

Ľubomír Beňa, Michal Kolcun, Dušan Medved', Zsolt Čonka, Jozef Király, Marek Pavlík

Alternatívne riešenie napájania vlastnej spotreby elektrickej stanice využitím batériového úložiska

Abstrakt: Pre zabezpečenie napájania vlastnej spotreby elektrických staníc v čase prerušenia dodávky elektrickej energie sú v súčasnosti využívané ako záložné zdroje elektrickej energie dieselgenerátory. Pre zabezpečenie bezpečnej a spoľahlivej prevádzky týchto zdrojov je nevyhnutná realizácia ekonomicky náročných opatrení s negatívnym dopadom na životné prostredie. V predložennom článku je uvedený koncepčný návrh riešenia pre zabezpečenie alternatívneho napájania vlastnej spotreby elektrickej stanice využitím batériového úložiska.

Kľúčové slová: elektrická stanica; batériové úložisko, vlastná spotreba

Abstract: In order to ensure the supply of power stations' own consumption at the time of interruption of the supply of electricity, diesel generators are currently used as backup sources of electricity. To ensure the safe and reliable operation of these sources, the implementation of economically demanding measures with a negative impact on the environment is essential. The presented article presents a conceptual proposal for a solution to ensure an alternative supply of the power station's own consumption using battery storage. (**Alternative Powering of the Power Station's Own Consumption Using Renewable Energy Sources**)

Keywords: electrical station; battery storage, own consumption

I. ÚVOD

Na napájanie vlastnej spotreby elektrických staníc v prípade prerušenia dodávky elektrickej energie sú v súčasnosti využívané ako záložné zdroje elektrickej energie dieselgenerátory umiestnené v objektoch elektrických staníc. Pre zabezpečenie bezpečnej a spoľahlivej prevádzky dieselgenerátorov je na týchto zariadeniach vykonávaná pravidelná údržba v zmysle pokynov výrobcu.

Vzhľadom na:

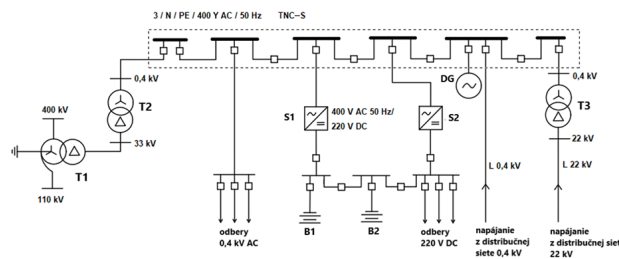
- zvyšujúcu sa cenu pohonných hmôt,
- poruchovosť spôsobenú nízkym počtom odpracovaných hodín dieselgenerátorov,
- problémy s používaním paliva s degradovateľnou bio-zložkou, vyžadujúcou potrebu častejšej výmeny filtrov,
- potrebu filtrácie paliva a profylaktiky nádrže a následnú likvidáciu chemického odpadu,
- problémy s uskladnením veľkého množstva paliva pre zabezpečenie prevádzky dieselgenerátorov pre napájanie obvodov vlastnej spotreby v prípade výpadku napájania po dobu minimálne 24 hod v zmysle nariadenia Európske únie,

tieto záložné zdroje sa javia byť náročnými z hľadiska ekonomiky prevádzky a tiež vplyvu na životné prostredie. Prevádzkovatelia elektrických staníc zvažujú o alternatívnych možnostiach náhrady dieselgenerátorov. V predložennom článku je predstavený koncepčný návrh alternatívneho riešenia náhrady dieselgenerátorov pri napájaní vlastnej spotreby typickej elektrickej stanice 400/100 kV využitím batériového úložiska.

II. TYPICKÉ ZAPOJENIE OBVODU VLASTNEJ SPOTREBY ELEKTRICKEJ STANICE

Vlastná spotreba elektrických staníc 400/110 kV v základnom zapojení je zabezpečená prioritne z terciárneho vinutia transformátora T1 400/110/33 kV a následne cez transformátor vlastnej spotreby T2 33/0,4 kV podľa obr. 1.

Záskokové zdroje sú z vedenia L 22 kV cez transformátor vlastnej spotreby T3 a tiež z vedenia L 0,4 kV. Záložný zdroj vlastnej spotreby je tvorený dieselagregátom DG. Automatický záskok napájania vlastnej spotreby je realizovaný medzi T2, T3, prívod z vedenia L 0,4 kV a dieselgenerátora.



Obr. 1 Prehľadová schéma napájania vlastnej spotreby elektrickej stanice

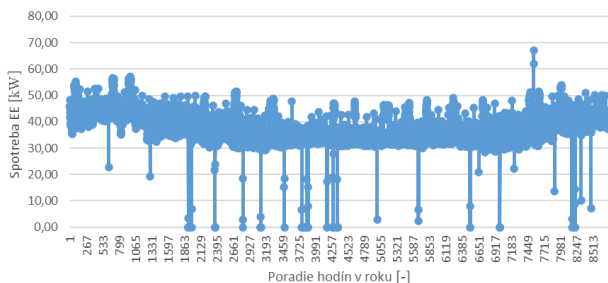
Paralelná spolupráca T2, T3 a prívodu z vedenia 0,4 kV nie je dovolená. Nie je možná ani paralelná spolupráca dieselgenerátora s iným zdrojom [1].

III. CHARAKTERISTIKA VLASTNEJ SPOTREBY ELEKTRICKEJ STANICE

Vlastnú spotrebu elektrických staníc 400/110 kV tvoria predovšetkým nasledovné prvky [1]:

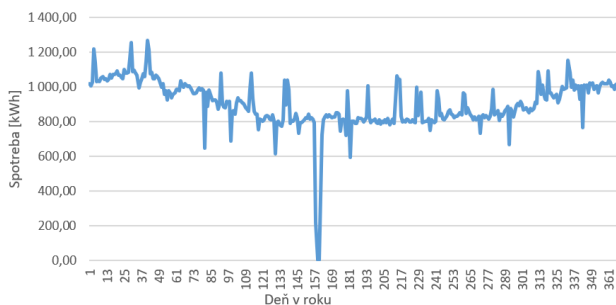
- vnútorné a vonkajšie osvetlenie,
- vykurovanie a klimatizácia,
- riadiace a regulačné systémy,
- elektrické ochrany,
- telekomunikačné systémy,
- čerpadlá na chladenie transformátorov,
- pohony výkonových vypínačov a odpojovačov.

Na obr. 2 je znázornený priebeh vlastnej spotreby analyzovanej elektrickej stanice v priebehu roka. Ide o priebeh hodnôt stredného výkonu určeného z 15-minútových meraní spotreby elektrickej energie.



Obr. 2 Hodnoty 15-minútových stredných hodnôt výkonu vlastnej spotreby elektrickej stanice v priebehu roka

Nasledujúci obrázok znázorňuje denné hodnoty spotreby elektrickej energie v priebehu roka.



Obr. 3 Denná hodnota odoberanej elektrickej energie vlastnej spotreby v priebehu roka

Podrobnou analýzou skladby vlastnej spotreby boli určené nasledovné údaje:

- celková denná vlastná spotreba elektrickej stanice predstavuje hodnotu 62 kW, pričom veľkosť tzv. zabezpečenej vlastnej spotreby (bez uvažovania vykurovania a klimatizácie) je 43 kW.
- celková nočná vlastná spotreba elektrickej stanice predstavuje hodnotu 78 kW, pričom veľkosť tzv. zabezpečenej vlastnej spotreby (bez uvažovania vykurovania a klimatizácie) je 59 kW.

IV. VÝPOČET MAXIMÁLNEHO VÝKONU A ELEKTRICKEJ PRÁCE PRE ZABEZPEČENIE NAPÁJANIA VLASTNEJ SPOTREBY

V tejto kapitole je uvedený výpočet potrebného maximálneho výkonu a elektrickej energie pre napájanie zabezpečenej vlastnej spotreby elektrickej stanice v prípade výpadku napájania po dobu minimálne 24 hod v zmysle nariadenia Európskej únie. Cieľom je navrhnúť náhradu dieselelgenerátora, pokrývajúceho zabezpečenú vlastnú spotrebu elektrickej stanice o výkone 43 kW počas dňa a 59 kW počas noci. Táto náhrada má zabezpečiť autonómne napájanie zabezpečenej vlastnej spotreby počas 24 hodín. Ak predpokladáme, že pri zimnom slnovernate (t.j. najkratšom dni v roku - 21.12.) trvá deň cca 8 hodín a noc cca 16 hodín, pre tento najnepriaznivejší prípad v roku, celková 24-hodinová odoberaná energia predstavuje hodnotu:

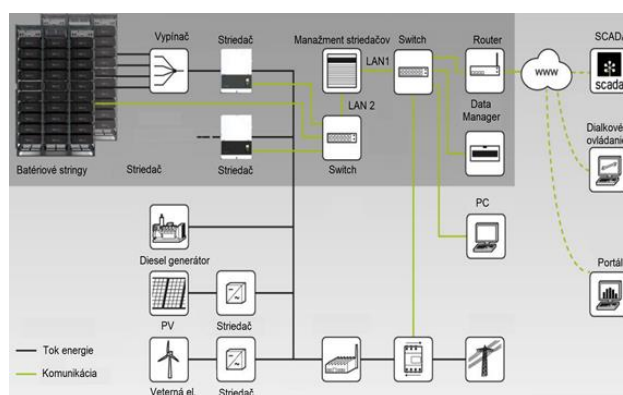
$$43 \text{ kW} \times 8 \text{ h} + 59 \text{ kW} \times 16 \text{ h} = 1288 \text{ kWh.}$$

Z uvedeného vyplýva, že pre pokrytie 24-hodinovej autonómnej prevádzky zabezpečenej vlastnej spotreby je potrebné použiť

náhradný zdroj o výkone minimálne 59 kW s kapacitou minimálne 1288 kWh.

V. NASADENIE BATÉRIOVÉHO ÚLOŽISKA PRE ZABEZPEČENIE VLASTNEJ SPOTREBY ELEKTRICKEJ STANICE

Jednou z možností použitia alternatívneho zdroja je batériové úložisko. Batériové úložisko sa najčastejšie skladá z monitorovacieho systému, riadiaceho systému batérií, protipožiarneho systému, klimatizácie, striedačov a transformátora. Systém batérií pozostáva z batériových článkov, ktoré sú navzájom pospájané sériovo alebo paralelne (v závislosti od výrobcu) a vytvárajú tzv. batériové boxy. Následne sú batériové boxy pospájané sériovo a vytvárajú tzv. batériové stringy s vyšším napätím. Potom sa jednotlivé batériové stringy spájajú paralelne pre dosiahnutie potrebnej energetickej kapacity. Typické zapojenie batériového úložiska je na obr. 4.



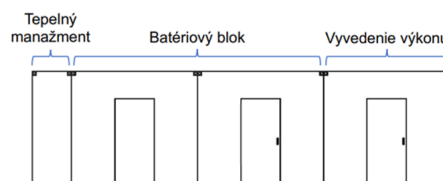
Obr. 4 Príklad zapojenia batériového úložiska

Monitorovací a riadiaci systém slúži hlavne na externú komunikáciu, monitorovanie sieťových parametrov a ich zber, analýzu a spracovanie, určuje tiež presnosť vzorkovania, rýchlosť synchronizácie údajov a rýchlosť vykonávania príkazov pomocou diaľkového ovládania.

Jednotka pre riadenie a správu batérií plní hlavne funkcie detekcie napätia, zabezpečuje rovnováhu napätia batériových modulov a zabraňuje vytváraniu vyrovnávacích prúdov medzi batériovými modulmi, čo ovplyvňuje prevádzkovú účinnosť systému.

Väčšina batériových úložísk disponuje aj protipožiarnym a klimatizačným systémom. Ten slúži na zabezpečenie bezpečnosti celého systému. Protipožiarny systém využíva senzory požiarov rozmiestnené v rôznych bodoch úložiska, ako aj snímače dymu, teploty, vlhkosti atď.

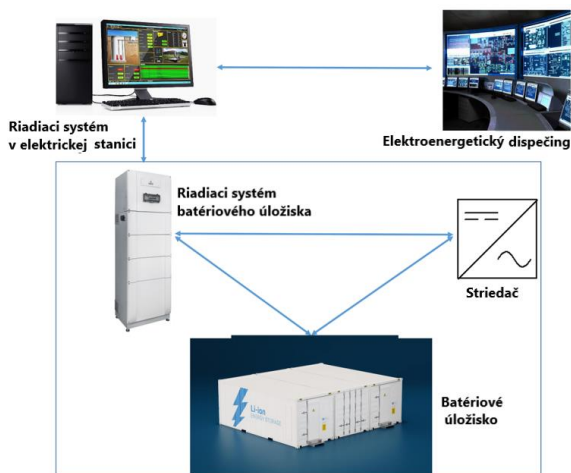
Klimatizačný systém sníma vonkajšiu teplotu a na základe nameraných dát reguluje teplotu vo vnútri batériového úložiska. Väčšina takýchto úložísk sa realizuje vo forme kontajnerov s modulárnym konceptom podľa obr. 5 [3].



Obr. 5 Príklad rozloženia funkčných blokov v kontajnerovom prevedení batériového úložiska

Kontajnerové batériové úložiská sú zvyčajne vybavené kompletným protipožiarnym systémom, systémom pre napájanie (rack, DC rozvádzač, BMS - Battery Management System, jednotkou pre ochranu batérií, striedače a pod.).

Na obr. 6 je znázornená zjednodušená blokovaná schéma pripojenia batériového úložiska do systému SCADA.



Obr. 6 Blokovaná schéma zapojenia batériového úložiska do SCADA

Kľúčové parametre batériového úložiska, ktoré by mali byť prenášané do systému SCADA majú zahŕňať:

- stav nabitia batérie,
- veľkosť a smer toku prúdu (nabíjanie/vybíjanie),
- napätie,
- teplota batériového úložiska,
- odhad zostávajúcej doby napájania z batérie.

Pre prípad výskytu technických problémov s batériami sa taktiež odporúča implementácia alarmov do riadiaceho systému pre prípady ako napríklad: prehriatie alebo zlyhanie nabíjania a taktiež požiaru a dymový alarm [2, 4].

V súčasnosti je na domácom aj zahraničnom trhu pomerne veľké množstvo dodávateľov batériových systémov vhodných pre túto aplikáciu. V tabuľke I sú uvedené technické parametre jedného z možných komerčných riešení batériového úložiska [3].

TABUĽKA I

Príklad technickej špecifikácie komerčného riešenia batériového úložiska [3]

kapacita na začiatku kalendárneho života	1600 kWh
kapacita na konci kalendárneho života	1300 kWh
výkon v mieste pripojenia	170 kW
účinnosť (obojsmerná)	89,5 %
počet cyklov	6000@95% DoD
hlbka vybitia	100 %
stupeň krytia	IP 55+
životnosť	15+ rokov
výkonová garancia	8 rokov
zmluvná garancia	3-8 rokov
batériová technológia	LFP (LiFePo4), C-rate ≤ 1
vonkajšia teplota	od -20°C do 40°C
chladenie	inverter: chladený vzduchom batériový modul: chladený kvapalinou (voda/glycol)
úroveň hlučnosti	< 40 dB @ 5 m
rozmery (dĺžka x šírka x výška)	(12192x2440x2890) mm
aplikované štandardy pre komunikačné rozhranie	Konektivita: LTE/ethernet Protokol: Modbus, m-bus, RS485

Pri súčasných podmienkach trhu, investičný náklady tohto riešenia sú približne 800 tisíc eur.

VI. ZÁVER

Cieľom predloženej publikácie bolo predstaviť koncepčný návrh riešenia pre náhradu diesलगенерátorov ako záložných zdrojov elektrickej energie pre napájanie vlastnej spotreby elektrických staníc pri výpadku hlavného napájania. Dôvodom náhrady diesलगенерátorov je ich náročné a finančne nákladné prevádzkovanie s negatívnym vplyvom na životné prostredie. V článku bolo predstavené jedno z možných technických riešení náhrady diesलगенерátorov, a to využitím batériových úložísk. Na konkrétnom príklade vlastnej spotreby elektrickej stanice 400/110 kV bol navrhnutý minimálny výkon a kapacita batériového úložiska pre zabezpečenie autonómnej prevádzky v trvaní 24 hodín. Súčasťou riešenia bol tiež popis jednotlivých prvkov batériového úložiska ako aj jeho začlenenie do elektrizačnej sústavy prostredníctvom systému SCADA. Treba podotknúť, že ide o pomerne investične náročné riešenie. Ako jedna z možností ekonomického zvýhodnenia tohto riešenia by mohlo byť využitie batériového systému v spolupráci s obnoviteľným zdrojom energie, napríklad s fotovoltaickou elektrárnou. Za zvázenie stojí tiež preskúmanie ďalších technicky možných riešení akumulácie energie, napr. na báze mechanických zotrvačiek, stlačeného vzduchu, potenciálnej energie prostredníctvom vodných nádrží, tepelných zásobníkov s Peltierovými článkami, príp. riešení na báze vodíka a ďalších dostupných technológií.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0576: Sebestačnosť elektroenergetiky v podmienkach liberalizovaného trhu s elektrinou.

LITERATÚRA

- [1] Varga, L., Ilenin, S.: Rozvodné zariadenia. PRO, s.r.o. Banská Bystrica, 143 s., 2007, ISBN: 978-80-89057-17-7
- [2] Shavolkin, O., Shvedchikova, I., Kolcun, M., Medved', D.: Improvement of the Grid-Tied Solar-Wind System with a Storage Battery for the Self-Consumption of a Local Object. Energies 2022, 15, 5114. <https://doi.org/10.3390/en15145114>
- [3] Battery Energy Storage Systems. [online]. [cit: 11.07.2023]. Spôsob prístupu: <https://teslablueplanet.eu/solution/battery-storage-systems/>
- [4] Košícký, T., Beňa, L., Kolcun, M.: Optimalizácia nasadenia systémov akumulácie elektrickej energie / - 2015. In: Elektroenergetika. Roč. 8, č. 1 (2015), s. 15-19. - ISSN 1337-6756 Spôsob prístupu: <http://jeen.fe.i.tuke.sk/index.php/jeen/article/view/353>

ADRESY AUTOROV

doc. Ing. Lubomír Beňa, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 042 10, Slovenská Republika, lubomir.bena@tuke.sk

Dr.h.c. prof. Ing. Michal Kolcun, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 042 10, Slovenská Republika, michal.kolcun@tuke.sk

doc. Ing. Dušan Medved', PhD., Technická univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 042 10, Slovenská Republika, dušan.medved@tuke.sk

doc. Ing. Zsolt Čonka, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 042 10, Slovenská Republika, zsolt.conka@tuke.sk

Ing. Jozef Király, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 042 10, Slovenská Republika, jozef.kiraly@tuke.sk

Ing. Marek Pavlík, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 042 10, Slovenská Republika, marek.pavlik@tuke.sk