

Lukáš Mokriš, Martin Vojtek, Michal Kolcun

Spolupráca obnoviteľných zdrojov energie

Predmetný článok je zameraný na posúdenie možnosti spolupráce obnoviteľných zdrojov elektrickej energie v konkrétnej lokalite, kde cieľom je navrhnuť hybridný systém na báze týchto zdrojov. Hlavnú časť príspevku tvorí posúdenie možnosti spolupráce dvoch najpoužívanejších obnoviteľných zdrojov elektrickej energie na Slovensku, konkrétne fotovoltaických elektrární a bioplynových staníc. Bola zadefinovaná lokalita, v ktorej možnosti spolupráce obnoviteľných zdrojov boli posudzované, pričom cieľom bolo využiť celkové množstvo vyrobenej elektrickej energie v mieste jej výroby. Za týmto účelom bol v posudzovanej lokalite navrhnutý spôsob spolupráce medzi fotovoltaickými elektrárnami a bioplynovými stanicami s využitím akumulácie vo forme vodíka. Následne bol vytvorený model zvolenej lokality a navrhnutého hybridného systému v programe Matlab/Simulink spolu s príslušným riadením. Zároveň sú prezentované výsledky simulácií pre rôzne podiely výroby elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov na celkovej spotrebe skúmanej lokality. V závere sú zhrnuté výsledky simulácií a zhodnotenie problému, na ktorý sa uvedený príspevok zameriava.

Kľúčové slova: obnoviteľné zdroje energie, hybridný systém, akumulácia, vodík, fotovoltaická elektrárňa, bioplynová elektrárňa

I. ÚVOD

Obnoviteľné zdroje elektrickej energie sú čoraz viac používaným pojmom v oblasti elektroenergetiky. Celosvetový trend, ktorým sa ubera elektroenergetika v oblasti výroby elektrickej energie naznačuje, že obnoviteľné zdroje elektrickej energie budú aj naďalej často skloňovaným pojmom. Množstvo elektrickej energie získanej z obnoviteľných zdrojov energie narastá, a je v záujme trvalo udržateľného rozvoja aby tento nárast pokračoval. Niektoré obnoviteľné zdroje energie sú však svojím charakterom prevádzky odlišné od konvenčných zdrojov. S tým vznikajú problémy pri udržaní výkonovej bilancie medzi výrobou a spotrebou elektrickej energie. Slovenská republika sa zaviazala zvýšiť výrobu elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov, pričom cieľ pre rok 2020 je vyrábať 24% elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov. To malo v posledných rokoch za následok nárast inštalovaného výkonu zo zdrojov ako fotovoltaické elektrárne a elektrárne na biomasu a bioplyn [1].

Spoločnosť Slovenská elektrizačná prenosová sústava si nechala v roku 2011 vypracovať štúdiu „Posúdenie vplyvu obnoviteľných zdrojov elektriny prevádzkovaných na území SR na elektrizačnú sústavu SR“. Štúdia bola zameraná na posúdenie vplyvu budovania nových fotovoltaických a veterných elektrární na prenosovú sústavu Slovenskej republiky. V štúdiu bolo zistené, že navýšenie inštalovaného výkonu fotovoltaických elektrární, a teda aj navýšenie výroby elektrickej energie z týchto elektrární je technicky možné po navýšení objemu podporných služieb. Po zohľadnení skúsenosti z prevádzky elektrizačnej sústavy, a taktiež zohľadnenia ekonomických možností bolo zistené, že môžu nastať prípady, kedy nebude možné zabezpečiť dostatočný objem podporných služieb. Teda ďalšie budovanie týchto zdrojov je možné len vtedy, keď bude zabezpečený export tejto energie do iných elektrizačných sústav, čo v čase vypracovania štúdie nebolo možné [2].

Na túto štúdiu zareagovali všetci prevádzkovatelia distribučných spoločností na Slovensku, a zaviedli takzvaný stop stav. V praxi to znamená že prevádzkovatelia distribučných sústav zaviedli od konca roka 2013 obmedzenie na pripájanie nových zdrojov s inštalovaným výkonom nad 10 kW, čiže nebudú vybavovať žiadosti o pripojenie takéhoto zdroja do distribučnej sústavy. Tento stav ešte stále trvá aj v súčasnosti [3].

II. NÁVRH RIEŠENIA SPOLUPRÁCE OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV

Spotreba elektrickej energie sa v čase mení a ak je v nejakom momente výroba väčšia ako spotreba, tak je potrebné obmedziť výrobu, na čo slúži regulácia činného výkonu. Okrem regulácie činného výkonu je možnosť vyrobenú energiu uskladniť, a použiť neskôr v prípade väčšej spotreby, respektíve nižšej výroby. Táto možnosť sa dostáva do popredia hlavne s narastajúcim podielom výroby z neregulovateľných obnoviteľných zdrojov. Elektrickú energiu možno skladovať priamo len vo veľmi obmedzenej miere. Preto väčšinou za účelom skladovania elektrickej energie je potrebné ju pretransformovať na iný druh energie.

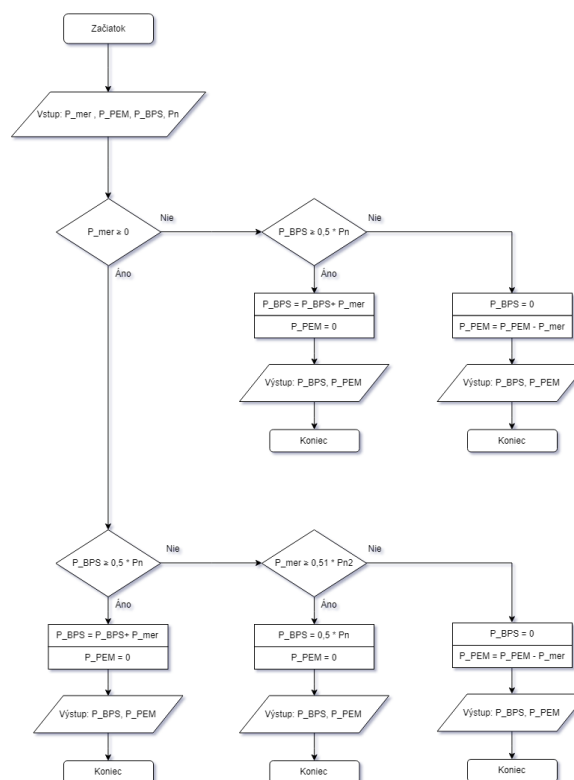
Na posúdenie možnosti spolupráce obnoviteľných zdrojov bola zvolená distribučná sieť s menovitým napätím 22 kV, ktorá je určená na napájanie menších rezidenčných lokalít prostredníctvom distribučných transformátorov 22/0,4 kV. Táto napäťová úroveň bola vybraná z dôvodu, že väčšina decentralizovaných obnoviteľných zdrojov elektrickej energie, ktoré boli inštalované v posledných rokoch, je pripojená práve do tejto napäťovej úrovne. Za zdroje elektrickej energie vo zvolenej lokalite je možné považovať nadradenú vonkajšiu sieť 110 kV a pripojené obnoviteľné zdroje. Konkrétne sa jedná o bioplynovú stanicu s inštalovaným výkonom 0,998 MW a fotovoltaickú elektrárňu s inštalovaným výkonom 0,997 MW. V závislosti od pripojených obnoviteľných zdrojov energie v danej lokalite prichádzajú do úvahy rôzne spôsoby ich vzájomnej spolupráce a koordinácie tak, aby bola energia využívaná lokálne v každom čase. Predpokladá sa, že pri zvýšení inštalovaného výkonu vo fotovoltaických elektrárnach vznikne v prípade špičkovej výroby v danej lokalite prípad, kedy bude spotreba elektrickej energie menšia, ako je výroba v týchto elektrárnach. To spôsobí prebytok energie v danej lokalite, a dôjde k spätnému toku výkonu do elektrickej siete s vyššou napäťovou úrovňou. Keďže cieľom navrhnutého systému je spotrebovať vyrobenú elektrickú energiu lokálne, pokryť čo najväčšiu časť spotreby danej lokality elektrickou energiou z obnoviteľných zdrojov a súčasne zamedziť spätnému toku výkonu do nadradenej sústavy, sú týmto cieľom prispôbené uvažované možnosti spolupráce obnoviteľných zdrojov. Jedná sa o obmedzenie výroby niektorého z obnoviteľných zdrojov v lokalite, akumuláciu energie v časoch jej prebytku alebo kombinácie týchto variantov.

Vzhľadom na typy obnoviteľných zdrojov v skúmanej lokalite a charakter záťaže bola ako spôsob spolupráce zvolená kombinácia obmedzovania výroby z bioplynovej stanice a akumulácie elektrickej energie. Akumulácia bola zvolená ako najvhodnejšia z hľadiska maximalizácie podielu elektrickej energie vyrábanej z lokálnych obnoviteľných zdrojov elektrickej energie, k elektrickej energii odoberanej z vonkajšej siete VVN. Ako spôsob akumulácie bola zvolená akumulácia vo forme vodíka. Nejedná sa o doposiaľ hromadne využívaný spôsob akumulácie, avšak existuje množstvo projektov skúmajúcich túto možnosť akumulácie. Tento spôsob bol zvolený kvôli prítomnosti kogeneračnej jednotky v predmetnej lokalite, ktorá je schopná do určitého množstva spaľovať získaný vodík. Takto stačí inštalovať zariadenie na získavanie vodíka, takzvaný elektrolyzér, a odpadá nutnosť inštalovať ďalšie zariadenie na spätnú premenu vodíka na elektrickú energiu. Kombinácia s obmedzovaním výroby z bioplynovej stanice bola zvolená z dôvodu aby nedochádzalo k akumulácii vodíka a súčasne k prevádzke regulovateľného zdroja na plný výkon, čo je neefektívne. Kombináciou týchto variantov bolo vytvorené riadenie hybridného systému.

III. NÁVRH SYSTÉMU

Konkrétny hybridný systém nebol navrhnutý ako samostatný, ale ako systém spolupracujúci s vonkajšou sieťou. Riešenie, kde systém spolupracuje s vonkajšou sieťou je podstatne jednoduchšie na návrh, keďže nemusí byť 100 % spotreby pokrytej z lokálnych zdrojov. Súčasne sa využívajú výhody pripojenia vonkajšej siete, kde pri zmenách tokov výkonu nedochádza k tak výrazným prechodovým dejom, ako keby systém pracoval samostatne. Navrhnutý systém obsahuje fotovoltaické elektrárne ako nepredikovateľné a neregulovateľné zdroje elektrickej energie. Okrem toho obsahuje systém aj bioplynovú stanicu ako čiastočne regulovateľný zdroj elektrickej energie. Väčšina bioplynových staníc na Slovensku obsahuje kogeneračnú jednotku, ktorá je schopná dodávať činný výkon len v rozmedzí od polovice až do plného inštalovaného výkonu. Na základe vlastností spomínaných zdrojov a za účelom dosiahnutia definovaných cieľov bolo do hybridného systému navrhnuté začlenenie zariadenia na akumuláciu prebytočnej elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov a to vo forme vodíka. Na to slúži PEM elektrolyzér. Cieľom tohto on-grid hybridného systému je, aby pri nadmernej výrobe z rozptýlených obnoviteľných zdrojov nedochádzalo k spätnému toku elektrickej energie do nadradenej siete s napätím 110 kV, ale aby bola energia spotrebovaná lokálne v distribučnej sieti 22 kV. V predloženom príspevku sú navrhnuté dva spôsoby spolupráce obnoviteľných zdrojov. V prvom spôsobe sa uvažuje iba s jednou, existujúcou bioplynovou stanicou. V druhom spôsobe je uvažované s pridaním ďalšej bioplynovej stanice s rovnakými technickými parametrami.

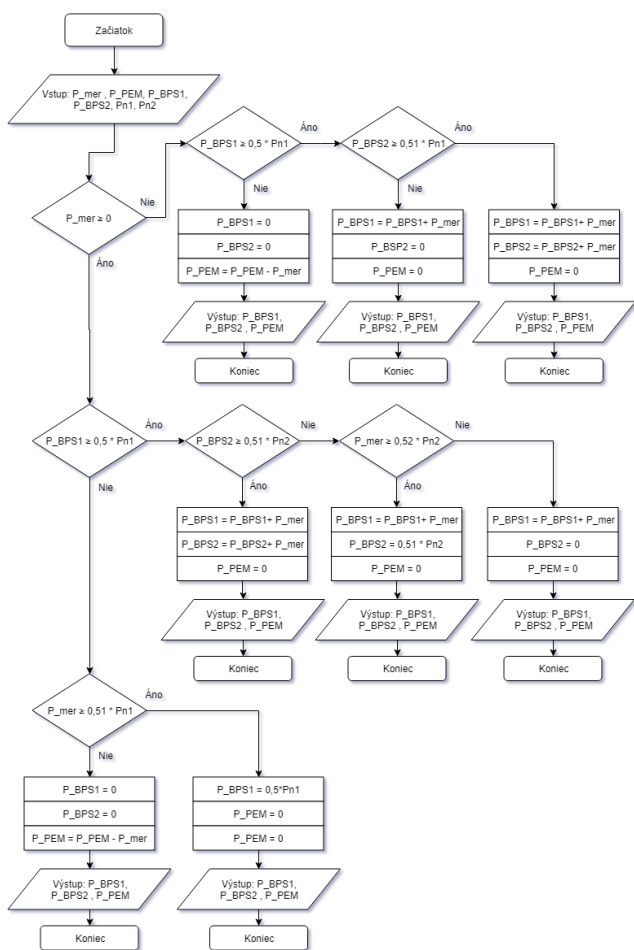
Vstupným údajom je činný výkon P_{mer} , ktorý je meraný v elektrickej stanici, na sekundárnej strane VVN/VN transformátora, ktorým je predmetná lokalita spojená s nadradenou distribučnou sieťou. Ďalšie vstupné údaje predstavujú činný výkon odoberaný zo siete pomocou elektrolyzéra P_{PEM} , činný výkon dodávaný bioplynovou stanicou do siete P_{BPS} a inštalovaný výkon kogeneračnej jednotky P_n . Výstupmi sú vypočítané výkony P_{BPS} a P_{PEM} , čo sú činné výkony, ktoré má v ďalšom kroku bioplynová stanica dodávať do siete, respektíve elektrolyzér odoberať zo siete. Aby sa zamedzilo spätnému toku výkonu, tak v prvom kroku dochádza k obmedzovaniu výroby z bioplynovej stanice. Ak tento



Obrázok 1. Vývojový diagram riadenia hybridného systému s jednou bioplynovou stanicou

krok nepostačuje a v predmetnej lokalite vzniká nadbytok činného výkonu, pristúpi sa k druhému kroku, a to k výrobe vodíka a jeho akumulácii v zásobníku. Pri zaniknutí prebytku činného výkonu v skúmanej lokalite sa najprv prestane vyrábať vodík, a pri ďalšom poklese vyrábaného výkonu následne dôjde k nábehu výroby činného výkonu z bioplynovej stanice.

V druhom spôsobe je uvažované s inštalovaním ďalšej bioplynovej stanice. Tomu je prispôsobený aj vývojový diagram riadenia hybridného systému, ktorý je zobrazený na Obr. 2. Rovnako ako v predchádzajúcom prípade, vstupným údajom je meraný činný výkon odoberaný alebo dodávaný do nadradenej siete P_{mer} . Okrem neho sú vstupnými údajmi činné výkony dodávané do siete prvou a druhou bioplynovou stanicou, P_{BPS1} respektíve P_{BPS2} . Ďalšími vstupnými údajmi sú údaje o inštalovanom výkone jednotlivých bioplynových staníc a to P_{n1} a P_{n2} . Okrem týchto údajov vstupuje do riadiacej logiky systému podobne ako v predchádzajúcom prípade spôsobom aj údaj o odbere činného výkonu elektrolyzérskom P_{PEM} . Výstupmi sú vypočítané činné výkony P_{BPS1} a P_{BPS2} , ktoré majú bioplynové stanice dodávať a činný výkon P_{PEM} , ktorý má elektrolyzér odoberať zo siete. Pri tomto spôsobe v prvom kroku dôjde k obmedzovaniu výroby oboch bioplynových staníc súčasne, pričom regulácia je rovnomerne rozdelená medzi obe bioplynové stanice. To sa deje až do dosiahnutia minimálneho možného výkonu, ktorý môže bioplynová stanica č. 2 vyrábať. Následne dôjde k úplnému obmedzeniu jej výroby a následne pokračuje v znižovaní výroby len prvá bioplynová stanica. Ak aj tá dosiahne minimum možného vyrábaného výkonu, dôjde k jej úplnému obmedzeniu. Posledný krok je opäť rovnaký ako v predchádzajúcom spôsobe, a to akumulácia

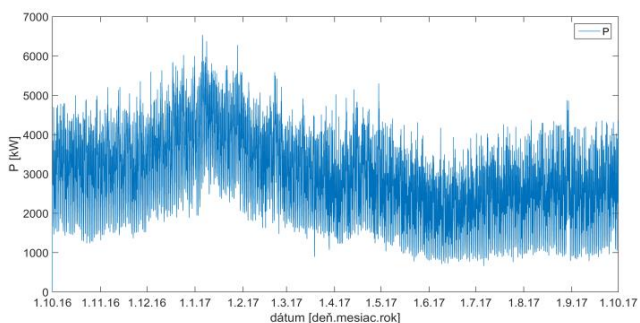


Obrázok 2. Vývojový diagram riadenia hybridného systému s dvomi bioplynovými stanicami

energie vo forme vodíka jeho výrobou. Rovnako pri zaniknutí prebytku činného výkonu v danej lokalite dôjde najprv k zníženiu jeho odberu pomocou elektrolýzéra a následne dôjde k postupnému zvyšovaniu výroby najprv z prvej bioplynovej stanice a nakoniec aj z oboch bioplynových staníc súčasne.

IV. MODELOVANIE A SIMULÁCIA NAVRHNUTÉHO SYSTÉMU

Ako prostriedok na modelovanie a simuláciu spolupráce obnoviteľných zdrojov bol zvolený program MATLAB, respektíve jeho nadstavba Simulink. Simulované boli viaceré varianty s rôznym podielom elektrickej energie vyrobenej z obnoviteľných zdrojov k spotrebe elektrickej energie v danej lokalite. Výhodiskovým

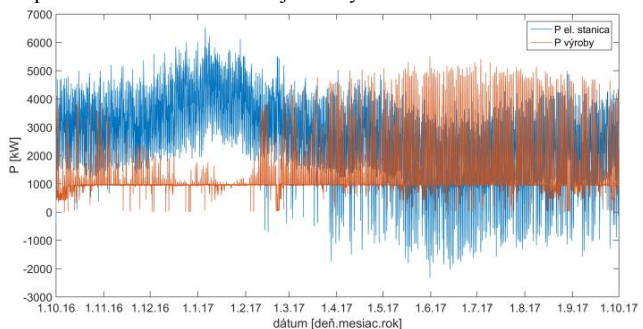


Obrázok 3. Ročný diagram zaťaženia predmetnej lokality

stavom pre modelovanie bol súčasný stav vo zvolenej lokalite s jednou bioplynovou stanicou a jednou fotovoltaickou elektrárnou.

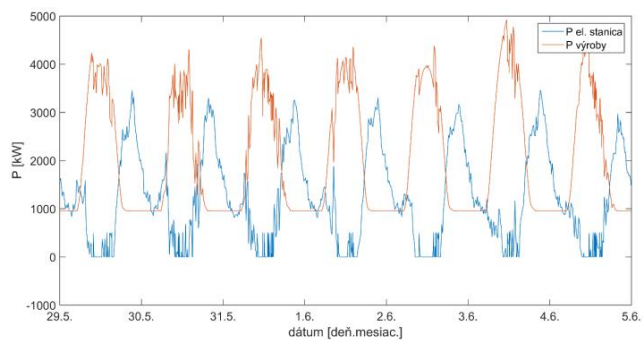
Celková spotreba elektrickej energie za kalendárny rok predstavuje 33 938,55 MWh. Z toho v súčasnosti 877,92 MWh predstavuje elektrickú energiu dodanú fotovoltaickou elektrárnou, čo je približne len 2,59 % z celkovej spotreby elektrickej energie v danej lokalite. Bioplynová stanica v súčasnosti dodá za kalendárny rok 7962,91 MWh, čo predstavuje 23,46 % z celkovej spotreby elektrickej energie v danej lokalite.

V ďalších simuláciách boli pridávané ďalšie fotovoltaické elektrárne do predmetnej lokality. Za účelom posúdenia vplyvu zvýšenia výroby z nepredikovateľných zdrojov nebola v týchto prípadoch implementovaná logika hybridného systému. Ako príklad je možné uviesť scenár, kde bol päťnásobne zvýšený inštalovaný výkon fotovoltaických elektrární. Na Obrázok 3 je výkon odoberaný z nadradenej distribučnej siete, respektíve dodávaný do nadradenej distribučnej siete vykreslený modrou farbou. Sumár výkonov zo všetkých zdrojov v prešetrovanej lokalite je vykreslený červenou farbou. Z grafu vyplýva, že v určitých časoch počas roka dochádza k spätnému toku do nadradenej sústavy.



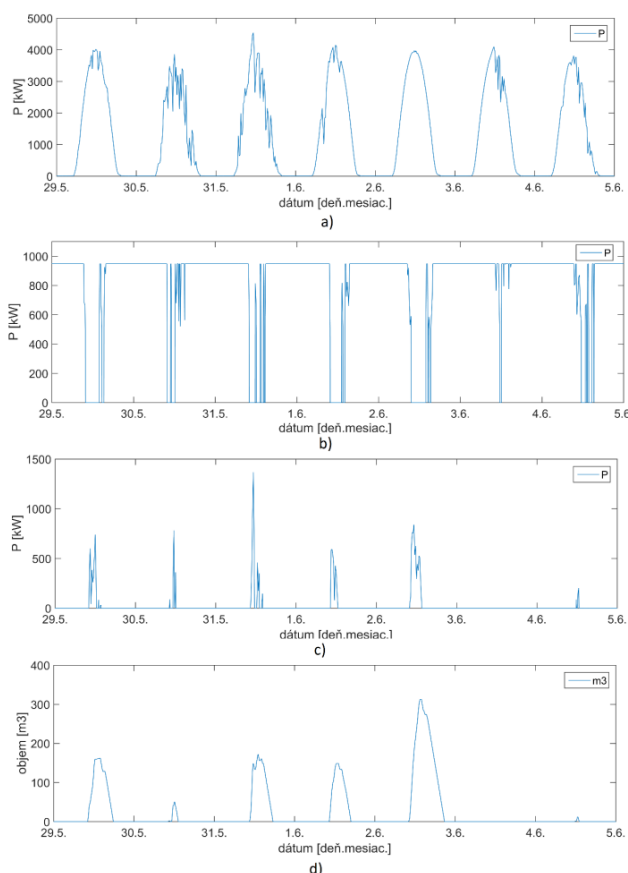
Obrázok 3. Ročný diagram zaťaženia a výroby v predmetnej lokalite

V ďalšom scenári bolo zachované zvýšenie výroby z nepredikovateľných zdrojov uvedené v predchádzajúcom prípade, avšak bol pridaný akumulčný systém s predstaveným riadením. Ten okrem zdrojov elektrickej energie obsahuje PEM elektrolýzér a zásobník vodíka za účelom akumulácie elektrickej energie.



Obrázok 4. Týždenný diagram zaťaženia a výroby

Na Obrázok 4 je možné pozorovať toky výkonov v distribučnej sieti v súlade s navrhnutým riadením. Na tomto obrázku sú zobrazené priebehy rovnakých výkonov ako na obr. 4, ale kvôli prehľadnosti bol znázornený iba týždenný diagram. Je možné vidieť, že navrhnutým systémom riadenia (regulácia bioplynovej stanice a riadenie úložiska) a začlenením akumulčného zariadenia do systému nedochádzalo v kritických časoch k spätnému toku výkonu. Odpovedajúcu činnosť jednotlivých častí systému je možné pozorovať na Obr. 6, kde je v časti a) zobrazený týždenný diagram výroby zo všetkých fotovoltaických elektrární v predmetnej lokalite. V časti b) je týždenný



Obrázok 5. Týždenné priebehy výroby elektrickej energie z fotovoltických elektrární, bioplynovej elektrárne, priebeh spotreby PEM elektrolyzéra a priebeh naplnenia zásobníka

diagram výroby z bioplynovej stanice. Na ňom je možné pozorovať reguláciu činného výkonu bioplynovej stanice v závislosti od meraného činného výkonu v elektrickej stanici. V časti c) je zobrazený týždenný diagram odberu elektrickej energie PEM elektrolyzéra. V poslednej časti d) je zobrazená úroveň naplnenia zásobníka s vodíkom v priebehu jedného týždňa, kde je možné pozorovať kedy dochádzalo k výrobe a kedy k spotrebe vodíka.

V ďalších simuláciách boli simulované scenáre spočívajúce v kombináciách rôzneho počtu fotovoltických elektrární a bioplynových staníc. Výsledky sú uvedené v Tabuľkách I-IV.

TABUĽKA I
Výsledky energetických bilancii

| Množstvo OZE | El. energia zo siete [MWh] | El. energia z OZE [MWh] | El. energia z FVE [MWh] | El. energia z BPS [MWh] |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 FVE, 1 BPS | 25097,72 | 8840,83 | 877,92 | 7962,91 |
| 2 FVE, 1 BPS | 24219,50 | 9718,81 | 1755,98 | 7962,83 |
| 3 FVE, 1 BPS | 23009,20 | 10936,85 | 2633,75 | 8303,09 |
| 4 FVE, 1 BPS | 22200,80 | 11759,88 | 3513,29 | 8246,60 |
| 5 FVE, 1 BPS | 21568,98 | 12425,24 | 4393,14 | 8032,11 |
| 6 FVE, 1 BPS | 21085,38 | 13061,72 | 5273,21 | 7788,51 |
| 7 FVE, 1 BPS | 20683,40 | 13763,54 | 6148,93 | 7614,62 |
| 8 FVE, 1 BPS | 20354,78 | 14506,35 | 7033,14 | 7473,21 |
| 3 FVE, 2 BPS | 14893,52 | 19135,74 | 2633,75 | 16501,98 |
| 7 FVE, 2 BPS | 13467,22 | 21050,90 | 6148,93 | 14901,98 |
| 8 FVE, 2 BPS | 13264,64 | 21665,59 | 7033,14 | 14632,45 |

TABUĽKA II
Výsledky podielov vyrobenej elektrickej energie na spotrebu

| Množstvo OZE | Podiel OZE na spotrebe [%] | Podiel FVE na spotrebe [%] | Podiel BPS na spotrebe [%] |
|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 FVE, 1 BPS | 26,05 | 2,59 | 23,46 |
| 2 FVE, 1 BPS | 28,64 | 5,17 | 23,46 |
| 3 FVE, 1 BPS | 32,22 | 7,76 | 24,46 |
| 4 FVE, 1 BPS | 34,63 | 10,35 | 24,28 |
| 5 FVE, 1 BPS | 36,55 | 12,92 | 23,63 |
| 6 FVE, 1 BPS | 38,25 | 15,44 | 22,81 |
| 7 FVE, 1 BPS | 39,96 | 17,85 | 22,11 |
| 8 FVE, 1 BPS | 41,61 | 20,17 | 21,44 |
| 3 FVE, 2 BPS | 56,23 | 7,74 | 48,49 |
| 7 FVE, 2 BPS | 60,99 | 17,83 | 43,16 |
| 8 FVE, 2 BPS | 62,03 | 20,14 | 41,89 |

TABUĽKA III
Výsledky množstiev palív

| Množstvo OZE | Spotreba elektrickej energie v PEM [MWh] | Získaný vodík [m ³] | Ušetrený metán [m ³] |
|--------------|--|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 FVE, 1 BPS | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 FVE, 1 BPS | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 FVE, 1 BPS | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 FVE, 1 BPS | 0,31 | 58,02 | 18,45 |
| 5 FVE, 1 BPS | 23,61 | 4370,29 | 1389,45 |
| 6 FVE, 1 BPS | 158,01 | 29259,00 | 9302,36 |
| 7 FVE, 1 BPS | 439,74 | 81429,26 | 25888,94 |
| 8 FVE, 1 BPS | 830,06 | 153710,78 | 48869,54 |
| 3 FVE, 2 BPS | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 FVE, 2 BPS | 439,74 | 81430,03 | 25889,19 |
| 8 FVE, 2 BPS | 830,05 | 153709,83 | 48869,23 |

Tabuľka IV
Výsledky množstiev palív

| Množstvo OZE | Ušetrený metán [%] | Max. odoberaný výkon PEM [kW] | Max. množstvo vodíka v zásobníku [m ³] |
|--------------|--------------------|-------------------------------|--|
| 1 FVE, 1 BPS | 0,0000 | 0,00 | 0,0 |
| 2 FVE, 1 BPS | 0,0000 | 0,00 | 0,0 |
| 3 FVE, 1 BPS | 0,0000 | 0,00 | 0,0 |
| 4 FVE, 1 BPS | 0,0009 | 468,84 | 20,6 |
| 5 FVE, 1 BPS | 0,0691 | 1368,82 | 419,2 |
| 6 FVE, 1 BPS | 0,4768 | 2274,38 | 1165,4 |
| 7 FVE, 1 BPS | 1,3571 | 3135,20 | 3468,2 |
| 8 FVE, 1 BPS | 2,6103 | 4008,35 | 18011,0 |
| 3 FVE, 2 BPS | 0,0000 | 0,00 | 0,0 |
| 7 FVE, 2 BPS | 0,6935 | 3135,20 | 3530,3 |
| 8 FVE, 2 BPS | 1,3331 | 4008,30 | 18595,9 |

V. ZÁVER

Hybridné systémy sa v oblasti elektroenergetiky čoraz viac dostávajú do popredia. Z výsledkov simulácií je zrejme, že ak by bol zvýšený podiel elektrickej energie vyrobenej z fotovoltických elektrární na celkovej spotrebe elektrickej energie v lokalite nad

hranicu približne 5,2 %, nastali by problémy so spätným tokom činného výkonu do nadradenej distribučnej siete. Simulácie v podstate potvrdili výsledky štúdie, na základe ktorej sa prevádzkovatelia distribučných sústav rozhodli nepripájať zdroje s inštalovaným výkonom nad 10 kW do svojich sietí. Ako však ukazujú výsledky simulácií, problém spojený so spätným výkonom je možné riešiť.

Keďže systém bol navrhnutý ako kombinácia regulovania bioplynovej stanice, respektíve staníc, a akumulácie, ukazuje sa, že čiastočné navýšenie výroby elektrickej energie z nepredikovateľných obnoviteľných zdrojov sa dá riešiť aj bez akumulácie. Výsledky ukazujú, že v danej lokalite môžu byť inštalované až tri fotovoltaické elektrárne s inštalovaným výkonom 0,998 MW. Môže sa tak dosiahnuť 7,76 % podiel elektrickej energie vyrobenej z týchto elektrární na celkovej spotrebe v danej lokalite. Celkový podiel elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov tak môže dosiahnuť až 32,22% podiel s jednou bioplynovou stanicou, alebo až 56,23% podiel s dvoma bioplynovými stanicami. Výhodou takéhoto riešenia je eliminovanie nákladov na výstavbu a prevádzku akumuláčného zariadenia.

Aj keď najčastejším spôsobom riešenia problémov spojených s nepredikovateľnými obnoviteľnými zdrojmi je akumulácia, stále je jej podstatnou nevýhodou vysoká cena. Avšak, predložený príspevok poukazuje aj na to, že v súčasnosti sa nachádza časť inštalovaných zdrojov v sústave vo forme bioplynových staníc, ktoré sú schopné vykonávať reguláciu, len sa táto ich schopnosť nevyužíva. Je to z dôvodu rozptýlenia uvedených zdrojov po celej sústave a ich nízkeho inštalovaného výkonu. Preto je zložitá všetky predmetné zdroje obsiahnuť do logiky riadenia činného výkonu pre celú elektrizačnú sústavu. Je tu však možnosť využiť hybridné systémy a zapojiť bioplynové stanice do regulácie výkonov iba na lokálnej úrovni. Tým je možné dosiahnuť zvýšenie výroby z obnoviteľných zdrojov aj bez akumulácie.

Kogeneračné jednotky sa zvyknú okrem výroby elektrickej energie používať aj na vykurovanie. Z výsledkov simulácií je zjavné, že k ich obmedzovaniu výroby dochádza len počas letných dní, a teda je možné predpokladať, že obmedzenie ich výroby nebude mať vplyv na ich ďalšiu funkciu, ktorou je vykurovanie.

S uvažovaním akumulácie je možné zvyšovať podiel elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov na oveľa vyššiu úroveň. Avšak ani pri osemnásobne väčšom inštalovanom výkone fotovoltaických elektrární než má bioplynová stanica, nedokážu vyrobiť viac elektrickej energie ako táto bioplynová stanica. To poukazuje na fakt, že bioplynové stanice ako zdroj elektrickej energie majú oveľa lepšiu využiteľnosť než fotovoltaické elektrárne, inštalované v našom regióne.

Vzhľadom na to, že cieľom uvedeného príspevku bolo navrhnuť hybridný systém spolupracujúci s vonkajšou sieťou, nebola logika riadenia jednotlivých zdrojov a akumuláčnych zariadení navrhnutá

tak, aby bol systém schopný prevádzky samostatne. Zvyčajne, akumulácia pomocou vodíka obsahuje dve zariadenia. Elektrolyzér na premenu elektrickej energie na vodík a palivový článok na spätnú premenu vodíka na elektrickú energiu. Spôsob akumulácie zvolený v predloženej príspevku však ráta iba s jedným zariadením, a to s elektrolyzérom. Z uvedeného dôvodu nebolo nutné inštalovať ďalšie pomerne drahé zariadenie. Ak by sa uvažovalo aj s palivovými článkami, pribudol by tak ďalší zdroj, ktorý by bol schopný dodávať elektrickú energiu v časoch väčšej spotreby. Naakumulovaná energia je teda dodávaná do siete pomocou už existujúceho zariadenia, ktoré elektrickú energiu dodáva do siete aj bez akumulácie. Z pohľadu výkonovej bilancie by bol rovnaký efekt dosiahnutý aj obmedzením výroby. Takto sa však zvýšila využiteľnosť fotovoltaických elektrární.

Hlavným dôvodom, prečo sa v súčasnosti vo väčšej miere nevyužíva akumulácia vo forme vodíka, sú vysoké investičné náklady. V budúcnosti sa však predpokladá zníženie nákladov, čo spôsobí, že okrem zavedeného spôsobu akumulácie pomocou vodných prečerpávacích elektrární a nového v súčasnosti sa rozvíjajúceho spôsobu pomocou batérií, sa stane vodík zaujímavou alternatívou.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok podporila Vedecká grantová agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied grantom VEGA č. 1/0372/18.

LITERATÚRA

- [1] P. Šimon, "Koľko máme na Slovensku podiel OZE," [online]. Pavel ŠIMON s.r.o., 2.7.2018. [cit. 10.4.2018]. Dostupné na internete: <<https://www.energiaweb.sk/2017/07/02/kolko-mame-na-slovensku-podiel-oze/>>.
- [2] SEPS, a. s., "Informácie o OZE: Závěry štúdie „Posúdenie vplyvu obnoviteľných zdrojov elektriny prevádzkovaných na území SR na elektrizačnú sústavu SR," [online]. 30.11.2012. [cit. 11.4.2018]. Dostupné na internete: <https://www.sepsas.sk/informacia2012_11_30.asp?Kod=517&Nadrad=612>.
- [3] R. Hanulák, "Rastislav Hanulák: STOP STAV - spôsob ako vybrať s európskymi záväzkami?," [online]. 19.5.2014. [cit. 11.4.2018]. Dostupné na internete: <<http://energia.sk/redakcny-komentar/uvod/stop-stav-sposob-ako-vybrat-s-europskymi-zavazkami/13250/>>.

ADRESY AUTOROV

Lukáš Mokriš, Technická Univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, 04001, Slovensko, lukas.mokris@student.tuke.sk
 Martin Vojtek, Technická Univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, 04001, Slovensko, martin.vojtek@tuke.sk
 Michal Kolcun, Technická Univerzita v Košiciach, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, 04001, Slovensko, michal.kolcun@tuke.sk