

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ І СИСТЕМ

Керівник: п.т.н., проф.
Лежнюк П. Д.

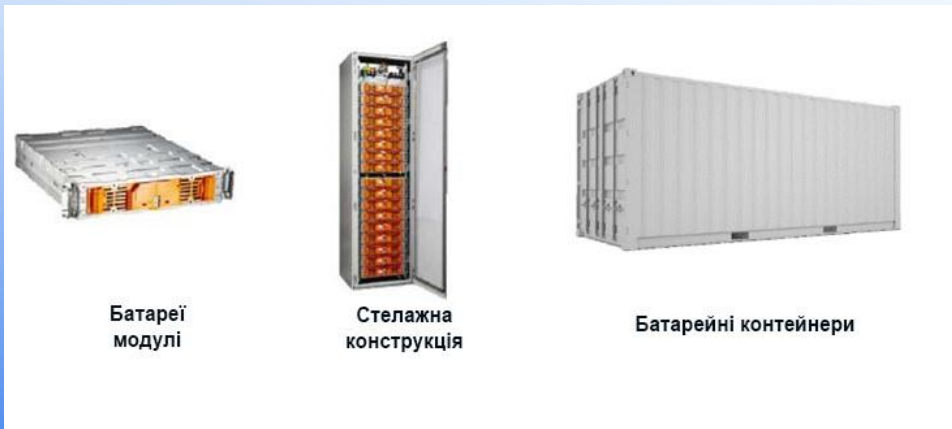
Вибір накопичувачів електричної енергії для забезпечення прогнозу виробітку електроенергії з фотовольтаїчної електричної станції

Студент групи ЕСМ-18м
Лисий В. М.

Актуальність

1

Швидкий тем будівництва сонячних станцій призвело до збільшення генерованої потужності в мережу. Зважаючи на відсутність якісних маневрових потужностей та велику кількість ВДЕ доцільним постає питання поєднання сонячної генерації з системами зберігання енергії, що дасть змогу дотримуватися прогнозованого графіку генерації, та штрафних санкцій під час відхилення від нього.



Батареї модулі

Стелажна конструкція

Батарейні контейнери

Метою роботи є дослідження джерел накопичення енергії для дотримання прогнозованого графіку генерації ФЕС.

Для досягнення мети в роботі поставлені **такі задачі**:

- дослідити технології, що дозволяють накопичувати та акумулювати електроенергію;
- зробити розрахунок ємності накопичувача та вплив його на електричну мережу;
- дослідити заходи з охорони праці в виробничому ангарі де відбувається будівництво модульних будівель, визначити світлотехнічні та електротехнічні параметри;
- розрахувати залежність витрат на СЗЕ від технологій, що можуть бути застосовані для цього.

Об'єкт, предмет та методи досліджень

3

Об'єктом досліджень методи розрахунку ємності накопичувачів електроенергії та аналіз витрат на їх експлуатацію.

Предметом досліджень є системи, що можуть накопичувати електричну енергію та працювати разом з фотовольтаїчними електричними станціями.

Методи дослідження. В магістерській роботі використовувались:

- математичний апарат курсу систем і мереж – для визначення балансової потужності ;
- Програмний комплекс для моделювання використано програмний комплекс PowerFactory.

Наукова новизна та практичне значення

4

Наукова новизна полягає в тому, що:

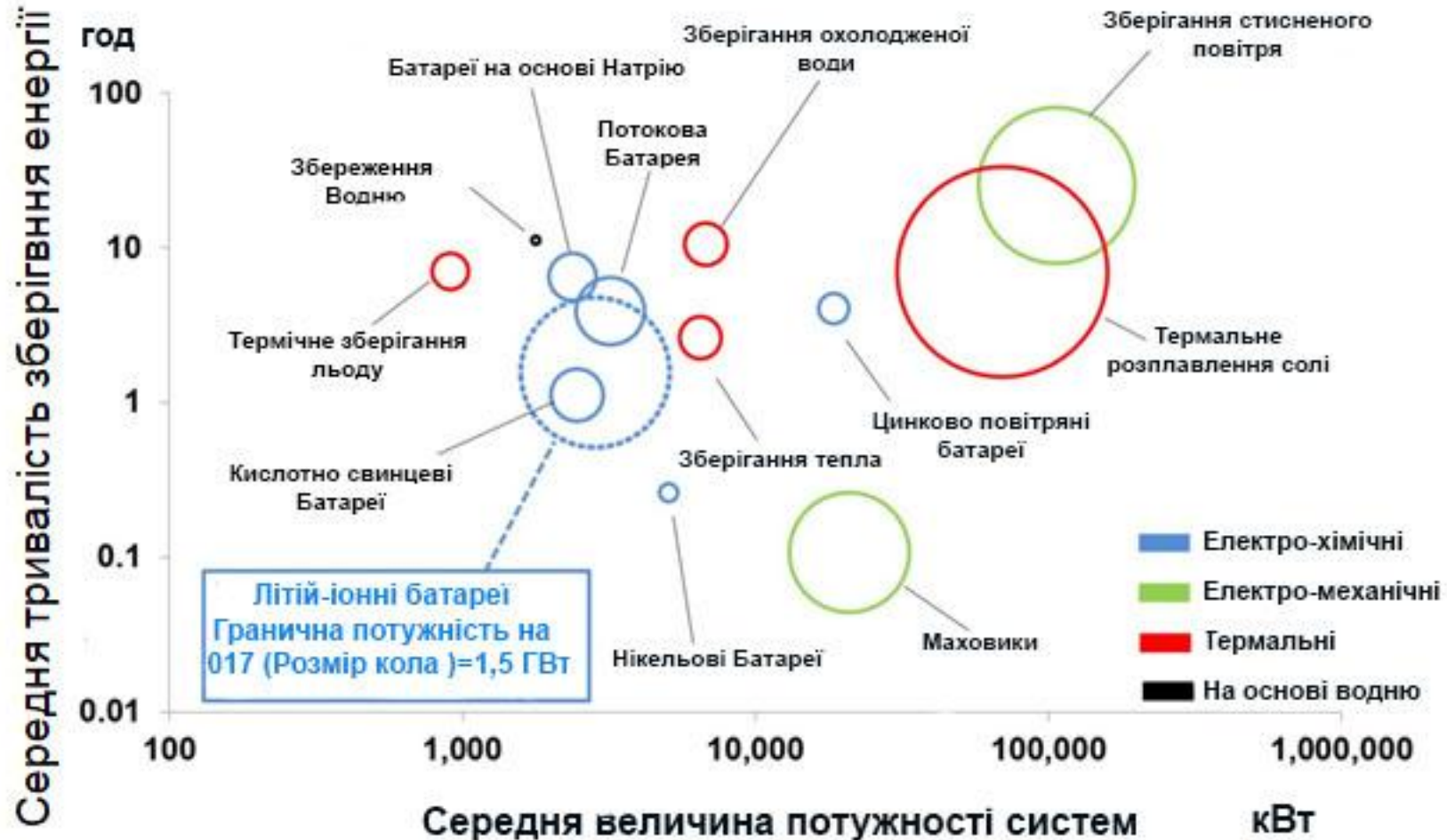
- визначено переваги різних видів та конфігурації накопичувачів енергії їх вплив на ЕМ. Проаналізовані витрати дадуть можливість кращого вибору систем зберігання енергії та її конфігурації.

Практична цінність в тому, що:

- Приведений розрахунок дає можливість вибору ємності накопичувача, що буде дозволяти дотримуватися графіку генерації та дасть можливість покращити параметри електричної мережі, Отримані результати можуть використовуватися як для проектування СЕС з системами накопичення так і для реконструкції існуючих станцій.

Види систем накопичення енергії

5.1



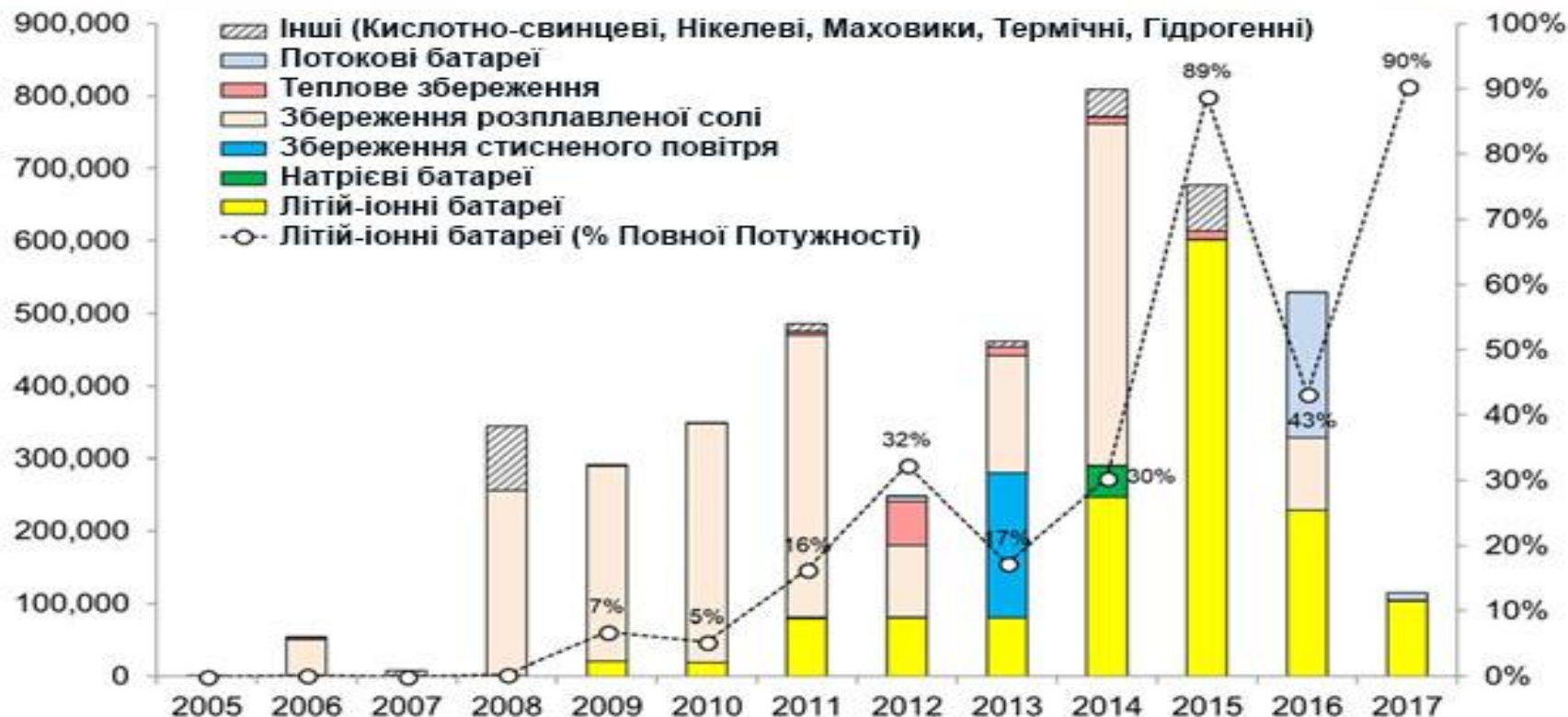
Середні характеристики систем зберігання енергії в світі побудовані між 1958 та 2017 р.

Зростання потужності СЗЕ

5.2

Щорічна Потужність (кВт)

% Щорічної Потужності



Середньорічна потужність систем зберігання енергії побудованих в 2005 і 2017

Види конфігурації СЗЕ

6.1

Компоненти моделі	Сумісна PV-генерація+накопичення	PV-генерація+накопичення в різних місцях
Підготовка сайту	Один раз	Двічі
Вартість придбання землі	Нижча	Вища
Обмін обл. PV та накопичувачем енергії	Так(Підвищ. ТР, монітор, контролери та РП)	Ні
Вартість встановлення <u>лаб.</u>	Нижча (завдяки апаратному обміну та разовій мобілізації праці)	Вища
ПК/Витрати та заробіток від розвитку	Нижча (менша вартість праці та повна вартість системи)	Вища
Міжсистемний зв'язок і дозвіл	Один раз	Двічі

Компоненти витрат для PV генерації та систем зберігання разом та окремо

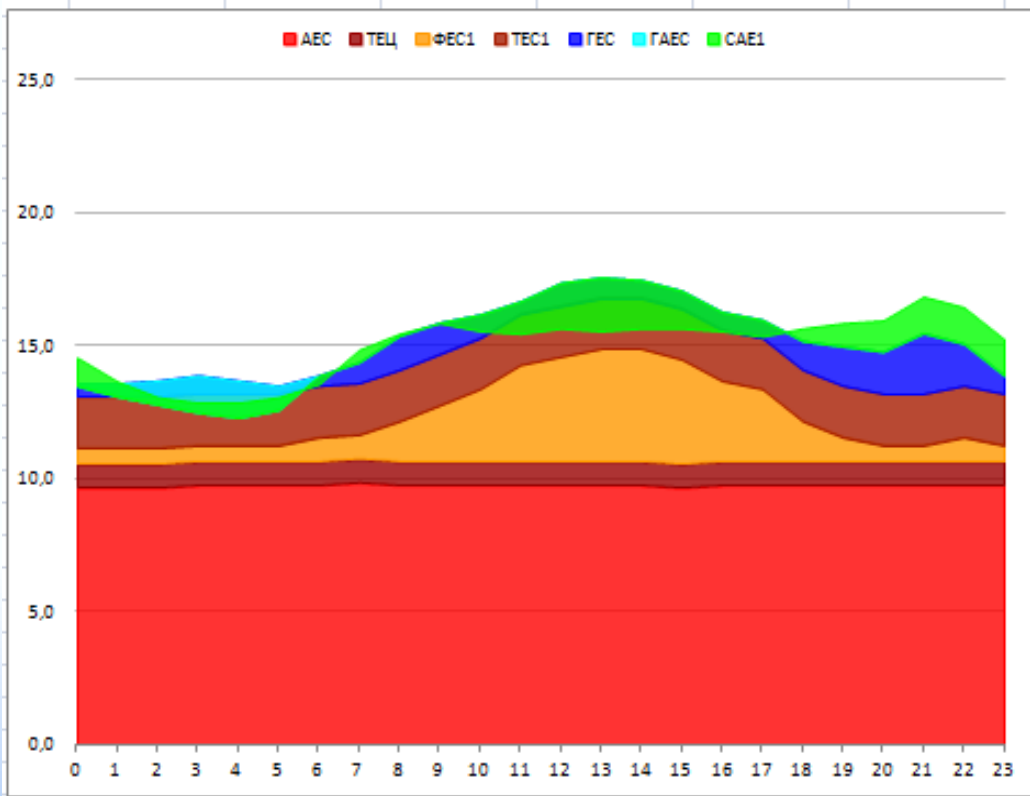
Види конфігурації СЗЕ

6.2

Компоненти моделі	DC-зв'язана конфігурація	АС- зв'язана конфігурація
Кількість інверторів	1 (двонаправлений інвертор для акумулятора)	2 (двонаправлений інвертор для акумулятора плюс інвертор), що призводить до зростання витрат на інвертора, проводки
Розміри стійки батареї	Менша (адже акумулятор безпосередньо підключений до PV) потрібні системи вентиляції, кондиціонування та гасіння пожежі	Більша
Вартість встановлення лабораторії	Більша (менший розмір стійки Більша кваліфікація працівників та трудові години для роботи при DC струмі)	Менша
ПК витрати	Більша (вища вартість монтажних робіт)	Менша
Податок з продаж	Менший	Більший (більші витрати на обладнання)

Компоненти витрат для PV генерації та систем зберігання зв'язаних постійним струмом та змінним

Розрахунок ємності накопичувача 7.1



Збільшення генерації потужності за рахунок впровадження CAE

Ємність накопичувача

$$W_{Д} = \sum_{\substack{t=1 \\ P_{CAE t} > 0}}^{24} P_{CAE t} \quad (7.1)$$

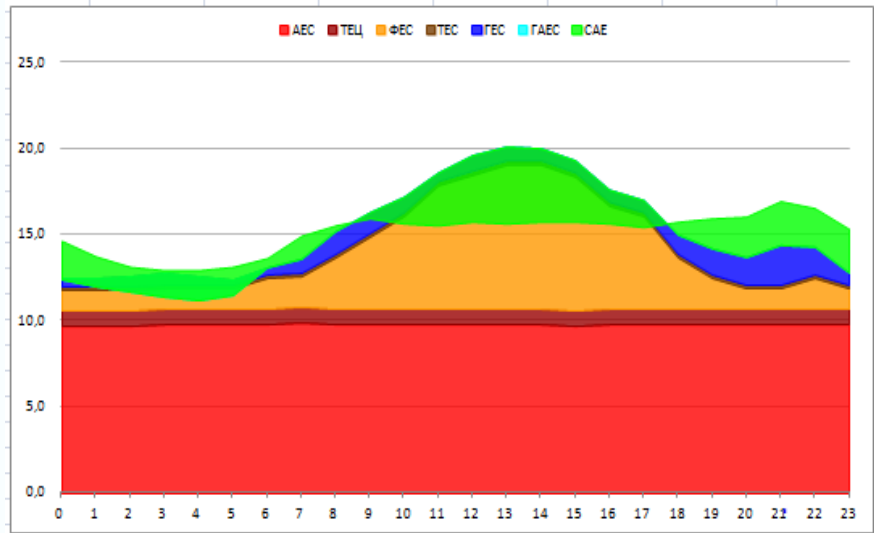
Ємність накопичувача на протязі року

$$W_{РІК}^{ОПТ} = mean(\bar{W}_{Д}) \quad (7.2)$$

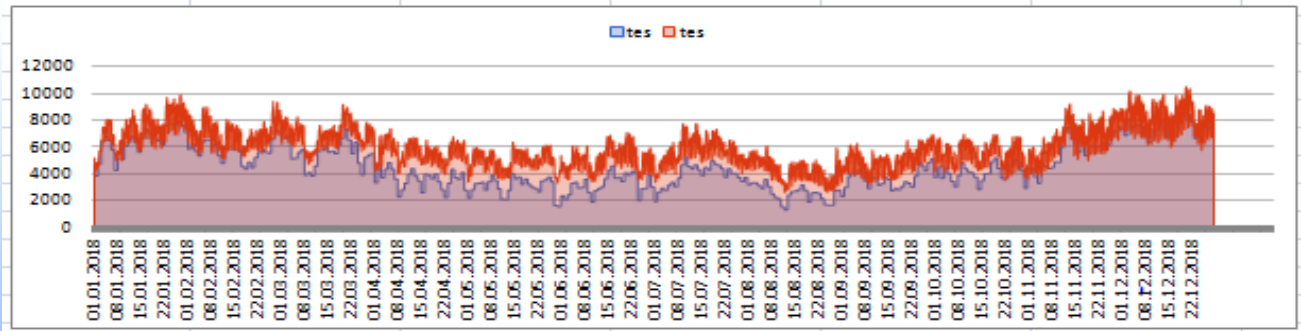
Потужність накопичувача на протязі року

$$P_{РІК}^{ОПТ} = mean(\bar{P}_{CAE_{ДОБ}}) \quad (7.3)$$

Розрахунок ємності накопичувача 7.2

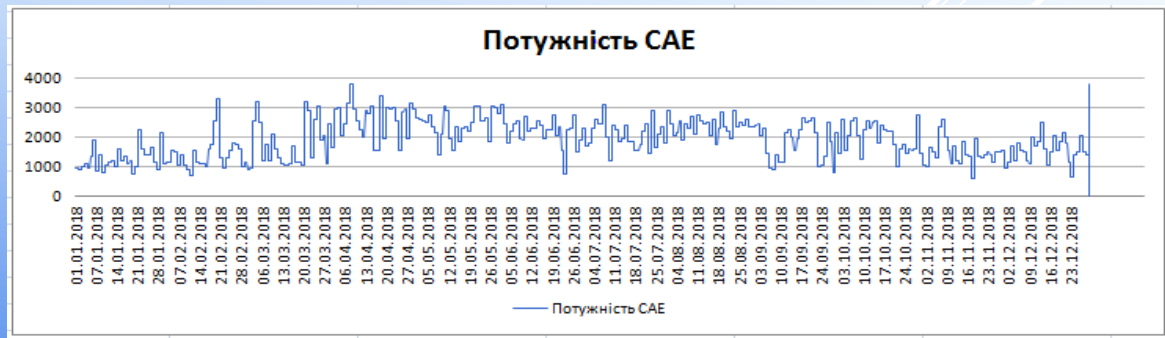


Структура генерувальних потужностей в ОЕС зі збільшеною часткою ВДЕ до 10 МВт



Потужність САЕ, яка необхідна бути в системі для забезпечення стабільної роботи

Графік зміни потужностей ТЕС до та після введення САЕ

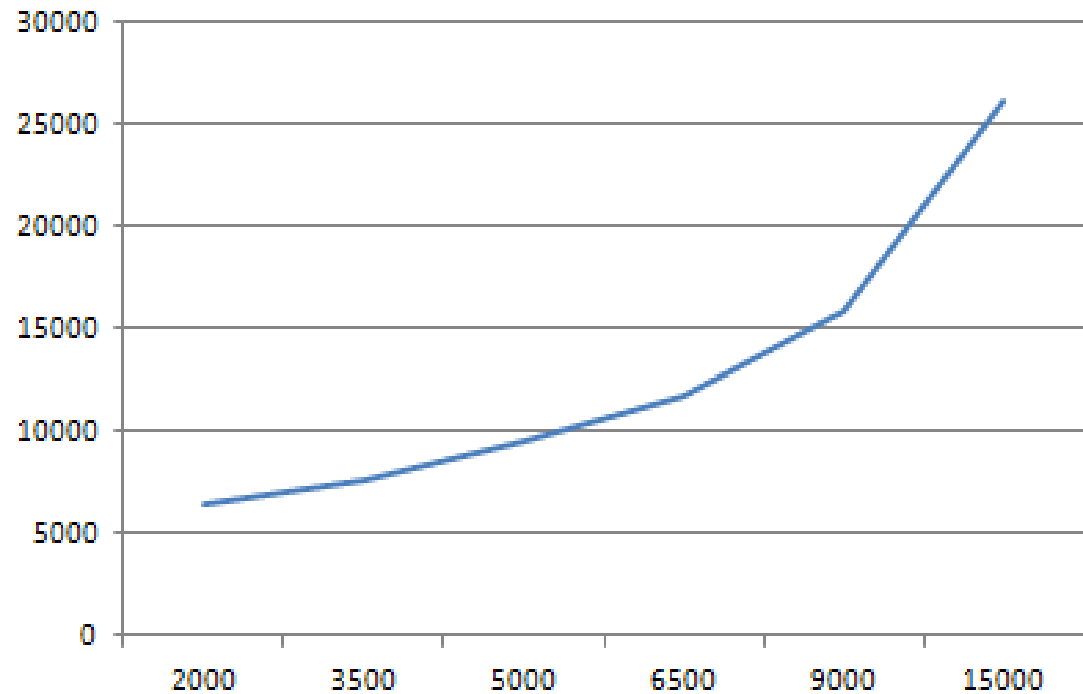


Ємність САЕ

8

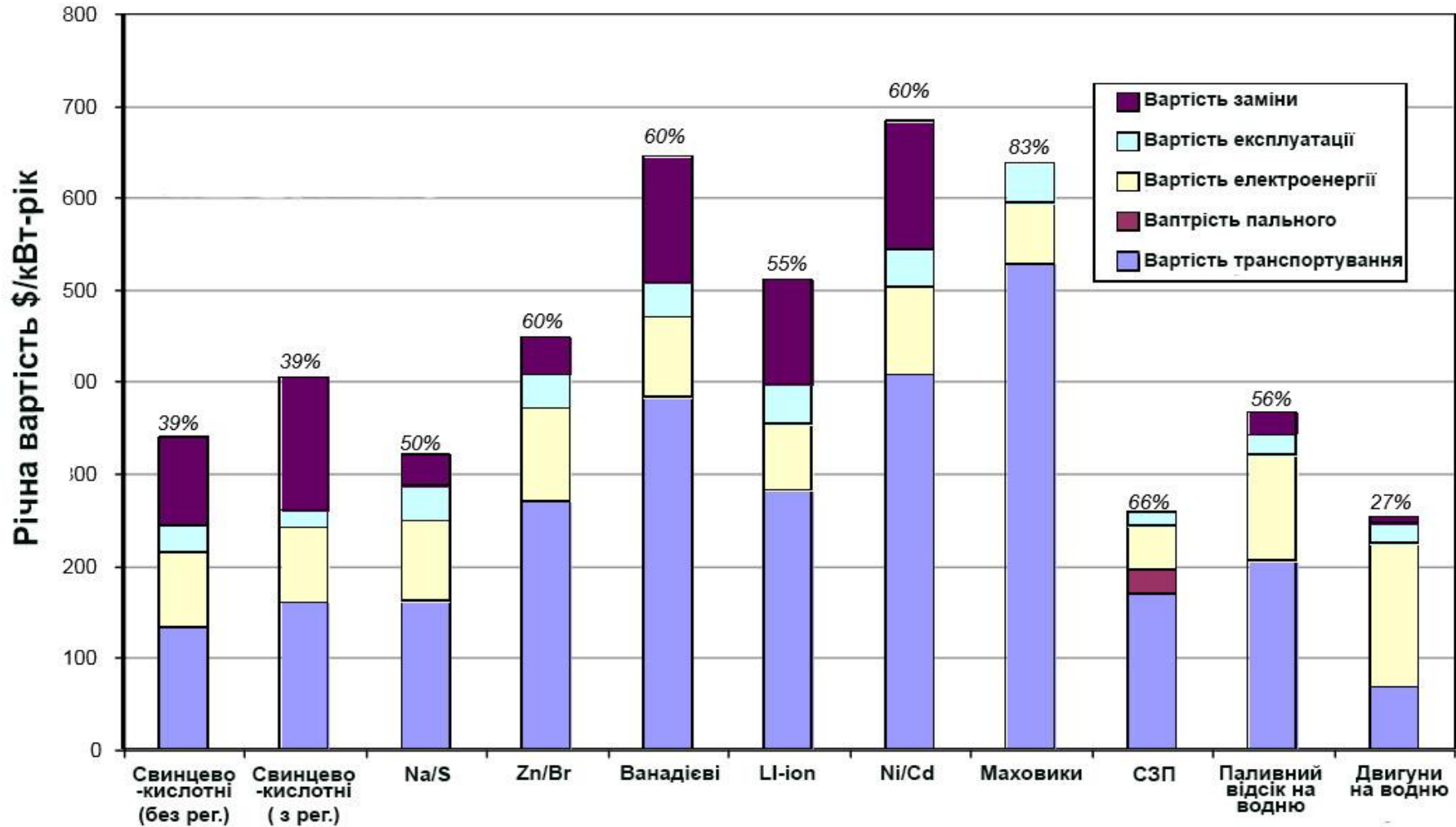
Потужність ФЕС, кВт	Ємність САЕ, кВт год	Потужність САЕ, кВт	Відношення ємності САЕ до потужності
2000	6343	1104	5,745471014
3500	7607	1299	5,85604311
5000	9500	1635	5,810397554
6500	11716	2049	5,717911176
9000	15762	2800	5,629285714
15000	26105	4712	5,540110357

Залежність збільшення потужності та ємності САЕ відносно потужності ФЕС

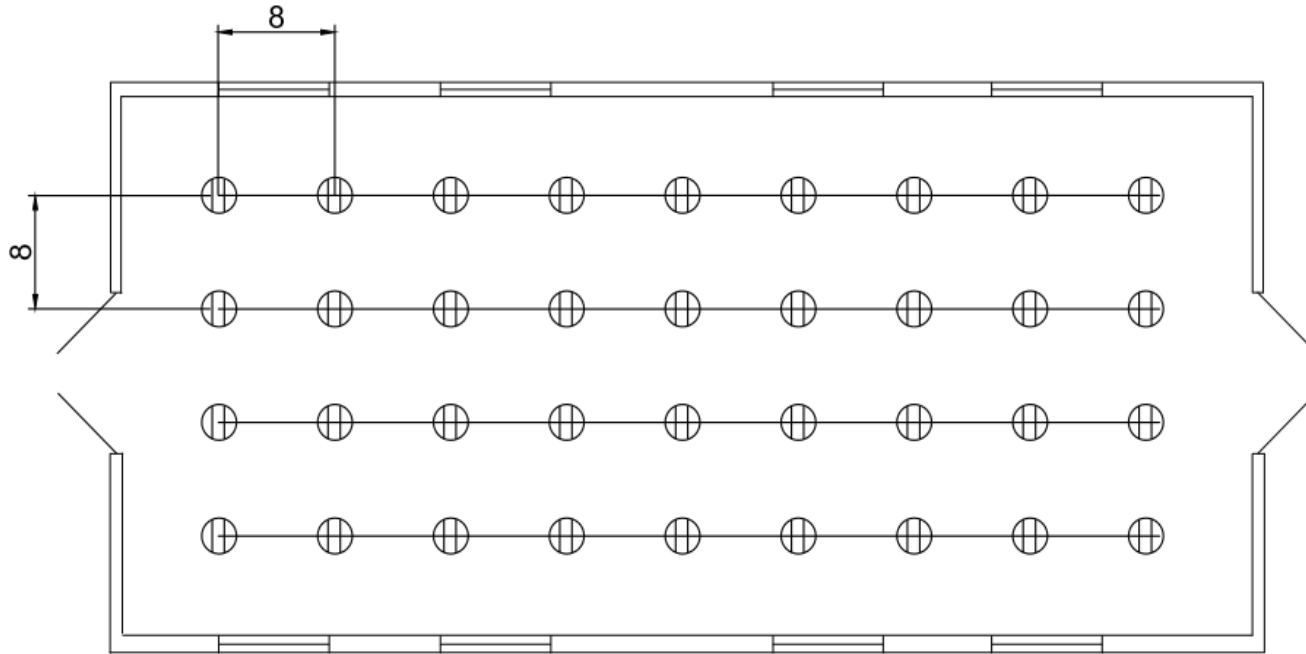


Порівняльна таблиця МП РЗА

9



Річні витрати на 4-годинні технології зберігання



Розташування світильників

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

(10.1)

$$i = \frac{100 \cdot 25}{6 \cdot (100 + 25)} = 3.3$$

(10.2)

$$F = \frac{E \cdot k_3 \cdot A \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

(10.3)

$$F = \frac{80 \cdot 1.33 \cdot 2500}{64 \cdot 0.75} = 5541.6 \text{ лм}$$

(10.4)

1. Системи збереження, здійснювати накопичення як по постійній напрузі так і по змінній. Кожна конфігурація має переваги та недоліки, вартість сумісних систем менша за рахунок спільного розподільчого пристрою та меншої кількості допоміжного обладнання, але під час роботи системи витрати під час експлуатації будуть більшими. Системи зв'язані постійною напругою мають менші втрати порівняно з зв'язком по змінній.
2. Однією з найоптимальніших технологій, що може бути використана для накопичення є використання акумуляторних батарей. Та в залежності від режиму роботи вартість системи змінюється відповідно.
3. Маневрова потужність, яка необхідна системі, буде генеруватись із САЕ. Тобто, накопичувачі будуть повністю перекривати піки навантажень під час літнього сезону. В зимовий сезон для покриття небалансу потрібна потужність ТЕС.
4. Організаційні заходи з ОП допоможуть покращити виробничий процес та зменшать кількість.
5. Розраховані витрати на СЗЕ дають змогу вибрати технології та режим роботи накопичувачів, що може застосовуватися для подальших розрахунків.

Дякую за увагу!
Доповідь закінчена