

Možnosti znižovania strát v sieti

¹Daniel PÁL, ²Lubomír BEŇA, ³Jakub URBANSKÝ

^{1,2,3} Katedra elektroenergetiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika

¹daniel.pal@tuke.sk, ²lubomir.bena@tuke.sk, ³jakub.urbansky@tuke.sk

Abstrakt — Život ľudí a fungovanie našej spoločnosti je v dvadsiatom prvom storočí značne závislý od elektrickej energie. Výroba a distribúcia elektrickej energie však prešla v posledných desaťročiach značnými zmenami. Tradičné, centralizované siete postupne nahradia Smart siete, fosílné zdroje sú postupne nahradené obnoviteľnými zdrojmi. Otázka znižovania strát v sieti je však stále aktuálna. Článok sa snaží priblížiť formy znižovania strát v sieti, ako aj ujasniť otázky okolo miery možnej úspory strát. Prvá časť článku je venovaná téme centralizovaných sietí a typických obnoviteľných zdrojov energie a následne poukazuje na vznik a fungovanie inteligentných sietí. Nasledujúca časť sa venuje možnostiam znižovania strát vznikajúcich pri prenose elektrickej energie.

Kľúčové slová — distribuovaná generácia, fosílna palivá, inteligentné siete, obnoviteľné zdroje energie.

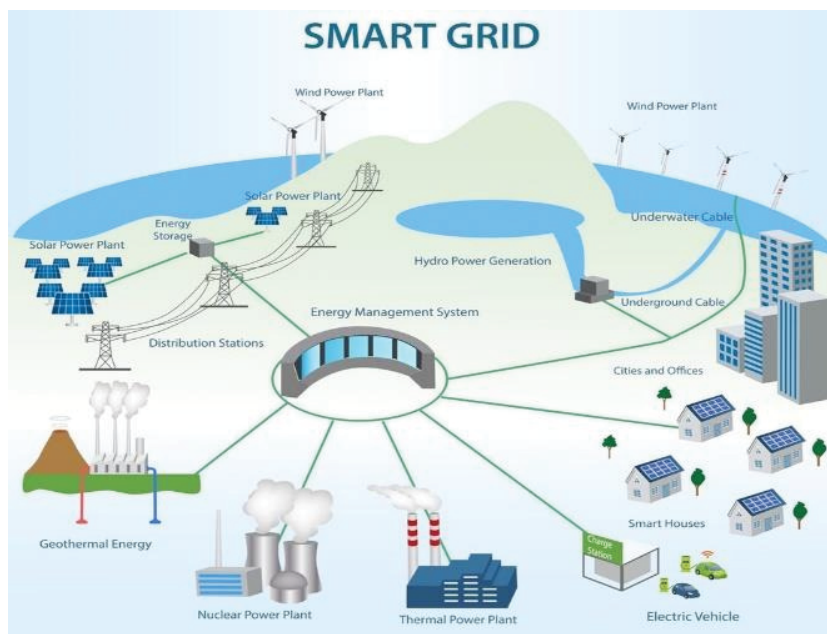
I. ÚVOD

V súčasnosti sa najčastejšie používa takzvaná centralizovaná výroba elektrickej energie. Centralizovaná výroba predstavuje takú formu výroby elektrickej energie, v ktorej je elektrická energia vyrábaná vo veľkých elektrárňach, ktoré sa nachádzajú vo veľkých vzdialenostiach od koncových užívateľov. Množstvo vyrobenej elektrickej energie je založené na štatistike, ktorá vychádza zo spotreby elektrickej energie v minulosti. Po výrobe elektrickej energie, je napätie zdroja transformované do vyššej napäťovej hladiny, z dôvodu zníženia strát pri prenose po vedeniach. V blízkosti spotrebiteľa napätie transformované späť do nižšej napäťovej hladiny [1].

Pri náraste podielu obnoviteľných zdrojov energie sa klasická centralizovaná schéma mení na decentralizovanú výrobu elektrickej energie. Vďaka obnoviteľným zdrojom energie je v súčasnosti ekonomicky dostupné vyrábať elektrickú energiu priamo na mieste spotreby. Pri prebytku energie je pomocou akumulátorov možné aj jej ukladanie na použitie v čase potreby. V elektrickej sieti sa preto čoraz častejšie objavujú nové zdroje a nové technológie, s ohľadom na rozvoj informačných technológií. Vzniká potreba novej komunikácie medzi takýmito komponentami. Z elektrickej siete po týchto zmenách vzniká inteligentná sieť (SMART GRID).

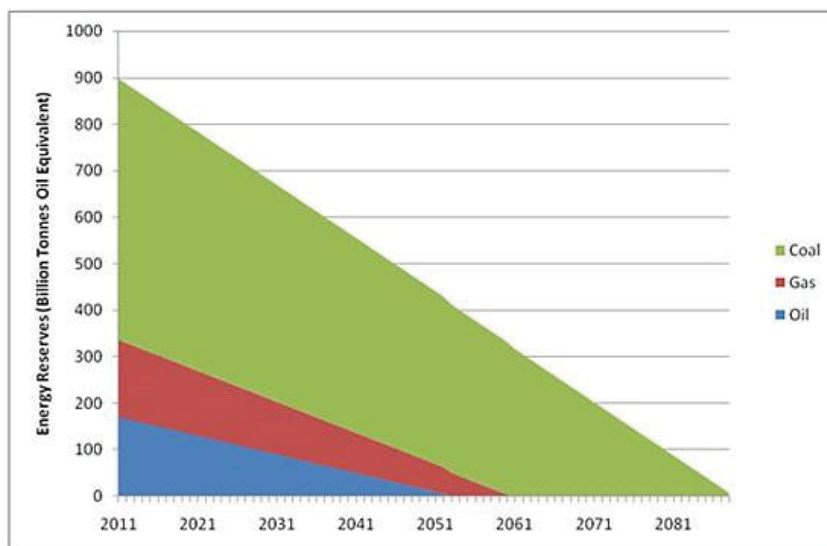
II. SMART GRID A OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Inteligentné siete sú automatizované systémy, ktoré pomocou technologických zariadení sledujú toky elektrickej energie v elektrickej sieti, aby bola dosiahnutá maximálna energetická účinnosť. Inteligentné siete teda kombinujú tradičné technológie v elektrickom systéme pomocou nových technológií. Typické znázornenie inteligentnej siete je možné vidieť na Obr. 1, kde sú znázornené aj tradičné prvky v elektrizačnej sústave ako napr. tepelné elektrárne, prenosové vedenie a domácnosti. Na Obr. 1. je možné vidieť aj nové prvky ako sú napríklad obnoviteľné zdroje energií, elektrické autá alebo domácnosti riadené inteligentnými prvkami. Medzi zariadenia, ktoré zabezpečujú komunikáciu medzi jednotlivými časťami inteligentnej siete patria napr. inteligentné elektromery, ktoré sledujú aktuálnu spotrebu elektrickej energie.



Obr. 1 Inteligentná (SMART) sieť [2]

Téma inteligentných sietí je v dnešnej dobe čoraz aktuálnejšia, keďže elektrickú energiu je potrebné využívať čo najefektívnejšie. Energiiu je potrebné prenášať od výroby až do miesta spotreby s najmenšími možnými stratami. Momentálne vo výrobe elektrickej energie stále dominujú fosilné elektrárne, avšak zásoby fosilných palív každoročne klesajú. Na Obr. 2 sú znázornené rezervy fosilných palív. Najväčšie zásoby sú vo forme uhlia. Z týchto údajov vzniká predpoklad, že súčasné zásoby uhlia dokážu pokryť dopyt po energii v tomto storočí. Skutočnú veľkosť rezerv je však ťažké odhadnúť. Nie je možné vylúčiť ani nájdenie nových ložísk, ktoré by ovplyvnili čas používania týchto zdrojov. Z dôvodu poklesu týchto zásob je potrebné nájsť alternatívne zdroje, ktoré budú vyrábať elektrickú energiu v budúcnosti..

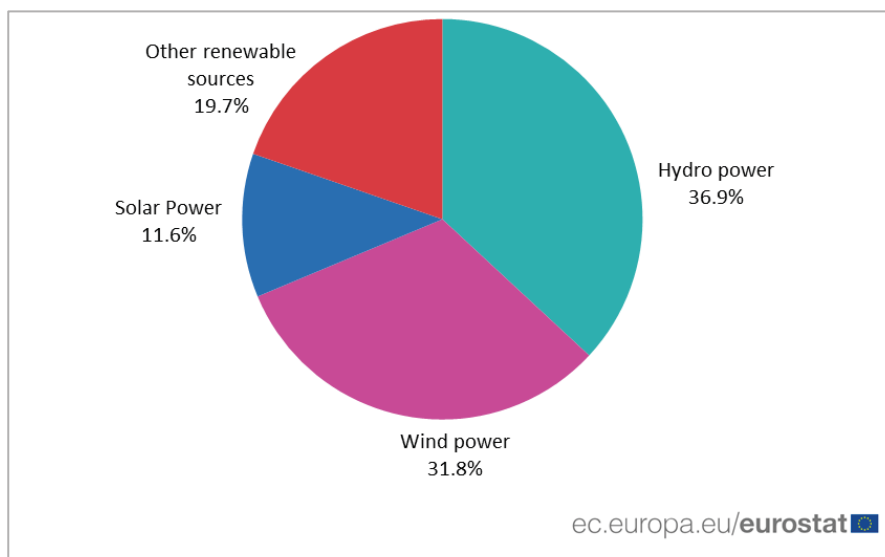


Obr. 2 Zásoby fosilných palív [3]

Jednu z týchto alternatív predstavuje používanie obnoviteľných zdrojov energie. Obnoviteľné zdroje energie sú zdroje, ktoré sú nevyčerpatelné, lebo sa obnovujú pri ich využívaní v dostatočnom časovom horizonte. Do obnoviteľných zdrojov energie patrí:

- solárna energia,
- veterná energia,
- vodná energia,
- biomasa,
- ostatné zdroje – napr. geotermálna energia.

Podiel obnoviteľných zdrojov energie v Európskej únii znázorňuje Obr. 3. 37 % z obnoviteľných zdrojov energie predstavuje vodná energia, až potom nasleduje veterná a solárna.



Obr. 3 Podiel obnoviteľných zdrojov energie v Európskej únii z roku 2016 [4]

Podiel obnoviteľných zdrojov sa bude postupne zvyšovať na celom svete a preto je viac ako nevyhnutné zaviesť elektrický systém, ktorý môže súčasne spĺňať podmienky bezpečnosti a spoľahlivosti. Jednou z možností je použitie technológií SMART, ktoré zabezpečia, aby boli sledované všetky parametre, ktoré sú dôležité z hľadiska prevádzky.

Očakávané prínosy využívania inteligentných sietí sú nasledovné:

- zlepšovanie parametrov z hľadiska kvality a spoľahlivosti elektriny,
- optimálna výroba elektrickej energie v elektrárnach,
- zvýšenie kapacity a efektívnosti elektrických vedení,
- používanie distribuovanej výroby,
- automatizácia údržby a prevádzky,
- možnosť využitia obnoviteľných zdrojov energie vo výrobe,
- zníženie používania fosílnych elektrární a tým pádom zníženie emisií skleníkových plynov [5].

III. MOŽNOSTI ZNIŽOVANIA VÝKONOVÝCH STRÁT V INTELIGENTNÝCH SIEŤACH

Predpokladá sa, že zásoby sa minú už tomto storočí a tým pádom v blízkej budúcnosti bude treba nájsť adekvátnu náhradu, aby výroba elektrickej energie bola bezproblémová aj po vyčerpaní jednotlivých zásob. Jedna z možností je používanie veľkých obnoviteľných zdrojov energie ako náhradu za klasické elektrárne, teda v blízkosti niekdajších elektrární by vznikli nové veľké elektrárne. Centralizovaná výroba by bola zachovaná aj naďalej. Druhou možnosťou je náhrada veľkých elektrární väčším počtom malých elektrární, ktoré by boli rozptýlené v sieti. Vznikla by takzvaná distribuovaná generácia, pomocou ktorej by vyrobená elektrická energia bola spotrebovaná hneď v blízkosti výroby a preto by ju nebolo potrebné prenášať do vzdialenejších oblastí a tým by sa znížili aj straty, ktoré vznikajú pri prenose. Stopercentnú účinnosť nie je možné dosiahnuť, straty vzniknú vždy, tieto straty je však možné minimalizovať. V článku sú priblížené 2 metódy na znižovanie strát:

- používanie malých elektrární a distribuovanej generácie,
- rekonfigurácia existujúcich sietí.

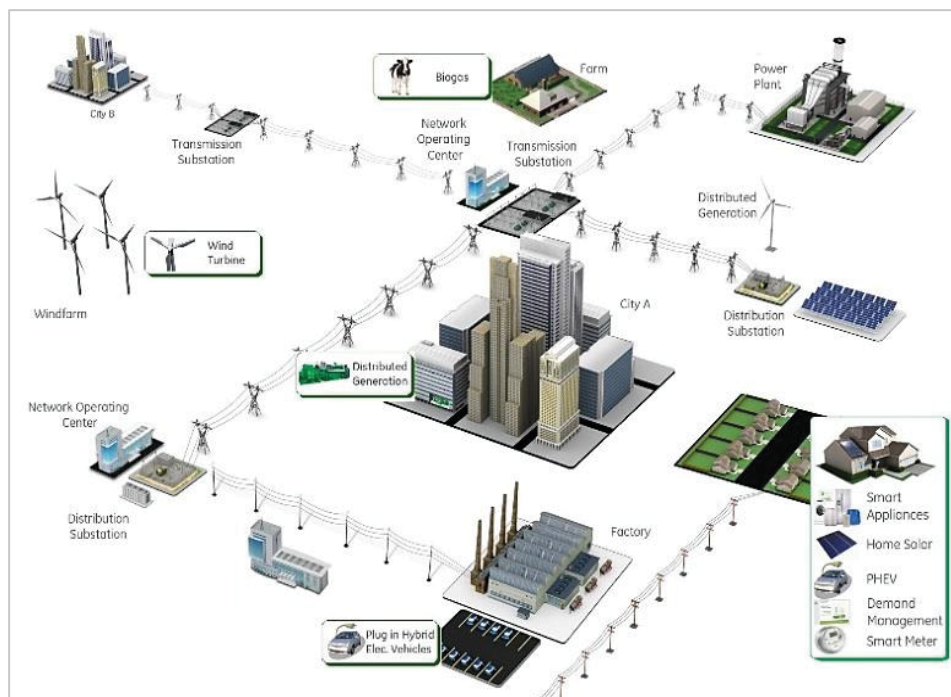
A. Používanie distribuovanej generácie

V tomto prípade je možné počítať s dvomi prípadmi:

1. *Umiestnenie a inštalácia všetkých elektrární v sieti je už vopred dané* - v tomto prípade je možné meniť len množstvo vyrobenej elektrickej energie a pomocou neho ovplyvniť straty pri prenose. Väčšie množstvo elektrickej energie by bolo potrebné vyrábať tam, kde je výrazná aj spotreba. Avšak v skutočnosti je toto riešenie veľmi zložité, keďže výrobu elektriny z obnoviteľných zdrojov ovplyvňujú najmä klimatické podmienky, ktoré sú v súčasnosti ťažko predikovateľné.
2. *V sieti sú inštalované len veľké elektrárne* – k veľkým elektrárnam je možné zaradiť napríklad jadrové, tepelné alebo veľké vodné elektrárne. Umiestnenie malých elektrární v sieti je takmer ľubovoľné, no pri ich umiestnení je potrebné pozorovať klimatické podmienky, lebo tento parameter má veľký vplyv na typ a veľkosť inštalovaných elektrární. Najlepšie výsledky aj v tomto prípade je možné dosiahnuť

vtedy, ak väčšie množstvá elektrickej energie budú vyrobené v blízkosti väčšej spotreby [6][7][8].

Typickú sieť aj s veľkými aj s malými elektrárnami znázorňuje Obr. 5.



Obr. 4 Distribuovaná generácia [9]

Pri aplikovaní distribuovanej generácie sú zvyčajne používané obnoviteľné zdroje energie, lebo majú kompaktnejší rozmer pri porovnaní s jadrovými alebo tepelnými elektrárnami. Dalším dôvodom je to, že je oveľa jednoduchšie postaviť malé zdroje ako veľké zdroje. Typické výkonové hodnoty distribuovanej generácie sú nasledovné:

- Vodné elektrárne
 - Malé → 0,025 MW – 1 MW
 - Veľké → 1 MW – 100 MW
- Veterné elektrárne → 200 W – 3 MW
- Solárne elektrárne → 20 W – 100 kW
- Geotermálne elektrárne → 5 MW – 100 MW
- Biomasa → 0,1 MW – 20 MW [7].

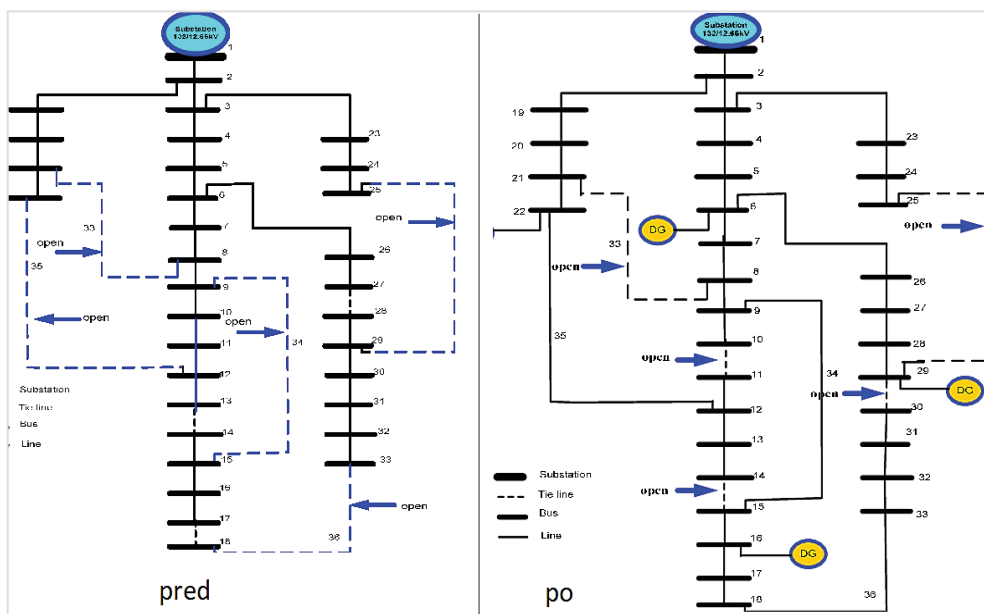
Výhody používania distribuovanej generácie:

- zvyšovanie parametrov elektriny z hľadiska kvality a spoľahlivosti,
- znižovanie strát pri prenose energie z miesta výroby do miesta spotreby,
- znižovanie produkcie skleníkových plynov,
- výpadok jedného zdroja nespôsobuje problémy v sieti [7].

B. Rekonfigurácia siete

Rekonfigurácia siete je pomerne novým javom. Do vedomia sa dostala najmä vtedy, kedy sa začali používať nové technológie a inteligentné siete. Tento pojem opisuje proces implementácie sieťových prepínačov, ktoré sú vopred vybrané. Prepínače môžu byť zapnuté a vypnuté, čo môže spôsobiť zmenu strát v sieti [10][11]. Rekonfiguráciu znázorňuje Obr. 6. Obrázok znázorňuje, ako vyzerá sieť pred a po rekonfigurácii. Niektoré úseky sú zmenené, sú vypnuté a tým pádom je možné ovplyvniť straty. Najčastejšie sa tieto metódy používajú spolu s distribuovanou generáciou.

Rekonfigurácia siete okrem znižovania strát má aj iné výhody, ako napríklad zníženie výpadkov siete, regulácia napätia a regulácia preťaženia siete [12].



Obr. 5 Rekonfigurácia siete [13]

Vo všeobecnosti nie je možné vyčísliť mieru možnej úspory strát pomocou distribuovanej generácie a rekonfigurácie, z dôvodu špecifických vlastností jednotlivých sústav. Jednotlivé siete sa líšia vo veľkosti výkonu elektrární, niektorých sú používané iba veľké elektrárne, ako sú napr. jadrové, vodné, tepelné, v iných sa preferuje použitie viacerých malých elektrární, ktoré sú rozložené v celej sústave. Rozdiely je možné pozorovať v množstve vyrobenej elektrickej energie ako aj v zaťažení, či v parametroch vedenia. Iné parametre sú charakteristické pre letné a iné pre zimné obdobie, taktiež sa menia aj v priebehu dňa. Z uvedených dôvodov nie je možné zníženie strát zovšeobecniť. Zistenie úspor je možné vždy iba po preskúmaní konkrétnych sústav.

Rôzne vedecké publikácie prinášajú rozdielne čísla o percentuálnej úspore strát. Vo výskume Dánskej technickej univerzity, ktorá bola založená na parametroch dánskej elektrickej sústavy zistili, že rekonfigurácia dokáže znížiť straty o 10 % [12], kým ďalšia simulácia vyčísliła mieru zníženia strát na 40 % [13]. Aj tieto dva príklady poukazujú na závislosť medzi mierou zníženia strát a parametrami sústavy. Najefektívnejšia úspora môže vzniknúť v prípade, ak nastane spolupráca medzi distribuovanou generáciou a rekonfiguráciou.

IV. ZÁVER

Tento príspevok sa zaoberal možnosťami zníženia výkonových strát pri prenose elektrickej energie. Prvý spôsob znižovania strát v prípade distribuovanej výroby elektrickej energie je vhodné umiestnenie zdrojov (t.j. v blízkosti spotreby energie) a optimálna voľba ich výkonu, ďalším popísaným spôsobom je realizácia rekonfigurácie siete, t.j. zmena jej topológie. Aplikáciu obidvoch spôsobov znižovania výkonových strát napomáha použitie prvkov inteligentných sietí, ako je kontinuálne sledovanie aktuálnej spotreby energie ako aj automatické diaľkové ovládanie a regulácia prvkov siete.

POĎAKOVANIE

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

LITERATÚRA

- [1] Electricity is delivered to consumers through a complex network. [online]. [cit. 2019.05.12]. Dostupné na internete: https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=electricity_delivery
- [2] How Secure Is Our Smart Grid? [online]. [cit. 2019.05.11]. Dostupné na internete: <https://www.govtech.com/blogs/lohmann-on-cybersecurity/how-secure-is-our-smart-grid.html>
- [3] Zhao, Zhenghang. „DESIGN PRINCIPLE ON CARBON NANOMATERIALS ELECTROCATALYSTS FOR ENERGY STORAGE AND CONVERSION“. Doi: 10.13140/RG.2.2.25704.16641. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/318727541_DESIGN_PRINCIPLE_ON_CARBON_NANOMATERIALS_ELECTROCATALYSTS_FOR_ENERGY_STORAGE_AND_CONVERSION
- [4] 30% of electricity generated from renewable sources. [online]. [cit. 2019.07.14]. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20180921-1>