

Prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc.

Spolehlivost energetických systémů v souvislosti s obnovitelnými zdroji energie

ÚVOD

V současné době jsou výpočty spolehlivosti elektrických sítí stále více spojovány se dvěma problémy provozu elektroenergetické soustavy:

- V době, kdy bude provedeno ocenění nedodané energie, budou výsledky výpočtu pravděpodobně nedodané energie jedním ze základních podkladů pro plánování investic a rekonstrukcí elektroenergetických zařízení.
- Dalším problémem je oblast údržby elektroenergetické soustavy. Snahou provozovatelů elektrických sítí je minimalizovat náklady na údržbu ovšem za předpokladu, že nedojde ke snížení spolehlivosti dodávky elektrické energie. Pro řešení této problematiky je nutno provádět výpočty spolehlivosti s respektováním údržbových prostojů a dále provádět příslušná ekonomická vyhodnocení. Snahou je provádět údržbu nikoli podle času, ale podle skutečného stavu zařízení a minimalizovat údržbové prostoje.

I. SPOLEHLIVOST A DATABÁZE PORUCH

Ve výzkumném centru katedry elektroenergetiky VŠB TU Ostrava probíhá od roku 2000 sběr a zpracování dat o poruchách a výpadcích dodávky elektrické energie odběratelům.

Spolehlivostní parametry, které se dnes používají při výpočtech, jsou již neaktuální. V sítích Regionálních distribučních společností se dnes vyskytují zařízení, která jsou spolehlivější, na vyšší technologické úrovni, mnohdy bez údržbové, výroby světových značek. Pro přesnou predikci spolehlivosti ve kterémkoli uzlu sítě je tedy nutné pokračovat ve sběru dat a jejich vyhodnocování. Vzhledem k tomu, že intenzita poruch zařízení v elektroenergetice je relativně nízká, má velký význam spojení databází regionálních energetických společností ČR a Západoslovenské energetiky na našem pracovišti. Vzniká tak statisticky významný soubor údajů, který je dvakrát ročně vyhodnocován a tím se zpřesňují spolehlivostní parametry.

Dále se rozpracovává metodika koordinované údržby, provádí se srovnání koordinované údržby se spolehlivostně orientovanou údržbou /RCM/, analýza jednotlivých metod spolehlivostně orientované údržby a tvoří se metodika vhodná pro jednotlivé prvky a systémy distribučních a přenosových elektrických sítí. K tomu je nutno zpracovat struktury vstupních databází pro systém RCM a vytvořit metodiku pro určování důležitosti prvků.

Dále se modifikují simulační metody výpočtu spolehlivosti pro praktické výpočty a další úpravy programu SPOLEH, které vedou k komfortnějšímu ovládání a analýze programu SPOLEH při výpočtu spolehlivosti souběhu vedení.

AKTUÁLNÍ ROZSAH DAT

- Jednotlivé distribuční oblasti dodávají heterogenní data
- Bylo vytvořeno jednotné relační schéma, které umožní dotazování a analýzu

- Je nutno řešit ukládání, indexování a navíc transformaci dat

Tab. 1 – Rozsah databáze poruch

	E.ON (JME)	ČEZ (SČE)	ČEZ (SME)	ČEZ (STE)	ČEZ (VČE)	ČEZ (ZČE)	ZSE
2000	-	-	1. - 12.	-	-	1. - 12.	1. - 12.
2001	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	-	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.
2002	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	-	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.
2003	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	-	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.
2004	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.
2005	-	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.	1. - 12.
2006	-	1. - 6.	1. - 6.	1. - 6.	1. - 6.	1. - 9.	1. - 6.

II. METODY MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZY

Na pracovišti katedry elektroenergetiky byly zpracovány obecné matematické metody řešení obecných problémů multikriteriální analýzou. Při jejich aplikacích a dalším rozvoji se tyto metody pro určení priorit nasazení řídicích systémů v elektrických rozvodných soustavách musí zkoumat z hlediska vah určených kritérií.

Rozhodování v úlohách vícekriteriální optimalizace spočívá v transformaci informací, které jsou k dispozici o rozhodovacích variantách a o cílech sledovaných uživatelem. Jiným důležitým hlediskem pro klasifikaci úloh jsou informace, které jsou součástí zadání úlohy, nebo které lze získat v průběhu jejího řešení.

S rozšiřováním trhu s elektrickou energií rostou nároky na provozovatele distribučních sítí, kteří musí zajistit dodávku elektrické energie v potřebném množství a kvalitě.

Podle informačního hlediska rozdělíme úlohy vícekriteriálního rozhodování do tří kategorií:

- Úlohy s informací umožňující skalarizaci optimalizačního kritéria s kardinální informací o kritériích. Teorie vícekriteriálního rozhodování bude nutná k tomu, aby uvedená redukce na skalár byla provedena kvalifikovaně tak, aby nedošlo ke ztrátě nebo ke zkreslení původních informací.
- Úlohy bez informace umožňující skalarizaci. Úlohy této kategorie jsou jádrem teorie i praxe vícekriteriálního rozhodování. Základním pojmem se kterým pracujeme je pojem nedominovaného řešení.
- Úlohy s informací získanou v průběhu řešení. Někdy je obtížně získat potřebné informace předem, neboť uživatel a ani analytik předem nevědí, co všechno je pro řešení vícekriteriální úlohy relevantní. Proto jsou vyvinuty postupy, které umožňují získávat informace od uživatele v průběhu řešení úlohy a to zpravidla prostřednictvím dialogu uživatele s počítačovým programem.

Program pro vyhodnocování ekonomické efektivity dálkově ovládaných odpínačů a vypínačů nasazovaných do distribučních sítí.

Program pracuje v prostředí MS Excel

VÝSTUPNÍ EKONOMICKÉ ÚDAJE:

- Celkový finanční přínos za vyhodnocovaný rok [Kč]
- Doba návratnosti vložených investic [rok]
- Úspora nedodané el.energie za vyhodnocovaný rok [MWh]



Obr. 1 – Úvodní list programu

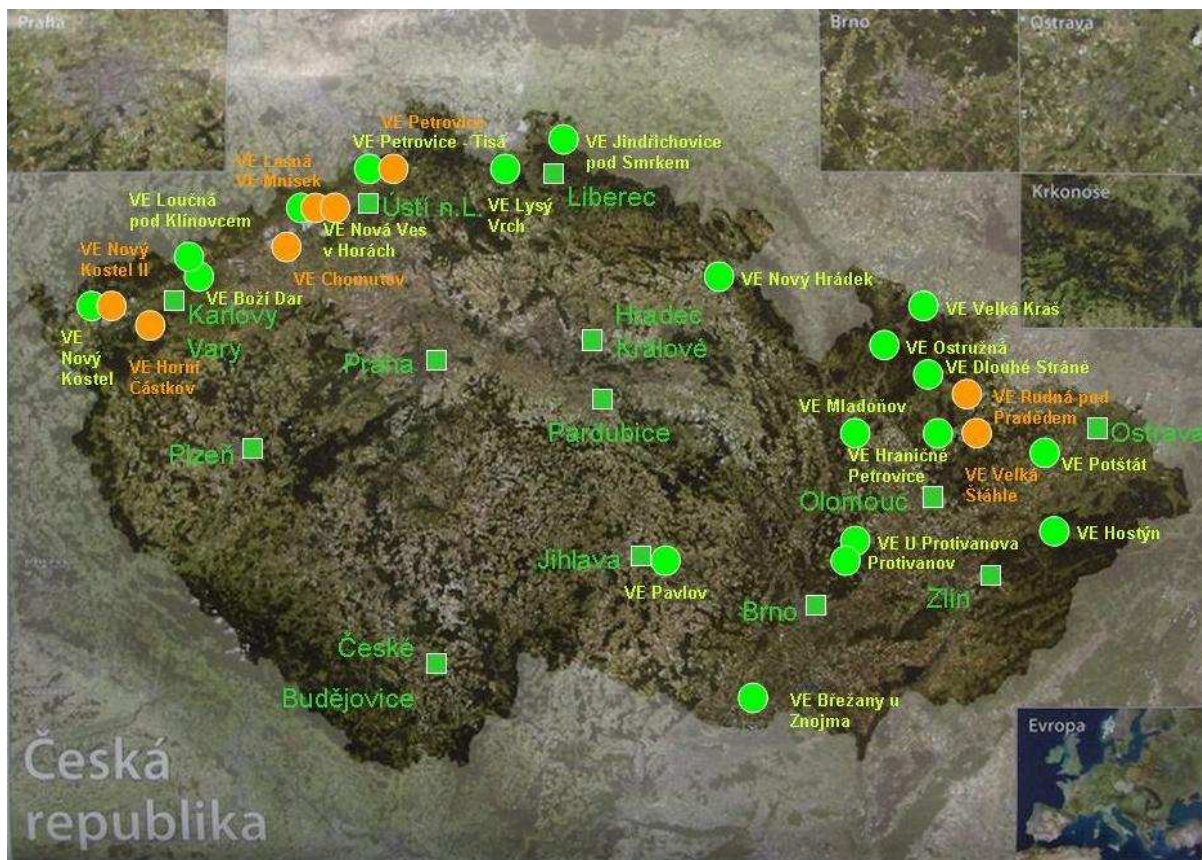
III. OBNOVITELNÉ ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE

Definujeme modelové aplikace v oblasti využití obnovitelných zdrojů energie, které se sledují z hlediska provozní spolehlivosti. Provádíme rozbor a specifikace provozní spolehlivosti zařízení využívajících obnovitelné zdroje energie.

Významným aspektem pro výzkum netradičních zdrojů elektrické energie jsou palivové články a jejich zařazení do oblastí pokrytí špičkové elektrické energie.

VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Na VŠB-TU Ostrava byla vybudována větrná elektrárna s asynchronním generátorem s možností dodávky vyrobené elektrické energie do distribuční soustavy, popř. do obecné impedance. Pro připojení byl vytvořen monitorovací a řídicí systém s možností sledování parametrů prostřednictvím webového rozhraní. Měření vlastností probíhalo i na reálných větrných elektrárnách. Na to navazuje výzkum vlastností jednotlivých druhů generátorů z hlediska použití pro větrné elektrárny - měření přechodných dějů, využití asynchronních generátorů s přepínáním počtu pólů, asyn. generátor v autonomním provozu s buzením kondensátory. Byl odladěn měnič kmitočtu Sinamics pro malou větrnou elektrárnu. Pro diagnostiku stavu strojů byly zdokonaleny a aplikovány diagnostické metody k určení technického stavu strojů v elektrárnenských i jiných provezech.



Obr. 2 – Mapa České republiky s pozicemi větrných elektráren

IV. OCENĚNÍ NEDODANÉ ENERGIE

Je provedena analýza ocenění nedodané energie a vytýčení cílů pro exaktní metodiku. Strategickým cílem je vytvoření obecného technicko ekonomického modelu pro oceňování nedodané energie z hlediska dodavatele i odběratele. Provádíme rozbor vlivu výpadků na ocenění nedodané energie.

Řešení je rozšířeno o další důležité body potřebné pro výpočet množství a měrné ceny nedodané elektrické energie. Byl

zpracován výzkum matematických metod pro tvorbu typizovaných průběhů zatížení, tvorba typizovaných průběhů zatížení na základě reálných měření v průmyslu, výpočet množství nedodané energie z typizovaných průběhů zatížení.

Tvorba a rozbor vztahů pro výpočet nákladů vznikajících při výpadku elektrické energie, byl vytvořen obecný matematický polynomický vzorec pro výpočet nákladů.

$$N_{ODBERATELE} = N_{ZV} + N_{PROSTOJ} + N_{OPRAVA} + N_{START} + N_{NV} + N_{ZNV} + N_{PEN} + \sum N_i + \sum k_k \cdot N_k$$

N_{ZV}	náklady na zničené výrobky
$N_{PROSTOJ}$	náklady na prostoj zaměstnanců
N_{OPRAVA}	náklady na opravu výrobní linky v případě poškození při výpadku
N_{START}	náklady na znovu uvedení linky do provozu
N_{NV}	náklady (ztráta) z nevyrobených výrobků
N_{ZNV}	náklady na zajištění náhradní výroby
N_{PEN}	náklady na penalizace
N_i	další možné přímé náklady při výpadku
N_k	dílčí nepřímé náklady
k_k	koefficient umožňující zvýšení nebo snížení dílčích nepřímých nákladů

ZÁVĚR

V prezentaci na konferenci budou uvedeny konkrétní výsledky výzkumu.

PODĚKOVÁNÍ

Výzkumná práce vzniká za podpory VZ MSM – 6198910007.

LITERATÚRA

- [1] Výzkumná zpráva z řešení výzkumného záměru „Spolehlivost energetických soustav“