









**Пояснювальна записка  
до дипломного проєкту**

на тему: «Вплив сонячних та вітрових електростанцій на втрати  
потужності в розподільній електричній мережі»

Київ – 2023 року















- впровадження новітніх технологій експлуатації та автоматизації об'єктів РЕМ;
- досягнення технічно обгрунтованого рівня технологічних витрат електроенергії під час передавання та розподілу;
- зменшення часу, необхідного для повернення інвестицій у проекти;
- використання передових інформаційних технологій для управління режимами роботи РЕМ;
- розробка об'єктів РЕМ або частин мережі з системами інтелектуального управління (Smart Grid).

Основні технічні напрямки розвитку РЕМ включають:

- переорганізацію та модернізацію РЕМ за новими принципами та з використанням сучасної технічної бази;
- забезпечення високого рівня безпеки персоналу під час будівництва та експлуатації РЕМ;
- застосування конструкцій, елементів та устаткування, що гарантують необхідну надійність та оптимальні витрати під час будівництва (нового будівництва, реконструкції та технічного переоснащення) та експлуатації об'єктів РЕМ протягом їхнього терміну служби;
- оптимізацію витрат на обслуговування об'єктів РЕМ з метою зниження їхньої експлуатаційної вартості;
- створення компактних об'єктів РЕМ.

Підстанції (ПС), що були новозбудовані (реконструйовані), мають задовольняти такі вимоги:

- можливість віддаленого керування та моніторингу обладнання ПС без необхідності постійно присутнього обслуговуючого персоналу;
- компактність і комплектність;
- ПС повинні проявляти високу надійність під час функціонування в різних кліматичних зонах.;
- використання електрообладнання на ПС, призначеного для роботи в екстремальних кліматичних умовах (вимикачі, заповнені сумішшю елегаз-

					<b>141.ЕК9119.012.ДБ</b>	Лист
						13
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		





Таблиця 1.3 – Типи трансформаторів в Молочанській РЕМ

Трансформатор	Сторона ВН/НН (ВН/СН/НН)	ВН/НН, кВ (ВН/СН/Н Н)	Т ип
Т2 Федоровка	Федоровка 2.150/ Федоровка 2.35/ ПЖД-2012 2.10	150/38/ 11	ТДТГ- 15000/1 50
Т1 Н_Богдановка	Н_Богдановка 1.35/ Н_Богдановка 1.10	35/10,5	ТМН-2500/35
Т2 Н_Богдановка	Н_Богдановка 2.35/ Н_Богдановка 2.10	35/10,5	ТМН-2500/35
Т1 Терпеніє	Терпеніє 1.35/ Терпеніє 1.10	35/11	ТМН-6300/35
Т2 Терпеніє	Терпеніє 2.35/ Терпеніє 2.10	35/11	ТМН-6300/35
Т1 Астраханка	Астраханка 1.35/ Астраханка 1.10	35/10,5	ТМН-2500/35
Т2 Астраханка	Астраханка 1.35/ Астраханка 2.10	35/10,5	ТМН-4000/35
Т1 Светлодолінская	Светлодолінская 1.35/ Светлодолінская 1.10	35/10	ТМН-2500/35
Т1 Промінь	Промінь 1.35/ Промінь 1.10	35/10	ТМН-2500/35

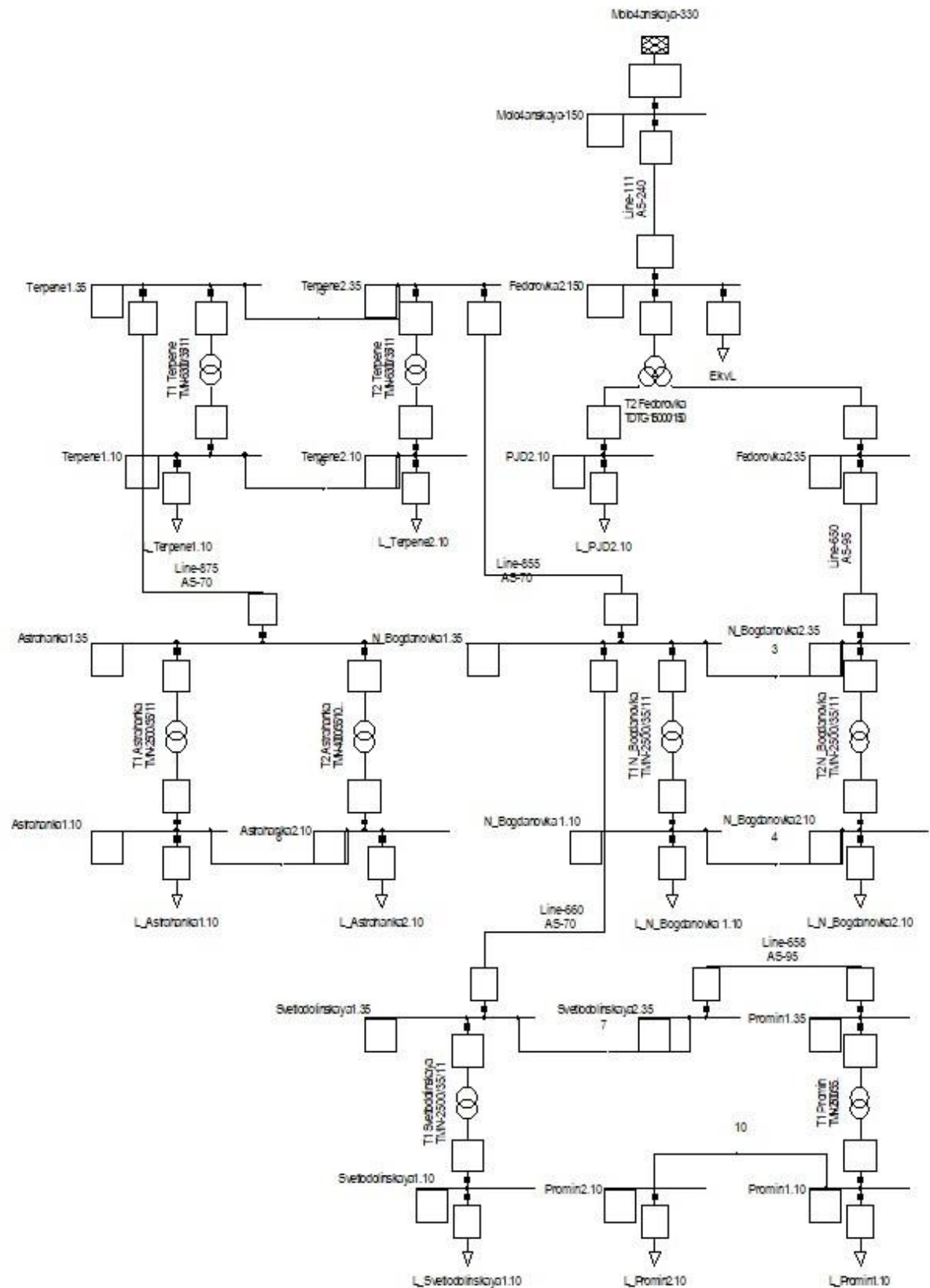


Рисунок 1.1 – Схема фрагменту розподільної електричної мережі 110/35/10 кВ Молочанського району Запорізької області

					<b>141.ЕК9119.012.ДБ</b>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

## 1.2 Розвиток сонячних та вітрових електростанцій в електроенергетичній системі України та їхній вплив на роботу розподільної електричної мережі

На сьогоднішній день значні обсяги органічних палив використовуються для виробництва електричної енергії. Однак, використання цих видів палива у сучасному світі супроводжується рядом проблем, таких як постійний ріст цін, залежність від поставань, високі витрати на обслуговування обладнання та негативний вплив на довкілля.

Використання відновлюваних джерел енергії є ефективним рішенням для вирішення цієї проблеми, і цьому питанню приділяється значна увага у всьому світі. Згідно з даними аналітичної компанії IHS Markit, станом на початок 2017 року загальна потужність сонячних електростанцій у світі становила 301 ГВт. Звіт Міжнародного енергетичного агентства на кінець 2018 року вказував, що 10 країн стали світовими лідерами у виробництві сонячної енергії. Серед них - Китай (78,1 ГВт.), Японія (42,5 ГВт.), Німеччина (41,3 ГВт.), США (40,3 ГВт.) і Італія (19,3 ГВт.).

Україна також не є винятком, і використання сонячної та вітрової енергії стає все більш популярним кожен рік. В Україні загальна встановлена потужність відновлюваної енергетики складає 9655,9 МВт, з них 66.1% (6381,1 МВт) - це об'єкти сонячної енергетики, і 17.3% (1672,9 МВт) - вітрової. В Україні проведено значну кількість досліджень, присвячених ефективності та доцільності використання сонячної енергії. [6-9].

Утім, зростання виробництва електроенергії з використанням відновлюваних джерел, зокрема вітрової та сонячної енергії, буде обмежуватися спроможністю електроенергетичної системи компенсувати коливання їх потужності та економічним навантаженням на споживача. Проте, розширення цих видів генерації безпосередньо у споживача не обмежується енергетичною системою і створює перспективи для динамічного розвитку на місцевому рівні, згідно з [10].

					141.ЕК9119.012.ДБ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

Оскільки традиційні джерела енергії, такі як газ, нафта і вугілля, є обмеженими, виникає активний інтерес до розвитку відновлювальної енергетики, зокрема сонячної, у багатьох країнах. Сума енергії, яку Земля отримує від Сонця за рік (фотоелектрична або фотovoltaїчна), приблизно у 20 тисяч разів перевищує щорічне споживання енергії всього людства. Україна, хоча не має ідеальних зон для збору сонячної енергії, має ділянки оптимального розміщення сонячних батарей на своїй території.

Сонячна електростанція - це інженерна споруда, призначена для перетворення сонячної радіації на електричну енергію. Вони застосовують різні методи конвертації сонячної радіації, що впливає на конструкцію сонячної електростанції.

Сонячні електростанції поділяються на два типи: фотоелектричні, які безпосередньо перетворюють сонячну енергію в електрику за допомогою фотоелектричного модуля, і термодинамічні, які спочатку перетворюють сонячну енергію на тепло, а потім на електричну енергію.

Україна має значний потенціал сонячної енергії, що дозволяє широко використовувати геліосистеми як для теплопостачання, так і для отримання електроенергії практично на всій її території. Взагалі, Україна є зоною високої інтенсивності сонячної радіації. Річне сонячне випромінювання в Україні становить від 3500 до 5200 МДж/м<sup>2</sup> [11].

У північних регіонах сезон активного використання сонячної енергії триває з квітня по вересень, тоді як у південних регіонах - з березня по жовтень, що складає 1900-2400 годин на рік. Загальне середньорічне сонячне випромінювання варіюється від 1070 кВт·год/м<sup>2</sup> у північних районах України до 1400 кВт·год/м<sup>2</sup> на півдні країни. З точки зору інтенсивності сонячного випромінювання (радіації) на території України можна виділити чотири зони, як показано на рис. 1.2.

У першій і другій зонах знаходяться всі південні області України, третя зона охоплює більшу половину території країни, а четверта зона є найменш

					<b>141.ЕК9119.012.ДБ</b>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

придатною для використання сонячної енергії. Загалом, територія України відноситься до зон з помірною інтенсивністю сонячної радіації. У реальних умовах, величина щільності прямої та дифузійної сонячної радіації залежить від широти місцевості, прозорості атмосфери, характеристик земної поверхні, а також від часу доби і сезону року.



Рисунок 1.2 – Зони інтенсивності сонячного випромінювання в Україні

Отже, з урахуванням сучасних наукових і технічних тенденцій та особливостей географічного і кліматичного положення, розвиток сонячної енергетики в Україні є перспективним шляхом забезпечення енергоефективності та збереження енергії[13].

Тому в даній роботі буде досліджено роботу саме СЕС у складі РЕМ.

На рисунку 1.3 наведено головний принцип роботи сонячної електростанції та взаємозв'язки між всіма її елементами.

СЕС може бути двох типів:

- мережеві, які мають більшу потужність, підключаються до зовнішньої електричної мережі. Значна частина виробленої ними електроенергії передається у мережу через відповідний лічильник, при цьому споживач самого струму має незначне навантаження (рис. 1.4).

							141.ЕК9119.012.ДБ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				20



































холостого ходу (втрати у сталі), кВт;  $i_{xx}$  – струм холостого ходу трансформатора.

В ПЗ PowerFactory було розроблено моделі трансформатора ПС «Світлодолінська» 35/10 кВ:

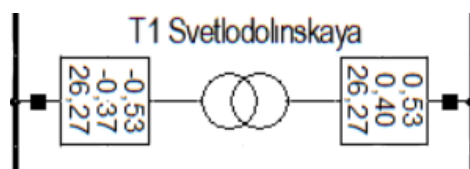


Рисунок 3.2 – Модель трансформатора на ПС«Світлодолінська» 35/10 кВ в PowerFactory

На рис.3.3-рис.3.4 наведено загальну характеристику моделі трансформатора та налаштування типу трансформатора ТМН-2500/35/11 підстанції в ПЗ PowerFactory.



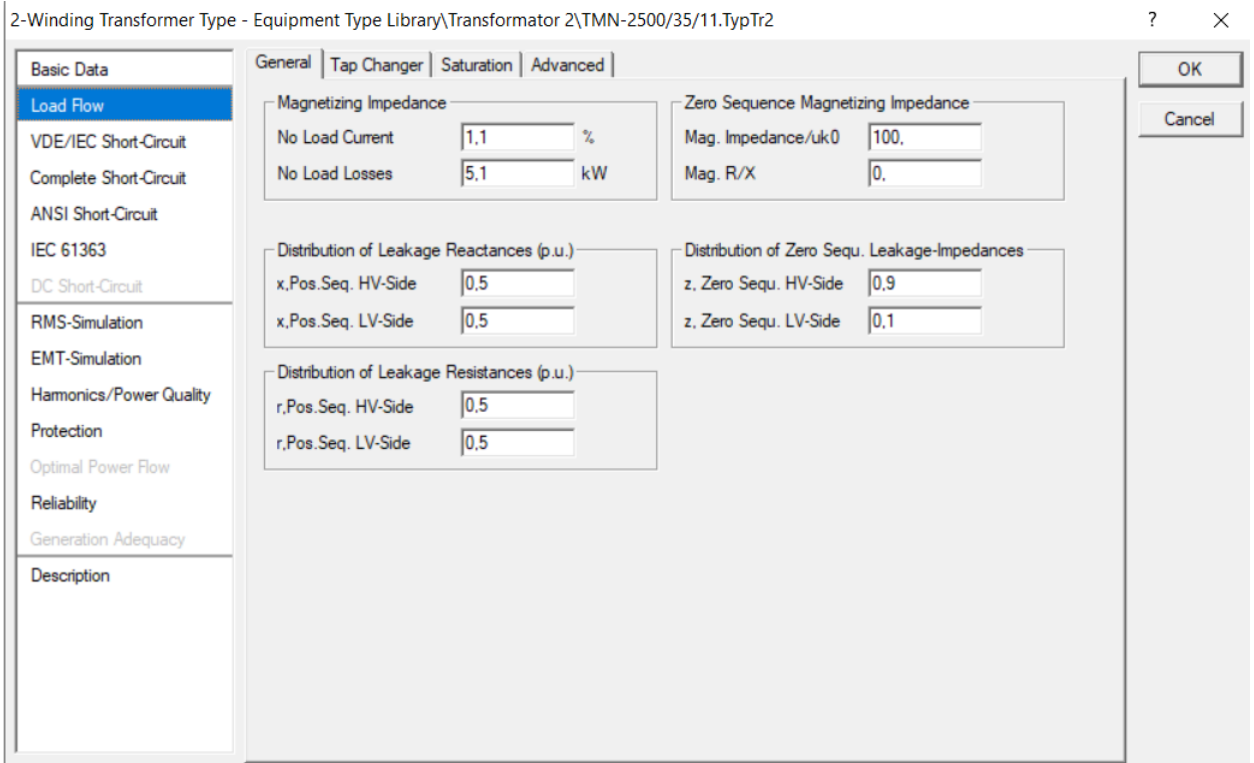


Рисунок 3.5 – Основні налаштування типу трансформатора(продовження)

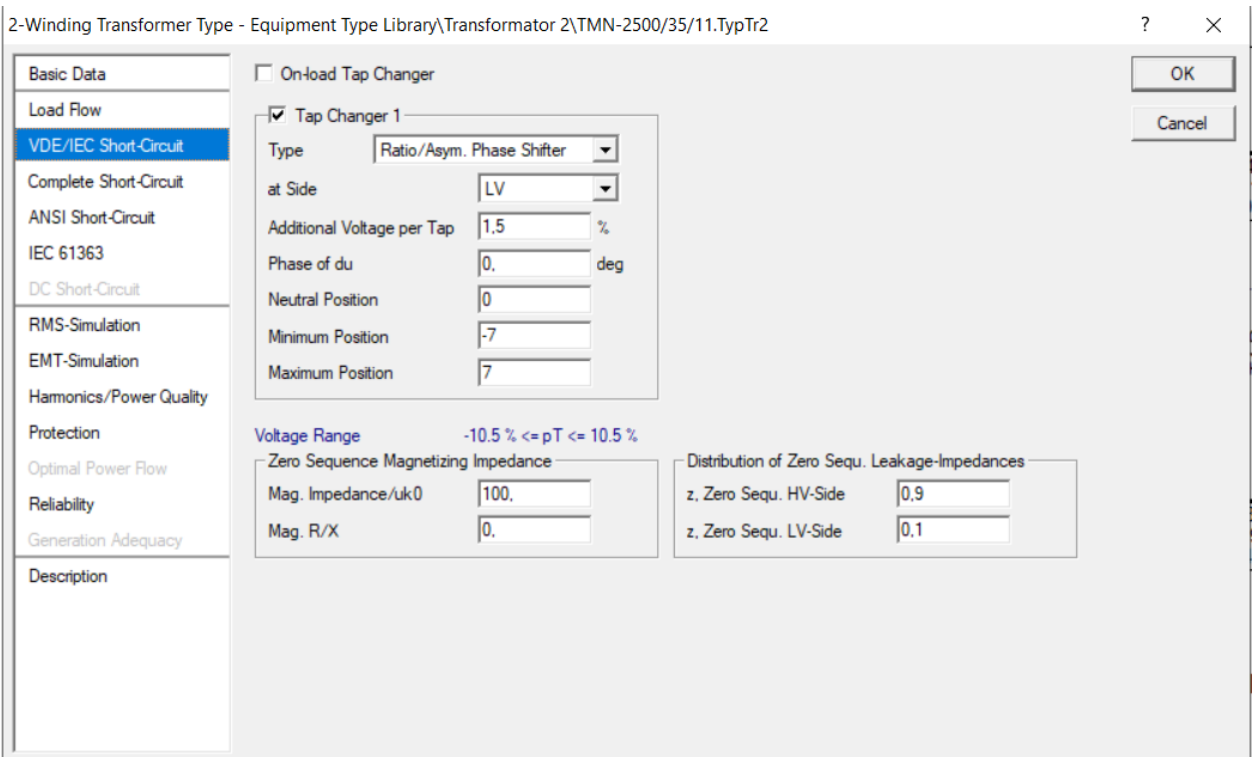


Рисунок 3.6 – Налаштування системи РПН трансформатора

					<b>141.EK9119.013.ДБ</b>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40









Line Type - Equipment Type Library\Line\AS-95.TypLne ? X

Basic Data

Name: AS-95

Rated Voltage: 35 kV

Rated Current: 0,33 kA

Nominal Frequency: 50 Hz

Cable / OHL: Overhead Line

System Type: AC Phases: 3 Number of Neutrals: 0

Parameters per Length 1,2-Sequence

AC-Resistance R'(20°C): 0,33 Ohm/km

Reactance X': 0,385 Ohm/km

Parameters per Length Zero Sequence

AC-Resistance R0': 0 Ohm/km

Reactance X0': 0 Ohm/km

OK Cancel

Рисунок 3.14 – Основні налаштування типу ЛЕП

Line Type - Equipment Type Library\Line\AS-95.TypLne ? X

Basic Data

Load Flow

VDE/IEC Short-Circuit

Complete Short-Circuit

ANSI Short-Circuit

IEC 61363

DC Short-Circuit

RMS-Simulation

EMT-Simulation

Hamonics/Power Quality

Protection

Optimal Power Flow

Reliability

Generation Adequacy

Cable Sizing

Description

Parameters per Length 1,2-Sequence

Max. Operational Temperature: 80 degC

AC-Resistance R'(20°C): 0,33 Ohm/km

Conductor Material: Aluminium

Parameters per Length 1,2-Sequence

Susceptance B': 2,96 uS/km

Ins. Factor: 0

Parameters per Length Zero Sequence

Susceptance B0': 0 uS/km

Ins. Factor: 0

OK Cancel

Рисунок 3.15 – Основні налаштування типу ЛЕП(продовження)

					<b>141.ЕК9119.013.ДБ</b>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

















даній моделі враховується вбудований інвертор і можливість генерування потужності одразу ж на необхідному рівні напруги.

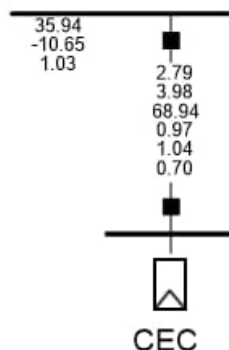


Рисунок 3.25 – 4-й варіант моделі сонячної електростанції в PowerFactory

Аналізуючи розглянуті варіанти моделей СЕС в програмі PowerFactory, можна зробити висновок, що вихідні параметри в усіх випадках ідентичні. Для подальшого дослідження СЕС у складі РЕМ в даній роботі буде використовуватись 4-й варіант моделі СЕС на основі статичного генератора. Тому розглянемо характеристики даної моделі:

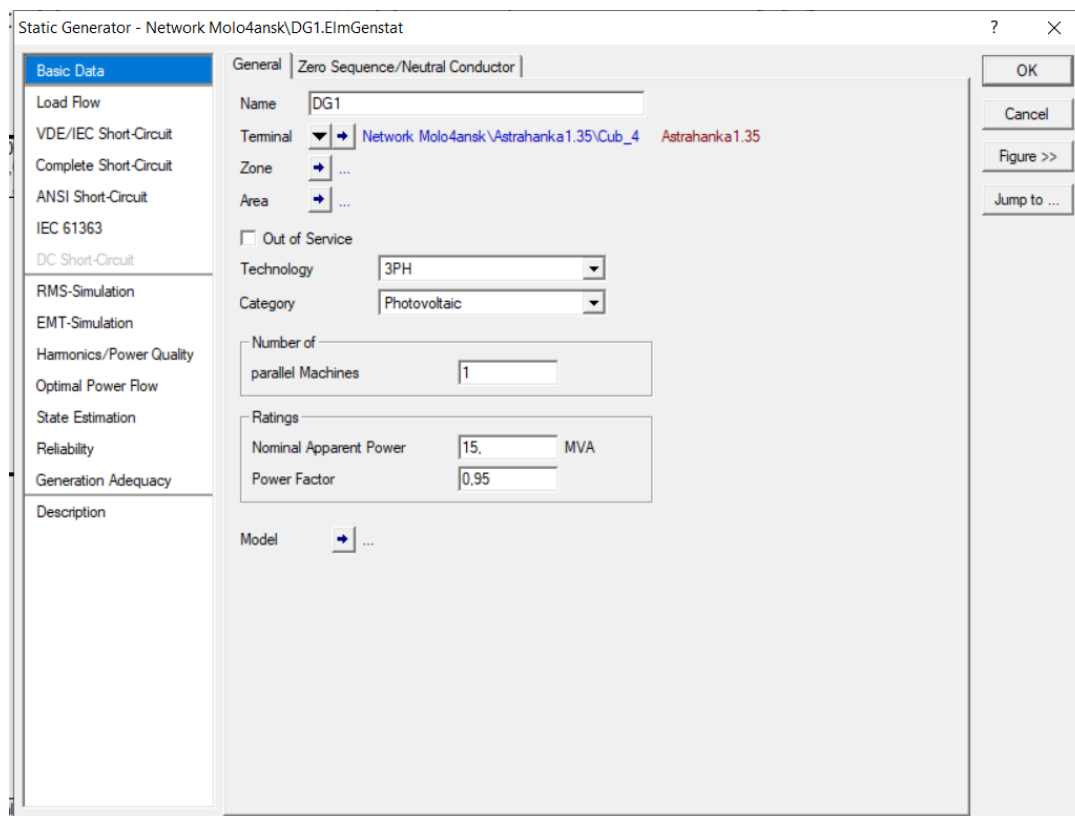


Рисунок 3.26 – Загальна характеристика моделі сонячної електростанції









**Моделювання електричної мережі.** Модель усталеного режиму ЕМ представляється графовою структурою, яка включає лінії електропередач, трансформатори, навантаження та інші елементи. Математична модель роботи мережі в усталеному режимі складається з системи алгебраїчних рівнянь. Ці рівняння відображають аналітичну залежність між параметрами, які відомі, та параметрами, які ще не відомі, у структурі мережі та її режиму. Ці рівняння дозволяють описати баланс струму або потужності у різних вузлах мережі.

Залежно від того, як навантаження вузла мережі задається - постійним струмом ( $I_i = \text{const}$ ) або постійною потужністю ( $S_i = \text{const}$ ), режим вузла може бути описаний за допомогою лінійного рівняння балансу струмів або потужностей відповідно:

$$U_i y_{ii} - \sum_{j=1}^n U_j y_{ij} = I_i, \quad U_i y_{ii} - \sum_{j=1}^n U_j y_{ij} = \frac{\bar{S}_i}{\bar{U}_i}$$

де:  $y_{ii}, y_{ij}$  – власні і взаємні провідності вузла;  $U_i, U_j$  – напруги  $i$ -го та суміжних вузлів;  $I_i, S_i$  – задані у вузлі струм або потужність;  $n$  – кількість вузлів мережі, які безпосередньо зв’язані з  $i$ -м вузлом.

В даній роботі в дослідженнях використовувались рівняння балансу потужностей.

Розглянемо модель фрагменту РЕМ Молочанського району Запорізької області, розроблену в ПЗ PowerFactory (рис.3.33)



### 3.2 Дослідження впливу відновлюваних джерел енергії на втрати активної потужності в мережі

В рамках проведеного дослідження були виявлені зміни втрат активної потужності та їх вплив на втрати в РЕМ після підключення СЕС. Дослідження проводились у три етапи:

- 1) замірювання втрат активної потужності до підключення СЕС;
- 2) замірювання втрат активної потужності після підключення двох СЕС по 5 МВт таким чином, щоб спричинити зміну перетоків потужності і тим самим призвести до збільшення втрат активної потужності в РЕМ;
- 3) замірювання втрат активної потужності при наявності двох СЕС по 5 МВт в РЕМ після виконання регулювальних дій з СК (зміна реактивної потужності на +1,5 МVar).

Дослідження та розрахунки усталеного режиму проводились в ПЗ PowerFactory. Результати дослідження втрат активної потужності в різних випадках наведено в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Втрати активної потужності в РЕМ при різних умовах

Умови	$\Delta P$ , МВт
Втрати активної потужності в мережі до підключення СЕС	0,88
Втрати активної потужності в мережі після підключення двох СЕС потужністю по 5МВт	0,94
Втрати активної потужності в мережі з підключеними СЕС після регулювання (компенсації) реактивної потужності СК (1,5 МVar)	0,89

Початково, до підключення СЕС, втрати активної потужності становили 0.88 МВт. Після впровадження двох СЕС обсягом 5 МВт у вузлах Светлодолінская1.35 і Светлодолінская2.35, спостерігалася зміна перетоків потужності, що призвело до збільшення втрат активної потужності до 0,94 МВт. Однак, з метою компенсації цих втрат, було встановлено СК у

вузол Светлодолинская1.10. Завдяки впровадженню СК, який має здатність компенсувати реактивну потужність та збалансувати активну потужність, втрати активної потужності було зменшено до 0.89 МВт. Це означає, що СК успішно скомпенсував надлишкову втрату активної потужності, що виникала в результаті підключення СЕС.

Для наочного представлення результатів дослідження втрат активної потужності в мережі представлено діаграму на рис.3.34

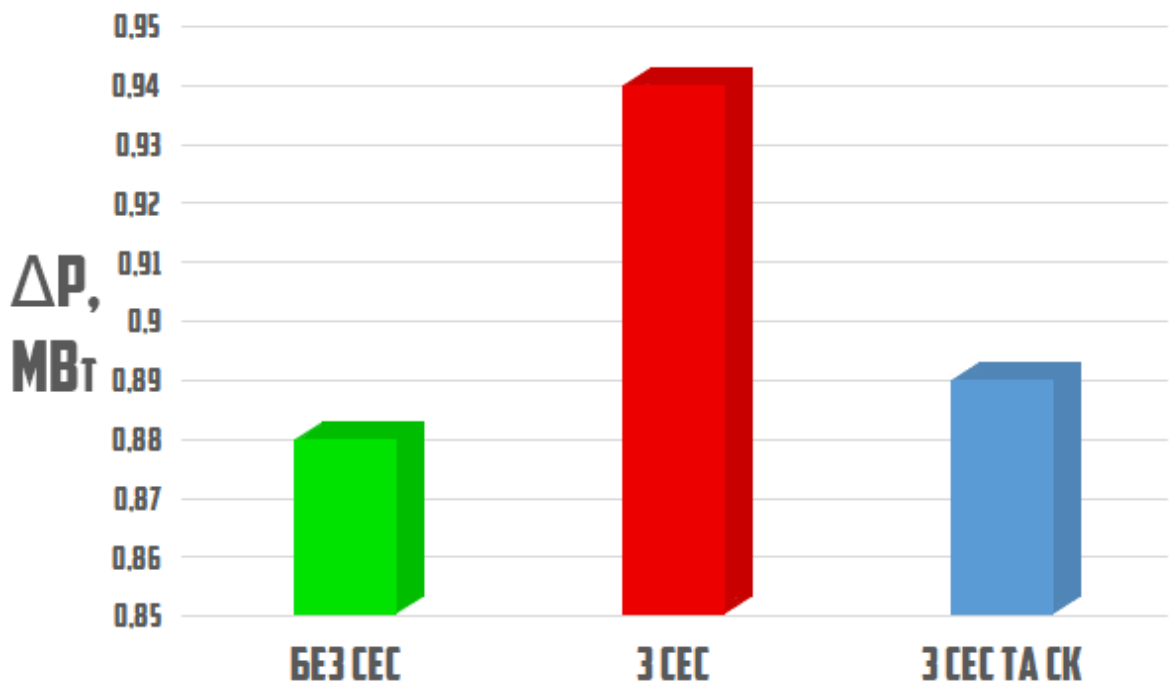


Рисунок 3.34 – Діаграма втрат активної потужності при різних умовах

Таким чином, проведене дослідження підтвердило, що впровадження СЕС у РЕМ може призводити до збільшення втрат активної потужності через зміну перетоків потужності. Однак, застосування СК може ефективно компенсувати ці втрати, забезпечуючи більш стабільну роботу системи та зменшуючи втрати активної потужності.





Проведене дослідження виявило, що підключення СЕС до РЕМ може призводити до збільшення втрат активної потужності через зміну перетоків потужності. У даному випадку, підключення двох СЕС загальним обсягом 10 МВт на ПС «Светлодолинская» призвело до збільшення втрат активної потужності з 0,88 МВт до 0,94 МВт.

Розміщення СЕС саме у кінці РЕМ було обрано з метою створення умов для спостереження зміни перетоків потужності та виявлення можливості збільшення втрат. Цей експеримент підтвердив, що наявність додаткової активної потужності, наданої СЕС, може призвести до підвищення втрат потужності в РЕМ.

Однак, застосування СК дозволило зменшити втрати активної потужності до початкового рівня. Це було досягнуто шляхом компенсації реактивної потужності, що дозволило покращити ефективність системи та знизити загальні втрати активної потужності до 0,89 МВт.

Отже, це дослідження підтвердило, що збільшення втрат активної потужності після підключення СЕС може бути контрольоване та компенсоване за допомогою відповідних засобів, таких як СК. Це дає можливість забезпечити стабільну роботу РЕМ та зменшити втрати потужності, навіть при великій генерації сонячної енергії в будь-яких вузлах РЕМ.

Дані дослідження можуть служити основою для подальших досліджень у галузі впровадження ВДЕ в РЕМ.

					<b>141.ЕК9119.013.ДБ</b>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1.Інтернет-ресурс: «Школа для електрика». Режим доступу:  
<http://electricalschool.info/main/elsnabg/155-priemniki-jelektricheskoyj-jenergii.html>
- 2.Начальний посібник «Електропостачання». Автор: Шкрабець Ф.П., 2015 р.
- 3.Інтернет-ресурс: «Студопедія» Основні групи споживачів електроенергії. Режим доступу: [https://studopedia.ua/1\\_90124\\_osnovnie-gruppi-potrebiteley-elektroenergii.html](https://studopedia.ua/1_90124_osnovnie-gruppi-potrebiteley-elektroenergii.html)
- 4.Світові тенденції у сфері побудови автономних систем електропостачання з використанням відновлюваних джерел енергії. Інтернет-журнал «НАУКОВОДЖЕННЯ» №4 2012., Автор: Сурков М.А., Лукутін Б.В., Сарсікеєв Є.Ж., Кіушкіна В.Р.
- 5.Інтернет-ресурс: «ІМВФ». Режим доступу:  
<https://www.imbf.org/karty/potencial-solnechnoj-jenergii-ukrainy.html>
- 6.Інтернет-журнал: «Як заробити на сонці» 2018 р. Режим доступу:  
[https://kreston-gcg.com/wp-content/uploads/2018/01/How\\_to\\_make\\_money\\_in\\_the\\_sun\\_overview\\_of\\_the\\_solar\\_energy\\_market.pdf](https://kreston-gcg.com/wp-content/uploads/2018/01/How_to_make_money_in_the_sun_overview_of_the_solar_energy_market.pdf)
- 7.Інтернет-ресурс: «Вікіпедія». Режим доступу:  
[https://ua.wikipedia.org/wiki/Дніпро\\_\(місто\)](https://ua.wikipedia.org/wiki/Дніпро_(місто))
- 8.Інтернет-ресурс: «Elektrovesti.net». Режим доступу:  
[https://elektrovesti.net/59649\\_v-ukraine-v-2017-godu-zapustili-4-ves-moshchnosti-vetroparkov-prevysili-500-mvt](https://elektrovesti.net/59649_v-ukraine-v-2017-godu-zapustili-4-ves-moshchnosti-vetroparkov-prevysili-500-mvt)
- 9.Інтернет-журнал: «Електрик». Режим доступу:  
<http://electrician.com.ua/posts/1280>
- 10.Централізована та розподілена генерація – не альтернатива, а інтеграція. Стенніков В.А., Воропай Н.І. ІСЕМ З РАН.

11.Бекіров Е.А., Воскресенська С.М., Хіміч А.П. – Розрахунок системи автономного енергопостачання із використанням фотоелектричних перетворювачів.

12.Електропостачання галузей. Автор: Г.Б.Білих, А.Н.Шеметов.2013 р.

13.Интернет-ресурс «Електро-експо».Режим доступу: <https://www.elektro-expo.ua/ua/articles/sistemy-ehlektrosnabzheniya/>

14.Оцінка потенціалу використання енергії вітру у північних районах Красноярського краю. Зарубін А.С. науковий керівник канд. техн. наук АмузадеА. З.

15. Д.Д. ОНДАР / РОЗРАХУНОК РЕСУРСІВ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ РЕСПУБЛІКИ ТИВА. Технічні науки, 2015 - №2 (140). - С. 169-172.

16.Макаровський Є. Л. Методика оцінки вітрового енергетичного потенціалу / О. Л. Макаровський, В. О. Зініч // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. - 2012. - Вип.

18.Интернет ресурс: «Збірник рефератів». Режим доступу : <http://bagazhznaniy.ua/geography/energosisistemy-ukrainy>

18.Башинська Ю. І. Загальносвітові та регіональні аспекти розвитку потужностей альтернативної енергетики / Ю.І. Башинська.

19.Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в Україні у світлі нових європейських ініціатив / О. Шевцов, М. Землянй, Т. Рязова [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/monitor/november08/2.htm>

клімат. Архів погоди. Режим доступу: <https://ua.climate-data.org/європа/україна/дніпропетровська-область-620/>

					141.ЕК9119.013.ДБ	Лист
						67
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- 20.Тарніжевський, Б.В. Визначення показників роботи сонячних установок залежно від характеру радіаційного режиму/Б.В. Тарніжевський// Теплоенергетика. – 1960. Вип. 2. – С. 18-26.
- 21.Системи електропостачання з вітровими та сонячними електростанціями: навчальний посібник/Б.В. Лукутін, І.О. Муравльов, І.А. Плотніков -, 2015. - 128 с.
- 22.NASA Prediction of Worldwide Energy Resource [Електронний ресурс]  
// NASA - POWER - Режим доступу:<https://power.larc.nasa.gov>
- 23.Схід та захід сонця у Дніпропетровську / Тривалість світлового дня / Дані за весь рік [Електронний ресурс] Погода для туристів.Прогнози, статистика, аналіз-Режим доступу <https://pogoda.turtella.ua/Ukraine/Dnepropetrovsk/sun/>
- 24.Автономні системи електропостачання з урахуванням енергоефективних вітро-дизельних електростанцій. «Національний Політехнічний Університет»// Хошнау Зана Пешанг Халіл.
- 25.Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів напряму підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укладачі: Л.В. Тимошенко, І.В. Шереметьєва – Дніпропетровськ: НГУ, 2017. – 15 с.
- 26.Альтернативна енергетика в Україні: монографія / Г. Г. Півняк, Ф. П. Шкрабець; Нац. гірн. ун-т. - Д.: НГУ, 2013. - 109 с.
27. Інтернет-ресурс. «StudFiles» Синхронний компенсатор. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7304361/page:11/>
28. Довідник з проектування електричних мереж / І.Г. Карапетян, Д.Л. Файбісович, І.М. Шапіро – 2009р.
29. Performance of Distributed Energy Resources During and After System Disturbance. Voltage and Frequency Ride-Through Requirements: a report by the Integration of Variable Generation Task Force. America, 2013. 28 p.

30. Правила приєднання когенераційних установок до електричних мереж: Постанова НКРЕ від 21 січ. 2006 р. №47.
31. Кузнецов В.Г., Тугай Ю.І., Шполянський О.Г., Тугай І.Ю. Использование динамических и нечетких математических моделей при анализе качества электрической энергии. Праці Інституту електродинаміки НАН України. Київ, 2014. № 38. С. 130-137.
32. Кузнецов В.Г., Шполянський О.Г., Яремчук Н.А. Узагальнений показник якості енергії в електричних мережах і системах. Технічна електродинаміка. Київ, 2011. №3. С. 46-52.
33. ГОСТ 13109-97: 1998. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [Действующий от 1998-08-28]. Москва, 1998. 29 с. (Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации).
34. Currie R. A. F., Ault G. W., Fordyce R. W., MacLeman D. F., Smith M., McDonald J. R. Actively Managing Wind Farm Power Output. IEEE Transactions on Power Systems. 2008. Vol.23, No 3. P.1523-1524.
35. Sumeet Trivedi, Chattopadhyay D. Voltage Sag Mitigation in the Distributed Generation System with STATCOM. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. 2013. Vol.3, No 10. P.153-159.
36. Mahmud M.M.A., Pota H.R., Hossain M.J. Partial Feedback Linearizing Controller Design for a DSTATCOM to Enhance Voltage Stability of Distribution Network with Distributed Generation. 2012 IEEE International Conference on Power System Technology (POWERCON), 30 Oct.-2 Nov. 2012. Auckland, New Zealand, 2012. P.1-6.

					<b>141.ЕК9119.013.ДБ</b>	Лист
						69
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

37. Hossain M.J., Pota H.R., Mahmud M.A. Decentralized STATCOM/ESS Control for Wind Generators. Smart Power Grids. Heidelberg, 2012. P. 401–437.

38. Комбаров М.Н., Балгереев Ш.М. Способы регулирования напряжения в распределительных сетях с помощью ВЭС. Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. Казахстан, 2007. №5. С.1-5.

					<b>141.ЕК9119.013.ДБ</b>	Лист
						70
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		