

Analýza využitia PVE Ružín

¹Miloš ŠÁRPATAKY, ²Dušan MEDVEĎ

^{1,2} Katedra elektroenergetiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach, Slovenská republika

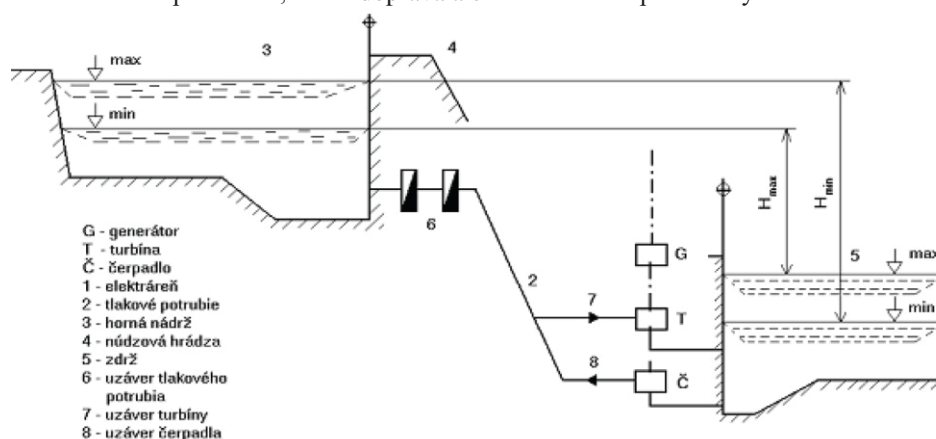
¹milos.sarpataky@student.tuke.sk, ²Dusan.Medved@tuke.sk

Abstrakt — Článok popisuje prečerpávacie vodné elektrárne a ich možné využitie. V dnešnej dobe sú prečerpávacie vodné elektrárne neoddeliteľnou súčasťou elektrizačnej sústavy, ktorá by bez nich nemohla fungovať tak, ako funguje. Cez deň vykrývajú výkonové špičky, t.j. keď je najväčší dopyt po „rýchlej“ dodávke elektrickej energie a v noci odoberajú elektrickú energiu zo siete napríklad z tepelných alebo jadrových elektrární a prečerpávajú vodu do horných nádrží, čím akumulujú energiu vo forme potenciálnej energie vody pre ďalšie využitie. Tento článok porovnáva rôzne alternatívy fungovania prečerpávacích vodných elektrární.

Kľúčové slová — elektrárne, elektrická energia, prečerpávacia vodná elektrárne, výroba elektrickej energie.

I. PREČERPÁVACIA VODNÁ ELEKTRÁREŇ

Prečerpávacie vodné elektrárne majú v dnešnom prepojenom systéme výroby elektrickej energie veľký význam. Výkon jadrových a veľkých tepelných elektrární je možné meniť len veľmi obmedzene a tieto elektrárne preto dodávajú elektrickú energiu v tzv. základnom pásme denného diagramu zaťaženia. Prečerpávacie vodné elektrárne sa naopak využívajú pri špičkovom zaťažení alebo v prípade, keď je potrebný záskok pri poruche nejakého zariadenia. Ich hlavnou funkciou je akumulácia potenciálnej energie vody čerpaním do vyššie umiestnených nádrží a následne využitie tejto energie na výrobu elektrickej energie. Pretože jadrové a tepelné elektrárne majú pomerne stály chod, vzhľadom na to, že ich regulovanie a spúšťanie spôsobuje veľké finančné straty, preto prečerpávacie vodné elektrárne využívajú elektrickú energiu na akumuláciu vody do vyšších nádrží, hlavne počas noci, keď je prebytok elektrickej energie a taktiež je lacnejšia. Veľká prednosť týchto elektrární je rýchle regulovanie výkyvov v spotrebe energie a taktiež dlhá životnosť, pri zabezpečení pravidelných kontrol prvkov PVE. Naopak, nevýhodou sú obrovské investičné náklady, spôsobené väčšinou lokalitou v kopcoch a výstavbou vodného diela. Vodné elektrárne sa vo všeobecnosti stavajú väčšinou ako hydroenergetické dielo, ktoré plní viacero účelov. Ďalšími účelmi vodných diel môže byť napríklad ochrana územia pred povodňami, zásobovanie priemyslu alebo poľnohospodárstva vodou, vyrovňovanie nerovnomerných prietokov vody v priebehu roka, ochrana životného prostredia, lodná doprava alebo rekreačno-športové využitie.



Obr. 1 Rez usporiadaním prečerpávacej vodnej elektrárne

II. POROVNANIE TEORETICKEJ A SKUTOČNEJ VÝROBY PVE RUŽÍN

Pri porovnaní teoretickej a skutočnej výroby elektrickej energie prečerpávacej vodnej elektrárne Ružín I, boli teoretické hodnoty uvažované pri spáde 52,5 m a účinnosti 80,5 %, na základe predpokladu, že ročný priemerný prietok sa pohyboval okolo 10 m³/s a preto bola zvolená najnižšia tabuľková hodnota účinnosti výroby elektrickej energie.

Tabuľka 1
 Skutočné hodnoty výroby elektrickej energie v MWh

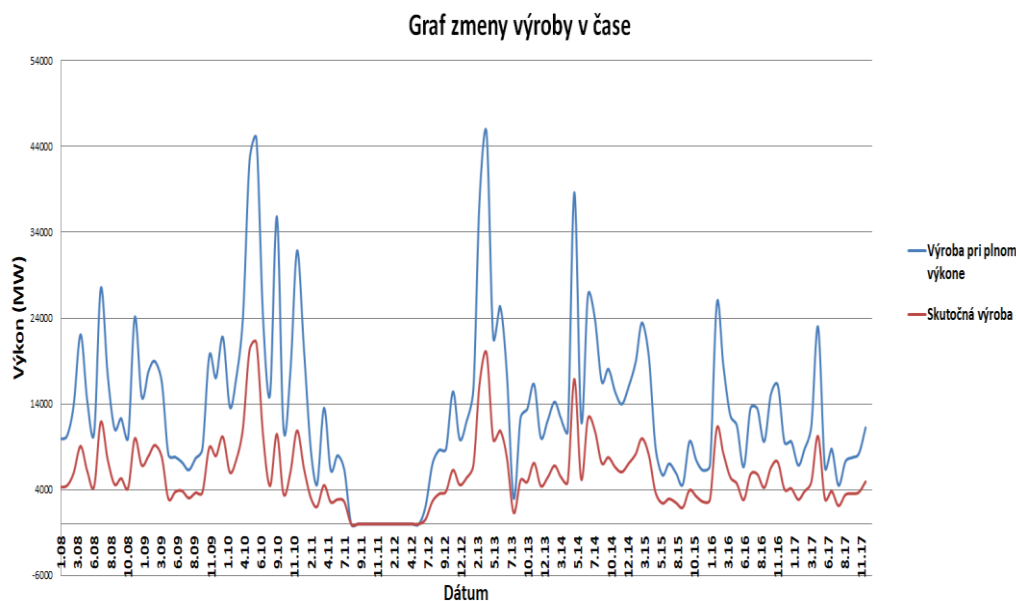
	Jan	Feb	Mar	Apr	Máj	Jún	Júl	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
2008	4289	4489	5943	9062	6177	4357	11892	7511	4617	5301	4209	9958
2009	6840	7943	9183	7858	2940	3737	3859	3022	3645	3675	8899	7943
2010	10156	6050	7374	11092	20275	21084	10290	4442	10478	3485	6020	10879
2011	6449	3020	2018	4511	2557	2853	2588	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	555	2646	3517	3801	6281	4564
2013	5365	6866	16400	19935	9855	10882	7833	1310	5083	4895	7098	4436
2014	5414	6789	5505	4881	16888	5210	12276	10905	7102	7762	6609	6052
2015	7081	8149	9967	8042	3681	2413	2926	2474	1916	3935	3196	2589
2016	2843	11207	8250	5492	4700	2804	5754	5804	4227	6545	7211	4038
2017	4126	2846	3792	4904	10234	2925	3826	2124	3403	3528	3696	4934

Ako prvý variant porovnania skutočnej výroby elektrickej energie s teoretickou bol uvažovaný priebeh prečerpávacej vodnej elektrárne na plný výkon (maximálny, inštalovaný) rovnaký čas, ako bola skutočná elektrárň v danom mesiaci v turbínovej prevádzke. Výpočet teoretickej výroby elektrickej energie pri plnom výkone, bol realizovaný pomocou pomerného prepočtu na mesačnú výrobu elektrickej energie, kde bol maximálny výkon 60 MW vynásobený počtom hodín výroby elektrickej energie prečerpávacej vodnej elektrárne Ružín.

Tabuľka 2
 Vypočítané hodnoty výroby elektrickej energie v MWh pri plnom výkone 60 MW

	Jan	Feb	Mar	Apr	Máj	Jún	Júl	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
2008	9900	10320	13860	22080	14400	10620	27480	17400	11100	12300	10080	24120
2009	14820	17820	18960	16620	8100	7800	7200	6300	7680	8760	19620	17040
2010	21780	13680	16800	23940	42360	44880	23940	15060	35820	11100	17820	31860
2011	20280	8580	4620	13500	6300	7980	6360	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	2100	7020	8640	8760	15420	9900
2013	11940	15780	37920	45600	21780	25380	17700	3000	12360	13380	16260	10080
2014	12060	14220	12360	10800	38640	11940	26640	24000	16620	18060	15360	13980
2015	16080	18900	23460	19500	8940	5700	7020	5940	4620	9600	7380	6240
2016	6840	25740	18540	12720	11460	6660	13440	13440	9600	15120	16200	9540
2017	9600	6840	8700	11400	22980	6600	8760	4500	7260	7740	8220	11220

Následne bol pomocou tabuliek vytvorený graf závislosti vyrobenej elektrickej energie od času pri maximálnom výkone (obr. 2).



Obr. 2 Graf závislosti vyrobenej elektrickej energie od času pri maximálnom výkone

Z grafu (Obr. 2) je možné vidieť veľké rozdiely vo výrobe elektrickej energie v prečerpávacej vodnej elektrárni a teoretickej výroby elektrickej energie, ak by elektrárň mohla využívať počas aktívnej doby celý svoj inštalovaný výkon. Výroba v skutočnosti je oveľa menšia ako pri plnom výkone, z dôvodu, že elektrárň je v spolupráci s inými elektrárňami v elektrizačnej sústave a musí vyrobiť výkon podľa požiadaviek prevádzkovateľa prenosovej sústavy. Druhým dôvodom je, že pri maximálnom výkone je zvýšený prietok vody, čiže by mohlo dôjsť k tomu, že by sa elektrárň dostala pod minimálnu hranicu prevádzkovej hladiny, ak by využila na výrobu veľké množstvo vody.

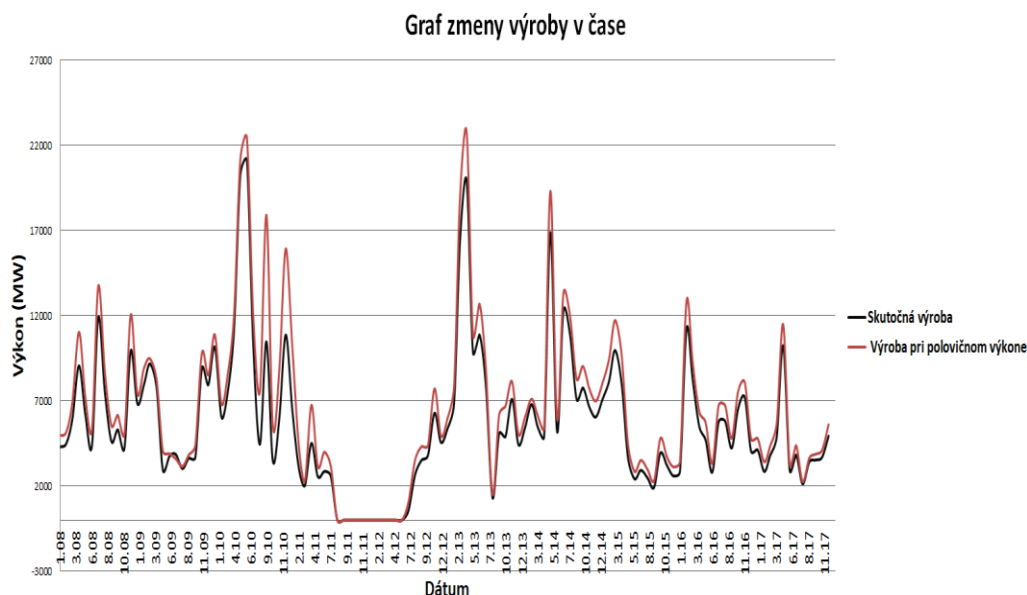
Druhým variantom porovnania skutočnej výroby elektrickej energie s teoretickou bola úvaha, že elektrárň pracuje na polovičný inštalovaný výkon (výpočet bol podobný ako v prvom variante). V tomto prípade bol uvažovaný polovičný výkon 30 MW.

Tabuľka 3

Vypočítané hodnoty výroby elektrickej energie v MWh pri polovičnom inštalovanom výkone, t.j. 30 MW

	Jan	Feb	Mar	Apr	Máj	Jún	Júl	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
2008	4950	5160	6930	11040	7200	5310	13740	8700	5550	6150	5040	12060
2009	7410	8910	9480	8310	4050	3900	3600	3150	3840	4380	9810	8520
2010	10890	6840	8400	11970	21180	22440	11970	7530	17910	5550	8910	15930
2011	10140	4290	2310	6750	3150	3990	3180	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	1050	3510	4320	4380	7710	4950
2013	5970	7890	18960	22800	10890	12690	8850	1500	6180	6690	8130	5040
2014	6030	7110	6180	5400	19320	5970	13320	12000	8310	9030	7680	6990
2015	8040	9450	11730	9750	4470	2850	3510	2970	2310	4800	3690	3120
2016	3420	12870	9270	6360	5730	3330	6720	6720	4800	7560	8100	4770
2017	4800	3420	4350	5700	11490	3300	4380	2250	3630	3870	4110	5610

Pomocou tabuľkových hodnôt bol vytvorený graf závislosti vyrobenej elektrickej energie od času pri polovičnom výkone (obr. 3).



Obr. 3 Graf závislosti vyrobenej elektrickej energie od času pri polovičnom výkone

Z grafu (Obr. 3) závislosti vyrobenej elektrickej energie od času pri uvažovanom polovičnom inštalovanom výkone, je možné vidieť, že sa krivky vo väčšine prípadov takmer zhodujú, čo znamená, že medzi hodnotami skutočnými a teoretickými je minimálny rozdiel. Počas celého priebehu funkcie je výroba elektrickej energie pri polovičnom výkone vyššia, okrem júna 2009, kedy bola skutočná výroba o 163 MWh vyššia, čo znamená, že elektrárňou pracovala v tomto mesiaci počas svojej turbínovej prevádzky na približne polovicu svojho možného výkonu. Taktiež z grafu vyplýva, že prečerpávací vodná elektrárňou Ružín pracuje, čo teda vyrába elektrickú energiu, približne s polovičným inštalovaným výkonom.

Výsledky ďalších uvažovaných variantov je možné nájsť v literatúre [4].

III. ZÁVER

Z prezentovaných výsledkov na obrázkoch a v tabuľkách je možné skonštatovať, že elektrárňou PVE Ružín pracuje počas svojej prevádzky približne na polovičný inštalovaný výkon, čo prezentuje Obr. 2 a Obr. 3, kde je uvedené porovnanie skutočných hodnôt s hodnotami, ak by elektrárňou pracovala na maximálny (inštalovaný) výkon a polovičný inštalovaný výkon. Uvedená skutočnosť potvrdzuje pomerne značné využitie vodných elektrární a ich nasadenia v špičkovom pásme denného diagramu zaťaženia.

IV. POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a SAV podporenou grantom VEGA 1/0372/18.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] M. Kolcun, J. Džmura, M. Mešter, M. Pavlík, „Elektrárne“. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2017.
- [2] M. Knápek, „Posouzení výhodnosti výstavby přečerpávací vodní elektrárny velkého výkonu v lokalitě Cukrová bouda, okres Šumperk“ [online] Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2012. [cit. 2018-05-09]. Dostupné na internete: < <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/3594> >
- [3] Slovenské elektrárne, „Vodné elektrárne“ [online]. [cit. 2018-05-09]. Dostupné na internete: < <https://www.seas.sk/vodna-elektren> >
- [4] M. Šárpaty, „Analýza využitia PVE Ružín v rôznych klimatických obdobiach“, Bakalárska práca, Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2018.