

## ОСНОВНИ НАПРАВЛЕНИЯ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА СИСТЕМАТА НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ – ЧАСТ 1

Даниела Марева  
Бургаски свободен университет

### MAIN DIRECTIONS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE SYSTEM OF RENEWABLE ENERGY SOURCES PART 1

Daniela Mareva  
Burgas Free University

**Abstract** - Всеобхватното използване на възобновяема енергия нараства все повече в световен мащаб. Свързано е с изменението на климата, намаляване на CO<sub>2</sub> емисиите в природата и геополитическите стремежи, прерастващи в напрежение в определени държави. Общият стремеж е към преминаване от изкопаеми горива към алтернативни източници на енергия. Това е глобална инвестиция във възобновяеми енергийни източници. За постигане на тези цели са необходими технологии за получаване на възобновяема енергия и нейното ускорено и всеобхватно внедряване в промишлеността и в битовото потребление. ВЕИ произвеждат „непостоянна“ енергия, която прави балансирането на енергийната система по-трудно.

**Keywords** - renewable energy, converters, designing.

Все повече сектори на икономиката се електрифицират с възобновяема енергия, като нараства делът на потреблението и. Това е свързано с интегрирането на тези производители на енергия към консуматорите. Непостоянното производство на енергия от възобновяеми източници създава предпоставки за претоварване на мрежата, което може съществено да навреди на крайния потребител на електрическа енергия.

Справянето с тези проблеми се реализира с изграждането на интелигентни електроенергийни мрежи.

Интегрирането на мрежата трябва да се съобрази с:

- новото производство на възобновяема енергия;
- нова стратегия на разпределение;
- повишаване на гъвкавостта на самата система за разпределение.

Самият процес на интегриране на разпределени фотоволтаични (PV) системи притежава определени ползи и предизвикателства, в сравнение с интеграцията на обща вятърна и слънчева енергия. Нарастването на локалните PV структури може да доведе до значими нарушения на стойностите на напрежението и протичане на енергията обратно при разпределителни системи за ниско напрежение, при по-малки консуматори или отдалечени населени места.

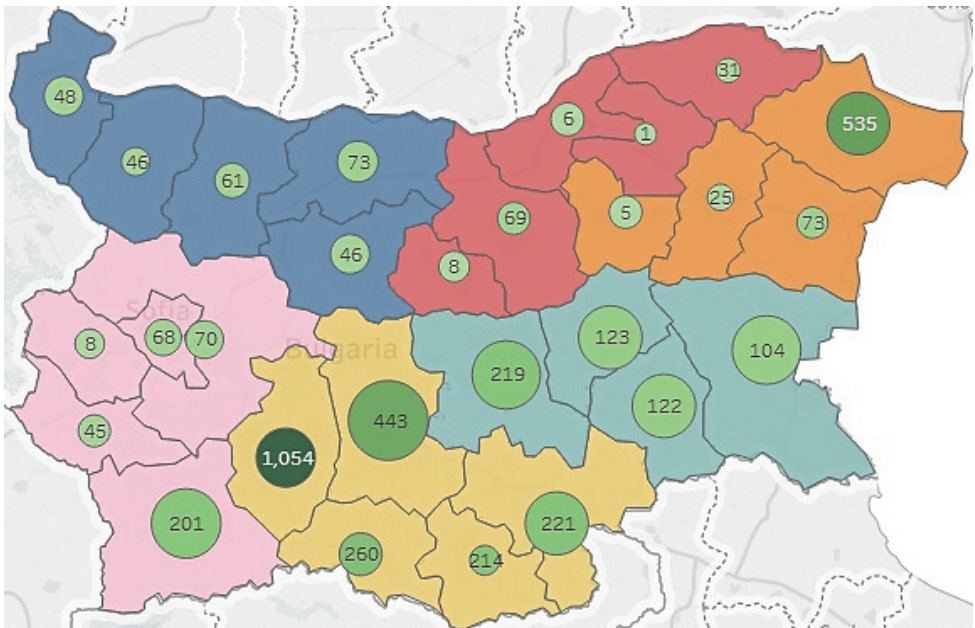
Положителните въздействия могат да бъдат предварително предвидени и след това реализирани в разпределението на фотоволтаична енергия. Така например, да се намалят загубите в линията на пренасяне, което от своя страна довежда до намаление и на производствените разходи. Това се осъществява, като се преразгледат и променят процедурите и методологиите за взаимното свързване на източниците, произвеждащи енергия. На тази основа се актуализират стандартите за подобряване характеристиките на разпределената PV енергия. Това може да предотврати необходимостта от подсилване на разпределителната мрежа в цели участъци.

Възможности за оперативна координация:

- балансиране на ресурси;
- споделяне на ресурси;
- споделяне на резерви;
- координирано планиране;
- и/или консолидирана операция.

Оперативната гъвкавост се осъществява по следните направления:

- осигуряване на гъвкавост на електроенергийната система;
- координация на зоната за балансиране;
- ефективно интегриране на възобновяема енергия в мрежата;
- съхранението и реакцията на търсенето.



Фиг. 1. Развитие на ВЕИ в национален мащаб

Планирането във всяка енергийна система включва:

- оценка на дългосрочното търсене;
- оценка на опциите за разширяване на капацитета и преноса.

С въвеждането на генериране на VRE (променлива възобновяема енергия), планирането на електроенергийната система се фокусира върху оценката на опциите за увеличаване на гъвкавостта и.

Проучванията за интегриране на мрежата помагат:

- да се установят изискванията за гъвкавост на системата, за да работи надеждно при повишени нива на VRE;
- симулира работата на електроенергийната система;
- идентифицира потенциални ограничения за надеждността;
- оценява цената на действията за облекчаване на тези ограничения.

Проучванията за интегриране на мрежата включват:

- симулации на производствени разходи;
- моделиране на ангажираността на единиците;
- определянето на системните разходи за интегриране на слънчева и вятърна енергия.

Пълните разходи и стойността на активите на VRE за електроенергийната система зависят от динамичните взаимодействия между генератори и натоварванията, резервите, топлинните генератори и преносните мрежи на системата.



Фиг. 2. Възобновяеми PV енергийни източници

Възобновяемите енергийни източници не са стабилни във времето и получената енергия от тях не е постоянна. Силата на вятъра и слънцегреенето са променливи величини. По-големите полета от PV панели и вятърните генераторни паркове, трябва да подават получената от тях енергия към преносната мрежа или пунктове за съхранение на тази енергия.

Необходимо е, да може да се разчита на получената от ВЕИ енергия постоянно във времето, да се подава устойчиво и надеждно към консумиращите мощности, тоест да има последователна, висококачествена и рентабилна енергия. Безпроблемната интеграция на всички тези енергийни източници ще даде възможност за практична, широко разпространена зелена енергия.

Съществуват три пътя за интегриране на захранване, които са утвърдени в практиката, осигуряващи ефективно възобновяемо захранване:

- високо напрежение DC, (HVDC)

Променливотоковото захранване дава предимство при използване на трансформаторите и минимизира загубите при предаване, което е добре за разпределено захранване. Но при източник на възобновяема енергия, това не е така, защото се получава постоянен ток (DC) на изхода. Разработени са нови подходи за преобразуване, внедрени при интегриране на възобновяема енергия. Също така, все повече съвременни устройства на пазара, работят на DC и консумират все по-голяма мощност. HVDC интегрира възобновяема енергия от възобновяеми източници за пренос на големи разстояния с подобрена енергийна ефективност. Използват се интегрирани системи, притежаващи предимствата на подобрен контрол, преобразуване и намалени загуби при пренос. От особено значение е, все по-навлизащата мрежа със зарядни станции за електромобили, като е необходимо към интеграцията да се включат и тези натоварвания на преносната мрежа. Високите напрежения отговарят на тази необходимост и намаляват разходите и загубите от преобразуването. Новите ключови мощни полупроводникови модули издържат на топлината от бързото зареждане, минимизирайки загубите и повишават ефективността. В резултат на това HVDC е предпочитаната технология за бързо зареждане с постоянен ток, като времето на зареждане се скъсява изключително много и се доближава до времето при зареждане с течно гориво, при автомобилите с двигатели с вътрешно горене.

Напредъкът в преобразователните станции за HVDC прави тези системи по-ефективни и надеждни, като се предвижда разходите да спаднат бързо, поради тенденциите към използване на по-евтини материали. Тези по-нови преобразователни станции могат дори да осигурят стабилност на мрежата и възможност за рестартиране на части от системата, за да се възстановят след спиране на тока. Все още трябва да бъдат изградени много нови преносни линии, за свързване на отдалечени зони с чисти енергийни ресурси с главната мрежа, създавайки по-устойчива и разнообразна енергийна система, която може да устои на предизвикателствата на променящия се климат. В крайна сметка, напредъкът в технологиите и иновациите в преноса на високо напрежение, предлагат надежда за бъдещето на енергийната система.

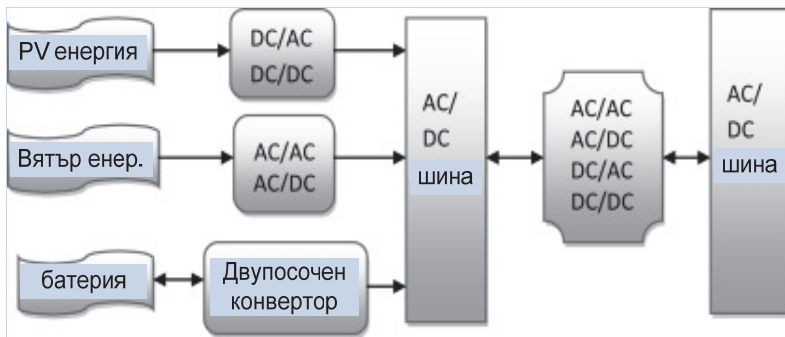
- AC към DC и DC към DC преобразуване,

AC към DC преобразуване – Възобновяемата енергия произвежда постоянен ток и много от електронните устройства вече работят с постоянен ток. Преобразуването на променливия ток в постоянен е от решаващо значение за интегрирането на възобновяема енергия. Без загубите в преобразуването на напрежението, постоянният ток е по-ефективен. Тази технология за интегриране на захранването, преобразува консумираната мощност от потребителите и дава възможност да се понесат пиковите при масово потребление в даден момент и от там да се намали прекъсването от претоварване на възобновяемите източници.

Електрическите превозни средства (EV) използват специализирана мрежа от типа V2G, която се претоварва много и затова е необходимо подобряване на енергийната и ефективност. Това става с активиране на двупосочно AC - DC преобразуване.

DC към DC преобразуването е от решаващо значение при интегрирането на захранване между източници с високо напрежение за електрически превозни средства.

Такова приложение е архитектура на EV батерия с двойно напрежение (12V или 48V). Двупосочните DC-DC преобразуватели прехвърлят енергия между батериите, позволявайки използването на батерии с по-малък капацитет, но с по-висока ефективност. По такъв начин се оптимизират размерите на батериите и преобразуващите устройства, което води до по-ниски разходи с подобрена надеждност.



Фиг. 3. Видове преобразуване на енергията, предавана в мрежата

- Разширяване на инфраструктура за пренос и разпределение на енергия.

Преобразователните DC-AC устройства в частност електронните мощни инвертори са най-важните в работата на цялата система и поради тази причина технологиите се развиват и усъвършенстват. Фирмите производителки непрекъснато се състезават помежду си за подобряване на преобразователите и атакуват пазарите. Енергийната им ефективност на преобразуване стига до около 96%. Инверторната технология намалява външните габарити на устройствата, увеличава надеждността и води до намаляване на тяхната себестойност в световен мащаб.

Други иновационни технологии за подобряване на мрежата включват технологии като: динамична преценка на линиите, контрол на потока на мощността и оптимизация на топологията. Тези технологии позволяват на комуналните услуги и мрежовите оператори да управляват по-добре потока от електроенергия в мрежата, намалявайки риска от претоварване и прекъсвания. Така например, използване на данни за процеса на предаване на енергия в реално време, за да се определи безопасната работна температура на електропроводите, което им позволява да пренасят повече електричество. Контролът на потока на мощността и оптимизирането на топологията, могат да пренасочат захранването в мрежата, като гарантират, че електричеството се доставя ефективно там, където е най-необходимо.

Свръхпроводниците са материали, които могат да пренасят електрически ток с нулево съпротивление, когато се охлаждат до изключително ниски температури. Свръхпроводящите захранващи кабели имат потенциала да могат да издържат значително по-висока мощност, в сравнение със стандартните използвани досега (на практика – 5-10 пъти и дори повече). Като използват уникалните свойства на свръхпроводимостта, тези кабели елиминират загубите на енергия, свързани със съпротивлението, което води до високоефективно предаване на енергия с увеличен капацитет. Разработването на високотемпературни свръхпроводници (HTS), дава възможност да се работи с до 10 пъти по-голям ток от конвенционалния проводник.

Фотоволтаичните (PV) клетки са направени от кристален силиций (c-Si), които са в различни категории според размера на кристалите на силициевата пластина. Слънчевите панели, използващи тънкослойни слънчеви клетки, са по-рядко срещани от алтернативите на кристалния силиций. Въпреки че могат да бъдат по-евтини, производителността им не е толкова добра, колкото технологията c-Si. За да се подобри ефективността на слънчевата клетка, често се прилага специално покритие, което помага за намаляване на отражението. Антирефлексните покрития позволяват на слънчевите фотоволтаични клетки да абсорбират повече светлина и следователно увеличават ефективността.

MOSFET и IGBT са силови полупроводникови прибори, използвани в инверторите. Тези класически полупроводници и техните модули притежават значителни недостатъци: ограничават работното напрежение, плътността на мощността и температурата на работа на инвертора. Внасят загуби при превключване, които намаляват капацитета на инверторното захранване. По-ниската ефективност изисква по-голям размер на устройствата, за да се компенсират тези недостатъци.

Силициевият карбид (SiC) е материал, който позволява работа при значително по-високо напрежение, плътност на мощността и температури. Намалените загуби при превключване и проводимост, а така също и по-ниски токове на утечка от силиция, повишават ефективността на преобразуване. SiC спестява 10 MW/GW преобразувани и 500 W/s при работа в широкомащабни слънчеви инверторни приложения, което означава директно спестяване на енергия.

Инверторите, използвани при възобновяемите източници на енергия, притежават някои специфични изисквания, за да осигурят нормални условия за работа на системите. Това са: големина на входния DC ток, диапазон на входното DC напрежение, номинален работен температурен диапазон и максимална изходна AC мощност.

Проектирането на инверторите за зелена енергия е със специфични показатели. Те се реализират с компоненти на градивни модули от ново поколение. Основната задача на преобразувателя на мощност е да преобразува входната постоянна мощност в променливотокова изходна мощност. Необходими са големи инвертори, за да се отговори на пазарното търсене. Съществуват три основни нива за преобразуване на енергия от възобновяеми източници:

*Обслужващ (централен) инвертор (>20kW)* – осигурява един инвертор на комплект слънчеви панели, което намалява ефективността чрез загуба на диоди.

*Търговски (струнен) инвертор (1-20kW)* – осигурява съотношение 1:1 инвертор към панел, свързвайки инверторите последователно, за подобряване на ефективността.

*Микроинвертор (50-400W)* – осигурява най-висока ефективност, чрез интегриран инвертор /MPPT в слънчев панел.

### **Заклучение**

Инсталирането и експлоатацията на икономически ефективни интелигентни технологии в енергетиката, дава възможности да се управлява динамично разпределението на енергията в цялата електропреносна мрежа. Такава технология намалява риска от недостиг на мощност във времето и осигурява необходимата електроенергия за всички потребители.

Точността при моделирането на мрежите и придвиждане на търсенето и предлагането на всяка приложена технология, дава сигурност на крайния потребител да консумира нужната му енергия.

Необходимо е мрежите да увеличат интелигентните средства за управление на производството на електроенергия. Това става чрез инсталирането на динамични системи за ограничаване на експорта, използващи интелигентни инвертори.

### **Литература:**

1. Why SiC Is Ideal for Green Energy On May 12, 2023 in All, Energy Harvesting, General, Power, Wide Bandgap by Wolfspeed.
2. Adam Kimmel Power Integration for Renewable Energy Efficiency On June 24, 2022 in All, Energy Harvesting, General.
3. Jon Gabay, Bill Schweber The Key to Renewable Energy Energy Storage Systems for Mouser Electronics.
4. Jennifer Leisch, Jaquelin Cochran Integrating variable renewable energy into the grid: KEY ISSUES, GREENING THE GRID - USAID Office of Global Climate Change.