

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЛІ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «МАКОШ МІНЕРАЛ» МІСТА ВІННИЦІ
З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Виконав: студент 4-го курсу, групи Е-22мс
спеціальності 141 – Електроенергетика, _____

електротехніка та електромеханік

(шифр і назва спеціальності)

~~(шифр)~~

(прізвище та ініціали)

И.К.: К.Т.Н.

Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

« 17 »

06

2024 p.

Рецензент К.Б.И., доц., доц. каф. БС

Вильневский с.г.

(прізвище та ініціали)

《 序 》

2024 p.

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)

(прізвище та ініціали)

«47» 06 2024 p.

《47》

96

2024 p.

Вінниця ВНТУ – 2024 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

Освітній ступінь – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма - Електроенергетика та електротехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

« 11 » 03 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Ненчинському Дмитру Богдановичу

1. Тема роботи Розробка системи енергозабезпечення будівлі товариства з обмеженою відповідальністю «Макош Мінерал» міста Вінниці з використанням відновлюваних джерел енергії

Керівник роботи Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доцент затверджені наказом по ВНТУ від « 11 » березня 2024 року, № 80

2. Термін подання студентом роботи «11» червня 2024 року.

3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів (Додаток Б); відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього та зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; графіки електричних навантажень; основні техніко-економічні показники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Анотація

Вступ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Історична довідка про підприємство

1.2 Технічні характеристики про підприємств

1.3 Оцінка категорії з надійності електропостачання

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок електричних навантажень цеху

2.2 Вибір схеми цехової мережі

2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі

2.4 Розрахунок навантажень підприємства

2.5 Вибір цехових ТП та їх розміщення

2.6 Вибір і розміщення ЦРП

2.7 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИЙНЯТТЯ ОПТИМАЛЬНО ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Вплив компенсації реактивної потужності на підвищення енергоефективності підприємства

3.2 Визначення оптимальної потужності компенсувальних пристроїв 0,38 кВ за критерієм мінімуму затрат в СЕП

3.3 Розрахунок втрат в трансформаторі до і після вирівнювання графіка електричних навантажень

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

Висновки.

Список літератури.

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

- Генплан підприємства

- Генплан цеху

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання приймав
Охорона праці	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання « 27 » травня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
1	Загальні відомості про підприємство	27.05-29.05	вик
2	Розробка системи електропостачання підприємства	29.05-2.06	вик
3	Автоматизація прийняття оптимально проєктних рішень	2.06-6.06	вик
4	Охорона праці	6.06-11.06	вик

Студент

(підпис)

Керівник бакалаврської дипломної роботи

(підпис)

Нормоконтроль

(підпис)

Ненчинський Д.Б.
(прізвище та ініціали)

Бабенко О.В.
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ненчинський Д.Б. Розробка системи енергозабезпечення будівлі товариства з обмеженою відповідальністю «Макош Мінерал» міста Вінниці з використанням відновлюваних джерел енергії, Бакалаврська дипломна робота. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. ФЕЕЕМ. Кафедра ЕСЕЕМ – Вінниця: ВНТУ, 2024

Бакалаврська дипломна робота складається з 63 сторінки формату А4, які містять 9 рисунків та 14 таблиць, список використаної літератури та інших джерел інформації містить 31 найменувань.

Метою роботи є вдосконалення системи електропостачання підприємства шляхом впровадження відновлювальних джерел енергії.

В загальній частині бакалаврської дипломної роботи було подано загальні відомості про підприємство, здійснено розрахунок електричних навантажень, виконано вибір потужності та місць розташування цехових трансформаторних підстанцій, обрано параметри ліній та апаратів захисту.

В науковій частині обґрунтовано ефективність використання дахових електричних станцій підприємства для суттєвого зниження енергоспоживання від електричної мережі.

У четвертому розділі були розроблені заходи з охорони праці в будівлях компанії. Вирішені питання з безпечної експлуатації об'єкту, а також гігієни праці та виробничої санітарії, виконані дії з пожежної безпеки.

Ключові слова: трансформаторна підстанція, кабельна лінія, дахова сонячна станція.

ABSTRACT

Nenchinsky D.B. Development of the energy supply system for the building of the limited liability company "Makosh Mineral" in the city of Vinnytsia using renewable energy sources, Bachelor's thesis. 141 – Power engineering, electrical engineering and electromechanics. FEEEM. ESEEM Department - Vinnytsia: VNTU, 2024 The bachelor thesis consists of 63 pages of A4 format, which contain 9 figures and 14 tables, the list of used literature and other sources of information contains 31 items.

The purpose of the work is to improve the company's power supply system by introducing renewable energy sources. In the general part of the bachelor thesis, general information about the enterprise was presented, the calculation of electrical loads was carried out, the selection of power and locations of workshop transformer substations was made, the parameters of lines and protection devices were selected. In the scientific part, the effectiveness of the use of the company's roof-top electrical stations for significantly reducing energy consumption from the electrical network is substantiated. In the fourth chapter, labor protection measures were developed in the company's buildings. Issues related to the safe operation of the facility, as well as labor hygiene and industrial sanitation, were resolved, and fire safety measures were implemented.

Keywords: transformer substation, cable line, rooftop solar station.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	5
1.1 Історична довідка про підприємство	5
1.2 Технічні характеристики про підприємство	8
1.3 Характеристики ефективного енергозабезпечення будівлі	9
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	13
2.1 Розрахунок навантажень підприємства.....	13
2.2 Вибір та розміщення підстанцій	16
2.3 Розрахунок електропостачання підприємства.....	21
2.4 Висновки до розділу.....	23
РОЗДІЛ 3 МАКСИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ.....	24
3.1 Методологія для визначення оптимальних параметрів сонячної електростанції на даху	24
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	37
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання об'єкта	37
4.1.1 Вимоги до організації робочих місць монтажного персоналу, який здійснює монтаж обладнання системи електропостачання ТОВ «Макош Мінерал» міста Вінниці	37
4.1.2 Електробезпека	40
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	42
4.2.1 Мікроклімат.....	42
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	42
4.2.3 Виробниче освітлення.....	43
4.2.4 Виробничий шум	43
4.3 Пожежна безпека	44
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ.....	51
ДОДАТОК А Вихідні дані	52

ДОДАТОК Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	55
ДОДАТОК В Графічна частина.....	56

ВСТУП

Актуальність теми: Компанія «Макош Мінерал» проводить діяльність в агропромисловому секторі економіки країни і питання енергоефективності в її діяльності є досить актуальні. Вирішенню цих питань слугують заходи, які були покладені в основі побудови самих будівель компанії так і заходи з забезпечення подальшого електропостачання. Стосовно останнього, то на підприємстві запропоновано широко впроваджувати відновлювальні джерела енергії (зокрема фотовольтаїчні дахові станції), які підвищують енергонезалежність, особливо в часи нестабільності енергопостачання.

Мета роботи: розробка системи енергозабезпечення будівлі з використанням фотовольтаїчної дахової станції.

Об'єкт дослідження: Система енергозабезпечення ТОВ «Макош Мінерал».

Предмет дослідження: Процес енергозабезпечення ТОВ «Макош Мінерал».

Завдання: Основними задачами під час виконання роботи є розроблення технічних рішень по підвищенню ефективності енергозабезпечення будівлі.

Методи розрахунку. У бакалаврській роботі було використано прикладні методи фізики, електротехніки, та методи математичного аналізу.

Новизна одержаних результатів: Обгрунтовано ефективність впровадження дахової фотовольтаїчної станції для підвищення незалежності в енергопостачанні будівлі.

Апробація результатів бакалаврської дипломної роботи: Основні теоретичні положення й найвагоміші практичні результати виконаного дослідження було опубліковано в тезах доповіді [3].

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Історична довідка про підприємство

Компанія MAKOSH була заснована 13 серпня 2013 року. Її назва походить від імені трипільської богині родючості, символом якої є засіяне поле. Початок діяльності компанії був досить скромним, з продажем лише трьох продуктів: кристалічного та гранульованого сульфату магнію. Це були перші кроки, які започаткували довгу і успішну історію розвитку компанії.

У 2017 році компанія почала формувати власні складські потужності, що стало важливим етапом у її розвитку. Перший склад, побудований на площі 2500 м², дозволив забезпечити більш ефективне управління запасами продукції. Цей крок був спрямований на покращення логістики та підвищення рівня обслуговування клієнтів.

У 2020 році MAKOSH представила нову послугу «Аудит ґрунту», мета якої — допомогти аграріям заощадити кошти на закупівлю добрив. Послуга дозволяє фермерським господарствам оцінювати стан ґрунту і виявляти потреби в конкретних поживних речовинах. Це допомагає оптимізувати використання добрив та підвищити ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

Сьогодні асортимент продукції компанії значно розширився. MAKOSH співпрацює зі світовими виробниками, що дозволяє пропонувати продукцію, адаптовану до особливостей українських ґрунтів. Це забезпечує високий рівень якості та ефективності добрив, що пропонуються на ринку. Окрім продажу добрив, компанія розробила сервіс «Агроном 24/7», який надає безкоштовну підтримку аграріям. Це ініціатива створена для забезпечення комплексного підходу до живлення рослин і підвищення врожайності.

MAKOSH виступає як міст між виробником та аграрієм, забезпечуючи своїх клієнтів найкращими добривами, умовами та цінами. Компанія спеціалізується

виключно на живленні рослин, пропонуючи інноваційні рішення для підвищення врожайності та прибутковості сільськогосподарських культур.

На сьогодні складська площа MAKOSH становить понад 17 300 м², що дозволяє зберігати понад 50 тисяч тонн продукції. Потужність завантаження складає до 3000 тонн за робочий день, що забезпечує оперативне обслуговування клієнтів та високу ефективність логістики. Станом на 2023 рік компанія має 8 складських приміщень, розташованих у 7 областях України, що сприяє оптимальному покриттю ринку та забезпеченню своєчасної доставки продукції.

Сервіс «Агроном 24/7» надає цілодобові консультації агрономів-експертів з питань живлення рослин, підлаштовуючись під ритм життя українських аграріїв. Цей сервіс забезпечує підтримку під час сезонних робіт, надаючи можливість кожному фермеру отримати безкоштовну консультацію щодо добрив для вирощуваних культур, розроблення індивідуальних схем внесення добрив, технологій вирощування, підбору норм та доз мінеральних і мікродобрив. Також надаються рекомендації щодо вдосконалення процесів вирощування сільськогосподарських культур.

Послуга «Аудит ґрунту» дозволяє аграріям перевірити стан своїх ґрунтів і на основі цього підібрати оптимальну систему живлення для конкретних культур. За результатами аналізу ґрунту фермери можуть дізнатися, яких елементів живлення не вистачає, та отримати рекомендації щодо додаткового обробітку. Агрономи-експерти допомагають підібрати відповідні добрива, їхні норми та спосіб внесення, щоб забезпечити високі врожаї при оптимальних витратах.

MAKOSH також пропонує послугу автоматичного відбору ґрунту «під ключ», що включає відбір зразків для аналізу та надання розгорнутих рекомендацій щодо подальшого живлення рослин. Цей комплексний підхід забезпечує фермерів необхідною інформацією для прийняття обґрунтованих рішень щодо живлення рослин, що сприяє підвищенню ефективності та продуктивності аграрного бізнесу.

З моменту заснування компанії MAKOSH пройшла значний шлях розвитку, постійно розширюючи свої можливості та вдосконалюючи послуги. Завдяки інноваційним підходам та високим стандартам якості, компанія змогла зайняти провідне місце на ринку живлення рослин. Важливим аспектом діяльності є орієнтація на потреби клієнтів, що забезпечує довіру та лояльність з боку аграріїв.

Завдяки зусиллям команди MAKOSH, підприємство не тільки зміцнює свої позиції на ринку, але й сприяє розвитку аграрного сектора України в цілому. Постійний розвиток складських потужностей, впровадження нових сервісів та інноваційних рішень дозволяє компанії ефективно відповідати на виклики ринку та задовольняти потреби клієнтів.

У ТОВ «МАКОШ МІНЕРАЛ» працює 60 осіб, за останні роки було створено понад 20 нових робочих місць, і їхня кількість постійно збільшується, поповнюючись молодими фахівцями. Підприємство за власні кошти здійснює підготовку молодих кадрів та навчання працівників суміжних професій.



Рисунок 1.1 – Фото головного офісу ТОВ «МАКОШ МІНЕРАЛ»

1.2 Технічні характеристики про підприємство

Живлення здійснюється від п/ст. 110/10, що знаходиться біля підприємства.

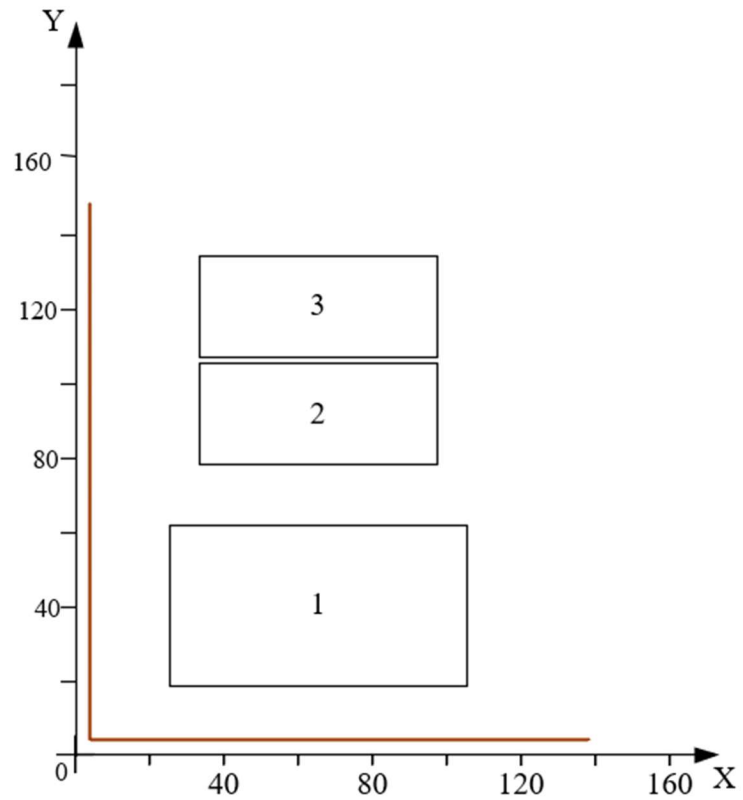


Рисунок 1.2 - Генплан підприємства

Таблиця 1.1 - Вхідні дані про електричні навантаження заводу

№ на плані	Назва цеху	Р _н , кВт
1	Головний офіс	50
2	Ангар-склад	10
3	Тенісний корт	5

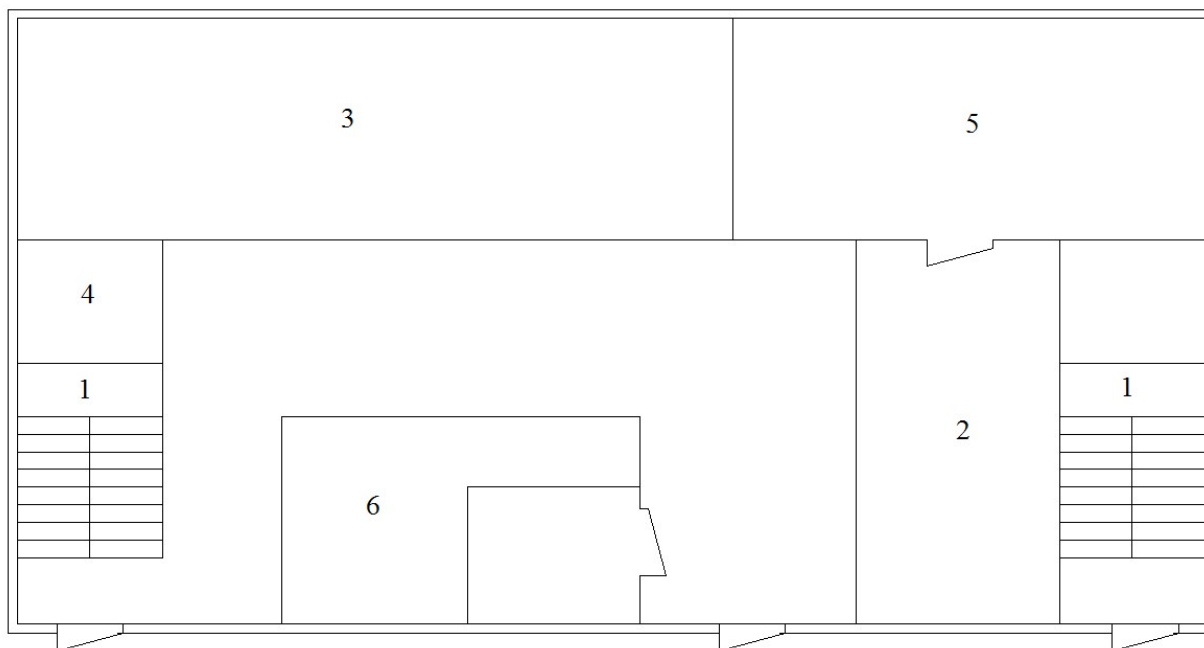


Рисунок 1.3 - План першого поверху на підприємстві «МАКОШ МІНЕРАЛ»

Таблиця 1.2 - Відомості про електричні навантаження цеху

№ п/п	Назва	Рн, кВт
1	Сходи	
2	Серверна, щитова, веб-установки, складські приміщення	10
3	Гаражне приміщення	2
4	Ліфт	10
5	Побутове приміщення	1
	Всього	23

1.3 Характеристики ефективного енергозабезпечення будівлі

Ефективна система енергозабезпечення є одним із ключових елементів безпечного та продуктивного робочого середовища на будь-якому підприємстві. Для компанії "Макош Мінерал", яка спеціалізується на продажу мінеральних добрив, належне енергозабезпечення має вирішальне значення для забезпечення якісної роботи у виробничих, складських та офісних приміщеннях.

Критерії оцінки системи енергозабезпечення

Якість енергозабезпечення:

- Ефективність енергозабезпечення: Оцінка рівня забезпеченості енергією на робочих місцях. Важливо, щоб рівень енергозабезпечення відповідав нормативним вимогам для різних типів приміщень (виробничі зони, склади, офіси).
- Рівномірність постачання енергії: Оцінка рівномірності постачання електроенергії до робочих місць. Рівномірне енергозабезпечення забезпечує стабільність роботи обладнання та підвищує комфорт працівників.
- Надійність енергозабезпечення: Оцінка стабільності та надійності постачання електроенергії. Надійне енергозабезпечення важливо для безперебійної роботи підприємства.

Енергоефективність:

- Споживання енергії: Аналіз споживання енергії системою енергозабезпечення. Використання енергоефективних джерел енергії (сонячні панелі) може значно знизити витрати на електроенергію.
- Довговічність компонентів: Порівняння терміну служби різних компонентів системи енергозабезпечення. Сонячні панелі мають тривалий термін експлуатації, що знижує витрати на їх обслуговування та заміну.

Безпека та здоров'я працівників:

- Захист від потенційних ризиків: Оцінка та впровадження заходів з електробезпеки для уникнення небезпеки ураження електричним струмом та пожеж, пов'язаних з енергозабезпеченням.

Економічна ефективність:

- Інвестиційні витрати: Оцінка вартості впровадження нової системи енергозабезпечення. Включає витрати на придбання, монтаж та налаштування енергозабезпечуючого обладнання.

- Операційні витрати: Розрахунок експлуатаційних витрат, включаючи витрати на електроенергію, технічне обслуговування та заміну компонентів системи енергозабезпечення.

Аналіз поточного стану системи енергозабезпечення

Оцінка існуючих енергетичних систем:

- Тип джерел енергії: Використання традиційних джерел енергії, таких як електромережа міста, з високим рівнем енергоспоживання та залежністю від зовнішніх факторів.

- Стан обладнання: Оцінка технічного стану наявних енергетичних систем, їх працездатності та ефективності.

Вимірювання параметрів енергозабезпечення:

- Рівень енергозабезпечення: Вимірювання рівня енергозабезпечення у різних зонах підприємства для визначення відповідності нормативним вимогам.

- Споживання енергії: Аналіз споживання електроенергії існуючою системою енергозабезпечення, з огляду на можливості оптимізації та використання енергоефективних рішень, таких як сонячні панелі. Рекомендації для покращення системи освітлення

Впровадження сонячних панелей:

Заміна традиційних джерел енергії на сонячні панелі: Сонячні панелі забезпечують високу енергоефективність, тривалий термін служби та зниження залежності від міської електромережі.

- Використання регульованих сонячних панелей: Дозволяє налаштовувати вироблення електроенергії відповідно до потреб підприємства та зовнішніх умов.

Оптимізація розташування сонячних панелей:

- Перепланування розташування панелей: Забезпечення максимального отримання сонячної енергії та зменшення можливих затіненень.
- Встановлення додаткових панелей у критичних зонах: Підвищення продуктивності сонячних панелей у місцях з високою потребою в електроенергії або критично важливих для енергозабезпечення підприємства.

Автоматизація системи освітлення:

- Використання системи "розумного будинку": Інтеграція сучасних технологій для автоматичного управління енергозабезпеченням, включаючи освітлення, опалення та кондиціонування повітря, з метою оптимізації енергоспоживання та зниження витрат.
- Інтелектуальні системи управління енергозабезпеченням: Використання систем, що дозволяють програмувати та контролювати режими енергозабезпечення залежно від часу доби, погодних умов та потреб підприємства.

Висновок

Оцінка та модернізація системи енергозабезпечення на підприємстві "Макош Мінерал" дозволить підвищити рівень безпеки та комфорту працівників, знизити витрати на електроенергію та обслуговування, а також сприятиме загальній ефективності роботи підприємства. Впровадження енергоефективних рішень та автоматизації управління енергозабезпеченням є важливим кроком до досягнення цих цілей.

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок навантажень підприємства

Активну та реактивну потужності силового обладнання, а також розрахункову потужність освітлення цеху визначаємо методом коефіцієнта попиту.

Приклад розрахунку вказаних величин проведемо для головного офісу[19]:

$$P_{mc} = P_n \cdot K_n = 50 \cdot 0,9 = 45 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{mc} = P_{mc} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 45 \cdot 0,92 = 19,2 \text{ (квар)},$$

де K_n – коефіцієнт попиту [2].

Розрахуємо потужність освітлення головного офісу[19]:

$$P_{mo} = P_{пито} \cdot K_{по} \cdot K_{пра} \cdot F = 0,002 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1950 = 3,315 \text{ (кВт)},$$

$$Q_{mo} = P_{mo} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 3,315 \cdot 0,62 = 2,05 \text{ (квар)},$$

$K_{по}$, $K_{пра}$ – коефіцієнт попиту освітлювального навантаження і коефіцієнт втрат потужності в пускорегулювальній апаратурі відповідно [3, с.15].

Розрахункова потужність головного офісу дорівнює сумі розрахункових потужностей силового та освітлювального навантажень[19]:

$$P_m = P_{mc} + P_{mo} = 45 + 3,315 = 48,315 \text{ (кВт)},$$

$$Q_m = Q_{mc} + Q_{mo} = 19,2 + 2,05 = 21,23 \text{ (квар)}.$$

Сумарне повне навантаження головного офісу:

$$S_{\mathcal{M}} = \sqrt{P_{\mathcal{M}}^2 + Q_{\mathcal{M}}^2} = \sqrt{48,315^2 + 21,23^2} = 52,77 \text{ (кВА)}.$$

Всі розрахунки навантаження інших будівель проводяться аналогічно.
Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.2.

Розрахункові максимальні навантаження підприємства визначаємо:

1. сумарне активне навантаження[19]:

$$P_{\mathcal{M}} = K_o P_{\mathcal{MC}} + P_{\mathcal{MO}} = 1 \cdot 50,5 + 4,7 = 55,2 \text{ (кВт)};$$

2. сумарне реактивне навантаження[19]:

$$Q_{\mathcal{M}} = K_o Q_{\mathcal{MC}} + Q_{\mathcal{MO}} = 1 \cdot 21,5 + 2,9 = 24,4 \text{ (квар)},$$

де $K_o = 0,95$ – коефіцієнт одночасності максимумів навантаження для $0,3 \leq K_B < 0,5$ і 2-4 приєднань 10 кВ на збірних шинах РП [3, с.16];

3. сумарне повне навантаження підприємства [19] :

$$S_{\mathcal{M}} = \sqrt{P_{\mathcal{M}}^2 + Q_{\mathcal{M}}^2} = \sqrt{55,2^2 + 24,4^2} = 60,33 \text{ (кВА)}.$$

Таблиця 2.1 - Розрахунок навантажень підприємства

	Споживачі	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження						Всього			
		Рн, кВт	Кп	cosφ	tgφ	Рмс, кВт	Qмс, квар	F,м²	Рпит.о	Кпра	Кпо	tgφо	Рмо, кВт	Qмо, квар	Рм, кВт	Qм, квар	Sm, кВА
1	Головний Офіс	50	0,9	0,92	0,43	45	19,2	1950	0,002	1	0,85	0,62	3,315	2,05	48,315	21,22437	52,77133
2	Ангар-склад	10	0,3	0,92	0,43	3	1,3	500	0,002	1	0,85	0,62	0,85	0,53	3,85	1,804777	4,252026
3	Тенісний корт	5	0,5	0,92	0,43	2,5	1,1	300	0,002	1	0,85	0,62	0,51	0,32	3,01	1,381065	3,311713
	Всього по підприємству	65				50,5	21,5	2750,0					4,7	2,9	55,2	24,4	60,33357

2.2 Вибір та розміщення підстанцій

2.2.1 Вибір цехових ТП

Визначимо сумарну повну розрахункову потужність усіх будівель, електрообладнання яких працює на напрузі 0,4 кВ:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^7 S_i = 52,77 + 4,25 + 3,31 = 60,33 \text{ кВА}$$

Визначимо загальну площу всіх будівель:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^7 F_i = 1950 + 500 + 300 = 2750 \text{ м}^2$$

Визначимо економічний рівень потужності трансформаторів залежно від щільності навантаження:

$$S_{\text{ном}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{60,33}{2750} = 0,02 \frac{\text{кВА}}{\text{м}^2}$$

За такої питомої щільності навантаження доцільно встановлювати трансформаторні підстанції потужністю $S_{\text{ном.ТП}} = 100 \text{ кВА}$ або $S_{\text{ном.ТП}} = 160 \text{ кВА}$. Але ми будемо розраховувати ТП потужністю $S_{\text{ном.ТП}} = 160 \text{ кВА}$, адже фірма розширюється і буде поряд ще одну будівлю в якій буде розташоване обладнання.

Розглянемо варіант встановлення трансформаторної підстанції з $S_{\text{ном.ТП}} = 160 \text{ кВА}$:

$$1) S_{\text{ек}} = S_{\text{ном.ТП}} = 160 \text{ кВА}$$

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{60,33}{160 \cdot (0,5 \div 0,7)} = 0,75 \div 0,54$$

$k_3 = 0,5 \div 0,7$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів двотрансформаторної підстанції.

Отже необхідно встановити 1 двотрансформаторну підстанцію.

Виберемо для спорудження двотрансформаторну підстанцію з $S_{\text{ном.тр}} = 160 \text{ кВА}$, оскільки це забезпечує кращу надійність електропостачання.

2.2.2 Вибір місць для розміщення підстанцій

Для визначення загальної потужності, яку повинно споживати підприємство з енергосистеми, розрахуємо втрати потужності в ТП.

Параметри споруджених на підприємстві трансформаторів наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Параметри трансформатора

$S_{\text{н.тр}}, \text{кВА}$	$U_{\text{н.т}}, \text{кВ}$	$\Delta P_{\text{xx}}, \text{кВт}$	$\Delta P_{\text{к}}, \text{кВт}$	$I_{\text{xx}}\%$	$U_{\text{к}}\%$
160	10	0,51	3,1	2,4	4,5

$$\Delta P_{\text{тр}} = n \cdot \Delta P_{\text{xx}} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{\text{к}} \left(\frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2 = 1 \cdot 0,51 + \frac{1}{2} \cdot 3,1 \left(\frac{60,33}{160} \right)^2 = 0,73 \text{ (кВт)},$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = n \frac{\Delta I_{\text{xx}}\%}{100} S_{\text{н.тр}} + \frac{1}{n} \frac{\Delta U_{\text{к}}\%}{100} \left(\frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{н.тр}}} \right)^2 = 1 \cdot \frac{2,4}{100} \cdot 160 + \frac{1}{2} \cdot \frac{4,5}{100} \left(\frac{60,33}{160} \right)^2 = 3,84 \text{ (квар)}.$$

Розрахуємо потужність виробництва підприємства з урахуванням втрат в ТП:

$$P_{\text{м1}} = P_{\text{мз}} + \Delta P_{\text{mpi}} = 55,2 + 0,73 = 55,93 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{м1}} = Q_{\text{мз}} + \Delta Q_{\text{mpi}} = 24,4 + 3,84 = 28,24 \text{ кВАр},$$

Реактивна максимальна потужність, яка може бути спожита з енергосистеми під час годинного пікового навантаження :

$$Q_{le1} = a \cdot P_{.m1} = 0,15 \cdot 55,93 = 8,39 \text{ (кВАр)},$$

де $a = 0,15$ - для підстанцій напругою 10 кВ [3, с.17].

Обрахуємо необхідну потужність компенсувальних пристроїв:

$$Q_{ky1} \geq Q_{.m1} - Q_{le1} = 28,24 - 8,39 = 19,85 \text{ (кВАр)}.$$

Визначимо повну потужність, яку споживає підприємство з енергосистеми.:

$$S_{.m1} = \sqrt{P_{.m1}^2 + Q_{le1}^2} = \sqrt{55,93^2 + 8,39^2} = 56,54 \text{ (кВА)}.$$

Для визначення місця розташування трансформаторної підстанції (ТП) ми побудуємо картограму навантажень, використовуючи генеральний план підприємства. На цьому плані ми зобразимо навантаження кожного цеху у вигляді кола, де площа кола буде пропорційна розрахунковій активній потужності. Після цього ми зможемо визначити центр електричних навантажень підприємства:

$$P_{Mk} = \pi \cdot r_k^2 \cdot m_p \quad (2.1)$$

Для визначення масштабу побудови картограми навантажень ми використаємо дані про радіус круга навантаження комерційної будівлі, який становить 12 метрів. З цим радіусом ми можемо визначити масштаб побудови:

$$m_p = \frac{P_{M3}}{\pi \cdot r_3^2} = \frac{48,315}{3,14 \cdot 12^2} = 0,1 \text{ (кВт/м}^2\text{)}$$

Вибираємо $m_p = 0,1$ кВт/м². Знайдемо радіуси усіх кругів при встановленому масштабі:

$$r_3 = \sqrt{\frac{P_{M3}}{\pi \cdot m_p}} = \sqrt{\frac{48,315}{3,14 \cdot 0,1}} = 12,4 \text{ (м)}.$$

Розмір сектору навантаження освітлення для головного офісу становить:

$$\alpha_3 = \frac{360 \cdot P_{mo}}{P_m} = \frac{360 \cdot 3,315}{48,315} = 25^\circ.$$

Розрахунки по інших цехах зводимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Дані для побудови картограми навантажень

№ п/п	Споживачі	Р _{мо} , кВт	Р _м , кВт	r_k , м	α_i , °	х	у
1	Головний офіс	3,315	48,315	12,5	25	70	30
2	Ангар-склад	0,85	3,85	5	80	70	65
3	Тенісний корт	0,51	3,01	3	61	70	80

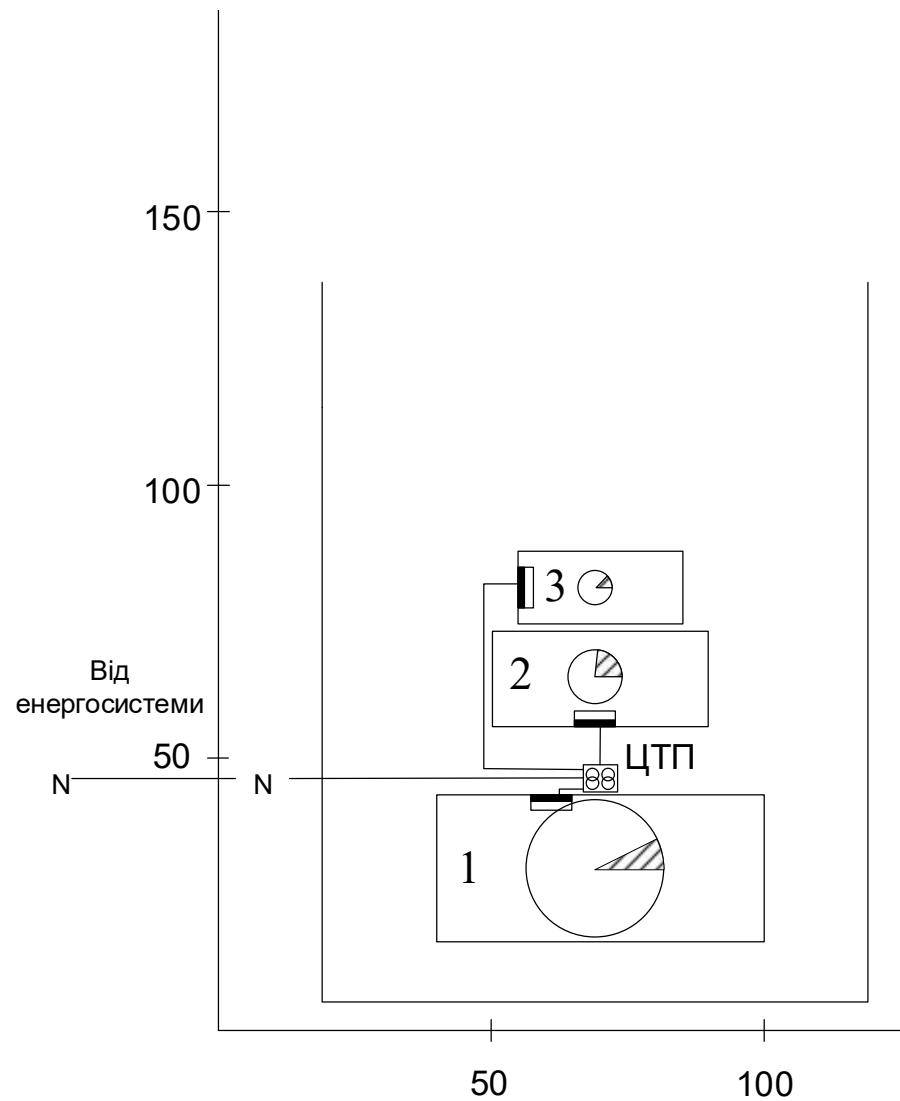


Рисунок 2.1 – Картограма навантажень підприємства

Визначаємо координати центру навантажень:

$$X = \frac{\sum_{k=1}^7 P_{mk} X_k}{\sum_{k=1}^7 P_{mk}} = \frac{48,315 \cdot 70 + 3,85 \cdot 70 + 3,01 \cdot 70}{48,315 + 3,85 + 3,01} = 70;$$

$$Y = \frac{\sum_{k=1}^7 P_{mk} Y_k}{\sum_{k=1}^7 P_{mk}} = \frac{48,315 \cdot 30 + 3,85 \cdot 65 + 3,01 \cdot 80}{48,315 + 3,85 + 3,01} = 35.$$

Розміщуючи трансформаторну підстанцію (ТП) згідно з розрахованими координатами, ми можемо зменшити витрати на будівництво заводської

мережі, оскільки у разі рівномірного розподілу навантажень і розташування ТП в центрі електричних навантажень ці витрати будуть мінімізовані.

2.3 Розрахунок електропостачання підприємства

2.3.1 Розрахунок зовнішнього електропостачання

Для визначення опору ліній від системи до ТП ми використовуємо величину перерізу цих ліній згідно з економічною густиною струму. Мова йде про кабелі з зшитю поліетиленовою ізоляцією $j_{ек} = 1,6 \text{ А / мм}^2$ при $T_m = 2000$ год з таблиці 2.35 [3, с.127]:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_H} = \frac{56,54}{\sqrt{3} \cdot 10} = 3,3 \text{ (А)}.$$

$$s_{ек} = \frac{I_M}{j_{ек}} = \frac{3,3}{1,6} = 2,1 \text{ мм}^2.$$

Вибираємо кабельну лінію ААБ перерізом $3 \times 35 \text{ мм}^2$ з $I_{дон} = 140 \text{ А}$ з таблиці Г.1 [3, 142].

2.3.2 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

Оскільки ми вибираємо радіальну схему електропостачання для напруги 10 кВ, і оскільки трансформаторна підстанція (ТП) має напругу 10/0,4 кВ і є двотрансформаторною, передбачається резервування на низькій стороні трансформаторів (рис. 2.2).

При виборі високовольтних вимикачів ми керуємося їх номінальною напругою та розрахунковим струмом, враховуючи можливі післяаварійні режими та нерівномірності розподілу струмів між лініями і секціями шин:

$$U_{ном.в} \geq U_{ном. мережі}, \quad (2.2)$$

$$I_{ном.в} \geq I_{м.ав}, \quad (2.3)$$

де $I_{м.ав}$ - обчислювальний максимальний струм для після аварійного режиму.

Розрахуємо струм для післяаварійного режиму:

$$I_{м.ав} = \frac{1,4S_{н.тр}}{\sqrt{3}U_{н}} = \frac{1,4 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 10} = 13,18 \text{ (A)}.$$

Для установки на стороні 10 кВ ми обираємо вакуумні вимикачі типу ВРС–10-12,5/630–У2-41. Номінальний струм вимикачів складає 630 А, а власний час відключення вимикача становить 0,07 с..

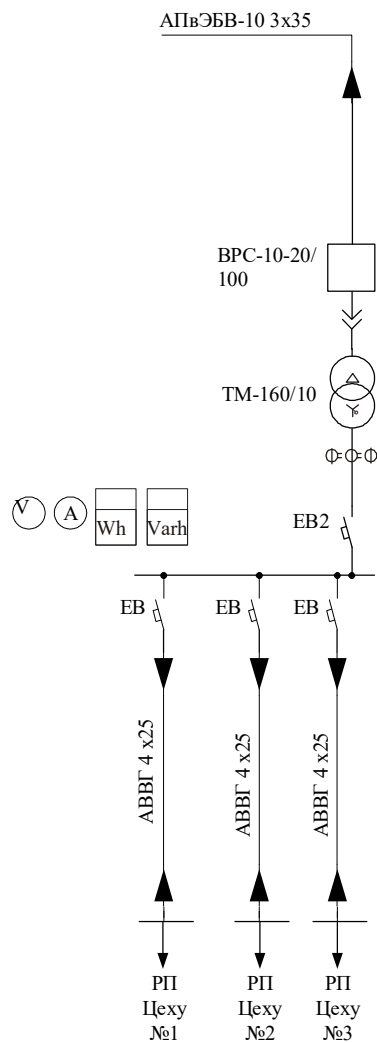


Рисунок 2.2 – Схема живлення ТП

Усі цехи підприємства живляться напругою 0,4 кВ, тому вибір провідників проводиться аналогічно до цехових мереж.

Таблиця 2.5 – Вибір провідників мережі підприємства

	S_m , кВА	I_m , А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S , мм ²	$I_{доп}$, А
ТП - РП-1	48,315	2,84	АВВГ	в землі	4 х25	106
ТП - РП-2	3,85	0,23	АВВГ	в землі	4 х25	106
ТП - РП-3	3,01	0,18	АВВГ	в землі	4 х25	106

2.4 Висновки до розділу

У даному розділі бакалаврської дипломної роботи розроблена система електропостачання для ТОВ «МАКОШ МІНЕРАЛ». Був проведений розрахунок електричних навантажень підприємства в цілому.

На території підприємства встановлена одна двотрансформаторна підстанція, яка отримує живлення від центральної розподільної підстанції через кабельні лінії напругою 10 кВ.

Обрана комутаційно-захисна апаратура та живильні провідники заводської мережі пройшли перевірку на допустимість і термічну стійкість на основі розрахунку коротких замикань.

Для ліній, що безпосередньо живлять електроприймачі, вибрано вакуумні вимикачі типу ВРС–10-12,5/630–У2-41. Розроблена система електропостачання гарантує надійне та безперебійне живлення підприємства електроенергією.

РОЗДІЛ 3 МАКСИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

3.1 Методологія для визначення оптимальних параметрів сонячної електростанції на даху

Визначення повної потужності сонячної електростанції ґрунтується на аналізі вихідної потужності окремого модуля та факторів, що на неї впливають. Вираз 3.1 визначає потужність окремого модуля.

$$P_{\text{мод}} = I_{\text{оптим}} \cdot S_{\text{ефект}} \cdot \eta \cdot k_T \cdot k \cdot \cos \alpha, \quad (3.1)$$

де $I_{\text{оптим}}$ – інтенсивність оптичної потужності сонця, Вт/м²;

$S_{\text{ефект}}$ – ефективна площа поверхні модуля, м²;

η – ККД перетворення сонячної енергії в електричну, в.о.;

k_T – температурний коефіцієнт, в.о. (в [3] зазначено, що цей коефіцієнт можна приймати влітку, рівним 0,5 і взимку, рівним 0,7);

k – коефіцієнт поглинання, в.о.;

α – кут між сонячними променями і нормаллю, що проходить через центр модуля.

Беручи до уваги, що результат утворюється шляхом множення взаємодіючих елементів. (формула 3.2):

$$I_{\text{опт}} \cdot S_{\text{ефект}} \cdot \eta \cdot k_T \cdot k \approx P_{\text{ном}}, \quad (3.2)$$

де $P_{\text{ном}}$ – номінальна потужність сонячного модуля. Номінальна потужність сонячного модуля може бути виражена у вигляді (формула 3.3):

$$P_{\text{мод}} = P_{\text{ном}} \cdot \cos \alpha. \quad (3.3)$$

Однак, для досягнення точних результатів застосування цього виразу на практиці передбачає, що сонце розташоване таким чином відносно модуля, що через його центр можна умовно провести площину, перпендикулярну до поверхні модуля. (рис 3.1).

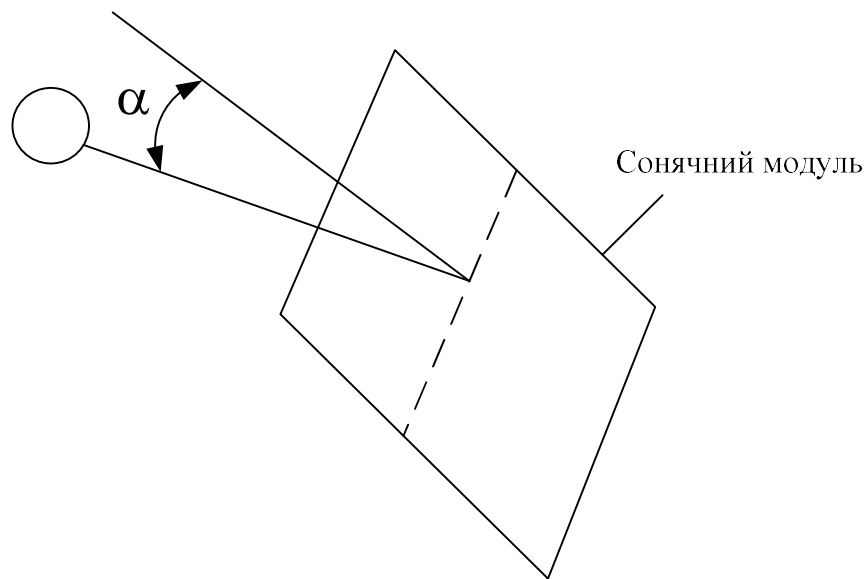


Рисунок 3.1 – кут α

У реальних умовах, коли сонячні панелі нерухомі, потрібно враховувати також азимутальний кут δ (рис. 3.2).

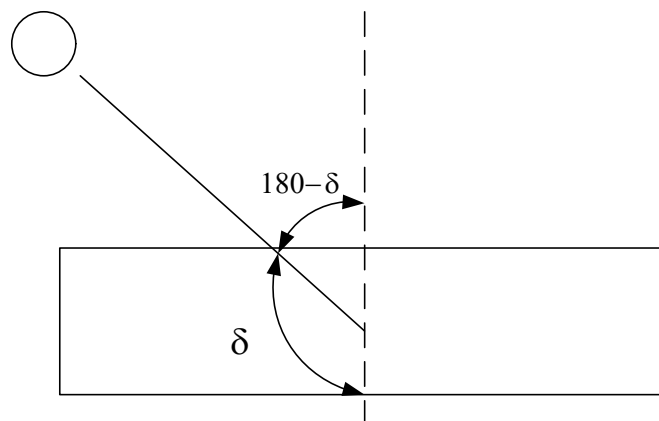


Рисунок 3.2 – азимутал кута δ

Кут сонцестояння - це той кут, при якому сонячні промені збігаються або перпендикулярні до напрямку, нормального до сонячного модуля. Це відбувається, коли сонце знаходиться у положенні, коли його висота на небесній сфері досягає максимального значення для певної широти та часу року.

β – кут нахилу;

Кут між сонячною панеллю і горизонтальною поверхнею називається кутом нахилу. Цей параметр показує, наскільки сонячний модуль відхилено від горизонтальної площини, і визначає його ефективність у зборі сонячної енергії. Оптимальний кут нахилу може різнитися в залежності від географічного положення та періоду року. (формула 3.5).

$$\beta = 90 - \alpha; \quad (3.5)$$

d – Відстань між сонячними модулями вказує на розміщення модулів у сонячному масиві або панелі. Ця відстань визначається як фізична відстань між центрами або краями сусідніх модулів.

Оптимальна відстань між сонячними модулями може залежати від кута нахилу, розташування на масиві, конструктивних особливостей модулів та інших факторів. Зазвичай відстань вибирається таким чином, щоб уникнути затінення одного модуля іншим та максимізувати збір сонячної енергії (формула 3.6).

$$d = \frac{a}{\cos \beta}; \quad (3.6)$$

де α' – кут сонцестояння в заданий час, °;

Кут сонцестояння представляє собою величину, яка визначається як відстань між напрямом сонця та вертикаллю, проведеною до площини горизонту в певний момент часу та конкретному місці. Цей кут є змінною

величиною і залежить від обертання Землі навколо своєї осі та її руху навколо Сонця. Протягом дня та року величина кута сонцестояння змінюється, впливаючи на інтенсивність сонячного випромінювання, спрямованого на конкретні об'єкти або поверхні, такі як сонячні панелі.

γ – кут, що дорівнює

$$\gamma = 180 - \alpha' - \beta; \quad (3.7)$$

c – частка незатінення, м., яка визначається за теоремою синусів

Частка незатінення вказує на ту частину поверхні сонячного модуля, яка залишається неприкритою сонцем, незалежно від того, чи є сусідні модулі чи інші перешкоди, які можуть викликати затінення (формула 3.8).

$$\frac{d}{\sin \gamma} = \frac{c}{\sin \alpha'} \Rightarrow c = d \frac{\sin \alpha'}{\sin \gamma}. \quad (3.8)$$

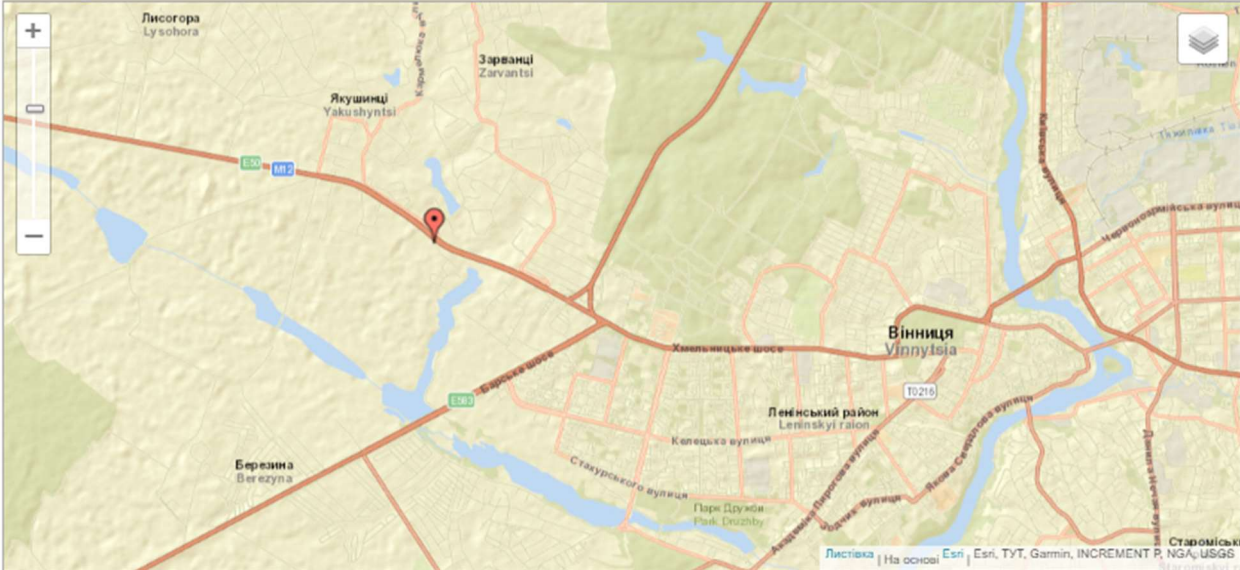
Враховуючи попередні вирази (3.4) та (3.8), можна визначити потужності модулів у другому (і подальших) рядках, які розташовані під тим самим кутом, що й перший ряд, за допомогою такої формули:

$$P_{mod2} = P_{ном} \cdot \cos(\alpha - \alpha') \cdot \cos(180 - \delta) \cdot \frac{c}{a} = P_{mod1} \cdot \frac{c}{a}. \quad (3.9)$$

Для визначення кута сонцестояння в певний час та азимутального кута можна використовувати інструмент NOAA Solar Calculator "Сонячний калькулятор", який доступний для загального використання.

3.2 Моделювання оптимальної СЕС на підприємстві ТОВ «МАКОШ МІНЕРАЛ».

За допомогою сонячного калькулятора визначимо свій часовий пояс (рис. 3.4), висоту сонцестояння (рис. 3.5, 3.6) та азимутний кут (рис. 3.7, 3.8) сонця від 9:00 до 21:00 години протягом року.



Місцезнаходження:

Широта: 49.24492 Довгота: 28.3794128 Часовий пояс: Europe/Kiev

Зберегти місцезнаходження Зсув UTC: +03:00

Дата:

День: 1 місяць: черв рік: 2024

Місцевий час: 09 : 00 : 00 ☐ PM

Використовувати поточний час

Результат

Рівняння часу (хвилини):	Сонячне схилення (°):	Сонячний полудень (гч:хх:сс):	Видимий схід сонця (гч:хм):	Видимий захід сонця (гч:хм):	Аз/Ел (у °) за місцевим часом:
2.1	22.13	13:04:20	05:06	21:04	96.56 35.31

☐ Показати Схід сонця ☐ Показати Захід сонця ☐ Показати азимут

Рисунок 3.4 – Сонячний калькулятор

	Січень	Лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Години	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град
6	---	---	---	9,64	18,78	23,29	21,58	14,16	3,16	---	---	---
7	---	---	---	9,66	18,79	23,29	21,57	14,14	5,43	---	---	---
8	---	---	---	9,67	18,80	23,30	21,56	14,13	7,43	---	---	---
9	---	---	---	9,69	18,81	23,30	21,56	14,12	9,67	---	---	---
10	1,05	2,03	4,3	15,4	19,4	25,85	23,72	18,5	14,32	4,31	2,3	0,04
11	7,1	8,94	11,23	22,4	23,4	29,8	33,39	24,56	20,98	13,03	12,07	6,72
12	14,54	20,29	23,74	35,4	42,21	45,01	41,78	37,29	29,59	20,75	17,55	12,22
13	18,57	25,08	35,58	42,07	50,47	53,68	51,51	46,64	36,64	25,98	20,94	15,8
14	15,63	26,45	38,03	47,64	56,61	61,23	58,34	51,48	41,53	30,71	21,87	17,1
15	10,57	27,07	37,33	52,3	57,68	63,57	61,72	54,31	44,5	31,83	21,34	15,99
16	3,9	25,01	32,45	48,61	57,18	61,71	60,37	52,39	41,81	30,04	16,23	12,57
17	---	18,66	27,44	43,78	51,43	55,72	54,86	48,11	37,15	24,36	10,26	7,22
18	---	11,53	18,79	36,53	43,38	47,41	46,85	40,66	30,19	19,07	3,45	0,78
19	---	3,28	10,67	27,83	34,19	37,65	37,65	32,57	21,73	12,46	---	---
20	---	---	1,42	23,646	24,57	28,41	28,76	22,28	12,45	2,23	---	---

Рисунок 3.6 – Висота сонцестояння

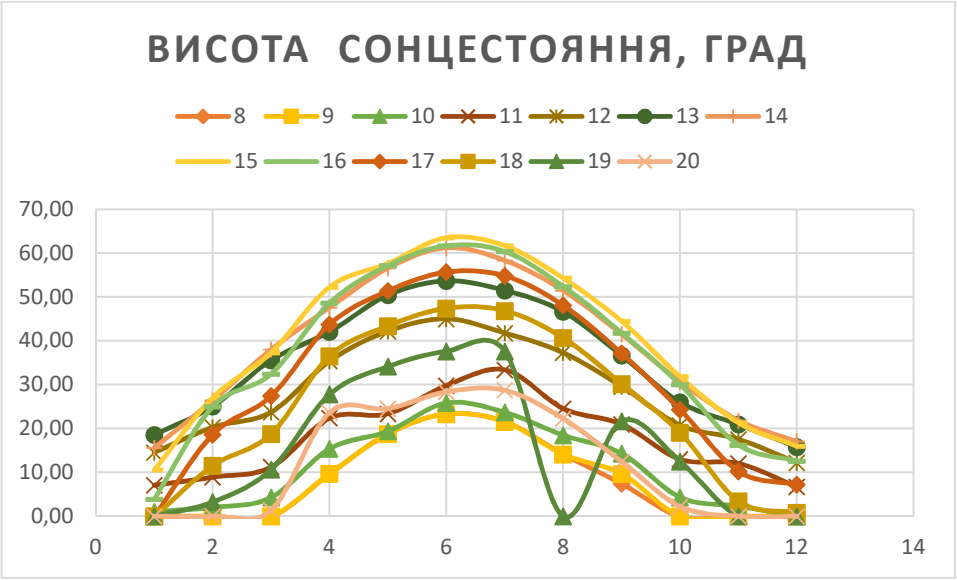


Рисунок 3.6 – Графік висоти сонцестояння

	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град
6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	101,6	---	---	---	65,93	62,36	62,41	67,22	---	---	---	---
9	135,87	14,67	99,78	82,29	77,45	73,05	73,25	79,85	87,4	---	---	---
10	137,48	117,03	118,67	87,49	87,93	82,46	84,07	89,73	98,94	107,47	126,15	134,57
11	156,78	134,86	124,73	105,75	99,73	95,17	94,57	102,45	117,94	120,23	137,54	138,64
12	175,86	142,96	138,93	119,35	115,27	108,31	108,58	115,05	124,78	132,83	152,17	152,47
13	190,63	157,95	156,27	141,28	130,12	139,87	124,76	131,2	141,35	148,26	161,46	165,12
14	208,28	181,67	174,77	158,84	151,79	147,07	145,52	151,22	158,83	221,01	182,05	175,49
15	218,31	190,52	192,48	134,57	179,46	175,92	173,39	178,54	179,45	179,64	197,19	193,73
16	230,64	206,38	211,58	199,74	205,05	221,58	202,3	199,58	199,31	199,13	219,38	208,92
17	---	218,94	224,47	220	234,53	229,97	234,91	235,85	217,65	215,15	224,8	220,35
18	---	234,24	248,78	241,57	244,8	247,76	244,64	238,81	233,77	227,68	236,95	232,23
19	---	247,38	253,87	251,07	259,74	263,57	259,64	253,16	251,85	242,46	---	---
20	---	---	270,47	269,35	270,7	273,35	270,88	267,82	259,84	254,33	---	---

Рисунок 3.7 – Азимутний кут сонця

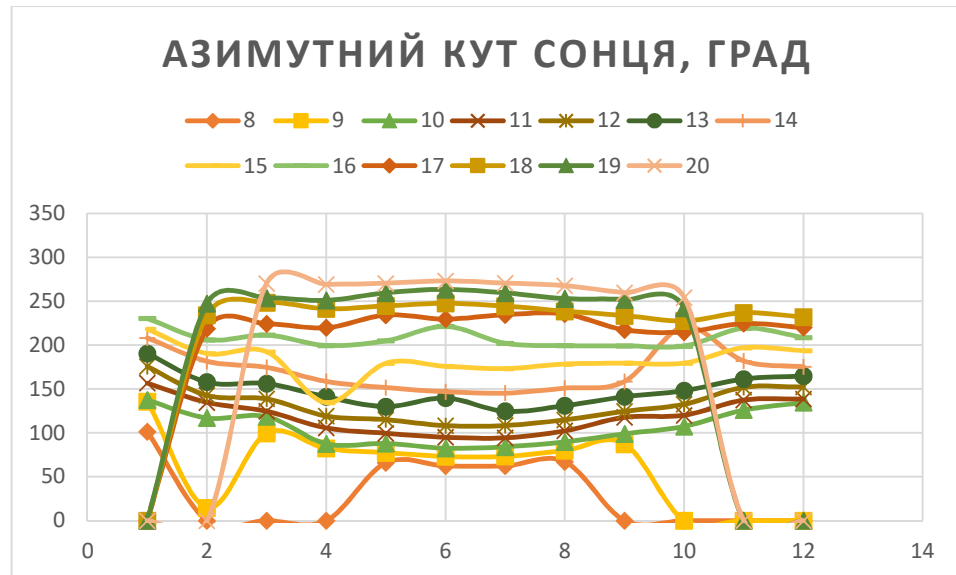


Рисунок 3.8 – графік азимутного куту сонця

Враховуючи оптимальний кут нахилу для Вінниці (в межах 30-35 градусів, що відповідає географічному положенню України), розташування сонячних модулів повинно бути спроектоване так, щоб уникнути їх затінення і забезпечити максимальний обсяг генерації електричної енергії.

Потужність одного модуля, що розташований в першому ряду модулів визначається за формулою:

$$P_{\text{мод}} = H_{\text{сонц.стоян.}} \cdot \delta \cdot P_{\text{ном.м}} \cdot \cos \alpha, \quad (3.13)$$

де $H_{\text{сонц.стоян.}}$ – висота сонцестояння;

δ – азимутний кут сонця;

$P_{\text{ном.м}}$ – номінальна потужність модуля;

$\cos \alpha$ – кут нахилу сонячних модулів.

Порахувавши вказану формулу, отримано частку незатінення наступного ряду модулів для години, яку маємо намір розрахувати.

	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт	Потужність одного модуля в першому ряді модулів, Р1р, кВт
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,12804849	0,0805491	0,088838	0	0	0	0	0	0,03365	0,0556	0,105121	0,119347
11	0,17878991	0,1413997	0,11823	0,064346425	0,040439	0,022683	0,020505	0,05212	0,109537	0,107164	0,154954	0,145088
12	0,21658679	0,1852945	0,180948	0,127463671	0,113905	0,08436	0,084918	0,111063	0,143387	0,158559	0,199223	0,186647
13	0,22398187	0,2250773	0,238275	0,208103835	0,173978	0,206212	0,153932	0,177331	0,204275	0,208072	0,221558	0,21323
14	0,19388792	0,2454874	0,262016	0,25136269	0,23679	0,223018	0,220744	0,23664	0,248347	0,191098	0,235699	0,223409
15	0,1612679	0,242643	0,256153	0,189431867	0,268155	0,26286	0,263524	0,269462	0,268252	0,255023	0,224143	0,214825
16	0,11656088	0,2174225	0,218066	0,25391238	0,243182	0,19845	0,246474	0,254312	0,25154	0,238211	0,171434	0,185133
17	0	0,1774327	0,176616	0,205192006	0,15667	0,173072	0,154861	0,151375	0,207559	0,197329	0,145159	0,148565
18	0	0,1218038	0,082686	0,124465317	0,113945	0,101991	0,115339	0,137556	0,149167	0,154278	0,099386	0,105813
19	0	0,0698633	0,057183	0,080526445	0,046036	0,02942	0,047243	0	0,073368	0,097646	0	0
20	0	0	0	0,002720498	0	0	0	0,009007	0,037248	0,048064	0	0

Рисунок 3.9 – Потужність одного модуля в першому ряду модулів за рік

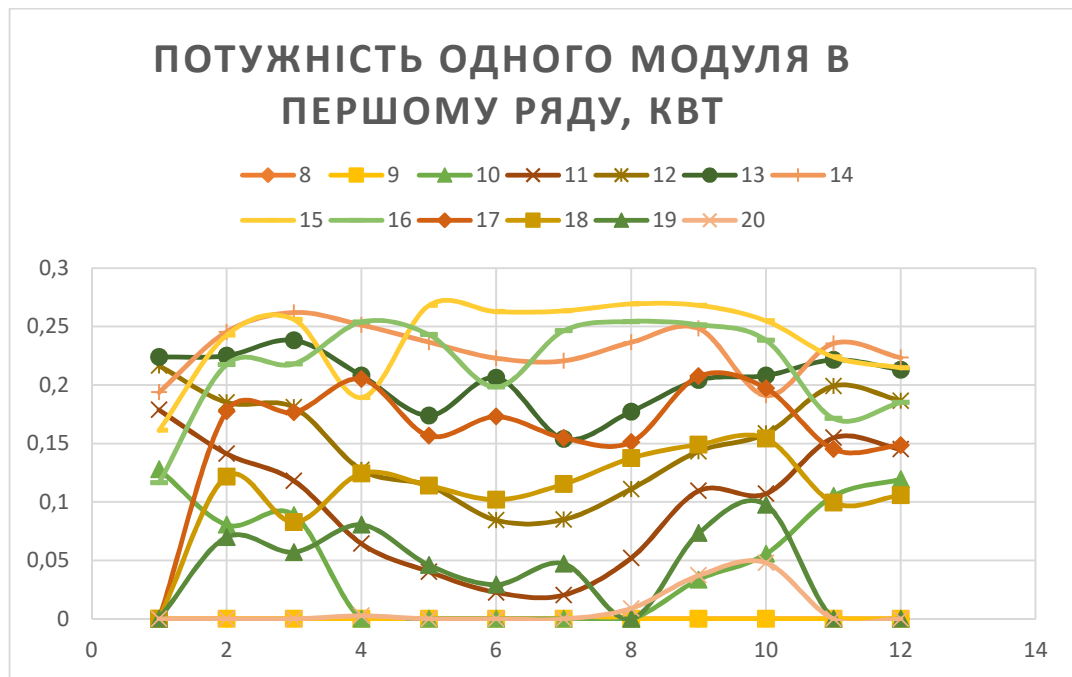


Рисунок 3.10 – графік потужності одного модуля в першому ряду модулів за рік

Розрахунок частки незатінення слідуючого ряду модулів виконаємо за допомогою такого виразу:

$$C_H = A_M \cdot d \cdot \sin \delta \text{ (в.о.)}, \quad (3.14)$$

де $A_{\text{мод}}$ – довжина сонячного модуля;

d – відстань між сусідніми сонячними модулями;

δ – кут нахилу сонячних модулів.

Загальну потужність модулів можна обчислити за формулою:

$$P_{\text{сум}} = P_{1p} \cdot N_M + P_{2p} \cdot N_M \cdot (m - 1), \quad (3.15)$$

	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	16,1341093	10,149191	11,19364	0	0	0	0	0	4,239858	7,005575	13,2452	15,0377
11	22,5275291	17,816363	14,89701	8,107649592	5,095286	2,858114	2,583587	6,56713	13,80163	13,50267	19,52426	18,28106
12	27,2899351	23,347109	22,7994	16,06042249	14,35204	10,62931	10,69969	13,99396	18,06676	19,97849	25,10205	23,51757
13	28,2217152	28,359742	30,02259	26,22108315	21,92123	25,9827	19,3954	22,34377	25,73869	26,21712	27,91625	26,86704
14	24,4298785	30,931416	33,01405	31,67169896	29,83555	28,10026	27,81369	29,81663	31,29175	24,0784	29,69804	28,14959
15	20,3197555	30,573018	32,27524	23,8684153	33,78755	33,12042	33,20409	33,95222	33,79976	32,1329	28,24204	27,06793
16	14,6866712	27,39523	27,47625	31,99295982	30,64092	25,00468	31,05567	32,04334	31,69404	30,01455	21,60074	23,32679
17	0	22,356522	22,25356	25,85419279	19,74045	21,80707	19,51246	19,07323	26,15244	24,86343	18,29006	18,71917
18	0	15,347282	10,41849	15,68262995	14,3571	12,85086	14,53271	17,33208	18,79508	19,43907	12,52263	13,33239
19	0	8,802781	7,205049	10,14633203	5,800555	3,706923	5,95258	0	9,244405	12,30339	0	0
20	0	0	0	0,342782737	0	0	0	1,134886	4,693206	6,056104	0	0

Рисунок 3.15 – Сумарна потужність модулів

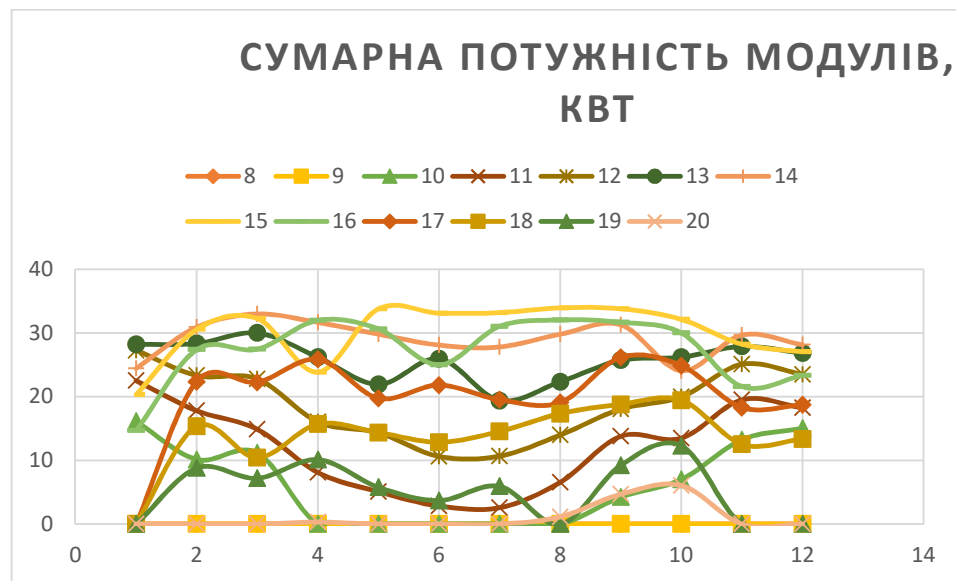


Рисунок 3.16 – Сумарна потужність модулів

Було проаналізовано характерну добу, з навантаженням від 6 до 20 години і паралельною роботою фотофольтаїчної сонячної станції.

Дані про споживані потужності підприємства і генеровані щогодинні потужності від сонячної станції наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Споживання потужностей будівлями

t, год	Сумарна потужність модулів, Рсум, кВт	Потужність навантаження, Рн, кВт	Потужність, спожита з енергосистеми, Рес, кВт
6	0	5	5
7	0	5	5
8	0	5	5
9	0	18	18
10	1,8	25	23
11	8,3	35	27
12	16,0	55	39
13	24,0	30	6
14	31,7	55	23
15	34,0	45	11
16	32,0	42	10
17	25,9	38	12
18	18,0	10	-8
19	10,1	5	-5
20	0,8	5	4
		378	176

Як показують розрахунки, виходячи з табл. 3.1, зниження споживання електроенергії з електричної мережі внаслідок використання фотовольтаїчної потужності, складає 53%.

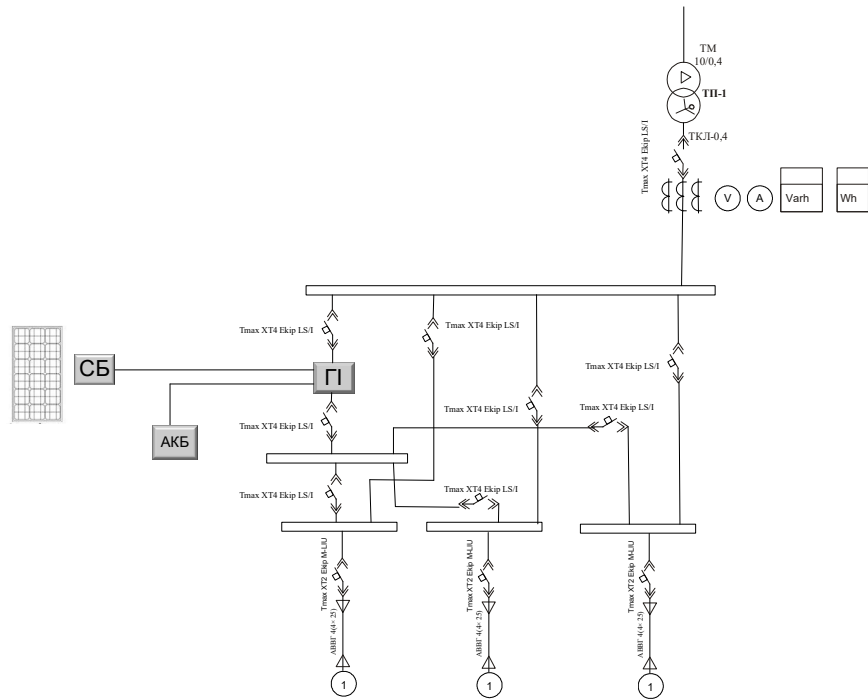


Рисунок 3.19 – Однолінійна схема роботи сонячної станції з гібридним інвертором

3.3 Висновок

В цьому розділі наведено моделювання функціонування дахової сонячної станції для енергозабезпечення підприємства. За допомогою сонячного калькулятора визначено параметри: висоту сонцестояння та азимут, що дозволяє точно розрахувати інтенсивність сонячної радіації на панелі.

Далі виконано розрахунки енергетичного виробництва сонячних модулів.

Побудовано графік, який ілюструє динаміку виробництва електроенергії фотовольтаїчними панелями протягом визначеного дня та енергію, спожиту з енергосистеми. Зазначено, що в цей період енергія, вироблена сонячними модулями, більш ніж в половину задовольняє потреби підприємства в електроенергії. Це свідчить про ефективність та значний потенціал використання сонячних енергетичних систем для енергозабезпечення підприємств.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі бакалаврської роботи розробляються заходи з охорони праці під час монтажу та обслуговування обладнання системи електрозабезпечення будівлі ТОВ «Макош Мінерал» міста Вінниці з використанням відновлювальних джерел енергії. Отже, на будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж системи електропостачання, впливають такі шкідливі виробничі фактори [1, 5]: фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил); фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання об'єкта

4.1.1 Вимоги до організації робочих місць монтажного персоналу, який здійснює монтаж обладнання системи електропостачання ТОВ «Макош Мінерал» міста Вінниці

Оперативно-ремонтний персонал, який здійснює монтаж сонячних панелей, під час використання електрифікованого інструменту повинен дотримуватися таких правил з охорони праці. Електрифікований інструмент за умовами безпеки поділяється на такі класи: І – електроінструмент, у якого

всі деталі, що перебувають під напругою, ізолювані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією; II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму; III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора, далі за текстом – "розподільчий трансформатор безпеки", або перетворювача з окремими обмотками. Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнувати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою. Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу, яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі поза інструментом забороняється. Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють. Заземлення корпусу електроінструмента слід здійснювати спеціальною жилою живильного кабелю, яка не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється. Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час вимикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III повинна унеможливлувати з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

У електроінструмента класу I, крім того, має бути перевірена справність кола заземлення між його корпусом і заземлювальним контактом штепсельної вилки. Працівнику мають бути видані засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килими) або розподільчий трансформатор, чи перетворювач із окремими обмотками, чи захисно вимикальне устаткування. Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з протермінованою датою періодичної чергової перевірки.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом достатньо застосувати діелектричні рукавиці, а в приміщеннях зі струмопровідними підлогами – також і діелектричні калоші або килими. Електроінструментом класів II і III дозволяється працювати без

застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах в умовах обмеженої можливості переміщення і виходу з них дозволяється працювати електроінструментом класів I та II за умови, якщо тільки один електроінструмент одержує живлення від автономної двигун-генераторної установки, розподільчого трансформатора безпеки або перетворювача частоти із роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. В цьому разі джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) слід розміщувати поза вказаними посудинами, а вторинне коло джерела не слід заземлювати. Забороняється підключати електроінструмент напругою до 12 В до електричної мережі загального користування через автотрансформатор, резистор або потенціометр.

4.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання підприємства та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

- 1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; - підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги;

- 2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник.

При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється. Всі обертові частини механізму повинні мати добре закріплену огорожу. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату під час виконання персоналом електромонтажних робіт наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях.

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°C	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочих місцях оперативно-ремонтного персоналу передбачається:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м³. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони оперативного персоналу

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	

Вуглецю оксид (CO)	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації шкідливих речовин необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

4.2.3 Виробниче освітлення

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, роботи з монтажу електрообладнання, потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в». Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

4.2.4 Виробничий шум

Шум вище гранично допустимих рівнів несприятливо діє на людину. Шум у приміщенні широкосмуговий. Нормуємо шум на робочому місці. Рівні

звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85, ГОСТ 12.1.003-85, ГР 2411-81 і наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виконання усіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Устаткування, що є джерелом шуму (вентилятори, електроінструмент, технологічне обладнання з переробки деревини), слід розташовувати поза межами приміщень, де встановлені ПК.

Звукопоглинаючі облицювання розміщують на стелі і в верхніх частинах стін при висоті приміщення не більше 6-8 м таким чином, щоб акустично оброблена поверхня складала не менше 60 % від загальної площі обмежуючих приміщення поверхонь.

У вузьких і дуже високих приміщеннях доцільно облицювання розміщувати на стінах, залишаючи нижні частини стін (до 2 м висотою) не облицьованими, або проектувати конструкцію звукопоглинаючої підвісної стелі.

4.3 Пожежна безпека

Приміщення ТОВ «Макош Мінерал» міста Вінниці за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії В, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) легкозаймисті,

горючі і/або важко горючі рідини, а також речовини і/або матеріали (для виготовлення різноманітної продукції з дерева), як здатні вибухати та горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важко горючі речовини та матеріали (включно горючий пил і/або волокна), за умови, що приміщення, не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легко-займистих, горючих та важко горючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м² кожна перевищує 180 МДж•м².

Відповідно електричне обладнання ТОВ «Макош Мінерал» міста Вінниці встановлюється в пожежонебезпечних зонах П-П – зони в приміщеннях, де виділяється горючий пил чи волокна з нижньою концентраційною границею (НКТ) спалахування > 65 г/м³ до об'єму повітря, а також в зонах П-Іа – зони в приміщеннях, де є тверді горючі речовини чи матеріали.

Будівля, в якій розташовані ці приміщення, характеризується II ступенем вогнестійкості.

До II ступеня вогнестійкості відносяться будівлі з несучими і огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плиткових негорючих матеріалів. В покриттях будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)							
	стіни				коло-ни	сходові площадки,	пере-криття між по-	елементи суміщених покриттів

кості будинків	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)		костури, сходи, балки, марші сходових кліток	верхові (у т.ч. горищні та над підвалами)	плити, настили, прогони	балки, ферми, арки, рами
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0

Таблиця 4.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 4.7 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 4.7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських споруд слід приймати за таблицею 4.7 (знаменник).

Таблиця 4.7 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, сільськогосподарських будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
II	6/9	8/9	10/12

На території підприємства встановлені вогнегасники ВП-5, ВВП-5, а також аналогічні ємністю 9 л.

ВИСНОВКИ

В даній бакалаврській дипломній роботі було досліджено систему електропостачання та енергозабезпечення ТОВ «Макош Мінерал».

Розраховано електричні навантаження будівель, обрано параметри системи електропостачання: потужність силового трансформатора та лінію живлення.

Визначено ефективність використання дахової фотовольтаїчної станції, для якої розраховано параметри, виходячи з місця розташування об'єкта, параметрів сонцестояння. Результати розрахунків показали, що потужність генерації залежить від азимутного кута, кута розташування панелей, висоти сонцестояння.

Моделювання енергоспоживання показало, що потужність, генерована сонячною даховою електростанцією більш ніж на 50% покриває потреби в енергоспоживанні з електричної мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

2. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

3. Кожем'яко В.П. Оптимізація проектів будівництва сонячних електростанцій із врахуванням базових техніко-економічних показників / В. П. Кожем'яко, О. Г. Домбровський, В. І. Маліновський // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2015. – № 2. – С. 66–81. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeiet_2015_2_11.

4. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

5. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48644.

6. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

7. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

8. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
9. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
10. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
11. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
12. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
13. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.
14. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
15. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf>.
16. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.
17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf.
18. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.
19. Бурбело Михайло Йосипович. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник - 2-ге вид., перероб. і доп. / М.Й. Бурбело. –Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005 – 148 с. ISBN 966-641-145-8.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ

Розробка системи енергозабезпечення будівлі Товариства з обмеженою відповідальністю «МАКОШ МІНЕРАЛ» міста Вінниці з використанням відновлюваних джерел енергії

Таблиця А.1 – Відомості про навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	Р _н , кВт
1	Головний офіс	50
2	Ангар-склад	10
3	Тенісний корт	5

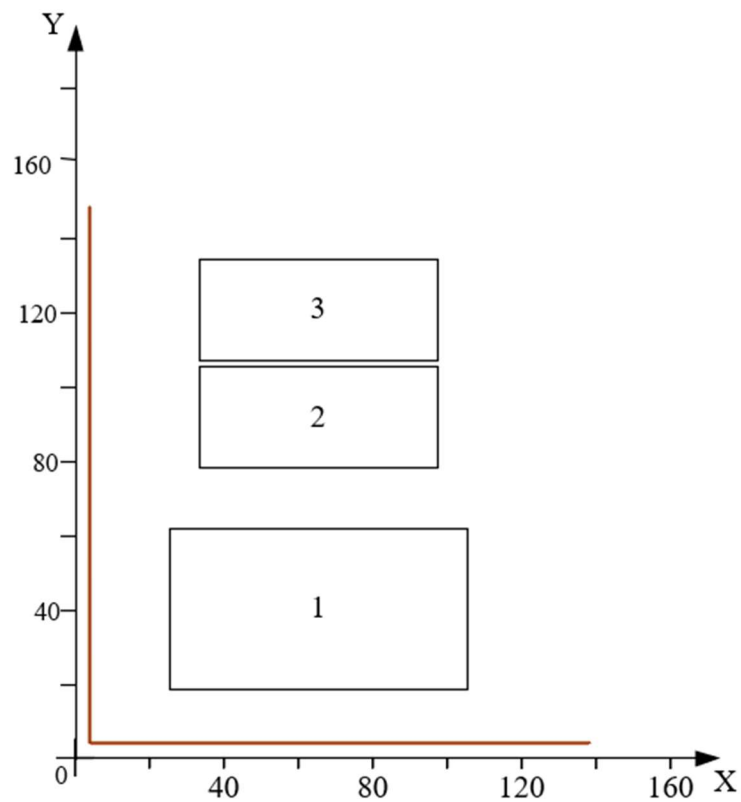


Рисунок А.1 - Генплан підприємства

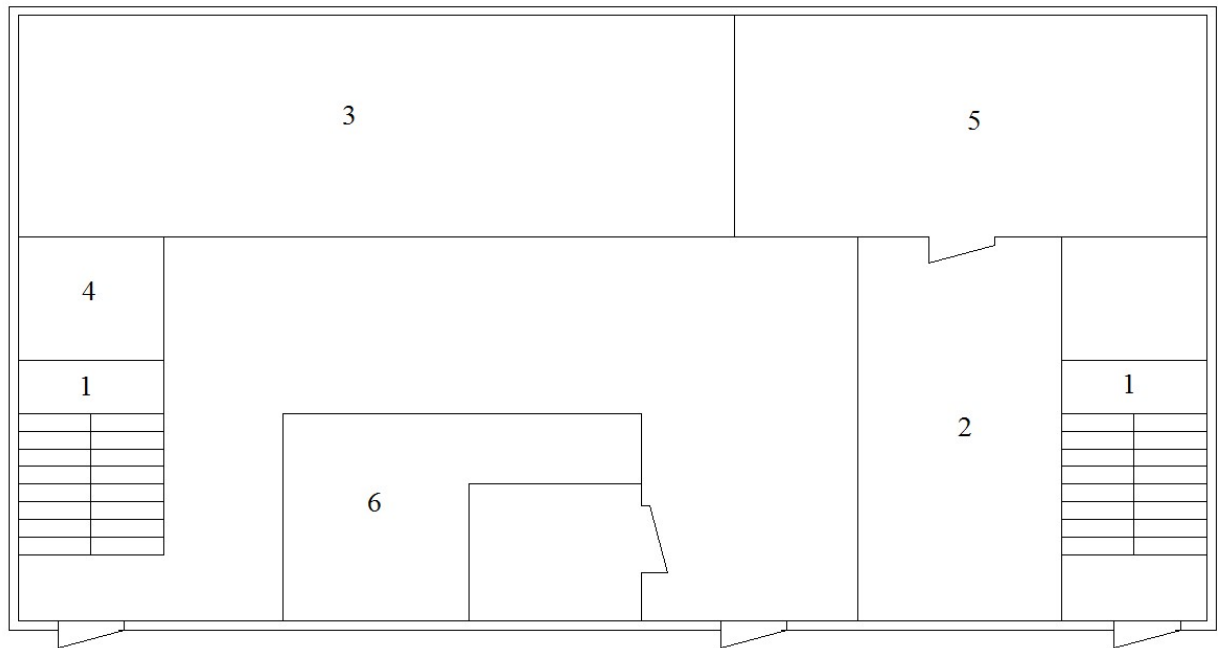


Рисунок А.2 - План першого поверху на підприємстві «МАКОШ
МІНЕРАЛ»

Таблиця А.2 - Відомості про електричні навантаження цеху

№ п/п	Назва	Рн, кВт
1	Сходи	
2	Серверна, щитова, веб-установки, складські приміщення	10
3	Гаражне приміщення	2
4	Ліфт	10
5	Побутове приміщення	1
	Всього	23

Керівник роботи _____ Бабенко О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

ДОДАТОК В

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Розробка системи енергозабезпечення будівлі Товариства з обмеженою відповідальністю «МАКОШ МІНЕРАЛ» міста Вінниці з використанням відновлюваних джерел енергії

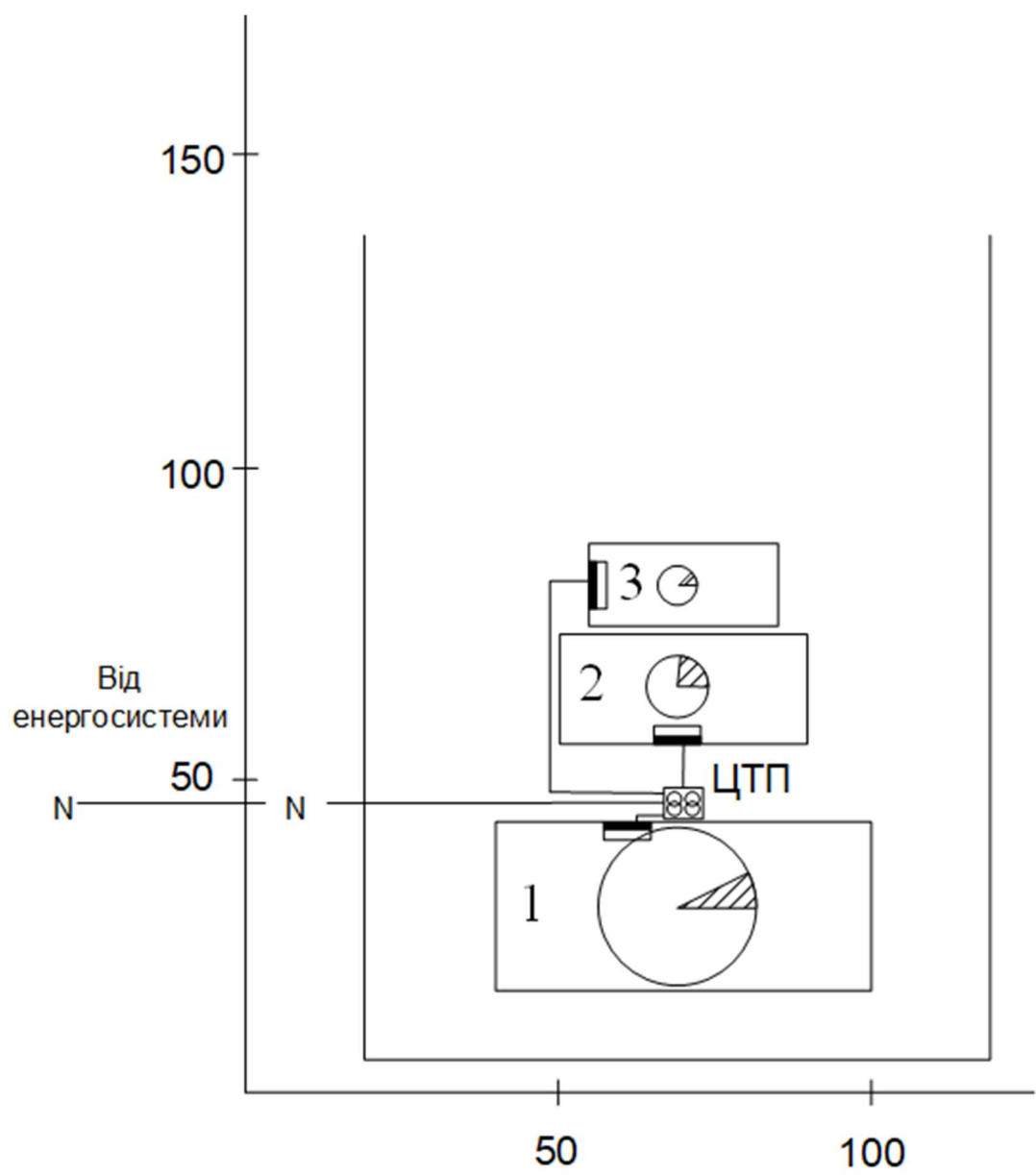


Рисунок В.1 – Картограма навантажень підприємства

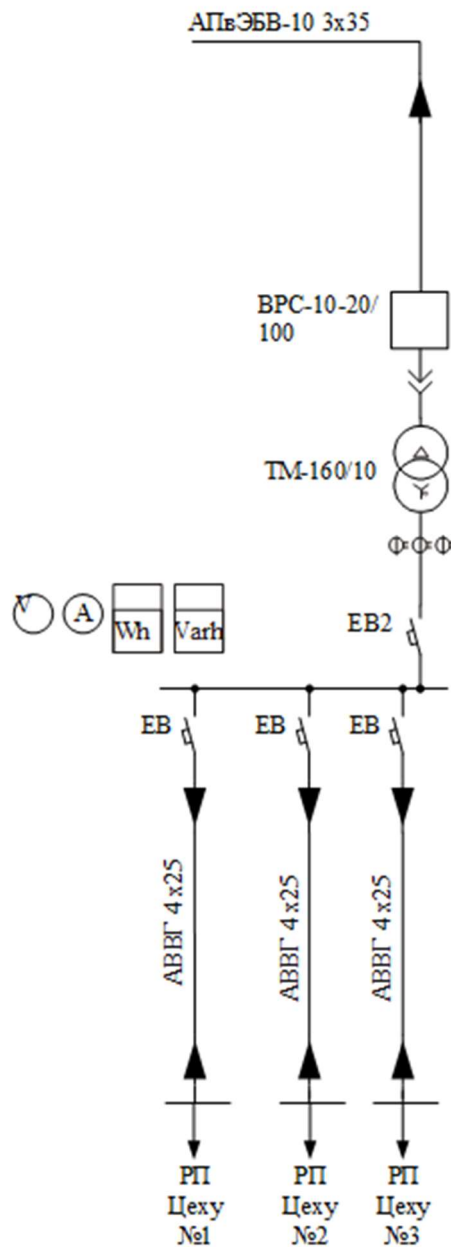


Рисунок В.2 – Схема електропостачання підприємства

Таблиця В.1 – Вибір провідників мережі підприємства

	S_M , кВА	I_M , А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S , мм ²	$I_{доп}$, А
ТП - РП-1	48,315	2,84	АВВГ	в землі	4 x25	106
ТП - РП-2	3,85	0,23	АВВГ	в землі	4 x25	106
ТП - РП-3	3,01	0,18	АВВГ	в землі	4 x25	106

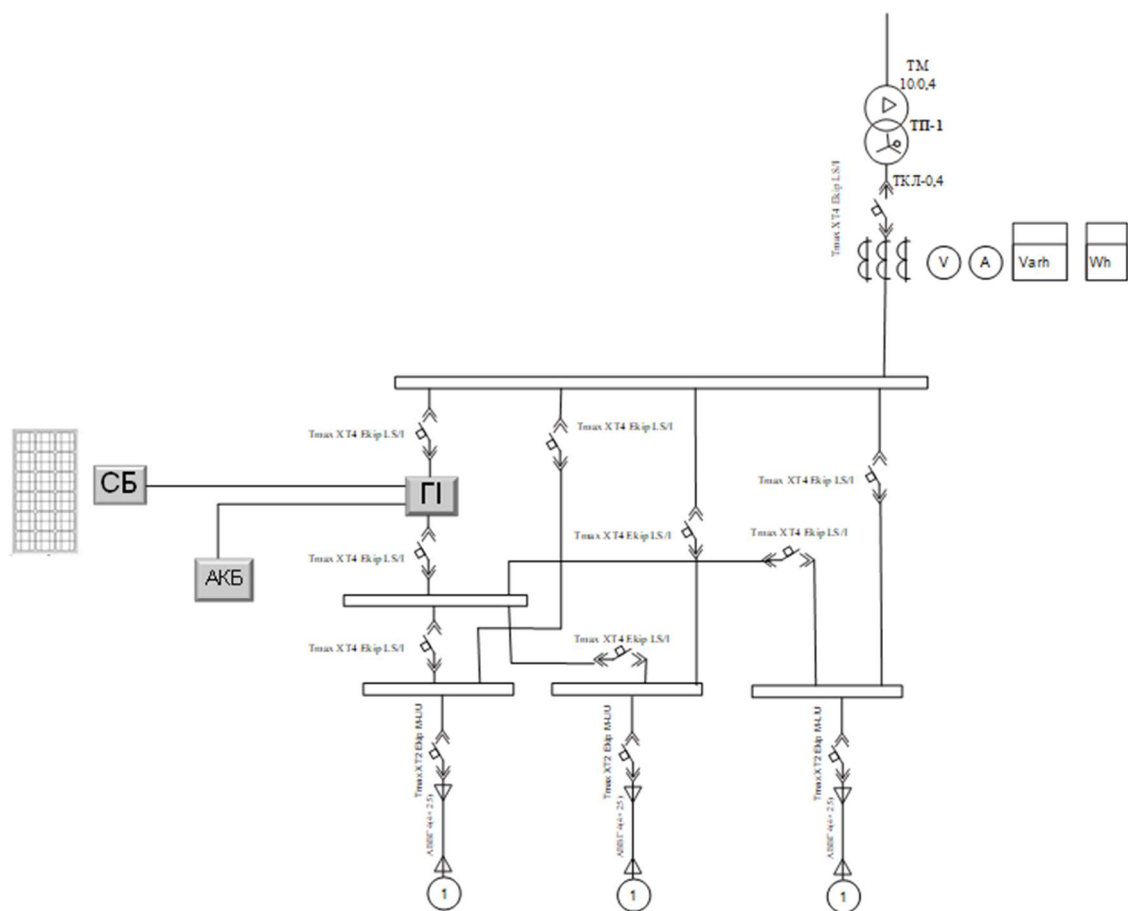


Рисунок В.3 – Однолінійна схема роботи сонячної станції з гібридним інвертором