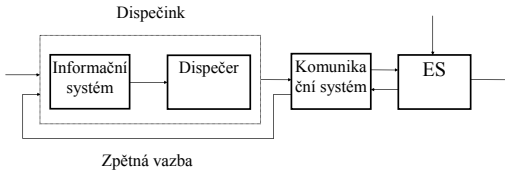
Ve vztahu řídicího a řízeného systému pak mohou nastat tři případy:

- "více" než adekvátní - splňují požadované vlastnosti - jsou nehospodárné,
- adekvátní - splňují požadované vlastnosti - jsou hospodárné,
- "méně" než adekvátní - nesplňují požadované funkce - nehospodárné.

Aplikace na ES: ES má-li tedy být řízena adekvátně → proces řízení i řídicí systém jsou složité, především v množství zpracovávaných informací a složitosti řídicích algoritmů. Čím má být řízení kvalitnější, tím větší množství informací je nutno zpracovávat.

6

Dispečerský řídicí systém



Intelektuální schopnosti **dispečera** jsou konstantní → přenést zpracování informací ve větší míře na stroje → **informační technologie** → umělá inteligence (expertní systémy, neuronové sítě, evoluční programování) - **rovnice kontinuity** (Bernoulli).

7

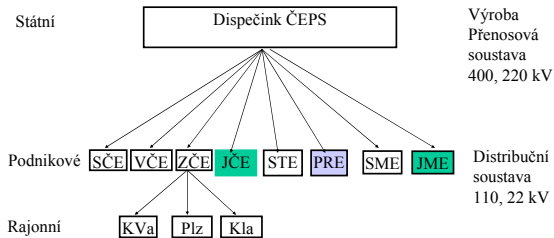
Cíl řízení: **Globální Cílová Funkce řízení** (verbální definice)

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

Zjednodušení: dekompozicí (rozklad) na jednodušší subsystémy, které mají mezi sebou slabé interakce, jsou pak relativně izolované.

8

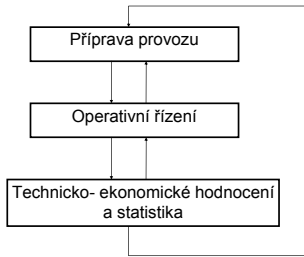
1. Hierarchická dekompozice



Struktura sítí vznikala historicky: Západočeské Elektrárny, a.s. = 1924
Sítě 5,6kV, 10,2kV, 35kV, 60kV - 22kV, 110kV, 220kV, 400kV, 750kV

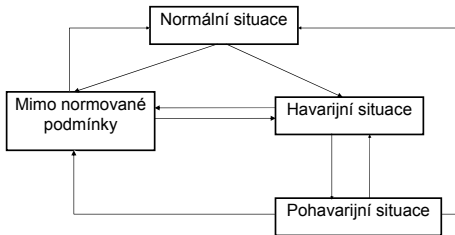
9

2. Časová dekompozice



10

3. Situační dekompozice



11

Hlavní řídicí funkce:

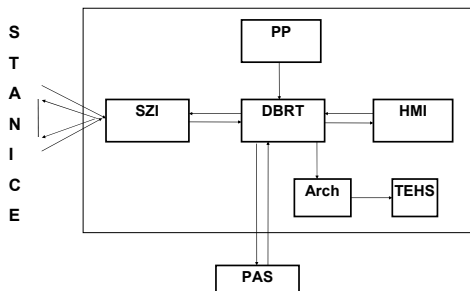
- Výpočet nastavení parametrů akčních zařízení ES,
- Řízení kmitočtu a předávaných výkonů,
- Řízení napětí a jalových výkonů,
- Optimalizace provozu ES
- **Předpověď zatížení**
- **Řízení spotřeby**
- Určení výkonových bilancí
- Určení sestavy zdrojů
- **Určení konfigurace sítě - topologie**
- **Určení provozního stavu ES - State Estimation**
- Analýza režimů ES
- Havarijní řízení
- Koordinační funkce řízení

12

Servisní funkce:

- Tvorba banky dat
- Komunikace dispečera s počítačem
- Provozní dokumentace
- Sběr a prvotní zpracování dat
- Technicko-ekonomické hodnocení a statistika

SCADA = Supervisory Control and Data Acquisition



SCADA = Servisní funkce

PAS = Power Application System = Hlavní řídicí funkce

Komunikace: spolehlivý přenos informací z/do stanic –
cyklické: (DMS,DO100), změnové (IEC 870-5-101, 104, 870-6-)

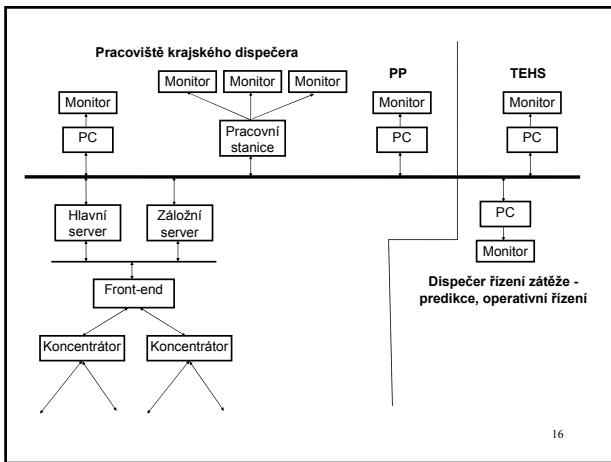
Hierarchická dekompozice:

Krajský dispečink (Podnikový dispečink) VVN síť

3 Rajonné dispečinky (Plzeň, Klatovy, Karlovy Vary) VN síť

Kvalifikace dispečera:

- **obecné znalosti** (provozní předpisy, technické vlastnosti zařízení rozveden - vypínače, odpojovače, ochrany, automatiky),
- **speciální znalosti** jednotlivých rozveden, zařízení, odlišnosti, provozní vlastnosti, expertní znalosti z provozu (souvislosti poruchových stavů).

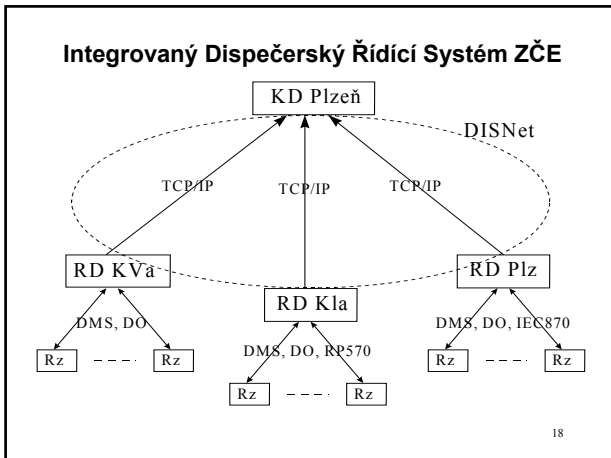


Rajonné dispečinky

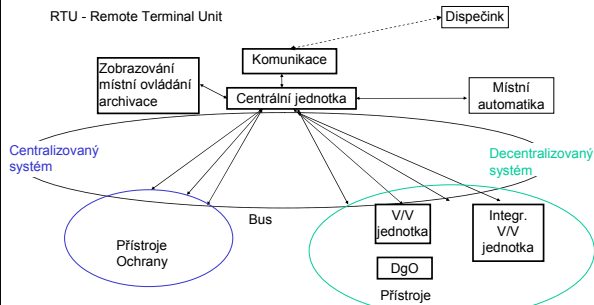
Úlohy:

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

17



Elektrické stanice - Systémy Kontroly a Řízení



Metalické kabely: drahé, rušení
Paprskové, sběrníkové uspořádání, optické kabely

19

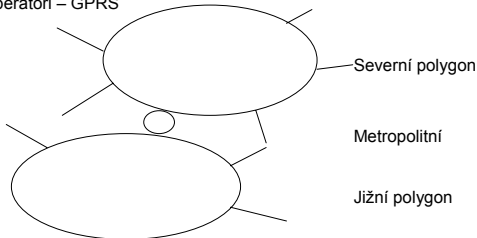
Komunikační systémy

Sdělovací kabely, přenos po VVN vedeních (PLC), optické přenosy (KZL),
mikrovlnné spoje 2-4 GHz, rádiové spoje 100-420 MHz

Páteřní přenosový systém – SDH – 155 MHz

Přístupový systém – NewBridge – FMX, zálohování dig.kanály ISDN

Mobilní operátoři – GPRS



20

Centralizace dispečerského řízení

Tendence: integrace - centralizace - požadavek na
snižování provozních nákladů, zejména náklady na lidské zdroje

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

Důvod centralizace dispečerských systémů:

- snížení provozních nákladů.

Nejjednodušší jsou mzdové náklady – cca 400.000.-Kč/rok

Ostatní provozní náklady: prostory dispečinků, budovy,
technika, její údržba

21

Chránění - samostatný subsystém, využívající společné přenosové cesty a některé informace pro optimalizaci chránění sítě při změnách konfigurace, měření stavového vektoru: globální chránění

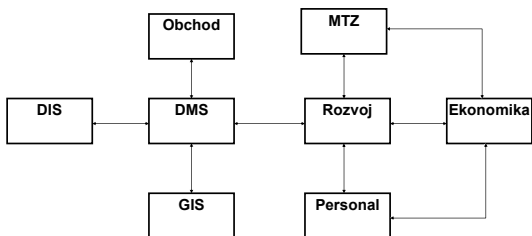
Automatizace ne už jen v rámci rozvodny, ale v důležité (zatím) menší oblasti.

V Plzni: chránění vedení mezi rz Plzeň-město, Teplárna Plzeň, rz Plzeň-sever (rozdílová ochrana)

Ostrovní provoz v lokalitách se zdroji – zejména důsledek velkých systémových havárií „blackoutů“ (USA, Itálie, Švédsko, Londýn).

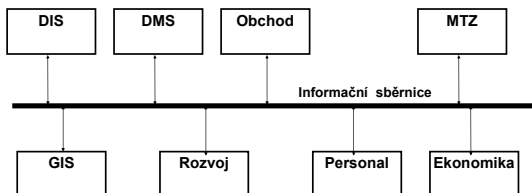
22

Integrace informačních systémů



Současné řešení v integraci: datové propojení jednotlivých samostatných informačních systémů - Datové sklady - Data Warehouse

23



Nejnovější trendy (Cired): Informační propojení automatizačních ostrovů

Informační sběrnice: transakce, koordinátor, konverze datových formátů, mezinárodní komunikační a datové standardy : CORBA, IEC 870-6

24

Liberalizace trhu s energiemi

Energie je zboží jako každé jiné

Odhaduje se, že energetika bude mnohem větším „zlatým dolem“ než jsou telekomunikace:

- odstranění přirozeného monopolu (většinový podíl má stát - FNM),
- vytvoření konkurenčního prostředí,
- přístup nezávislých výrobců elektřiny do sítí (zejména v souvislosti s rozvojem nových technologií výroby – paroplynové cykly – kombinovaná výroba tepla a elektřiny).

Cíl:

- snižování cen pro konečné spotřebitele = kamufláž soukromých zájmů za společenské,
- přístup dalších subjektů na trh (obchodníci), (první pokusy kolem roku 1985 v Chile, dnes se šíří po celém světě: USA, Evropa.

Důsledky: Kalifornská krize – nákup za tržní ceny, prodej za regulované ceny, nárůst cen ropy, omezení výstavby zdrojů – výpadky v dodávce elektr.energie.

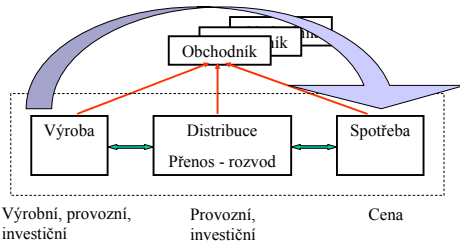
Black outy: 2003 USA – východní pobřeží 27 hodin, Itálie, Dánsko
V r.1998 Nový Zéland – 3 týdny - zanedbaná údržba.

25

Liberalizace

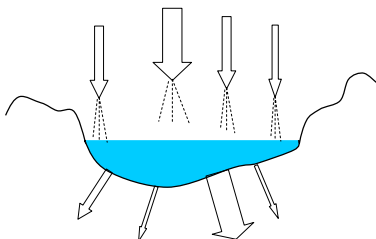
Dosavadní kritériální funkce: minimalizace nákladů
Nová kritériální funkce v tržním prostředí: maximalizace zisků (koho?)

$$\text{Zisk} = \text{Prodejní cena} - \text{Náklady}$$
$$\max(\text{Zisk}) = \max(\text{Prodejní cena}) - \min(\text{Náklady})$$



26

Liberalizace



27

V ČR:

Nový energetický zákon od 1.1.2001, vznik ERÚ (určuje pravidla trhu a regulované ceny za které se prodává chráněným zákazníkům – částečná regulace státem).

Od 1.1.2002 – obchodování oprávněných zákazníků.

Oddělení výroby (ČEZ, samostatné elektrárenské společnosti), **distribuce** (PS, DS – PPS, PDS) a **obchodu**.

Základní:

• **oprávnění** (v 1.kroku nad 9 GWh/rok, postupné snižování hranice)

• **chránění** (maloodběratelé) úplná liberalizace kolem r.2004.

28

- 1.1.2004 – všichni koneční zákazníci, kteří jsou vybaveni průběhovým měřením spotřeby, kromě domácností,
- 1.1.2005 – všichni koneční zákazníci, kromě domácností,
- 1.1.2006 - všichni koneční zákazníci – tedy i domácnosti.

29

Elektrárny ČEZu

Česká energetická přenosová soustava
Sítě ZVN (400, 220 kV)

Rozvodné energetické akciové společnosti
Skupina ČEZ
Sítě 110, 22 kV, 230 V

30

Nové trendy (vlivy)

- Vliv ekologických aktivit: omezení tvorby skleníkových plynů
- EU není soběstačná ve zdrojích energie.

Zvýšení účinnosti elektráren (kondenzační 32%, kogenerační zdroje 38-40%, paroplýnové jednotky-omezeno potřebou tepla)

Využití obnovitelných zdrojů energie (OZE):

- Vodní – téměř vyčerpán hydrologický potenciál ČR, výstavba a obnova MVE (vyšší účinnost),
- Bioplyn – tlení zemědělských odpadů -
- Biomasa – rychle rostoucí dřeviny (olše, vrba, bříza), rostliny (šřovík) (elektrárna s výkonem 10 MW potřebuje 82 km² na pěstování energetických rostlin, Zpč.kraj: 500 MW – 4100 km²)
- Fotovoltaika – zatím zanedbatelná – nízká účinnost – do 1%
- **Větrná**

31

Obnovitelné zdroje energie

Podíl na výrobě z OZE vyrobená za
1.-9.2005 v ČEZu:

Vodní elektrárny	90,7%
MVE	3,97%
Spalování biomasy	5,3%
Větrná elektrárna	0,03%
Sluneční fotovoltaika	

32

„Větrná“ energetika

EU: přímá a bezohledná podpora VE. Přímořské státy – instalovaný výkon: 30-50.000 MW, poroste. Využitelnost 3600 h/rok off-shore, 3000 h/rok pobřežní, 800 h/rok ČR

Bezohlednost k technickým problémům:

- potřeba rezervního výkonu – vynucená výstavba tepelných elektráren
- přetoky energie mezi severními a jižními oblastmi EU – nárůst přenosových ztrát (ČEPS 400 kV: ze 70 MW na 110 MW)

Řešení: výstavba přečerpacích elektráren

33
