praktický význam, napomáha ale v stanovení skutočného odberového diagramu konkrétneho objektu (konkrétnych objektov gridu) a môže byť pomôckou pri rozhodovaní, v akom čase je vhodné spúšťať niektoré spotrebiče, ktorých používanie znesie takýto manažment. Inými slovami z praxe – posunúť napríklad použitie práčky do časového úseku, kedy je energetická výroba vyššia, prípadne vypracovať časový harmonogram používania určitých zariadení v rámci účastníkov gridu.

Poďakovanie

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov – II. etapa, kód ITMS: 313021W404, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020

VÝSKUMNÁ AGENTÚRA

MINISTERSTVO DOPRAVY A VÝSTAVBY SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Tento príspevok bol podporený Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-20-0157 pre projekt „Efektívne prepojenie energetických systémov miest pomocou pokročilých otvorených technológií“.

Literatúra

[1] FIWARE for Digital Twins, FIWARE Foundation e.V., Franklinstrasse 13A, 10587 Berlin, Germany, June 2021.
[2] Smart-Energy-Brochure-FIWARE-Web-1-2.pdf [Online]. August 2018 [Cit. 2022-08-30], web address: https://www.fiware.org/wp-content/uploads/2018/10/Smart-Energy-Brochure-FIWARE-Web-1-2.pdf.
[3] SEPS, Technické podmienky prístupu a pripojenia , pravidlá prevádzkovania prenosovej sústavy, dokument B, September 2022.
[4] Prevádzkový poriadok organizátora krátkodobého trhu s elektrinou OKTE, a.s. Október 2022.
[5] Zákon č. 251/2012 Z. z., október 2022.
[6] FUSE-DigitalShow_2019_v01.pptx, Andrea Rossi, ARI, November 2019.

ŠTATISTICKÁ ANALÝZA SEKUNDOVÝCH ZMIEN VÝROBY FOTOVOLTICKEJ ELEKTRÁRNE

Jozef Novotný[1], Jakub Slávik[2]
1. SFÉRA, a.s.
2. Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská republika
E-mail: jozef.novotny@sfera.sk

Úvod

Produkcia elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov energie za posledných desať rokov významne vzrástla najmä vplyvom energetickej politiky a environmentálnych faktorov. V podmienkach Slovenskej republiky získala prioritu výstavba fotovoltických elektrárni, ktorých súhrnný inštalovaný výkon dosiahol v roku 2020, podľa výročnej správy organizátora krátkodobého trhu s elektrinou, hodnotu 535 MW [1].

Obnoviteľné zdroje energie sú všeobecne známe svojou sezónnosťou a fluktuáciou výkonu na rôznych časových škálach. Preto jednou z najväčších výziev je technické zvládanie týchto fluktuácií. Analýza, modelovanie a výskum elektrizačnej sústavy sú vo veľkej väčšine prípadov vykonávané v časovom rozlíšení 15, 30 alebo 60 minút. Tento článok sa preto zameriava na veľmi krátke časové rozlíšenie analyzovaním vysokofrekvenčných sekundových dát výroby fotovoltickej elektrárne. Cieľom je reprezentovať dôležitosť variability pri modelovaní a simuláciách prevádzky elektroenergetických

systémov a súčasne poskytnúť štatistický podklad pre analýzy na sekundovej báze. Porozumenie vlastnostiam obnoviteľných zdrojov pomocou vysokofrekvenčných dát je dôležitým aspektom pri návrhu elektroenergetických systémov napríklad mikrogridov v ostrovnej prevádzke, pretože vysoká variabilita vyrábaného výkonu vedie k napäťovým fluktuáciám ako lokálneho parametru a fluktuáciám frekvencie ako globálneho parametru. Z tohto dôvodu sú mikrogridy náročné nielen na riadenie, ale aj dimenzovanie elektrických ochrán a udržanie dynamickej a statickej stability ich ostrovnej prevádzky.

Obecne sú vysokofrekvenčné fluktuácie v akademickej oblasti skúmané minimálne najmä z dôvodu nedostupnosti takýchto dát a tiež kvôli prirodzenému vzájomnému tlmeniu fluktuácií, ktoré vzniká rozložením obnoviteľných zdrojov v geografickom reliéfe krajiny. Toto rozloženie redukuje variabilitu, neeliminuje je však úplne. Niektoré výskumné štúdie v minulosti používali rôzne štatistické techniky na transformáciu z nízkofrekvenčných (bežné obchodné merania) na vysokofrekvenčné dáta alebo nástroje na generovanie syntetických vysokofrekvenčných dát [2].

V tomto článku sú prezentované číselné a grafické výsledky analýzy časových radov vo forme nameraných hodnôt činného výkonu fotovoltickej elektrárne s výkonom 16,2 kWp pripojenej do distribučnej elektrickej siete. Zámerom článku je poskytnúť pohľad na sekundovú dynamiku výroby fotovoltických elektrárni a zdôvodniť jej opodstatnenie pri modelovaní a návrhu elektroenergetických systémov.

1. Vysokofrekvenčné dáta

Databáza nameraných hodnôt obsahuje vysokofrekvenčné dáta v sekundovom rozlíšení. Všetky merané parametre sú uvedené v tabuľke 1. V rámci analýzy je analyzovaný časový úsek od 1.7.2021 do 31.7.2021 sumárneho vyrábaného výkonu P. Deň 4.7.2021, 5.7.2021 a 6.7.2021 sú vynechané z analýzy kvôli poruche meracieho systému. Spolu ide o 28 analyzovaných dní. Lokalita je Bratislava. Merací systém vyhotovuje jeden textový súbor vo formáte .txt na dennej báze. Dátový processing a analýza je vykonaná v štatistickom softvéri R. Celkový počet meraných parametrov je 19. Fotovoltická elektráreň obsahuje 69 polykryštalických panelov s výkonom 235 Wp v troch stringoch. Analýza je založená na porovnaní dvoch dní s najnižšou a najvyššou variabilitou výroby.

Tab.1 *Obsah súboru .txt.*

Parameter	Označenie
Časová pečiatka	-
Napätie	V_1, V_2, V_3
Koeficient harmonického skreslenia napätia	THDU
Prúd	I_1, I_2, I_3
Koeficient harmonického skreslenia prúdu	THDI
Činný výkon	P_1, P_2, P_3, P
Účinník	Cos φ_1, Cos φ_2, Cos φ_3, Cos φ
Spotrebovaná elektrická energia	E_{in}
Vyrobená kumulovaná elektrická energia	E_{out}

2. Metodika výberu dvoch dní s najnižšou a najvyššou variabilitou výroby a ich analýza

Metodika výberu je založená na kvantifikácií variability časových radov výroby výkonu pomocou súčtu absolútnych hodnôt prvých diferencií podľa vzorca

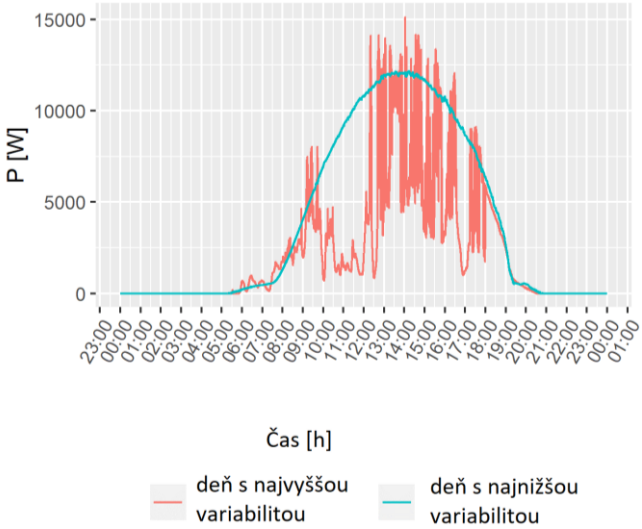
$$VAR_{Pout} = \sum_{2}^{86400} \left| \frac{P_{(t)} - P_{(t-\Delta t)}}{3600} \right| [Wh] \quad (1)$$

P(t) je výkon v čase *t*, $P_{(t-1)}$ je výkon v čase *t – 1*. Obe veličiny sú merané vo wattoch. Diferencie sú podelené počtom sekúnd v hodine tak, aby daná hodnota zodpovedala energii vyjadrenej vo Wh. Hodnota 86 400 zodpovedá počtu sekúnd za deň. Vzhľadom na to, že ide o prvú diferenciu, časový krok je v tomto prípade Δt = 1. Z uvedeného vzorca vyplýva, že čím je veľkosť diferencií vyššia a skokové zmeny častejšie, tým variabilita nadobúda vyššiu hodnotu. V tab.2 je uvedená hodnota VAR_{Pout} pre dni s najnižšou a najvyššou variabilitou výroby elektriny.

Tab.2 *Dni s najnižšou a najvyššou variabilitou výroby.*

Deň	VAR_{Pout} [Wh]
16.7.2021	126,33
14.7.2021	814,56

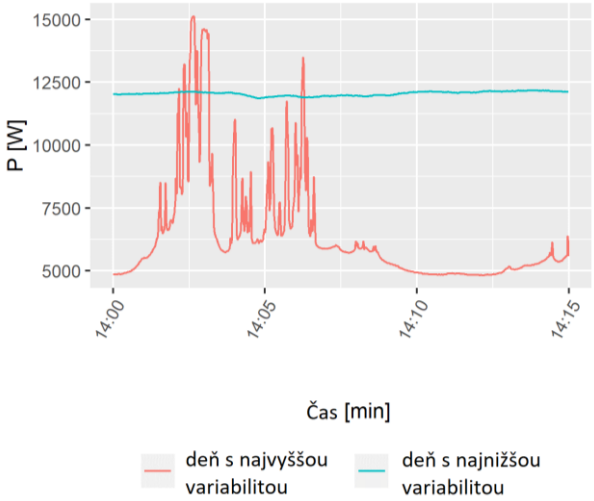
Na obr.1 je pre porovnanie zobrazený priebeh sekundových hodnôt výroby výkonu v dni s najnižšou a dni s najvyššou variabilitou. Je zrejmý signifikantný rozdiel v premenlivosti výroby. Samotná časová os je pre prehľadnosť vyjadrená v hodinovom rozlíšení.



Obr.1 *Profilové porovnanie dní s najnižšou a najvyššou variabilitou.*

Keďže v analytickej a simulačnej praxi sa najviac používajú dáta s 15 minútovým časovým rozlíšením, ktoré zahŕňajú vyjadrenie jednej štvrťhodiny jednou číselnou hodnotou, je z obr.1 odvodený obr.2 s časovým úsekom od 14:00 do 14:15. Obr.2 teda poskytuje podrobný pohľad na premenlivosť výroby vo vnútri štvrťhodiny. Časová os je v tomto prípade vyjadrená v minútovom rozlíšení.

Pre zaujímavosť sú v tab.3 uvedené štatistické charakteristiky vybranej štvrťhodiny. Uvedené sú priemery, mediány a smerodajné odchýlky, ktoré popisujú šírku rozloženia hodnôt v množine nameraných dát. Bežné meracie systémy v rámci štvrťhodinových odpočtov vypočítavajú priemernú hodnotu vo vopred definovaných časových rezoch vo vnútri štvrťhodiny. Výsledná nameraná hodnota je priemer týchto hodnôt. Informácia o vnútornej štvrťhodinovej variabilite tak nie je zachovaná.



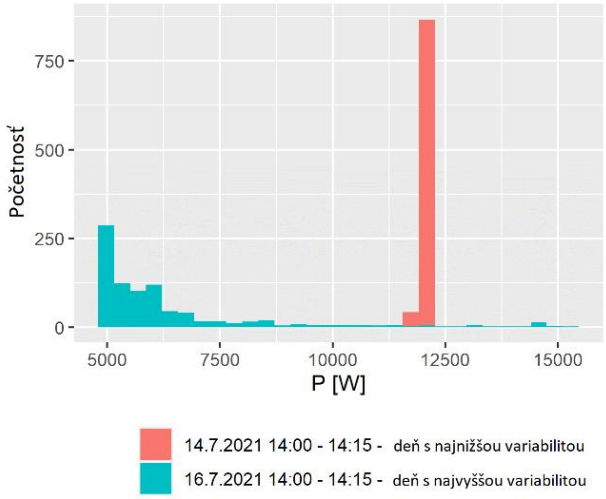
Obr.2 *Časové priblíženie vybranej štvrťhodiny v sekundovom rozlíšení.*

Tab.3 *Štatistická charakteristika štvrťhodín pre vybrané dni.*

	Deň s najnižšou variabilitou	Deň s najvyššou variabilitou
Minimálna hodnota	11 860	4 824
Medián	12 071	5 722
Priemer	12 051	6 398
Maximálna hodnota	12 184	15 130
Smerodajná odchýlka	82,02	2214,23

Variabilitu výkonu vo vnútri štvrťhodiny je vhodné vizualizovať aj pomocou histogramu, ktorý interpretuje namerané hodnoty výkonu indikáciou počtu nameraných hodnôt, ktoré ležia v určitom rozsahu. Čím vyššia je početnosť hodnôt v danom rozsahu, tým je stĺpec v histograme vyšší. Na obr.3 je vizualizovaný histogram pre vybrané štvrťhodiny. Z obrázku vyplýva signifikantný rozdiel v rozložení (distribúcií) hodnôt medzi štvrťhodinou s vysokou a nízkou variabilitou. Štvrťhodina s nízkou variabilitou je reprezentovaná jedným vysokým stĺpcom a jedným veľmi nízkym. Z toho vyplýva, že v tejto štvrťhodine je koncentrácia nameraných hodnôt oscilujúca veľmi blízko priemernej hodnote 12 051 W, ktorá je uvedená v tab.2. Naopak, pri vysokej variabilite je evidentná koncentrácia hodnôt predovšetkým v rozsahu od 5 000 do 7 500 W. Hodnoty nad 7 500 W sú tiež zastúpené, avšak ich početnosť je nízka. Histogram tiež poskytuje hrubú informáciu o zakladajúcom pravdepodobnostnom rozložení hodnôt.

Z tab.3 je možné vysledovať aj ďalší indikátor variability a to percentuálny rozdiel medzi priemerom a mediánom. Obe charakteristiky patria k mieram centrálnej tendencie. Štvrťhodina s nízkou variabilitou má percentuálny rozdiel 0,17 %, pričom štvrťhodina s vysokou má 11,81 %. Rozdiel je možné vysvetliť nerovnomerným asymetrickým rozložením hodnôt s vysokou variabilitou, pričom priemer, na rozdiel od mediánu, ako indikátor strednej hodnoty je citlivý na extrémne hodnoty.



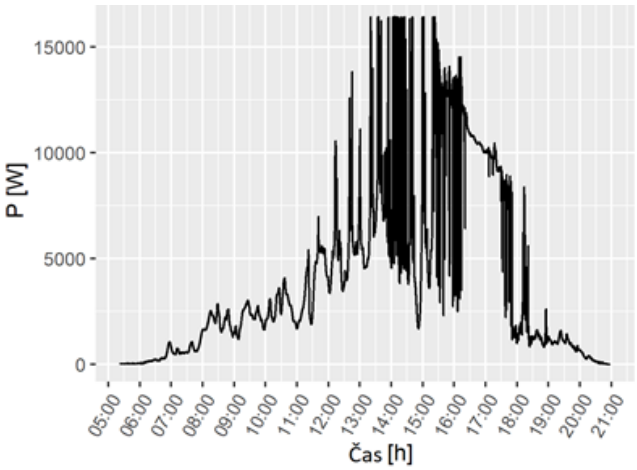
Obr.3 *Vizualizácia nameraných sekundových údajov vo vybraných štvrťhodinách histogramom.*

3. Štatistická analýza fluktuácií

Fluktuácia výkonu *ΔPΔt(t)* je definovaná v čase t pre danú periódu časového rozlíšenia. Parameter *Δt* je rozdiel medzi dvomi po sebe idúcimi hodnotami vyrábaného výkonu $P_{PV(t)}$. Hodnoty sú prepočítané na inštalovaný výkon P* [3]:

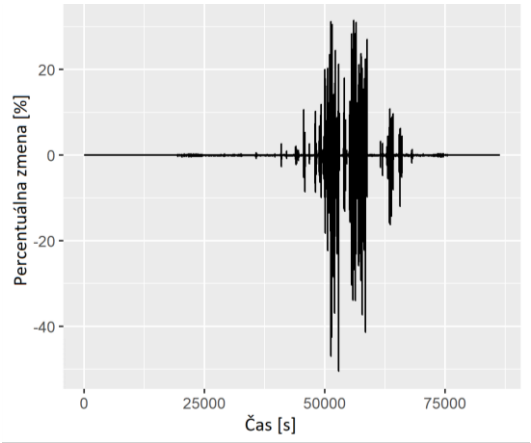
$$\Delta \boldsymbol{P}_{\Delta \boldsymbol{t}}(\boldsymbol{t}) = \frac{[\boldsymbol{P}_{\boldsymbol{PV}}(\boldsymbol{t}) - \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{PV}}(\boldsymbol{t} - \Delta \boldsymbol{t})]}{\boldsymbol{P}^{*}} * \mathbf{100}\ [\%] \qquad (2)$$

Štatistická analýza je vykonaná pre namerané hodnoty zo dňa 02.07.2021, kedy sa súčasne vyskytla najväčšia kladná aj záporná zmena v diferencovanom časovom rade pre Δt = 1. Z obr.4 vyplýva vysoká variabilita a nepravidelnosť vyrábaného výkonu.



Obr.4 *Vizualizácia priebehu výkonu pre deň 02.07.2021.*

Percentuálne zmeny výkonu podľa (2) sú grafický zobrazené aj v časovej doméne na obr.5. Na obr.6 je histogram percentuálnych zmien. Hodnoty kedy bola výroba nulová sú z analýzy odstránené. Histogram jasne deklaruje, že najväčšia koncentrácia percentuálnych zmien je v okolí nuly. Tento fakt je vyjadrený aj v tab.4, z ktorej vyplýva, že maximálna hodnota zápornej fluktuácie a teda pokles výkonu bol viac ako 50 % medzi dvomi po sebe nasledujúcimi sekundami. Nárast bol v tomto prípade 31,49 %.

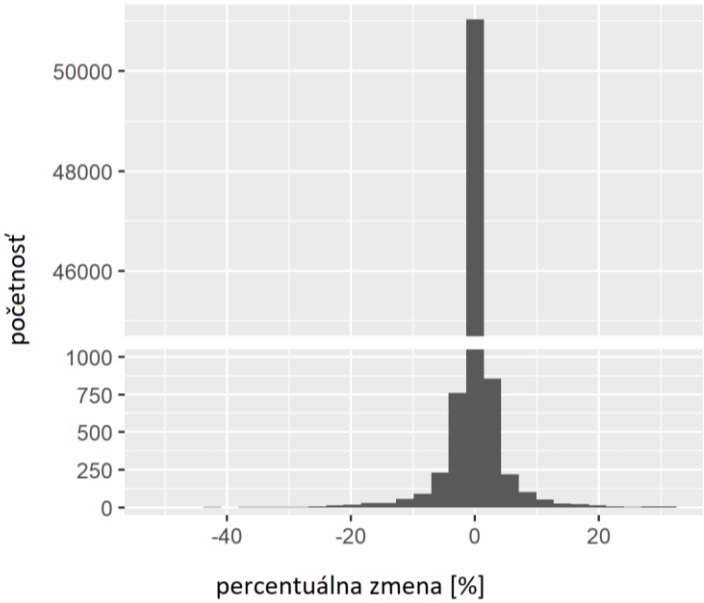


Obr.5 *Vizualizácia percentuálnych zmien výkonu dňa 02.07.2021 v časovej doméne.*

Tab.4 *Štatistická charakteristika fluktuácií vyjadrených v percentách*.

	$\Delta P_{\Delta t}[\%]$
Minimálna hodnota	-50,50
Medián	0,00
Priemer	0,00
Maximálna hodnota	31,49
Smerodajná odchýlka	1,59

Vzhľadom na to, že percentuálne vyjadrenie fluktuácií je zaťažené dominantným počtom veľmi nízkych hodnôt oscilujúcich okolo nuly, sú pre ďalšiu analýzu odstránené všetky hodnoty spadajúce do intervalu (- 5 %, 5 %), čím sú vytvorené dva dátové súbory s kladnými a zápornými hodnotami. Štatistická charakteristika týchto súborov je vyjadrená v tab.5.



Obr.6 *Vizualizácia percentuálnych zmien výkonu dňa 02.07.2021 pomocou histogramu.*

Tab.5 *Štatistická charakteristika fluktuácií vyjadrených v percentách.*

	$(\min(\Delta P_{\Delta t}), -5\ \%)[\%]$	$(5\ \%, \max(\Delta P_{\Delta t}))[\%]$
Minimálna hodnota	-50,50	5,01
Medián	-8,62	8,34
Priemer	-11,22	10,25
Maximálna hodnota	-5,02	31,46
Smerodajná odchýlka	7,13	5,54

4. Štatistická analýza rýchlosti poklesu a nárastu výkonu

Z vyššie uvedených analýz vyplýva, že skoková zmena poklesu výkonu môže dosiahnuť až 50 % z inštalovaného výkonu v priebehu jednej sekundy, čo v prípade mikrogridov alebo iných izolovaných sústav s vysokou penetráciou fotovoltických elektrárni môže mať negatívny dopad na kvalitu dodávanej elektrickej energie.

Z pohľadu riadenia je preto dôležitá kvantifikácia rýchlosti poklesu a nárastu výkonu udávaná v bežnej praxi v MW/min najmä pre prevádzkovateľov distribučných a prenosových sústav. Keďže sú k dispozícií sekundové hodnoty, táto kapitola pracuje s W/s. Výpočet je urobený podľa [4]:

$$\boldsymbol{R_{RATEPV}} = \frac{\boldsymbol{P_{pv}(t) - P_{pv}(t-1)}}{\boldsymbol{\Delta t}} \left[\frac{\boldsymbol{W}}{\boldsymbol{s}}\right] \tag{3}$$

Kde R_{RATEPV} je rýchlosť zmeny výkonu, *Ppv* je výkon v čase a Δt je časový krok. Analýza je vykonaná pre pohyblivé okno s časovým rozdielom Δt = 1, 2, 3 a 4, čo zodpovedá šírke časových okien 2, 3, 4 a 5 sekúnd. V tab.6 sú uvedené štatistické charakteristiky pre pokles výkonu a v tab.7 pre nárast výkonu. Hodnoty sú uvedené vo W/s.

Z tabuliek vyplýva, že s nárastom šírky použitého okna absolútna hodnota charakteristík klesá a dostavuje sa efekt vyhladenia. Obidva dátové súbory pre všetky časové rozdiely boli testované na normalitu Shapiro-Wilkovým testom. V praxi sa často predpokladá, že dáta pochádzajú z normálneho rozdelenia. Testovanie však zamietlo hypotézu, že dátové súbory zodpovedajú normálnemu rozdeleniu [5]. Z toho vyplýva, že je vhodnejšie zvažovať ako mieru centrálnej tendencie medián. Z tabuliek tiež vyplýva drobný rozdiel medzi absolútnymi hodnotami mediánov pre pokles a nárast výkonu. Z hodnôt vyplýva záver, že pokles výkonu je obecne rýchlejší. Napríklad pre Δt = 2 je mediánový pokles rýchlejší o 10,13 % oproti nárastu. Na základe tejto skutočnosti bola sformulovaná hypotéza, že rozdiel rýchlosti poklesu a nárastu je väčší ako 0 a teda štatisticky významný. Keďže dáta nepochádzajú z normálneho rozdelenia, bol pre testovanie zvolený Wilcoxonov test [6]. Test rozhoduje na základe vypočítanej p-hodnoty, či mediánový rozdiel medzi dvomi dátovými súbormi je alebo nie štatisticky významný. Výsledky z testovania sú uvedené v tab.8. Obecne platí, že ak je p-hodnota vyššia ako 0,05, prijíma sa hypotéza, že rozdiel nie je štatisticky významný. Ak je hodnota menšia, prijíma sa alternatívna hypotéza a rozdiel dvoch mediánov je štatisticky významný.

Tab.6 *Štatistická charakteristika poklesu výkonu.*

	Δt = 1	Δt = 2	Δt = 3	Δt = 4
Minimálna hodnota	-8 182	-4 934	-3 635	-2 771
Medián	-1 396	-1 413	-1 321	-1 272
Priemer	-1 818	-1 673	-1 506	-1 409
Maximálna hodnota	-813	-812	-810	-811
Smerodajná odchýlka	1 155	847	641	497

Tab.7 *Štatistická charakteristika nárastu výkonu.*

	Δt = 1	Δt = 2	Δt = 3	Δt = 4
Minimálna hodnota	812	813	812	811
Medián	1351	1283	1205	1147
Priemer	1660	1493	1368	1268
Maximálna hodnota	5101	4520	3548	2844
Smerodajná odchýlka	898	677	517	405

Tab.8 *Vyhodnotenie testovania štatistickej hypotézy o rozdielnosti mediánov.*

Časový krok	p-hodnota	záver
Δt = 1	0,189	Rozdiel nie je štatisticky významný
Δt = 2	0,005	Rozdiel je štatisticky významný
Δt = 3	0,014	Rozdiel nie je štatisticky významný
Δt = 4	0,000	Rozdiel je štatisticky významný

Záver

Z analýz vyplýva vysoká miera premenlivosti výkonu vyrábaného fotovoltickými elektrárňami, ktorú je potrebné zohľadniť pri návrhu riadenia mikrogridov a pochopeniu dynamiky obnoviteľných zdrojov energie. Maximálny pokles medzi dvomi po sebe idúci sekundami dosiahol magnitúdu -50, 50 %, čo je 8 181 W, pričom inštalovaný výkon je 16 200 W. Maximálny nárast výkonu medzi dvomi po sebe idúcimi sekundami dosiahol 31,49 %, čo je 5 101 W. Na základe mediánových rozdielov v rýchlosti poklesu a nárastu výkonu pre rôzne časové okná bola sformulovaná hypotéza, že existuje štatisticky významný rozdiel medzi rýchlosťou a poklesom výroby. Tento bol preukázaný pri Δt = 2 a Δt = 4. Numericky je rýchlosť poklesu obecne mierne väčšia ako rýchlosť nábehu výroby výkonu po odchode mrakov.

Poďakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov – II. etapa, Kód ITMS: 313021W404, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020

VÝSKUMNÁ AGENTÚRA

MINISTERSTVO DOPRAVY A VÝSTAVBY SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Literatúra

[1] https://www.okte.sk/en/information/annual-reports/.

[2] LAVE, Matthew, Matthew J. RENO a Robert J. BRODERICK. Characterizing local high-frequency solar variability and its impact to distribution studies. Solar Energy [online]. 2015, 118, 327-337 [Date of citation: 2022-03-30]. ISSN 0038092X. doi:10.1016/j.solener.2015.05.028.

[3] MARCOS, Javier, Iñigo DE LA PARRA, Miguel GARCÍA a Luis MARROYO. Control Strategies to Smooth Short-Term Power Fluctuations in Large Photovoltaic Plants Using Battery Storage Systems. Energies [online]. 2014, 7(10), 6593-6619 [Date of citation: 2022-03-30]. ISSN 1996-1073. doi:10.3390/en7106593.

[4] MALEKI, Sajad a Mehrdad TARAFDAR HAGH. Review of PV power ramp rate control methods and their requirements. SVU-International Journal of Engineering Sciences and Applications [online]. 2021, 2(2), 14-25 [cit. 2022-03-30]. ISSN 2735-4571. doi:10.21608/svusrc.2021.83458.1011.
[5] Shapiro–Wilk Test in R Programming. GeeksforGeeks [online]. 16.7.2020 [Date of citation: 2022-03-31]. Web adress: https://www.geeksforgeeks.org/shapiro-wilk-test-in-r-programming/.
[6] Unpaired Two-Samples Wilcoxon Test in R. STHDA [online]. [Date of citation: 2022-03-31]. Web adress: http://www.sthda.com/english/wiki/unpaired-two-samples-wilcoxon-test-in-r.

VPLYV DECENTRALIZOVANEJ VÝROBY ELEKTRICKEJ ENERGIE NA ELEKTRIZAČNÚ SÚSTAVU

Jakub Slávik[1], Igor Kalamen[2]
1. Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská republika
2. SFÉRA, a.s.
E-mail: jakub.slavik@stuba.sk

Úvod

Jednou z dlhodobých stratégií EÚ v oblasti energetiky je zvyšovanie využitia obnoviteľných zdrojov pri produkcii tepla a elektrickej energie. Členské štáty zaviedli rôzne formy podpory a nariadení pre splnenie týchto cieľov. V konečnom dôsledku sa preto postupne presúva časť výroby z veľkých centrálnych zdrojov na miestnu úroveň v distribučných sústavách – dochádza k tzv. decentralizácii výroby elektrickej energie a tepla.

Rozmach decentralizovanej výroby, resp. výroby z obnoviteľných zdrojov však prináša so sebou aj viaceré problémy a ovplyvňuje elektrizačnú sústavu. Cieľom tohto článku je analýza vplyvu tejto transformácie na elektrizačnú sústavu.

1. Výroba z obnoviteľných zdrojov

Na začiatok je potrebné konštatovať, že ani jeden z obnoviteľných zdrojov nie je v súčasnosti plnohodnotným zdrojom elektrickej energie, resp. prevádzka OZE v ostrovnom režime je ekonomicky nerentabilná. Tento fakt je spôsobený charakterom samotných zdrojov – sú nepredikovateľné a neregulovateľné, čo v konečnom dôsledku má viacero nepriaznivých bočných efektov ako napr. potreba podporných služieb (regulácia činného výkonu a napätia) na reguláciu odchýlky vplyvom nerovnomernej výroby, či zmena parametrov sústavy ako napr. veľkosť skratového výkonu.

Na druhej strane OZE prispieva k znižovaniu emisií CO_2 a k ochrane životného prostredia (aj keď celková miera znižovania emisií závisí najmä od charakteru podporných služieb, ktoré sú nasadzované pre pokrytie odchýlok).

2. Pripájanie OZE do elektrizačnej sústavy

Proces pripájania nových zdrojov do elektrizačnej sústavy (či už distribučnej, alebo prenosovej) sa riadi technickými podmienkami prevádzkovateľa sústavy a nesmie ovplyvniť bezpečnosť dodávky a stabilitu sústavy. Pri analýze možnosti implementácie nových zdrojov je potrebné posúdiť viacero faktorov ako napr.:

- Dovolené zaťaženie transformátorov (distribučných/prenosových) – nasadenie nového zdroja nespôsobí preťaženie jestvujúcich transformátorov napájajúcich skúmané uzlové oblasti, na odstránenie tohto problému je potrebné zvýšiť výkon preťažených transformátorov (ich výmenou), alebo pridať nový transformátor tak, aby bola možná ich paralelná prevádzka.
- Dovolené zaťaženie vedení (distribučných/prenosových) – situácia je tu obdobná ako v prípade zaťaženia transformátorov a teda nesmie dôjsť k preťaženiu vedení, čo je v niektorých situáciách