

Особливості функціонування віртуальних електростанцій в електричних мережах

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Тут розповідається про віртуальні електростанції та їх функціонування в електричних мережах.

Ключові слова: Віртуальні електростанції, ринок, торгівля, компоненти, гнучкість.

Abstract

This article describes virtual power plants and their functioning in power grids.

Keywords: Virtual power plants, market, trade, components, flexibility.

Вступ

По суті, віртуальна електростанція (ВЕС) — це мережа різних малих і середніх джерел енергії, які об'єднуються, щоб функціонувати як єдина об'єднана електростанція в очах ринку. Хоча термін «віртуальний» означає, що це не фізична особа, це фактично реальний учасник ринку. VPP торгують електроенергією на енергетичних ринках, інтегруючи гнучкість через реагування на попит, гнучкість зберігання та генерації. VPP також оптимізують виробництво електроенергії, одночасно створюючи нові джерела доходу для власників об'єднаних активів.

VPP змінили спосіб взаємодії невеликих відновлюваних джерел енергії (таких як сонячні батареї, вітрові турбіни, гідросистеми, теплові насоси тощо), гнучкість споживання та системи зберігання з мережею. Агрегуючи ці ресурси, VPPs створюють єдину мережу, здатну брати участь у балансуванні, оптових ринках і ринках гнучкості. Ця розробка дозволила меншим ресурсам гнучкості, які раніше стикалися з бар'єрами на вході, запропонувати свою гнучкість операторам систем передачі (ОСП) і операторам систем розподілу (ОСР).

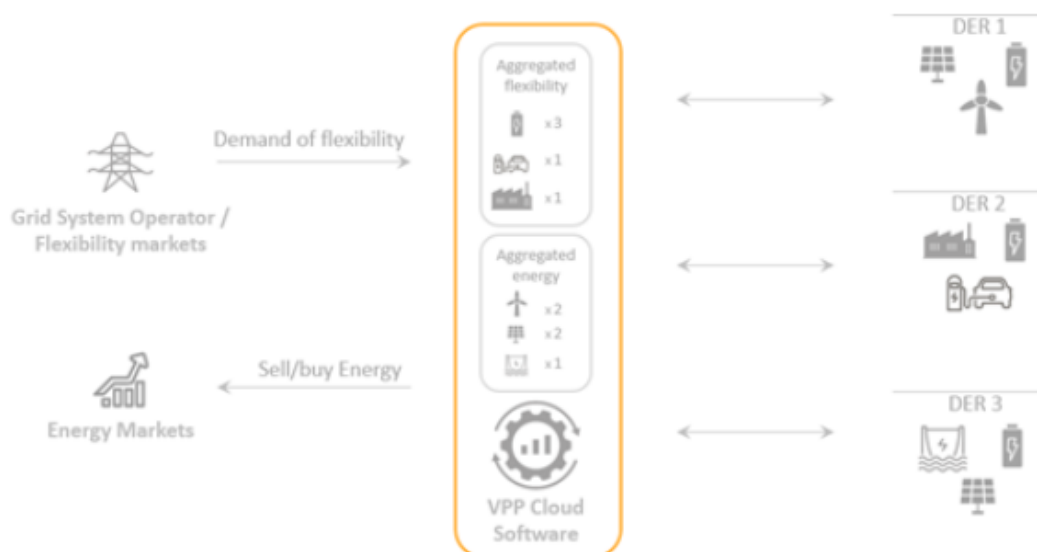


Схема роботи віртуальної електростанції

- Розподілені енергетичні ресурси (РЕР):

Це будівельні блоки ВЕС і відповідають малим відновлюваним джерелам енергії (таким як сонячні панелі, вітряні турбіни, гідроелектричні системи, теплові насоси тощо), гнучкості споживання та системам зберігання.

- Комунікаційна інфраструктура:

Це критично важливий зв'язок, який з'єднує РЕР з хмарним програмним забезпеченням ВЕС, що складається з локального блоку та мережі Інтернет/IP.

- Хмарне програмне забезпечення ВЕС:

Мозок ВЕС, ця система керування програмним забезпеченням керує та координує РЕР, оптимізуючи їх вихід на основі таких факторів, як погода та потреба в енергії.

- Енергетичний ринок:

ВЕС беруть участь у ринках електроенергії, таких як оптовий ринок, шляхом оптимізації продажу електроенергії з агрегованих РЕР.

- Ринок гнучкості:

На ринках гнучкості ВЕС продають послуги як ОСП, так і операторам систем розподілу (ОСР), щоб допомогти підтримувати стабільність мережі та пристосуватися до змінного характеру відновлюваних джерел енергії.

Коротше кажучи, ВЕС об'єднують невеликі відновлювані джерела енергії та дозволяють їм брати участь у ринках електроенергії та гнучкості, трансформуючи енергетичний ландшафт та сприяючи декарбонізації для сталого майбутнього.

Компоненти ВЕС

Ідеальна віртуальна електростанція складається з трьох основних частин:

- Технологія генерації

Специфікація генераторів корисна для того, щоб в загальних рисах згадати діапазон можливостей для різних технологій, які, як правило, підпадають під категорію розподіленої генерації. Розподілені джерела енергії, що розглядаються для інтеграції у ВЕС:

- ТЕЦ (комбіноване виробництво теплової та електричної енергії)
- Біомаса та біогаз
- Малі електростанції (газові турбіни, дизелі тощо)
- Малі ГЕС
- Вітроенергетика
- Сонячна енергетика
- Гнучке споживання (контрольоване/диспетчеризоване навантаження)

У цьому відношенні всі генератори можна розділити на дві категорії:

1) Побутовий розподілений генератор (БРГ) - це невелика установка, яка обслуговує індивідуального споживача в житловому, комерційному або промисловому секторі. Надлишок електроенергії, виробленої власником БРГ, може бути введений в мережу, а її дефіцит може бути компенсований мережею.

2) Громадський розподілений генератор (ГРГ) - це генератор, який не належить індивідуальному споживачеві, і його основною метою є передача виробленої ним електроенергії в мережу.

Як правило, як БРГ, так і ГРГ можуть бути обладнані накопичувачами енергії. БРГ - це генератор з навантаженням і, можливо, накопичувачем енергії, який зазвичай підключений до низьковольтної розподільчої мережі. З іншого боку, ГРГ - це генератор і, можливо, накопичувач енергії, який може бути підключений лише до розподільчої мережі середньої напруги.

- Технології накопичення енергії

Системи накопичення енергії сьогодні можна розглядати як новий засіб адаптації коливань попиту на електроенергію до заданого рівня виробництва електроенергії. У контексті використання відновлюваної генерації, можуть використовуватися також як додаткові джерела або як енергетичні буфери у випадку недиспетчеризованої або стохастичної генерації, наприклад, вітрових турбін або фотоелектричних технологій, особливо у слабких мережах СНЕ розглядаються для інтеграції у ВЕС:

- накопичувачі енергії з гідравлічними насосами
- накопичувачі енергії стисненого повітря
- накопичувачі енергії маховиків
- накопичувачі магнітної енергії з надпровідниками
- акумуляторні системи зберігання енергії
- накопичувачі енергії з суперконденсаторами
- водень разом з паливними елементами

- Інформаційно-комунікаційні технології

Важливою вимогою для ВЕС є комунікаційні технології та інфраструктура. У багатьох різних комунікаціях медіа-технології можуть розглядатися для зв'язку в системах енергоменеджменту, диспетчерського контролю та збору даних і диспетчерських центрах розподілу.

Торгівля енергією в рамках ВЕС

Віртуальні електростанції, або ВЕС, змінюють енергетичну галузь, дозволяючи малим виробникам відновлюваної енергії брати участь у ринках електроенергії та гнучкості. Одним з важливих елементів ВЕС є торгівля енергією, яка дозволяє цим ресурсам купувати та продавати електроенергію, оптимізувати виробництво та підтримувати стабільність мережі, основи торгівлі енергією в ВЕС:

Торгівля енергією в ВЕС включає:

Прогнозування та оптимізація: програмне забезпечення ВЕС використовує розумні алгоритми для прогнозування виробництва та споживання енергії на основі таких факторів, як погода, минулі дані та поточні ринкові ціни. Це допомагає оператору ВЕС точно налаштувати свою роботу та вибрати найкращу торгову стратегію.

Ставки та участь у ринку: ВЕС приєднуються до різних енергетичних ринків, включаючи ринки на добу наперед, внутрішньоденні та дисбалансові ринки в реальному часі. Вони розміщують ставки на купівлю або продаж електроенергії відповідно до своєї стратегії. Оператори ринку приймають або відхиляють заявки на основі таких факторів, як ринкова ціна, умови мережі та пропозиції інших учасників.

Відправлення та контроль: після прийняття заявок ВЕС розподілені енергетичні ресурси розподіляються відповідно до профілю окремого активу, ринкових графіків і стратегії ВЕС. Програмне забезпечення ВЕС постійно наглядає та контролює роботу ВЕС, гарантуючи, що вони дотримуються прийнятих заявок і графіків, одночасно коригуючи несподівані зміни у виробництві або використанні.

Розрахунки та звітність: після торгів ВЕС здійснює фінансові розрахунки з операторами ринку. Це включає перевірку фактичного виробництва та споживання енергії, узгодження розбіжностей між прийнятими пропозиціями та реальними показниками, а також надсилання регулярних звітів операторам ринку про їхню участь у ринку та ефективність.

Підсумовуючи, торгівля енергією в рамках ВЕС включає прогнозування, оптимізацію, тендери, диспетчеризацію, контроль, розрахунки та звітність. Цей процес дозволяє компаніям ВЕС ефективно брати участь у різних енергетичних ринках, максимально використовуючи невеликі відновлювані ресурси та сприяючи створенню більш екологічної та ефективної енергетичної системи.

Висновок

ВЕС – створені для того, щоб об'єднувати малі і середні джерела генерації енергії для співпраці, щоб бути одною єдиною електростанцією на ринку електроенергії. Це сприяє гнучкості на ринку електроенергії та оптимізації її виробництва шляхом балансу надлишків і дефіцитів електроенергії від власників станцій.

В найближчому майбутньому ця технологія стане неймовірно популярною через свою прибутковість, гнучкість, незалежність та екологічність, бо більшість джерел генерації ВЕС це зелена енергетика.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стаття «What is a Virtual Power Plant? VPP Explained» з сайту «sympower», URL: <https://sympower.net/what-is-a-virtual-power-plant-vpp-explained/>.
2. Стаття «All about Virtual Power Plants» з сайту «energy-pool», URL <https://www.energy-pool.eu/en/all-about-virtual-power-plants/>.
3. Стаття «Virtual Power Plant (VPP), Definition, Concept, Components and Types» з сайту «researchgate» від Hedayat Saboori 11 Березня 2011 року, URL: https://www.researchgate.net/publication/251997740_Virtual_Power_Plant_VPP_Definition_Concept_Components_and_Types.
4. Стаття «What is a Virtual Power Plant? An energy expert explains» з сайту «theconversation» 17 Жовтня 2023 року, URL: <https://theconversation.com/what-is-a-virtual-power-plant-an-energy-expert-explains-213999>.

Пасло Нікіта Олександрович - студент групи 2ee-206, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: nikitapaslo5@gmail.com

Науковий наглядач: **Сікорська Олена Вікторівна** – старший викладач кафедри електричних станцій та систем.

Nikita Oleksandrovich Paslo - student of group 2ee-20b, faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: nitapaslo5@gmail.com

Supervisor: **Sikorska Olena Viktorivna** – senior teacher of the department of power plants and systems.