

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОМЕРЕЖ

Буслова Н.В., к.т.н., доц., Примаченко О.О., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Сучасна електроенергетика України характеризується високим рівнем монополізації, особливо в сфері розподілу та передачі електроенергії. Так, структура галузі спрямована на те, щоб єдиним способом, яким споживач (або генерація) міг отримати доступ до підключення до мережі був з дозволу монополіста (як правило обленерго, або системного оператора). Такі монополії в українському законодавстві оголошені "природними". Очевидно, що така система монополістичних відносин в більшій мірі спрямована на забезпечення надійності електропостачання споживачів (через відповідальність ліцензіатів з передачі електричної енергії перед споживачем). Згідно "Правил підключення електроустановок до електричних мереж" (постанова НКРЕКП від 17.01.2013 зі змінами від 30.03.2017), підключення навантаження або генерації потужністю 5 МВт і вище у більшості випадків вимагає виконання техніко-економічного обґрунтування схеми приєднання електроустановок до електричних мереж та погодження його у ліцензіата з передачі електричної енергії (обленерго), а у випадку потужності електроустановок більше 10 МВт – погодження у системного оператора. Тільки цей етап займає від 3-х до 12 місяців. Також, у випадку необхідності спорудження транзитної підстанції, ця підстанція переходить до власності обленерго та будується з дотриманням вимог щодо проведення державних тендерів на генерального проектувальника та закупівлі обладнання, що займає від 3-х до 6 місяців. Таким чином, лише на отримання всіх погоджень споживачу (або власнику електростанції на ВДЕ) знадобиться не менш ніж рік, а в більшості випадків процес затягується на роки. Окрім цього, жорсткі вимоги до надійності електропостачання впливають на економіку проекту, та роблять велику кількість проектів нерентабельними. Очевидно, що дана система взаємовідносин між споживачем (генерацією) та ліцензіатами з передачі електроенергії не є гнучкою та не націлена на стимулювання розвитку промисловості та перехід на генерацію від відновлювальних джерел електроенергії (ВДЕ).

Вирішенням цих проблем, а також методом стимулювання конкуренції на ринку електроенергетики в сфері розподілу та передачі електричної енергії може стати створення мікромереж з відповідним законодавчим і нормативним полем для їх впровадження.

Мета роботи. Метою даної роботи є оцінка доцільності використання мікромереж в системах розподілу та передачі електроенергії.

Матеріали дослідження. Мікромережа – це група взаємопов'язаних навантажень та розподілених енергетичних ресурсів із чітко визначеними електричними межами, що діє як єдина контрольована структура відносно мережі та може приєднуватись та від'єднуватись від зовнішньої мережі з метою можливості її роботи як у режимі приєднання до мережі, так і в острівному режимі.

Активний розвиток мікромереж у світі почався в кінці 20 – на початку 21 століття. Мікромережі активно будували військові та спецслужби, особливо для секретних об'єктів, оскільки високі вимоги до стійкості таких об'єктів до зовнішніх впливів вимагали щоб вони працювали або в острівному режимі, або були здатні переходити в такий режим у разі відключення зовнішнього електропостачання.

Активний розвиток сучасних мікромереж почався після 2011 року. Мікромережі (здебільшого створені для експериментів) показали свою стійкість під час природних негод (землетруси, цунамі). На рис. 1 та рис. 2 наведено дані щодо кількості та сумарної потужності мікромереж у світі.

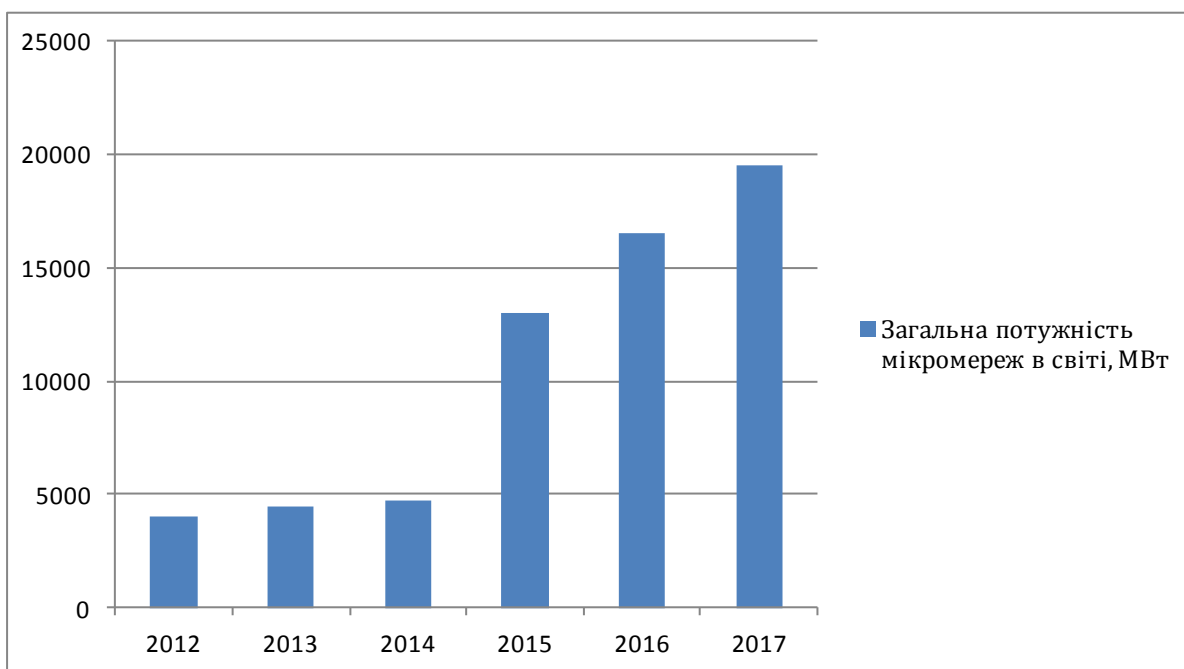


Рисунок 1 – Загальна потужність мікромереж у світі (дані 2012-2017 років)

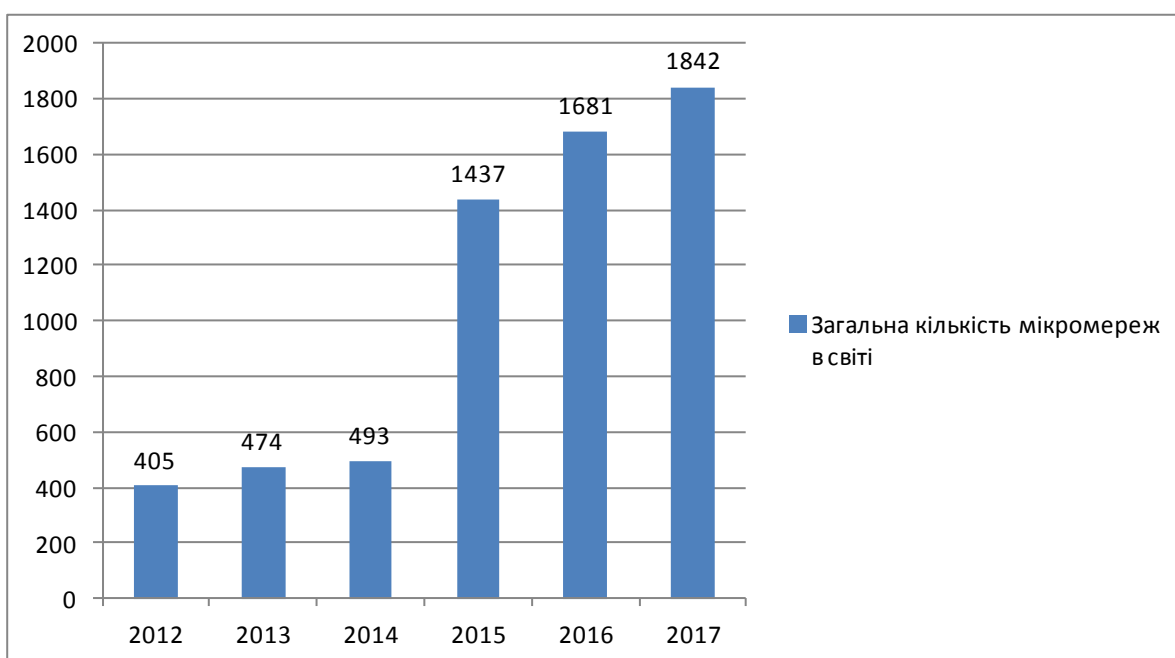


Рисунок 2 – Кількість мікромереж в світі.

З визначення мікромережі видно, що така мережа не обов'язково повинна бути повністю ізольована від основної мережі. В світовій практиці існують як мережі, повністю ізольовані від зовнішньої мережі (наприклад, мережа острову Ейг, Шотландія, що має 357 кВт власної генерації та острову Гапа, Південна Корея, що має 674 кВт власної генерації), так і мережі, що мають зв'язок з зовнішньою мережею (мікромережа Ілінойського технологічного інституту, США, мікромережа житлового району Co-Op City, Нью-Йорк, США). Останні в свою чергу можуть як надавати послуги з балансування, або покриття пікових годин навантаження в зовнішню мережу, так і бути клієнтами таких послуг від зовнішньої мережі.

Цікавим прикладом використання мікромереж також може бути приклад мереж міста Фільдельхайм в Німеччині. Розбудова генеруючих потужностей міста почалася в 1995 році з установки чотирьох невеликих вітротурбін. До 2008 року місцевими фермерами для покриття пікових навантажень також було збудовано біомасову установку на щепі, когенераційну біогазову установку та сонячну електростанцію. Однак із розгортанням нових потужностей громада стикнулася з відмовою власника електричних мереж (компанія E.ON) щодо підключення нових джерел енергії в зв'язку з великими обсягами реконструкцій мережі. Так було прийнято рішення побудувати власну мережу міста паралельно існуючій та створено компанію Fildenheim Energie GmbH KG, яка володіє і управляє тепловою мережею та компанію Energiequelle, GmbH, що володіє електричною мережею. На сьогодні, мережа повністю належить громаді міста та включає в себе тільки відновлювальні джерела енергії, що належать приватним компаніям. На сьогодні Фільдельхайм має найдешевшу електроенергію в Німеччині (майже в два рази дешевше від середньої ціни по країні) за рахунок зменшення надбавок за передачу електроенергії та утримання великої мережі.

Останній приклад показує, що в мікромережах існує сприятливий клімат для введення об'єктів ВДЕ (сонячні, вітрові, біогазові електростанції). Враховуючи стохастичний характер погодних умов (хоч і в достатній мірі прогнозований в Європейських державах), балансування потужності в таких мережах відбувається з використанням акумуляторних та когенераційних установок. Можливе також балансування за рахунок зовнішньої мережі.

Мікромережі в українських реаліях. Зважаючи на розбудову міст, в Україні мікромережі можна використовувати для живлення нових житлових комплексів та кварталів, якщо вони знаходяться на значній відстані від живлячої підстанції, оскільки забезпечення живлення таких житлових масивів пов'язано насамперед з необхідністю прокладання додаткових кабельних ліній від центру живлення, що не завжди є можливим у великих містах. Спорудження власної мікромережі на території комплексу вирішує це питання (як приклад, мікромережа житлового району Co-Op City, Нью-Йорк, США).

Мікромережі також можуть застосовуватись для живлення великих підприємств (гірничо-збагачувальних комбінатів, заводів тощо), якщо вони знаходяться в дефіцитному районі енергосистеми, а посилення енергорайону потребує реконструкції магістральних мереж. В напрямку розбудови власної

мікромережі наразі рухається завод "Кока-Кола" біля м. Київ, навантаження якого складає близько 6-7 МВт. Завод має власну когенераційну газову установку потужністю 6 МВт, що працює на забезпечення власних потреб. Дефіцит, або профіцит потужності заводу покривається за рахунок зв'язків 10 кВ з підстанцією, що належить обленерго.

Класифікація мікромереж. В українському законодавстві немає чіткої класифікації мікромереж, однак їх все ж таки можна класифікувати за наступними ознаками: за типом власності, функціональним призначенням, розміром та технічними особливостями.

Класифікація мікромереж за типом власності:

- приватна власність – деяка приватна компанія володіє та експлуатує мережу, продає електроенергію споживачам, може надавати (або приймати) послуги з балансування від зовнішньої мережі;
- кооперативна власність – мікромережа належить безпосередньо споживачам електроенергії, як фізичним, так і юридичним особам та слугує лише для забезпечення власних потреб;
- власність муніципалітету – населення володіє мережею, а деяка приватна компанія надає послуги з експлуатації мережі;
- власність інституції – належить окремій структурі в межах її розташування (армійська структура, завод, університет) та слугує для забезпечення власних потреб.

Класифікація мікромереж за функціональним призначенням:

- комерційні мікромережі;
- мікромережі, що віддалені від основної мережі;
- мікромережі для військових потреб;
- мікромережі кампусів;
- мікромережі центрів обробки даних;
- мікромережі для потреб спільноти;
- промислові мікромережі;
- мікромережі житлових комплексів;
- мікромережі стратегічних об'єктів.

Класифікація мікромереж за розміром.

Тут слід зазначити, що в світі немає однозначної класифікації мікромереж за розміром. Кожне дослідження мікромереж по своєму класифікує їх за розміром. Так, можна класифікувати мікромережі:

- за річним споживанням (джерело – нормативні документи ринку енергетики ЕС):
 - ✓ мала відокремлена система – система зі споживанням до 3000 МВт·год електроенергії в рік;
 - ✓ відокремлена система – система зі споживанням менше ніж 500 МВт·год електроенергії в рік.
- за розміром (джерело – "Mini Grid Polciy Toolkit"):
 - ✓ міні-мережі – мережі низького класу напруги, що містять одну або декілька генераційних установок та акумулювальних пристроїв, а

також відокремлену розподільну мережу, що живить поселення, житловий комплекс, університет, лікарняний комплекс та інші групи споживачів. Потужність генерації в таких мережах в основному знаходиться в проміжку 50 кВт – 1 МВт, однак тут не можна говорити про деяку верхню межу, оскільки зустрічаються міні-мережі з потужністю в десятки МВт.

- ✓ мікромережі – практично аналогічні міні-мережам, однак потужність генерації тут варіюється від 1 кВт до 50 кВт. Обслуговують університети, лікарні, військові об'єкти;
- ✓ нано-мережі – мережа, що обслуговує лише одного споживача або будівлю. Такі мережі мають лише одну генераційну установку підключену безпосередньо до споживача без застосування розподільних мереж.

За технічними особливостями:

- ✓ мікромережі постійного струму (здебільшого нано-мережі);
- ✓ мікромережі змінного струму;
- ✓ мікромережі, що мають зв'язок з зовнішньою розподільчою мережею;
- ✓ мікромережі, що працюють в острівному режимі.

Переваги та недоліки мікромереж. В цьому розділі представлені основні переваги та недоліки використання мікромереж з орієнтацією на українські реалії (в тому числі з точки зору нормативно-правового поля).

Серед основних переваг мікромереж можна виділити наступні:

- зменшення витрат на транспортування електроенергії з застосуванням розподіленої генерації, що може призводити до зниження тарифу для кінцевого споживача (приклад мікромереж Фільдельхейму, Німеччина);
- створення нових гнучких бізнес моделей та нових учасників ринку електроенергетики, що стимулюватиме конкуренцію на ринку передачі та розподілу електроенергії;
- стимулювання розвитку відновлювальних джерел енергії із застосуванням сучасного тренду передових країн світу на впровадження високотехнологічних систем акумулювання електроенергії;
- можливість продажу надлишкової енергії в централізовану мережу, що стимулюватиме розвиток ринку балансувальних послуг;
- при впровадженні відповідного нормативно-законодавчого поля, відсутність взаємодії з обленерго та системним оператором при підключенні електроустановок до мікромереж, що зменшує як часові (відпадає необхідність погодження проміжних етапів робочого проекту та техніко-економічного обґрунтування схеми приєднання), так і капітальні витрати (можливість застосування нетипових схем живлення при споживачах III категорії з надійності) на підключення;

- гнучкість застосування мікромереж, а саме можливість підключення споживачів в дефіцитних або віддалених від основної мережі районах. Справедливо також виділити наступні недоліки розвитку мікромереж:
- відсутність відповідного нормативно-законодавчого поля в Україні для стимулювання розвитку таких мереж, наприклад неможливість отримання "зеленого тарифу" для електростанцій, що працюють на ВДЕ у випадку роботи в "острівному" режимі;
- у більшості випадків, мікромережі мають нижчу надійність, ніж об'єднана енергетична система, тому доцільно їх застосування для живлення споживачів III категорії надійності, оскільки відповідальність за перерви в електропостачанні при цьому буде лежати на власниках таких мереж.

Висновки. З огляду на наведені приклади використання мікромереж в світі та порівняння переваг та недоліків мікромереж, можна сказати, що такі мережі перш за все сприяють конкуренції на ринку розподілу та передачі електроенергії та появі великої кількості гнучких бізнес-моделей, тобто у споживача може з'явитися вибір, до чиєї мережі йому підключатися. Очевидно, що найбільш доцільним є застосування мікромереж у випадку віддаленості споживача від основної мережі або неможливості підключення до неї. Однак застосування мікромереж у Україні можливе лише зі створення відповідного лояльного нормативно-правового поля для їх регулювання та впровадження.

Перелік посилань

1. Draft дослідження "Мікромережі: світовий досвід та можливості для України", А. Зінченко, Ю. Усенко, В. Бутюк, О. Михайленко.
2. "Правила приєднання електроустановок до електричних мереж", постанова НКРЕКП від 17.01.2013 зі змінами від 30.03.2017.