

Větrné elektrárny jsou známy nestabilním charakterem dodávky elektrické energie, která je závislá na meteorologických podmínkách v místě instalace. Kromě nestability dodávky způsobené meteorologickými podmínkami ovlivňuje dodávku elektrické energie také poruchovost technologií instalovaných ve větrných elektrárnách ale také poruchovost distribuční sítě. Přestože se jedná o relativně spolehlivé zařízení dochází k poměrně velkému počtu výpadků.

Cílem příspěvku je analýza poruch vybraných větrných elektráren na základě dostupné databáze poruchových hlášení. Tato databáze obsahuje data pro šest vybraných větrných elektráren pro časový interval od uvedení sledovaných větrných elektráren do provozu.

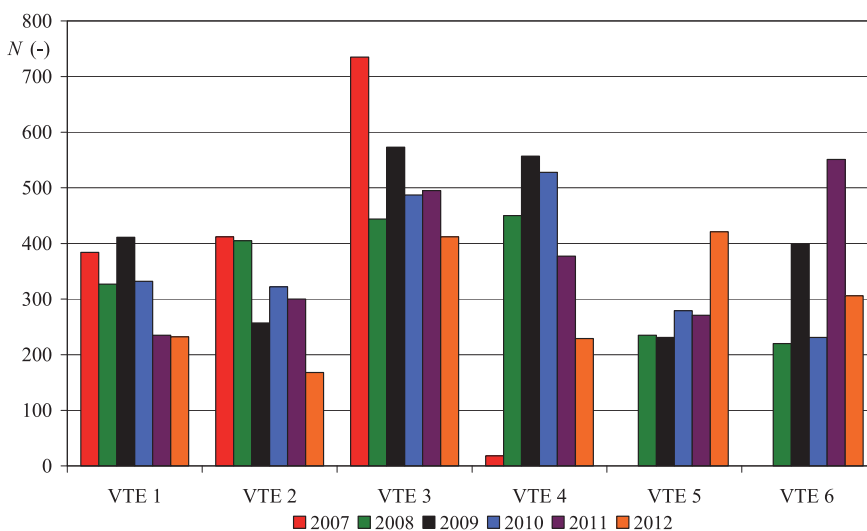
Lukáš PROKOP, Stanislav MIŠÁK, FEI, VŠB – TU Ostrava

Dílčí vyhodnocení poruchové databáze vybraných větrných elektráren

1. Úvod

V posledních letech jsou stále více diskutovanými tématy změny klimatu, jejich projevy, dopady a rovněž míra ovlivnění lidskou činností. V současné době se především v Evropské unii daří prosazovat postupné snižování emisí oxidu uhličitého a podporovat zvyšování podílu obnovitelných zdrojů elektrické energie (OZE) na celkové výrobě i na hrubé domácí spotřebě. Mezi nejvýznamnější zástupce OZE jsou v ČR řazeny: vodní elektrárny, biomasa, bioplyn, větrné elektrárny (VTE), kapalná biopaliva a fotovoltaické systémy. Dle vývoje v posledních letech byl patrný nejvyšší nárůst výroby elektrické energie z OZE u fotovoltaických systémů a větrných elektráren. V další části bude diskutována pouze problematika týkající se VTE, z důvodu dostupnosti relevantních dat.

V České republice nejsou v porovnání s Nizozemím či Německem tak ideální větrné podmínky, nicméně jsou zde lokality, které jsou pro výstavbu VTE vhodné. Avšak počet lokalit vhodných pro výstavbu VTE, respektive farem VTE, není nekonečný. S ohledem na současný stav je možno říci, že v ČR jsou téměř vyčerpány kvóty pro realizační záměry výstavby VTE. A to i přesto, že díky využití moderních řídicích systémů VTE s frekvenčními měniči, není pro volbu lokality VTE prioritou velká nadmořská výška, ale je možné využívat i lokality nížinaté, dochází však ke komplikacím v procesu získání stavebního povolení, ale také k problémům s volnou kapacitou distribuční sítě.



Obr. 1 Počet poruchových hlášení v jednotlivých letech

Přestože jsou VTE řazeny mezi ekologické a perspektivní zdroje elektrické energie, je rozvoj větrné energetiky je provázen řadou problémů. Snahou ať už investorů nebo provozovatelů elektrizační soustavy by mělo být nalezení rovnováhy mezi požadavky obou stran. Konkrétně snahou výrobce je co největší objem výroby v MWh, spolehlivost, životnost výrobní a tomu odpovídající co nejkratší doba návratnosti investic. Na druhé straně, snahou provozovatele elektrizační soustavy, do které je výroba připojena, je co největší kvalita elektrické energie z VTE a co největší redukce negativních zpětných vlivů VTE na elektrizační soustavu.

Jak bylo uvedeno výše je dodávka elektrické energie z větrných elektráren závislá na meteorologických podmínkách v dané

lokality, ale také na poruchovosti jednotlivých komponent větrných elektráren. Cílem tohoto článku je prvotní analýza databáze poruchových hlášení z řídicího systému větrných elektráren. Dostupná databáze obsahuje data z provozu šesti vybraných větrných elektráren typu VESTAS V90 o výkonu 2 MW. Jedná se o větrné elektrárny se synchronním generátorem v kaskádním zapojení s frekvenčním měničem. Podrobné informace a popis analyzovaných větrných elektráren je dostupný z [1].

2. Obecné vyhodnocení databáze poruchových hlášení

Jak bylo uvedeno výše k analýze je využita databáze poruchových hlášení získaná z řídicího systému jednotlivých větrných elektráren. Na Obr.1 je zobrazen graf s cel-

kovým počtem poruchových hlášení pro sledované období v délce cca šesti let, přičemž některé elektrárny byly uvedeny do provozu až v průběhu sledovaného období, což je opět patrné z Obr.1, kde pro VTE 5 a VTE 6 chybí údaje za rok 2007 a u VTE 4 je pro rok 2007 pouze zlomek z počtu událostí, které byly zaznamenány u ostatních VTE, které byly v provozu od začátku roku 2007. Z grafu na Obr.1 jsou také patrné rozdíly, jak mezi jednotlivými VTE, tak mezi jednotlivými lety sledování provozu VTE.

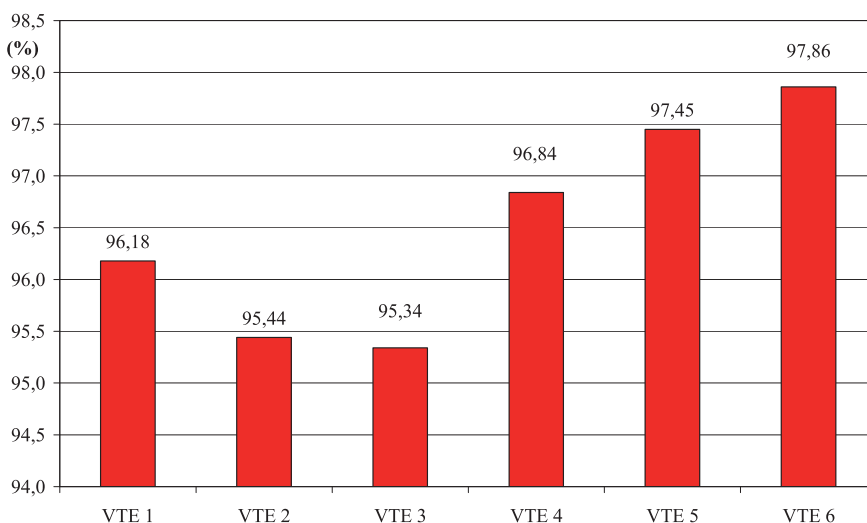
Jedním ze základních ukazatelů, který charakterizuje dobu provozu jednotlivých VTE je tzv. dostupnost, která je ve smyslu teorie spolehlivosti definována jako úroveň, do které je systém (zařízení) funkční a k dispozici v případě, že je vyžadován jeho provoz. Jednoduše lze dostupnost definovat jako poměr mezi očekávanou střední dobou mezi poruchami (MTBF) a součtu očekávaných a naměřených hodnot střední doby mezi poruchami (MTBF) a střední dobou do obnovení (MTTR). Matematické vyjádření je potom uvedeno ve vztahu (1).

$$\text{Dostupnost} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

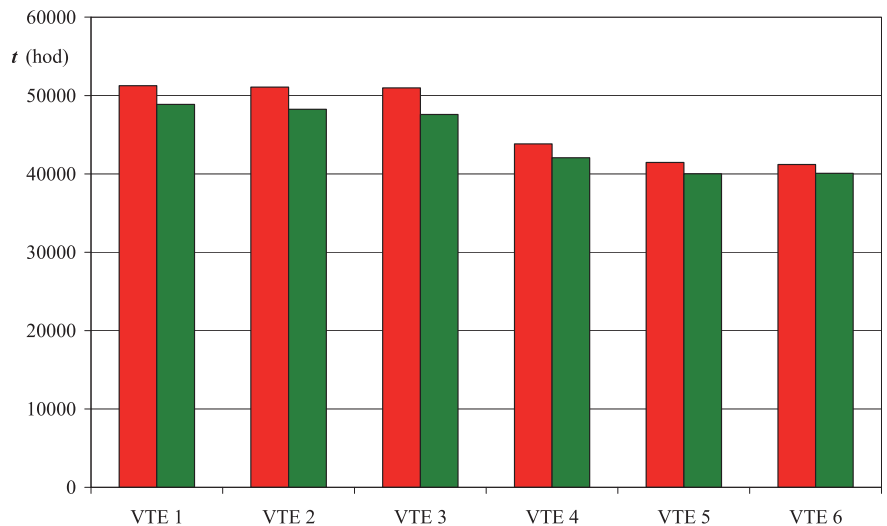
Dostupnost jednotlivých VTE v jednotlivých letech analyzovaného časového intervalu je zobrazena v grafu na Obr.2.

Zajímavostí je, že VTE 1 a VTE 2 jsou instalovány na stejné lokalitě, vzdáleny cca 200 metrů od sebe a při téměř identických meteorologických podmínkách vykazují odlišné hodnoty jak dostupnosti, tak dodávaného výkonu.

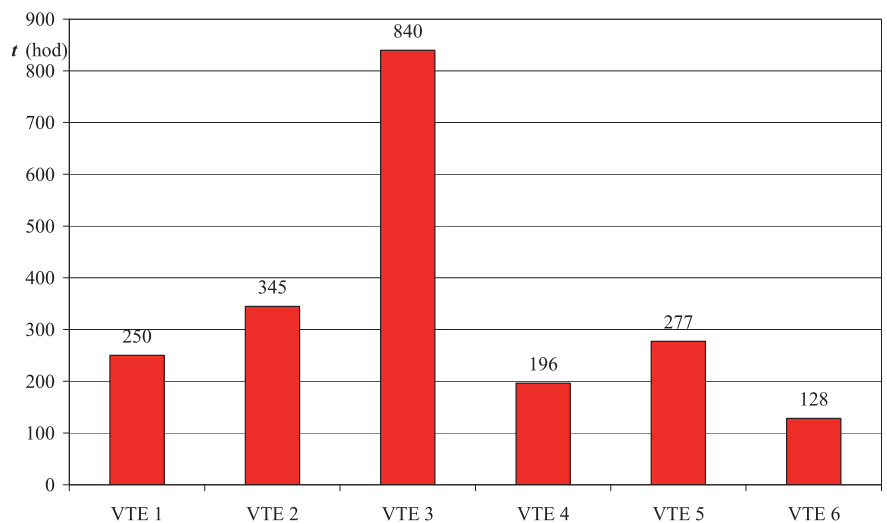
Pro lepší představu a dokreslení informací, které poskytuje výše uvedená dostupnost jednotlivých VTE je možné doplnit informaci o délce provozu jednotlivých VTE a délce doby, po kterou jednotlivé VTE dodávají vyrobenou elektrickou energii



Obr. 2 Dostupnost jednotlivých VTE



Obr. 3 Doba od uvedení VTE do provozu a doba dodávky elektrické energie do sítě



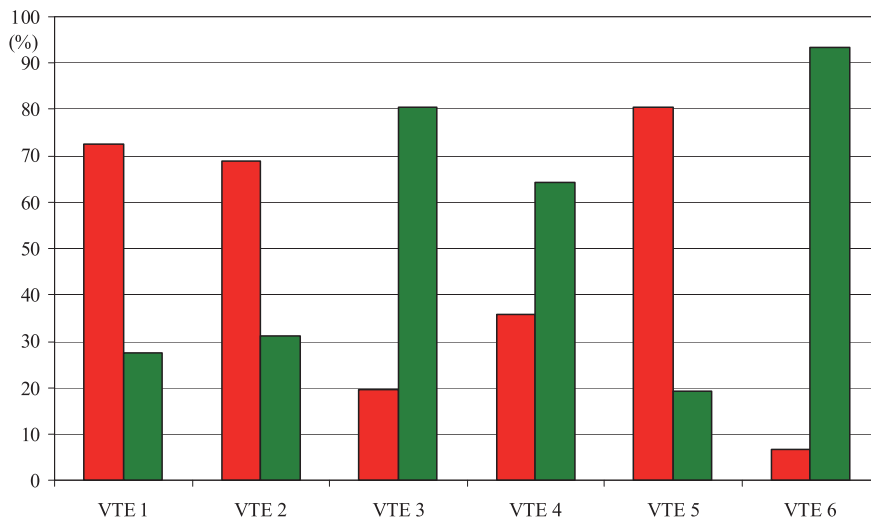
Obr. 4 Počet hodin mimo provoz VTE - externí příčina

do distribuční sítě. Délka časového intervalu, pro který byla dostupnost vypočtena je uvedena na Obr.3., kde červený sloupec ukazuje celkovou dobu od uvedení jednotlivých VTE do provozu a zelený sloupec potom znamená dobu, po kterou jednotlivé VTE dodávaly elektrickou energii do distribuční sítě.

Z grafu na Obr.3 je dále patrný rozdíl mezi dobou od uvedení jednotlivých VTE do provozu a dobou, kdy jednotlivé VTE dodávaly elektrickou energii do distribuční sítě. Tento rozdíl má dvě možné příčiny, první je porucha na zařízení VTE a druhou možnou příčinou jsou problémy spojené s provozem distribuční sítě, kdy distribuční síť není dostupná z různých příčin, např. výpadek na přívodním vedení, výpadek transformátoru, působení různých elektrických ochranných, atd.

Objem počtu hodin, kdy byly sledované VTE v sledovaném časovém intervalu mimo provoz z důvodu nedostupnosti distribuční sítě je uveden na Obr.4. Z grafu na Obr.4 vyplývá, že počet hodin mimo provoz z důvodu nedostupnosti distribuční sítě je poměrně vyrovnaný pro většinu sledovaných VTE, až na VTE 3, která byla mimo provoz po více než dvojnásobnou dobu, než ostatní sledované elektrárny.

Pokud vezmeme v úvahu průměrné meteorologické podmínky na území ČR, potom průměrný koeficient využití pro tento typ VTE může dosahovat hodnot okolo 0,3.



Obr. 5 Poměr mezi počtem hodin mimo provoz z důvodu poruchy a počtem hodin mimo provoz z důvodu nedostupnosti sítě

Výkupní cena elektrické energie z VTE pro sledované období se pohybuje v průměru okolo 2800 Kč/MWh, potom při výkonu 2 MW se lze vypočítat, při znalosti doby, po kterou je VTE mimo provoz z důvodu nedostupnosti sítě (Obr.4), o jakou částku za vyrobenou elektrickou energii se jedná. Např. pro VTE1 lze potom vypočítat částku 420 000 Kč.

Dále je možné porovnat, jaký je poměr mezi dvěma výše zmíněnými příčinami nedodávky a to nedodávkou z důvodu poruchy zařízení VTE a nedodávkou z důvodu nedostupnosti sítě. Graf zobrazený na Obr. 5 ukazuje poměr mezi délkou nedodávky z obou výše uvedených příčin. Z hodnot uvedených v grafu na Obr.5 je možné usuzovat, že tento poměr přímo závisí na lokalitě instalace sledované VTE nebo sledovaných VTE.

Vzhledem k tomu, že VTE 1 a VTE 2 jsou instalovány na stejné lokalitě je poměr uvedený v grafu na Obr. 5 téměř shodný a ukazuje na poměrně bez poruchový provoz místní distribuční sítě. Pro VTE 3 a VTE 6 jsou naopak hlavní příčinou nedodávky problémy způsobené nedostupností distribuční sítě.

3. Vyhodnocení databáze poruchových hlášení pro vybranou VTE

Vzhledem k tomu, kolik obsahuje databáze údajů byla pro detailnější vyhodnocení vybrána pouze jedna VTE, na které jsou demonstrovány možnosti vyhodnocení, které výše zmíněná databáze poskytuje. Následně uvedené grafy jsou výsledkem vyhodnocení pro VTE 1.

Vzhledem k omezenému rozsahu článku jsou vybrány pouze základní formy vyhodnocení. Databáze umožňuje například identifikovat příčinu poruchy, délku trvání příslušné poruchy nebo počet poruch dané příčiny ve sledované časovém intervalu.

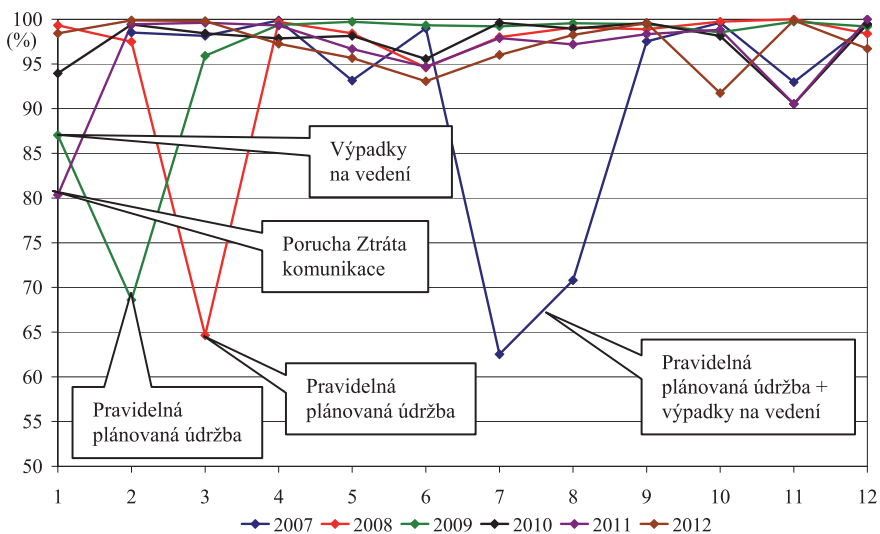
Z databáze je také možné vysledovat vazbu mezi jednotlivými poruchami, příklad takového vyhodnocení je zobrazen na Obr.6. Jednotlivé křivky ukazují průměrnou hodnotu pro dostupnosti VTE (osa y) pro jednotlivé roky (barva křivky) a měsíce (osa x). U výrazných poklesů dostupnosti je uvedena její příčina.

4. Závěr

V článku jsou prezentovány dílčí závěry plynoucí z analýzy databáze, která obsahuje hlášení poruchových stavů vybraných větrných elektráren stejného typu instalovaných v různých lokalitách na území České republiky. Na základě této databáze je možné učinit dílčí vyhodnocení poruchovosti jednotlivých VTE, stejně tak

| | Elektrické | Mechanické | Komunikace a řízení | Ostatní |
|------|------------|------------|---------------------|---------|
| 2007 | 0,41 | 2,40 | 58,51 | 38,68 |
| 2008 | 5,03 | 1,26 | 41,56 | 52,15 |
| 2009 | 0,38 | 0,14 | 33,42 | 66,06 |
| 2010 | 0,20 | 0,40 | 52,95 | 46,45 |
| 2011 | 0,25 | 2,00 | 47,23 | 50,51 |
| 2012 | 3,85 | 0,88 | 67,80 | 27,47 |

Tab. 1 Procentuální rozdělení poruch podle příčiny



Obr. 6 Vazba mezi dostupností VTE a příčinou poruchy

Z hlediska vyhodnocení příčiny poruchy bylo zvoleno rozdělení na čtyři kategorie:

- Elektrické
- Mechanické
- Komunikace a řízení
- Ostatní

V Tab.1 je zobrazeno procentuální rozdělení jednotlivých příčin poruch ve sledovaném časovém období. Z Tab. 1 je patrné, že převažují poruchy způsobené chybami v komunikaci a řízení provozu VTE. Dále je zaznamenáno vyšší množství poruch typu ostatní, kde jsou však zařazeny odstávky VTE z důvodu pravidelné údržby.

jako odlišovat mezi poruchou zařízení VTE a nedostupností distribuční sítě.

V další analýze této databáze je nutné se zaměřit na vyhodnocení jednotlivých spolehlivostních ukazatelů charakterizujících obecně poruchovost zařízení.

Tento článek byl zpracován v rámci výzkumu na projektu MŠMT (ENET No. CZ.1.05/2.1.00/03.0069), projektu SP2013/68 a také projektu GAČR 102/09/1842.

Literatura:

[1] www.vestas.com