

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(інститут)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню магістра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Третяка Яна Сергійовича

(ПІБ)

Академічної групи 141М-21-1

(шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка  
та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему «Обґрунтування енергоефективних режимів роботи зарядних станцій для електромобілів у  
поєднанні з ВДЕ»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинго вою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<u>Луценко І.М.</u>			
розділів:				
Вступна частина	<u>Луценко І.М.</u>			
Основна частина:	<u>Луценко І.М.</u>			
Економічний	<u>Тимошенко Л.В.</u>			
<b>Рецензент</b>				
<b>Нормоконтролер</b>	<u>Олішевський Г.С.</u>			

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
електроенергетики

(повна назва)

\_\_\_\_\_ Папаїка Ю.А.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню магістра**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Третьяку Я.С. академічної групи 141М-21-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка  
та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Обґрунтування енергоефективних режимів роботи зарядних станцій для  
електромобілів у поєднанні з ВДЕ

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 13.09.22 № 918

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступна частина	Виконати аналіз стану проблеми зарядних станцій для електроавтомобілів в Україні та світі.	
Основна частина	Виконати обґрунтований вибір основного електрообладнання зарядної станції для електромобілів у поєднанні з ВДЕ	
Економічний	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності проекту.	

**Завдання видано**

\_\_\_\_\_ (підпис керівника)

Луценко І.М.  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

**Прийнято до виконання**

\_\_\_\_\_ (підпис студента)

Третьяк Я.С.  
(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 101 с., 31 рис., 11 табл., 5 додатків, 44 джерела.

Об'єкт дипломного проекту – Обґрунтування енергоефективних режимів роботи зарядних станцій для електромобілів у поєднанні з ВДЕ .

Мета дипломного проекту – розрахунок та вибір обладнання для встановлення зарядної станції для електромобілів у поєднанні з СЕС.

У вступній частині наведено стан ринку електромобілів в Україні. Перераховані недоліки існуючої системи заряджання електромобілів, та інфраструктури для електромобілів. Виконано аналіз сучасних технологій заряджання електромобілів, визначено технічне завдання на проектування ФЕС.

В основній частині виконано розрахунки електричного обладнання і його вибір для подальшого проектування зарядного комплексу для електроавтомобілів у поєднанні з СЕС.

Економічне обґрунтування проекту виконано шляхом розрахунків капітальних і експлуатаційних витрат на реалізацію проекту, а також визначені фонд заробітної плати персоналу і термін окупності проектного рішення.

Розроблене технічне рішення може бути реалізовано при проектуванні зарядного комплексу для електромобілів у поєднанні з ВДЕ

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЗАРЯДНА СТАНЦІЯ НА СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЯХ, СОНЯЧНІ МОДУЛІ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ, ШВИДКЕ ЗАРЯДЖАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ, ЕЛЕКТРОМОБІЛІ ТА ВДЕ, ВДЕ ДЛЯ АВТОМОБІЛЯ, ЗАРЯДНА СТАНЦІЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ, ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ.

## Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>Вступна частина</b> .....	7
<b>1. Аналіз стану проблеми</b> .....	7
<b>1.2 Огляд основних типів та характеристики зарядних станцій для електромобілів.</b> .....	21
<b>1.3. Оцінка потенціалу використання відновлювальних джерел енергії для заряджання електромобілів.</b> .....	31
<b>1.4. Висновки та постановка задач роботи</b> .....	32
<b>Основна частина</b> .....	35
<b>2. Обґрунтування режимів взаємодії зарядних станцій для електромобілів та ВДЕ</b> .....	35
<b>2.2. Обґрунтування режиму роботи зарядної станції з використанням ВДЕ</b> .....	45
<b>2.3. Розрахунок та вибір основного електрообладнання</b> .....	49
<b>2.3.1. Вибір параметрів кабельних ліній мережі постійного струму</b> .....	49
<b>2.3.2. Визначення сумарних втрат потужності в мережі постійного струму</b> .....	53
<b>2.3.3. Вибір параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ</b> .....	54
<b>2.3.4. Вибір автоматичних вимикачів</b> .....	58
<b>3. Техніко-економічне обґрунтування</b> .....	63
<b>3.1. Техніко-економічне обґрунтування енергоефективних режимів роботи зарядної станції для електроавтомобілів у поєднанні з ВДЕ</b> .....	63
<b>3.2. Розрахунок капітальних витрат</b> .....	65
<b>3.3. Розрахунок експлуатаційних витрат</b> .....	69
<b>3.3.1. . Розрахунок амортизаційних витрат</b> .....	70
<b>3.3.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати</b> .....	73
<b>3.3.3. Розрахунок відрахувань на соціальні заходи</b> .....	74
<b>3.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт</b> ..	75
<b>3.5. Визначення та аналіз показників економічної ефективності проекту</b> .....	76
<b>Висновки економіко-технологічного розділу</b> .....	78
<b>Висновки</b> .....	79

## ВСТУП

Автомобілі вже давно перестали бути елементом розкоші і сьогодні є досить буденною річчю. Багато сімей зараз можуть дозволити собі мінімум одне авто. Автомобіль все сильніше влітається в наше життя, в багатьох людей автомобіль є інструментом для заробітку грошей.

Проте, автомобілі з двигуном внутрішнього згорання з часом відійдуть з масового ринку. Такі зараз тенденції диктує прогресивний світ. Відхід від викопних ресурсів (нафти, газу, вугілля, торфу) та напрямок до зменшення вуглецевого сліду від людства.

Так наприклад світові автогіганти такі як:

- Volvo Cars;
- Mercedes-Benz;
- Jaguar Land Rover;
- Ford;
- General Motors;
- BYD.

Ще у 2021 році зобов'язались відмовитись від бензинових та дизельних моторів для автомобілів та мікроавтобусів. Але такі провідні автовиробники як Toyota Motor Corporation та Volkswagen AG не приєднались, підкреслюючи проблеми переходу. Проте навіть в цих концернів, є хоча б декілька моделей повністю на електротязі.

Саме томі частка електромобілів у світовому ринку за останні 10 років збільшилась у 41 раз і досягла 8,3 відсотки. Торік продаж електромобілів досяг 6,75 млн, що на 108 відсотків вище ніж у попередньому році. Найбільше електромобілів на світовому ринку було продано в 2021 році у Китаї -3,4 мільйона. У Європі було продано 2,3 мільйона електроавтомобілів, а США займає третє місце з кількістю проданих електромобілів у 735 тисяч. Слідом йде Південна Корея -114,5 тисяч, а продажі в Ізраїлі, Австралії, Індії та Японії склали понад 10 тисяч.

Для України ситуація на ринку електроавтомобілів така:

- З січня по червень 2022 року українці придбали 8,2 тисячі електроавтомобілів. Це на 29,6% більше, ніж за аналогічний період минулого року.

- Понад 51% електромобілів (4,3 тис.) у першому півріччі на внутрішньому ринку, ще 39,5% (3,3 тис.) привезли вживаними з-за кордону, і лише 9,2% від загальної кількості машини з електричним двигуном купили новими (754 машини).

- Отже, загальна кількість вживаних електромобілів складає понад 90%.

- За станом на 1 травня 2022 року в Україні зареєстровано 35 762 електромобілі.

Купівля електромобіля – це не тільки турбота про навколишнє середовище шляхом зменшення викидів вуглецю, а й ще додаткове навантаження на електромережі країни. Тим паче електромережі України ще не пристосовані до новітніх тенденцій. Тому розгляд поєднання відновлювальних джерел енергії та технологій Smart Greed задля зарядних станцій для електромобілів є доцільним.

## **Вступна частина**

### **1. Аналіз стану проблеми**

#### **1.1. Концепція розвитку ринку електрозарядних станцій в Україні і світі**

##### **1.1.1. Передумови розробки концепції розвитку ринку електрозарядних станцій**

Автомобільний транспорт є основним споживачем моторних палив (споживає близько 65 % використовуваного у країні дизельного палива, понад 95 % бензину і майже 90 % зрідженого газу). Водночас автотранспорт є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря (його викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря упродовж останніх років становлять близько 2 млн тон щорічно або понад третину від загального обсягу викидів забруднюючих речовин в Україні). Основними джерелами забруднення повітря є відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання автомобілів, картерів та паливні випаровування.

Для зменшення негативного впливу транспортної галузі на довкілля, інклюзивної участі споживача в ринку електроенергії та оптимізації топографії енергетичних ринків, держава повинна заохочувати та підтримувати використання автомобілів з нульовим викидом.

Залучення електромобілів до активної участі в ринку електроенергії створює основу для якісної трансформації ринку та переходу до нової енергетичної моделі - розподіленої або децентралізованої енергетики. Сам факт безперервності виробництва електроенергії та постійні коливання потужності в системі створює потребу в запровадженні децентралізованих технологій для автоматизованого балансування пропозиції і попиту - так званих інтелектуальних мереж (smart grids). Це в подальшому надасть можливість споживачам, що мають можливість до накопичення енергії, зокрема, в акумуляторах електрокарів, брати інклюзивну участь в ринку електричної

енергії (купляти та продавати електричну енергію в централізованому ринку електричної енергії, в залежності від ринкової ціни, що складатиметься на погодинній основі).

За даними Bloomberg New Energy Finance, у 2040 році частка електрокарів у світових продажах складе 54 %. Таким чином, світові тенденції свідчать, що все більше споживачів з кожним роком будуть надавати перевагу електромобілям, а не автомобілям з двигунами внутрішнього згорання, що змінить структуру енергетичних та транспортних ринків.

Однією з основних перешкод переходу на масове використання електромобілів в Україні є недостатній рівень розвитку інфраструктури електрзарядних станцій (з урахуванням специфіки їх роботи/тривалості процесу заряджання та необхідності наближення до споживача) - наразі їх близько 1,5 тис .

Для зростання кількості електричних автомобілів потенційні власники електромобілів потребують впевненості в тому, що вони можуть отримати доступ до розвиненої та зручної для них мережі зарядних станцій. При цьому, інформація про розташування електрзарядних станцій та їх цінові пропозиції має бути загальнодоступною.

Для спрощення та здешевлення користування новоствореною інфраструктурою кінцевим споживачем держава має виконувати функцію захисту споживача - сертифікувати обладнання, приймати рішення щодо уніфікації інтерфейсів комутації та інфраструктурних рішень, встановлювати необхідні вимоги до програмного забезпечення.

Споживач повинен мати можливість оплачувати спожиті товари та послуги в зручний для нього спосіб - готівковим та безготівковим розрахунком.

Система зберігання інформації та проведення трансакцій має бути зручною для споживача та використовувати найновіші технології зберігання і передачі інформації. При цьому, доцільно розглянути можливість переходу оператора розрахунків на систему реплікації розподіленої бази даних (за аналогом технології blockchain). Застосування



подібних технологій в подальшому усуне або зведе до мінімуму потребу в централізованих органах адміністрування баз даних.

### **1.1.2. Основні поняття та терміни, що потребують нормативного врегулювання.**

Електричний транспортний засіб - автотранспорт наприклад, автомобілі, автобуси, вантажівки, мікроавтобуси, електричні мотоцикли та інші засоби з електричним двигуном, а також гібридні електричні транспортні засоби.

Електрозарядний пристрій - обладнання (електроустановки), що використовується для заряджання транспортного засобу електричним струмом.

Електрозарядна станція (ЕЗС) - одне чи декілька місць для паркування (стоянки), що обслуговується електрозарядним пристроєм, у т.ч. багатопортовим. Загальна кількість місць електрозарядної станції відповідає кількості автотранспорту, що можуть одночасно заряджатися.

Побутова ЕЗС - ЕЗС, що розташована в межах одного об'єкту житлового фонду та належить одній фізичній особі. Не вважаються побутовими ЕЗС станції, що розташовані в межах одного об'єкту житлового фонду та належать одній фізичній особі, якщо кількість належних такій особі електрозарядних пристроїв на одному об'єкті перевищує один, а кількість доступних для обслуговування паркувальних місць перевищує два.

Непобутова ЕЗС - ЕЗС, що використовується суб'єктом господарювання для надання платних послуг з зарядки, а також інші ЕЗС, які не вважаються побутовими.

Електричний акумулятор - прилад багаторазової дії, що перетворює електричну енергію у хімічну для її накопичення та зберігання для подальшого автономного електроживлення різноманітних електротехнічних пристроїв та систем.

Споживач - фізична особа, у тому числі, фізична особа - підприємець, або юридична особа, яка, для задоволення власних потреб шляхом використання ЕЗС: - здійснює відбір електричної енергії з мережі шляхом її накопичення в акумуляторі

транспортного засобу для власного споживання; - здійснює відпуск електричної енергії в мережу з акумулятора транспортного засобу.

Послуга з користування ЕЗС - платне або безоплатне надання доступу до ЕЗС і на обмежений або необмежений проміжок часу споживачу для здійснення відбору електричної енергії з мережі або відпуску її в мережу.

Оператор ЕЗС - юридична особа або фізична особа-підприємець, що на підставі права володіння або користування здійснює експлуатацію непобутових ЕЗС з метою отримання прибутку та надає послуги із зарядки.

Інші терміни вживаються у значеннях, наведених у Господарському, Цивільному кодексах України, законах України “Про ринок електричної енергії”, “Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку”, “Про регулювання містобудівної діяльності”.

### **1.1.3. Товари та послуги, що реалізуються із застосуванням електростанцій**

При заряджанні акумулятору електричного транспортного засобу:

- 1) Споживач одночасно споживає один товар - електричну енергію (активну), шляхом відбору її з мережі;
- 2) Електропостачальник є споживачем послуги з користування ЕЗС, вартість якої визначається в залежності від обсягів відібраної споживачем електроенергії, купленої у такого постачальника.

При відпуску акумулятором електричного транспортного засобу електроенергії в мережу споживач одночасно:

- 1) Продає електричну енергію (активну) - шляхом її відпуску в мережу;
- 2) Споживає послугу з користування ЕЗС.

### **1.1.4. Принципи купівлі-продажу товарів та послуг.**

Відносини купівлі-продажу електричної енергії для зарядки акумулятору електричного транспортного засобу регулюються з урахуванням вимог Закону України

“Про ринок електричної енергії”, Правил ринку, правил ринку "на добу наперед" та внутрішньодобового ринку, при цьому:

1) Продаж електричної енергії споживачу для зарядки здійснюється акредитованим у відповідній ЕЗС електропостачальником. При цьому, електропостачальник забезпечує оплату Оператору ЕЗС вартості послуг з користування ЕЗС. Обсяг спожитих послуг з користування ЕЗС визначається в залежності від обсягу купленої у такого електропостачальника електричної енергії через відповідну ЕЗС.

2) Облік електроенергії, відібраної з мережі, здійснюється засобами обліку ЕЗС, інтегрованими в єдину автоматизовану систему комерційного обліку виробництва/споживання електроенергії енергорозподільчої компанії

3) Ціна на електричну енергію, що продається через ЕЗС, пропонується електропостачальником споживачу шляхом публічної оферти і при цьому: - не підлягає державному регулюванню; - може бути диференційованою, в залежності від часу доби; - включає в себе вартість послуг з користування ЕЗС.

Відносини купівлі-продажу електричної енергії під час її відпуску акумулятором електричного транспортного засобу в мережу регулюються з урахуванням вимог Закону України “Про ринок електричної енергії”, Правил ринку, правил ринку "на добу наперед" та внутрішньодобового ринку, при цьому:

1) Споживач продає електричну енергію постачальнику універсальних послуг за регульованим тарифом, який встановлюється НКРЕКП та є диференційованим в залежності від часу доби, у відповідний момент. При цьому, приєднання споживача до публічного договору оферти з постачальником універсальних послуг відбувається автоматично при авторизації споживача в ЕЗС за допомогою електронного цифрового підпису та / або інших систем ідентифікації.

2) Облік електроенергії, відпущеної в мережу, здійснюється засобами обліку ЕЗС, інтегрованими в єдину автоматизовану систему комерційного обліку виробництва / споживання електроенергії енергорозподільчої компанії

3) Споживач оплачує послуги з користування ЕЗС, за ціною, що пропонується оператором ЕЗС на основі публічної оферти, при цьому, така ціна не підлягає державному регулюванню.

4) В разі продажу фізичною особою-споживачем електричної енергії постачальнику універсальних послуг, останній є податковим агентом при сплаті ПДФО та військового збору. При цьому, на період до 2030 року операції з продажу споживачем електроенергії через ЕЗС постачальнику універсальних послуг звільняються від оподаткування.

### **1.1.5. Права та обов'язки Оператора ЕЗС**

Оператор ЕЗС - юридична особа або фізична особа-підприємець, що на підставі права володіння та користування здійснює експлуатацію непобутових ЕЗС з метою отримання прибутку та надає послуги з користування ЕЗС.

Надання послуг з користування ЕЗС вважається підприємницькою діяльністю, для якої встановлюється окремий КВЕД.

Електрична енергія, використана на внутрішні потреби ЕЗС, вважається виробничими витратами, при цьому, її вартість може впливати на вартість послуг з користування ЕЗС. Вартість електроенергії, спожитої на внутрішні потреби ЕЗС, оператор ЕЗС купує у електропостачальника, як непобутовий споживач.

Оператор ЕЗС має право:

- 1) Надавати послуги з користування ЕЗС платній або безоплатній основі.
- 2) Визначати ціну на послуги з користування ЕЗС та пропонувати її споживачам та електропостачальникам за принципом публічної оферти. При цьому, така ціна може залежати від: - потужності ЕЗС (швидкості відбору електроенергії з мережі та швидкості відпуску електроенергії в мережу); - виду струму (постійний / змінний); - розташування ЕЗС; - інших характеристик, що впливають на процес зарядження та якості послуг; - інших факторів.
- 3) Отримувати від електропостачальників плату за послуги з користування ЕЗС, спожиті при здійсненні споживачами відбору електроенергії.
- 4) Отримувати від споживачів плату за послуги з користування ЕЗС, спожиті при здійсненні споживачами відпуску електроенергії.
- 5) Впроваджувати програми лояльності, шляхом надання знижок, гарантій безперешкодного користування ЕЗС, супутнього сервісного обслуговування, якщо це жодним чином не призводить до: - порушення права споживачів на одноразове

користування ЕЗС; - недопущення, усунення, обмеження чи спотворення конкуренції між електропостачальниками.

б) Здійснювати діяльність з постачання електричної енергії та її виробництва з урахуванням вимог Закону України “Про ринок електричної енергії”.

Оператор ЕЗС зобов’язаний:

1) У прозорий та загальнодоступний спосіб доводити до споживачів та електропостачальників інформацію щодо:

- умов договору купівлі-продажу послуг з користування ЕЗС із електропостачальниками та споживачами;
- цін на послуги з користування ЕЗС;
- переліку акредитованих на ЕЗС власників електроенергії, що пропонують її для продажу, та їх цін;
- потужності ЕЗС (швидкості відбору електроенергії з мережі та швидкості відпуску електроенергії в мережу) та інших характеристик, що впливають на процес зарядження та якості послуг.

2) Забезпечити облаштування ЕЗС двонаправленим приладом комерційного обліку, інтегрованим в єдину автоматизовану систему комерційного обліку виробництва/споживання електроенергії енергорозподільчої компанії.

3) Забезпечити облаштування ЕЗС системою ідентифікації споживача за допомогою електронного цифрового підпису та/або інших систем ідентифікації.

4) Забезпечити оформлення та облаштування ЕЗС згідно з вказаними у розділі 12 стандартами.

5) Забезпечити наявність цінового пакету, який забезпечує доступ до інфраструктури ЕЗС клієнтів, що не користуються послугами Оператора ЕЗС на постійній основі.

б) Дотримуватись вимог нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів, що регулюють питання: - улаштування та експлуатації електроустановок; - пожежної та електричної безпеки.

Оператору ЕЗС забороняється:

- 1) Перешкоджати електропостачальникам здійснювати продаж електроенергії з використанням ЕЗС;
- 2) Застосовувати до різних електропостачальників різні умови акредитації (у тому числі, встановлювати різну вартість послуг з користування ЕЗС для продажу електроенергії);
- 3) Вчиняти будь-які дії, що суперечать торговим та іншим чесним звичаям у підприємницькій діяльності, та, зокрема, призводять до порушення прав та інтересів споживачів.

Якщо ЕЗС працює від автономного джерела живлення та не приєднана до ОЕС України, Оператор ЕЗС має право одночасно:

- 1) Надавати послуги з користування ЕЗС;
- 2) Здійснювати продаж електричної енергії власного виробництва, без отримання ліцензії на постачання електричної енергії.

#### **1.1.6. Права та обов'язки електропостачальників**

Продаж електроенергії з використанням ЕЗС здійснюється електропостачальниками.

Електропостачальник при реалізації електроенергії із застосуванням ЕЗС має право:

- 1) Визначати ціну на електричну енергію, що реалізується через ЕЗС, та пропонувати її споживачу за принципом публічної оферти;
- 2) Безперешкодного та недискримінаційного доступу до ЕЗС.

Електропостачальник зобов'язаний:

- 1) При купівлі електроенергії з метою її реалізації із застосуванням ЕЗС - дотримуватись вимог Закону України “Про ринок електричної енергії”;
- 2) Оплачувати оператору ЕЗС вартість спожитих послуг з користування ЕЗС.

Електропостачальнику заборонено у будь-який спосіб перешкоджати споживачу в реалізації права на вільний вибір особи, в якій буде куплено електричну енергію.

#### **1.1.7. Права та обов'язки постачальника універсальних послуг**

Постачальник універсальних послуг зобов'язаний оплачувати споживачу вартість відпущеної ним електричної енергії згідно диференційованого за часом доби тарифу, встановленого НКРЕКП.

Постачальнику універсальних послуг заборонено в будь-який спосіб перешкоджати споживачу реалізувати право на відпуск електричної енергії в мережу, зокрема, але не виключно, шляхом відмови в оплаті відпущеної споживачем електроенергії або зволікання з здійсненням оплати.

Постачальник універсальних послуг одночасно з виконанням обов'язку щодо купівлі електричної енергії у споживачів, що здійснюють її накопичення, надає оператору системи передачі послугу із забезпечення диверсифікації джерел балансування ОЕС України. Така послуга надається постачальником універсальних послуг виходячи з фактичних обсягів купівлі електричної енергії за диференційованими за часом доби тарифами у споживачів.

Вартість послуги із забезпечення диверсифікації джерел балансування ОЕС України визначається у відповідні розрахункові періоди як різниця між вартістю електричної енергії, купленої ним за диференційованими за часом доби тарифами у споживачів, та її вартістю, розрахованою за цінами ринку "на добу наперед". Розрахунок вартості із забезпечення диверсифікації джерел балансування ОЕС України здійснюється постачальником універсальних послуг відповідно до порядку купівлі електричної енергії за диференційованими за часом доби тарифами у споживачів, що затверджується НКРЕКП. Вартість послуги із забезпечення диверсифікації джерел балансування ОЕС України затверджується НКРЕКП.

#### **1.1.8. Права та обов'язки споживачів**

Споживач має право за допомогою акумулятору електротранспортного засобу:

- 1) Здійснювати відбір електроенергії з мережі;
- 2) Здійснювати відпуск електроенергії в мережу та отримувати плату за таку електроенергію від постачальника універсальних послуг за встановленим НКРЕКП тарифом. Право на відпуск електричної енергії може бути реалізовано споживачем виключно після підтвердження електронним цифровим підписом або іншою системою

персональної ідентифікації приєднання до публічного договору з постачальником універсальних послуг.

Споживач зобов'язаний:

- 1) Оплачувати отриману з використанням ЕЗС електроенергію;
- 2) Оплачувати спожиті послуги з користування ЕЗС (у разі продажу електроенергії постачальнику універсальної послуги);
- 3) Жодним чином не здійснювати перешкоди для доступу інших споживачів до інфраструктури ЕЗС;
- 4) Дотримуватися правил безпечної експлуатації інфраструктури ЕЗС.

### **1.1.9. Права та обов'язки оператора системи розподілу електричної енергії**

Оператори систем розподілу електричної енергії мають право бути операторами ЕЗС.

Оператори систем розподілу електричної енергії зобов'язані в планах розвитку розподільних електричних мереж передбачати заходи з ремонту / реконструкції / модернізації / будівництва електричних мереж для забезпечення необхідного для приєднання ЕЗС резерву потужності, якщо розміщення цих ЕЗС заплановане органами місцевого самоврядування та місцевими органами виконавчої влади в містобудівній документації.

Операторам систем розподілу електричної енергії забороняється створювати перешкоди в приєднанні ЕЗС до електричних мереж, або в будь-який інший спосіб перешкоджати операторам ЕЗС та електропостачальникам здійснювати підприємницьку діяльність.

### **1.1.10. Роль органів місцевої влади у сфері розвитку інфраструктури ЕЗС**

Органи місцевого самоврядування та виконавчі органи сільських, селищних і міських рад, Київська та Севастопольська міські державні адміністрації, в межах компетенції, забезпечують:

- 1) Планування розміщення об'єктів ЕЗС при розробці та затвердженні містобудівної документації. При цьому, містобудівна документація має передбачати встановлення ЕЗС в обсязі не менше ніж 10 % паркувальних місць на парковках та автостоянках загального користування місткістю понад 20 паркувальних місць, що



планується створити та/або реконструювати, незалежно від форми власності на такі парковки та автостоянки.

2) Проведення інвестиційних конкурсів щодо встановлення ЕЗС на платних комунальних парковках і автостоянках, місткістю понад 20 паркувальних місць. При цьому, обсяг паркувальних місць доступних до обслуговування ЕЗС не повинен бути меншим ніж 10 % сукупного обсягу доступних для паркування місць на такій парковці або автостоянці.

Намір щодо встановлення ЕЗС на території, що перебуває у комунальній власності та не належить до платних комунальних парковок та автостоянок, реалізується за декларативним принципом шляхом повідомлення виконавчим органам сільських, селищних і міських рад, Київській та Севастопольській міській державній адміністрації.

Встановлення та експлуатація ЕЗС на території, що перебуває в приватній власності, здійснюється без повідомлення про це виконавчих органів сільських, селищних і міських рад, Київської та Севастопольської міських державних адміністрацій.

Діяльність з встановлення та експлуатації ЕЗС не потребує отримання:

1) Документів, що надають право на виконання підготовчих та будівельних робіт, прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів;

2) Паспорту прив'язки;

3) Дозволів на розміщення об'єктів благоустрою.

Органи місцевого самоврядування та виконавчі органи сільських, селищних і міських рад, Київська та Севастопольська міські державні адміністрації сприяють розвитку приватної інфраструктури ЕЗС, зокрема шляхом:

1) Створення можливості проходження online всіх процедур, необхідних для улаштування та експлуатації ЕЗС.

2) Застосування механізмів державно-приватного партнерства.

Якщо ЕЗС встановлена на території, що перебуває у комунальній власності, органи місцевого самоврядування мають право встановлювати щорічну орендну плату за користування земельною ділянкою у порядку, передбаченому чинним податковим законодавством.

### **1.1.11. Деякі організаційні аспекти улаштування УЗС**

При будівництві / реконструкції будівель громадського та комерційного призначення, а також багатоповерхових будівель житлового призначення одночасно з проектуванням та будівництвом автостоянок/парковок з сукупною місткістю від 20 паркувальних місць, забезпечується створення ЕЗС у обсязі не менше ніж 10 % від сукупного обсягу паркувальних місць. Необхідна для діяльності відповідної кількості ЕЗС потужність враховується при приєднанні об'єкту до мереж електропостачання та/або забезпечується шляхом приєднання до розташованих на об'єкті електростанцій чи електронакопичувальних установок.

Орендар має право звернутись до орендодавця із заявою щодо розміщення ЕЗС на орендованому об'єкті, якщо такий об'єкт містить майданчик, відведений та/або придатний для улаштування парковки чи автостоянки. Орендодавець може відмовити орендарю в наданні згоди на розміщення ЕЗС на орендованому об'єкті виключно у випадку недосягнення згоди щодо порядку розподілу між орендарем та орендодавцем відповідних видатків, у тому числі, покриття видатків на приєднання об'єкту до мереж (збільшення приєднаної потужності).

Якщо ЕЗС планується розміщати на території, що належить до управління ОСББ, житлових та садових кооперативів, і при цьому для будівництва ЕЗС (у т.ч. щодо приєднання до мереж) не залучаються кошти вказаних організацій, то погодженню з ними підлягає виключно місце розташування ЕЗС.

#### **1.1.12. Деякі нормативно-технічні аспекти улаштування ЕЗС**

ЕЗС укомплектовуються виключно електрзарядними пристроями, що пройшли державну сертифікацію в органі з сертифікації, уповноваженому центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері технічного регулювання. При цьому, забороняється будь-яке обмеження багатоманітності обладнання та технологій, крім випадків коли таке обмеження має на меті забезпечити безпеку здоров'я та життя людини.

Електрзарядні пристрої мають бути розташовані в безпосередній близькості до паркувальних місць.

Непобутові ЕЗС, крім автономних ЕЗС, мають бути обладнані окремими засобами комерційного обліку електричної енергії, які забезпечують автоматизовану передачу даних обліку:

- 1) Електроенергії, спожитої на власні потреби ЕЗС;
- 2) Електроенергії, відібраної / відпущеної споживачем.

Непобутові ЕЗС, крім автономних ЕЗС, мають бути обладнані програмним забезпеченням, яке відповідає наступним вимогам:

1) Забезпечує ідентифікацію споживача на основі персонального електронного цифрового підпису або інших систем персональної ідентифікації.

2) Надає споживачу інформацію щодо: - місцезнаходження парковок та автостоянок, обладнаних ЕЗС, наявності на них вільних паркувальних місць, обладнаних ЕЗС, та орієнтовного часу звільнення зайнятих паркомісць, обладнаних ЕЗС; - всіх акредитованих на ЕЗС електропостачальників та їх цінових пропозицій; - діючих погодинних тарифів на відпуск електричної енергії, встановлених НКРЕКП; - вартості послуг з користування ЕЗС.

3) Надає споживачу можливість вільно обирати електропостачальника з переліку електропостачальників, акредитованих на ЕЗС.

4) Інформує споживача про: - обсяг відібраної/відпущеної електричної енергії та її вартість; - обсяг спожитих послуг з користування ЕЗС та їх вартість.

5) Надає споживачу можливість оплачувати спожитий товар та послуги в готівковій та безготівковій формі.

6) Забезпечує можливість інтеграції в єдину систему зберігання інформації щодо розрахунків та транзакцій на ринку електричної енергії, побудованої із застосуванням технологій реплікації розподіленої бази даних (за аналогом технології blockchain) (після її запровадження). Вказана система має функціонувати з урахуванням вимог Закону України “Про ринок електричної енергії” та обслуговується:

- адміністратором розрахунків ринку електричної енергії;
- адміністратором комерційного обліку електричної енергії.

7) Забезпечує автоматизовану передачу даних про обсяг проведених споживачем трансакцій до електропостачальників (у т.ч. постачальника універсальних послуг), оператора балансуючого ринку, оператора внутрішньодобового ринку.

Паркомісця, призначені для обслуговування непобутовими ЕЗС, повинні бути позначені наступним чином:

- 1) Обведені по периметру лінією контрастного кольору ;
- 2) Позначені написом котнтрастного кольору великими буквами “ЕЛЕКТРИЧНА ЗАРЯДНА СТАНЦІЯ”;
- 3) Забезпечені дорожніми знаками:
  - “ПАРКОВКА ЗАБОРОНЕНА КРІМ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ”;
  - “Електрозарядна станція”.

Розмір паркомісць, призначених для обслуговування непобутовими ЕЗС, повинен відповідати наступним вимогам:

- 1) ЕЗС для вантажного транспорту: - мінімальна ширина 3,7 м; - мінімальна довжина 5,5 м; - доступ до проходу 1,5 м.
- 2) ЕЗС для легкового транспорту загального призначення:
  - мінімальна ширина 2,7 м;
  - мінімальна довжина 5,5 м;
  - доступ до проходу 1,5 м.
- 3) ЕЗС для транспорту медичного призначення:
  - мінімальна ширина 3 м;
  - мінімальна довжина 5,5 м;
  - доступ до проходу 1,5 м;
  - ширина простору має забезпечувати можливість проїзду осіб з обмеженою або тимчасово обмеженою мобільністю (у т.ч. інвалідних візків та медичних каталок).

### **1.1.13. Управління чергою на паркувальні місця, обладнані ЕЗС**

Основним призначенням паркувальних місць, обладнаних непобутовими ЕЗС, є зарядка, а не парковка транспортного засобу.

У разі, якщо електричний транспортний засіб має потребу у зарядці, він має пріоритетне право на зайняття паркувального місця (місця автостоянки), обладнаного непобутовою ЕЗС.

Паркування автомобілів з двигунами внутрішнього згорання на паркомісцях, обладнаних непобутовими ЕЗС, заборонено.

Власники приватних паркувальних майданчиків (автостоянок), повинні забезпечувати управління чергою на доступ до непобутових ЕЗС. Не допускається необґрунтована відмова, пріоритетне просування в черзі та будь-яка інша нецінова дискримінація осіб, що мають намір зарядити транспортний засіб, на підставі членства у клубі, об'єднанні та/або з інших підстав.

Власники побутових ЕЗС мають пріоритетне право на користування ними. Одночасно, власники побутових ЕЗС можуть надавати право користування ЕЗС іншим особам на платній або безоплатній основі. Надання права користування побутовою ЕЗС власником ЕЗС іншим особам на платній основі вважається підприємницькою діяльністю у вигляді надання послуг з користування ЕЗС.

## **1.2 Огляд основних типів та характеристики зарядних станцій для електромобілів.**

Так як основний притік електроавтомобілів до України – це придбання вживаних автівок закордоном, найбільш популярні країни для купівлі являються:

- Америка;
- Країни Європи;
- Японія;
- Китай.

Нажаль, при швидкому росту попиту на електроавтомобілі роз'єми для підзарядки ще не уніфіковані. Саме тому на просторах України зустрічаються такі типи роз'ємів:

- Type 1;
- Type 2;
- CHAdeMO;
- GB/T 20234.2;
- GB/T 20234.3;
- CCS-Type1;

- CCS-Type1;

Усі роз'єми поділяються на роз'єми для швидкого заряджання постійним струмом та на повільні, які використовують змінний струм.

До сімейства швидких зарядок входять:

- CHAdeMO;
- GB/T 20234.3;
- CCS-Type1;
- CCS-Type2.

До сімейства повільних зарядок входять:

- Type 1;
- Type 2;
- GB/T 20234.2

### **1.2.1. Роз'єм CHAdeMO**

CHAdeMO — це система швидкої зарядки акумуляторних електромобілів , розроблена з 2010 року асоціацією CHAdeMO, сформованою Tokyo Electric Power Company та п'ятьма великими японськими автовиробниками. Назва є аббревіатурою від «CHArge de MOve» (що організація перекладає як «плата за переїзд») і походить від японської фрази « o CHA deMO ikaga desuka » перекладаючи англійською мовою як «Як щодо чашки чаю?», маючи на увазі час, необхідний для зарядки автомобіля.

Він конкурує з комбінованою системою зарядки (CCS), яка з 2014 року є обов'язковою для електромобілів, що продаються в Європейському Союзі , власним роз'ємом Tesla, який використовується мережею Supercharger за межами Європи, і китайським стандартом зарядки GB/T .



Рисунок 1.2.1. - роз'єм CHAdeMO

Станом на 2022 рік CHAdeMO залишається популярним у Японії, але встановлюється на дуже небагато нових автомобілів, що продаються в Північній Америці чи Європі.

Роз'єми CHAdeMO першого покоління забезпечують до 62,5 кВт при 500 В, 125 А постійного струму через власний електричний роз'єм, додаючи близько 120 кілометрів (75 миль) радіусу дії за півгодини. Його включено до кількох міжнародних стандартів зарядки транспортних засобів.

Специфікація другого покоління дозволяє до 400 кВт на 1 кВ, 400 А постійного струму. Асоціація CHAdeMO наразі спільно з Радою з електроенергетики Китаю (СЕС) розробляє стандарт третього покоління з робочою назвою «ChaoJi», який має на меті забезпечити 900 кВт.

### **1.2.2. Роз'єм GB/T 20234.3**

Стандарт зарядки GB/T — це набір стандартів GB/T, головним чином сімейства GB/T 20234, для швидкої зарядки електромобілів змінним і постійним струмом, що використовується в Китаї. Стандарти були переглянуті та оновлені останнім часом у 2015 році Управлінням стандартизації Китаю.



Рисунок 1.2.2. - роз'єм GB/T 20234.3

Стандарт швидкої зарядки постійним струмом (GB/T 20234.3) використовує інший, більший роз'єм і дозволяє швидко заряджати на потужності до 250 кВт зі струмом 80/125/200/250 А та напругою 750-1000 В: Однак частіше зустрічаються зарядні пристрої потужністю 50 кВт або іншої нижчої номінальної потужності, які зазвичай зберігають мінімальну напругу GB/T 750 В, але мають інші значення струму. Деякі зарядні пристрої також можуть відповідати фізичній вилці, визначеній GB/T 20234.3, але не стандартним обмеженням потужності GB/T, використовуючи напругу нижче 750 В, наприклад 500 В.

Станом на грудень 2019 року 40% усіх електромобілів, проданих на сьогоднішній день із можливістю швидкої зарядки від постійного струму, були обладнані вхідними роз'ємами GB/T 20234.3, що є більшою кількістю порівняно з наступним за поширеністю (власним впускним роз'ємом Tesla з часткою 19%), що відображає масштаб ринку електромобілів у Китаї. CCS (Combo1 + Combo2) опинилася на третьому місці з часткою 17%, включаючи європейські автомобілі Tesla, обладнані портами CCS Combo2, за нею слідує CHAdeMO (15%).

Максимальна швидкість заряджання обмежується низкою факторів, крім повної номінальної потужності зарядного пристрою. Наприклад:

Деякі зарядні пристрої можуть не забезпечити повну номінальну потужність, якщо напруга автомобільного акумулятора занадто низька, оскільки необхідний струм перевищить номінальний струм зарядного пристрою.

Деякі автомобілі, навіть якщо вони відповідають максимальній напрузі, що подається зарядним пристроєм, можуть не витримувати повну номінальну потужність, оскільки високе споживання струму може призвести до надмірного нагрівання.



Автомобілі з напругою батареї, вищою за номінальну напругу зарядного пристрою, взагалі не зможуть заряджатися (наприклад, зарядні пристрої з мінімальною напругою GB/T 750 В не зможуть заряджати батарею 800 В), хоча деякі, такі як Hyundai E-GMP і Porsche Taycan все ще можуть використовувати зарядні пристрої з нижчою напругою завдяки використанню підвищувального перетворювача.

Невдовзі після виходу стандарту GB/T 20234.3-2015 у 2015 році практичний досвід показав, що система блокування не функціонує належним чином, а роз'єм легко пошкодити. Хоча були заплановані зміни до стандарту 20234.3, стало ясно, що потрібен новий, більш надійний роз'єм. Станом на 2022 рік Китайська рада з електроенергетики та CHAdeMO працюють разом над розробкою нової уніфікованої системи ChaoJi, здатної забезпечувати потужність постійного струму з максимальною потужністю 900 кВт, струмом 600 А та напругою 1500 В. Планується, що нова система замінить як GB/T DC, так і CHAdeMO, і матиме зворотну сумісність для GB/T DC, CHAdeMO та CCS, усі з адаптерами.

### 1.2.3. Роз'єм CCS-Type 1 Type 2

Комбінована система зарядки (CCS) є стандартом для зарядки електромобілів. Він може використовувати роз'єми Combo 1 або Combo 2 для забезпечення потужністю до 350 кіловат. Ці два роз'єми є розширеннями роз'ємів IEC 62196 типу 1 і типу 2 з двома додатковими контактами постійного струму (DC), які дозволяють швидко заряджати постійним струмом високої потужності.

Комбінована система заряджання дозволяє заряджати від мережі змінного струму за допомогою роз'ємів типу 1 і типу 2 залежно від географічного регіону. Це зарядне середовище охоплює зарядні з'єднувачі, зарядний зв'язок, зарядні станції, електромобіль і різні функції для процесу заряджання, такі як балансування навантаження та авторизація заряду.

Електричні транспортні засоби або електротранспортне обладнання (EVSE) сумісні з CCS, якщо вони підтримують заряджання змінним або постійним струмом відповідно до стандартів, перелічених CCS. Виробники автомобілів, які підтримують CCS, включають

BMW, Daimler, FCA , Ford, Jaguar, General Motors, Groupe PSA, Honda, Hyundai, Kia, Mazda, MG , Polestar, Renault, Rivian, Tesla, Mahindra, Tata Motors i Volkswagen Group.



Рисунок 1.2.3.1. - роз'єм CCS-Типу 1

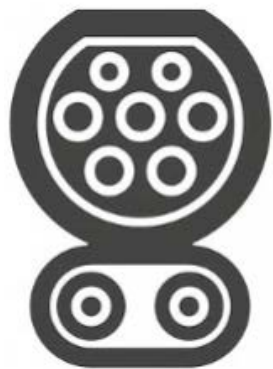


Рисунок 1.2.3.2. - роз'єм CCS-Типу 2

#### **1.2.4. Роз'єм Типу 1**

У Каліфорнії в 2001 році була представлена квадратна розетка під назвою J1772, але вона мала потужність лише 6,6 кВт, тому в 2008 році Yazaki розробила нову вилку потужністю 19,2 кВт, яка з 2010 року стала стандартом для всіх американських автомобілів. Дизайном Yazaki сьогодні є новий J1772, який часто називають J-розеткою або типом 1 .

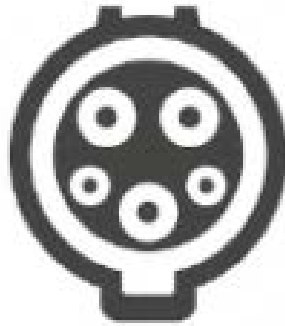


Рисунок 1.2.4. - роз'єм Type 1

Спочатку електромобілі в Європі також мали цей тип роз'єму, тому багато старих або гібридних автомобілів досі оснащені роз'ємом типу 1, але оскільки всі водії електромобілів зазвичай мають із собою власний кабель, немає проблем із заряджанням будь-яка станція змінного струму. Однак зараз Тип 1 використовується переважно в Америці та Азії.

Основний недолік - це однофазна вилка, стандартна для електромобілів з Америки та Азії. Він дозволяє заряджати автомобіль на швидкості до 7,4 кВт, залежно від зарядної потужності вашого автомобіля та можливостей мережі.

### **1.2.5. Роз'єм Type 2**

Роз'єм IEC 62196-2 типу 2 (часто відомий як Mennekes на честь компанії, яка його розробила) використовується для заряджання електромобілів, головним чином у Європі, оскільки він був оголошений стандартом ЄС. На основі поширених червоних трифазних штекерів IEC 60309 із п'ятьма контактами, які мають різні діаметри відповідно до максимального струму (найпоширенішими є 16 А та 32 А), було обрано єдиний розмір, оскільки максимально можлива потужність передаватиметься в автомобіль через двома додатковими комунікаційними контактами та простим кодуванням резистора в кабелі. Бортовий зарядний пристрій усередині автомобіля має відповідно обмежувати струм.



Рисунок 1.2.5. - роз'єм CCS- Type 2

З'єднувач круглої форми, з приплющеним верхнім краєм; вихідна електрична потужність від 3 до 50 кВт для заряджання акумуляторів електромобілів за допомогою однофазного (230 В) або трифазного (400 В) змінного струму (змінного струму) із типовим максимумом 32 А 7,2 кВт за допомогою одного -фазного змінного струму та 22 кВт з трифазним змінним струмом у звичайній практиці. Розетки мають отвори з боків, які дозволяють автомобілю та зарядному пристрою автоматично блокувати вилку, щоб запобігти небажаному перериванню заряджання або крадіжці кабелю.

Європейські автомобілі використовували роз'єм типу 1, поки великі європейські автовиробники не почали шукати нове рішення, яке могло б використовувати всі три фази. У 2003 році були створені нові специфікації IEC 62196, на основі яких була виготовлена вилка типу 2 "mennekes", і вона швидко стала новим європейським стандартом. Завдяки тому, що обидва типи розеток (тип 1 і 2) використовують один і той же сигнальний протокол J1772 для зв'язку, виробники автомобілів можуть виготовляти транспортні засоби однаково і лише в самому кінці встановлювати тип розетки, який відповідає ринку, де буде продаватися авто. Серед цих типів також існують пасивні адаптери. Ще одна важлива перевага вилки типу 2 полягає в тому, що вона підтримує вбудовану систему автоматичного блокування.

(Вилка типу 2 називається Mennekes, тому що однойменна німецька компанія розробила дизайн для цієї вилки. Термін «дизайн Меннекеса» часто згадувався в текстах, і він почав використовуватися серед широкої громадськості .)

У січні 2013 року роз'єм IEC 62196-2 типу 2 було обрано Європейською комісією як офіційну вилку для зарядки змінного струму в Європейському Союзі . Відтоді він був прийнятий як рекомендований роз'єм у більшості країн світу, включаючи Нову Зеландію. При пропусканні змінного струму максимальна потужність роз'єму Меннекеса становить 43 кВт. З'єднувач IEC 62196-2 типу 1 (кодифікований за SAE J1772 ) є відповідним стандартом для однофазного заряджання змінним струмом у Сполучених Штатах, Канаді та Південній Кореї. J1772 має максимальну вихідну потужність 19,2 кВт.

### 1.2.6. Роз'єм GB/T 20234.2

Стандарт змінного струму (GB/T 20234.2) використовує штекерні та жіночі роз'єми, фізично сумісні з європейським роз'ємом Type 2 , але з різними конфігураціями та сигналізацією. У той час як європейська реалізація типу 2 (IEC 62196-2 типу 2) використовує роз'єм «мама» і вхідний отвір для транспортного засобу «мама», GB/T 20234.2 визначає роз'єм «штекер» і вхідний отвір для автомобіля «мама» . І IEC 62196-2 Type 2, і GB/T 20234.2 визначають розетку з гніздом і штепсельну вилку . Крім того, GB/T 20234.2 використовує сигнали CC/CP (підтвердження заряджання та контрольний пілот) замість сигналізації PP/CP (пілот-пілот наближення та контрольний пілот).



Рисунок 1.2.6. - роз'єм GB/T 20234.2

Вилка та роз'єм мають форму сплющеного кола з номінальним зовнішнім діаметром 51 мм (2,0 дюйма); сплющена частина зменшує це значення до 44 мм (1,7 дюйма), виміряно зверху вниз.

Він дозволяє заряджати однофазним змінним струмом у режимі 2 (250 В) або режимі 3 (440 В) до 8 або 27,7 кВт відповідно. У режимі 2 живлення подається струмом 10/16/32А і напругою 250В. У режимі 3 живлення подається струмом 16/32/63А і напругою 440В. Хоча семиконтактний інтерфейс здатний пропускати трифазне живлення змінного струму, поточна реалізація обмежена однофазним живленням.

Загалом швидкість заряджання також обмежується бортовим зарядним пристроєм автомобіля, потужність якого зазвичай менше 10 кВт. Вбудований зарядний пристрій перетворює вхідну потужність змінного струму на постійний.

### 1.2.7. Tesla

Tesla — це, звичайно, тема сама по собі, і вона має інші роз'єми, ніж будь-який інший бренд, що дозволяє клієнтам Tesla заряджати на власних зарядних станціях, які не можуть використовуватися жодним іншим транспортним засобом.

У той же час, однак, Tesla також пропонує адаптери для інших типів розеток, тому для їхніх транспортних засобів не є проблемою використовувати зарядні станції з розеткою типу 1 або CHAdeMO.

У війні за переможну вилку постійного струму в Європі Tesla схилилася до розетки CCS Type 2 у своїй Model 3.



Рисунок 1.2.7. - роз'єм Tesla

### **1.3. Оцінка потенціалу використання відновлювальних джерел енергії для заряджання електромобілів.**

Вітрова та сонячна енергія вважаються надійними джерелами заміни звичайних джерел енергії через їхні економічні та екологічні переваги. Однак одним із недоліків цих відновлюваних джерел є їх непослідовність у пропонуванні енергії. Вони не генерують електроенергію весь час і працюють періодично. Проте кілька пропозицій щодо зарядних пристроїв на основі сонячних батарей обговорюються в . Дослідники запропонували зарядну інфраструктуру, призначену для низьких і середніх електромобілів. Дослідники запропонували заряджати електромобілі від сонячної енергії за допомогою вимірювання напруги ланцюга постійного струму. Метою є зниження навантаження на розподільний трансформатор. Однак обмеження сонячної енергії для заряджання електромобілів широкого діапазону знизить шанси на впровадження більшої кількості зарядних станцій на основі сонячних батарей.

Дослідницька робота з управління та оптимізації вітряних турбін (WT) продемонструвала, що вітрова енергія є відповідним вибором для інфраструктури зарядки електромобілів. Дослідники обговорили переваги впровадження зарядних станцій на основі великомасштабних турбін і виявили, що електромобілі можуть бути критичним фактором для забезпечення високого проникнення енергії вітру. Враховуючи проблеми традиційного планування та механізмів диспетчеризації, дослідники розробили модель використання гнучкості заряджання електромобілів для оптимальної компенсації коливань енергії вітру. Вони виявили, що перенесення зарядки електромобілів на час із сильним вітром дозволило заощадити кошти. В іншому дослідженні, була досліджена можливість використання енергії вітру як прямого джерела для зарядних станцій електромобілів. Дослідники запровадили метод на основі інтервалів, який відповідає часовому проміжку, використаному для зарядки електромобілів для перетворення енергії вітру, і оцінюється за допомогою різних обмежень і параметрів, включаючи часовий інтервал усереднення для швидкості вітру, різних виробників турбін і регулярні набори даних швидкості вітру з високою роздільною здатністю. . Аналіз показав, що використання прямого вітру для електромобілів забезпечує достатньо постійної потужності для великих зарядних станцій.

Дослідники розробили оптимальну зарядну інфраструктуру з використанням вітряних турбін для різних режимів зарядки щодо оптимальної потужності зарядки. Інфраструктура підключена до мережі та має систему зберігання енергії. Номінальна потужність була оптимізована на 52, 84 і 116 кВт для повільної, середньої та швидкої зарядки відповідно. З іншого боку, дослідження розробило модель керування електроенергією для підвищення надійності енергії вітру.

Однак ми можемо зробити висновок, що сонячна та вітрова енергія є відповідними джерелами для інфраструктури зарядки електромобілів. Зарядна установка може бути гібридною (сонячна та вітрова) або негібридною з використанням відповідної ємності для підтримки процесу зарядки під час коливань джерел. Розмір генератора залежить головним чином від типу зарядки (швидка, середня або повільна). Тим не менш, використання акумуляторних батарей негативно впливає на навколишнє середовище. Результати дослідження показують, що глобальний попит на електронну мобільність збільшить виробництво акумуляторів до 2030 року приблизно до 1725 ГВт-год, а нікель буде домінуючою сировиною для літій-іонних акумуляторів. Зараз попит на батареї становить 4% річного світового виробництва нікелю, і за поступовим сценарієм у 2030 році попит на нікель зросте до 34% поточного виробництва гірничодобувної промисловості. Навіть якщо нікель є важливим компонентом для заводів, як і будь-який метал і хімікат, його надмірна кількість може негативно вплинути на якість середовища для флори та фауни. Як наслідок, нікель суворо контролюється та піддається суворій оцінці відповідно до різноманітних законодавчих рамок

#### **1.4. Висновки та постановка задач роботи**

Отже, для електромобілів є два типи зарядки – швидкісний та повільний. Повільними зарядками користуються здебільше в домах, гаражах, паркінгах житлових будинках, тобто там де електромобіль може підзарядитись впродовж довшого часу. В таких місцях зарядні пристрої потужністю навіть в 3 кВт актуальні, бо стоячи на зарядці



годин 10 у нічний час, цього заряду вистачить на поїздки по місту. Як ми розуміємо такі зарядки мало впливають на енергомережі.

Зовсім інше - це швидкісні зарядки, де потужність заряджальних модулів починається від 30 кВт та в принципі не має обмежень, наприклад потужність Tesla Supercharger досягає 250 кВт, китайські виробники презентують зарядні станції потужністю 500 кВт. Для українського ринку поки що найпотужніші модулі заряджання одного автомобіля це 60-80 кВт. Для таких потужностей вже є низка проблем для реалізації зручної мережі зарядних станцій. Бо підключення потужності навіть в 50 кВт вже є проблематичним, електромережі України не мають до поки можливості надання таких потужностей в зручних місцях користування. То ми і маємо що такі зарядні станції можуть встановлюватись тільки в місцях де є запас заведеної потужності а саме:

- На парковках торгівельно-розважальних центрів;
- На автозаправних станціях;
- В промислових зонах, біля заводів;
- На промислових сонячних електростанціях;
- На промислових вітряних електростанціях;
- На розподільчих/трансформаторних пунктах районних електромереж
- На території приватних готелів/баз відпочину/ресторанів.

Здебільшого всі перераховані місця мають обмежену вільну потужність та мають високу ціну за 1 кВт\*год., інші місця або не мають інфраструктури для людей що заряджають електромобілі, або розташовані в місцевості де недоцільно встановлювати зарядні станції.

Через усе перераховане постановою задачі роботи складає з себе проектування зарядної станції для електромобілів з використанням відновлювальних джерел енергії задля:

- Зменшення навантаження на електромережі України;
- Зменшення кінцевої вартості електроенергії для користувачів зарядними станціями для електромобілів;

- Збільшення потужностей та кількостей зарядних станцій на просторах України.

## Основна частина

### 2. Обґрунтування режимів взаємодії зарядних станцій для електромобілів та ВДЕ

#### 2.1. . Розрахунок параметрів режиму роботи фотоелектричної станції для громадської парковки.

Розрахунок сонячної станції буде проводитись для паркувального майданчику на території торговельного центру «Епіцентр» за адресою Запорізьке шосе, 62-К, Дніпро, Дніпропетровська область. Влаштування сонячних панелей буде на навісах для паркування.



Рисунок 2.1.1. - місця проектування СЕС для паркувального майданчику

В Україні розміри паркувального місця визначається будівельними нормами, а саме ДБН В.2.3-15:2007. Розмір паркомісця повинен відповідати розміром 2,5 на 5,3 м

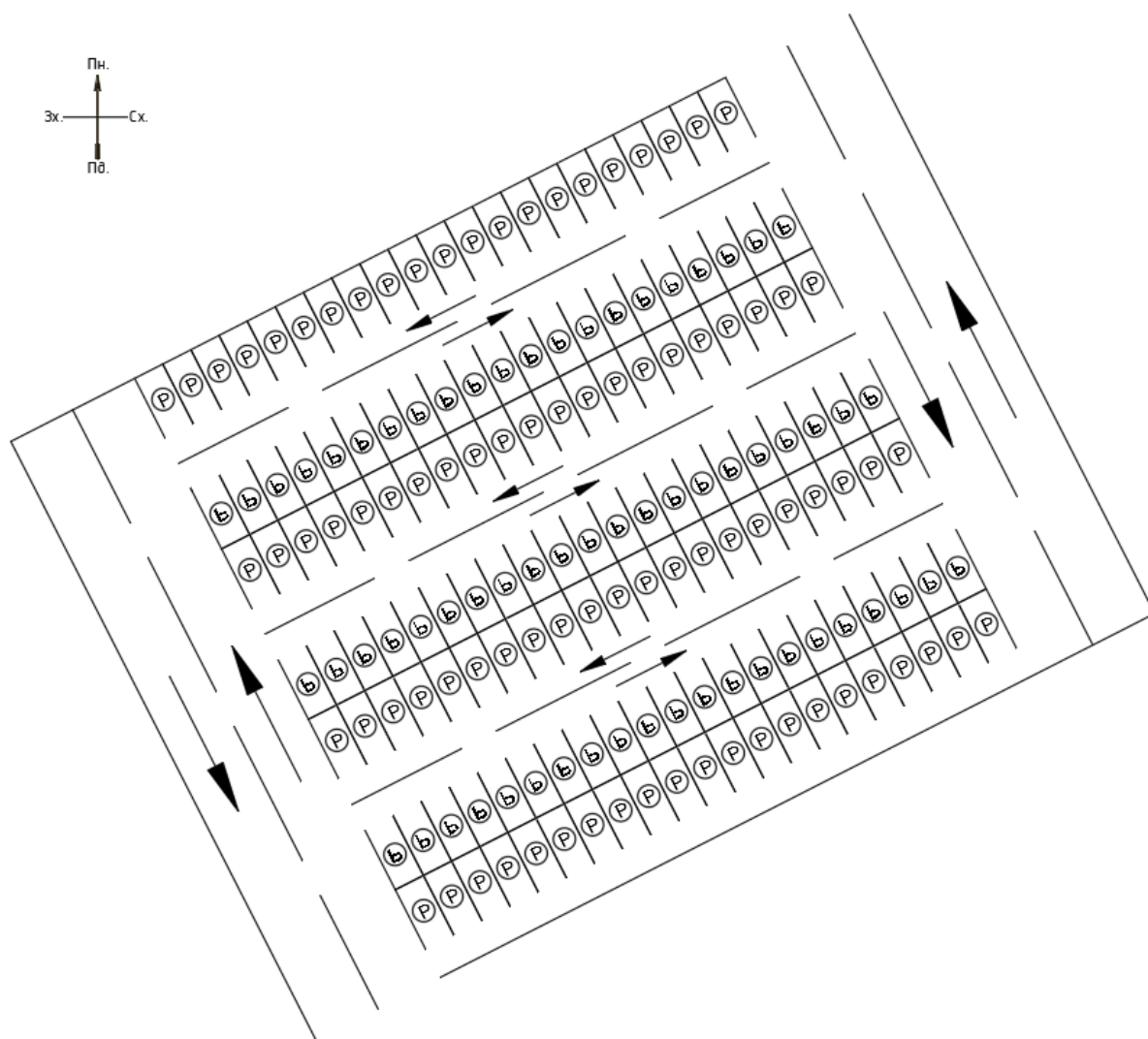


Рисунок 2.1.2. - Доступне місце для встановлення сонячних панелей з 147 місцями під парковку

Для цього проекту будуть використовуватись фотоелектричні модулі компанії Risen Energy, модель RSM110-8-545M

**ELECTRICAL DATA (STC)**

Model Number	RSM110-8-535M	RSM110-8-540M	RSM110-8-545M	RSM110-8-550M	RSM110-8-555M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	<b>535</b>	<b>540</b>	<b>545</b>	<b>550</b>	<b>555</b>
Open Circuit Voltage-Voc(V)	37,58	37,78	38,02	38,24	38,46
Short Circuit Current-Isc(A)	18.13	18.18	18.23	18.28	18.33
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	31.26	31.46	31.66	31.86	32.06
Maximum Power Current-Impp(A)	17.12	17.17	17.22	17.27	17.32
Module Efficiency (%) *	20.5	20.7	20.9	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

\* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Рисунок 2.1.3. – Номінальні значення панелі STC

Габарити модуля наведені на Рисунку 2.1.4.

**Dimensions of PV Module** Unit: mm

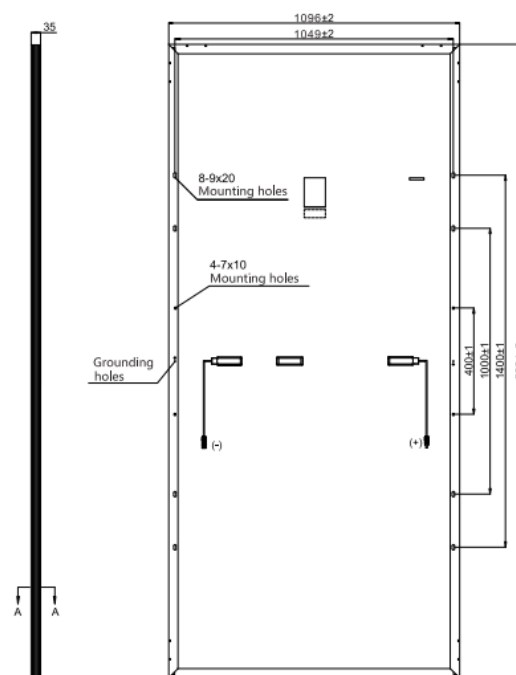
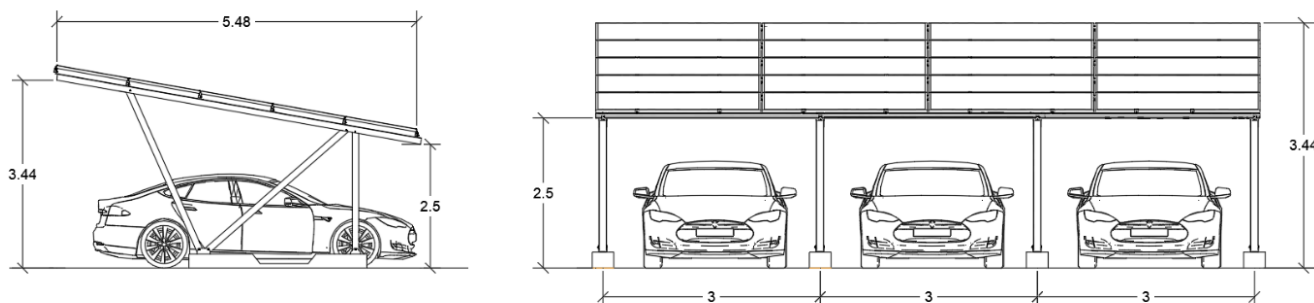


Рисунок 2.1.4. – Габарити RSM110-8-545M

Решта паспортних даних Risen RSM110-8-545M знаходиться у Додатку А

Для навісу вибираємо типові рішення з проектування навісів для автівок під сонячні панелі



Малюнок 2.1.5. – Габарити навісу для паркування одного ряду автівок

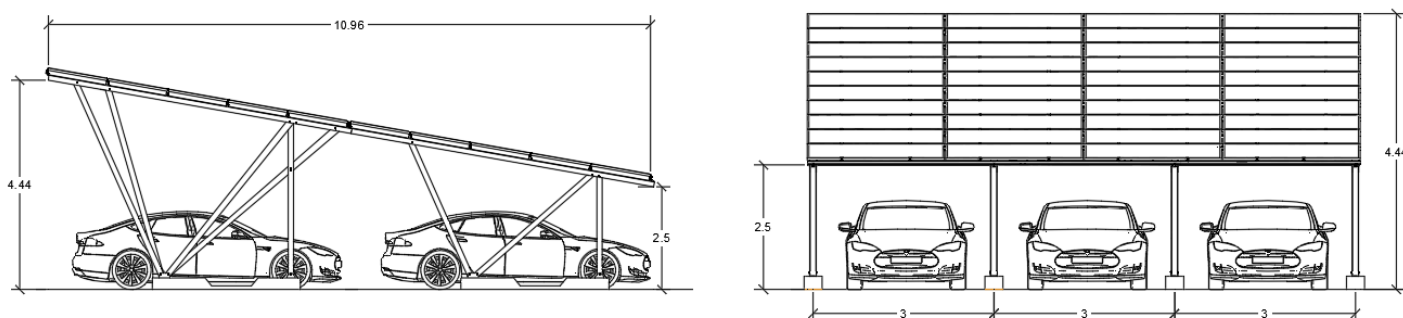


Рисунок 2.1.6. – Габарити навісу для паркування двох рядів автівок

Так як сонячні панелі будуть розташовані на навісі для паркування, то розташувати модулі строго на Південь не є можливим. Тому треба враховувати азимут місця встановлення панелей.

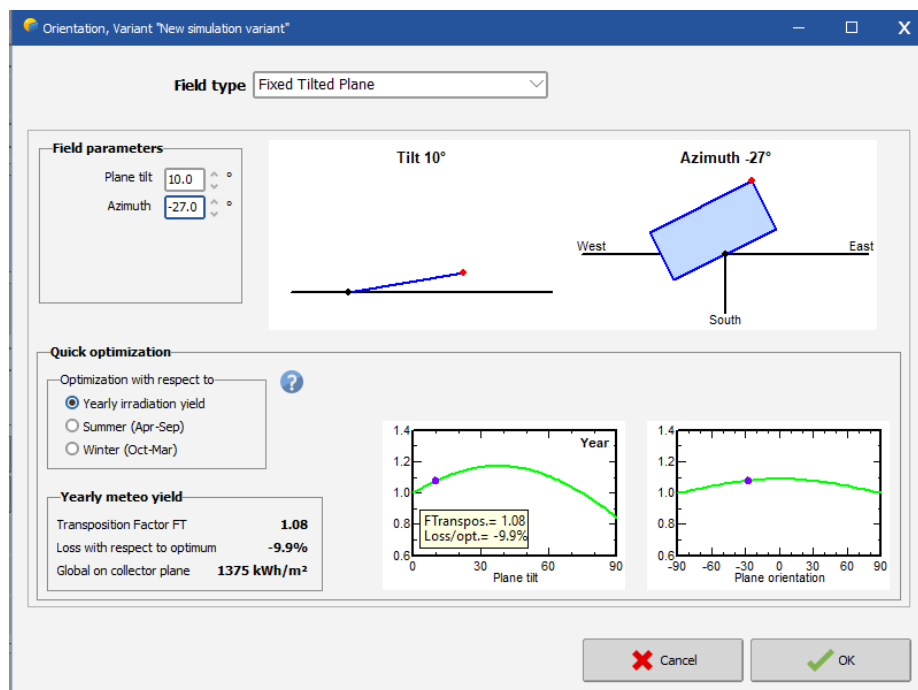


Рисунок 2.1.7. – Кут відхилення розташування панелей від Півдня змодельоване у програмі PVsyst

Сонячні панелі будуть мати одну орієнтації

1) З кутом нахилу 10 та азимутом -27;

Так як габарити навісів потребують більше місця ніж 2,5 на 5,3м, а саме 3 на 5,48 м, також при врахування затенення навісів від самих навісів кількість паркувальних місць зменшиться до 102 див. Малюно 2.1.5.

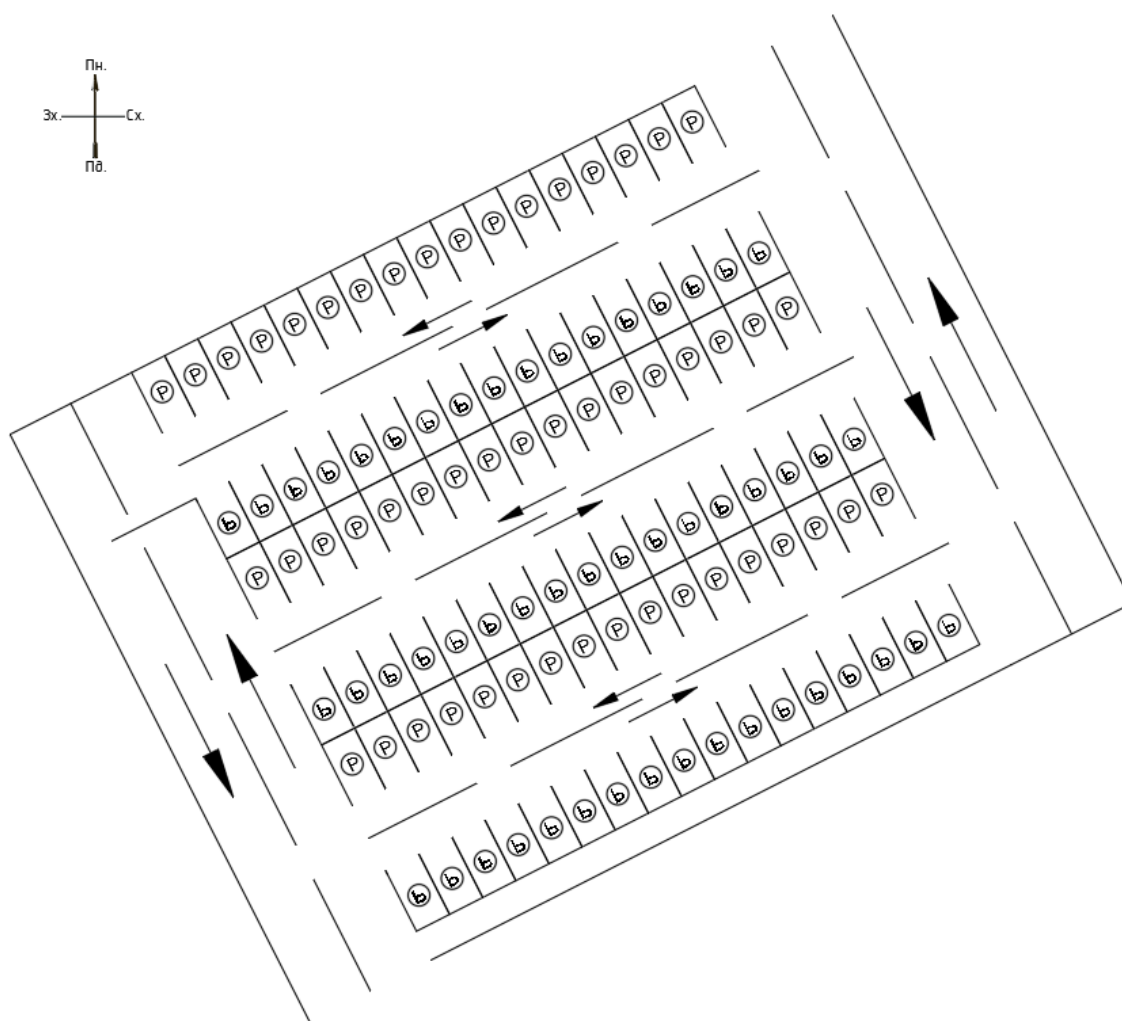


Рисунок 2.1.8. – Кількість паркувальних місць з навісом

Обчислимо площу одного модуля

$$S_M = l \cdot w = (2,384 + 0,02) \cdot (1,096 + 0,02) = 2,662 \text{ м}^2$$

де  $l$  – довжина,  $w$  – ширина,  $0,02$  – відстань між сусідніми панелями.



Знайдемо кількість сонячних фотомодулів для однорядного навісу знайдемо за формулою:

$$N = S_{\text{навісу}} / S_m = 51 * 5,48 / 2,662 = 105, \text{ шт. ,}$$

$$N_{\text{навіс.}} = 105 \text{ шт. ,}$$

Так як в дворядний навіс для автівок, то два однорядних, то кількість панелей для дворядного навісу дорівнює 210 шт.

Загальна кількість панелей дорівнює

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{навіс}} * 8 = 105 * 6 = 630, \text{ шт.}$$

Пікова потужність по панелях складає:

$$P_{\text{пik}} = N_{\text{заг}} * P_{\text{ном пан}} = 630 * 545 = 343,350 \text{ кВт-пik}$$

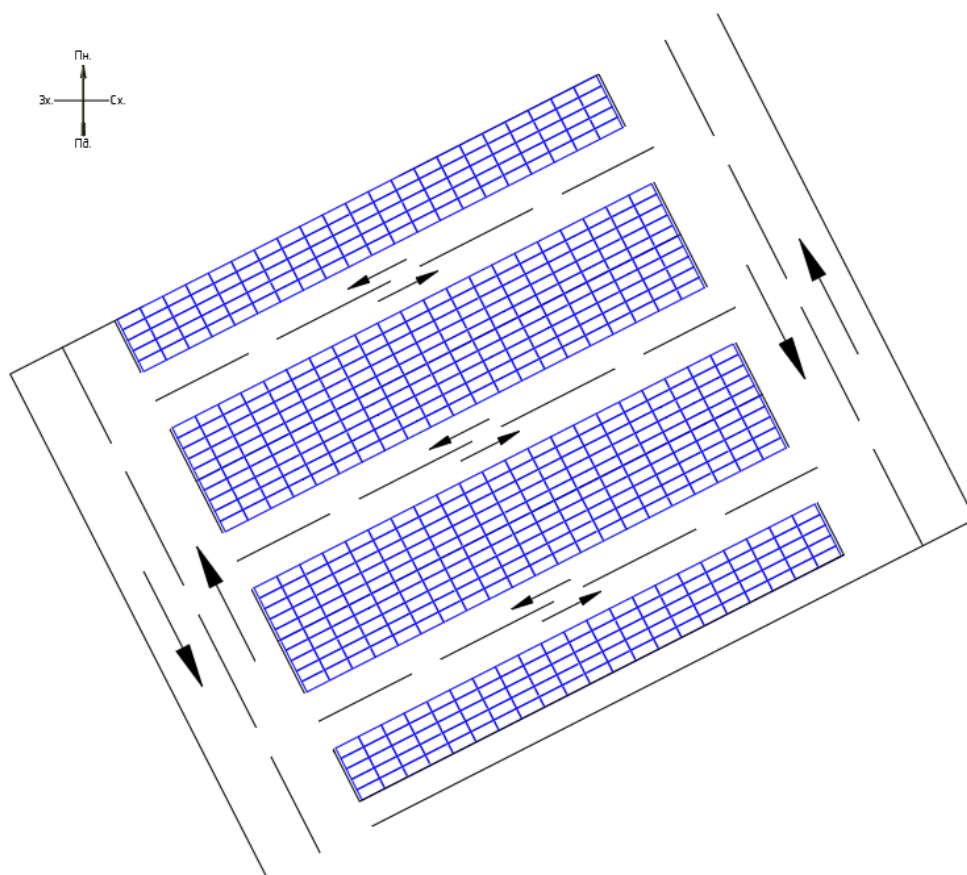


Рисунок 2.1.9. – Розташування фотоелектричних модулів на дахах навісів.



Отже на даному об'єкті можливо встановити 630 панелей Risen RSM110-8-545M, а саме:

1) 630 шт. з кутом нахилу  $10^\circ$  та азимутом  $27^\circ$ ;

Для розрахунку кількості інверторів використовують формулу:

$$N_{\text{інв}} = P_{\text{пік}} * P_{\text{макс інв}}$$

Під цей проект будемо використовувати інвертор Huawei SUN2000-100KTL-M1, згідно мануалу на інвертор, максимальна потужність по DC дорівнює 112 200 Вт. Отже:

$$N_{\text{інв}} = 343\,350 * 112\,200 = 3,06 \approx 3 \text{ інв.}$$

Для розрахунку кількості рядів панелей на інвертор, та кількості панелей у ряду будемо використовувати професійну програму PVsyst

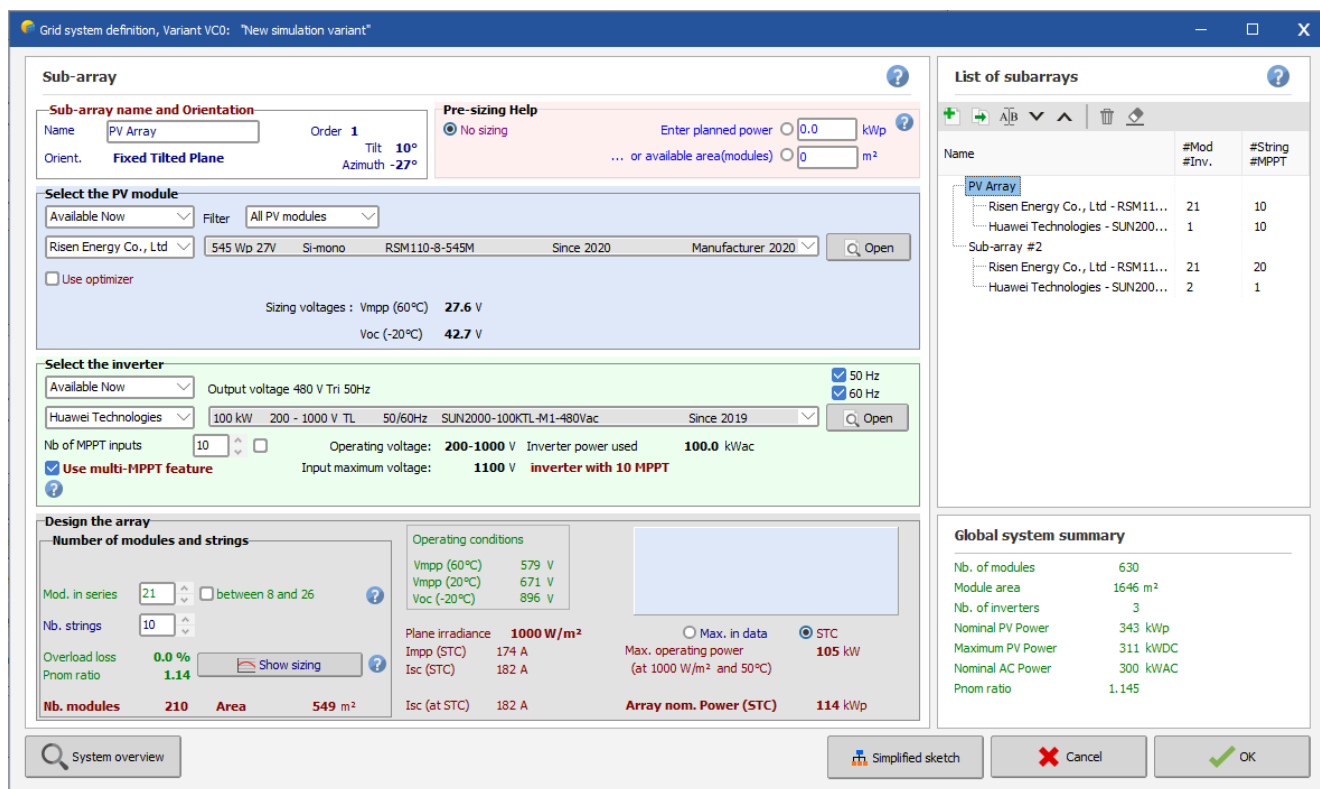


Рисунок 2.1.10. – Розрахунок кількості рядів та кількості панелей на інвертор

З розрахунку PVsyst отримуємо, що на один інвертор Huawei SUN2000-100KTL-M1 підключаємо 10 рядів (strings) по 21 панелі в ряді (Mod. In series)

Після розрахунків у програмі PVsyst.

Розрахунок затенення також проведемо в PVsyst:

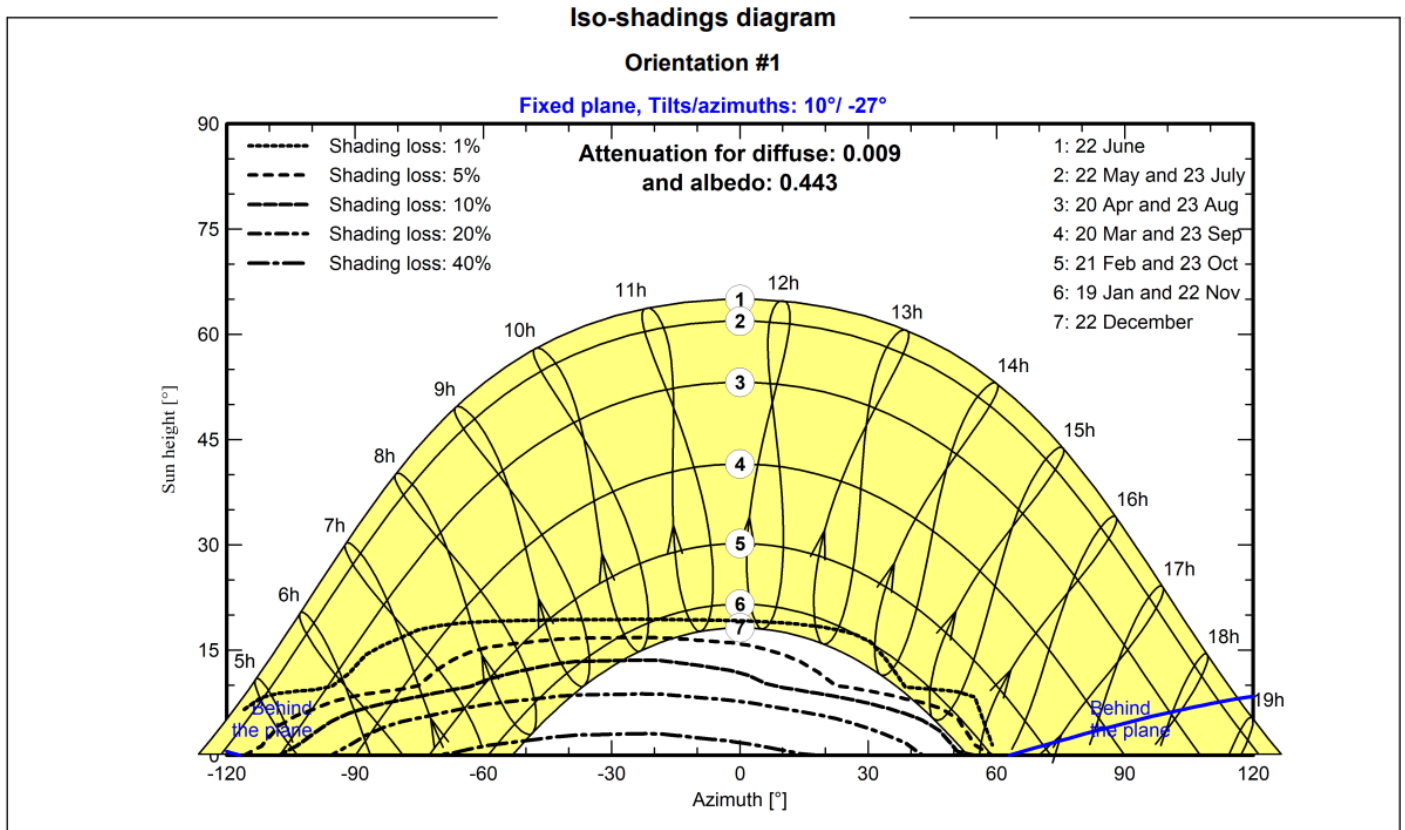


Рисунок 2.1.11. Моделювання затенення ФЕМ за рік

З діаграми бачимо, що затенення відбувається тільки 22 грудня, тому цим затененням можемо знехтувати. Отже усі розміри включаючи міжрядні відстані між панелями вибрано правильно.

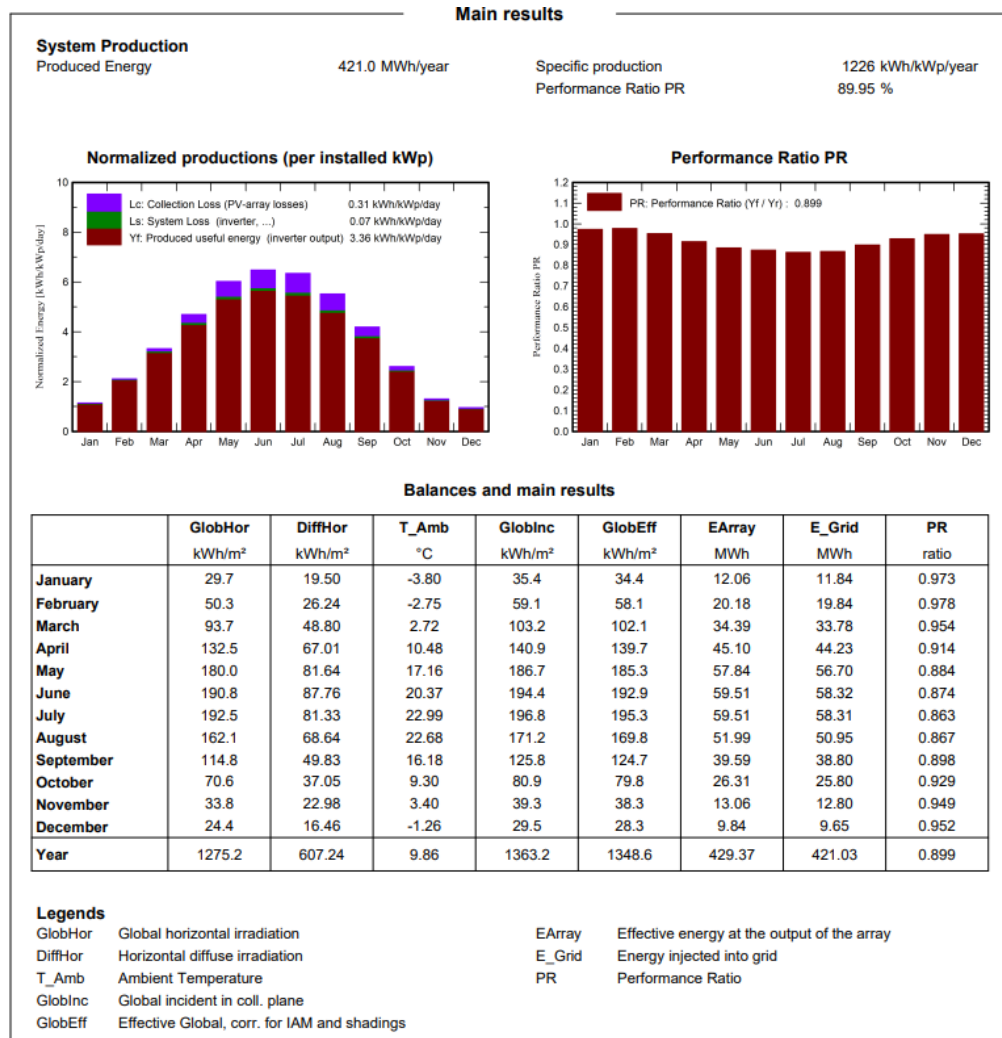


Рисунок 2.1.12. Таблиця генерації енергії ФЕМ за рік

За рисунком 2.1.12. бачимо, що річна генерація ФЕМ досягає 421,03 МВт\*год. Проте, генерація в продовж року нерівномірна. Так наприклад у Січні генерація досягає всього 11,84 МВт\*год. Дефіцит електроенергії виникає у зимовий період, коли світовий день коротший а сонце нижче.

Для порівняння потенціальної генерації сонячної електростанції візьмемо найгірший день для СЕС та найкращий день. Це найкоротший день у році 21 Грудня та найдовший день 21 Червня.

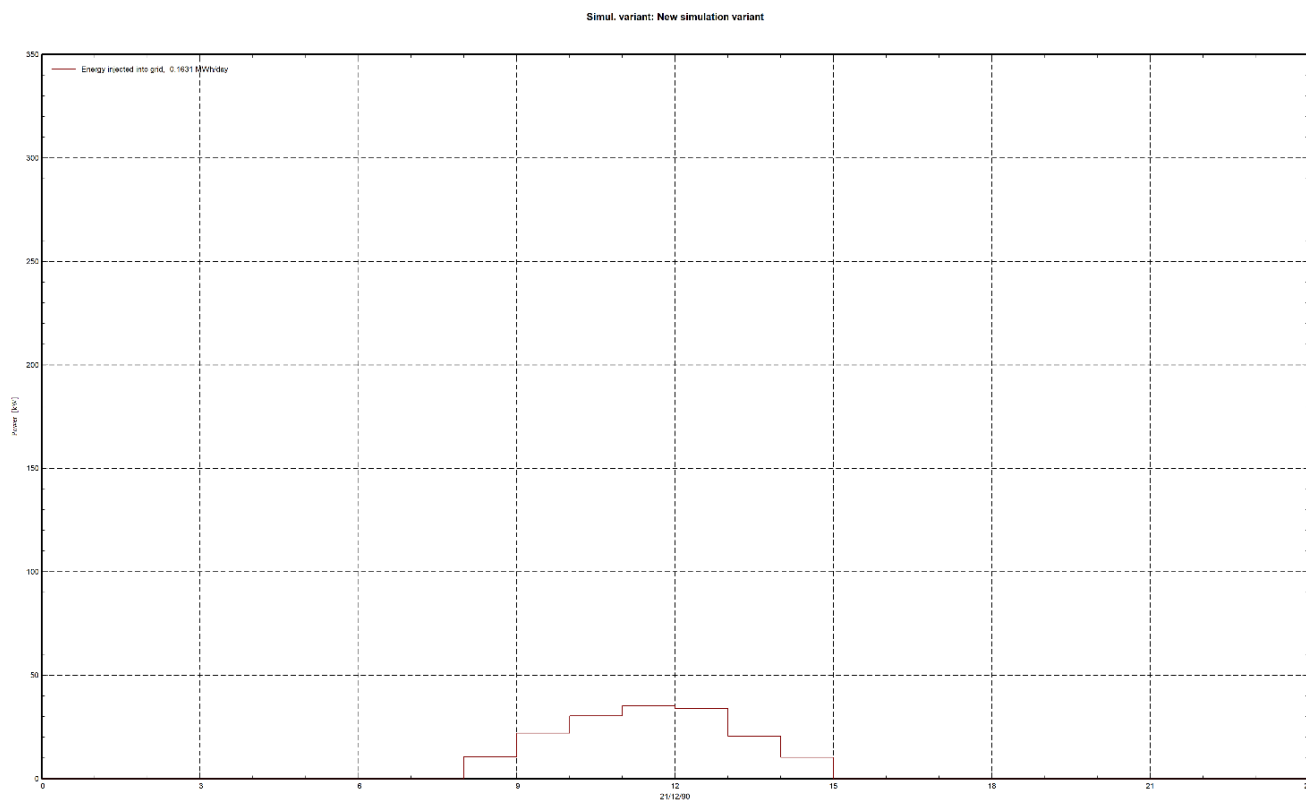


Рисунок 2.1.13. Графік генерації 21 Грудня

Як ми можемо бачити пікова потужність цього дня буде складати приблизно 36 кВт-пік впродовж години. В інші годи генерація буде ще менше.

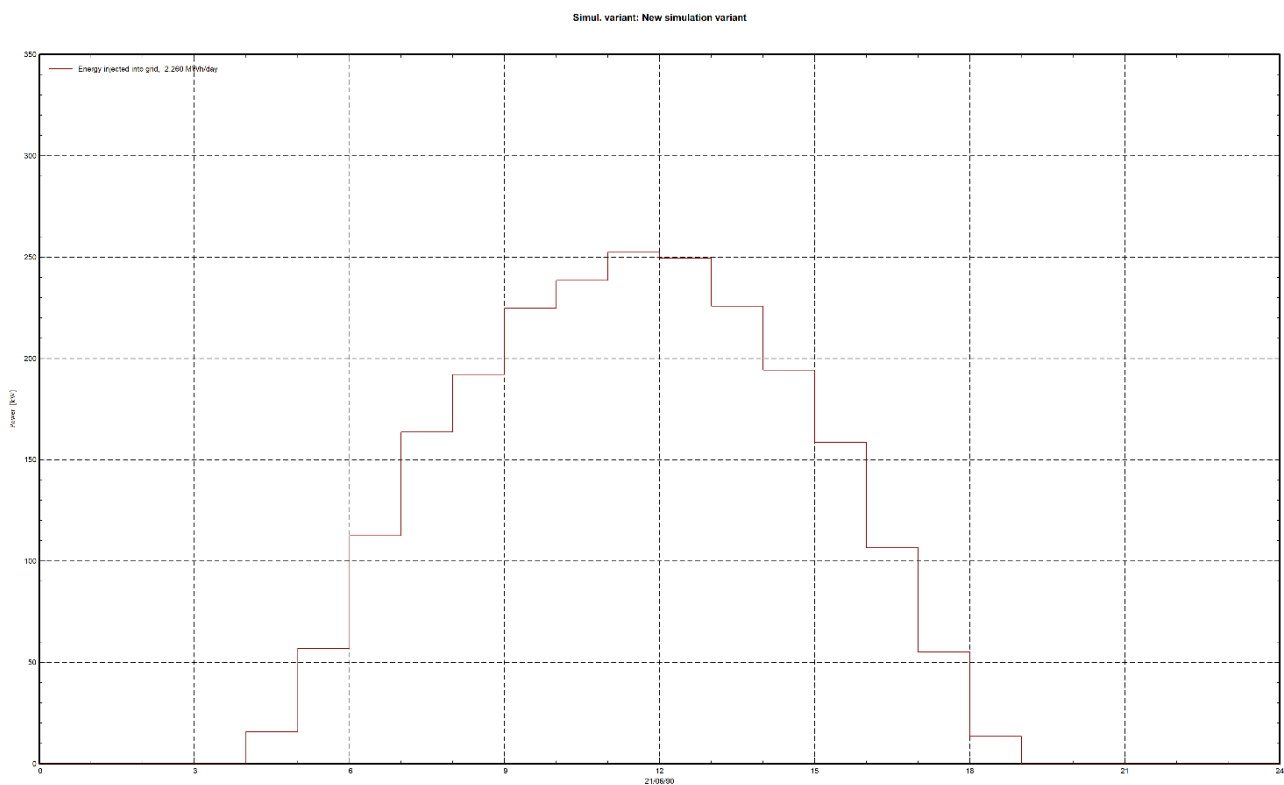


Рисунок 2.1.14. Графік генерації 21 Червня

За графіком видно, що пікова потужність впродовж однієї години трошки більше ніж 250 кВт, а впродовж 5 годин потужність більша 200 кВт.

## **2.2. Обґрунтування режиму роботи зарядної станції з використанням ВДЕ**

З даних наданих даних компанією ФЛЕСШ, з двох зарядних станцій у м. Дніпро за день:

### 1. Зарядна станція потужністю 40 кВт:

- Через роз'єм CHAdcMo підзарядилось 8 автівок на 63,5 кВт\*год ;
- Через роз'єм GB/T підзарядилось 8 автівок на 122,45;
- Усього підзарядилось 16 автівок за 9 годин 41 хвилину експлуатації зарядної станції ;
- Загальна спожита енергія 185,95 кВт\*г.

### 2. Зарядна станція потужністю 60 кВт:

- Через роз'єм CHAdcMo підзарядилось 3 автівок на 49,9 кВт\*год;
- Через роз'єм Type 1 підзарядилось 3 автівки на 58,6 кВт\*год;
- Через роз'єм CCS (Type1) підзарядилось 3 автівок на 66.5 кВт\*год;
- Через роз'єм CCS (Type2) підзарядилось 3 автівок на 57,5 кВт\*год;
- Усього підзарядилось 21 автівка за 12 години 5 хвилин експлуатації зарядної станції;
- Загальна спожита енергія 220,8 кВт\*год.

Діаграма споживання електричної енергії наведена у Рисунках 2.2.1 та 2.2.2



Рисунок 2.2.1 – Моделювання роботи зарядної станції потужністю 40 кВт

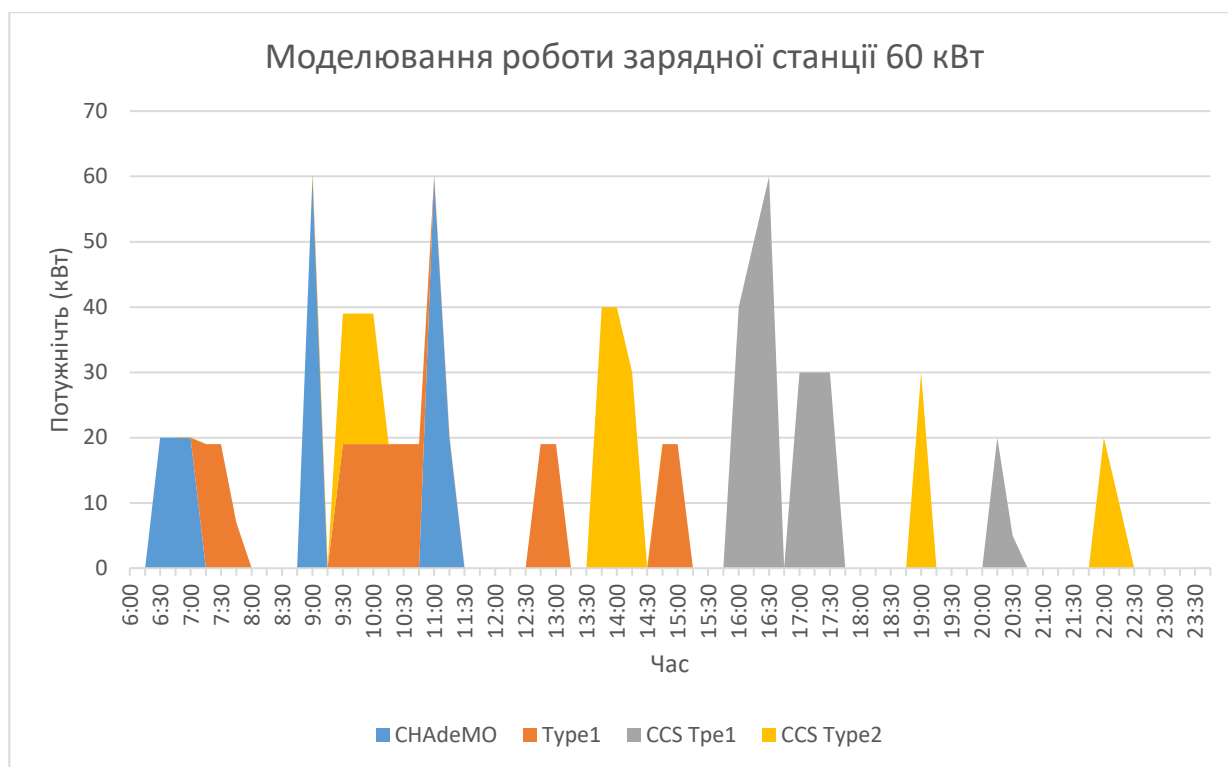


Рисунок 2.2.2 – Моделювання роботи зарядної станції потужністю 60 кВт

Для спроектованої сонячної станції потужністю 300 кВт-пік обрано один зарядний комплекс-Т від українського виробника AutoEnterprise потужністю 240 кВт-пік. Змодельований графік роботи сонячної станції з зарядним комплексом наведено на рис. 2.2.3 та рис.2.2.4

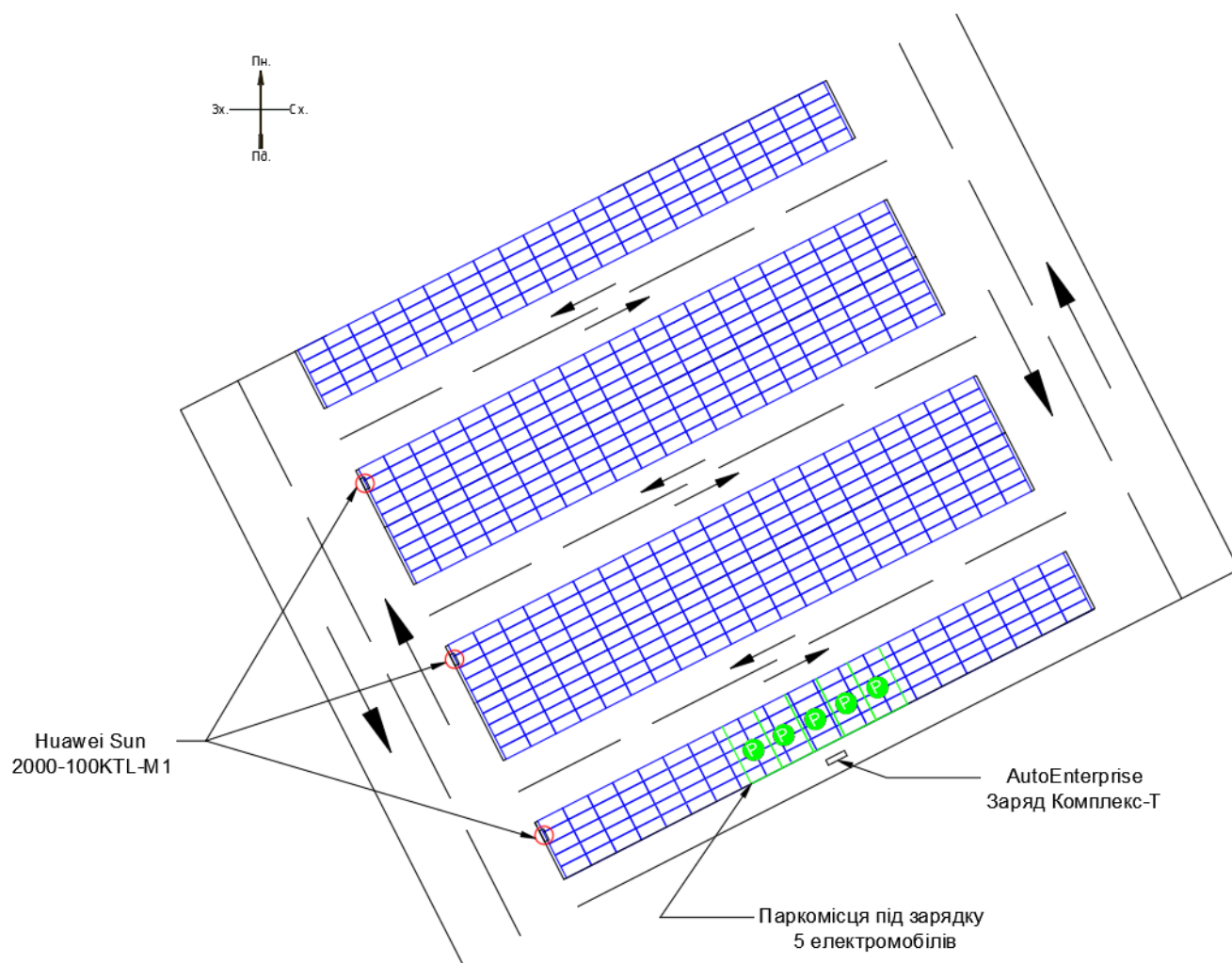


Рисунок 2.2.3 – План розташування інверторів та зарядного комплексу

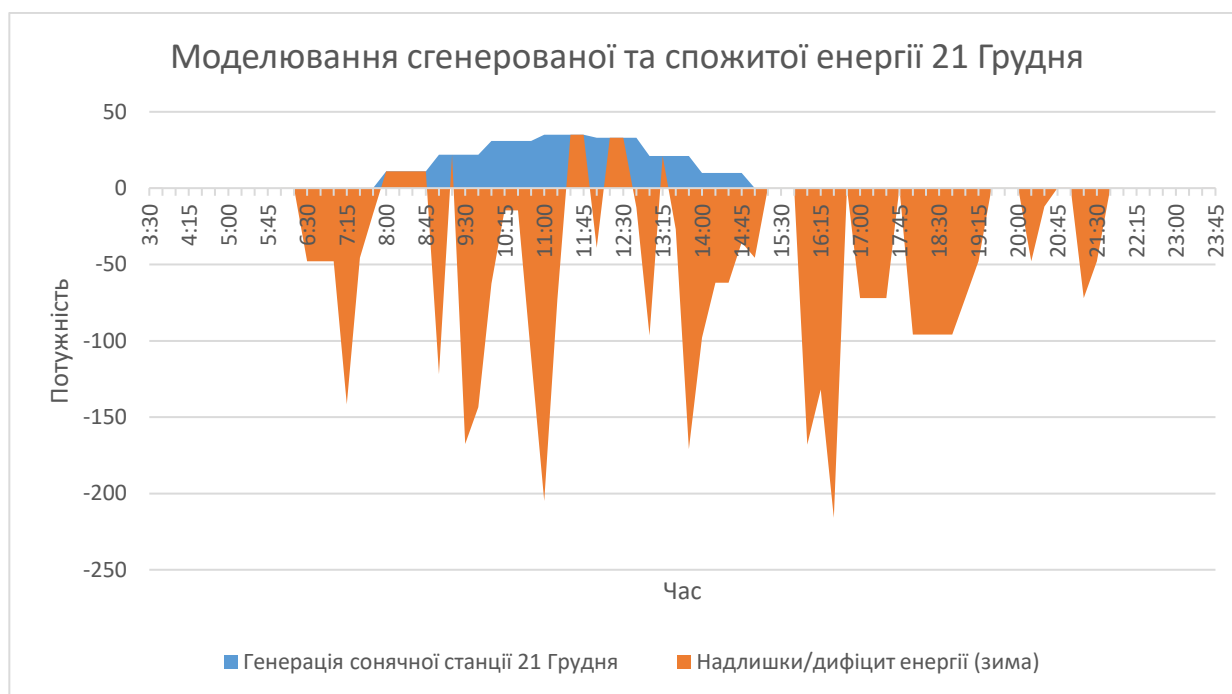


Рисунок 2.2.4 – Модельовання роботи сонячної станції та зарядного комплексу 21 Грудня

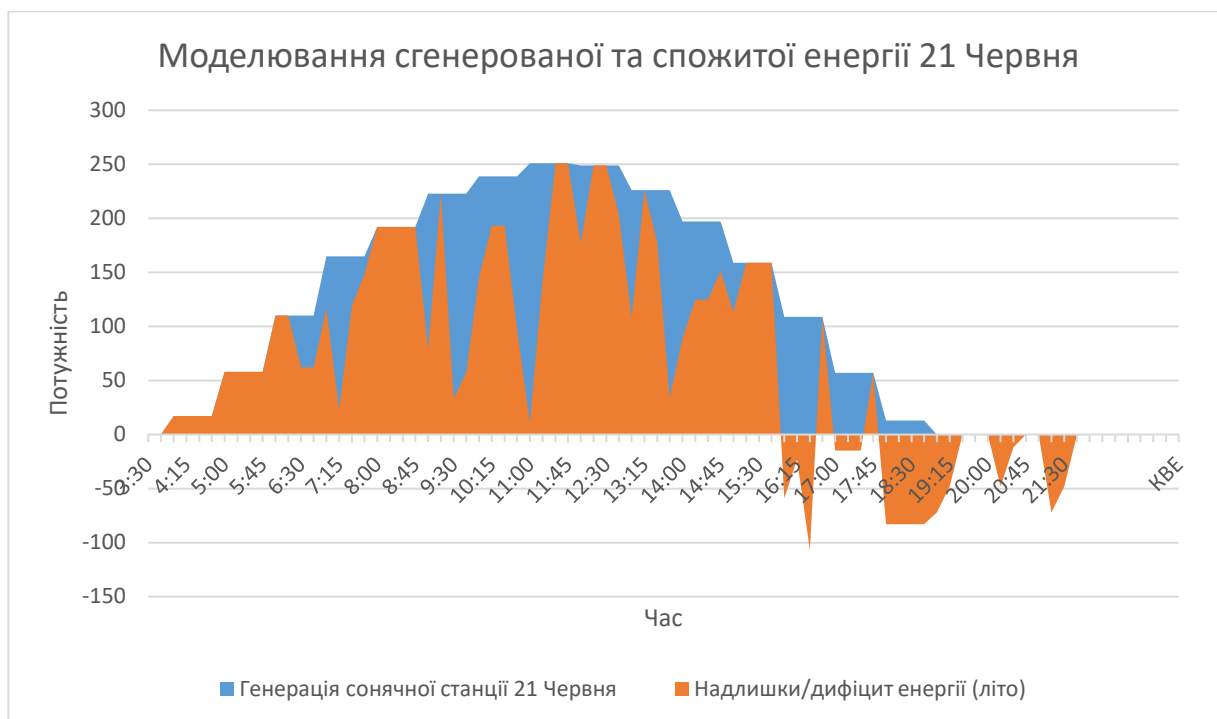


Рисунок 2.2.5 – Моделювання роботи сонячної станції та зарядного комплексу 21 Червня

За підрахунками в середньому зарядна станція вдень споживає 1005 кВт\*год, отже за рік споживання зарядної станції становитиме 366,825 МВт\*год. В пункті 2.1 розрахунок річної генерації становить 421,03 МВт\*год. Сонячна станція генерує на 54,205 МВт\*год більше ніж споживає зарядний комплекс.

Цей проєкт буде актуальним при прийнятті закону в Україні про “Net Billing” який буде працювати за наступним принципом:

При передачі сонячної енергії в мережу просьюмеру на спеціальний рахунок споживача нараховуються гроші за ринковою ціною, за вирахуванням оплати різниці між фактичними обсягами споживання та обсягами електроенергії, що закуповується, за розрахунковий період.

Якщо споживання перевищуватиме генерацію станції, накопичені кошти за попередній період списуватимуться за ціною постачання електроенергії споживачеві.

Просьюмер зможе самостійно виходити на ринок або укласти договір із оператором системи розподілу. Це та організація, з якою ви укладаєте договір, коли підключаєте потужність до вашого будинку чи підприємства.



Наприкінці кожного місяця власник сонячної станції отримує акт, у якому будуть два рядки: скільки енергії було передано до загальної мережі за поточний місяць та скільки електроенергії отримано домогосподарством або бізнесом із мережі.

## **2.3. Розрахунок та вибір основного електрообладнання**

### **2.3.1. Вибір параметрів кабельних ліній мережі постійного струму**

Мережа постійного струму ФЕС, окремих столів та фотоелектричних модулів виконується кабелем PV перерізом 6 мм<sup>2</sup> з мідними жилами.

ФЕМ послідовно з'єднуються кабелями постійного струму перерізом 1x6 мм<sup>2</sup> в збірки (стрінг) з оптимально вибраною кількістю сонячних модулів. Розраховується довжина кабелю в межах кожної збірки (стрінга).

За визначеним місцем розташування інвертора розраховується довжина кабелю постійного струму від виводів кожної збірки до інвертора з урахуванням визначених проектом переходів та опусків та із забезпеченням запасу кабелю в 5%.

Складається кабельний журнал, у якому відображається довжина кабельної мережі в напрямку від крайньої панелі до інвертора.

Після цього виконується розрахунок сумарної довжини мережі постійного струму та є можливістю оцінки втрат електричної енергії в мережі конкретного інвертора.

Кабельний журнал наведено нижче в таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1.

Кабельно-трубний журнал												
Позначення кабелю, дрогоу	Траса		Прохід через				Кабельний дріт					
	Початок	Кінець	Трубу			Протяжний листик	За проектом			Прокладено		
			Позначення	Діаметр, мм.	Довжина, м.		Марка	Кількість та перетин жил	Довжина, м	Марка	Кількість та перетин жил	Довжина, м
	Pan-1.1.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	19			
	Pan-1.1.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	80			
	Pan-1.2.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	17			
	Pan-1.2.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	78			
	Pan-1.3.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	15			
	Pan-1.3.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	76			
	Pan-1.4.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	13			
	Pan-1.4.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	74			
	Pan-1.5.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	11			
	Pan-1.5.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	72			
	Pan-1.6.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	4			
	Pan-1.6.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	70			
	Pan-1.7.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	6			
	Pan-1.7.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	56			
	Pan-1.8.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	8			
	Pan-1.8.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	59			
	Pan-1.9.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	10			
	Pan-1.9.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	62			
	Pan-1.10.1(+)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	12			
	Pan-1.10.21(-)	INV-1					KBE SOLAR DB	1x6	65			

## Продовження таблиці - 2.3.1

Позначення кабелю, дроту	Кабельно-трубний журнал											
	Траса		Прокід через				Кабельний дріт					
	Початок	Кінець	Трубу			Протяжний ящик	За проектом			Прокладено		
			Позначення	Діаметр, мм.	Довжина, м.		Марка	Кількість та перетин жил	Довжина, м	Марка	Кількість та перетин жил	Довжина, м
	Pan-2.1.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	20			
	Pan-2.1.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	80			
	Pan-2.2.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	17			
	Pan-2.2.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	78			
	Pan-2.3.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	15			
	Pan-2.3.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	76			
	Pan-2.4.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	13			
	Pan-2.4.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	74			
	Pan-2.5.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	11			
	Pan-2.5.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	72			
	Pan-2.6.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	4			
	Pan-2.6.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	70			
	Pan-2.7.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	6			
	Pan-2.7.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	56			
	Pan-2.8.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	8			
	Pan-2.8.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	59			
	Pan-2.9.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	10			
	Pan-2.9.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	62			
	Pan-2.10.1(+)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	12			
	Pan-2.10.21(-)	INV-2					KBE SOLAR DB	1x6	65			

## Продовження таблиці - 2.3.1

Кабельно-трубний журнал												
Позначення кабелю, дроту	Траса		Прохід через				Кабельний дріт					
	Початок	Кінець	Позначення	Трубу		Протяжний ящик	За проектом			Прокладено		
				Діаметр, мм.	Довжина, м.		Марка	Кількість та перетин жил	Довжина, м	Марка	Кількість та перетин жил	Довжина, м
	Pan-3.1.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	18			
	Pan-3.1.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	79			
	Pan-3.2.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	16			
	Pan-3.2.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	77			
	Pan-3.3.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	14			
	Pan-3.3.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	75			
	Pan-3.4.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	12			
	Pan-3.4.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	73			
	Pan-3.5.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	10			
	Pan-3.5.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	71			
	Pan-3.6.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	4			
	Pan-3.6.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	69			
	Pan-3.7.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	6			
	Pan-3.7.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	57			
	Pan-3.8.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	8			
	Pan-3.8.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	60			
	Pan-3.9.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	10			
	Pan-3.9.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	63			
	Pan-3.10.1(+)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	12			
	Pan-3.10.21(-)	INV-3					KBE SOLAR DB	1x6	66			

### 2.3.2. Визначення сумарних втрат потужності в мережі постійного струму

Для електричних мереж постійного струму розрахунок втрат потужності виконується, виходячи з наведених вище міркувань.

Для INV-1 по кабельному журналу довжина кабелю типу KBE SOLAR DB 1x6 складає по лінії «+» 115 м, і «-» 692. Загальна довжина складає 807 м.

Для INV-2 по кабельному журналу довжина кабелю типу KBE SOLAR DB 1x6 складає по лінії «+» 110 м, і «-» 690. Загальна довжина складає 800 м.

Для INV-3 по кабельному журналу довжина кабелю типу KBE SOLAR DB 1x6 складає по лінії «+» 116 м, і «-» 692. Загальна довжина складає 808 м.

$$\Delta P_{DC} = 2I_{\text{стр}}^2 \cdot I_{\text{кл. DC}} \cdot R_0$$

Де  $R_0$  – питомий опір КЛ постійного струму, який дорівнює для кабелю перерізом 6 мм<sup>2</sup> можна прийняти значення 3,1 Ом/км

$I_{\text{стр}}^2$  - струм, який протікає через стрінг (збірку) ФЕМ, А ( $I_{\text{mppt}}$  17,04 А)

Тоді для інвертору INV-1:

$$\Delta P_{DC} = 2I_{\text{стр}}^2 \cdot I_{\text{кл. DC}} \cdot R_0 = 2 \cdot 17,04^2 \cdot 0,807 \cdot 3,1 = 1,452 \text{ кВт}$$

Тоді для інвертору INV-2:

$$\Delta P_{DC} = 2I_{\text{стр}}^2 \cdot I_{\text{кл. DC}} \cdot R_0 = 2 \cdot 17,04^2 \cdot 0,800 \cdot 3,1 = 1,440 \text{ кВт}$$

Тоді для інвертору INV-3:

$$\Delta P_{DC} = 2I_{\text{стр}}^2 \cdot I_{\text{кл. DC}} \cdot R_0 = 2 \cdot 17,04^2 \cdot 0,808 \cdot 3,1 = 1,454 \text{ кВт}$$

Втрати в мережі постійного струму складають:

Для інвертора INV-1:

$$\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P_{DC}}{\Delta P_{\text{інв}}} \cdot 100\% = \frac{1,452}{100} \cdot 100\% = 1,45\%$$

Для інвертора INV-2:

$$\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P_{DC}}{\Delta P_{\text{інв}}} \cdot 100\% = \frac{1,440}{100} \cdot 100\% = 1,44\%$$

Для інвертора INV-3:

$$\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P_{DC}}{\Delta P_{\text{інв}}} \cdot 100\% = \frac{1,454}{100} \cdot 100\% = 1,45\%$$

### **Технічні характеристики кабелю постійного струму:**

KBE SOLAR DB 1x6 – електричний кабель для фотоелектричних систем.

Номінальна напруга – до 1500 В;

Номінальний струм – до 70 А.

### **Конструкція:**

Мідна багатодротяна луджена струмопровідна жила.

Ізоляція білого кольору зі спеціального зшитого компаунда.

Оболонка чорного, червоного кольору із зшитого компаунда, має другий клас захисту і надійно захищає жилу від агресивного впливу навколишнього середовища, кислот, лугів. У зв'язку з цим термін експлуатації кабелю в умовах зовнішнього використання становить 25-30 років.

### **Сфера застосування:**

Кабель KBE SOLAR DB 1x6 виробляється спеціально для підключення сонячних електростанцій, фотоелектричних установок. За допомогою кабелю цієї марки сонячні панелі підключають і з'єднують в збірки.

### **2.3.3. Вибір параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ**

Для вибору параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ потрібно звернути увагу на такі рекомендації та вимоги:

1. Земляні роботи виконувати тільки після отримання дозволу в установленому порядку і відповідно до правил виконання робіт.

2. Кабель 0,4 кВ прокладати в траншеї на глибині не менш ніж 0,7 м відкрито, в місцях перетину з дорогами та комунікаціями в ПЕ трубі Ø90 та Ø110 мм. Постель в траншеї виконати з застосування піщано-гравійної суміші. Сигнальну стрічку "Обережно Кабель!" прокласти над кабелями на відстані 0,25 м. Підйом кабелю до КТП та інвертору виконати в трубі ПЕ Ø63 довжиною 2 метра. Для кабелю перетином 240 мм<sup>2</sup> використовувати трубу Ø75 мм. Виконати герметизацію кабельних трубопроводів з застосуванням вогнестійкої піни та термоусадочної труби. Для прокладання кабелю на даху та зовнішніх стінах підприємства можна використати кабельний лоток або в гофру.

3. Для захисту кабелю від вологи та бруду на момент прокладки використовувати термоусадочний кабельні капи. Після прокладки кожного кабелю виконати його маркування з обох сторін з застосуванням кабельного маркування.

4. Всі електромонтажні роботи виконувати згідно з ПУЕ, ПТЕЕС і ПБЕЕС.

5. Виконати відновлення ґрунтового покриття на рівні існуючих позначок.

Виконаємо розрахунок кабелю 0,4 кВ з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ від інвертора до КТП з перевітками:

- по допустимому тривалому струму навантаження;
- по допустимому струму короткого замикання по жилі;
- за втратами напруги.

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу для інвертора

потужністю 100 кВт за тех паспортом максимальна потужність складає 110 кВт:

$$I_{M}^{інв} = \frac{P_{інв}^{ном}}{\sqrt{3} * U_{ном} \cos \phi i} = \frac{110}{\sqrt{3} * 0.38 * 0.99} = 168,82 \text{ А}$$

Приймаємо кабель марки АВББШнгд-1 4x95 мм<sup>2</sup>, Ідоп.пасп = 199А

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:		
Номинальное напряжение	кВ	1
Число и номинальное сечение токопроводящих жил	мм <sup>2</sup>	4 x 95
Толщина фазной изоляции	мм	1.6
Длительно допустимые токовые нагрузки на переменном токе промышленной частоты *		
• при прокладке в воздухе	А	183
• при прокладке в земле	А	199
Максимально допустимая температура жилы		
• длительно	°С	+70
• в аварийном режиме	°С	+80
• при коротком замыкании	°С	+130
Диапазон рабочих температур	°С	-50 ... +50
Минимальный радиус изгиба при прокладке	мм	307.5
Расчетный наружный диаметр кабеля (справочно) **	мм	41
Масса кабеля (ориентировочно)	кг/км	2530
Расчетная строительная длина кабеля и масса брутто при поставке на барабанах	м, т	№ 16а: 570 • 1.7 № 18: 660 • 2.1

Рисунок 2.3.3.1 – Технічні характеристики кабелю АВББШнгд 4x95 мм<sup>2</sup>

АВББШнгд до 1 кВ

Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

де  $I_p$  - розрахунковий струм в мережі, А;

$I_{\text{доп}}$  - максимальний розрахунковий струм

$k_2=1,0$  (кабель напругою 0,4 кВ прокладається на глибині 0,8 м, таблиця 8.13),

$k_3= 0,96$  (для температури землі влітку на рівні 25°C, таблиця 8.16),

$k_4= 1,0$  (додаток В, СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509 2005) – для нормальних ґрунтів, питомий опір і характеристики якого визначаються після проведення геодезичних вишукувань для літнього періоду з кількістю кабелів у траншеї 3 і більше та коефіцієнті попереднього завантаження менше 0,8;

$k(m)= 1,1$  – коефіцієнт навантаження.

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_m = 199 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 210,144 \text{ А}$$

Переріз жили 95 мм<sup>2</sup> у заданих умовах прокладання достатній.

Враховуючи нетривалий режим роботи СЕС по генерації сонячної

електроенергії обраний номінальний переріз 95 мм<sup>2</sup> забезпечує пропускну здатність КЛ на всій довжині траси в заданих умовах прокладання.

Перевірка по відхиленням напруги зводиться до визначення фактичної і допустимої втрати напруги.

Втрати напруги в елементах електричної мережі визначаються за формулами:

- для електричних мереж 3-х фазного струму

$$\Delta U = 100 * \frac{\sqrt{3} * I_M * l}{U_{\text{ном}}} * (r_0 * \cos \varphi + x_0 * \sin \varphi)$$

де  $I_M$  – максимальний розрахунковий струм лінії 0,4 кВ, А (в нашому випадку – це струм, який знаходиться за номінальною потужністю інвертора)

$l$  – довжина лінії, км;

$r_0$  – питомий опір лінії, Ом/км (паспортні дані вибраного кабелю);



$$\Delta U = 100 * \frac{\sqrt{3} * 168,82 * 0,05}{0,4 * 10^3} * 0,016 * 0,99 = 1,26\%$$

Можна знехтувати складовою, яка містить  $\sin\phi$ , оскільки режим роботи мережі характеризується активним навантаженням з  $\cos\phi$  близьким до одиниці.

Так як за проектом зарядний комплекс повинен житись від сонячної станції, то потрібна шафа збору потужності для трьох інверторів потужність кожного 110 кВт: Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу для шафи збору потужності куди зводяться кабелі від трьох інверторів потужністю 110 кВт:

$$I_M^{ШС} = I_M^{ІНВ} * N = 168,82 * 3 = 506,46 \text{ А}$$

Приймаємо два кабелі марки АВББШнгд 4x185 мм<sup>2</sup>, Ідоп.пасп = 290А, а так як ми беремо два кабелі, то максимальний струм Ідоп.пасп = 290\* 2 = 580А



**АВББШв 4x185 (ож)-1**  
ГОСТ 16442-80, ТУ У 31.3-00214534-048:2007

Кабели силовые с алюминиевыми ТПЖ, с изоляцией из ПВХ пластиката, бронированные стальными оцинкованными лентами, с защитным шлангом из ПВХ пластиката

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:**

Номинальное напряжение	кВ	1
Число и номинальное сечение токопроводящих жил	мм <sup>2</sup>	4 x 185
Толщина фазной изоляции	мм	2
Длительно допустимые токовые нагрузки на переменном токе промышленной частоты *		
• при прокладке в воздухе	А	280
• при прокладке в земле	А	290
Максимально допустимая температура жилы		
• длительно	° С	+70
• в аварийном режиме	° С	+90
• при коротком замыкании	° С	+160
Диапазон рабочих температур	° С	-50 ... +50
Минимальный радиус изгиба при прокладке	мм	367,5
Расчетный наружный диаметр кабеля (справочно) **	мм	49
Масса кабеля (ориентировочно)	кг/км	3600
Расчетная строительная длина кабеля и масса брутто при поставке на барабанах	м, т	№ 18: 460 * 2,1 № 20: 740 * 3,3

Примечания:

Рисунок 2.3.3.2 – Технічні характеристики кабеля АВББШнгд 4x185 мм<sup>2</sup>

АВББШв до 1 кВ

Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження

$$I_{доп} = I_{доп.пасп} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_m = 290 \cdot 2 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 612 \text{ А}$$

Переріз жили 185 мм<sup>2</sup> у заданих умовах прокладання достатній.

Враховуючи нетривалий режим роботи СЕС та зарядної станції по її електроенергії обраний номінальний переріз двох кабелів 185 мм<sup>2</sup> забезпечує пропускну здатність КЛ на всій довжині траси в заданих умовах прокладання.

$$\Delta U = 100 * \frac{\sqrt{3} * 506 * 0.2}{0,4 * 10^3} * 0,04 * 0,99 = 1,73\%$$

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу для зарядного комплексу потужністю 240 кВт:

$$I_{M}^{3K} = \frac{P_{3K}^{НОМ}}{\sqrt{3} * U_{НОМ} \cos \phi} = \frac{240}{\sqrt{3} * 0.38 * 0.99} = 368,32 \text{ A}$$

Приймаємо кабель марки ВББШнгд 4x185 мм<sup>2</sup>, Ідоп.пасп = 405А

ВББШв 3x185-1 ГОСТ 16442-80, ТУ У 31.3-00214534-048:2007		
Кабели силовые с медными ТПЖ, с изоляцией из ПВХ пластика, бронированные стальными оцинкованными лентами, с защитным шлангом из ПВХ пластика		
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:</b>		
Номинальное напряжение	кВ	1
Число и номинальное сечение токопроводящих жил	мм <sup>2</sup>	3 x 185
Толщина фазной изоляции	мм	2
Длительно допустимые токовые нагрузки на переменном токе промышленной частоты *		
• при прокладке в воздухе	А	397
• при прокладке в земле	А	405
Максимально допустимая температура жилы		
• длительно	° C	+70
• в аварийном режиме	° C	+90
• при коротком замыкании	° C	+160
Диапазон рабочих температур	° C	-50 ... +50
Минимальный радиус изгиба при прокладке	мм	360
Расчетный наружный диаметр кабеля (справочно) **	мм	48
Масса кабеля (ориентировочно)	кг/км	6460
Расчетная строительная длина кабеля и масса брутто при поставке на барабанах	М, Т	№ 18: 500 * 3,7 № 20: 800 * 5,8

Рисунок 2.3.3.3 – Технічні характеристики кабеля ВББШнгд 4x185 мм<sup>2</sup>

ВББШв до 1 кВ

Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження

$$I_{доп} = I_{доп.пасп} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_m = 405 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 427 \text{ A}$$

Переріз жили 185 мм<sup>2</sup> у заданих умовах прокладання достатній.

Враховуючи нетривалий режим роботи зарядної станції електроенергії обраний номінальний переріз 185 мм<sup>2</sup> забезпечує пропускну здатність КЛ на всій довжині траси в заданих умовах прокладання.

$$\Delta U = 100 * \frac{\sqrt{3} * 405 * 0.15}{0,4 * 10^3} * 0,02 * 0,99 = 0,51\%$$

### 2.3.4. Вибір автоматичних вимикачів

Умови вибору автоматичного вимикача для інвертора:

- за номіальною напругою:  $400 < 660$  (В);
- за номіальним струмом автомата:  $168,82 < 180$ (А)
- за номіальним струмом розчеплювача:  $168,82 < 180$  (А)

Приймаємо автоматичний вимикач типу NM1-250S/3300 180А CHINT:  $I_{н.авт} = 180$  А;  $I_{нр} = 180$  кА.

Вибираємо уставки автомата:

Струм спрацьовування захисту від перевантаження

$$I_{спр.п} = 1,25 \cdot I_{нр} = 225 \text{ А.}$$

Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ  $I_{св}$

$$I_{св} = 3 * I_{н.р} = 3 * 225 = 675 \text{ А}$$

Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному  $1,25I_{н.р}=225$  А.

Приймаємо  $t_{пер} = 10$ с

Уставка часу спрацьовування захисту при струмах КЗ  $t_{св}$ .

Приймаємо  $t_{св} = 0,4$  с.

5. Струм спрацьовування миттєвого захисту 25 кА (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

Умови вибору автоматичного вимикача для зарядного комплексу:

- за номіальною напругою:  $400 < 660$  (В);
- за номіальним струмом автомата:  $368,32 < 400$ (А)
- за номіальним струмом розчеплювача:  $168,82 < 400$  (А)

Приймаємо автоматичний вимикач типу NM1-400H/3300 400A CHINT:  $I_{н.авт} = 400 \text{ А}$ ;  $I_{нр} = 50 \text{ кА}$ .

Вибираємо уставки автомата:

Струм спрацьовування захисту від перевантаження

$$I_{спр.п} = 1,25 \cdot I_{нр} = 500 \text{ А.}$$

Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ  $I_{св}$

$$I_{св} = 3 \cdot I_{н.р} = 3 \cdot 500 = 1500 \text{ А}$$

Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному  $1,25I_{н.р}=500 \text{ А}$ .

Приймаємо  $t_{пер} = 10 \text{ с}$

Уставка часу спрацьовування захисту при струмах КЗ  $t_{св}$ .

Приймаємо  $t_{св} = 0,4 \text{ с}$ .

Струм спрацьовування миттєвого захисту  $50 \text{ кА}$  (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

Умови вибору автоматичного вимикача для шафи збору потужності:

- за номінальною напругою:  $400 < 660 \text{ (В)}$ ;
- за номінальним струмом автомата:  $506,46 < 630 \text{ (А)}$
- за номінальним струмом розчеплювача:  $506,46 < 630 \text{ (А)}$

Приймаємо автоматичний вимикач типу NM1-630S/3300 630A CHINT:  $I_{н.авт} = 630 \text{ А}$ ;  $I_{нр} = 35 \text{ кА}$ .

Вибираємо уставки автомата:

Струм спрацьовування захисту від перевантаження

$$I_{\text{спр.п}} = 1,25 \cdot I_{\text{нр}} = 787,5 \text{ А.}$$

Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ  $I_{\text{св}}$

$$I_{\text{св}} = 3 \cdot I_{\text{н.р}} = 3 \cdot 787,5 = 2362,5 \text{ А}$$

Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному  $1,25I_{\text{н.р}}=787,5 \text{ А}$ .

Приймаємо  $t_{\text{пер}} = 10 \text{ с}$

Уставка часу спрацьовування захисту при струмах КЗ  $t_{\text{св}}$ .

Приймаємо  $t_{\text{св}} = 0,4 \text{ с}$ .

Струм спрацьовування миттєвого захисту 35 кА (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

Однолінійна схема наведена на рис.2.3.4.

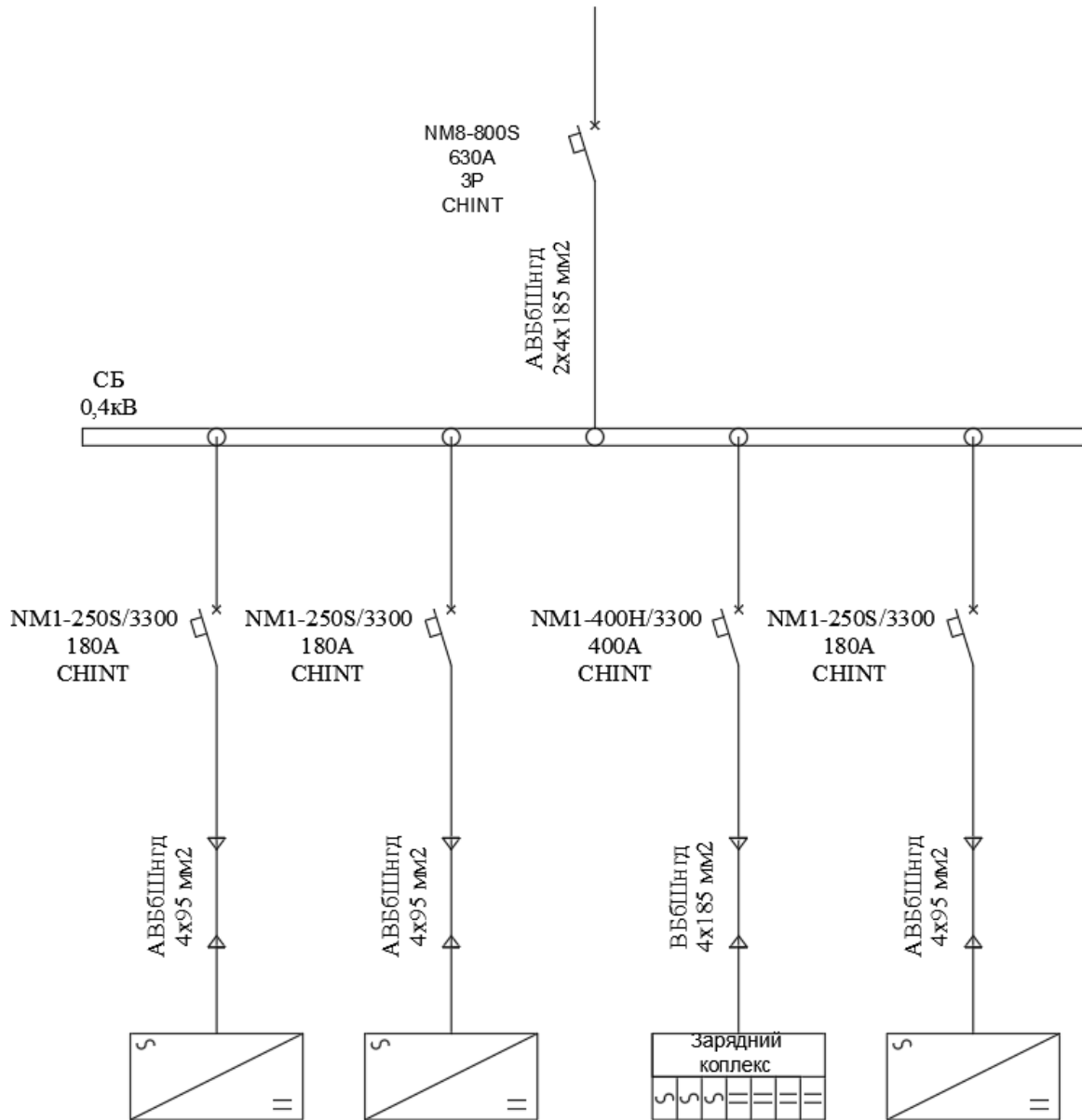


Рисунок 2.3.3 – Однолінійна схема комплексу зарядного комплексу в поєднанні з сонячною станцією

### 3. Техніко-економічне обґрунтування

#### 3.1. Техніко-економічне обґрунтування енергоефективних режимів роботи зарядної станції для електроавтомобілів у поєднанні з ВДЕ

В даній кваліфікаційній роботі основною метою є обґрунтування раціональних технічних параметрів і режимів роботи зарядної станції для електроавтомобілів у поєднанні з ВДЕ, а саме, вибір найдоцільнішого для встановлення електричного обладнання, яке відповідає заданим технічним умовам.

Сонячна енергетика – перспективний вид електроенергетики в світі та Україні під власні потреби виробництва. Зараз «Зелений тариф» потроху відходить. Наступний етап заохочення людей користуватись «зеленою» енергетикою є Net Billing.

В Україні багато торговельних центрів, торговельно розважальних комплексів, в яких великі площі відведені під паркувальні місця. Сучасність диктує нові тренди і багато де на таких паркувальних майданчиках вже є зарядні станції для електромобілів. Проте потенціал паркувальних місць під встановлення сонячних станцій не використовується. Використання паркувальних місць під сонячні станції має багато плюсів, таких як:

- Великі площі не простоюють, а приносять користь

- Так як найчастіше такі місця знаходяться в місті і приєднані до міських мереж, то вони розвантажать денні піки споживання, тобто подовжить термін експлуатації мереж.

- Для автомобілів також вагомий плюс, що автомобіль знаходиться під навісом та менше схильний до впливів зовнішнього середовища, такі як: сніг, град, дощ, сонце .

Сонячні станції використовують для підтримки мережі. Вони дають змогу досягати пікових навантажень, незважаючи на недостатню інфраструктуру мережі, — наприклад, на станціях швидкого заряджання електромобілів.

Отже, для того щоб ефективно генерувати електричну енергію на сонячних електростанціях необхідно обрати до встановлення якісне обладнання.

Для того щоб електричне обладнання відпрацювало свій термін експлуатації без

помилки та виходу з ладу, необхідно провести розрахунок, в якому враховуються всі номінальні параметри обладнання, після чого обрати ту апаратуру, яка буде підходити до встановлення, коректно взаємодіяти з іншим обладнанням і ефективно працювати.

Для того, щоб обрати якісне електричне обладнання треба вирішити наступне питання:

- Вибір типу і параметрів фотоелектричних модулів (ФЕМ) та інверторного обладнання для встановлення на ФЕС
- Вибір зарядного комплексу для електромобілів.
- Розрахунок приведених експлуатаційних параметрів ФЕМ
- Розрахунок параметрів та схеми з'єднань рядів (стрінгів) ФЕМ для підключення доінверторів
- Визначення конструктивних параметрів окремого «стола» ФЕМ
- Визначення місця розташування інвертора
- Визначення місця розташування зарядного комплексу
- Визначення типу роз'ємів для заряджання електромобілів
- Вибір параметрів кабельних ліній мережі постійного струму
- Визначення сумарних втрат потужності в мережі постійного струму
- Визначення загальної кількості фотоелектричних модулів з урахуванням втрат потужності в мережі постійного струму та інверторах
- Вибір номінальної напруги та схеми видачі потужності в мережу
- Вибір параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ
- Вибір комутаційного обладнання 0,4 кВ для видачі потужності в мережу
- Моделювання графіків добової генерації електричної енергії ФЕС
- Моделювання режимів роботи зарядної станції
- Моделювання режимів роботи комбінованої системи сонячної станції з зарядної станції
- Розрахунок продуктивності ФЕС



Результатом кваліфікаційної роботи передбачено фінальні розрахунки та остаточне прийняття до встановлення електричного обладнання. Після того, як буде вибране обладнання рекомендовано переходити до стадії підготовки будівельного майданчика та монтажу сонячної електричної станції разом з зарядним комплексом.

Економічна частина кваліфікаційної роботи орієнтована на розрахунок витрат для будівництва зарядної станції в поєднанні з сонячною електричною станцією. Для цього після вибору електричного обладнання необхідно розрахувати його загальну вартість. Коли вартість апаратури буде розрахована, передбачено визначення витрати на транспортування електричного обладнання з різних городів України до міста Дніпро, а саме, кількість та тип транспорту, його вартість, а також грошові витрати на оплату роботи працівників. Підводячи підсумок, можна стверджувати, що основою економічної частини даної кваліфікаційної роботи є розрахунок вартості електричного обладнання, його транспортування і монтаж.

### **3.2. Розрахунок капітальних витрат**

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні інвестиції з реалізації проектного технічного рішення в даному дипломному проекті включають:

- витрати на придбання обладнання;
- витрати, пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт;
- витрати, пов'язані з виконанням монтажних-налагоджувальних робіт;

Проектні капітальні витрати в устаткування і будівельно-монтажні роботи визначаються на основі цін, наведених у відкритих інформаційних джерелах оптового продажу обладнання та за фактичними витратами підприємства.

Величину проектних капіталовкладень ( $K_{пр}$ ) можна визначити за формулою (3.2.1):

$$K_{np} = K_{об} ( \sum_{i=1}^k Ц_i ) + Z_{тзс} + Z_m + Z_n + Z_{np}, \quad (3.2.1)$$

де  $K_{об} ( \sum_{i=1}^k Ц_i )$  - вартість придбання електрообладнання за проектом (сумарна вартість комплектуючих елементів  $i$  - го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення);

$k$  - кількість необхідних комплектуючих елементів;

$Z_{тзс}$  – транспортно-заготівельні і складські витрати;

$Z_m$  – витрати на монтажні роботи;

$Z_n$  - витрати на налагоджувальні роботи;

$Z_{np}$  – інші одноразові вкладення грошових коштів.

В даному проекті обрано до встановлення наступне обладнання:

- Інверторне обладнання одиничною потужністю 100 кВт (3 шт.);
- Фотоелектричні модулі одиничною потужністю 545 Вт (630 шт.);
- Зарядний комплекс для електромобілів потужністю 240 кВт (1 шт.);
- Паркувальний навіс під встановлення сонячних станцій (102 шт)
- Шафа збору потужності (1 шт)

Вартість транспортно-заготівельних і складських витрат ( $Z_{тзс}$ ) визначається виходячи з:

- відстані доставки обладнання від місця придбання до місця експлуатації;
- кількості, маси і габаритів устаткування;
- виду транспортних засобів;
- транспортних тарифів;
- розцінок на вантажно-розвантажувальні роботи;
- витрат на складську обробку.

В даній роботі вартість транспортно-заготівельних і складських витрат ( $Z_{тзс}$ ) визначена з урахуванням маршруту доставки, габаритів, загальної ваги обладнання та загального обсягу обладнання. Усі розрахунки проводились згідно тарифів перевезення компанії Нова Пошта ( <https://novaposhta.ua/delivery> )[21].

$$K_{тр} = 127\,885 \text{ тис. грн}$$

Витрати на монтажні ( $Z_M$ ) і на налагоджувальні роботи ( $Z_H$ ) можна визначити за формулою (3.2.2):

$$Z_{M(H)} = \sum (Ч_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{см} \cdot K_{пр}, \quad (3.2.2)$$

де  $Ч_i$  – чисельність працівників  $i$ -го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чол.;

$a_i$  – годинна тарифна ставка працівника  $i$ -го розряду, грн.;

$t_i$  – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год.;

$K_d$  – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{см}$  – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{пр}$  – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

$$Z_M = (8 \cdot 214,6 \cdot 200) \cdot 1,2 \cdot 1,22 \cdot 1,1 = 552,947 \text{ тис. грн}$$

Витрати на налагоджувальні роботи ( $Z_H$ ) визначаються за формулою

$$Z_H = \sum (C_i * a_i * t_i) * K_d * K_{cm} * K_{pr}$$

де  $C_i$  — чисельність працівників  $i$ -го розряду, необхідних для виконання певного обсягу налагоджувальних робіт, чол.;

$a_i$  — годинна тарифна ставка працівника  $V$  розряду, грн.;

$t_i$  — час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних робіт, год.;

$K_d$  — коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{cm}$  — коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{pr}$  — коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних робіт.

$$Z_H = (2 \cdot 200 \cdot 16) \cdot 1,2 \cdot 1,22 \cdot 1,1 = 10,306 \text{ тис. грн.}$$

Прийнято до уваги, що пусконалагоджувальними роботами є комплекс робіт, що включає перевірку, налаштування і випробування електрообладнання з метою забезпечення електричних параметрів і режимів, заданих проектом. При виконанні ПНР були враховані вимоги нормативно-технічної документації (НТД), проекту, та експлуатаційна документація підприємств-виробників.

Витрати на придбання технічних засобів, комплектуючих виробів, а також на монтажні і налагоджувальні роботи представлено у вигляді зведення капітальних витрат нижче до таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1– Зведення капітальних витрат

Розрахунок капітальних витрат						
1	2	3	4	5	6	7
№	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	од.вим	Ціна за одиницю, грн	Посилання на джерела	Сума, грн
	<b>Вартість матеріалів</b>					
1	Сонячна панель 545 Вт Risen RSM110-8-545M/TITAN	630	шт.	9206	[22]	5799780
2	KBE SOLAR DB+	1607	м	58	[23]	93206
3	Інвертор HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	3	шт.	239606	[24]	718818
4	Паркувальний навіс під сонячні панелі	102	шт.	4742	[25]	483684
5	Комплект кріплення сонячних панелей до паркувального навісу	2520	шт.	40,5	[26]	102060
6	Конструкція для кріплення інвертору	3	шт.	1500		4500
7	Зарядний комплекс-T AutoEnterprise	1	шт.	1028860	[27]	1028860
8	Кабель АВБШнгд 4х95 мм <sup>2</sup>	50	м	364,67	[28]	18233,5
9	Кабель АВБШнгд 4х185 мм <sup>2</sup>	200	м	728,83	[29]	145766
10	Кабель ВББШнгд 4х185 мм <sup>2</sup>	15	м	3415	[30]	51225
11	Автоматичний вимикач NM8-800S 630A 3P CHINT	1	шт.	28003	[31]	28003
12	Автоматичний вимикач NM1-250S/3300 180A CHINT	3	шт.	2602,16	[32]	7806,48
13	Автоматичний вимикач NM1-400H/3300 400A CHINT	1	шт.	8316,6	[33]	8316,6
14	Конектор MC4 для сонячних батарей	120	шт.	129,6	[34]	15552
	<b>ВСЬОГО</b>					<b>8 667 256</b>

Згідно формули 3.2.1 розраховуємо капітальні витрати проекту:

$$K_{\text{пр}} = 8\,667,256 + 127,885 + 552,947 + 10,306 + 400 = 9\,758,394 \text{ тис. грн}$$

### 3.3. Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період (рік), виражені в грошовій формі.

Розрахунок експлуатаційних витрат повинен вестися за проектним та базовим варіантами паралельно, але оскільки ФЕС не потребує заміни технічного обладнання

протягом періоду експлуатації (20-25 років), розрахунок базового варіанту є недоцільний.

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування ( $C_a$ );
- заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $C_z$ );
- єдиний соціальний внесок ( $C_c$ );
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж ( $C_m$ );
- вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або витрат електроенергії ( $C_e$ );
- інші експлуатаційні витрати ( $C_{пр}$ ).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_m + C_e + C_{пр}, \text{ грн,}$$

### 3.3.1. . Розрахунок амортизаційних витрат

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання (експлуатації) об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання.

Податковим кодексом України дозволено використовувати прямолінійний (пропорційний) метод амортизації, при якому річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта

основних засобів. Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена вартість основних засобів і нематеріальних активів за вирахуванням їх ліквідаційної вартості, яка розраховується за формулою (3.3.1 – 1):

$$\Phi_a = \Phi_n - Л,$$

де  $\Phi_n$  – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;  
 $Л$  – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів (до 10% від первісної вартості).

Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю. Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

(3.3.1 – 2):

$$H_a = \frac{\Phi_n - Л}{\Phi_n * T_n} * 100\%$$

де  $T_n$  – термін корисного використання (амортизаційний період).

Термін корисного використання об'єктів основних засобів для нарахування амортизації, який приймається у даній роботі, відповідає мінімально допустимому терміну корисного використання для інших основних засобів (дев'ята група основних засобів) і становить 12 років.

У розрахунку приймаємо первісну вартість об'єктів основних засобів рівною витратам на придбання основних засобів. Ліквідаційну вартість приймаємо рівною 10% від початкової вартості основних засобів, що підлягають амортизації. Тоді норма амортизації становитиме:

(3.3.1 – 3)

$$H_a = \frac{(9\,758,394 - 0,1 * 9\,758,394) * 100\%}{(9\,758,394 * 12)} = 7,5\%$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_{п} * H_a}{100}$$

$$AO = \frac{9\,758,394 * 7,5\%}{100\%} = 731,880 \text{ тис. грн.}$$

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається за видами основних фондів та нематеріальних активів за розділами зведення капітальних витрат для проектного варіанту і за даними підприємства про балансову вартість замінного устаткування для базового варіанту. Результати розрахунків заносяться до таблиці 3.3.1.1.

Таблиця 3.3.1.1 – Розрахунок амортизаційних витрат

Розрахунок амортизаційних витрат за перший рік користування				
1	2	3	4	5
№	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Капітальні інвестиції, тис. грн	Норма амортиза- ції, %	Сума амортизації, тис.грн
	Основні засоби			
1	Сонячна панель 545 Вт Risen RSM110-8-	5 800	7,50%	435
2	KBE SOLAR DB+	93	7,50%	7
3	Інвертор HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	719	7,50%	54
4	Паркувальний навіс під сонячні панелі	484	7,50%	36
5	Комплект кріплення сонячних панелей до	102	7,50%	8
6	Конструкція для кріплення інвертору	5	7,50%	0
7	Зарядний комплекс-Т AutoEnterprise	1 029	7,50%	77
8	Кабель АВБШнгд 4x95 мм <sup>2</sup>	18	7,50%	1
9	Кабель АВБШнгд 4x185 мм <sup>2</sup>	146	7,50%	11
10	Кабель ВБШнгд 4x185 мм <sup>2</sup>	51	7,50%	4
11	Автоматичний вимикач NMS-800S 630A 3P CHINT	28	7,50%	2
12	Автоматичний вимикач NM1-250S/3300 180A CHINT	8	7,50%	1
13	Автоматичний вимикач NM1-400H/3300 400A CHINT	8	7,50%	1
14	Конектор MC4 для сонячних батарей	16	7,50%	1



### 3.3.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу (робітники, КСС), що обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їхньої чисельності, режиму роботи, за погодинними тарифними ставками, посадовими окладами, формами і системами оплати праці і преміювання, що застосовують на підприємстві.

Основна заробітна плата працівників – це винагороди за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона визначається тарифними ставками і відрядними розцінками для робітників, посадовими окладами для спеціалістів, службовців і керівників.

Додаткова заробітна плата – це винагорода за роботу понад встановлених норм, за особливі умови праці. До додаткової заробітної плати належать премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством.

Номінальний річний фонд робочого часу :

$$T_n = (D_k - D_{св} - D_{вих}) \cdot T_{зм} = (365 - 11 - 104 - 6) \cdot 8 = 1994 \text{ год,}$$

де  $D_k$  – кількість календарних днів;

$D_{св}$  – кількість святкових днів;

$D_{вих}$  – кількість вихідних днів;

$T_{зм}$  – тривалість зміни, год.

Результати розрахунку основної заробітної плати обслуговуючого персоналу наведені в таблиці 3.3.2.1, яка знаходиться сторінкою нижче.

Таблиця 3.3.2.1 – Розрахунок річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу

№ п/п	Найменування професій робітників	Явочний штат у зміну, осіб.	Обліковий склад з урахуванням змінності роботи, осіб	Годинна тарифна ставка або денна заробітна плата, грн.	Номінальний річний фонд робочого часу, годин	Усього основна зарплата, грн.
1.	Працівник колцентру	1	1	85	1994	169490
2.	Інженер тех підтримки	1	1	112	1994	223328
	УСЬОГО					392818

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 10-15% від основної заробітної плати.

$$Z_{\text{доп}} = 0.125 \cdot Z_{\text{осн}} = 0,125 \cdot 393 = 49.125 \text{ тис.грн.}$$

Таким чином, загальна величина річного фонду заробітної плати становить:

$$C_z = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = 393 + 49.125 = 442.125 \text{ тис. грн.}$$

де  $Z_{\text{осн}}$ ,  $Z_{\text{доп}}$  – основна і додаткова заробітна плата відповідно, грн.

### 3.3.3. Розрахунок відрахувань на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок) визначаються на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної плати . Ставка цього внеску складає 22% від фонду оплати праці.

$$C_c = 0,22 \cdot C_3 = 0,22 \cdot 442.125 = 97.2675 \text{ тис. грн.}$$

### 3.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства.

В нашому випадку ремонтні роботи та заміна обладнання виконуються силами чергового персоналу, який постійно знаходиться на території об'єкту. Тому залучення сторонніх організацій до виконання ремонтних робіт не планується.

Витрати на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації можна розрахувати за формулою:

$$Z_{r.p.} = \sum_{i=1}^n \left( R_i \cdot t_i \cdot m_i \cdot R_{\Sigma i} + \frac{S_i \cdot \Pi_i}{T_i} \cdot T_{\phi} \right)$$

де  $n$  – число пристроїв автоматики, що підлягають ремонту;

$R_i$  – годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн;

$t_i$  – трудомісткість одного ремонту при категорії складності ремонту в одну ремонтну одиницю залежно від виду ремонту год./ од;

$m_i$  – число ремонтів за рік (наприклад, для закритих електромашин число малих ремонтів - 2, середніх - 1, капітальних - 0,1);

$R_{\Sigma}$  – сумарна категорія складності ремонту в залежності від виду електрообладнання

$S_i$  - вартість однотипних замінних елементів, грн.;

$\Pi$  – кількість однотипних замінних елементів;

$T$  – середній термін служби деталей даного типу, год.;

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання в даному проекті передбачає тільки позаплановий ремонт кабельних ліній поміж станцією, позаплановий ремонт зарядного комплексу для електромобілів можуть визначатися за фактичними даними підприємства або укрупнено у відсотках до капітальних витрат :

-для кабельних ліній – 0,5%.

$$З_{т.р.} = 0,005 \cdot K_{пр} = 0,005 \cdot 9\,758,394 = 48,79 \text{ тис. грн.}$$

### **3.5. Визначення та аналіз показників економічної ефективності проекту**

В економічній частині кваліфікаційної роботи, згідно завдання на обґрунтування енергоефективних режимів роботи зарядних станцій для електромобілів у поєднанні з ВДЕ, наведено основні розрахунки необхідні для чіткого розуміння фінансових вкладень в проект будівництва зарядного комплексу в поєднанні з сонячною станцією .

Згідно з рекомендаціями щодо розрахунків фінансових витрат, було розраховано вартість електричного обладнання прийнятого до встановлення. Розрахунок проводився відповідно до кожного типу електричних апаратів та їх кількості необхідних для якісного функціонування електричної станції.

Розрахунок амортизаційних витрат проведено для визначення суми амортизації кожного виду обладнання виходячи з його капітальних інвестицій за нормований режим його роботи.

Для того, щоб розрахувати термін окупності капітальності витрат  $T_p$  даної станції, необхідно прорахувати середньорічний прибуток ФЕС. Для цього скористаємося Net Billing, який полягає в тому, що в часи коли згенерована енергія від сонячної станції не споживається власником генеруючої установки, то електрична

енергія продається до Енергокомпані (до мережі). Енергокомпанія яка купує цю енергію зараховує ці кіловати в грошовому еквіваленті на рахунок власника генеруючої електроустановки. З цього рахунку в часи недобору згенерованої енергії під власні потреби, докупаються кіловати із мережі. Продаж до мережі кВт\*год здійснюється по вартості попиту енергоринку. В середньому вартість 1кВт\*год для системи Net Billing на сьогоднішній день складає 4 грн. [10].

Так як в кваліфікаційній роботі основний уклін йде на зарядну станцію а не на продаж електроенергії у мережі, то тариф для швидкого заряджання складає 12 грн за 1 кВт\*год заряджання

$$E_p = W_{\text{ср.дн}} * 12 * 365 - W_{\text{ср.дн.пок}} * 365 * C_{\text{ел.е.}} + W_{\text{надл}} * C_{NB}$$

$$= 1005 * 12 * 365 - 500 * 6 * 365 + 54\,205 * 3.5 = 3\,497 \text{ тис. грн,}$$

де  $E_p$  – прибуток від даної станції щорічно, тис.грн;

$W_{\text{ср.дн}}$  – середньоденна споживання електроенергії зарядним комплексом, кВт\*год.

$W_{\text{ср.дн.пок}}$  – середньоденна кількість закупленої енергії з мережі

$C_{\text{ел.е.}}$  – ціна за спожиту електроенергію із мережі для юридичної особи

$W_{\text{надл}}$  - різниця між спожитою енергією за рік та згенерованою до мережі

$C_{NB}$  – очікувана вартість 1 кВт\*год купленої по Net Billing.

Також, необхідно прорахувати повний річний прибуток  $E_p^{\text{повна}}$  з урахуванням на експлуатаційні витрати  $C_e^{\text{пр}}$

$$E_p^{\text{повна}} = E_p - C_e^{\text{пр}} = 3\,497 - 1\,320 = 2\,177 \text{ тис. грн}$$

Тоді, термін окупності становить:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{пр}}}{E_{\text{кп}}} = \frac{9\,758,394}{2\,177} = 4.48 \text{ років}$$

Тобто, станція повністю окупить себе **приблизно за 5 років.**

Усі проведені розрахунки, зведені капітальні та експлуатаційні витрати даного проекту занесені в таблицю 3.5.1:

Таблиця 3.5.1 - Економічні розрахунки проекту

№	Найменування розрахунку	Сума, тис.грн
1	<i>Капітальні витрати</i>	9 758
2	<i>Експлуатаційні витрати</i>	1 320
	з них:	
1	<i>Амортизаційні відрахування</i>	732
2	<i>Річний фонд заробітної плати</i>	442
3	<i>Відрахування на єдиний соціальний внесок</i>	97
4	<i>Технічне обслуговування та ремонт</i>	49

### Висновки економіко-технологічного розділу

В даній кваліфікаційній роботі основною метою було обґрунтування режимів роботи зарядної станції для електроавтомобілів у поєднанні з ВДЕ. Вибір електричного обладнання, яке відповідає заданим технічним умовам.

За проектом, обсяг капітальних вкладень складає 9 758 тис. грн, експлуатаційні витрати склали 1 320 тис. грн, з яких: амортизаційні відрахування – 732 тис. грн, річний фонд заробітної плати – 442 тис. грн, відрахування на єдиний соціальний внесок – 97 тис. грн та технічне обслуговування і ремонт – 49 тис. грн; повний щорічний прибуток (з урахуванням експлуатаційних витрат) від даного зарядного комплексу станції за «зеленим тарифом» дорівнює 2 177 тис. грн та, відповідно, термін окупності дорівнює приблизно 5 років.

## Висновки

Під час обґрунтування енергоефективних режимів роботи зарядних станцій для електромобілів у поєднанні з ВДЕ було розроблено проект зарядного комплексу який в більшості часу використовує енергію сонячних панелей які встановлені на дахах паркувальних місць .

Для перетворення сонячного випромінювання в електроенергію постійного струму на опорних конструкціях встановлюється масив фотоелектричних модулів (ФЕМ) типу Risen з максимальною потужністю 545 Вт (пік). Далі генерована потужність від збірок ФЕМ за допомогою PV кабелів перерізом 6 мм<sup>2</sup> передається до інверторів типу SUN2000-100KTL-M1 виробництва HUAWEI. Від інверторів генерована потужність кабельними лініями передається до шафи збору потужності до якої підключена до мережі торговельного центру. Зарядний комплекс приєднано до шафи збору потужності, задля використання електроенергії виробленої з сонячної станції.

Дану кваліфікаційну роботу спроектовано під систему Net Billing, яка прийде на заміну «Зеленого Тарифу». Плюси використання такої системи полягають в тому що коли СЕС виробляє надлишкову енергію, якою не користується зарядний комплекс для електромобілів, так як наша система запитана з мережею ТЦ, то споживання торговельного центру може перебиватись сонячною енергією, навіть якщо надлишок генерованої потужності залишається, то ця енергія продається до мережі за ціною електроенергії на енергоринку України, що складає приблизно від 2 до 4 грн за кВт\*год. Виручені гроші за продану електроенергію можуть використовуватись тільки для купівлі електроенергії із мережі в часи потреб.

Встановлення зарядного комплексу-Т від українського виробника Auto Enterprise потужністю 240 кВт-пік. Розташування потужного зарядного комплексу біля в'їзду в місто є доцільним для надшвидкого заряджання електромобілів для міжміського подорожування електрокарами. Вибір зарядної станції проводився згідно з піковою потужністю сонячної станції та із графіків змодельованих програмою PVsyst.

Спроектовано сонячну електростанцію сумарною інверторною (АС) потужністю 300 кВт. Сумарна панельна потужність складає 343,350 кВт.

В склад проекту зарядної станції разом із сонячною станцією виходить:

- інверторне обладнання одиничною потужністю 100 кВт (3 шт.);
- фотоелектричні модулі одиничною потужністю 545 Вт (630 шт.);
- Паркувальний навіс під сонячні панелі (102 шт.);
- Зарядний комплекс-Т піковою потужністю 240 кВт (1шт);
- Кабельна продукція (DC та AC);
- Електротехнічна продукція (автоматика);
- Система кріплень для сонячних станцій.

Все обладнання, передбачене проектом, має сертифікати відповідності УкрСЕП. Обладнання, що встановлюється, шкідливих речовин у навколишнє середовище не виділяє.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Концепція розвитку ринку електрзарядних станцій;  
[https://cdn.regulation.gov.ua/d8/cf/1d/fc/regulation.gov.ua\\_El.car-conception-1.pdf](https://cdn.regulation.gov.ua/d8/cf/1d/fc/regulation.gov.ua_El.car-conception-1.pdf)
2. Кількість електрокарів в Україні: <https://autogeek.com.ua/kilkist-elektromobiliv-v-ukraini-zrosla-do-35-763-odynyts-statystyka/>
3. Розробка ТЕО URL: [https://studopedia.su/12\\_24077\\_rozrobka-teo-ie-tretoyu-%20stadiieyu-peredinvestitsiynoi-fazi.html](https://studopedia.su/12_24077_rozrobka-teo-ie-tretoyu-%20stadiieyu-peredinvestitsiynoi-fazi.html)
4. Кількість ввезених електрокарів в Україну за 2021 р:  
<https://autogeek.com.ua/kilkist-elektromobiliv-v-ukraini-zrosla-do-35-763-odynyts-statystyka/>
5. Розробка проектної документації URL: <https://gravicappa.com.ua/ua/rozrobka-%20proektnoyi-dokumentaciyi-0>
6. Види зарядних роз'ємів для електромобілів:  
<https://www.evexpert.eu/eshop1/knowledge-center/connector-types-for-ev-charging-around-the-world>
7. Принцип роботи сонячних батарей URL:  
<http://elektrik.info/main/news/401-kak-%20ustroeny-i-rabotayut-solnechnye-batarei.html>
8. Принцип роботи інверторів URL: <http://electricalschool.info/electronica/1889-%20что-такое-инвертор-напряжение-как.html>
9. Будівництво сонячних електростанцій URL: <https://edsltd.com.ua/stroitelstvo-%20solnechnoy-elektrostantsii/>
10. Принцип роботи Net Billing: <https://generacia.energy/ru/zelenij-tarif/net-metering-ta-net-billing-protiv-zelenogo-tarifa-что-зhdet-vladelcev-solnechnyh-stancij/>
11. Розвиток інфраструктури для електромобілів:  
<https://opendatabot.ua/analytics/electocars2021>
12. Вихідні та святкові дні в Україні URL: <https://www.work.ua/ru/holidays/public-%202020/>
13. Тарифи на електричну енергію URL: <https://www.dtek-dnem.com.ua/ua/services-%20tariffs>
14. Офіційний сайт НЕК УКРЕНЕРГО: <https://ua.energy/>
15. Повідомлення про оприлюднення проекту постанови Кабінету Міністрів України «Про Net Billing» :  
[http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245661526&cat\\_id=167475](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245661526&cat_id=167475)
16. Вибір сонячних панелей: <https://solarlab.in.ua/p1225622784-solnechnyj-modul-kness.html>
17. Вибір інверторного обладнання:  
<https://solar.huawei.com/en/download?p=%2F-%2Fmedia%2FSolar%2Fattachement%2Fpdf%2F%2Fdatasheet%2FSUN2000-185KTL-H1.pdf>

18. Системи накопичення енергії в Україні: <https://getmarket.com.ua/ua/news/sistemi-nakopichennya-energiyi-energy-storages-perspektivi-dlya-ukrayini>
19. Вибір трансформатора: <http://atrans.in.ua/harakteristeka-transformatora>
20. Вибір автоматичного вимикача: <https://www.avtomats.com.ua/1842-selective-circuit-breaker-e25s-1600a-2500a-4000a-contactor.html>
21. Офіційний сайт ЮЖКАБЕЛЮ: <https://yuzhcable.com.ua/>
22. Вартість сонячної панелі: <https://prom.ua/ua/p1590549434-solnechnaya-panel-545.html>
23. Вартість сонячного кабелю: <https://prom.ua/ua/p836938576-kabel-solarnyj-kbe.html>
24. Вартість інверторного обладнання: <https://ecoforce.com.ua/ru/photoelectrics/sun2000-100ktl-m1/>
25. Вартість паркувального навісу під сонячні панелі: <https://brilliantsolar.com.ua/ua/p1653937891-parkovochnyj-naves-anodirovannogo.html>.
26. Вартість комплекту для кріплення сонячних панелей до паркувального навісу: <https://brilliantsolar.com.ua/ua/p1653937891-parkovochnyj-naves-anodirovannogo.html>
27. Зарядний комплекс-Т 240 кВт: <https://бь.ua/charge-complex-t/en?from-popup>
28. Кабель АВБШнгд 4х95 мм<sup>2</sup>: [https://vse-e.com.ua/avbbshvng-495?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa68xkN\\_WOtecYdke6Fh4BAW6uvDFwxQMpLlgTwq1QrlVDjk2sIZC4\\_UaAvHgEALw\\_wcB](https://vse-e.com.ua/avbbshvng-495?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa68xkN_WOtecYdke6Fh4BAW6uvDFwxQMpLlgTwq1QrlVDjk2sIZC4_UaAvHgEALw_wcB)
29. Кабель АВБШнгд 4х185 мм<sup>2</sup>: <https://www.avtomats.com.ua/>
30. Кабель ВБШнгд 4х185 мм<sup>2</sup>: [https://amperok.com.ua/kabel\\_avbbshv\\_4\\_185\\_1\\_sm\\_pivdenkabel?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa6\\_J23Qd18tIaeBzfvdpGZciJQbxZdgbPiTnSSca4Cy5y5frnN3GxJsaAt58EALw\\_wcB](https://amperok.com.ua/kabel_avbbshv_4_185_1_sm_pivdenkabel?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa6_J23Qd18tIaeBzfvdpGZciJQbxZdgbPiTnSSca4Cy5y5frnN3GxJsaAt58EALw_wcB)
31. Автоматичний вимикач 630А: [https://www.volta.com.ua/catalog/item/avtomaticheskij\\_vyklyuchatel\\_nm8\\_800s\\_630a\\_3p\\_c\\_hint/](https://www.volta.com.ua/catalog/item/avtomaticheskij_vyklyuchatel_nm8_800s_630a_3p_c_hint/)
32. Автоматичний вимикач 180А: [https://www.volta.com.ua/catalog/item/avtomaticheskij\\_vyklyuchatel\\_nm1\\_250s\\_3300\\_180a\\_chint/](https://www.volta.com.ua/catalog/item/avtomaticheskij_vyklyuchatel_nm1_250s_3300_180a_chint/)
33. Автоматичний вимикач 400А: [https://www.volta.com.ua/catalog/item/avtomaticheskij\\_vyklyuchatel\\_nm1\\_400h\\_3300\\_400a\\_chint/](https://www.volta.com.ua/catalog/item/avtomaticheskij_vyklyuchatel_nm1_400h_3300_400a_chint/)
34. Вартість коннектору МС4: [https://aimtele.kiev.ua/ua/p1678487860-konnektor-dlya-solnechnyh.html?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa6-Kcqc4VW8fg74UqCvvh\\_hUsjQPuSYSqF--EAtbC4ITaW5n91uNjWsaAlg5EALw\\_wcB](https://aimtele.kiev.ua/ua/p1678487860-konnektor-dlya-solnechnyh.html?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa6-Kcqc4VW8fg74UqCvvh_hUsjQPuSYSqF--EAtbC4ITaW5n91uNjWsaAlg5EALw_wcB)
35. Закон України «Про електроенергетику» від 16.10.1997 № 575/97-ВР.

36. ГОСТ 28249-93. Короткі замикання в електроустановках. Методи розрахунку в установках змінного струму напругою до 1 кВ.
37. СОУ-Н МЕНВ 40.1-37471933-49-2011 "Проектування кабельних ліній напругою до 330кВ."
38. "Керівництво по вибору, прокладці, монтажу, випробовувань і експлуатації кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену напругою 6-35 кВ ПАТ "Південкабель".
39. Державне підприємство «Національна енергетична компанія «Укренерго». Вимоги до вітряних та сонячних електростанцій при їхній роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України.
40. ПУЕ: Розділ 7.4. Електричні установки в пожежонебезпечних зонах.
41. Курс економіки: Учебник / Под ред. Б.А. Райзберга. – ИНФРА-М, 1997. – 720с.
42. ЕКОНОМІКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА. Конспект лекцій для самостійного вивчення дисципліни „ЕКОНОМІКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА” (для студентів спеціальності 6.092202 – „Електричний транспорт”). / Укл.: Бойко Л.Г. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 194 с.
43. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Сонячна енергетика” для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / І.М. Луценко, Є.В. Кошеленко, П.С. Циган, О.А. Замкова – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. – 20 с.
44. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укладачі: Л.В. Тимошенко, Н.В. Дементьєва - Дніпро: НГУ, 2018. - 15 с.

## ДОДАТОК А Відомість матеріалів дипломного проекту

		<b>Позначення</b>	<b>Найменування</b>	<b>Кількість</b>	<b>Примітка</b>
1					
2			Документація		
3					
4	A4		Пояснювальна записка	101	
5					
6					
7					
8					

ДОДАТОК Б Повні технічні характеристики ФЕМ, інверторів та зарядного комплексу.



**TITAN**  
HIGH PERFORMANCE  
MONOCRYSTALLINE PERC MODULE

**G5.6**

Draft

## RSM110-8-535M-555M

<b>110 CELL</b> Mono PERC Module	<b>535-555Wp</b> Power Output Range
<b>1500VDC</b> Maximum System Voltage	<b>21.2%</b> Maximum Efficiency

### KEY SALIENT FEATURES

-  Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
-  Industry leading lowest thermal co-efficient of power
-  Industry leading 12 years product warranty
-  Excellent low Irradiance performance
-  Excellent PID resistance
-  Positive tight power tolerance
-  Dual stage 100% EL inspection warranting defect-free product
-  Module Imp binning radically reduces string mismatch losses
-  Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements
-  Certified to withstand severe environmental conditions
  - ◆ Anti-reflective & anti-soiling surface minimises power loss from dirt and dust
  - ◆ Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
  - ◆ Excellent mechanical resistance: wind load 2400Pa & snow load 5400Pa

**RISEN ENERGY CO., LTD.**

Risen Energy is a leading, global Tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1988, and publicly listed in 2010, complies with power generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by unparalleled quality and support, underpins Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial baseliability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tiuhuan Industry Zone, Wulin, Ningbo 315609, Ningbo | P.R.C  
Tel: +86-574-26603230 Fax: +86-574-59903668  
E-mail: marketing@risenenergy.com WebSite: www.risenenergy.com



risen

solar technology

Preliminary  
For Global Market

### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty



\* Please check the valid version of Linear Product Warranty which is offered by Risen Energy Co., Ltd.

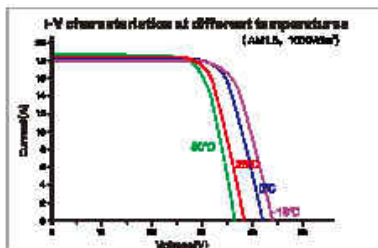
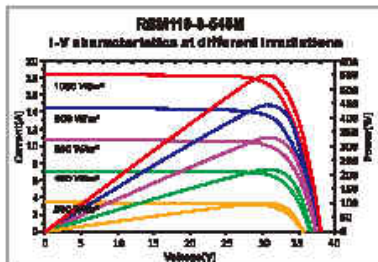
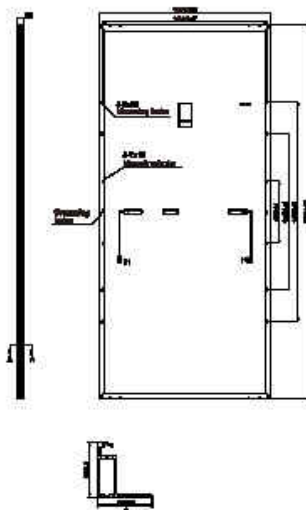
THE POWER OF RISING VALUE

Рисунок Б.1 - Повні характеристики ФЕМ Risen RSM110-8-545 М





Dimensions of PV Module [mm]



Our Partners:

RSM110-M-1208-216-110-8-31000

**ELECTRICAL DATA (STC)**

Model Number	RSM110-8-338M	RSM110-8-540M	RSM110-8-545M	RSM110-8-388M	RSM110-8-600M
Rated Power in W/m <sup>2</sup> -P <sub>max</sub> (Wp)	535	540	545	538	535
Open Circuit Voltage-V <sub>oc</sub> (V)	37.56	37.78	38.02	38.24	38.46
Short Circuit Current-I <sub>sc</sub> (A)	18.13	18.18	18.23	18.28	18.33
Maximum Power Voltage-V <sub>mpp</sub> (V)	31.25	31.48	31.68	31.88	32.08
Maximum Power Current-I <sub>mp</sub> (A)	17.12	17.17	17.22	17.27	17.32
Module Efficiency (%) *	20.6	20.7	20.9	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to IEC 60904-3.  
\* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

**ELECTRICAL DATA (NMOT)**

Model Number	RSM110-8-338M	RSM110-8-540M	RSM110-8-545M	RSM110-8-388M	RSM110-8-600M
Maximum Power-P <sub>max</sub> (Wp)	405.3	409.0	412.8	416.7	420.5
Open Circuit Voltage-V <sub>oc</sub> (V)	34.95	35.14	35.35	35.65	35.77
Short Circuit Current-I <sub>sc</sub> (A)	14.87	14.91	14.95	14.99	15.03
Maximum Power Voltage-V <sub>mpp</sub> (V)	29.01	29.19	29.38	29.67	29.76
Maximum Power Current-I <sub>mp</sub> (A)	13.97	14.01	14.05	14.09	14.13

NMOT: Irradiance at 800 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	110 cells (6×11+5×11)
Module dimensions	2304×1096×35mm
Weight	28kg
Substrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminum Alloy type 6005-2TB, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm <sup>2</sup> (12AWG), Positive(+):350mm, Negative(-):350mm (Connector included)
Connector	Risen Tinned PV-SY02, IP68

**TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS**

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub>	-0.26%/°C
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub>	0.04%/°C
Temperature Coefficient of P <sub>max</sub>	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	30A
Limiting Reverse Current	30A

**PACKAGING CONFIGURATION**

	407(HQ)
Number of modules per container	820
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	20
Box gross weight [kg]	950

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THIS PRODUCT.  
©2020 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.  
THE POWER OF RISING VALUE

Рисунок Б.2 - Повні характеристики ФЕМ Risen RSM110-8-545 M

## SUN2000-100KTL-M1 Smart PV Controller



### Smart

Smart I-V Curve Diagnosis supported



### Efficient

Max. efficiency 98.8%



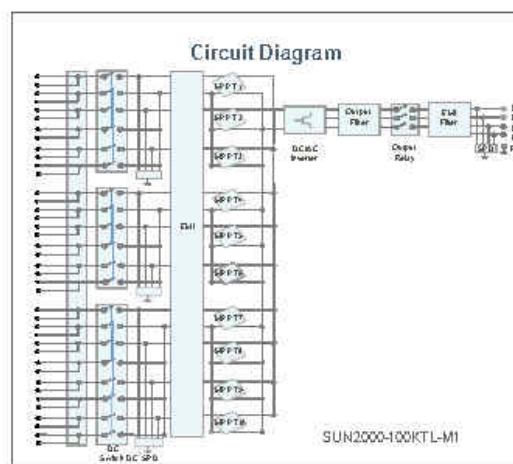
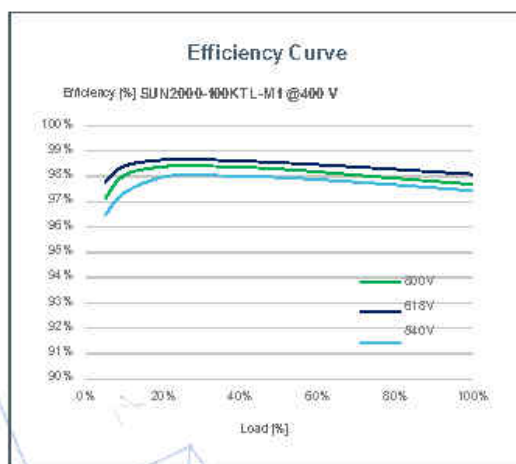
### Safe

Fuse free design



### Reliable

Type II surge arresters for DC & AC



SOLAR.HUAWEI.COM/AU/

Рисунок Б.3 - Повні характеристики інвертора Huawei SUN-2000-100KTL-M1

SUN2000-100KTL-M1  
**Technical Specification**

Technical Specification	SUN2000-100KTL-M1
<b>Efficiency</b>	
Max. Efficiency	98.8%
European Efficiency	98.6%
<b>Input</b>	
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	20
Number of MPP Trackers	10
<b>Output</b>	
Rated AC Active Power	100,000 W
Rated AC Apparent power	100,000 VA
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Rated Output Voltage	400 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	144.4 A
Max. Output Current	180.4 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%
<b>Protection</b>	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arresler	Type II
AC Surge Arresler	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
<b>Communication</b>	
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP
RS485	Yes
USB	Yes
MBUS	Yes (isolation transformer required)
<b>General Data</b>	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 385mm (40.7 x 27.6x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	90 kg (187.4 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4
AC Connector	Waterproof Connector + GT/DT Terminal
Protection Degree	IP68
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	≤ 3.5W
Country of Manufacture	China
<b>Standard Compliance (more available upon request)</b>	
Safety	EN IEC 62109-1, EN IEC 62109-2, IEC 62116
Grid Connection Standards	AS/NZS 4777.2 2020

SOLAR.HUAWEI.COM/AU/

Рисунок Б.4 - Повні характеристики інвертора Huawei SUN-2000-100KTL-M1



**Auto**  **nterprise**

# **T-COMPLEX**

CHARGING COMPLEX



Operating Manual

Рисунок Б.5 - Повні характеристики зарядного комплексу-Т потужністю 240 кВт

## 1. GENERAL INFORMATION

### 1.1 APPLICATION

**T-COMPLEX** is a high-quality Charging Complex designed and manufactured using effective solutions in the field of power electronics and technology based on a modern element base, using microcontroller signal processing technology, which ensures its high efficiency, functionality, and reliability. The solutions together with software and available interfaces, provides a flexible and productive charging solution for electric vehicles.

The product has been designed to control and to convert the energy consumed from a three-phase 230/400V AC network into DC and AC voltage for charging the e-vehicle battery.

The product is equipped with an intelligent microcontroller operating system and communication devices that provide information exchange with an electric vehicle and set the amount of current and charging voltage, in accordance with the needs of the e-vehicle in real time.

The product has been designed for the simultaneous connection of up to five vehicles.

### 1.2 CHARGING COMPLEX FUNCTIONALITIES

Mounting type	Wall / Floor
Online monitoring of device operation	Yes
Ability to adjust the charge current	Yes
Possibility of setting the rate at the Charging Complex	Yes
Single case execution	Yes
Display	Yes
Indication of the consumed electricity amount	Yes
User-defined interface management	Menu functions are controlled via the app
Emergency stop button	Yes
Bottom power cable entry	Yes
Case material	Steel with anti-corrosion coating

Рисунок Б.6 - Повні характеристики зарядного комплексу-Т потужністю 240 кВт

### 1.3 SPECIFICATIONS

Charging mode, according to IEC 61851-1	Mode 3, Mode 4
Rated input voltage	3 phases, 400V
Maximum permissible input voltage deviation, no more than	±10%
Rated power supply frequency	50/60Hz
Maximum permissible deviation of the mains frequency	±0.2Hz
Electric power consumed from the network, maximum	30kV·A – 303kV·A
Display	• LED display 17"
Operational capabilities of the Complex	RFID card (IEC 14443-1); Mobile app; Chip tag (optional)
Mechanical protection class, according to IEC 62262	IK10
Enclosure rating, according to IEC 60529	IP54
Ambient temperature	from -35°C to +50°C
Relative humidity	no more than 95% without moisture condensation
Weight, kg	491
Overall dimensions (H×W×D), mm	1778×495×2655
Communication (standards and protocols)	
2G	GSM GPRS Class 12, Quad-band: 850 / 900 / 1800 / 1900MHz
3G/4G (LTE)	LTE Cat 1, LTE-FDD: B1/B3/B7/B8/B20/B28A; GSM: B3/B8
RFID	ISO 14443 (A) (Mifare)
Ethernet	IEEE 802.3
Wi-Fi	802.11 a/b/g/n
OCPP	OCPP 1.6

Рисунок Б.7 - Повні характеристики зарядного комплексу-Т потужністю 240 кВт

## 1.4 CHARACTERISTICS OF THE STATION CONNECTORS




Charging complex port	Type 1 (SAE-J1772)	
		
	Maximum output power	9.2kW   18.4kW
	Maximum charge current	40A   80A
	Maximum charge voltage	230V
Cable length	6.5m	
Charging complex port	Type 2 (Mennekes)	
		
	Maximum output power	22kW   43kW
	Maximum charge current	3×32A   3×63A
	Maximum charge voltage	400V
Cable length	6.5m	
Charging complex port	CHAdeMO	
		
	Maximum output power	90kW
	Maximum charge current	200A
	Maximum charge voltage	500V
Cable length	6.5m	

Рисунок Б.8 - Повні характеристики зарядного комплексу-Т потужністю 240 кВт

Charging complex port	CCS (Type 1)	
		
	Maximum output power	120kW   160kW
	Maximum charge current	300A
	Maximum charge voltage	500V   1,000V
Cable length	6.5m	
Charging complex port	CCS (Type 2)	
		
	Maximum output power	120kW   160kW
	Maximum charge current	300A
	Maximum charge voltage	500V   1,000V
Cable length	6.5m	
Charging complex port	GB/T AC	
		
	Maximum output power	22kW   43kW
	Maximum charge current	3×32A   3×63A
	Maximum charge voltage	400V
Cable length	5m	
Charging complex port	GB/T DC	
		
	Maximum output power	90kW
	Maximum charge current	250A
	Maximum charge voltage	500V
Cable length	5.5m	

Рисунок Б.5 - Повні характеристики зарядного комплексу-Т потужністю 240 кВт

### 1.5 CHARGING COMPLEX MODIFICATIONS

The Charging Complex is available in various configurations, which are formed depending on the availability of connectors and the power of the DC-part of the Charging Station (150-180-210-240kW).

The power value of the Charging Station, depending on the configuration, shall be determined from Table 1.

Table 1. Charging Station power

P <sub>DC</sub> P <sub>Type1</sub>	P <sub>DC</sub> = 150kW					P <sub>DC</sub> = 180kW				
	Type1 is absent	150	172	194	193	236	180	202	224	223
1xType1 (9.2kW)	139.2	181.2	—	202.2	—	189.2	211.2	—	232.2	—
2xType1 (18.4kW)	168.4	—	—	—	—	198.4	—	—	—	—
1xType1 (18.4kW)	168.4	190.4	—	211.4	—	198.4	220.4	—	241.4	—
2xType1 (36.8kW)	186.8	—	—	—	—	216.8	—	—	—	—
P <sub>Type1</sub> P <sub>Type2</sub>	Type2 is absent	1xType2 (22kW)	2xType2 (44kW)	1xType2 (43kW)	2xType2 (86kW)	Type2 is absent	1xType2 (22kW)	2xType2 (44kW)	1xType2 (43kW)	2xType2 (86kW)

P <sub>DC</sub> P <sub>Type1</sub>	P <sub>DC</sub> = 210kW					P <sub>DC</sub> = 240kW				
	Type1 is absent	210	232	254	253	296	240	262	264	263
1xType1 (9.2kW)	219.2	241.2	—	262.2	—	249.2	271.2	—	272.2	—
2xType1 (18.4kW)	228.4	—	—	—	—	258.4	—	—	—	—
1xType1 (18.4kW)	228.4	250.4	—	271.4	—	258.4	280.4	—	281.4	—
2xType1 (36.8kW)	246.8	—	—	—	—	276.8	—	—	—	—
P <sub>Type1</sub> P <sub>Type2</sub>	Type2 is absent	1xType2 (22kW)	2xType2 (44kW)	1xType2 (43kW)	2xType2 (86kW)	Type2 is absent	1xType2 (22kW)	2xType2 (44kW)	1xType2 (43kW)	2xType2 (86kW)

Рисунок Б.9 - Повні характеристики зарядного комплексу-Т потужністю 240 кВт

## 2 COMPLETE SET

Wall mounting	
T-Complex Charging Station	1
Operating Manual	1
Insert	1
M16 nut	4
Washer 16	4
Additional accessories	
Cable pull-up unit (tensioner)	2

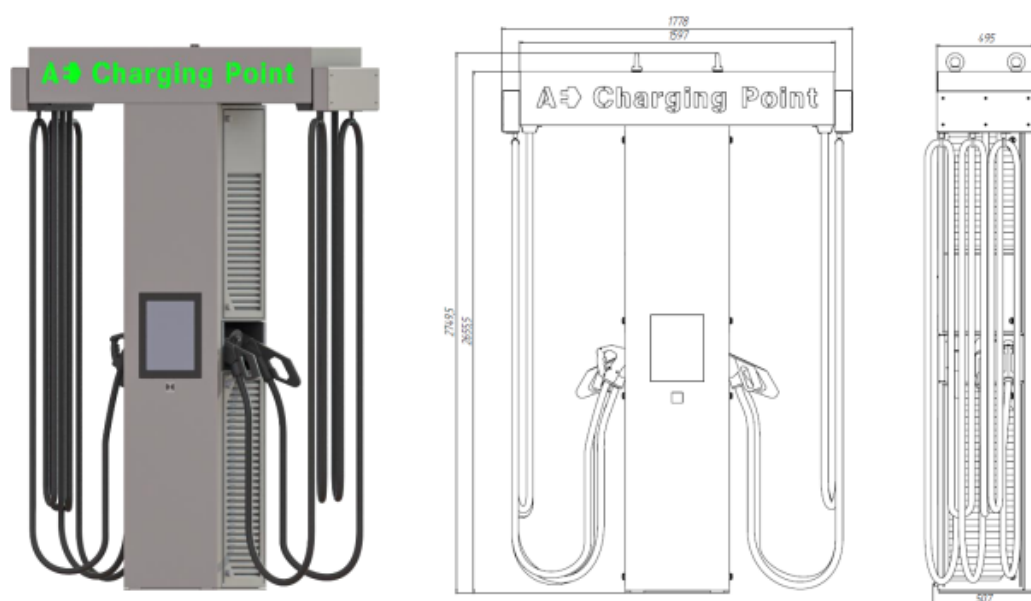


Figure 1 – Appearance and dimensions of the Station

Рисунок Б.10 - Повні характеристики зарядного комплексу-Т потужністю 240 кВт

## ДОДАТОК В Повний звіт програми PVsyst



Version 7.2.21

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

Project: Diploma paper

Variant: New simulation variant

Tables on a building

System power: 343 kWp

Topol - Ukraine

| Author




**PVsyst V7.2.21**

VCO, Simulation date:  
07/12/22 23:55  
with v7.2.21

**Project: Diploma paper**

Variant: New simulation variant

**Project summary**

<b>Geographical Site</b>	<b>Situation</b>	<b>Project settings</b>
Topol	Latitude 48.40 °N	Albedo 0.20
Ukraine	Longitude 35.03 °E	
	Altitude 148 m	
	Time zone UTC+2	
<b>Meteo data</b>		
Topol		
Meteonorm 8.0 (1999-2017), Sat=100% - Synthetic		

**System summary**

<b>Grid-Connected System</b>	<b>Tables on a building</b>	<b>User's needs</b>
<b>PV Field Orientation</b>	<b>Near Shadings</b>	Unlimited load (grid)
Fixed plane	Linear shadings	
Tilt/Azimuth 10 / -27 °		
<b>System information</b>		
<b>PV Array</b>	<b>Inverters</b>	
Nb. of modules 630 units	Nb. of units 3 units	
Pnom total 343 kWp	Pnom total 300 kWac	
	Pnom ratio 1.145	

**Results summary**

Produced Energy 421.0 MWh/year	Specific production 1226 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 89.95 %
--------------------------------	---------------------------------------	------------------------

**Table of contents**

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Special graphs	8


**PVsyst V7.2.21**

VCQ, Simulation date:  
07/12/22 23:55  
with v7.2.21

**Project: Diploma paper**

Variant: New simulation variant

General parameters		
<b>Grid-Connected System</b>	<b>Tables on a building</b>	
<b>PV Field Orientation</b>	<b>Sheds configuration</b>	<b>Models used</b>
Orientation	Nb. of sheds	Transposition
Fixed plane	4 units	Perez
Tilt/Azimuth	<b>Sizes</b>	Diffuse
10 / -27 °	Sheds spacing	Perez, Meteonorm
	15.4 m	Circumsolar
	Collector width	separate
	9.28 m	
	Ground Cov. Ratio (GCR)	
	60.2 %	
<b>Horizon</b>	<b>Near Shadings</b>	<b>User's needs</b>
Free Horizon	Linear shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics			
<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	Risen Energy Co., Ltd	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	RSM110-8-545M	Model	SUN2000-100KTL-M1-480VAc
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	545 Wp	Unit Nom. Power	100 kWac
Number of PV modules	630 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	343 kWp	Total power	300 kWac
<b>Array #1 - PV Array</b>			
Number of PV modules	210 units	Number of inverters	10 * MPPT 10% 1 unit
Nominal (STC)	114 kWp	Total power	100 kWac
Modules	10 Strings x 21 In series		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	105 kWp	Max. power (=>40°C)	110 kWac
U mpp	603 V	Phom ratio (DC:AC)	1.14
I mpp	174 A		
<b>Array #2 - Sub-array #2</b>			
Number of PV modules	420 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	229 kWp	Total power	200 kWac
Modules	20 Strings x 21 In series		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	210 kWp	Max. power (=>40°C)	110 kWac
U mpp	603 V	Phom ratio (DC:AC)	1.14
I mpp	348 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	343 kWp	Total power	300 kWac
Total	630 modules	Number of inverters	3 units
Module area	1646 m <sup>2</sup>	Phom ratio	1.14
Cell area	1532 m <sup>2</sup>		

Array losses			
<b>Thermal Loss factor</b>	<b>LID - Light Induced Degradation</b>	<b>Module Quality Loss</b>	
Module temperature according to irradiance	Loss Fraction	Loss Fraction	-0.8 %
Uc (const)	1.5 %		
20.0 W/m <sup>2</sup> K			
Uv (wind)			
0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s			
<b>Module mismatch losses</b>	<b>Strings Mismatch loss</b>		
Loss Fraction	Loss Fraction		
2.0 % at MPP	0.1 %		


**PVsyst V7.2.21**

VCO, Simulation date:  
07/12/22 23:55  
with v7.2.21

**Project: Diploma paper**

Variant: New simulation variant

**Array losses**
**IAM loss factor**

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	20°	40°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.981	0.957	0.930	0.851	0.000

**DC wiring losses**

Global wiring resistance      10 mΩ  
Loss Fraction                    1.5 % at STC

**Array #1 - PV Array**

Global array res.                    57 mΩ  
Loss Fraction                    1.5 % at STC

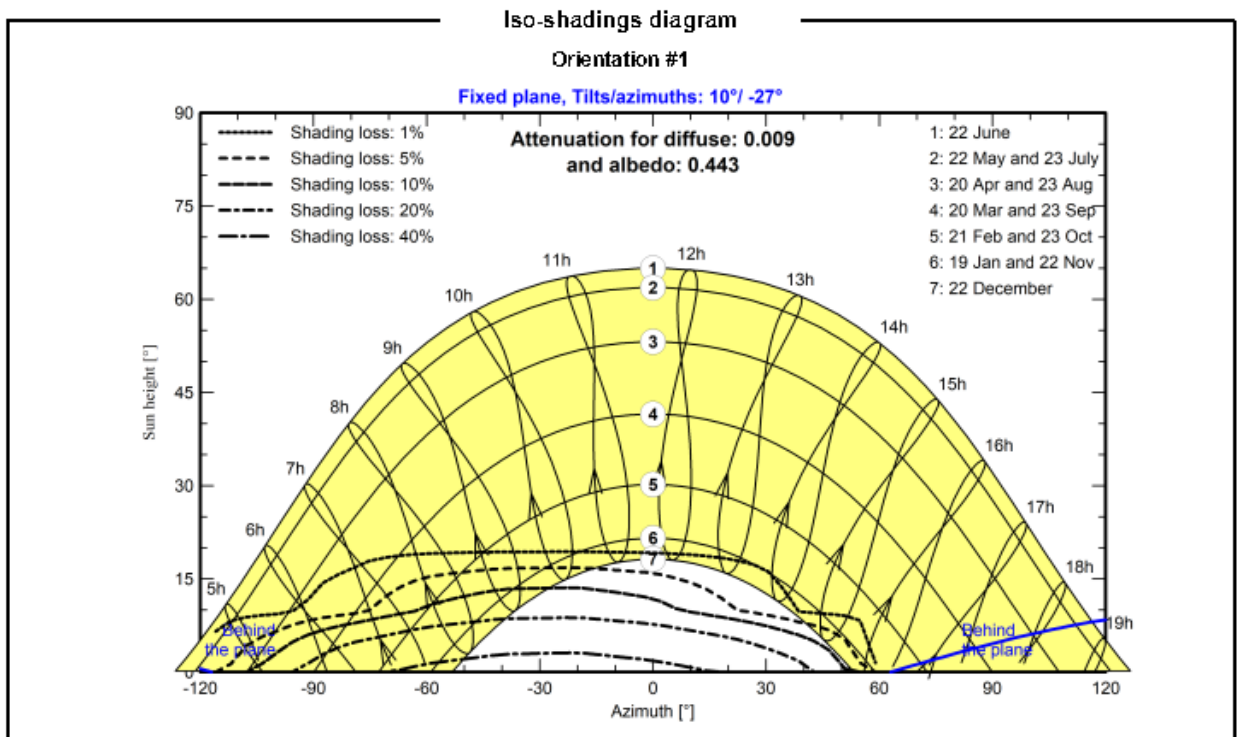
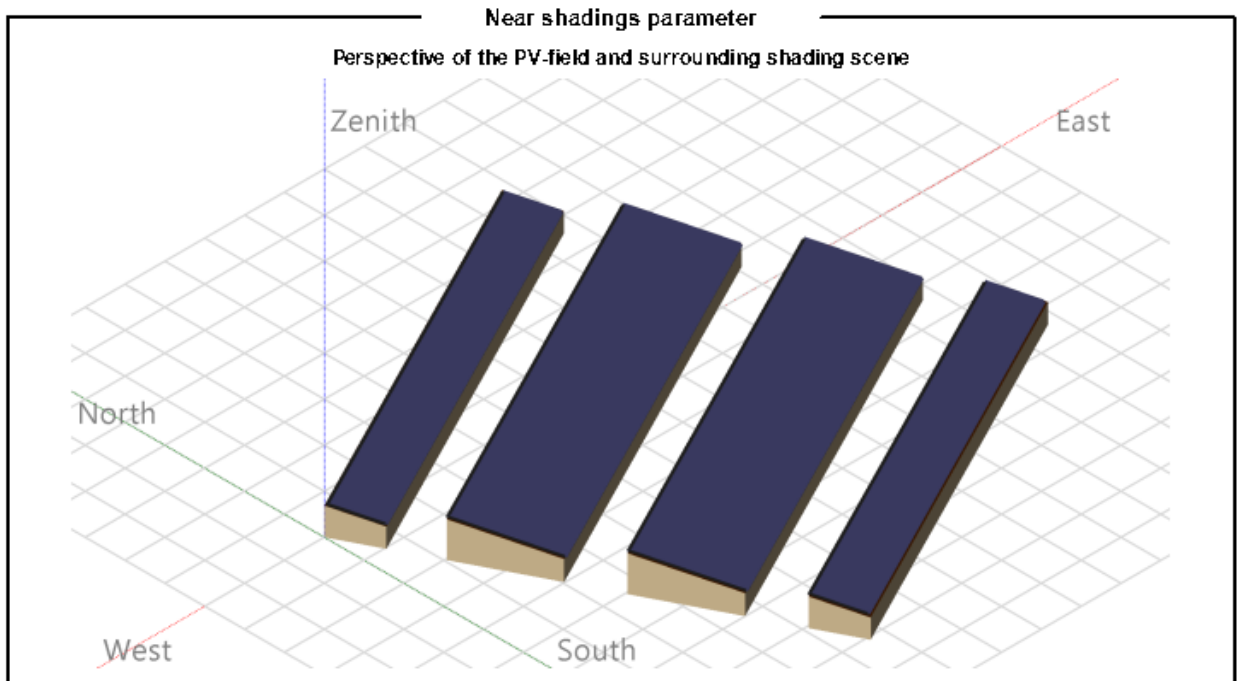
**Array #2 - Sub-array #2**

Global array res.                    28 mΩ  
Loss Fraction                    1.5 % at STC



**PVsyst V7.2.21**  
 VCO, Simulation date:  
 07/12/22 23:55  
 with v7.2.21

Project: Diploma paper  
 Variant: New simulation variant




**PVsyst V7.2.21**

VCQ, Simulation date:  
07/12/22 23:55  
with v7.2.21

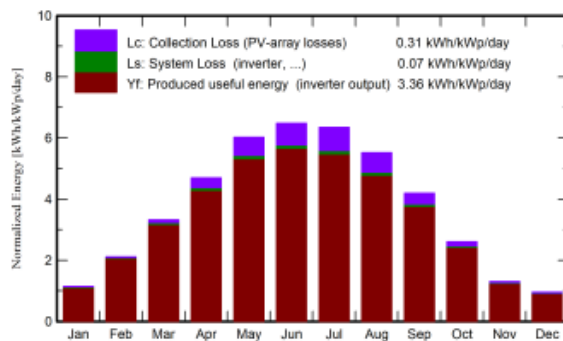
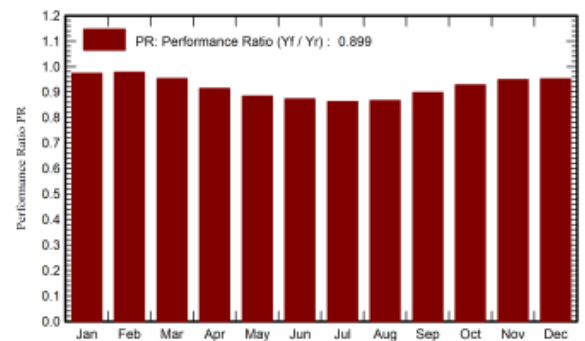
Project Diploma paper  
Variant: New simulation variant

**Main results**
**System Production**

Produced Energy 421.0 MWh/year

Specific production  
Performance Ratio PR

1226 kWh/kWp/year  
89.95 %

**Normalized productions (per installed kWp)**

**Performance Ratio PR**

**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	29.7	19.50	-3.80	35.4	34.4	12.08	11.84	0.973
February	50.3	26.24	-2.75	59.1	58.1	20.18	19.84	0.978
March	83.7	48.80	2.72	103.2	102.1	34.39	33.78	0.954
April	132.5	67.01	10.48	140.9	139.7	45.10	44.23	0.914
May	180.0	81.64	17.16	186.7	185.3	57.84	56.70	0.884
June	190.8	87.76	20.37	194.4	192.9	59.51	58.32	0.874
July	192.5	81.33	22.99	196.8	195.3	59.51	58.31	0.863
August	162.1	68.64	22.68	171.2	169.8	51.99	50.95	0.867
September	114.8	49.83	16.18	125.8	124.7	39.59	38.80	0.898
October	70.6	37.05	9.30	80.9	79.8	26.31	25.80	0.929
November	33.8	22.98	3.40	39.3	38.3	13.06	12.80	0.949
December	24.4	16.46	-1.26	29.5	28.3	9.84	9.65	0.952
Year	1275.2	607.24	9.86	1363.2	1348.6	429.37	421.03	0.899

**Legends**

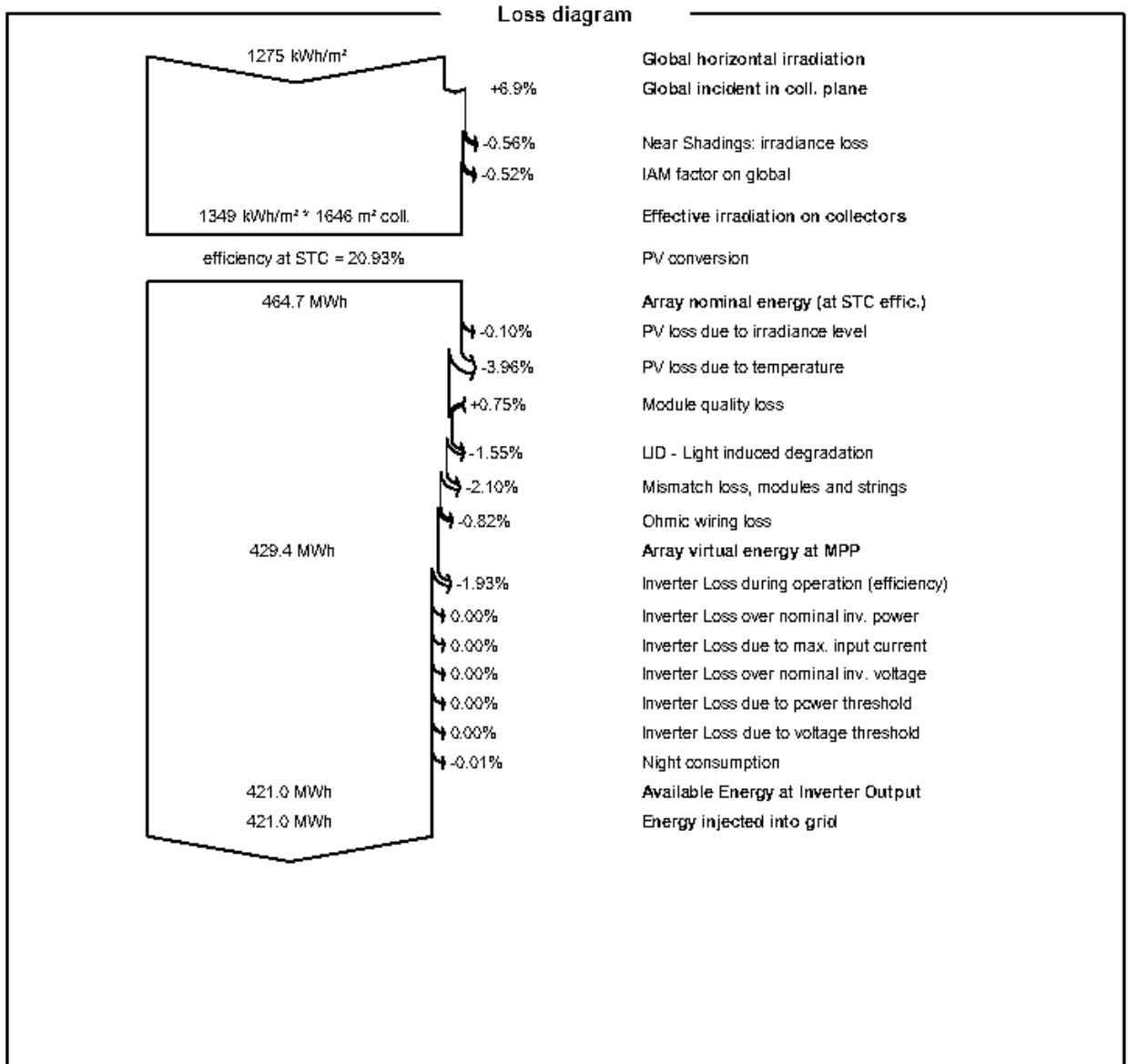
GlobHor Global horizontal irradiation  
DiffHor Horizontal diffuse irradiation  
T\_Amb Ambient Temperature  
GlobInc Global incident in coll. plane  
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array  
E\_Grid Energy injected into grid  
PR Performance Ratio



**PVsyst V7.2.21**  
 VCO, Simulation date:  
 07/12/22 23:55  
 with v7.2.21

Project: Diploma paper  
 Variant: New simulation variant



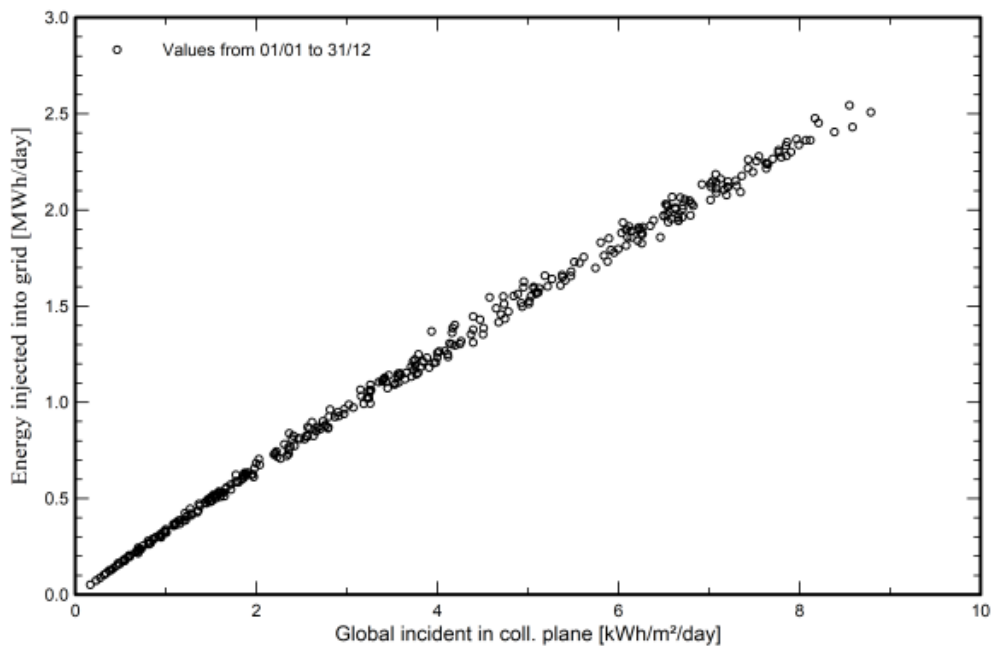


**PVsyst V7.2.21**  
 VCO, Simulation date:  
 07/12/22 23:55  
 with v7.2.21

Project: Diploma paper  
 Variant: New simulation variant

Special graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution

