

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО"  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ  
КАФЕДРА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

"До захисту допущено"

чл.-кор. НАНУ, проф.

\_\_\_\_\_ Кудря С.О

(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Дипломна робота**

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 141 "Гібридна вітро-сонячна електростанція в умовах  
Івано-Франківської області"

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕД-61 Марцінковський Юрій Олегович

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник: доц., канд. техн. наук Кириленко К.В.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент: канд. техн. наук Хоменко О.В.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що у цьому  
дипломному  
проекті немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

КИЇВ 2020

**Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"**

Факультет електроенерготехніки та автоматики  
Кафедра відновлюваних джерел енергії  
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)  
Спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри чл.-кор. НАНУ, проф.

\_\_\_\_\_ Кудря С.О

(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломну роботу студенту**

Марцінковському Юрію Олеговичу

1. Тема роботи: Гібридна вітро-сонячна електростанція в умовах Івано-Франківської області

керівник роботи доц., канд. техн. наук Кириленко К.В., затверджені наказом по університету від

2. Строк подання студентом роботи

3. Вихідні дані до роботи: житловий будинок, розташований неподалік від Івано-Франківська, що потрібно забезпечити електричною енергією.

4. Перелік завдань, які потрібно розробити:

а) реалізація мережевих СЕС та ВЕС і їх комплектація;

б) провести аналіз доцільності будівництва ВЕС та СЕС.

в) вибір електрообладнання;

г) розрахунок терміну окупності;

д) охорона праці;

.

5. Перелік графічного матеріалу:

1) Титульний аркуш;

2) Графік електричного навантаження споживача;

3) Графіки аеродинамічних розрахунків ротора вітроустановки;

6. Дата видачі завдання: 25.04.2020

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів дипломного проекту	Примітка
1	Робота з літературою	26.04.2020	Виконано
2	Переваги гібридних електростанцій над негібридними	5.05.2020	Виконано
3	Складові електростанції	15.05.2020	Виконано
4	Доцільність використання сонячної енергетики	23.05.2020	Виконано
5	Доцільність використання вітрової енергетики	29.05.2020	Виконано
6	Формулювання мети та задач дипломного проекту	04.06.2020	Виконано
7	Вибір електричного обладнання	11.06.2020	Виконано

Студент

\_\_\_\_\_ Марцінковський Ю.О.

(підпис)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ Кириленко К.В.

(підпис)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврський проект складається з: аркушів - 60, таблиць – 11, рисунків – 15, перелік посилань – 10, формул – 48, креслень - 1.

Мета дипломної роботи: провести розрахунок та вияснити термін окупності гібридної вітро-сонячної електростанції, потужністю 26 кВт, в умовах Івано-Франківської області.

У вступі проводиться розгляд ідеї проекту, описуються переваги гібридної сонячної-вітро станції та складові електростанції.

У другому розділі розглянуті основні види і будови сонячних панелей, доцільність використання сонячної енергії.

У третьому розділі йдеться про доцільність використання вітрової енергетики, її переваги та особливості експлуатації вітроелектричних установок.

Четвертий розділ містить в собі техніко-економічні розрахунки елементів станції та час окупності станції.

Ключові слова: *ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА, СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ, ГІБРИДНА ВІТРО-СОНЯЧНА СТАНЦІЯ, ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, БЕЗПЕКА.*

## **ABSTRACT**

The bachelor's project consists of: sheets - 60, tables - 11, figures - 16, list of references - 10, formulas – 48, sheets of drawing - 1.

The purpose of the thesis: to calculate and determine the payback period of a hybrid wind-solar power plant with a capacity of 26 kW, in the Ivano-Frankivsk region.

The introduction discusses the idea of the project, describes the benefits of a hybrid solar-wind power plant and components of the power plant.

The second section discusses the main types and structures of solar panels, the feasibility of using solar energy.

The third section deals with the feasibility of using wind energy, its advantages and features of operation of wind turbines.

The fourth section contains technical and economic calculations of the elements of the station and the payback time of the station.

**Keywords: WIND ENERGY INSTALLATION, SOLAR PANELS, HYBRID WIND-SOLAR STATION, ELECTRICAL EQUIPMENT, SAFETY.**

## **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ**

- СЕС – сонячна електростанція;
- ФМ – фотоелектричний модуль;
- ВЕУ - Вітроенергетична установка;
- КПІ – Київський політехнічний інститут;
- ККД – коефіцієнт корисної дії;
- АКБ – акумуляторні батареї;

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 СОНЯЧНА СКЛАДОВА ПРОЕКТУ.....	13
1.1 Енергія сонця, її переваги та використання.....	14
1.2 Будова сонячної панелі.....	15
1.3 Сонячна складова у моєму проекті.....	17
РОЗДІЛ 2 ВІТРОВА СКЛАДОВА ПРОЕКТУ.....	20
2.1 Вітроенергетика.....	21
2.2 Складові вітрогенератора.....	22
2.3 Види вітрогенераторів.....	24
2.4 Особливості встановлення вітрогенерато.....	25
2.5 Вітрогенератор у проекті.....	27
РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	30
3.1 Розрахунок навантаження.....	31
3.2 Розрахунок ФЕС.....	37
3.2.1 Розрахунок елементів ФЕС.....	37
3.2.2 Вибір кабелю.....	39
3.2.3 Вибір сонячної панелі.....	40
3.3 Розрахунок вітроустановки.....	41
3.3.1 Визначення номінальної швидкості вітру.....	41
3.3.2 Характеристика вітроустановки.....	41

					<b>ЕД 5116.141. ДП</b>						
Зм..	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата							
Разраб		МарцінковськийЮо.			<b>ЗМІСТ</b>						
Керівник		Кириленко К.В.									
Реценз.											
Н. Контр.		Головка В.М.									
Затв.		Кудря С.О.									
					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; font-size: small;">Літ.</td> <td style="width: 20%; font-size: small;">Арк.</td> <td style="width: 60%; font-size: small;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">69</td> </tr> </table>	Літ.	Арк.	Аркушів	7	7	69
Літ.	Арк.	Аркушів									
7	7	69									
					ФЕА, ЕД-61						

3.3.3 Аеродинамічний розрахунок ротору вітроустановки.....	43
3.3.4 Визначення кута встановлення (заклинення) за довжиною лопаті.....	45
3.3.5 Розрахунок характеристики ротора вітроустановки.....	46
3.3.6 Розрахунок опори вітроустановки.....	48
3.4 Вибір акумуляторів та інвертора.....	49
3.4.1 Вибір акумуляторів.....	49
3.4.2 Вибір інвертора.....	50
3.5 Економічна частина.....	51
Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
4.1 Безпека з вітроустановками.....	54
4.2 Охорона праці і техніка безпеки при експлуатації СЕС.....	55
4.3 Оцінка впливу на ґрунт.....	57
4.4 Оцінка впливу на навколишнє середовище.....	57
4.5 Оцінка впливу на мікроклімат.....	57
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ПОСИЛАНЬ.....	59
ДОДАТОК А.....	60

ВСТУП

					<b>ЕД 5116.141. ДП</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Разраб</i>		<i>МарцінковськийЮо.</i>			<b>РОЗДІЛ 1. ВСТУП</b>		9	69
<i>Керівник</i>		<i>Кириленко К.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Головка В.М.</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Кудря С.О.</i>						
						<b>ФЕА, ЕД-61</b>		





Слід зазначити, що вищевказані елементи є ключовими, а навантаженням слугує приватний будинок у селі Різдяни.

					ЕД 5116.14.1. ДП	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

РОЗДІЛ 1  
СОНЯЧНА СКЛАДОВА ПРОЕКТУ

ЕД 5116.141. ДП

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Разраб		МарцінковськийЮо.					
Керівник		Кириленко К.В.				13	69
Реценз.					ФЕА, ЕД-61		
Н. Контр.		Головка В.М.					
Затв.		Кудря С.О.					
					РОЗДІЛ 2. СОНЯЧНА СКЛАДОВА ПРОЕКТУ		



сонячної системи дозволяє зберегти найкращу орієнтацію панелі відносно Сонця для максимізації виробництва електроенергії за рахунок переміщення всієї системи. Сонячний трекер потребує незначну кількість енергії, а його використання може збільшити кількість виробленої електричної енергії, що перетворюється з сонячної, на 5-90% в різні періоди часу та в різних географічних умовах.

Сонячні системи, що поглинають енергію сонця, поділяються на рухомі та нерухомі.

Рухомі сонячні системи використовують спеціальні рухомі трекери, які за налаштуванням обирають потрібний кут до землі та орієнтуються за рухом сонця для отримання найбільшої ефективності.

Нерухомі сонячні системи - це системи, що використовують каркас, на якому вони закріплені без можливості руху. (Такі системи при монтажі налаштовуються на найбільш оптимальний кут до сонця, щоб не втратити ефективність у пікові години)

## 1.2 Будова сонячної панелі

Окремо сонячна батарея - це певна кількість фотоелементів, що розташовані в загальному корпусі та захищені прозорою лицьовою панеллю. Для повсякденного приватного використання сонячні батареї виготовляють на основі кремнію, оскільки кремній не є відносно дорогим та елементи на його основі можуть досягати ККД близько 20-24%.

На основі кремнієвих кристалів можна виготовити монокристалічні, полікристалічні та навіть гнучкі тонкоплівкові фотоелементи.

					<i>ЕД 5116.14.1. ДП</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

Фотоелементи електрично з'єднані між собою (послідовно або ж паралельно) та виведені на клеми, що розташовуються, в свою чергу, на корпусі сонячної панелі.

Для приватного будинку слід використовувати фотоелементи, що встановлені в закритому корпусі. Корпус складається з анодованого алюмінію, він легкий та йому не страшна корозія. Лицьова панель складається з міцного скла, що здатне витримати сніжні та вітрові навантаження, при чому скло має мати необхідні оптичні властивості, такі як максимальна прозорість, щоб пропускати якнайбільше променів. Через віддзеркалення губиться значна кількість енергії, так що вимоги до скла є високими і покривається воно антибліковим покриттям.

#### Види кремнієвих сонячних батарей

Сонячні батареї для дому роблять на основі кремнієвих елементів трьох типів;



Рисунок 1.2.1 - Зображення монокристалічного, полікристалічного та тонкоплівкового фотоелементу відповідно.

Монокристалічні. Кожен фотоелемент - один кристал кремнію. Монокристалічні фотоелементи мають непоганий ККД (близько 24,7%), але і вартість їх трохи вище. Відрізнити можна, по-перше, по

однорідному насиченому синьому кольору, по-друге, по заокругленим краях фотоелемента.

Полікристалічні. Кілька невеликих кремнієвих кристалів об'єднані в один фотоелемент. Вони мають неоднорідну структуру, через що гірше поглинають сонячне світло. Це відбивається на ККД (20,3%). Фактично це означає, що сонячна панель тієї ж потужності буде займати приблизно на 20% більше площі.

Тонкоплівкові. Представляють собою шар напівпровідника, напилений на гнучку підкладку. За рахунок своєї гнучкості можуть монтуватися на криволінійні поверхні. Але мають малу продуктивність (близько 10,4%), так що займають великі площі (як мінімум, в 2 рази більше, ніж полікристалічні).

Якщо будинок має скатний дах і фасад розгорнуть на південь або схід, занадто сильно думати про зайняту площу не має сенсу. Цілком можуть влаштувати полікристалічні модулі. При рівній кількості виробленої енергії вони будуть коштувати трохи дешевше.

### 1.3 Сонячна складова у моєму проєкті

В моєму проєкті я буду використовувати нерухому сонячну систему, що складається із кремнієвих сонячних панелей, оскільки панелі будуть закріплені на даху приватного будинку, що не дає можливості використати рухомі трекери.

Встановивши сонячні батареї на даху будинку, можна стати незалежним від офіційного постачальника електроенергії, проте потрібно розуміти, що для цього потрібно використати велику

кількість акумуляторів для запасання електроенергії, що є досить коштовно.

Переваги встановлення сонячних панелей саме на даху будинку:

- Безкоштовне джерело енергії
- Робота системи несе шкоди навколишній середі і є екологічно чистою
- Обслуговування панелей - це очистка їх від пилу, що періодично робить дощ
- Швидка окупність
- Можливість комбінувати з іншими джерелами енергії або мережею

Якщо південний нахил даху облаштувати сонячними батареями, то виробіток електричної енергії складе до 300 кВт на місяць.

Оптимальний кут нахилу сонячної панелі для нашої країни є від 30 до 45 градусів.

Будинок, щоб був обраний для облаштування сонячними панелями має нахил даху у південну сторону. Звідси, доцільним є використання даху як площі для розташування сонячних панелей, оскільки південна частина даху є найбільш оптимальною для отримання сонячної енергії. Окрім того, це дає можливість зекономити місце у дворі приватного будинку.

Прогнозується, що тільки сонячна станція буде мати потужність 2,8кВт та буде складатись з 10 панелей потужністю 280 Вт

					<i>ЕД 5116.14.1. ДП</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15



Рисунок 1.3.1 - Зображення будинку з сонячними панелями на даху

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.14.1. ДП

Аркуш

16

РОЗДІЛ 2  
ВІТРОВА СКЛАДОВА ПРОЕКТУ

ЕД 5116.141. ДП

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				
Разраб		МарцінковськийЮо.			РОЗДІЛ 3. ВІТРОВА СКЛАДОВА ПРОЕКТУ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Кириленко К.В.					20	69
Реценз.						ФЕА, ЕД-61		
Н. Контр.		Головко В.М.						
Затв.		Кудря С.О.						



Вітроенергетика всебічно підтримується з боку держави, зокрема на реалізацію екологічно чистої електроенергії введений “зелений” тариф, що дозволяє мінімізувати ризики комерційної діяльності в даній галузі і забезпечити підприємства стабільним рівнем прибутку.

## 2.2 Складові вітрогенератора

Обладнання, що перетворює вітрову енергію в електричну, включає в себе:

- турбіну, тобто ротор, який здійснює перетворення енергії вітрового потоку прямолінійного руху;
- генератор, що здійснює перетворення механічної енергії в електричну;
- щоглу (даний конструктивний елемент може бути типу «ферма» або трубчастим);
- систему управління турбіною;
- мультиплікатор (в залежності від моделі);
- хвіст або систему азимутального привода;
- випрямляч, який необхідний при використанні генераторів змінного струму для правильної зарядки акумулятора.

З точки зору потужності все вітрове генераторне обладнання класифікується як побутове, яке характеризується потужністю 1-10 кВт і промислове – від 500 кВт.

					ЕД 5116.14.1. ДП	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

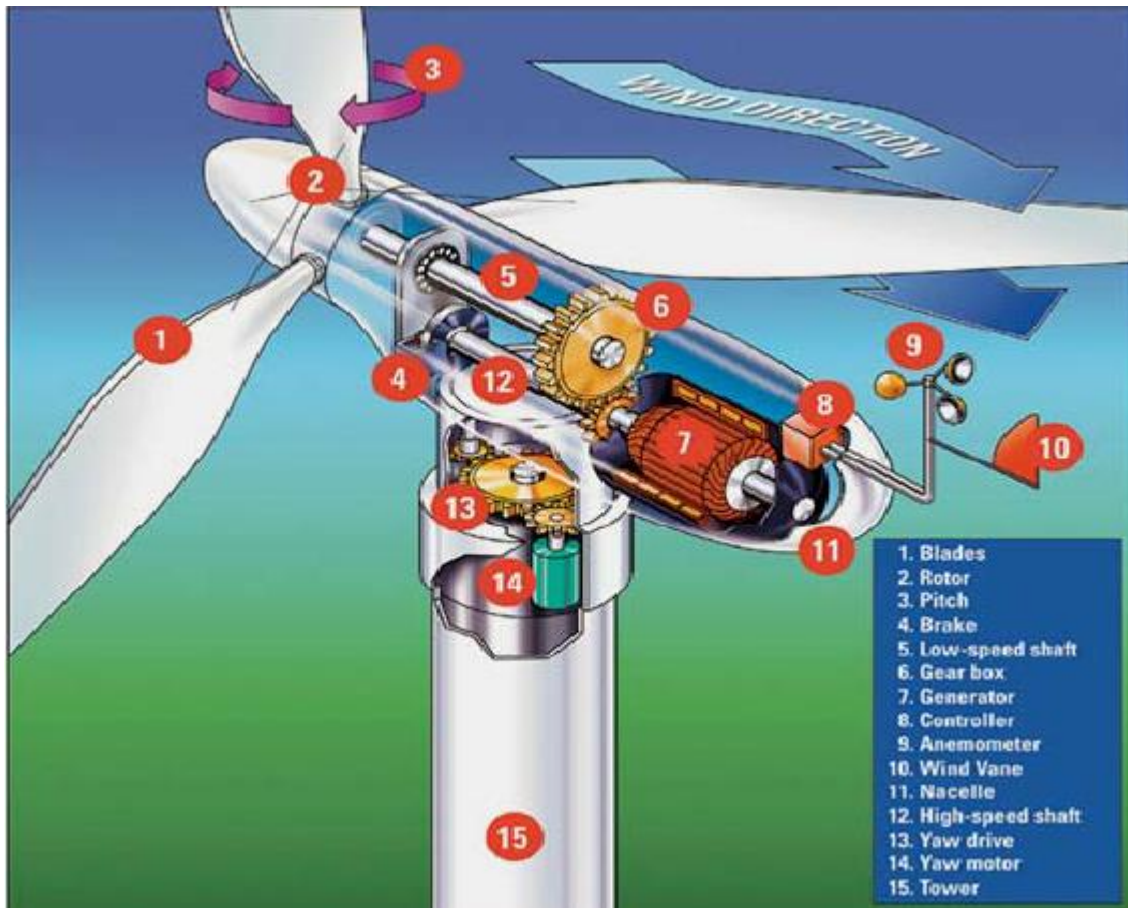


Рисунок 2.2.1 - Схематичне зображення вітроустановки

Пояснення до схематичного малюнку вітроустановки:

1. Лопаті
2. Ротор (призначений для перетворення енергії прямолінійного руху повітряного потоку)
3. Нахил
4. Гальмо
5. Низькошвидкісний вал
6. Коробка передач
7. Генератор (перетворює енергію вітру в електричну енергію)
8. Контролер

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.14.1. ДП

Аркуш

13





Не нижче 3-4 метрів та не ближче за 150 метрів від перешкоди - оптимальне розташування вітрової установки.

Також потрібно брати до уваги, що розрідженість повітря впливає на роботу вітроустановки, проте це не стосується роботи вітряка при постійних потоках.

Якщо в місці де розташована вітроелектростанція переважають слабкі вітра, то необхідно обладнати станцію акумуляторними батареями, що і буде застосовано у даному проекті.

Важливу роль на стадії розробки проекту грає безпека. Удари блискавок можуть стати причиною загоряння вітряка, лід на лопяхах призведе до зменшення потужності установки. Ще важливу роль відіграє міцність конструкції і фундаменту, що впливає як на вітроустановку так і на життя людей.

Для запобігання цього існують захисні системи вітроустановки та заходи по перевірці стану установок, як вітрових, так і інших.

					<i>ЕД 5116.14.1. ДП</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

## 2.5 Вітрогенератор у проекті

У даному проекті я беру один вітрогенератор, потужністю 6 кВт, серії Т60, що буде розташований неподалік від будинку.



Рисунок 2.5.1 - Обрана область для проекту на карті України - Івано-Франківська.

Вітровий потенціал Івано-Франківської області представлений як “невисокий”, що дає змогу використовувати вітрову установку.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.14.1. ДП

Аркуш

17

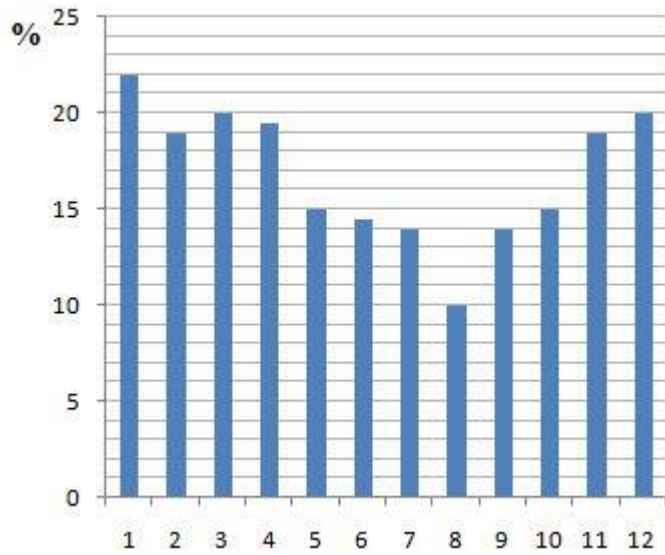


Рисунок 2.5.2 - Частка вітрів, придатних для потреб вітроенергетики по місяцях

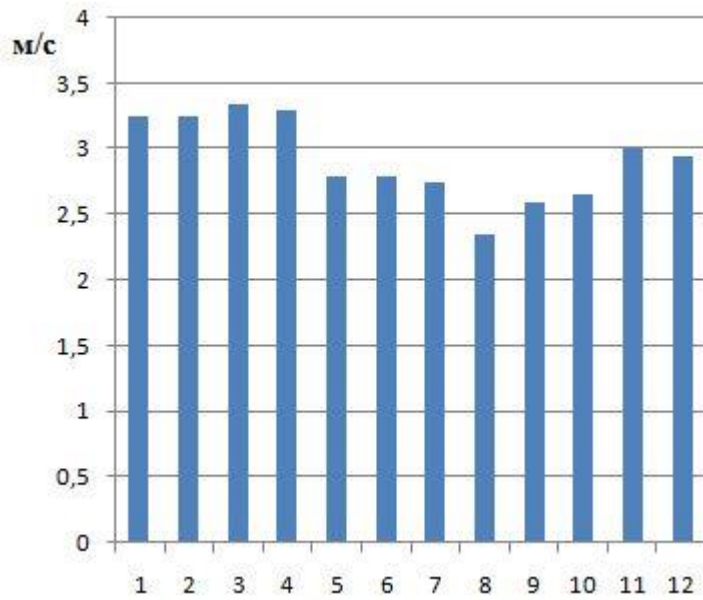


Рисунок 2.5.3 - Середня швидкість вітру по місяцях

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

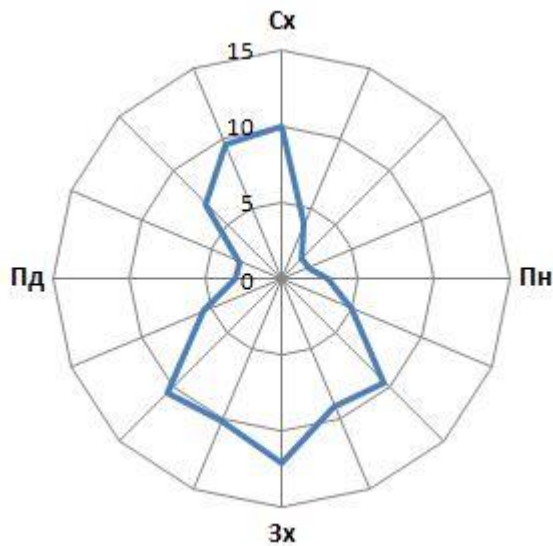


Рисунок 2.5.4 - Повторюваність напрямку вітру по румбах в %

Цей генератор розроблений спеціально для областей з низькою середньорічною швидкістю вітру.

Вітряк буде працювати у “парі” з сонячними батареями, та в сумі видавати 26 кВт.

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 3  
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

ЕД 5116.141. ДП

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Разраб		МарцінковськийЮо.				30	69
Керівник		Кириленко К.В.			РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ		
Реценз.							
Н. Контр.		Головка В.М.					
Затв.		Кудря С.О.			ФЕА, ЕД-61		

### 3.1 Розрахунок навантаження

Розрахуємо навантаження будинку протягом дня, місяця, року.

Таблиця 3.1.1 - Споживання будинком електроенергії для місяців січень-квітень.

Найменування	Кількість, штук	Потужність, Вт	год, кВт*год	січень	лютий	березень	квітень
Світлодіодна лампа	20	12	t	8	8	8	7
			W	1,152	1,152	1,152	1,008
Станційний комп'ютер	2	50	t	8	9	8	10
			W	0,4	0,45	0,4	0,5
Телевізор	3	110	t	3	2	3	4
			W	1,98	1,32	1,98	2,64
Зарядка телефону	6	6	t	3	3	4	3
			W	0,108	0,108	0,144	0,108
Wi-Fi роутер	2	7	t	24	24	24	24
			W	0,168	0,168	0,168	0,168
Праска	1	2300	t	0,1	0,15	0,1	0,1
			W	0,023	0,0345	0,023	0,023

продовж. табл. 3.1.1

Холодильник	2	200	t	12	12	12	12
			W	2,4	2,4	2,4	2,4
Пральна машина	1	2500	t	2	2	1,5	3
			W	5	5	3,75	7,5
Бойлер	2	1500	t	4	4	4	4
			W	6	6	6	6
Кондиціонер	2	500	t	0	0	0	0
			W	0	0	0	0
Ноутбук	2	70	t	7	8	7	9
			W	0,98	1,12	0,98	1,26
Зарядка електромобіля	1	3600	t	4	4	3	3
			W	14,4	14,4	10,8	10,8
Машина для сушіння одягу	1	2200	t	2	2	1,5	3
			W	4,4	4,4	3,3	6,6
Загалом за 1 день місяця, кВт*год				37,011	36,5525	31,097	39,007

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.141. ДП

Аркуш

12

продовж табл. 3.1.1

	Загалом за місяць, кВт*год	1125,763 587	1111,8173 93	945,87744 9	1186,4 75919
	Загалом за рік, кВт*год	13098,12 291			

Таблиця 3.1.2 - Споживання будинком електроенергії для місяців травень-серпень.

Найменування	Кількість, штук	Потужність, Вт	год, кВт*год	травень	червень	липень	серпень
Світлодіодна лампа	20	12	t	7	6	6	6
			W	1,008	0,864	0,864	0,864
Стационарний комп'ютер	2	50	t	10	9	7	7
			W	0,5	0,45	0,35	0,35
Телевізор	3	110	t	5	3	4	5
			W	3,3	1,98	2,64	3,3
Зарядка телефону	6	6	t	4	3	4	3
			W	0,144	0,108	0,144	0,108
Wi-Fi роутер	2	7	t	24	24	24	24
			W	0,168	0,168	0,168	0,168
Праска	1	2300	t	0,2	0,15	0,1	0,1
			W	0,046	0,0345	0,023	0,023

продовж. табл. 3.1.2

Холодильник	2	200	t	12	12	12	12
			W	2,4	2,4	2,4	2,4
Пральна машина	1	2500	t	2	1,5	1,7	1,5
			W	5	3,75	4,25	3,75
Бойлер	2	1500	t	4	4	4	4
			W	6	6	6	6
Кондиціонер	2	500	t	2	9	6	7
			W	1	4,5	3	3,5
Ноутбук	2	70	t	7	5	7	9
			W	0,98	0,7	0,98	1,26
Зарядка електромобіля	1	3600	t	3	3	3	3
			W	10,8	10,8	10,8	10,8
Машина для сушіння одягу	1	2200	t	2	1,5	1,6	3
			W	4,4	3,3	3,52	6,6
Загалом за 1 день місяця, кВт*год				35,746	35,0545	35,139	39,123
Загалом за місяць, кВт*год				1087,286082	1066,252727	1068,822963	1190,04291

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.141. ДП

Аркуш

Таблиця 3.1.3 - Споживання будинком електроенергії для місяців жовтень-грудень.

Найменування	Кількість, штук	Потужність, Вт	год, кВт*год	вересень	жовтень	листопад	грудень
Світлодіодна лампа	20	12	t	7	7	7	8
			W	1,008	1,008	1,008	1,152
Стационарний комп'ютер	2	50	t	10	10	10	9
			W	0,5	0,5	0,5	0,45
Телевізор	3	110	t	3	5	6	6
			W	1,98	3,3	3,96	3,96
Зарядка телефону	6	6	t	3	3	4	4
			W	0,108	0,108	0,144	0,144
Wi-Fi роутер	2	7	t	24	24	24	24
			W	0,168	0,168	0,168	0,168
Праска	1	2300	t	0,2	0,15	0,1	0,1
			W	0,046	0,0345	0,023	0,023
Холодильник	2	200	t	12	12	12	12
			W	2,4	2,4	2,4	2,4
Пральна машина	1	2500	t	1,5	2	2	1,5
			W	3,75	5	5	3,75

продовж. табл. 3.1.3.

Бойлер	2	1500	t	4	4	4	4
			W	6	6	6	6
Кондиціонер	2	500	t	2	0	0	0
			W	1	0	0	
Ноутбук	2	70	t	10	7	8	9
			W	1,4	0,98	1,12	1,26
Зарядка електромобі ля	1	3600	t	3	3	3	4
			W	10,8	10,8	10,8	14,4
Машина для сушіння одягу	1	2200	t	1	2	3	2
			W	2,2	4,4	6,6	4,4
Загалом за 1 день місяця, кВт*год				31,36	34,6985	37,723	38,107

Таблиця 3.1.4 - Сумарне навантаження за рік.

Загалом за рік, кВт*год	13098,12291
-------------------------	-------------

### 3.2 Розрахунок ФЕС

#### 3.2.1 Розрахунок елементів ФЕС

Розраховані значення для контролера напруги:

$$U_{xx}=65*5=325 \text{ В}$$

$$I_{кз}=10,87*8=86,72 \text{ А}$$

Кабельна система і з'єднання:

Модульні проводи:

$$I=1.25* 10,87=13,6 \text{ А}$$

$$U=1.15* 65=74,75 \text{ В}$$

За допустимим струмом обираємо одножильний мідний провід з гумовою і полівінілхлоридною ізоляцією з 4 проводами у джгуті перерізом жили: 4 мм<sup>2</sup>.

Секційний кабель:

Обираємо такий же самий як і модульний, оскільки в схемі присутній запобіжник при виході із секції.

Довжина провода 5 м (з запасом).

Магістральний кабель:

Між фотомодулями та інвертором:

$$I=1.25* I_{кз}=1.25*86,72=108,4 \text{ А}$$

$$U=1.15* U_{xx}=1.15*325=373,7 \text{ В}$$

За допустимим струмом обираємо одножильний мідний провід з гумовою і полівінілхлоридною ізоляцією з 2 проводами у джгуті перерізом жили: 25 мм<sup>2</sup>.

Довжина провода 40 м (з запасом).

					ЕД 5116.141. ДП	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



$$P=I*U=13,6*74,75=1016,6 \text{ Вт}$$

$$\text{Втрати: } P_{\text{loss}}/P=5,1/1016,6*100\%=0.5\%$$

Магістральний кабель:

Між фотомодулями та інвертором:

$$P_{\text{loss}}=I*U_{\text{loss}}=I*I*R_0*L= I*I*(ro/S)*L=108,4 *108,4 *(0.022/25)*40=413,6 \text{ Вт}$$

$$P=I*U=108,4 *373,7 =40509,08 \text{ Вт}$$

$$\text{Втрати: } P_{\text{loss}}/P=413,6/40509,08*100\%=1,02\%$$

Між інвертором та акумуляторами:

$$P_{\text{loss}}=I*U_{\text{loss}}=I*I*R_0*L= I*I*(ro/S)*L=200 *200 *(0.022/70)*4=50,3 \text{ Вт}$$

$$P=I*U=200 *60 =12000 \text{ Вт}$$

$$\text{Втрати: } P_{\text{loss}}/P=50,3 /12000 *100\%=0.42\%$$

На всіх проводах втрати потужності менше 3%.

### 3.2.2 Вибір елементів

Вибір кабелю:



Рисунок 3.2.2 - Зображення вибраного фотовольтаїчного кабелю

Назва: Кабель фотовольтаїчний для сонячних електростанцій (PV1-F)

Температура експлуатації: -40°C - 90°C

Допустима робоча температура нагріву жили: 120°

Допустима температура нагріву жили при КЗ: 200°Cii

### 3.2.3 Вибір фотопанелей:

Можлива площа фотопанелей: 100 м<sup>2</sup>

Bluesun Single Panel Mono 500w



Рисунок 3.2.3 - Зображення вибраної полікристалічної сонячної батареї

Bluesun Single Panel Mono 500w

Технічні характеристики сонячної батареї Bluesun Single Panel Mono 500w:

Номінальна потужність: 500 Вт.

Максимальна напруга MPPT: 48,63 В.

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.141. ДП

Аркуш

20

Максимальний струм МРРТ: 10,28 А.

Напруга ХХ: 65 В.

Струм КЗ: 10,87 А.

ККД: 19,51 %.

Габарити: 1956\*1310\*40 мм.

### 3.3 Розрахунок вітроустановки

#### 3.3.1 Визначення номінальної швидкості вітру

Майбутнє місце розташування вітроустановки – знаходиться в приміській частині міста Івано-Франківськ. Виходячи з аналізу архіву метеорологічних досліджень було встановлено, що середня швидкість вітру для міста Івано-Франківськ складає  $3,4 \frac{м}{с}$ .

Маючи невелике значення середньорічної швидкості вітру було прийнято рішення підняти вісь обертання ротора на висоту 30 метрів. Узгодження швидкості вітру на відповідній висоті проведемо на основі формули Лайхтмана:

$$v_{cp} = v_1 \cdot \frac{\log \log \frac{h}{h_0}}{\log \log \frac{h_1}{h_0}} = 3,4 \cdot \frac{\log \log \frac{30}{0,032}}{\log \log \frac{10}{0,032}} = 4,05 \approx 4,0 \frac{м}{с}$$

Відповідно номінальна швидкість вітру буде становити:

$$v_n = 1,5 \cdot v_{cp} = 1,5 \cdot 4,0 = 6,0 \frac{м}{с}$$

#### 3.3.2 - Характеристика вітроустановки

Була обрана вітроустановка, моделі Т60, генератор потужністю 6 кВт.

					ЕД 5116.141. ДП	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 3.3.1 - Характеристики вітроустановки

Вага генератора	275 кг
Витримує вітер до	45 м/с
Діаметр ротора, мм	6.6 м
Захист від вітру	керується хвостом
Кількість лопатей	3
Марка	6 кВт (Т60)
Матеріал лопатей	композит
Номінальна напруга	48/240В
Виробник	WINDER
Розрахункова потужність	6 кВт
Стандартна мачта	12.18 м
Країна виробник	Україна
Температурний режим	від -40 до +60 С
Тип охолодження	IC0041
Рівень герметичності	IP54



Рисунок 3.3.1– Зображення установки типу Т60

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.14.1. ДП

Аркуш

22

### 3.3.3 Аеродинамічний розрахунок ротору вітроустановки

Базуючись на аналізі джерел розробки, що наведені в розділі 1, будемо мати наступні вихідні величини для розрахунку:

Номинальна швидкість вітру:  $v_n = 6 \frac{м}{с}$

Передбачена потужність:  $N = 6 кВт$

Коефіцієнт потужності:  $\xi = 0,35$

1. Визначення діаметру ротора

$$D = 45,6 \cdot \sqrt{\frac{N}{v_n^3 \cdot \xi}} = 45,6 \cdot \sqrt{\frac{6}{6^3 \cdot 0,35}} = 12,846 \text{ м. Отже, приймаємо } D = 13 \text{ м.}$$

2. Число модулів приймаємо  $Z = 7$

3. Для визначення значення коефіцієнта гальмування при якому досягається максимальне значення коефіцієнта потужності потрібно визначити зворотну якість лопаті. Визначається вона як середнє всіх значень для заданих кутів атаки профіля. Сам розрахунок відбувався за наступною формулою  $\mu = \frac{C_x}{C_y}$ . Всі розрахункові дані та дані профіля лопаті занесені до таблиці 2.1. Отримане середнє значення складає:  $\mu_{сер} = 0,0734$ .

Таблиця 3.3.2 – Вихідні значення  $C_x$  та  $C_y$  та  $\mu$

$\alpha$	$C_y$	$C_x$	$\mu$
0	0,1	0,0082	0,0820
2	0,221	0,0103	0,0466
4	0,344	0,0154	0,0448
6	0,464	0,023	0,0496
8	0,584	0,0332	0,0568

10	0,7	0,046	0,0657
12	0,81	0,0615	0,0759
14	0,9	0,0785	0,0872
16	0,952	0,097	0,1019
18	0,965	0,119	0,1233

Ідеальний коефіцієнт потужності:

$$\xi_i = 4 \cdot e \cdot \frac{1-e}{1+e} = 4 \cdot 0,2 \cdot \frac{1-0,2}{1+0,2} = 0,533$$

Кінцеві втрати:

$$\bar{T}_j \cong \frac{e}{1-e} \cdot \left[ \frac{8 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{1-e}{z}\right)^2}}{i \cdot z \cdot (1+e)} - \frac{1}{\sqrt{1 + \left[\frac{i \cdot z}{\pi \cdot (1-0,5 \cdot e)}\right]^2}} \right] = \frac{0,2}{1-0,2} \cdot \left[ \frac{8 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{1-0,2}{7}\right)^2}}{3 \cdot 7 \cdot (1+0,2)} - \frac{1}{\sqrt{1 + \left[\frac{3 \cdot 7}{\pi \cdot (1-0,5 \cdot 0,2)}\right]^2}} \right] =$$

$$0,04652$$

Профільні втрати:

$$\bar{T}_p \cong 2 \cdot \mu' \cdot \left[ \frac{1-e}{z} + \frac{z}{3 \cdot (1-e)} \right] = 2 \cdot 0,0734 \cdot \left[ \frac{1-0,2}{7} + \frac{7}{3 \cdot (1-0,2)} \right] = 0,4449$$

Втрати на крутіння струменя за ротором:

$$\bar{T}_m = \frac{\xi_i \cdot \eta_l^2}{2 \cdot z^2} \frac{R}{r_0} = \frac{\xi_i \cdot \left(\frac{1-\mu' \cdot z}{1+\frac{\mu'}{z}}\right)^2}{2 \cdot z^2} \frac{R}{r_0} = \frac{0,533 \cdot \left(\frac{1-0,0734 \cdot 7}{1+\frac{0,0734}{7}}\right)^2}{2 \cdot 7^2} \frac{10}{1} = 0,00290$$

Коефіцієнт потужності:

$$\xi = \xi_i \cdot \left( 1 - \frac{r_0^2}{R^2} - \bar{T}_j - \bar{T}_p - \bar{T}_m \right) = 0,533 \cdot \left( 1 - \frac{1}{10^2} - 0,04652 - 0,4449 - 0,00290 \right) = 0,26434$$

Таблиця 3.3.3 – Значення коефіцієнта гальмування

e	ξi	Tj	Тр	Тш	ξр
0,2	0,53333	0,04652	0,44494	0,00290	0,26434

продовж. табл. 3.3.3

0,21	0,54843	0,04895	0,45015	0,00298	0,26759
0,22	0,56262	0,05139	0,45550	0,00306	0,27008
0,23	0,57593	0,05387	0,46100	0,00313	0,27184
0,24	0,58839	0,05637	0,46664	0,00320	0,27289
<b>0,25</b>	0,60000	0,05890	0,47244	0,00326	<b>0,27324</b>
0,26	0,61079	0,06147	0,47840	0,00332	0,27290
0,27	0,62079	0,06408	0,48453	0,00338	0,27191
0,28	0,63000	0,06673	0,49084	0,00343	0,27027
0,3	0,64615	0,07215	0,50401	0,00351	0,26513
0,4	0,68571	0,10285	0,58347	0,00373	0,20568
0,45	0,68276	0,12139	0,63432	0,00371	0,15743

Отже при значенні коефіцієнта гальмування  $e = 0,25$ , досягається максимальне значення коефіцієнта потужності  $\xi = 0,27324$ .

### 3.3.4 Визначення кута встановлення (заклинення) за довжиною лопаті.

Приведемо приклад розрахунку для випадку коли відношення:  $\frac{r_0}{R} = 1$

Число модулів для елемента лопаті:

$$z_u = \frac{z}{2 \cdot (1 - e_{max})} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{\xi_{max_i}}{z^2}} \right] = \frac{7}{2 \cdot (1 - 0,25)} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{0,6000}{7^2}} \right] = 9,362$$

З умови, мінімального значення  $\mu$ , тобто  $\mu = 0,0448$ , коефіцієнт підйомної сили  $C_y = 0,344$ . Відповідно:

$$\bar{i}bC_y = \frac{8 \cdot \pi \cdot \frac{r_0}{R} \cdot \frac{e}{(1+e) \cdot (1-e)^2}}{(z_u + \mu) \cdot \sqrt{1 + z_u^2}} = \frac{8 \cdot \pi \cdot 1 \cdot \frac{0,25}{(1+0,25) \cdot (1-0,25)^2}}{(9,362 + 0,0448) \cdot \sqrt{1 + 9,362^2}} = 0,1009$$

Ширина лопаті:

$$b = \frac{(\bar{i}bC_y)}{i \cdot C_y} \cdot R = \frac{0,1009}{3 \cdot 0,344} \cdot 6,5 = 0,6355$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.14.1. ДП

Аркуш

25

Обираємо 5 основних перерізів лопаті: 1, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2. Також задається значенням для  $b_{(0.2)} = 1,5 \cdot b_{(1.0)} = 0,9533$ .

Ширина лопаті на перетині:

$$b_k = b_{(1.0)} + \frac{b_{(0.2)} - b_{(1.0)}}{n-1} (k - 1) = 0,6355 + \frac{0,9533 - 0,6355}{5-1} (1 - 1) = 0,6355$$

$$C_y^{(k)} = \frac{(i\bar{b}C_y)}{i \cdot b_k} \cdot R = \frac{(0,1009)}{3 \cdot 0,6355} \cdot 6,5 = 0,344$$

З графіками  $C_y=f(\alpha); \mu=f(\alpha)$  для отриманих  $C_y^{(k)}$  визначаємо  $\alpha$  і  $\mu$  та заносимо всі результати розрахунків до таблиці 2.3.

Таблиця 3.3.4 – Значення кутів заклинення за довжиною лопаті

	r0/R	z	zu	ibCy	bk, мм	Cy	μ	α	β	φ
1	1	7	2	9	636	0,344	0,044	4	6,097	7
2	0,8	5,6	2	2	830	0,327	0,045	3,8	7,592	2
3	0,6	4,2	7	2	994	0,358	0,047	4,3	10,04	2
4	0,4	2,8	3	2	1087	0,471	0,052	7,1	14,73	1
5	0,2	1,4	0	9	953	0,888	0,082	13,	26,56	13,4

### 3.3.5 Розрахунок характеристики ротора вітроустановки $M=f(z), \xi=f(z)$

Приклад розрахунку буде наведений для випадку  $\alpha = 0$ :

$$ib = \frac{ibC_y}{C_{yk}} = \frac{0,1009}{0,344} = 0,2933$$

$$\beta = \alpha + \varphi = 0 + 2,097 = 2,097$$

$$Z_{\mu} = \frac{l}{\tan(\beta \cdot \frac{\pi}{180})} = \frac{l}{\tan(2,097 \cdot \frac{\pi}{180})} = 27,3101$$

$$E = C_{y(k)}^2 \cdot \frac{(z_{u(k)} + \mu(k)) \cdot \sqrt{1 + z_{u(k)}^2}}{\frac{8\pi \cdot r_0}{ib \cdot R}} = 0,08^2 \cdot \frac{(29,462 + 0,082) \cdot \sqrt{1 + 27,3101^2}}{\frac{8\pi}{0,2933} \cdot l} = 0,087$$

Згідно отриманого значення  $E$  з таблиці коренів нижчеподаного рівняння обираємо необхідний:

$$\frac{e(k)}{(1+e(k))(1-e(k))^2} = C_{y(k)}^2 \frac{(z_{u(k)} + \mu(k)) \sqrt{1 + z_{u(k)}^2}}{\frac{8\pi r_0}{ib \cdot R}}$$

В даному випадку  $e_p = 0,080$

$$\Delta \bar{M} = \frac{8 \cdot (\frac{r_0}{R})^2}{\frac{1+e(k)}{e(k)}} \cdot \frac{l - \mu(k) \cdot z_{u(k)}}{z_{u(k)} + \mu(k)} = \frac{8 \cdot l^2}{\frac{1+0,080}{0,080}} \cdot \frac{l - 0,082 \cdot 27,3101}{27,3101 + 0,082} = -0,027 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$z = z_{u(k)} \cdot (1 - e(k)) - \frac{l}{z_{u(k)} \cdot \frac{1+e(k)}{e(k)}} = 27,310 \cdot (1 - 0,080) - \frac{l}{29,462 \cdot \frac{1+0,080}{0,080}} = 25,12$$

$$Z = \frac{z \cdot R}{r_0} = z \cdot \frac{R}{r_0} = 25,12 \cdot 1 = 25,12$$

Аналогічний перерахунок  $\Delta \bar{M}_{(k)} = f(Z_{(k)})$  при сталих  $(r_0/R)_{(k)}$

та  $\Delta \bar{M}_{(k)} = f((\frac{r_0}{R})_{(k)})$  при сталих  $(Z_{(k)})$ .

### 3.3.6 Розрахунок опори вітроустановки

Єдиним об'єктом, який може порушувати вітряний потік поблизу вітрової установки є жилий будинок. Він має висоту  $h = 9$  метрів та розташований в 30 метрах від вітрогенератора. Отже мінімальна висота вітрової установки складає:

$$H = h + c + \frac{D}{2} = 9 + 1,5 + \frac{13}{2} = 17,0 \text{ м.}$$

Так як мінімальна висота вийшла менше розрахункової, то відповідно залишаємо висоту опори 30 метрів:  $H = 30$  м.

Обираємо тип опори – циліндричний. Таким чином вітрове навантаження на опору:

$$P_{on} = 7,1 \cdot \beta \cdot H^2 = 7,1 \cdot 1,01 \cdot 30^2 = 6453,9 \text{ кг}$$

Лобовий тиск на ротор:

$$\omega = \frac{2 \cdot k_n \cdot Z}{D} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 7}{13} = 1,8$$

$$n = \frac{\omega^2 \cdot r^2 + v_n^2}{\omega^2 \cdot r^2 + v^2} = \frac{\omega^2 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 + v_n^2}{\omega^2 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 + v^2} = \frac{1,8^2 \cdot \left(\frac{13}{2}\right)^2 + 6^2}{1,8^2 \cdot \left(\frac{13}{2}\right)^2 + 4^2} = 1,131$$

Виходячи зі значення максимальної спостерігаємої швидкості вітру в регіоні  $v_{max} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  лобовий тиск на ротор буде складати:

$$P_p = c_y \cdot S \cdot \frac{\rho}{2} \cdot (\omega^2 \cdot r_{iu}^2 + v_{max}^2) \cdot i \cdot n = 1,12 \cdot 2,6 \cdot \frac{0,125}{2} \cdot \left(1,8^2 \cdot \left(\frac{11}{2}\right)^2 + 30^2\right) \cdot 3 \cdot 1,131 = 1920,92 \text{ кг}$$

Момент біля основи опори:

$$M_{on} = P_{on} \cdot H + P_p \cdot H = 6453,9 \cdot 30 + 1920,92 \cdot 30 = 251245 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Аналізуючи аналоги існуючих вітроустановок прийmemo масу опори 4200 кг.

$$G = 4200 + 141 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 4200 + 141 \cdot \left(\frac{13}{2}\right)^2 = 10157 \text{ кг}$$

Площа фундаменту:

$$S = \frac{M_{on} + G}{17,8 \cdot 10^3} = \frac{251245 + 10157}{17,8 \cdot 10^3} = 14,7 \text{ м}^2$$

Маса фундаменту при глибині закладці 2 м:

$$G_{\phi} = S \cdot 2 \cdot 2000 = 44099 \text{ кг}$$

Результуюча стискаюча сила за умови, що  $P_m = M_{on}$ :

$$P_{рез} = G + G_{\phi} + P_m = 10157 + 44099 + 251245 = 305501 \text{ кг}$$

### 3.4 Вибір акумуляторів та інвертора

#### 3.4.1 Вибір акумуляторів

В якості акумуляторів були вибрані свинцево-кислотні акумулятори:

АХІОМА energy AX-CARBON-200 CARBON 12В 200Ач ( CARBON ):

Напруга: 12 В

Ємність: 200 А\*год

Виробник: Китай

Габарити: (407\*174\*209) мм

Вага: 60 кг

					ЕД 5116.14.1. ДП	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 3.4.7 - Зображення вибраного акумулятора AXIOMA energy  
AX-CARBON-200 CARBON 12В 200Ач ( CARBON )

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕД 5116.14.1. ДП

Аркуш

30

### 3.4.2 Вибір інвертора



Рисунок 3.4.8 - Зображення вибраного інвертора Fronius ECO 27.0-3-S

Таблиця 3.3.7 - Характеристики інвертора

Гарантія	2 роки
ККД	98,30%
Потужність, кВт	27
Рівень захисту	66
Країна виробник	Австрія



Поточні:

$$787\,463 * 0,01 = 7\,875 \text{ грн}$$

Капітальні:

$$787\,463 * 0,05 = 39\,374 \text{ грн,}$$

Гарантійний термін комплексної станції становить 25 років, розрахуємо виробіток станції за 25 років використання, з урахуванням деградації:

Таблиця 4.5.2 - Виробіток станції за 25 років

Період, років	1-10	10-15	15-20	20-25	Всього, за 25 років
кВт*год	2820	2566	24534	2382	652125

Прогнозований середньорічний прибуток станції за гарантійний термін, з урахуванням “зеленого” тарифу (4,95 грн):

$$(4,95 * 652\,125) / 25 = 4,95 * 26\,085 = 129\,121 \text{ грн.}$$

Середньорічний прибуток з урахуванням навантаження будинку:

$$(26\,085 - 13\,098) * 4,95 = 64\,286 \text{ грн.}$$

Загальна вартість станції з урахуванням ремонтів:

$$787\,463 + 39\,374 * 25 + 7\,875 * 2 = 1\,787\,563 \text{ грн}$$

Термін окупності:

$$1\,787\,563 / 64\,284 = 27 \text{ років.}$$

Висновок по розрахункам.

Термін окупності вийшов великим (27 років), оскільки були обрані дорогі сонячні панелі та вітрова установка, тому що немає великої площі для розташування станції







Охорона праці - це система соціально економічних, технічних, санітарно-гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують захист, безпеку (в електроустановках), збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Техніка безпеки в електроустановках - це система організаційних і технічних заходів і засобів забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Вибір способів і засобів захисту регламентовані «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) «Правилами технічної безпеки» (ПТБ) «Правилами технічної експлуатації» (ПТЕ) в залежності від напруги роду і частоти струму режиму

Джерела живлення умов зовнішнього середовища умов можливості потрапляння людини під напругу. Технічні та організаційні заходи спрямовані на забезпечення недоступності і струмопровідних частин усунення небезпеки ураження електричним струмом.

Електрична енергія має ряд особливостей, які необхідно враховувати, щоб забезпечити безпеку людини.

Людина не відчуває наявності напруги або струму на відстані і якщо він не знайомий з безпечним обслуговуванням електроустановок не підозрює про небезпеку, що загрожує йому небезпеки.

Ураження людей струмом трапляється найчастіше в слідстві

- дотику до неізольованих і струмоведучих частин і оголених проводів контактом електромашин і т.д.

- дотик до частин електроустановки зазвичай не знаходяться під напругою але випадково опинилися під напругою.

Для попередження електротравматизму приймають захисні засоби.

										Аркуш
										37
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



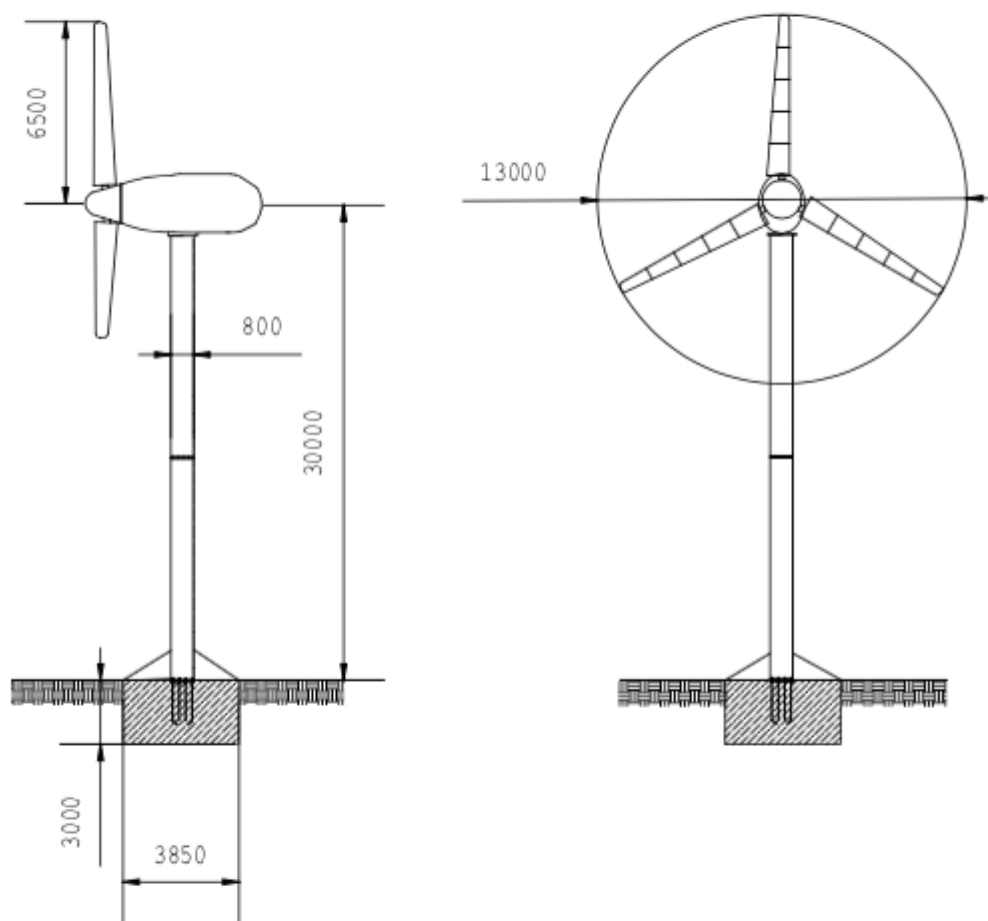


## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Вікіпедія, вільна енциклопедія. Сонячна енергетика України [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8)
2. Міністерство енергетики та захисту довкілля. Розвиток відновлюваної енергетики України: стан, виклики, пропозиції до вирішення [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://menr.gov.ua/files/images/news\\_2019/05112019/1/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%20%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD,%20%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8,%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D1%96%D1%97%20%D0%B4%D0%BE%20%D0%B2%D0%B8%D1%80%D1%96%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf](https://menr.gov.ua/files/images/news_2019/05112019/1/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%20%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD,%20%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8,%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D1%96%D1%97%20%D0%B4%D0%BE%20%D0%B2%D0%B8%D1%80%D1%96%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf)
3. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Інформація щодо потужності та обсягів виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф (станом на 01.10.2019) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://saee.gov.ua/sites/default/files/VDE%20III.pdf>
4. Сайт, що спеціалізується на вітрогенераторах [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://avante.com.ua/ua/catalog/1.elektrotexnika/vetrogeneratory/>
5. Електронне джерело, де зібрана інформація про вітроенергетику [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://greenchip.com.ua/>
6. Електронне джерело, що надає доступ до перегляду різних видів сонячних панелей [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-panels/>
7. Сайт, що спеціалізується на альтернативній енергетиці [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ecosvit.net/ua/vertikalni-vitrogeneratori-vitryaki-maloshumni>

8. Сайт, для роботи з альтернативною енергетикою [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ecoenerhiiia.ua/sonjachni-batarei/>
9. Електронне джерело, де можна придбати сонячні панелі [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://solarsystem.com.ua/products/category/sonyachni-paneli/>
10. Сайт, що проводить аналітику в сфері альтернативної енергетики [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://joule.ua/blog/tsiny-na-soniachni-batarei-v-ukraini/>

# ДОДАТОК А



Погоджено:	

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № архив.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

-			
ЕД61.12.141КП			
Вітрогенеруюча установка	Стадія	Аркуш	Аркушів
	РП	1	2
НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			