



TECHNICAL UNIVERSITY OF KOŠICE
Faculty of Electrical Engineering and Informatics



Electrical Engineering and Informatics IX



Proceedings of
the Faculty of Electrical Engineering and Informatics
of the Technical University of Košice

ISBN 978-80-553-2713-6

Electrical Engineering and Informatics IX
Proceedings of the Faculty of Electrical Engineering and Informatics
of the Technical University of Košice

Published by: Faculty of Electrical Engineering and Informatics
Technical University of Košice
Letná 9, 04200 Košice, Slovak Republic

Date of publication: July 2018 Language: English, Slovak
Printing: 50 pieces CD Pages: 771

Editorial board chairman: prof. Ing. Ján Šaliga, CSc.

Proceedings reviewers: Dr.h.c. prof. Ing. Michal Kolcun, PhD.
Dr.h.c. prof. RNDr. Ing. Ján Turán, DrSc.
prof. Ing. Roman Cimbala, PhD.
prof. Ing. Pavol Galajda, PhD.
prof. Ing. Dušan Kocur, CSc.
prof. Ing. Ján Kollár, CSc.
prof. Ing. Dušan Levický, CSc.
prof. Ing. Stanislav Marchevský, CSc.
prof. Ing. Linus Michaeli, DrSc.
prof. Ing. Ján Mihalík PhD.
prof. Ing. Ján Paralič PhD.
prof. Ing. Daniela Perduková, PhD.
prof. Ing. Alena Pietriková, CSc.
prof. Ing. Ján Šaliga, CSc.
prof. Ing. Iveta Zolotová CSc.
assoc. prof. Ing. Norbert Ádám, PhD.
assoc. prof. Ing. Anton Baláž, PhD.
assoc. prof. Ing. Ľubomír Beňa, PhD.
assoc. prof. Ing. Marek Bundzel PhD.
assoc. prof. Ing. Ľubomír Doboš, PhD.
assoc. prof. Dr. Ing. Bystrík Dolník
assoc. prof. Ing. Peter Drotár, PhD.
assoc. prof. Ing. Miloš Drutarovský, PhD.
assoc. prof. Ing. Jaroslav Džmura, PhD.
assoc. prof. Ing. Ján Gamec, PhD.
assoc. prof. Ing. Juraj Gazda, PhD.
assoc. prof. Ing. Zdeněk Havlice, CSc.
assoc. prof. Ing. Marián Mach CSc.
assoc. prof. RNDr. Dušan Olčák, CSc.
assoc. prof. Ing. Ján Papaj, PhD.
assoc. prof. Ing. Branislav Sobota, PhD.
assoc. prof. Ing. Slavomír Šimoňák, PhD.
assoc. prof. Ing. Martin Tomášek, PhD.
assoc. prof. Dr. Ing. Ján Vaščák
assoc. prof. Ing. Jaroslava Žilková, PhD.

Editors: prof. Ing. Ján Šaliga, CSc.
Ing. Emília Pietriková, PhD.

Analýza efektívneho využitia obnoviteľných zdrojov energie v domácnostiach

¹Peter SUČKO, ²Marek PAVLÍK

¹ Katedra elektroenergetiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická Univerzita v Košiciach, Slovenská Republika.

¹peter.sucko@tuke.sk, ²marek.pavlik@tuke.sk

Abstrakt—Využívanie obnoviteľných zdrojov energie zažíva v súčasnosti veľký rozmach. Zväčšovanie podielu obnoviteľných zdrojov energie na výrobe rôznych druhov energií vyplýva hlavne zo zmenšujúcich sa zásob fosílnych palív a snahy zmenšiť veľké množstvo skleníkových plynov v atmosfére. Tento príspevok sa zameriava na analýzu efektívneho využívania obnoviteľných zdrojov energie v domácnostiach z technického a finančného hľadiska. Analýza hovorí o tom, aký obnoviteľný zdroj energie na výrobu elektrickej energie je najefektívnejšie použiť v domácnosti z finančného hľadiska. Táto analýza je rozdelená podľa rôznych druhov domácností t.j. rozdelenie podľa taríf, to je nápomocné hlavne pri novostavbách, kedy nie sú k dispozícii informácie o elektrickej spotrebe domácností. Táto analýza má potenciál uľahčiť rozhodovanie o použití obnoviteľných zdrojov energie v domácnosti.

Kľúčové slová— cena za obnoviteľné zdroje energie, grid-on systém, homer pro, obnoviteľné zdroje energie

I. ÚVOD

Využívanie prírodných zdrojov energie je už od nepamäti súčasťou nášho každodenného života. Od počiatku ľudstva človek využíval obnoviteľné zdroje energie, ako napr. drevo na oheň, čo im zabezpečovalo teplo. Postupom času sa využívali obnoviteľné zdroje energie čoraz viac až do polovice osemnásteho storočia, kde nastal zlom vo využívaní energií. Pamätaj stroj odštartoval masívne využívanie fosílnych palív, ktoré sa využívajú dodnes. Využívanie fosílnych palív spôsobilo technologický a priemyselný rozmach. Postupom času sa zistilo, že neefektívne využívanie fosílnych palív spôsobilo klimatické problémy. Okrem toho pri narastajúcej spotrebe energií obyvateľstva enormným tempom ubúdajú zásoby fosílnych palív, ktoré sa vytvárali milióny rokov. Tieto problémy vyústili k potrebe obmedzenia využívania fosílnych palív a k potrebe, čo najefektívnejšieho využívania obnoviteľných zdrojov energií zo slnka, vetra, vody, jadra zeme a biomasy. Tieto opatrenia vedú k zlepšovaniu životného prostredia a vytvoreniu alternatívy k ubúdajúcim fosílnym palivám. Na území Slovenskej republiky je snaha dosiahnuť, čo najväčší podiel obnoviteľných zdrojov energie a to rôznymi formami podpory zo strany štátu k výrobcovi energií, či už ide o podporu v oblasti výroby elektrickej energie alebo tepla. Využívanie obnoviteľných energií v domácnostiach sa v poslednom období rozmáha viac, ako kedykoľvek predtým. Je to spôsobené tým, že štát podporuje výrobu energie z malých obnoviteľných zdrojov pomocou rôznych programov. Malými obnoviteľnými zdrojmi energie môže domácnosť dosiahnuť minimálnu závislosť na energiách z distribučnej elektrickej siete alebo verejného rozvodu tepla.

II. PODPORA OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV ENERGIE NA SLOVENSKU

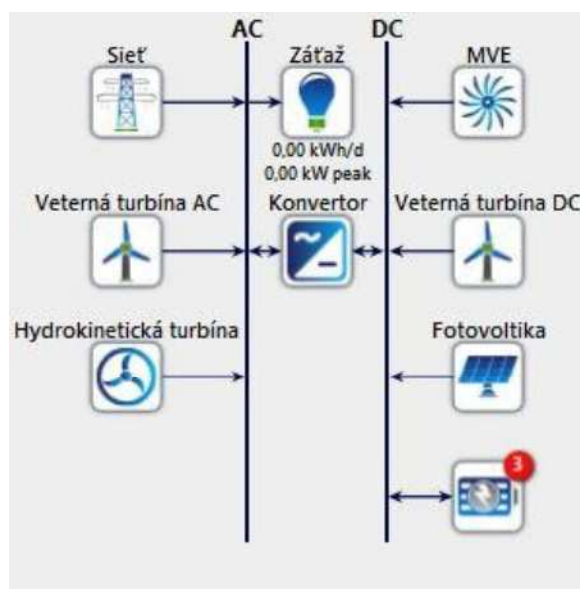
Podpora obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku bola donedávna určovaná hlavne Zákonom č. 309/2009 Z.z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie, ako aj vyhláškou Úradu pre reguláciu sieťových odvetví č. 221/2013 Z. z. 80/2015, ktorá stanovuje okrem iného aj výšku výkupných cien elektriny. Podľa zákona č. 309/2009 Z.z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie sa podpora výroby z obnoviteľných zdrojov energie zabezpečuje: prednostným pripojením zariadenia na výrobu elektriny do regionálnej

distribučnej sústavy, prednostným prístupom do sústavy, prednostným prenosom, distribúciou a dodávkou elektriny, povinným odberom elektriny prevádzkovateľom regionálnej distribučnej sústavy, do ktorej je zariadenie výrobcu elektriny pripojené za cenu elektriny na straty, doplatkom, prevzatím zodpovednosti za odchýlku prevádzkovateľom regionálnej distribučnej sústavy. Analýza sa venuje podpore pomocou garantovanej výkupnej ceny za obnoviteľné zdroje, ktorej princíp spočíva vo výkupe všetkej elektriny, ktorá pochádza z obnoviteľných zdrojov za vopred stanovenú cenu počas garantovaného obdobia, a to bez ohľadu na úpravy podmienok garantovanej výkupnej ceny v ďalších obdobiach. V súčasnosti distribučná spoločnosť VSD, a.s., na základe zmluvy o pripojení zdroja na dobu 15 rokov, vykupuje prebytočnú energiu vyrobenú z obnoviteľných zdrojov energie za cenu 0,085 eur/kWh, taktiež poskytuje podporu za spotrebovanú energiu z obnoviteľných zdrojov v cene cca. 0,04 eur/kWh [1][2].

III. ANALÝZA EFEKTÍVNEHO VYUŽITIA OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV ENERGIE V DOMÁCNOSTIACH

Analýza sa zameriava na získavanie energie z vetra, slnka a vody. Kombináciou rôznych výrobných zdrojov, ako sú fotovoltika, veterné turbíny, malá vodná elektrárňa alebo hydrokinetická turbína. Analýza sa venuje hľadaniu optimálneho systému pre rôzne zaťaženie domácnosti z hľadiska nákladov na životný cyklus systému v oblasti mesta Prešov. Táto analýza bola vypracovaná pomocou programu Homer Pro. V analýze bolo uvažované so životnosťou projektu 15 rokov a taktiež sa zohľadnila inflácia vo výške 2 %. Všetky komponenty boli dimenzované maximálne do výšky 10 kW z dôvodu, že podpora pre malý zdroj energie sa poskytuje iba na zdroje s inštalovaným výkonom maximálne 10 kW. Výsledky sú rozdelené podľa tarify D1, D2, D3, D5, D6. Tieto tarify predstavujú využívanie rôznych elektrických spotrebičov v domácnosti. Analýza vyhodnocuje najvýhodnejšie napájanie rôzneho zaťaženia v domácnosti z obnoviteľných zdrojov. Hlavným kritériom pre určenie najefektívnejšieho systému boli náklady na životný cyklus systému, ktoré predstavujú sumu všetkých nákladov na systém po dobu pätnástich rokov [1][3].

Na Obr. 1 je zobrazený celkový model systému na výrobu elektrickej energie použitý v analýze, ktorý sa skladá zo siete, malej vodnej elektrárne (MVE), veternej turbíny AC, veternej turbíny DC, konvertora, fotovoltického systému a troch druhov batérii.



Obr. 1 Schéma zapojenia simuláčného modelu pre analýzu využitia obnoviteľných zdrojov energie

V Tab. 1 je zobrazená úspora pre najlepšie systémy jednotlivých taríf. V druhom stĺpci je zobrazená kombinácia komponentov, ktoré boli najvýhodnejšie z hľadiska nákladov na životný cyklus systému. V ďalších stĺpcoch sú zobrazené sumy za celkovú prevádzku systému (NPC) a celková úspora systému v porovnaní so systémom sieť-záťaž (záťaž pripojená iba na distribučnú sieť) za obdobie pätnástich rokov prevádzky systému. Posledný stĺpec reprezentuje percentuálnu úsporu (koľko % z celkových nákladov na životný cyklus konfigurácie sieť-záťaž predstavuje úspora).

Tabuľka 1
 Vyhodnotenie úspory pre rôzne tarify

Tarifa	Najvýhodnejší systém komponentov	NPC (€)	Úspora (€)	Úspora (%)
D1	sieť-konvertor-fotovoltaika-záťaž	3 244	137	4,05
D2	sieť-konvertor-fotovoltaika-záťaž	22 354	3 979	15,11
D3	sieť-konvertor-fotovoltaika-záťaž	109 513	13 099	10,68
D5	sieť-konvertor-fotovoltaika-záťaž	41 792	3 266	7,25
D6	sieť-konvertor-fotovoltaika-záťaž	61 628	4 983	7,48

IV. ZÁVER

V súčasnosti pri čoraz väčšom rozmachu využívania obnoviteľných zdrojov energie sa stále rieši návratnosť pomerne veľkých investičných nákladov týchto systémov, resp. úsporu oproti klasickému pripojeniu do distribučnej sústavy. Tento príspevok poukazuje na to aké systémy obnoviteľných zdrojov energie sú v súčasnosti najvýhodnejšie z finančného hľadiska.

Z analýzy vyplýva, že pri súčasných cenách elektrickej energie a cenách obnoviteľných zdrojov energie je ekonomicky najvýhodnejšie vyhotovenie systému sieť-konvertor-fotovoltaický systém-záťaž. Z analýzy je zrejmé, že tento systém je najvýhodnejší spomedzi všetkých kombinácií systémov použitých v analýze. Je to spôsobené hlavne finančnou dostupnosťou tohto systému, keďže jeho investičné náklady sú značne menšie, ako investičné náklady ostatných obnoviteľných zdrojov energie. Za pätnásť ročné obdobie fungovania systému došlo k finančnej úspore oproti systému sieť-záťaž pri každej tarife. Pri tarife D1 boli náklady na životný cyklus systému o 137 € menšie, čo je najmenšia úspora spomedzi analyzovaných taríf. Táto tarifa má aj najmenšiu percentuálnu úsporu, čo je relevantnejší parameter pre porovnanie jednotlivých taríf. Nízka úspora pri tarife D1 je spôsobená nízkou spotrebou. Úspora tarify D2 je 3 979 €. Percentuálna úspora tarify D2 je 15,11 %, čo je najväčšia úspora spomedzi všetkých taríf. Väčšia úspora je spôsobená vyššou spotrebou domácnosti a taktiež profilom zaťaženia tejto tarify, čo má za následok väčšie pokrytie spotreby pomocou obnoviteľných zdrojov. Použitie obnoviteľných zdrojov energie pri tarife D2 hodnotím za najefektívnejšie spomedzi analyzovaných taríf. Pri požití tarify D3 došlo k najväčšej peňažnej úspore. Úspora sa vyšplhala až na 13 099 €. Je to spôsobené veľkým odberom elektrickej energie a tým, že skoro celá produkcia z fotovoltaického systému pokrýva zaťaženie domácnosti. Po prepočítaní na percentuálnu úsporu som zistil, že z celkových nákladov na životný cyklus systému predstavuje úspora pri tarife D3 10,68 %, čo je menej ako pri tarife D2. Pri tarife D5 došlo k úspore vo výške 3 266 €. Percentuálna úspora je 7,25 %, čo je druhá najmenšia percentuálna úspora. Táto tarifa slúži pre domácnosti s elektrickým vykurovaním. Vykurovanie sa používa hlavne v zimných mesiacoch, kedy fotovoltaický systém produkuje menšie množstvo energie. Tým nepokryje spotrebu v zimných mesiacoch a spôsobí to menšiu úsporu pomocou systému sieť- konvertor- fotovoltaika- záťaž. Posledná tarifa D6 je podobná tarife D5. Táto tarifa slúži pre domácnosti, ktoré využívajú tepelné čerpadlo. Tepelné čerpadlo, podobne ako vykurovanie odoberá elektrickú energiu, hlavne v zimných mesiacoch. Z tohto dôvodu je úspora systému menšia ako D3 a to 4 983 €. Percentuálna úspora je 7,48 %, čo je podobná hodnota ako pri tarife D5.

Z analýzy vyplýva, že náklady na životný cyklus akéhokoľvek systému obnoviteľných zdrojov značne závisia od profilov záťaže pričom, čím väčšiu časť záťaže pokryjeme obnoviteľnými zdrojmi energie, tým sa úspora zväčšuje. Taktiež investičné náklady jednotlivých komponentov systému významne vplývajú na celkovú úsporu systému s použitím obnoviteľných zdrojov energie.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: *Centrum výskumu účinnosti integrácie kombinovaných systémov obnoviteľných zdrojov energií*, skódom ITMS: 26220220064, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

LITERATÚRA

- [1] Úrad pre reguláciu sieťových odvetví: Porovnanie podpory OZE a výkupných cien elektriny vyrobenej z OZE v okolitých krajinách [online]. Martin: URSO, 2016. [2017-06-09]. Dostupné na internete: <<http://www.urso.gov.sk/?q=Informa%C4%8Dn%C3%BD%20servis/Elektroenergetika>>.
- [2] Slovenská inovačná a energetická agentúra: Zelená domácnostiam [online]. Bratislava: SIEA, 2018. [2018-01-20]. Dostupné na internete: <<http://zelenadomacnostiam.sk/>>.
- [3] Slovenská inovačná a energetická agentúra: Výhody a obmedzenia zariadení na využívanie OZE podporovaných v rámci projektu Zelená domácnostiam [online]. Bratislava: SIEA, 2018. [2018-01-21]. Dostupné na internete: <<http://www.siea.sk/podporovane-zariadenia/#>>.

Electrical Engineering and Informatics IX
Proceedings of the
Faculty of Electrical Engineering and Informatics
of the Technical University of Košice

Published by: Faculty of Electrical Engineering and Informatics
Technical University of Košice
Edition I, 771 pages
Number of CD Proceedings: 50 pieces

Editors: prof. Ing. Ján Šaliga, CSc.
Ing. Emília Pietriková, PhD.

ISBN 978-80-553-2713-6