

Vliv podílu OZE v energetickém mixu na pokrytí odběru

Ing. Zdeněk Pistora, CSc.

V souvislosti s tím, jak se v EU stupňuje tlak na zvýšení podílu obnovitelných zdrojů v energetickém mixu a na dekarbonizaci energetiky, vystupuje do popředí otázka zdrojové přiměřenosti (generation adequacy) a spolehlivosti pokrytí odběru, zejména ve špičkách. Jak je všeobecně známo, OZE jen ve velice omezené míře podléhají dispečerskému řízení a jejich reálná dostupnost ve velké míře závisí na okamžitých povětrnostních podmínkách - vítr a sluneční svit.

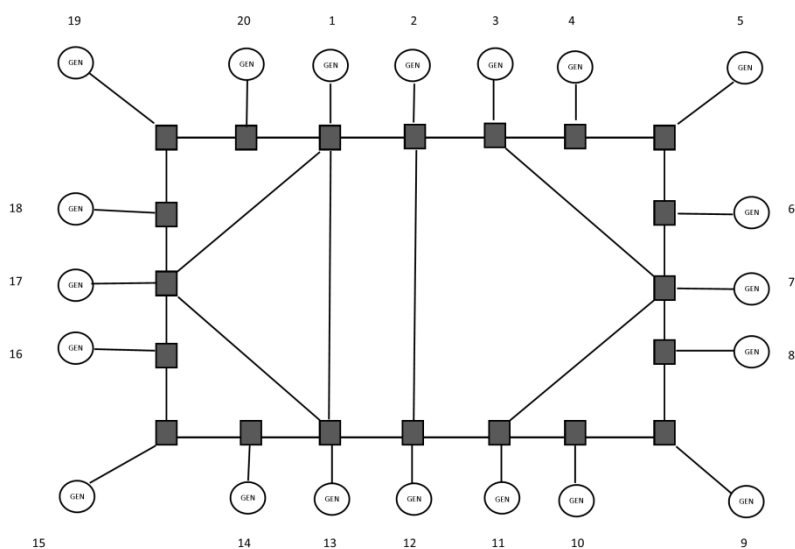
Řešením tohoto problému, jak jej navrhuji orgány EU, by měla být rozsáhlejší mezinárodní spolupráce, větší propojení trhů s elektřinou, zejména těch krátkodobých a dynamická tvorba cen podle okamžité dostupnosti zdrojů na trhu.

Cílem tohoto příspěvku je ukázat vliv rostoucího podílu OZE v energetickém mixu v relativně malé modelové síti na spolehlivost pokrytí odběru při současném odstínění ostatních vlivů, které mohou spolehlivost negativně ovlivňovat.

1. Modelová soustava

Jako model byla zvolena síť vvn o 20 uzlech, každém s odběrem 50 MW. Do každého uzlu je vyveden výkon z 1 zdroje. Těmito zdroji mohou být elektrárny na fosilní paliva (při nulovém podílu OZE) nebo větrné či solární parky (při 100% podílu OZE). V každém studovaném případě však je přítomna fosilní rezerva 200 MW.

Schéma studované soustavy je na Obrázku 1:



Obrázek 1 - schéma studované soustavy

2. Vstupní údaje a metoda výpočtu

Pro výpočet byla použita metoda Monte-Carlo, při níže je simulován dlouhodobý chod soustavy, výpadky a údržba jednotlivých prvků a po každé takové změně je vyhodnocen stav soustavy, v tomto konkrétním případě pokrytí či míra nepokrytí odběru. Síť pro zkoumání byla zvolena natolik robustní, že její vlastní vliv na spolehlivost je omezený a je tudíž dobře vidět vliv spolehlivosti jednotlivých zdrojů.

Do výpočtu vstupují tyto veličiny:

- vedení:
 - četnost poruchových výpadků: 0,0439 / rok
 - trvání poruchového výpadku: 15,8 hodiny
 - četnost údržbových odstávek: 1 / rok
 - trvání údržbové odstávky: 5 hodin
 - maximální přenositelný výkon: 1000 MW
- rozvodny:
 - četnost poruchových výpadků: 0,054 / rok
 - trvání poruchového výpadku: 450 hodin
 - četnost údržbových odstávek: 1 / rok
 - trvání údržbové odstávky: 360 hodin
- vývod ze zdroje:
 - četnost poruchových výpadků: 0,04 / rok
 - trvání poruchového výpadku: 15 hodin
 - četnost údržbových odstávek: 0 / rok
 - trvání údržbové odstávky: 0 hodin
 - ... údržba vývodu je koordinována s údržbou vlastního generátoru
- fosilní zdroje:
 - četnost poruchových výpadků: 0,054 / rok
 - trvání poruchového výpadku: 450 hodin
 - četnost údržbových odstávek: 1 / rok
 - trvání údržbové odstávky: 360 hodin
 - dodávaný výkon: 100 MW

Dále uvedené spolehlivostní parametry OZE - v našem případě větrných a solárních zdrojů - spíše než vlastnosti konkrétního zařízení odrážejí vliv povětrnostní situace. Kupř. solární elektrárna je odstavena každodenně zhruba na dobu 14 hodin, což je ve výpočtu simulováno jako údržba. Rovněž se předpokládá, že slunce je zastíněno rovněž každý den, a to v průměru na dobu 7,6 hodin. Tyto údaje vznikly výpočtem na základě reálné dostupnosti, kterou naměřili v USA (*Delucchi, Jacobson: Providing all global energy with wind, water and solar power, part II: Reliability, system and transmission costs and policies - Energy policy 39/2011*).

Poznámka autora: Tato část studie bude vyžadovat ještě další upřesnění, zejména s ohledem na konkrétní podmínky v ČR, kdy výsledná dostupnost obnovitelných zdrojů může být mnohem menší.

V případě větrných elektráren odpadá noční odstávka.

- větrné zdroje
 - četnost poruchových výpadků: 365 / rok
 - trvání poruchového výpadku: 13,92 hodin
 - četnost údržbových odstávek: 0 / rok
 - trvání údržbové odstávky: 0 hodin
 - dodávaný výkon: 50 MW
- solární zdroje
 - četnost poruchových výpadků: 365 / rok
 - trvání poruchového výpadku: 7,6 hodin
 - četnost údržbových odstávek: 365 / rok
 - trvání údržbové odstávky: 14 hodin
 - dodávaný výkon: 50 MW

3. Výsledky

Výpočet byl proveden pro podíl OZE v energetickém mixu rostoucí od 0 do 100%, s krokem 10%. Vstupní údaje jsou uvedeny v Tabulce 1:

Varianta	INSTALOVANÝ VÝKON MW			ZÁTĚŽ MW
	FOSIL	VÍTR	SOLAR	
Pouze fosilní výroba - předimenzovaná	2800	0	0	1000
Pouze fosilní výroba - s velkou rezervou	1400	0	0	1000
Pouze fosilní výroba s malou rezervou	1200	0	0	1000
10% OZE	1300	50	50	1000
20% OZE	1200	100	100	1000
30% OZE	1100	150	150	1000
30% OZE bez rezervy	700	150	150	1000
30% OZE s malou rezervou	900	150	150	1000
40% OZE	1000	200	200	1000
50% OZE	900	250	250	1000
50% s malou rezervou	700	250	250	1000
60% OZE	800	300	300	1000
60% s malou rezervou	600	300	300	1000
70% OZE	700	350	350	1000
70% OZE s malou rezervou	500	350	350	1000
80% OZE	600	400	400	1000
80% OZE s malou rezervou	400	400	400	1000
90% OZE	500	450	450	1000
90% OZE s malou rezervou	300	450	450	1000
100% OZE s rezervou	400	500	500	1000
100% OZE s malou fosilní rezervou	200	500	500	1000
100% OZE s malou rezervou ne-fosilní	0	600	600	1000

Tabulka 1 - vstupní údaje studovaných variant

Varianty označené "s malou rezervou" obsahují rezervní výkon ve fosilních zdrojích o velikosti 200 MW.

Výpočet ukázal, jak s rostoucím podílem OZE roste i pravděpodobnost nepokrytí spotřeby instalovanými zdroji:

Varianta	Roční nedodávka GWh		Generation adequacy	% nepokrytí	Ideálně odebraná energie GWh
	výpadky uzlů	nedostatek zdrojů			
Pouze fosilní výroba - předimenzovaná	0,03	0	1,000000	0	8760
Pouze fosilní výroba - s velkou rezervou	0,03	0,12	0,999986	0	8760
Pouze fosilní výroba s malou rezervou	0,03	7,58	0,999135	0	8760
10% OZE	0,03	0,32	0,999963	0	8760
20% OZE	0,03	1,14	0,999870	0	8760
30% OZE	0,03	3,14	0,999642	0	8760
30% OZE bez rezervy	0,03	1019,05	0,883670	16	8760
30% OZE s malou rezervou	0,03	104,13	0,988113	2	8760
40% OZE	0,03	7,38	0,999158	0	8760
50% OZE	0,03	18,65	0,997871	0	8760
50% s malou rezervou	0,03	347,56	0,960324	6	8760
60% OZE	0,03	40,64	0,995361	1	8760
60% s malou rezervou	0,03	541,76	0,938155	9	8760
70% OZE	0,03	81,38	0,990710	1	8760
70% OZE s malou rezervou	0,03	780,9	0,910856	12	8760
80% OZE	0,03	129,25	0,985245	2	8760
80% OZE s malou rezervou	0,03	966,45	0,889675	15	8760
90% OZE	0,03	226,55	0,974138	4	8760
90% OZE s malou rezervou	0,03	1258,84	0,856297	20	8760
100% OZE s rezervou	0,03	358,99	0,959019	6	8760
100% OZE s malou fosilní rezervou	0,03	1558,82	0,822053	25	8760
100% OZE s malou rezervou ne-fosilní	0,03	2197,26	0,749171	35	8760

Pokud bude, v souladu s pravidly EU, nedodávka oceněna hodnotou VoLL (Value of Lost Load), bude to v modelové síti každoročně mít tyto finanční důsledky (při VoLL = 79 Kč/kWh):

Varianta	Generation adequacy	% nepokrytí	Nedodávka VoLL mil.CZK
Pouze fosilní výroba - předimenzovaná	1,000000	0	0
Pouze fosilní výroba - s velkou rezervou	0,999986	0	9
Pouze fosilní výroba s malou rezervou	0,999135	0	599
10% OZE	0,999963	0	25
20% OZE	0,999870	0	90
30% OZE	0,999642	0	248
30% OZE bez rezervy	0,883670	16	80 505
30% OZE s malou rezervou	0,988113	2	8 226
40% OZE	0,999158	0	583
50% OZE	0,997871	0	1 473
50% s malou rezervou	0,960324	6	27 457
60% OZE	0,995361	1	3 211
60% s malou rezervou	0,938155	9	42 799
70% OZE	0,990710	1	6 429
70% OZE s malou rezervou	0,910856	12	61 691
80% OZE	0,985245	2	10 211
80% OZE s malou rezervou	0,889675	15	76 350
90% OZE	0,974138	4	17 897
90% OZE s malou rezervou	0,856297	20	99 448

100% OZE s rezervou	0,959019	6	28 360
100% OZE s malou fosilní rezervou	0,822053	25	123 147
100% OZE s malou rezervou ne-fosilní	0,749171	35	173 584

4. Závěr

Výsledky simulací na této testovací soustavě ukazují, že nedodávka v absolutní hodnotě (v GWh) roste až do limitní hodnoty 35% nepokrytí spotřeby při úplné absenci fosilních nebo jiných říditelných zdrojů. Hodnota nedodávky spočtená na základě VoLL může sloužit pro navazující výpočty ekonomického opodstatnění dalších navazujících opatření typu výstavba skladovacích kapacit, finanční motivace spotřeby k větší pružnosti atd.

V Praze, 9.3.2018

zdpi@zdenekpistora.cz