

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії  
Спеціальність – 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»  
Освітньо-професійна програма «Гідромеліорація»

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Зав. кафедрою водогосподарської інженерії  
доц. \_\_\_\_\_ Андрій ТКАЧУК  
« \_\_\_\_ » грудня 2024 р

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

на тему: **Проект зрошуваної ділянки вирощування фундука на землях села Богданівка Олександрійського району Кіровоградської області**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу  
групи МГГТБ-1-23

Євтушенко П. Є. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Доценко В.І. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2024

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії  
другий (магістерський) рівень вищої освіти  
Спеціальність – 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні  
технології»  
Освітньо-професійна програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Зав. кафедрою водогосподарської інженерії  
доц. \_\_\_\_\_ (Андрій ТКАЧУК)  
«\_\_» грудня 2024 р

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти  
ЄВТУШЕНКО Петру Євгенійовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Тема роботи: **Проект зрошуваної ділянки вирощування фундука на землях села Богданівка Олександрійського району Кіровоградської області**

керівник роботи \_\_\_\_\_ Доценко Віктор Іванович, к. с.-г. н., доцент  
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по агроуніверситету від «17» жовтня 2024 р. № 3505

1. Термін здачі закінченої роботи : «18» грудня 2024 р.

2. Вихідні дані до роботи

Топографічні вишукування ділянки проектування.

Довідникові матеріали щодо природно-кліматичних умов району проектування. Матеріали ГІС-порталів та технологій для візуалізації об'єкту дослідження та обробки даних ДЗЗ (EOS, <https://eos.com/landviewer/>).

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

Вступ. 1. Природні умови району зрошення. 2. Характеристика сільськогосподарського виробництва. 3. Розрахунок режиму зрошення і техніка поливу сільськогосподарських культур. 4. Проектування і розрахунок зрошувальної мережі. 5. Охорона праці і безпека при надзвичайних ситуаціях. 6. Розрахунок економічної ефективності проекту ділянки зрошення. Висновки. Література. Додатки

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Презентація в середовищі Power Point: постановча частина дипломної роботи; природно-кліматичні умови, результати досліджень, креслення, висновки.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: «21» жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Природні умови району проектування	25.10.2024	
2	Господарська діяльність	27.10.2024	
3	Режим зрошення фондука	29.10.2024	
4	Проектування зрошувальної мережі	16.11.2024	
5	Організація будівництва	20.11.2024	
6	Охорона праці	24.11.2024	
7	Оцінка впливу зрошеної ділянки на навколишнє середовище	02.12.2024	
8	Економічна ефективність проекту	01.12.2024	
9	Вступ. Висновки. Креслення. Презентація в PowerPoint	12.12.2024	
10	Поточний контроль виконання ДП за планом	15.12.2024	
11	Передзахист ДП на кафедрі	18.12.2024	
12	Представлення ДП на рецензію		

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ / Доценко В.І. /

## ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Показник	Одиниця виміру	Кількість
Зрошувана площа: брутто	га	5,4
нетто		5,2
Коефіцієнт земельного використання		0,96
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі		0,98
Джерело зрошення – свердловина відмітка рівня води у джерелі	м	178
Сівозміна – фундуковий сад кількість зрошуваних блоків	шт.	9
Спосіб поливу – краплинний		
краплинна трубка	м	10 800
діаметр стрічки	мм	16
товщина стінки	мм	0,20
відстань між крапельницями	м	5
витрата однієї крапельниці	л/год	5
кількість крапельниць	тис. м	4320
Поливні вегетаційні норми	м <sup>3</sup> /га	32
Середньозважена зрошувальна норма нетто	м <sup>3</sup> /га	288
Розрахункова ордината гідромодуля	л/(с·га)	0,13
Загальне водоспоживання за зрошувальний сезон	тис. м <sup>3</sup>	1,56
Спосіб водозабору – механічний (свердловинний насос)		
витрата	л/с (м <sup>3</sup> /год.)	0,7 (2,52)
напір	м	16,5
потужність	Вт	166
Зрошувальна мережа ПЕ 63SDR 17,6-63x3,6 технічна 6,0 бар ДСТУ Б В.2.7- 151:2021.	м	4274
Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі:		
оглядові колодязі	шт.	2
вантузи	шт.	2
скидні споруди	шт.	2
підключення поливних трубок	шт.	183
Об'єм земляних робіт	тис. м <sup>3</sup>	42,2
Кошторисна вартість будівництва	млн. грн.	15,183
Собівартість 1 м <sup>3</sup> зрошувальної води	грн/м <sup>3</sup>	5,98
Строк окупності капітальних затрат	років	2,91

# Зміст

ВСТУП.....	7
<b>1. ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Місце знаходження та рельєф .....	9
1.2 Геологічні та гідрогеологічні умови .....	9
1.3 Кліматична характеристика району проектування .....	10
1.4. Характеристика ґрунтового покриву .....	14
1.5 Джерело зрошення та його характеристика.....	15
<b>2. ГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ .....</b>	<b>19</b>
2.1 Господарське значення фондука.....	19
2.2 Вибір саджанців .....	21
2.3 Критерії висадження фондука.....	23
2.4 Догляд за садом.....	27
2.5. Витрати на вирощування та догляд .....	31
<b>3. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ ФОНДУКА.....</b>	<b>33</b>
3.1 Особливості поливного режиму фондука .....	33
3.2 Техніка поливу.....	34
3.3 Вибір року заданою забезпеченості.....	37
3.5 Графік поливів .....	43
<b>4. ПРОЕКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ .....</b>	<b>48</b>
4.1 Розташування зрошуваної мережі у плані .....	48
4.2 Гідралічний розрахунок зрошуваної мережі .....	49
4.3 Деталювальна схема та споруди на зрошуваній системі.....	52
<b>5 ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ДІЛЯНКИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ .....</b>	<b>57</b>
5.1 Визначення об'ємів будівельних робіт.....	57
5.2 Технологія виробництва будівельних робіт .....	57
<b>6. ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>62</b>
6.1. Охорона праці .....	62
6.2. Охорона праці при виконанні будівельних робіт.....	62
6.3. Безпека при проведенні земляних робіт .....	64
6.4. Безпека при гідралічному випробовуванні зрошувальної мережі .....	66
6.5. Охорона праці під час вирощування фондука .....	67
<b>7. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАНОЇ ДІЛЯНКИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. ....</b>	<b>71</b>
7.1 Оцінка впливу фондука на клімат та мікроклімат .....	71
7.2 Оцінка впливу фондука на ґрунти.....	72
7.3 Оцінка впливу вирощування фондука на поверхневі та ґрунтові води.....	73
<b>8. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ .....</b>	<b>75</b>

<b>8.1 Розрахунок вартості валової продукції .....</b>	<b>75</b>
<b>8.2 Затрати на будівництво і експлуатацію зрошувальної системи .....</b>	<b>76</b>
<b>8.3 Прибуток і ефективність від зрошення .....</b>	<b>78</b>
<b>ВИСНОВОК .....</b>	<b>80</b>
<b>ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА .....</b>	<b>82</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>85</b>

## ВСТУП

Зрошення фундуку є ефективним методом інтенсивного використання земельних ресурсів. Будівництво зрошувальних систем вимагає значних затрат, які окупаються лише через тривалий час. Цієї проблеми позбавлені краплинні системи зрошення, що робить їх найбільш популярними в сучасних умовах. У цій випускній роботі спроектовано саме таку систему.

**Основна мета** роботи створення проекту системи краплинного зрошення фундукового саду у с. Богданівка Олександрійського району Кіровоградської області.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

- аналіз і оцінка природних умов для використання в сільськогосподарському та меліоративному виробництві;
- визначення сучасних господарських умов і обґрунтування потреби у зрошенні;
- вивчення особливостей вирощування фундука за умов краплинного зрошення;
- розрахунок параметрів зрошувального режиму та елементів технічного обладнання для краплинного поливу;
- проектування зрошувальної мережі з підбором трубопроводів, насосів і фільтрувального обладнання;
- організація та технологія виконання будівельних робіт зі створення зрошувальної системи;
- розрахунок кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт;
- опис експлуатаційних аспектів системи краплинного зрошення фундукового саду з урахуванням умов проекту;
- оцінка потенційного впливу проекту на навколишнє середовище;
- розробка заходів з охорони праці при виконанні будівельних і експлуатаційних робіт;
- аналіз економічної ефективності реалізації проекту.

Місцевість довкола поля має сільськогосподарський характер і знаходиться поблизу Іскровського водосховища на річці Інгулець.

Джерелом зрошення для даного проекту є свердловина. Проектна глибина свердловини 20 м, дебіт перевищує 60,48 м<sup>3</sup>/добу при потребі в зрошувальній витраті. З даної свердловини і надходить вода до запроєктованої ділянки краплинного зрошення.

**Об'єктом досліджень** є процес зрошення фундукового саду краплинним зрошенням у с.Богданівка Олександрійського району Кіровоградської області.

**Предметом досліджень** даного проекту є зрошувальна мережа для краплинного зрошення на ділянці фундукового саду. При виконанні проекту застосовані діючі нормативно-довідкова література, будівельні норми і правила,.



# 1. ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1 Місце знаходження та рельєф

Зрошувана ділянка знаходиться в Кіровоградській області поряд з селом Богданівка, Олександрійського району рис.1.1 .



Рисунок 1.1 – місце знаходження ділянки[1]

Місцевість довкола поля має сільськогосподарський характер знаходиться поблизу Іскровського водосховища на річці Інгулець. Вибрана ділянка має переважно рівнинний ландшафт з м'якими хвилястими лініями степового рельєфу, який характеризується ухилом із висотою від 105 м до 92 м, що створює перепад у 13 метрів. Такий нахил забезпечує добрий дренаж і є придатним для вирощування садів фундука.

## 1.2 Геологічні та гідрогеологічні умови

Ця область є частиною Східноєвропейської платформи, у геоструктурному плані вона знаходиться в центральній частині Українського кристалічного щита, зокрема в межах Кіровоградського та Білоцерківсько-Одеського тектонічних масивів.

Кристалічна основа складається з протерозойських метаморфічних порід, таких як граніти, гнейси та сланці. Ці гірські породи виходять на поверхню лише в річкових долинах і глибоких ярах. Осадовий чохол, товщина якого варіюється від кількох метрів до 150 метрів, залягає на денудаційній поверхні кристалічного фундаменту. На всій території переважають кайнозойські відклади, а на крайньому північному заході трапляються мезозойські породи [4].

Палеоген представлений шарами пісків, бурого вугілля, глин і мергелів. Неогенові утворення складаються з піщано-глинистих порід полтавської (на півночі і в центральній частині області) та балтської (на півдні та південному заході) формацій. Поширені також нижньоантропогенові червоно-бурі глини.

Антропогенові породи на плато представлені лесами, а в річкових долинах зустрічаються шари давнього й сучасного алювію [2].

### **1.3 Кліматична характеристика району проектування**

Клімат у цьому регіоні помірно континентальний. З південного заходу до північного сходу області проходить смуга підвищеного атмосферного тиску. У північних районах панують вологі повітряні маси, принесені західними вітрами з Атлантичного океану, тоді як на півдні переважають континентальні повітряні маси. Зима в регіоні помірно м'яка, з частими відлигами, а літо тепле й здебільшого сухе.

Середня річна температура повітря коливається в межах 7,7-8,4 °С [7]. Найхолоднішими роками стали 1985 і 1987, коли середня температура становила 5,6-6,4 °С, тоді як найтеплішими були 1967, 1975 і 1989 роки, із температурою 9,6-10,3 °С. Річна амплітуда температур досягає 70-75 °С.

Січень є найхолоднішим місяцем року, із середньою температурою 5-6 °С холоду. Найнижча температура була зафіксована у 1935 році, та становила 34-36 °С холоду. Варто зазначити, що лише влітку температура ніколи не опускалася нижче 0 °С.

Найтепліший місяць – липень, коли середня температура сягає 20-21 °С. 1929 Найвища температура була зафіксована у 1909 і 1929 роках та становила 37-40°C [5].

Середньорічна кількість опадів становить 499-582 мм, причому більша їх частина (приблизно 70%) випадає в теплий період року. На півночі річна норма опадів становить 420-470 мм, а на півдні – 400-430 мм. Найбільше опадів спостерігається в липні (57-85 мм), найменше – у березні (27-34 мм) [6].

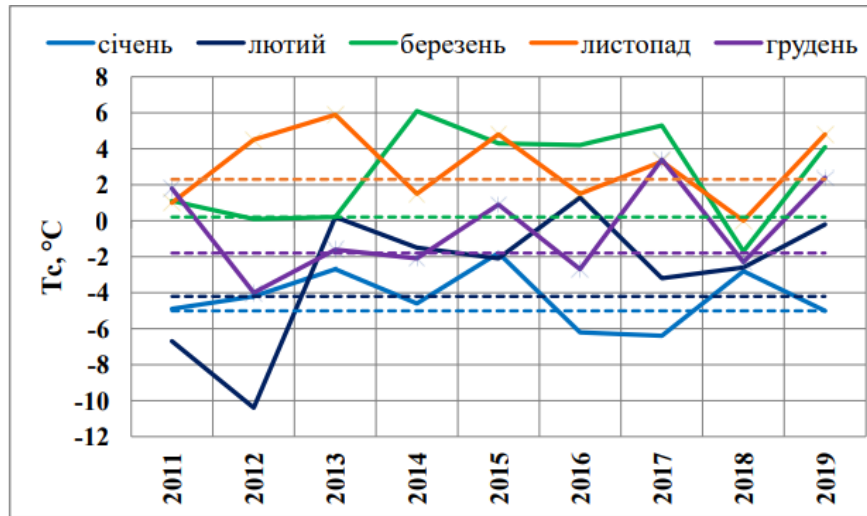


Рисунок 1.2 – Середньомісячна температура повітря по відношенню до кліматичної норми

Середня річна відносна вологість повітря знаходиться в межах 73-76%. Сніговий покрив зазвичай формується наприкінці листопада і сходить у середині березня. У відкритих місцевостях максимальна висота снігу може досягати 33-51 см, а ґрунт промерзає на глибину 98-144 см.

У регіоні переважають вітри північно-східного та північно-західного напрямків, однак у травні значно зростає частота східних вітрів. Взимку переважають північно-західні вітри, а влітку - південні. Найбільша швидкість вітру спостерігається в лютому, а найменша - влітку. У січні середня швидкість вітру становить 4,5 м/с, а в липні - 3,4 м/с [6].

Серед несприятливих кліматичних явищ можна відзначити посухи, суховії, пилові бурі, град та зливи.

Таблиця 1.1 – Середні показники температур с. Богданівка з 2019 по 2023 р. за метеостанцією Долинська

Рік	Температура, С <sup>0</sup>							
	03	04	05	06	07	08	09	10
2019	9,8	16,1	22	28,7	26,9	27,4	23	14,5
2020	12,5	15,6	26,5	27,1	25,6	29,3	26	18,8
2021	5,8	12,5	20,5	23,7	30,1	29,6	24,2	13,8
2022	6,8	13,1	20,2	27,2	28,2	29,5	20	17,7
2023	10,4	13,3	20,5	25,1	28,2	30,5	27	18
Середні показники	9,06	14,1	21,9	26,4	27,8	29,3	24	16,6

Аналіз температур впродовж вегетаційного періоду фундука показує, що температурний режим сприятливий для вирощування даної культури.

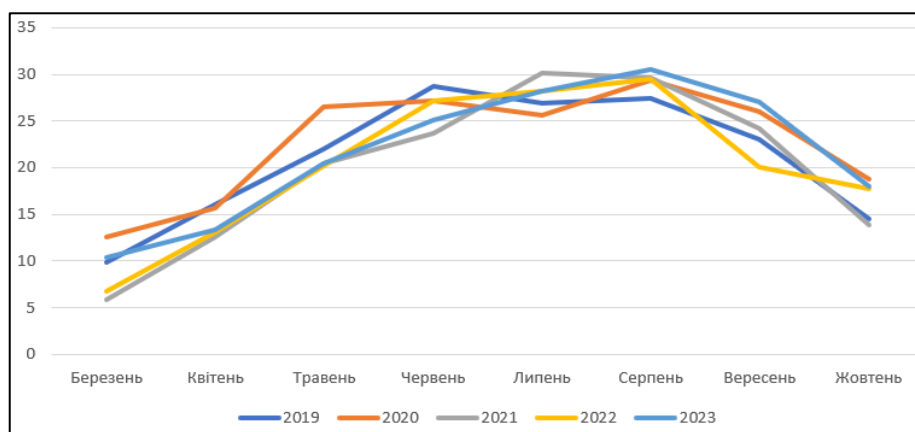


Рисунок 1.2 – Графік ходу температур с. Богданівка з 2019 по 2023 р. за метеостанцією Долинська.



Рисунок 1.3 – Середні показники температур с. Богданівка з 2019 по 2023 р. за метеостанцією Долинська.

Але для вирощування фундука необхідно враховувати, що він дуже любить воду, тому було проаналізовано кількість днів з дощем у вегетаційний період росту

рослини. На рисунку 1.4 показано, що в період найвищих температур (липень, серпень) в середньому за 5 останніх років спостерігалось лише 4 дні з дощем.

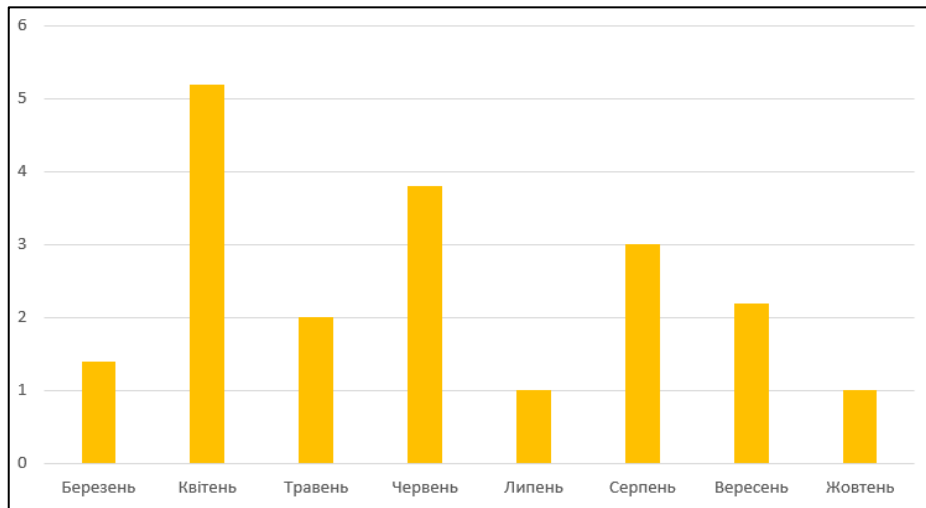


Рисунок 1.4 – Середній показник кількості днів з дощем за метеостанцією Долинська.

Таблиця 1.2 – Кількість днів з дощем с. Богданівка (2019-2023 роки) за метеостанцією Долинська.

Рік	Місяць							
	03	04	05	06	07	08	09	10
2019	2	5	4	5	2	1	1	2
2020	1	2	4	3	1	0	3	1
2021	2	3	0	6	1	0	3	0
2022	0	5	0	2	1	0	4	1
2023	2	11	2	3	0	2	0	1
Середній показник	1,4	5,2	2	3,8	1	3	2,2	1

Аналіз цих показників свідчить, що для збільшення врожайності необхідно організувати зрошення.

Для об'єктивності рішення щодо побудови зрошувальної системи проаналізовано напрямки вітрів в вегетаційний період за попередні 5 років. В червні і серпні, найбільш жаркі місяці, переважають північні, північно-східні і східні вітри, які приносять на територію сухі повітряні маси, які унеможливають опади на даній території, що підтверджується аналізом кількості днів з опадами. В червні переважають західні і північно-західні вітри, що збільшує ймовірність випадання опадів, але їх кількість недостатня.



Рисунок 1.5 – напрямки вітрів в вегетаційний період за попередні 5 років за метеостанцією Долинська

#### 1.4. Характеристика ґрунтового покриву

Ґрунти відзначаються високою родючістю. Вони характерні для перехідної зони між південним лісостепом і північним степом.

У північній частині області переважають потужні малогумусні чорноземи з вмістом гумусу 5,0% та середньогумусні чорноземи з вмістом гумусу трохи більше 5,5%. Значні площі займають різні типи реградурованих чорноземів, а також опідзолені чорноземи, темно-сірі та сірі опідзолені ґрунти.

У південно-східних районах найпоширенішими є звичайні чорноземи, середньо- та малогумусні. У південній частині області переважають звичайні малогумусні малопотужні чорноземи, а також присутні незначні поклади карпатських ґрунтів.

Наведено характеристику найпоширенішого типу ґрунту – чорнозему звичайного.

Не 0–41 см – гумусовий слабоелювіований горизонт; темно-сірий, іноді білястий від присипки  $\text{SiO}_2$ , до глибини 27 см орний, порохувато-грудкуватий, ущільнений, перехід поступовий.

Нрі 42–70 см – перехідний гумусовий слабоелювіований горизонт; темно-сірий з буруватим відтінком, горіхувато-грудкуватий, ущільнений, слабкий наліт присипки  $\text{SiO}_2$ , зрідка трапляються ходи землерийок, перехід поступовий;

Phi 71–96 см – перехідний слабо- гумусований та ілювійований горизонт; сіро-бурий, плямистий, горіхувато-призматичний, у місцях зламу грудок брудно-буре “лакування” колоїдами півтораоксидів, перехід помітний;

P(h)i 97–120 см – лес, малогумусний, сіро-бурий, вологий, крупнопилюватий, кротовини заповнені гумусовим матеріалом, перехід різкий;

Pk 121 см і глибше – бруднувато-палевий або палевий лес чи лесовидний суглинок з добре помітними карбонатами у вигляді плісняви та прожилок.

За механічним складом ґрунти північних районів — важкосуглинисті, південних — легкосуглинисті, а в Придніпров’ї — легко — та середньосуглинисті.

### **1.5 Джерело зрошення та його характеристика**

Джерелом зрошення для даного проєкту є свердловина. Проєктна глибина свердловини 20 м, дебіт перевищує 60,48 м<sup>3</sup>/добу потреби в зрошувальній витраті.

При оцінці якості зрошувальної води, згідно з ДСТУ 2730:2015, враховуються її вплив на ґрунт, урожайність та якість продукції. Вода класифікується за вмістом солей:

Придатна (0,2-1,0 г/л).

Обмежено придатна, з ризиком засолення (1,0-3,0 г/л).

Непридатна, окрім піщаних ґрунтів з дренаванням (M=3-5 г/л).

При мінералізації 0,537 г/л вода вважається придатною, але з ризиком вторинного засолення при тривалому використанні. Оцінка базується на хімічному складі води, співвідношенні іонів та рівні рН.

Особливу увагу приділяють токсичним іонам (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, бор, нітрати), які мають різний ступінь впливу. Для точного аналізу вміст іонів перераховують у міліграм-еквівалентах на літр, враховуючи їх молекулярну масу та заряд. [17].

Цей підхід дозволяє ефективно оцінювати якість води для зрошення та потенційні ризики засолення ґрунту.

Таблиця 1.3 – Перерахунок іонів у різні форми

Показник	Аніони				Катіони			Сума		
	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	Cl <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+1</sup>	аніонів	катіонів	іонів
мг/л	-	259	781	2208	440	399	511			4,40
Еквівалентна маса	30	61	35,5	48	20	12	23			
мекв/л	-	4,25	22,0	46,0	22,0	33,25	17,0	72,25	72,25	
%-екв	-	6	30	64	30	46	24	100	100	

Перевірка правильності хімічного аналізу води здійснюється шляхом порівняння суми аніонів і катіонів у міліграм-еквівалентах (мекв/л). Різниця між ними має бути мінімальною, а для коригування зазвичай використовують катіон натрію, визначений розрахунково.

Хімічний тип води встановлюють за вмістом основних іонів у відсотках від загальної суми. Іон вважається визначальним, якщо його частка перевищує 20%. Наприклад, якщо іон HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> переважає серед аніонів, а рН перевищує 8,5, вода є содовою. Якщо HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> перевищує 20%, але поступається кальцію, вода класифікується як гідрокарбонатна.

Ризик осолонцювання оцінюють через відношення лужних катіонів (натрію) до загальної суми катіонів. Якщо відношення магнію до кальцію перевищує 1, це свідчить про підвищений вплив магнію.

У нашому випадку вода є хлоридно-сульфатною магнієво-кальцієво-натрієвою. Ця характеристика враховується при оцінці впливу на ґрунт і рослини.

Відношення лужних катіонів натрію до загальної суми катіонів становить 24%, що свідчить про помірний ризик осолонцювання.

Співвідношення концентрації магнію до кальцію дорівнює 1,5, що вказує на домінування магнію.

Концентрація аніонів хлору складає 22,00 мекв/л, що є важливим показником для оцінки токсичності води.

Вміст токсичних солей у воді оцінюється через еквівалент хлору, що враховує вміст іонів Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> та HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, що дозволяє визначити її придатність для зрошення.



Таблиця 1.4 – Схема зв'язування іонів у гіпотетичні молекули токсичних і нейтральних солей

Іони	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-1</sup>	Сума
Ca <sup>+2</sup>	-	2 1,75	5 20,25	8 -	20,00
Mg <sup>+2</sup>	-	3 2,5	6 25,75	9 5	33,25
Na <sup>+</sup> +K <sup>+1</sup>	1 -	4 -	7 -	10 17	17,00
Сума	-	4,25	46,00	22,00	72,25

У зрошувальних водах токсична сіль Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, утворена з аніонів CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> та катіонів Na<sup>+</sup>, є найбільш небезпечною. Частина HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> зв'язується з кальцієм, утворюючи Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, але кількість обмежена його розчинністю. Решта HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> взаємодіє з магнієм та натрієм. Аніони SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> утворюють нейтральну сіль CaSO<sub>4</sub> з кальцієм, а також токсичні сполуки з магнієм, натрієм і калієм. Залишок катіонів формує токсичні солі з хлором у визначеній послідовності. Для визначення загальної токсичності іонів їх концентрацію переводять у значення, еквівалентні концентрації хлору (мекв/л).

$$eCl^{-1(\text{токс})} = Cl^{-1} + 0,2SO_4^{-2(\text{токс})} + 0,4HCO_3^{-1} + 10CO_3^{-2(\text{токс})}$$

де  $eCl^{-1(\text{токс})}$  – сума токсичних солей в еквівалентах хлору, мекв/л;

$Cl^{-1}$  – сума хлоридів, мекв/л;

$SO_4^{-2(\text{токс})}$  – сума токсичних сульфатів, мекв/л;

$HCO_3^{-1(\text{токс})}$  – сума токсичних гідрокарбонатів, мекв/л;

$CO_3^{-2(\text{токс})}$  – сума токсичних карбонатів, мекв/л.» [20]

$$eCl^{-1(\text{токс.})} = 22 + 0,2 \cdot 25,75 + 0,4 \cdot 0 + 10 \cdot 0 = 27,15 \text{ мекв/л.}$$

Якість зрошувальної води оцінюється за показниками лужності, токсичності іонів, рівня рН та впливу на засолення ґрунту. Гідрокарбонатна лужність (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) вважається придатною для зрошення при концентрації до 3,5 мекв/л. Значення 3,5–

8,5 мекв/л вказує на обмежену придатність, тоді як перевищення 8,5 мекв/л робить воду непридатною.

Рівень рН характеризує середовище як нейтральне, кислотне чи лужне. У нашому випадку, при рН = 8,2,  $\text{HCO}_3^- = 2,5$  мекв/л і відсутності  $\text{CO}_3^{2-}$ , вода відноситься до II класу як обмежено придатна. Токсичність іонів оцінюється через еквіваленти хлору ( $\text{eCl}^-$ ), які для цієї води становлять 27,15 мекв/л, що також відповідає II класу.

З огляду на співвідношення магнію до кальцію ( $\text{Mg/Ca} = 1,5$ ), необхідна поправка для врахування ризику осолонцювання. Результат поправки (29%) дозволяє віднести воду до I класу за небезпечністю осолонцювання.

Таким чином, за більшістю параметрів вода відноситься до II класу, є обмежено придатною для зрошення та потребує додаткових заходів для мінімізації впливу на ґрунт.

## 2. ГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ

### 2.1 Господарське значення фундука

Лише кілька країн у світі зробили вирощування фундука прибутковим бізнесом. Найбільшими виробниками є Туреччина, США, Італія, Азербайджан та Грузія представлені на рис. 2.1.

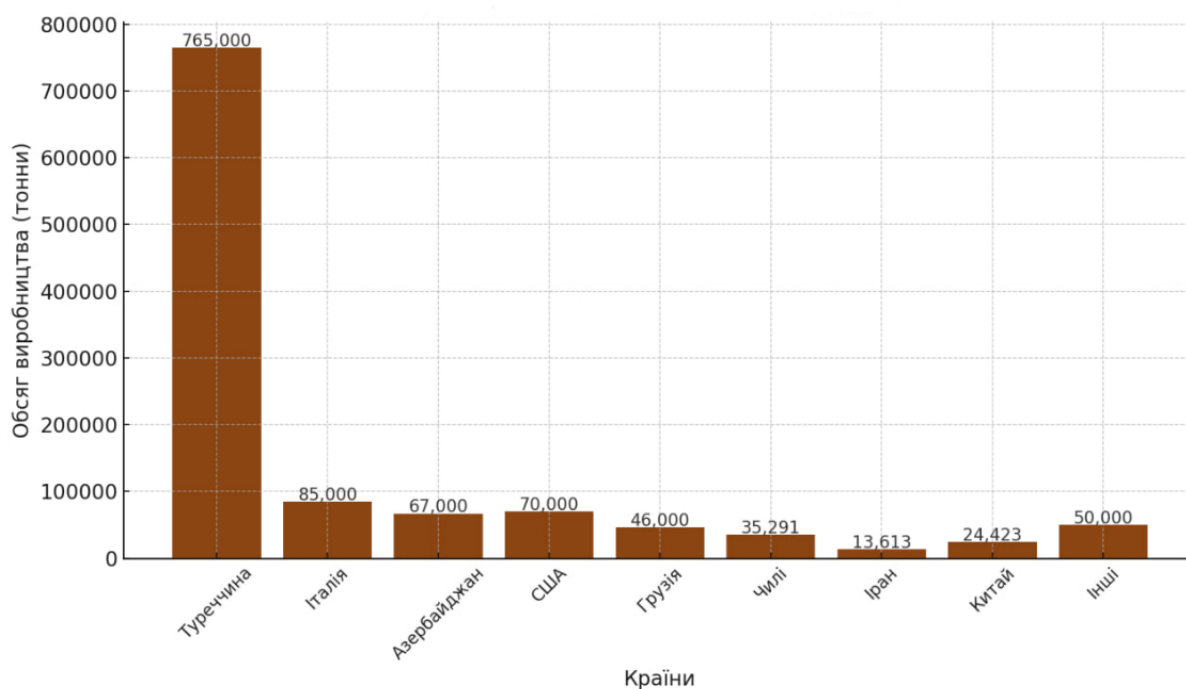


Рисунок 2.1 – виробництво фундука у світі

В Україні вирощування фундука також стрімко розвивається. Сприятливий клімат і родючість ґрунтів дозволяють закладати інтенсивні сади фундука майже по всій території України, відкриваючи перед фермерами нові аспекти для розвитку. Завдяки своєму економічному потенціалу фундук має важливе господарське значення, харчовій цінності та можливості використання в різних галузях. Основними аспектами господарського значення фундука та його реалізація в Україні:

#### 1. Харчова промисловість

Фундук є цінним продуктом харчування, оскільки містить велику кількість жирів, білків, вітамінів і мікроелементів. Він використовується в кондитерській

промисловості для виробництва: шоколаду та шоколадних виробів; торти, печива та іншої випічки; горіхових паст і кремів.

## **2. Експортний потенціал**

Фундук є продуктом із високим експортним потенціалом. Країни Європейського Союзу, зокрема Франція та Німеччина, мають великий попит на цей горіх. Українські фермери, які вирощують фундук, можуть отримувати прибутки за рахунок продажу продукції на міжнародних ринках, де ціна на фундук часто висока. Розширення площ насаджень може збільшити частку України на світовому ринку.

## **3. Виробництво олії**

З фундука виробляється горіхова олія, яка використовується як у харчовій промисловості, так і в косметиці. Фундукова олія містить багато корисних жирних кислот, що робить її цінною для виготовлення натуральної косметики та догляду за шкірою.

## **4. Агропромисловий сектор**

Фундук може стати перспективною культурою для аграрного сектору в Україні через такі переваги:

- Адаптація до клімату: Фундук добре адаптований до кліматичних умов України, особливо на заході та в центрі країни.
- Високий врожай: З одного гектара можна отримати від 1 до 3 тон фундука, залежно від сорту та умов вирощування.
- Тривалий період плодоношення: Фундук починає плодоносити через 3–4 роки після посадки і може давати врожай протягом десятиліть.

## **5. Екологічне значення**

Фундукові сади також виконують екологічну функцію, зокрема запобігають ерозії ґрунтів, що є важливим аспектом для збереження агроєкосистем. Вони також сприяють збереженню біорізноманіття, оскільки можуть стати середовищем існування для деяких видів тварин і рослин.

## **6. Державна підтримка та розвиток фермерства**

В Україні існують державні програми, спрямовані на підтримку садівництва, включно з вирощуванням фундука. Це включає часткове фінансування посадкових

матеріалів, інвестиції в розвиток переробних підприємств і створення експортних можливостей для фермерів.

Фундук активно вирощують у західних та центральних областях України. Виробники все більше орієнтуються на експортоорієнтоване виробництво, оскільки попит на якісні горіхи на зовнішніх ринках постійно зростає. Окрім того, українські фермери почали об'єднуватися в кооперативи, що допомагає їм отримати доступ до більш вигідних ринків збуту і зменшити витрати на виробництво.

Таким чином, господарське значення фундука для України продовжує зростати, і ця культура має всі передумови стати важливою частиною аграрного сектора країни.

## 2.2 Вибір саджанців

Одним з найбільш перспективних сортів, який вирішили використати в проєкті, є фундук сорту Трапезунд представлений на рис. 2.1. Рішення обрати цей вид було прийняте на основі ряду вагомих критеріїв, таких як його висока врожайність, відмінні товарні якості плодів, стійкість до хвороб, здатність рости там, де інші культури ростуть важко та адаптивність до кліматичних умов України.



Рисонук 2.2 – Фундук сорту Трапезунд

«Тривалість життя відноситься до рекордних довгожителів, може рости більше 100 років, форма до 4–5 м заввишки і до 3,5 м в діаметрі» [12]. «Листя темно-зелені

яйцевидної форми з загостреними кінцями і зазубреними краями. Осіннє забарвлення листя – жовто-оранжеве. Цвіте білими або жовтими квітками середнього розміру. По закінченню квіткування формує плодозав'язь, темно-коричневі плоди які збираються в супліддя близько чотирьох-шести горіхів, дозрівають в серпні з 7-го до 20-го. Також у цього сорту прекрасні смакові якості, має високу жирність до 72 %» [15].

Критерії вибору саджанців Трапезунд:

«Трапезунд — це один з найпродуктивніших сортів фундука. Він відомий своїм високим врожаєм, що робить його вигідним для комерційного вирощування. В умовах правильного догляду цей сорт дає стабільно великі обсяги до 5–7 кг якісних горіхів з одного куща» [13].

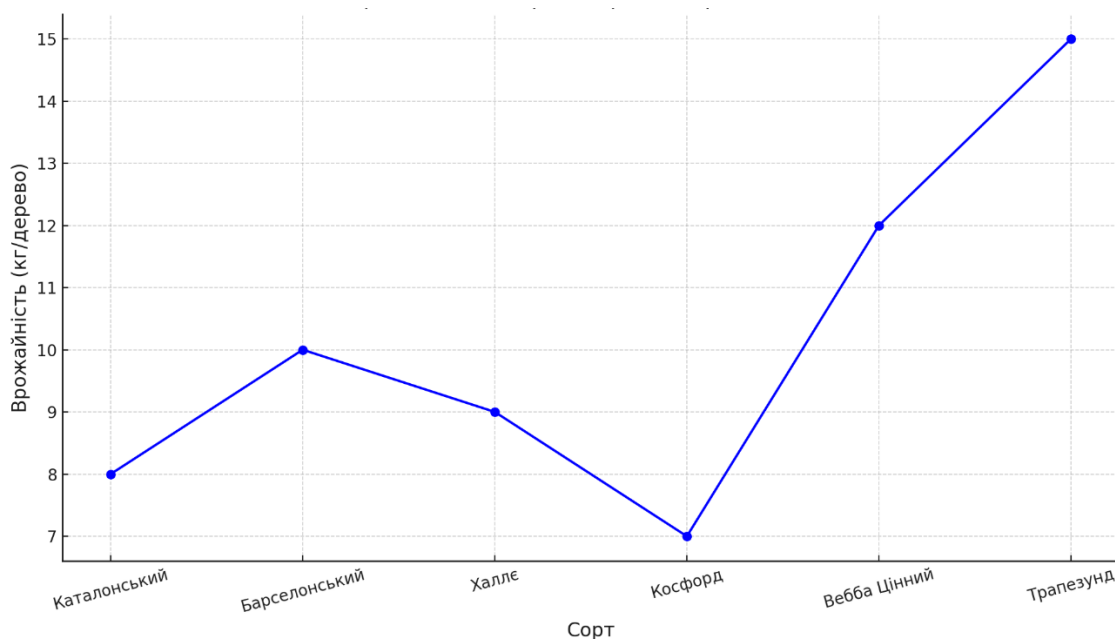


Рисунок 2.3 – Середня врожайність сортів горіхів в Україні

Цей сорт має великі та смачні горіхи з тонкою шкаралупою, що користуються попитом на ринку. Великі плоди також полегшують їх переробку та підвищують товарну вартість.

«Фундук може зберігатися до двох років, зберігаючи свій смак і поживні властивості, при цьому не потребує спеціального обладнання» [13].

Трапезунд характеризується значною стійкістю до основних хвороб і шкідників, що робить його менш залежним від хімічних засобів захисту рослин. Це знижує витрати на догляд та сприяє більш екологічному вирощуванню.

У його складі містяться всі 20 амінокислот, необхідних для нормального функціонування організму. Горіхи багаті на вітаміни, зокрема вітамін Е, що сприяє збереженню молодості, а також на макро- й мікроелементи. Корисні властивості мають не лише горіхи, але й листя, шкаралупа та кора фундука [13].

Цей сорт добре адаптований до кліматичних умов України, особливо до західних і центральних регіонів, що дозволяє йому добре плодоносити в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

«Фундук вирощують за допомогою простої агротехніки, а його саджанці мають доступну ціну. В Італії цю культуру називають рослиною для «лінивого» саду. Найбільше плантацій фундука в Європі розташовано саме в Італії» [13].

Трапезунд починає плодоносити вже на 3–4 рік після посадки, що дає можливість швидко отримати перший врожай і повернути інвестиції.

Всі ці фактори роблять сорт Трапезунд відмінним вибором для проєкту зрошуваної ділянки забезпечуючи рентабельність та високу якість продукції.

### **2.3 Критерії висадження фундука**

Вибір відповідного місця і дотримання відстані під час посадки саджанців також важливо.

«Стабільні врожаї горіхів фундука марно очікувати на сухих піщаних чи надто щільних перезволожених ґрунтах. Кращими попередниками для фундукового саду вважаються горох, ріпак, ячмінь, пшениця, а на забур'яненних ділянках — чорний пар. Небажаними попередниками є кукурудза, соя та соняшник» [16]. Натомість у проєкті культурою-попередником був ячмінь, що на практиці дає великий приріст. Це пояснюється тим, що пшениця є однорічною культурою з невеликою кореневою системою, яка не сильно виснажує ґрунт, а після її збирання залишаються поживні речовини, які сприяють росту фундука. Рослинні рештки ячміню розкладаються, покращуючи структуру ґрунту, його водопроникність і аерацію, а також підвищуючи вміст органічної речовини. Крім того, ячмінь і фундук не мають спільних шкідників і

хвороб, що знижує ризик ураження майбутнього саду. Він також ефективно пригнічує ріст бур'янів, полегшуючи підготовку ділянки для закладки саду.

«На практиці досить часто фундук висаджують на місці викорчуваного саду чи лісової ділянки. У таких випадках без чорного пару не обійтись, оскільки він дозволяє очистити площу від бур'янів і підготувати ґрунт для наступного етапу. Стосовно орієнтації схилу в проєкті керуємося порадами Ф.А. Павленка, який рекомендує висаджувати фундук на західних, північно-західних, північно-східних і східних схилах, уникаючи південних і сухих схилів, на яких фундук починає квітування занадто рано, а після глибоких відлиг — навіть у січні–лютому, внаслідок чого пошкоджується морозами» [16].

За умови закладання фундукового саду для одержання товарного врожаю високоякісних горіхів і забезпечення бажаної рентабельності фундуко-культури, було вибрано поле, яке розташовано на північно-західному схилі та має рівнинний рельєф з малими коливаннями не крутіше  $10^\circ$ , на яких вегетація розпочинається пізніше, а перепад денних і нічних температур не такі різкі.

Найбільш придатними для вирощування фундука є добре дреновані родючі ґрунти, зокрема чорноземи звичайного і реградованого типу, сірі лісові суглинкові, темно-каштанові ґрунти та південні чорноземи. Натомість заболочені, засолені, сухі піщані та еродовані ґрунти вважаються невідповідними для створення садів. Стосовно проєкту ґрунти чорноземи звичайні середньозмиті легкосуглинкові, які відповідають критеріям висадки саду. Саджанцям недостатньо вологих ґрунтів, тому при виборі надаємо перевагу ділянці яка наближена до водойму.

Саджанці фундука віддають перевагу сонячним місцям з хорошою повітряною циркуляцією і захистом від сильних вітрів [10]. Тому при виборі поля надавалась висока увага створенню сприятливого мікроклімату та наявності полезахисних лісосмуг і залишанню найнижчих рівнів, що сприятимуть витоку холодного повітря та зберігатимуть баланс між доступом до сонця і захистом від небажаних кліматичних явищ, а саме зменшенню швидкості вітру, запобігання ерозії ґрунту.

Важливо пам'ятати, що сад буде зростати і розвиватися протягом багатьох років, тому залишаємо достатню відстань між рослинами для їхнього нормального



розвитку. На родючих ділянках доцільно застосовувати схему з ширшими проміжками, тому в проєкті передбачено відстань 5 метра між рослинами та 6 метрів між рядами які представлені на рис. 2.4. Крім того, потрібно враховувати використання техніки та обладнання для догляду за садом і збору врожаю.

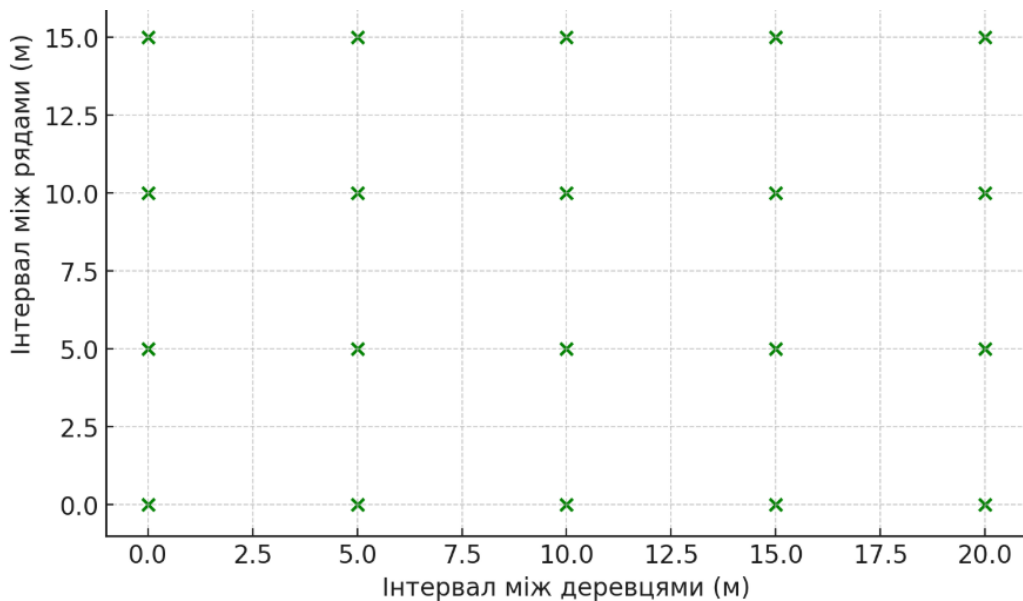


Рисунок 2.4 – схема посадки фундука Трапезунд

Така розмітка дозволяє деревам отримувати достатньо простору для росту, а також оптимізує використання площі для посадки та догляду за садом.

«В цьому проєкті, потрібно провести влітку глибоку плантажну оранку на глибину 40–60 см, що є необхідним агрозахідом для підготовки площі під садіння фундука. Така оранка забезпечить оптимальні умови для розвитку кореневої системи фундука, покращить водо- і повітропроникність ґрунту, а також сприятиме ефективному використанню поживних речовин. Після оранки буде виконано боронування для створення рівного й ущільненого ґрунту, готового до закладки саду» [16].

Садіння буде здійснюватися восени у жовтні, оскільки клімат дозволяє, температура повітря вже не така висока, але ще не морозно 10-15°C. У такому разі дерево встигне вкоренитися до приходу морозів і матиме достатньо часу для накопичення вологи, що дозволить йому активніше розпочати ріст навесні. Ямку готуємо заздалегідь глибиною близько 40 см, за півтора місяця до висадки.

Після розмітки саду саджанці потрібно підготувати. Саджанці фундука тримаємо у воді або вологому ґрунті протягом 6-12 годин. Це дасть їм час на всмоктування вологи і покращить їхню адаптацію до нового середовища після висаджування.

«Перед висадкою виконують ревізію кореневої системи саджанців. Саджанці з підмороженим та підпрілим корінням вибраковують» [16]. Обрізувати слід лише пошкоджені корінці, для зменшення площі гоєння.

Під час садіння для заповнення дна посадкової ями родючий ґрунт змішуємо із двома склянками золи і двома відрами перегною. Поверх цієї суміші насипаємо шар ґрунту, щоб уникнути контакту добрив із корінням, що може спричинити опіки. Потім ґрунт ущільнюємо і формуємо невеликий горбок.

«Саджанець встановлюємо на підготовлений горбок у центрі ями, обережно розправляючи коріння. Перед посадкою коріння занурюємо в суміш глини й гною для додаткового захисту» [14].



Рисунок 2.5 – висадження саджанця [14]

Після цього коріння засипаємо родючою землею та рясно поливаємо, щоб заповнити порожнини між корінням.



Рисунок 2.6. – засипаємо коріння [14]

Потім яму досипаємо землею до рівня ґрунту та злегка ущільнюємо. Важливо, щоб коренева шийка саджанця залишалася на 5 см вище поверхні ґрунту.



Рисунок 2.8 – ущільнення ґрунту [14]

Далі встановлюємо опорний кілочок і прив'язуємо до нього молоде деревце, щоб забезпечити його стійкість. Після завершення посадки саджанець рясно поливаємо, використовуючи не менше п'яти відер води.

Перед посадкою видаляємо усі бічні кореневі відгалуження, залишаючи лише головний корінь. Це сприяє формуванню куща у вигляді одного стовбура[14].

## 2.4 Догляд за садом

Сорт Трапезунд потребує дотримання технологій агротехнічного догляду, які забезпечують збалансоване живлення, достатнє зволоження та захист від хвороб і

шкідників. Головними вимогами слугують такі аспекти: мульчування, підживлення, обрізка, захист від шкідників і хвороб та полив який детальніше розглядається у третьому розділі.

Мульчування виконуємо соломою та забезпечуємо оптимальні умови для росту та розвитку рослин. За допомогою цього знижаємо витрати на догляд та покращує структуру ґрунту. Солома є одним із найпоширеніших і доступних матеріалів для мульчування.



Рисунок 2.9 – Мульчування саду [15]

Перед мульчуванням ґрунт очищаємо від бур'янів, розпушуємо і вирівнюємо. Використовуємо суху, чисту соломку злакових культур (пшениці, ячменю, вівса тощо), головне не використовувати соломку уражену грибковими захворюваннями або з насінням бур'янів. Шар соломи укладаємо навколо кожного куща фундука. Шар рівномірний і має товщину 8–10 см. Відстань від мульчі до стовбура рослини не менше 10 см, щоб уникнути загнивання стовбура і кореневої шийки. Періодично перевіряємо, щоб шар мульчі залишався однорідним і не надто ущільнювався. Раз на кілька місяців додаємо свіжий шар соломи, оскільки вона поступово розкладається. Наприкінці сезону залишки мульчі закладаємо в ґрунт як органічне добриво.

Завдяки мульчі зменшується потреба у частому поливі. Солома поступово розкладається, збагачуючи ґрунт органічними речовинами. Вона сприяє активізації мікроорганізмів, які покращують родючість ґрунту. Улітку мульча захищає ґрунт від перегрівання, а взимку — від сильного промерзання. Це дозволяє створити більш стабільний температурний режим для кореневої системи. Солома утворює щільний

шар, який перешкоджає проростанню бур'янів. Завдяки мульчуванню зменшуються витрати на прополювання. Шар соломи захищає ґрунт від розмивання дощами та вітрової ерозії.

Фундук добре реагує на внесення як органічних, так і мінеральних добрив. Весна: Азотні добрива для стимуляції росту пагонів (20–30 г аміачної селітри на 1 м<sup>2</sup> пристовбурного кола). Літо: Комплексні добрива з вмістом фосфору та калію (50–70 г на 1 м<sup>2</sup>). Осінь: Органічні добрива (10–15 кг перегною або компосту на одне дерево раз на 2–3 роки).

Правильне внесення добрив сприяє формуванню здорової кореневої системи, підвищенню стійкості до стресових умов і забезпечує високий врожай.

Після того, як фундук досягне зрілого віку і почне приносити врожай, важливо правильно доглядати за ним, щоб зберегти здоров'я рослини та підвищити врожайність. Одним із ключових аспектів догляду є обрізка, яка допомагає не тільки підтримувати дерево у здоровому стані, але й формувати крону для максимального плодоношення [10].

Обрізку проводимо в період спокою рослини — наприкінці зими або на початку весни, перед початком активного росту. Такий підхід дозволяє мінімізувати стрес для рослини та знижує ризик зараження хворобами.

Під час обрізки видаляємо хворі, пошкоджені або ті гілки, які переплітаються між собою. Це покращує циркуляцію повітря та проникнення світла в крону, що сприяє кращому росту і підвищенню врожайності. Для роботи використовуємо тільки чисті та добре заточені інструменти, щоб уникнути пошкодження рослини чи розповсюдження інфекцій.

Важливо зберігати природну форму крони, дозволяючи основному стовбуру або кільком головним стовбурам розвиватися вільно. Обрізка спрямована на те, щоб зберегти структуру дерева, видаляючи лише ті гілки, які перешкоджають нормальному розвитку або виглядають ослабленими. Фундук будемо формувати як дерево з одним основним стовбуром [10].

Після обрізки обов'язково обробляємо зрізи садовим варом або спеціальною садовою мастикою, щоб захистити дерево від інфекцій та допомогти загоїти рани. Не

обрізаємо багато гілок одночасно, щоб уникнути перевантаження рослини. Формуємо крону поступово, стежемо за її станом і забезпечуємо належний догляд.

Основні хвороби такі, як «Борошниста роса» та «Клястероспоріоз». В першому випадку обприскування фунгіцидами (наприклад, Топаз або Скор) у другому використанні бордоської рідини (1% розчин) двічі на сезон.

Одним із найнебезпечніших шкідників є фундукова горіхова плодожерка, личинки якої знищують ядро горіхів. Для боротьби з нею необхідно збирати та знищувати опалі горіхи, а також обробляти дерева інсектицидами в період відкладання яєць [16]. Іншим поширеним шкідником є фундуковий довгоносик, що пошкоджує листя та зав'язі. Для його знищення рекомендується осіннє перекопування ґрунту, ручний збір жуків навесні та застосування інсектицидів, таких як «Фуфанон» або «Іскра-М».

Щитівки, які висмоктують сік із гілок і листя, викликають засихання рослини. Для боротьби з ними слід очищати гілки, обприскувати рослини мильним розчином або спеціальними препаратами, а також проводити осіннє обприскування бордоською рідиною. Ще один шкідник — попелиця, яка живиться соками листя, спричиняючи його скручування та жовтіння. Боротися з нею можна за допомогою біопрепаратів, таких як «Фітоверм», або залучення природних ворогів, наприклад сонечок.

Фундуковий кліщ вражає бруньки, що призводить до їхньої деформації. Для контролю цього шкідника потрібно зрізати та знищувати уражені бруньки, а також обприскувати рослини спеціальними акарицидами. Галова попелиця утворює на листі нарости, які порушують фотосинтез. Для боротьби з нею необхідно обробляти дерева у фазу розвитку личинок препаратами, такими як «Актофіт» [16].

Профілактичні заходи відіграють ключову роль у запобіганні поширенню шкідників. Регулярне прибирання опалого листя та плодів, перекопування ґрунту восени, обприскування ранньою весною бордоською рідиною або мідьвмісними препаратами допомагають зменшити ризик зараження.

## 2.5. Витрати на вирощування та догляд

Фундук (ліщина) є цінною горіховою культурою, яка підходить для вирощування як у промислових масштабах, так і в домашніх умовах. Щоб виростити фундук і забезпечити йому правильний погляд, необхідно врахувати кілька ключових моментів.

Таблиця 2.1 – Розрахунок витрат на 5-річний цикл вирощування фундукового саду (на 1 га)

№ п/п	Види основних витрат	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік	5 рік
1	Проектування плантації з поливом	3000 грн	-	-	-	-
2	Прямі витрати на краплинний полив	38670 грн	38670 грн	38670 грн	38670 грн	38670 грн
3	Купівля саджанців в контейнерах (близько 1000 шт.)	120000 грн	-	-	-	-
4	Відновлення саджанців фундука (10%)	-	12000 грн	12000 грн	12000 грн	12000 грн
5	Висадка саджанців	35000 грн	3500 грн	3500 грн	3500 грн	3500 грн
6	Догляд за грядками	6300 грн	6300 грн	6300 грн	6300 грн	6300 грн
7	Купівля і внесення добрив	14000 грн	14000 грн	14000 грн	14000 грн	14000 грн
8	Внесення гербіцидів (2 рази на рік)	-	4900 грн	4900 грн	4900 грн	4900 грн
9	Внесення фунгіцидів (4 рази на рік)	19600 грн	19600 грн	19600 грн	19600 грн	19600 грн
10	Купівля і внесення засобів захисту	10500 грн	10500 грн	10500 грн	10500 грн	10500 грн
11	Вартість обгороджування	64000 грн	64000 грн	64000 грн	64000 грн	64000 грн
12	Дискування (двічі)	-	2100 грн	2100 грн	2100 грн	2100 грн
13	Збір урожаю	-	-	-	-	63000 грн

Таблиця 2.2 – Розрахунок витрат на 5-річний цикл вирощування фундукового саду (на поле площею 5,4 га)

№ п/п	Види основних витрат	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік	5 рік
1	Проектування плантації з поливом	16 200 грн	-	-	-	-
2	Прямі витрати на краплинний полив	208 818 грн	208 818 грн	208 818 грн	208 818 грн	208 818 грн
3	Купівля саджанців в контейнерах (близько 1000 шт.)	648 000 грн	-	-	-	-
4	Відновлення саджанців фундука (10%)	-	64800 грн	64800 грн	64800 грн	64800 грн
5	Висадка саджанців	189000 грн	18900 грн	18900 грн	18900 грн	18900 грн
6	Догляд за грядками	34020 грн	34020 грн	34020 грн	34020 грн	34020 грн
7	Купівля і внесення добрив	75600 грн	75600 грн	75600 грн	75600 грн	75600 грн
8	Внесення гербіцидів (2 рази на рік)	-	26460 грн	26460 грн	26460 грн	26460 грн
9	Внесення фунгіцидів (4 рази на рік)	105840 грн	105840 грн	105840 грн	105840 грн	105840 грн
10	Купівля і внесення засобів захисту	56700 грн	56700 грн	56700 грн	56700 грн	56700 грн
11	Вартість обгороджування	345600 грн	345600 грн	345600 грн	345600 грн	345600 грн
12	Дискування (двічі)	-	11340 грн	11340 грн	11340 грн	11340 грн
13	Збір урожаю	-	-	-	-	340200 грн



## 3. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ ФУНДУКА

### 3.1 Особливості поливного режиму фундука

Режим зрошення визначає оптимальний час і обсяг подачі води. Проектний режим зрошення створюється на етапі проектування зрошувальної системи, враховуючи водоспоживання та технічні параметри мережі. Для розрахунків використовується програмний комплекс WATER, розроблений на кафедрі сільськогосподарських гідротехнічних умов [18].

Фундук є посухостійкою, але водночас вологолюбною рослиною, яка потребує достатньої кількості води для досягнення високих врожаїв. Важливою особливістю є коренева система цього виду: вона середньо-глибока, досягає глибини до 1,5 м, що дозволяє рослині використовувати вологу як із верхніх, так і з глибших шарів ґрунту. Однак навіть з такою кореневою системою фундук є чутливим до дефіциту вологи, особливо в критичні періоди розвитку, такі як цвітіння, зав'язування та налив плодів.

Найбільша потреба у воді спостерігається в періоди активного росту (травень-червень) та формування врожаю (липень-серпень). Якщо рослина не отримує достатньо води на цих етапах, це може негативно вплинути на кількість та якість врожаю.

Клімат в районі села Богданівка характеризується помірним континентальним кліматом з нестабільним режимом зволоження, що є важливим фактором для планування зрошення. Середньорічна кількість опадів становить 400–500 мм, при цьому лише 200–300 мм припадає на вегетаційний період, коли рослини мають найбільшу потребу в воді. У літній період (липень-серпень) часто спостерігаються посухи, що значно обмежує природне зволоження ґрунту. Середня температура в цей час коливається в межах 18–25°C, що створює сприятливі умови для активного випаровування вологи з ґрунту. Тому, навіть з огляду на наявність опадів, природного зволоження в ці місяці недостатньо для підтримки оптимальних умов для розвитку фундука.

Ґрунти на ділянці проектування представлені середні суглинки, які мають водоутримувальну здатність і добру водопроникність. Глибина гумусового шару цих ґрунтів становить 60–80 см, що забезпечує рослини достатньою кількістю води в періоди між зрошеннями. Однак в умовах недостатніх опадів протягом вегетаційного періоду, без додаткового зрошення рослини не зможуть повністю задовольнити свої водні потреби. Тому на цих землях без зрошення врожайність фундука може бути значно нижчою, ніж у зрошуваних садах.

Визначення критичних періодів потреби у воді є важливим етапом для належного планування режиму зрошення. Основними етапами, коли фундук має максимальну потребу у воді, є період цвітіння та зав'язування плодів (травень-червень) і фаза наливу плодів (липень-серпень). В ці часи нестача води може призвести до значного зниження врожайності. Зважаючи на ці факти, необхідно точно розрахувати потребу рослини у воді та забезпечити її на всіх етапах розвитку.

На основі досліджень водних потреб фундука в таких умовах, можна зробити висновок, що для забезпечення стабільного врожаю необхідно проводити до 4 поливів на сезон [21].

### **3.2 Техніка поливу**

Для зрошення саду фундука обрано краплинний метод поливу. Цей метод є найбільш ефективним для культур, які потребують рівномірного і точного забезпечення вологою. Краплинне зрошення дозволяє не лише зменшити втрати води на випаровування і поверхневий стік, але й створити оптимальні умови для розвитку кореневої системи фундука.

Особливістю краплинного зрошення є те, що вода подається лише до вибраних зон поблизу рослин, а не рівномірно на всю площу ділянки. Проміжки між рядами та самими рослинами залишаються без зрошення. Це поняття описується як частка площі живлення рослин, що визначається співвідношенням площі зрошуваних ділянок до загальної площі, яку охоплює система краплинного поливу [18].

На основі польових досліджень були визначені основні закономірності розподілу вологи у ґрунті при краплинному поливі. Зокрема, встановлено, що за однакової витрати води через крапельниці зона зволоження у важких ґрунтах приблизно вдвічі більша, ніж у легких ґрунтах [20].

Кожен саджанець забезпечується двома крапельницями, розташованими по обидва боки від рослини. Витрата кожної крапельниці становить 5 літрів води на годину, що дозволяє рівномірно зволожувати ґрунт у зоні активного кореневого живлення. Загалом, на одному гектарі встановлено 800 крапельниць, що забезпечують ефективне покриття всієї площі.

На основі досліджень було отримано дані про розподіл вологи у зволоженій зоні через добу після поливу для середньо суглинкового ґрунту. Згідно з цими даними, вологість розподіляється нерівномірно: у центрі зони зволоження вона близька до найменшої вологості, тоді як на її периферії досягає рівня вологості, за якого рослини починають в'янути.

Глибина проникнення води залежить від вихідного рівня вологості у ґрунті під крапельницею, а також від обсягу води, що подається, і тривалості поливу [21]. Глибина зволоження ґрунту досягає 1,5 метра, що дозволяє воді проникати до основної зони коренів фундука. Діаметр зволоженої зони кожної крапельниці становить 1,21 метра, а площа зволоження однією крапельницею — 1,16 м<sup>2</sup>. Такий підхід забезпечує рівномірний розподіл вологи і сприяє збереженню водного балансу рослин.

Частка площі, яка підлягає зволоженню, визначається кліматичними умовами регіону та культурою, що вирощується. Наприклад, у Лісостепу цей показник варіюється в межах 0,15–0,20; у Північному Степу — 0,20–0,30; у Південному Степу — 0,30–0,50; а в аридних зонах досягає 1 (ДСТУ 7596:2014).

При використанні крапельниць для поливу садів частка зволоженої площі розраховується за спеціальною формулою 3.1, яка враховує об'єм води, що подається, та інші параметри:

$$S = \frac{n \cdot w_k}{a \cdot b}, \quad (3.1)$$

$$S = \frac{2 \cdot 1,16}{5 \cdot 5} = 0,0928$$

де  $n$  – кількість крапельниць біля однієї саджанця;

$w_k$  – площа зволоження однією крапельницею,  $m^2$ ;

$a$  – відстань між рослинами в ряду, м;

$b$  – відстань між рядами, м.

Визначивши кількість крапельниць на 1 гектар, можна розрахувати частку живлення рослин за допомогою формули 3.2.

$$S = \frac{N_k \cdot w_k}{10000}, \quad (3.2)$$

$$S = \frac{800 \cdot 1,16}{10000} = 0,0928 = 9,3 \%$$

де  $N_k$  – кількість крапельниць на 1 га:

$$N_k = N_p \cdot n, \quad (3.3)$$

$$N_k = 400 \cdot 2 = 800$$

де  $N_p$  – кількість рослин на 1 га:

$$N_p = \frac{10000}{a \cdot b}, \quad (3.4)$$

$$N_p = \frac{10000}{5 \cdot 5} = 400$$

Площу живлення однією крапельницею знаходимо через діаметр її зволоження [20]. Для ефективного зрошення обирають крапельниці які забезпечують оптимальне зволоження необхідної частки площі живлення рослин.

Таблиця 3.1 – Елементи техніки краплинного поливу фундука

Витрата крапельниці	5.00 л/год
Кількість крапельниць на 1 га	800
На одне дерево	2 крапельниці
Схема посадки	5.0x5.0
Глибина зволоження	1.50 м
Механічний склад ґрунту	середні суглинки
Діаметр зони зволоження від однієї крапельниці	1.21 м
Площа зволоження однією крапельницею	1.16 м <sup>2</sup>
Частка площі живлення рослин	9.3 %
Об'єм ґрунту, що зволожується однією крапельницею	1.16 м <sup>3</sup>
Частка об'єму живлення рослин	6.2 %

### ПРИМІТКА.

$m$  – обсяг води, необхідний для забезпечення потреб культури за один полив, виражений у кубічних метрах на гектар ( $m^3/\text{га}$ ).

$m_k$  – обсяг води, скоригований для краплинного зрошення, який враховує особливості цього методу поливу, виражається у  $m^3/\text{га}$ .

$Q_k$  – кількість води, що подається через одну крапельницю протягом одиниці часу, вимірюється в літрах (л).

$t_k$  – тривалість одного циклу поливу, необхідна для забезпечення оптимального зрошення, вимірюється у годинах (год).

Таблиця 3.2 – Продуктивність краплинного зрошення

$m$	$m_k$	$Q_k$	$t_k$
50	3.1	3.9	0.77
100	6.2	7.7	1.54
150	9.3	12	2.32
200	12.4	15	3.09
250	15.4	19	3.86
300	18.5	23	4.63
350	21.6	27	5.40
400	24.7	31	6.18
450	27.8	35	6.95
500	30.9	39	7.72
550	34.0	42	8.49
600	37.1	46	9.26
650	40.1	50	10.0
700	43.2	54	10.8
750	46.3	58	11.6
800	49.4	62	12.4

### 3.3 Вибір року заданою забезпеченості

Вибір року заданої забезпеченості є одним із головних етапів у розрахунку режиму зрошення саду фундука. Визначення дефіциту водоспоживання для кожної ділянки саду з фундуком розраховуємо річний дефіцит водоспоживання для кожного вікового етапу дерев (молоді, дорослі, плодоносні). Середньозважений дефіцит водоспоживання знаходимо для всього саду фундука за формулою 3.6:

$$D_{\text{сiв}} = \frac{D_1 F_1 + D_2 F_2 + \dots + D_n F_n}{F_{\text{сiв}}}, \quad (3.6)$$

$D_1, D_2, \dots, D_n$  — дефіцити водоспоживання для різних ділянок саду або вікових груп дерев;

$F_1, F_2, \dots, F_n$  — площі, зайняті відповідними групами дерев;

$F_{\text{сiв}}$  — загальна площа саду.

Результати використовуємо для планування іригаційних робіт, визначення критичних періодів для зрошення (особливо в період активного росту та формування плодів).

Таблиця 3.4 – Дефіцит водоспоживання за багаторічний період

Рік	K1	Середнє	Рік	K1	Середнє
1968	417	417	1978	96	96
1969	254	254	1979	341	341
1970	172	172	1980	33	33
1971	218	218	1981	170	170
1972	295	295	1982	123	123
1973	187	187	1983	272	272
1974	199	199	1984	188	188
1975	420	420	1985	62	62
1976	112	112	1986	358	358
1977	24	24	1987	318	318

Розрахунок ведеться за даними метеостанції Долинська. Вибір року здійснюється за дефіцитами водоспоживання (таблиця 3.4). Задіяно в розрахунку 1 культуру фундук. На основі цих розрахунків визначають річний рівень водозабезпечення та планують іригаційні заходи для критичних періодів росту фундука, зокрема у фазу активного росту й формування плодів. Такий підхід дозволяє оптимізувати обсяги водопостачання, забезпечуючи стабільний урожай та максимальну продуктивність саду. Використання середньозважених показників дефіциту водоспоживання дає можливість ефективно управляти водними ресурсами, мінімізуючи ризики нестачі вологи й водночас забезпечуючи економію води [18].

У програмному комплексі WATER, що використовується для цих розрахунків, передбачено кілька методів визначення року, які задаються під час запуску алгоритму [18]. За таблицею 3.4 проведено аналіз водного дефіциту фундука за роками для визначення оптимального режиму зрошення. Розрахунок дозволяє врахувати варіативність кліматичних умов і забезпечити ефективне використання водних ресурсів для саду.

Перший метод базується на врахуванні атмосферних опадів, другий використовує комплексний кліматичний показник, а третій ґрунтується на аналізі водоспоживання конкретного року та його характеристик [21]. Щоб уникнути впливу особливостей одного року, обираємо кілька років, що відповідають заданій групі

забезпеченості. Осереднення проводимо методом вибір кількості років користувачем, осереднення пропорційно ймовірності чи пропорційно рівню зволоження.

Таблиця 3.5 – Вибір року

№	Рік	SD, мм	p, %	№	Рік	SD, мм	p, %
1	1977	24	4.8	11	1974	199	52.4
2	1980	33	9.5	12	1971	218	57.1
3	1985	62	14.3	13	1969	254	61.9
4	1978	96	19.0	14	1983	272	66.7
5	1976	112	23.8	15	1972	295	71.4
6	1982	123	28.6	16	1987	318	76.2
7	1981	170	33.3	17	1979	341	81.0
8	1970	172	38.1	18	1986	358	85.7
9	1973	187	42.9	19	1968	417	90.5
10	1984	188	47.6	20	1975	420	95.2

Всього спостережень проведено протягом 20 років. Після завершення спостережень задаємо метеорологічні дані для року-моделі. Розрахунок здійснюється на основі дефіцитів водоспоживання, найближча метеостанція Долинська. Ймовірнісна забезпеченість обраного розрахункового року становить 85 %, що дозволяє усереднити результати та виключити аномальні впливи.

Вибрані роки: 1975, 1968, 1986, 1979, 1987.

Для становлення року-моделі заданої забезпеченості застосовуємо зволоженість року. Дані представлені у вигляді таблиці 3.6, де для кожної декади (10 днів) місяців вказано наступні показники:  $h$ , мм – кількість атмосферних опадів за декаду;  $d$ , мб – дефіцит тиску насиченої водяної пари;  $t$ , °C – середня температура повітря за декаду;  $b$  – коефіцієнт біокліматичної оцінки;  $km$  – поправочний коефіцієнт, що відображає коригування показників [18].

Березень: Опади коливаються від 5.8 мм до 9.9 мм. Температура повітря підвищується від -2.5 °C до 3.2 °C. Дефіцит тиску зростає в межах 1.0 – 1.7 мб, що свідчить про поступове потепління.

Квітень: Опади значно зростають до 16.6 мм у першій декаді. Температура стабільно підвищується (7.1–10.3 °C). Значення коефіцієнта  $b$  досягає 1.18, що вказує на підвищення випаровувальної здатності повітря.

Таблиця 3.6 – Метеорологічні дані року-моделі

Декада	h, мм	d, мб	t, °C	b	km
1 березень	8,5	1	-2,5	0,95	1
2 березень	5,8	1,1	-0,5	1	1
3 березень	9,9	1,7	3,2	1,05	1
1 квітень	16,6	6	10,1	1,09	1
2 квітень	15,2	4,2	7,1	1,13	1
3 квітень	9,3	5	10,3	1,18	0,99
1 травень	8,9	7,4	14,2	1,23	0,97
2 травень	8,7	10,8	17,8	1,26	0,95
3 травень	16,3	10,4	18,1	1,3	0,94
1 червень	11,2	11	19,8	1,32	0,94
2 червень	2,4	13,6	21,4	1,43	0,92
3 червень	8,5	13,8	20,8	1,33	0,92
1 липень	12,3	11,5	20,7	1,32	0,91
2 липень	8,3	11,9	20,3	1,3	0,91
3 липень	17,6	10,7	20,3	1,29	0,91
1 серпень	3,2	13,6	21,6	1,24	0,9
2 серпень	25,2	10	19,2	1,2	0,9
3 серпень	7,5	11,6	20	1,2	0,9
1 вересень	1,4	9,3	11,8	1,11	0,92
2 вересень	6	8,7	11,7	1,06	0,93
3 вересень	4,8	7,5	10,5	1,01	0,94
1 жовтень	13	2,5	7,9	0,97	0,98
2 жовтень	4,2	2,7	8,7	0,92	0,99
3 жовтень	19,2	1,5	6,4	0,88	1

Травень: Оподи коливаються між 8.7 мм та 16.3 мм. Температура досягає 17.8 – 18.1 °C у другій і третій декадах. Дефіцит тиску повітря зростає до 10.4 мб.

Літо (червень-серпень): Червень: Середня температура повітря підвищується до 21.4 °C з дефіцитом тиску 13.6 мб. Липень: Максимальний дефіцит тиску досягає 19.9 мб, температура досягає 20.3 – 21.3 °C. Серпень: Оподи коливаються між 3.2 мм та 25.2 мм, дефіцит тиску досягає 13.6 мб.

Вересень-жовтень: Вересень характеризується помірною температурою (11.7 – 11.8 °C) та дефіцитом тиску 4.8–9.3 мб. Жовтень спостерігається з найменшими показниками опадів (4.2 мм), зниженням температури до 6.4–8.7 °C.

Наведені метеорологічні дані року-моделі дозволяють проаналізувати кліматичні умови та їх вплив на водоспоживання сільськогосподарських культур.



Розрахунок на основі цих даних дає змогу визначити дефіцит вологи в різні періоди вегетації та розробити оптимальний режим зрошення для культури фундука.

За вибраним роком-моделлю розраховують режим зрошення для фундука, який застосовують у подальшому при проектуванні зрошувальної системи для саду.

### 3.4 Розрахунок норм і термінів поливу

Для аналізу дефіциту водоспоживання та необхідності зрошення використовували дані найближчої метеостанції (Долинська). Розрахунки виконано для саду (фундук) у програмному комплексі WATER, враховуючи показники за декадами вегетаційного періоду (квітень – вересень) [18].

Таблиця 3.7 – Розрахунок дефіциту водоспоживання

Декада	E	P	dW	Wg	D	SD	bm	h	mm	mk	mp	n
1 квітень	10,7	16,6	102,7	0	-104	-104	65	1	100	9,3	3,2	1
2 квітень	7,5	15,2	0	0	-107	-107	65	1	85	9,3	3,2	1
3 квітень	8,8	9,3	0	0	2,3	-36	65	1	100	9,3	3,2	1
1 травень	12,8	8,9	0	0	6,6	-98	65	1	100	9,3	3,2	1
2 травень	18,9	8,7	-14,7	44,3	-44,4	-59	70	1	85	9,3	3,2	1
3 травень	34,1	16,7	3	0	22,7	-31	70	1	70	7,9	1,8	1
1 червень	41,1	11,3	0	0	31,8	-70	65	1	100	9,3	3,2	1
2 червень	45,5	12,2	0	0	41,4	-82	65	1	85	9,3	3,2	1
3 червень	50,7	14,7	0	0	31,4	-113	65	1	70	9,3	3,2	1
1 липень	40	12,3	0	0	113	-65	65	1	100	9,3	3,2	1
2 липень	41,4	4,1	0	0	113	-65	65	1	100	9,3	3,2	1
3 липень	33,4	17,6	0	0	209	209	65	1	100	9,3	3,2	1
1 серпень	41,6	3,2	2	0	209	209	65	1	100	9,3	3,2	1
2 серпень	39,2	2,3	0	0	246	246	65	1	100	9,3	3,2	1
3 серпень	25,3	3,6	0	0	287	287	65	1	100	9,3	3,2	1
1 вересень	22,6	0,4	0	0	287	287	65	1	100	9,3	3,2	1
2 вересень	22,7	0	0	0	287	287	65	1	100	9,3	3,2	1

E – загальна кількість води, необхідна для вирощування сільськогосподарської культури, виражена в міліметрах.

P – кількість атмосферних опадів, які випадають за певний період, вимірюється в міліметрах.

dW – обсяг вологи, використаної рослинами із весняних запасів у ґрунті, виражається в міліметрах.

$D$  – дефіцит води, необхідної для забезпечення потреб культури протягом декади, у міліметрах.

$SD$  – загальний дефіцит води, необхідної для водоспоживання культури за весь період, у міліметрах.

$b_m$  – мінімальний рівень вологості ґрунту перед поливом, виражений у відсотках.

$h$  – глибина шару ґрунту, в якому розташована основна маса коренів, вимірюється в метрах.

$m_m$  – максимальна кількість води, яка може бути внесена під час одного поливу, вимірюється в міліметрах.

$m_k$  – норма води для поливу за допомогою краплинного зрошення, виражена в міліметрах.

$m_p$  – обсяг води, необхідний для поливу культури, розрахований у кубічних метрах на гектар.

$n$  – кількість поливів, необхідна для забезпечення водопотреби культури протягом однієї декади.

На основі отриманих даних розраховано дефіцит водоспоживання для кожної декади [21]. Дефіцит ( $D$ ) обчислюється як різниця між сумарним водоспоживанням культури ( $E$ ) та опадами ( $P$ ).

$$D = E - P, \quad (3.7)$$

Також враховували весняні запаси вологи ( $dW$ ) та сумарний дефіцит ( $SD$ ) для кожного періоду.

Залежно від дефіциту водоспоживання визначено режим зрошення, який включає такі показники:

$M$  – зрошувальна норма: 310 мм.

$M_k$  – краплинна зрошувальна норма: 288 м<sup>3</sup>/га.

$S_f$  – частка площі живлення рослин (%): 93 %.

$n_k$  – кількість крапельниць на 1 га: 800 шт.

$q_k$  – витрата крапельниць: 5.00 л/год.

$t_k$  – тривалість одного поливу: 8.0 год.

Полив здійснюється у кілька етапів (декад), щоб забезпечити рівномірний водний режим для фундука.

На основі вищезазначених розрахунків було визначено кількість та обсяги поливів для забезпечення оптимального водного балансу саду:

Таблиця 3.8 – Режим зрошення.

№ полива	Дата	m, м <sup>3</sup> /га
1	1.06	32
2	13.06	32
3	24.06	32
4	3.07	32
5	13.07	32
6	18.07	32
7	1.08	32
8	22.08	32
9	17.09	32

Середньозважена зрошувальна норма становить 310 мм, а середня норма для краплинного зрошення – 288 м<sup>3</sup>/га. Розрахунок дефіциту водоспоживання та режиму зрошення дозволив оптимізувати використання водних ресурсів для фундука та забезпечити ефективне зрошення впродовж вегетаційного періоду.

### 3.5 Графік поливів

Полив здійснюється за допомогою краплинної системи з розрахунковою витратою води 0.7 л/с для сільськогосподарської культури — фундук. Кількість ділянок становить 9, а загальна площа насаджень складає 5.4 га. Кількість крапельниць на масиві становить 800 штук. Полив проводиться відповідно до графіка, що забезпечує 85% необхідної водозабезпеченості для культури.

Обсяг подачі води та тривалість поливу було розраховано по декадах для кожного місяця з урахуванням потреб рослин у критичні періоди їх росту. Дані по подачі води наведено у табл. 3.10:

Полив проводиться відповідно до графіка, що забезпечує 85% необхідної водозабезпеченості для культури.

Таблиця 3.9 – Відомість подачі води на масив краплинного зрошення.

Місяць, декада	Об'єм подачі води	Тр-ть поливу, діля.	Тр-ть поливу, всього	Кількість	Крап.	Діл. всього	Поливів
травень 1	0	19	173	40	8	72	1
травень 2	0	19	173	40	8	72	1
травень 3	0	19	173	40	8	72	1
червень 1	32	19	173	40	8	72	1
червень 2	32	19	173	40	8	72	1
червень 3	32	19	173	40	8	72	1
липень 1	32	19	173	40	8	72	1
липень 2	32	19	173	40	8	72	1
липень 3	32	19	173	40	8	72	1
серпень 1	64	38	346	80	16	144	2
серпень 2	0	0	0	0	0	0	0
серпень 3	0	0	0	0	0	0	0
вересень 1	32	19	173	40	8	72	1
вересень 2	32	19	173	40	8	72	1
вересень 3	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця 3.10 – Подача води.

Місяць, декада	Об'єм подачі води, м <sup>3</sup>	Тривалість поливу, год
травень 1	0	0
травень 2	0	0
травень 3	0	0
червень 1	173	72
червень 2	173	72
червень 3	173	72
липень 1	173	72
липень 2	173	72
липень 3	173	72
серпень 1	346	144
серпень 2	0	0
серпень 3	0	0
вересень 1	173	72
вересень 2	173	72
вересень 3	0	0

Червень  
Q, л/с

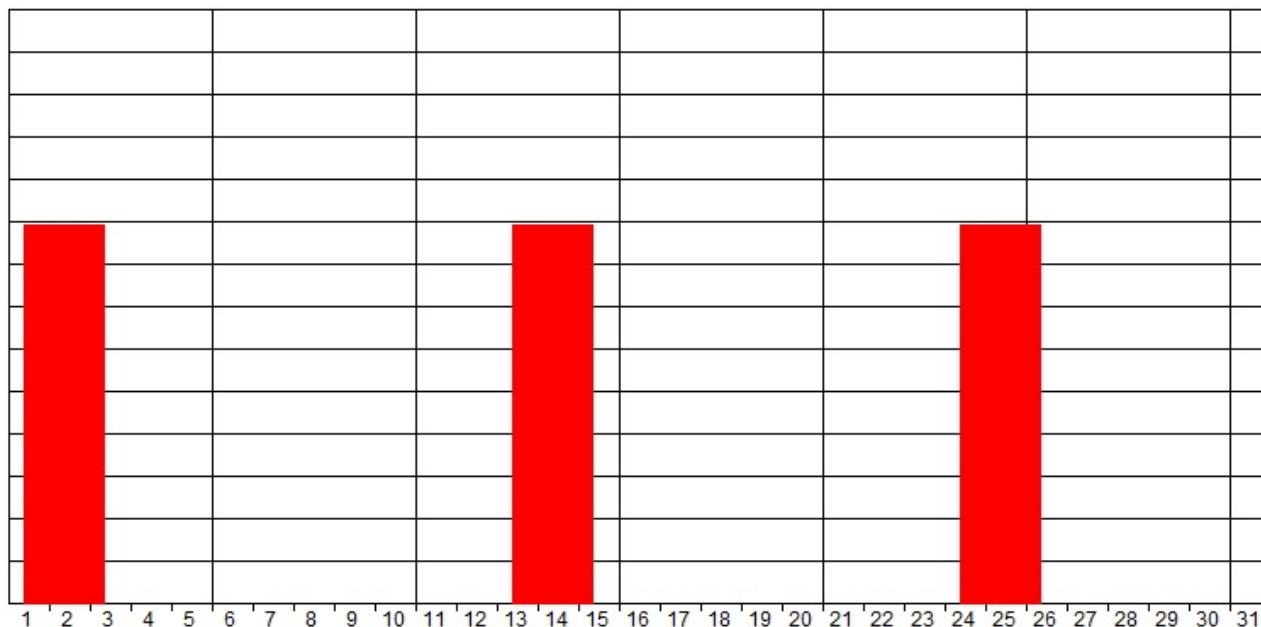


Рисунок 3.3 – Графік поливу у Червні

Полив проводиться на всіх ділянках у три декади з витратою  $173 \text{ м}^3$  води на кожний етап. Тривалість одного поливу складає 72 години.  $Q_{max} = 0,7 \text{ л/с}$ ,  $F_{сев.} = 5,4 \text{ га}$ ,  $q = 0,13 \text{ л/(с·га)}$ . Таблиця для побудови графіку знаходиться в додатку А1.

Липень  
Q, л/с

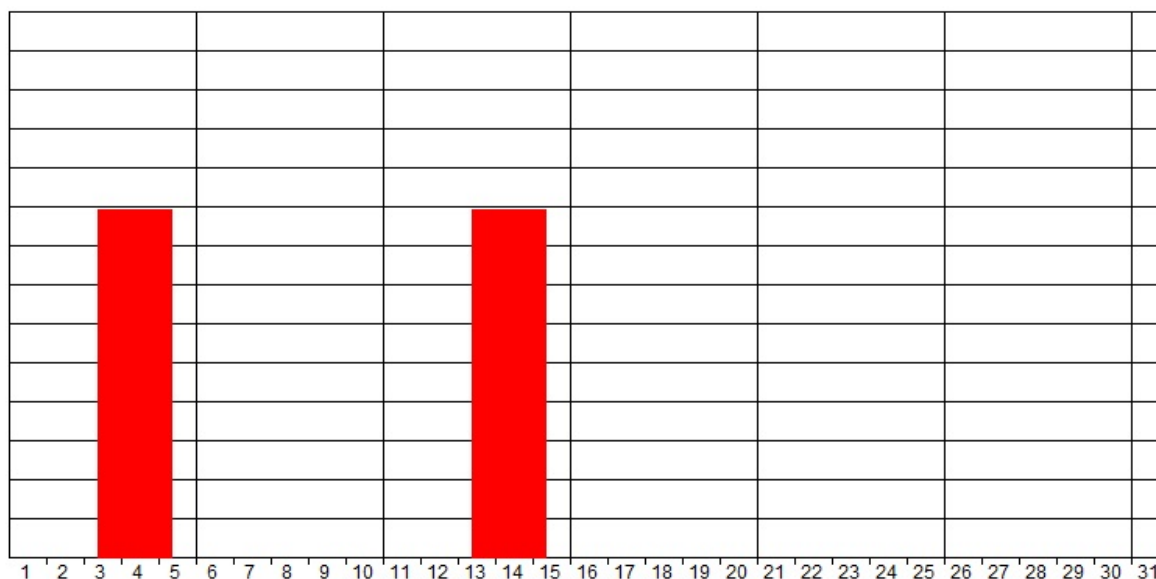


Рисунок 3.3 – Графік поливу у Липні

Полив здійснюється аналогічно червню, тричі на місяць, з рівномірним розподілом води. Об'єм води —  $173 \text{ м}^3$  на декаду.  $Q_{max} = 0,7 \text{ л/с}$ ,  $F_{сев.} = 5,4 \text{ га}$ ,  $q = 0,13 \text{ л/(с·га)}$ . Таблиця для побудови графіку знаходиться в додатку А1.

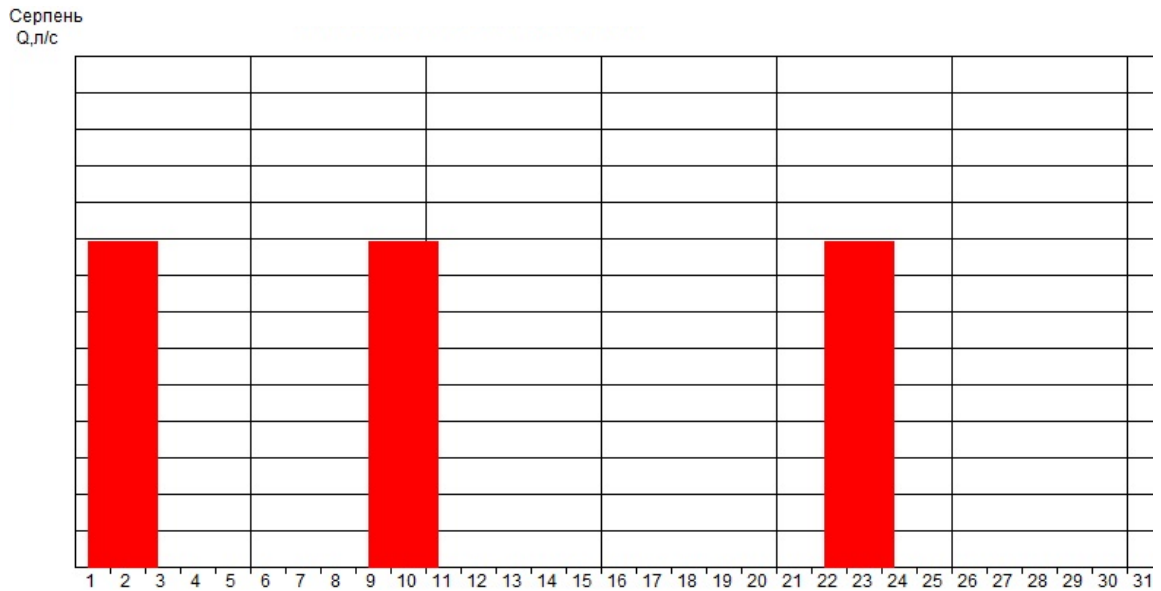


Рисунок 3.3 – Графік поливу у Серпні

Збільшення температури та потреби рослин у волозі в серпні зумовлює подвоєння обсягу поливу до 346 м<sup>3</sup> та збільшення тривалості поливу до 144 годин. Полив розділено на три декади.  $Q_{max} = 0,7$  л/с,  $F_{сев.} = 5,4$ га,  $q = 0,13$  л/(с\*га). Таблиця для побудови графіку знаходиться в додатку А1.

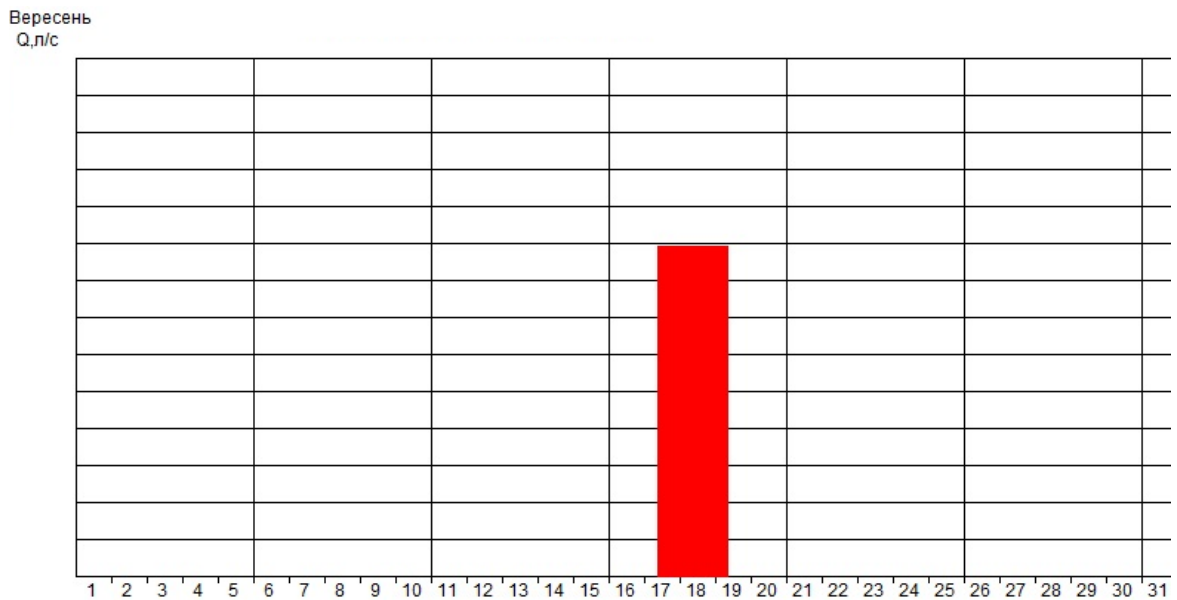


Рисунок 3.3 – Графік поливу у Вересні

Полив проводиться у першій половині місяця з обсягом води 173 м<sup>3</sup> та тривалістю 72 години. Таблиця для побудови графіку знаходиться в додатку А1.

На графіках поливу за місяць чітко відображено дати поливів у червні, липні, серпні та вересні. Червоні стовпчики позначають інтенсивність подачі води у певні декади, що забезпечує зручність для планування робіт на ділянках.

Червень: Полив здійснюється на початку, середині та наприкінці місяця.

Липень: Аналогічна схема розподілу.

Серпень: Підвищена інтенсивність з подвоєнням обсягу води.

Вересень: Завершальні поливи для підтримки рослин перед закінченням вегетації.

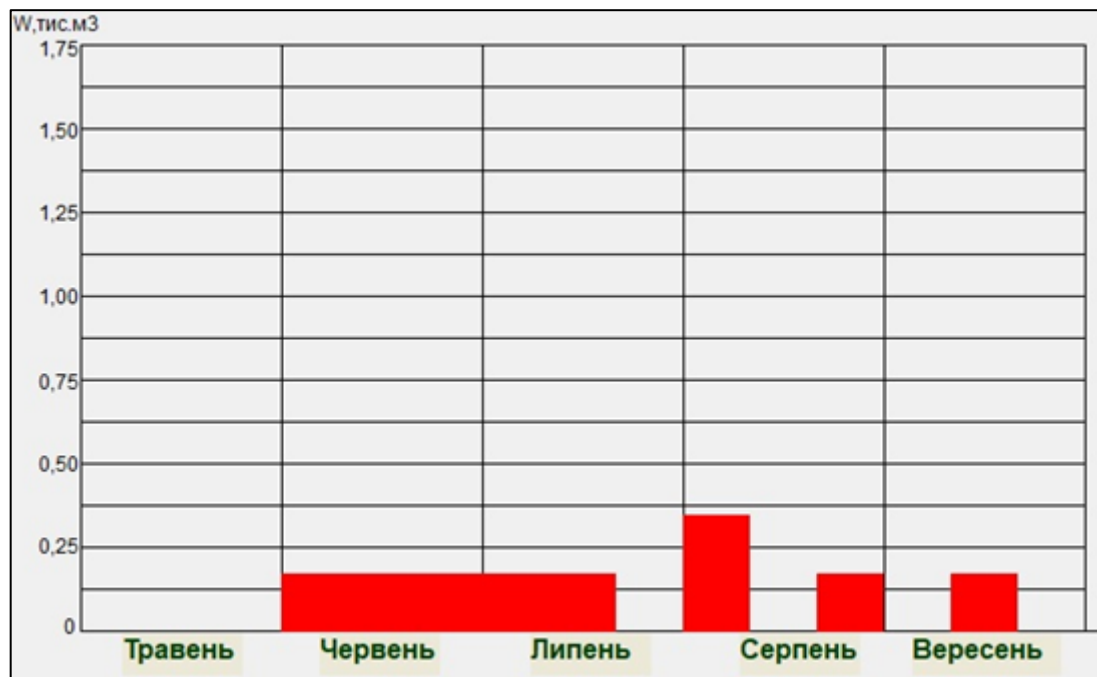


Рисунок 3.4 – Графік подачі води

Графік поливу фундука розроблено з урахуванням потреб культури на різних етапах росту та розвитку. Дотримання цього графіку дозволяє забезпечити оптимальні умови для функціонування системи краплинного зрошення та сприяє стабільному росту і плодоношенню фундука. Витрата води на весь сезон становить 1.56 тис.м<sup>3</sup>, а загальна тривалість поливу — 648 годин.

## 4. ПРОЕКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

### 4.1 Розташування зрошувальної мережі у плані

Зрошувальна мережа для фундукового саду, розташованого в селі Богданівка, була розроблена з урахуванням технічних та гідравлічних вимог до подачі води для краплинного поливу. Вона складається з головного трубопроводу, розподільчих ліній, а також краплинних ліній, що забезпечують ефективний та рівномірний розподіл води на площі саду [22].

Основний трубопровід прокладається центральною частиною ділянки з північного заходу на південний схід. Таке розташування дозволяє мінімізувати довжину розподільчих трубопроводів та забезпечити рівномірний доступ до кожної ділянки саду.



Рисунок 4.1 - Розташування зрошувальної мережі у плані

Загальна довжина трубопроводу у системі зрошувальної мережі складається з головного магістрального трубопроводу та розподільчих ліній. Основний



трубопровід, що забезпечує подачу води від насосної станції в свердловини до ділянок, має довжину 247 метрів. Від нього відгалужуються розподільчі трубопроводи, які подають воду безпосередньо до краплинних ліній. Довжини розподільчих ліній варіюються залежно від розташування ділянок: перша лінія має довжину 22 метри, друга — 10 метрів, третя лінія знову становить 247 метрів, четверта — 104 метри, п'ята — 132 метри, а шоста — ще 247 метрів. Від свердловини прокладається головний поліетиленовий трубопровід діаметром 63 мм.

Таким чином, загальна довжина всього трубопроводу, включаючи головний магістральний і розподільчі лінії, складає 4274 метрів.

## 4.2 Гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі

Гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі проводиться для визначення оптимальних діаметрів трубопроводів, втрат напору, швидкості руху води та необхідного напору насосної станції для забезпечення ефективної роботи системи.

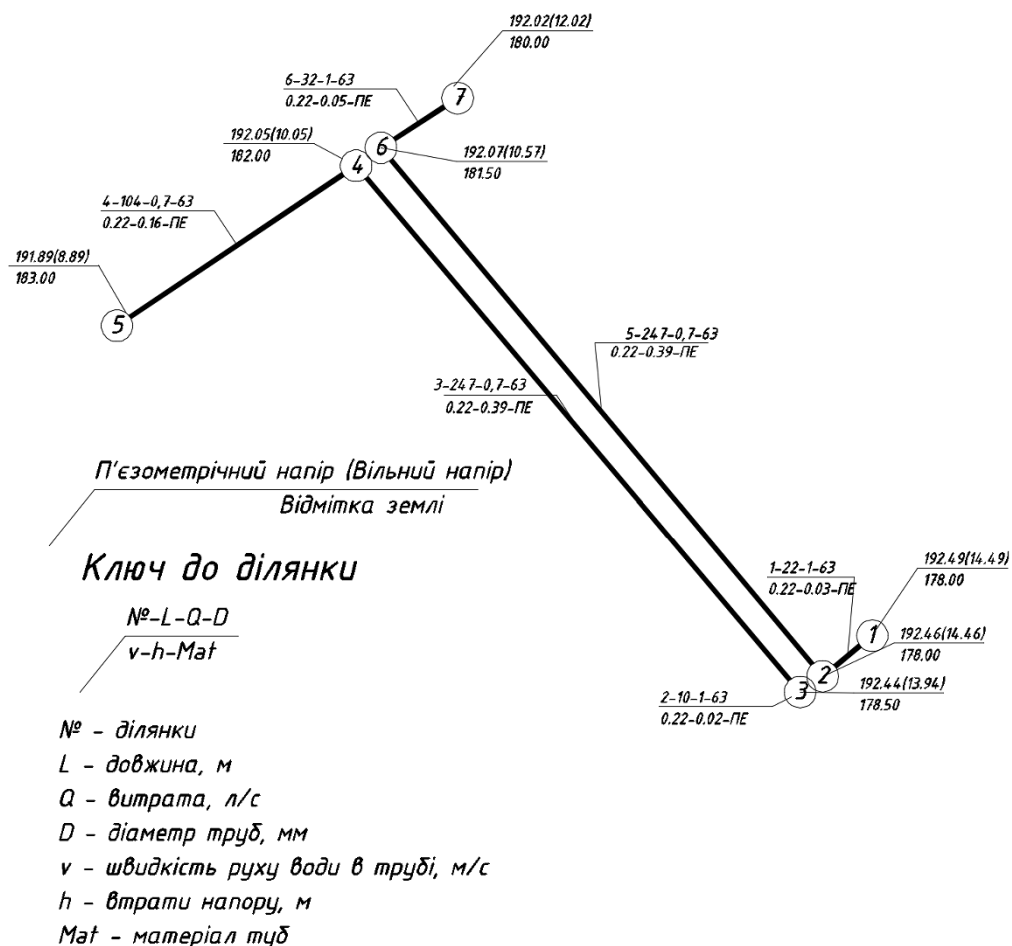


Рисунок 4.2 – Гідравлічна схема розрахунку зрошувальної мережі.

Поливна норма витрати води становить 0,7 л/с для крапельної системи. Ділянок 6 відповідно до плану зрошувальної мережі. Найменша довжина трубопроводу становить 10 м, а максимальна – 247 м. Прийнято діаметри від 63 мм до 125 мм залежно від ділянки. Оптимальна швидкість у трубах – 1,5-2 м/с. Втрати напору розраховуються за формулами Дарсі-Вейсбаха та спрощеною формулою для пластмасових труб. Матеріал трубопроводів для розподільчих труб прийнято поліетиленові труби ПЕ63 із робочим тиском 0,6 МПа [19, 24].

Таблиця 4.1 – Гідравлічний розрахунок закритої зрошувальної мережі розрахунок по ділянках.

№ ділянки	Витрата л/с	Довжина м	Діаметр мм	Швидкість м/с	Втрати напору м	Матеріал труб
1	0,7	22	63	0,36	0,1	ПЕ
2	0,7	10	63	0,36	0,05	ПЕ
3	0,7	247	63	0,36	1,18	ПЕ
4	0,7	104	63	0,36	0,49	ПЕ
5	0,7	247	63	0,36	1,18	ПЕ
6	0,7	32	63	0,36	0,15	ПЕ

Витрати води на ділянках розраховано залежно від кількості крапельниць та їх довжини. Найбільша витрата води на ділянці становить 16,5 л/с, що спостерігається на ділянці з максимальною кількістю крапельниць. Довжина трубопроводів на ділянках варіюється від 10 м до 247 м. Втрати напору в трубопроводах визначаються для кожної ділянки окремо. Максимальні втрати складають 0,3 м, що є прийнятним для проекту.

Для головної магістральної мережі діаметр трубопроводу визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}, \quad (4.1)$$

де  $Q$  – витрата води (м<sup>3</sup>/с),  $v$  – швидкість води (м/с).

Підставляючи значення  $Q = 0,0165$  м<sup>3</sup>/с та  $v = 2$  м/с, отримуємо діаметр  $D = 104$  мм.

Таблиця 4.2 – Напір по ділянках.

Ділянка	Вузли початковий	Вузли кінцевий	П'єзометричний напір початок	П'єзометричний напір кінець	Вільний напір початок	Вільний напір кінець
1	1	2	194,5	194,4	16,5	16,4
2	2	3	194,4	194,35	16,4	15,85
3	3	4	194,35	193,17	15,85	11,17
4	4	5	193,17	192,68	11,17	9,68
5	2	6	194,4	193,22	16,4	11,72
6	6	7	193,22	193,07	11,72	13,07

Втрати напору на довжині трубопроводу визначаються за формулою 4.2 Дарсі-Вейсбаха:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (4.2)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт тертя,  $L$  – довжина трубопроводу,  $D$  – діаметр труби,  $v$  – швидкість води.

Загальний напір насосної станції обчислюється як:

$$H = H_{\text{гідр}} + h_{\text{втрати}} + H_{\text{вільний}} \quad (4.3)$$

де  $H_{\text{гідр}}$  – геодезичний перепад висот,  $h_{\text{втрати}}$  – втрати напору,  $H_{\text{вільний}}$  – необхідний робочий напір на виході зрошувача. Для проекту повний напір становить 22,09 м.

Таблиця 4.3 – Розрахунок по варіантах трас.

Варіант траси	Втрати напору м	Геодез.	Вільний	П'єзом.
1	3	3,5	10	16,5
2	0,3	-1,7	10	8,3

Розрахунки показали, що для закритої зрошувальної мережі використання труб діаметром 63 мм до 125 мм є оптимальним [22, 24]. Втрати напору мінімальні, а швидкість руху води відповідає нормативним значенням. Насосна станція повинна забезпечувати загальний напір у 22,09 м для ефективної роботи системи зрошення.

### 4.3 Деталювальна схема та споруди на зрошувальній системі.

Деталювальна схема зрошувальної системи була розроблена у програмному комплексі PipeLine розробленого на кафедрі сільськогосподарських гідротехнічних умов з урахуванням оптимального використання водних ресурсів для забезпечення ефективного краплинного зрошення фундукового саду на ділянці проектування [19].

Розробка враховує розташування основного магістрального трубопроводу, розподільчих ліній, вузлів управління та гідротехнічних споруд. Згідно із представленими схемами та специфікацією, проектувана зрошувальна система складається з:

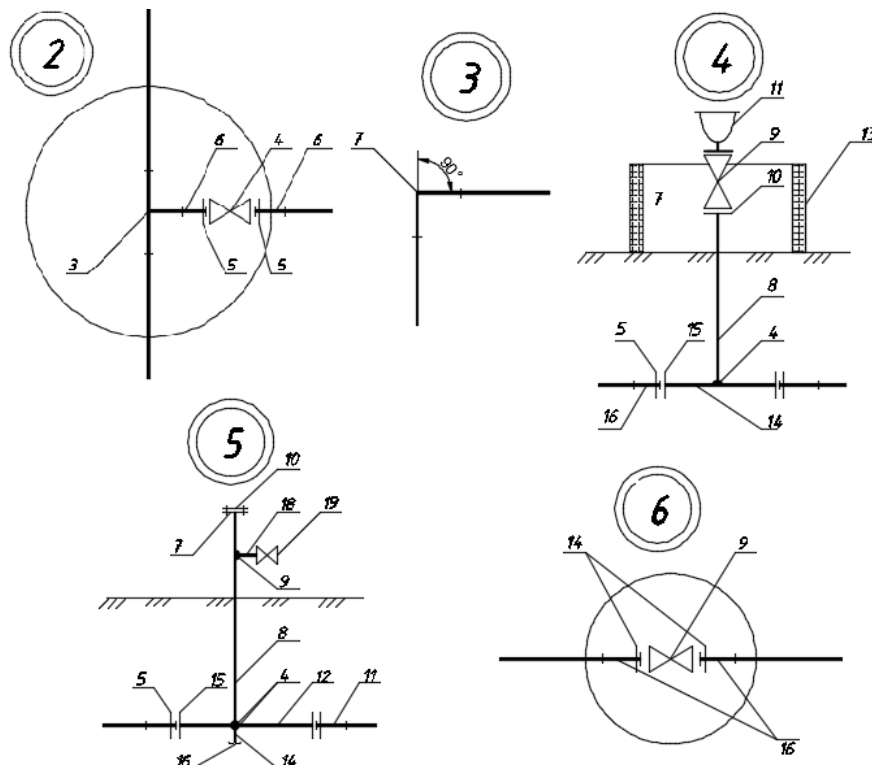


Рисунок 4.2 – Деталізована схема вузлів зрошувальної мережі

Свердловини (вузол №1) основне джерело подачі води, що забезпечує необхідний дебіт для системи. Засувка на ЗТ (вузол №2) забезпечує регулювання подачі води. Кульові вантузи (вузол №4): слугують для скидання повітря, що запобігає гідравлічним ударам. Скиди води (вузол №5) необхідні для аварійного скидання води та технічного обслуговування. Повороти трубопроводів (вузол №3) три ключові ділянки забезпечують коректне підключення системи. Підключення краплинних трубок (вузол №7) реалізовано 183 підключення для краплинного

поливу. Загальна довжина трубопроводної системи становить 4274 м, включаючи магістральні та розподільчі лінії діаметром 63 мм (ПЕ63 SDR21).

Таблиця 4.4 - Вузли

<i>Номер вузла</i>	<i>Позначення</i>	<i>Кількість</i>
1	<i>Свердловина</i>	1
2	<i>Засувка на ЗТ</i>	1
3	<i>Поворот трубопроводу</i>	3
4	<i>Кульовий вантуз ВМТ</i>	2
5	<i>Скид води (проміжний)</i>	2
6	<i>Засувка в кладязі на трубопроводі</i>	1
7	<i>Підключення краплинної трубки</i>	183

Специфікація табл. 5.5 містить перелік матеріалів та обладнання, необхідних для будівництва зрошувальної системи [19].

Таблиця структурована й деталізує кожну позицію, включаючи технічні характеристики, одиниці виміру, кількість та масу.

Трубопроводи:

Позиція 1, труби ПЕ 63 SDR21 Ø63 мм – основний матеріал для прокладання магістральних і розподільчих ліній системи зрошення. Позиції 8, 14, 17, 18, сталеві патрубки різних діаметрів (57×3.5, 63×4, 219×4.0) для з'єднання трубопроводів. Позиція 19, патрубок з різьбою для гнучкого підключення.

Фітинги (з'єднувальні елементи):

Позиція 3, трійник 63×9.1-63×6.2 – елемент для розгалуження трубопроводів. Позиція 7, відвід 90° для зміни напрямку трубопроводу. Позиція 5, 16, патрубки фланцеві для з'єднання труб.

Запірна арматура (регулювання та перекриття води):

Позиція 4, засувка Ø63 мм – для керування потоком води в магістральному трубопроводі. Позиція 9, засувка Ø50 мм – для розподільчих ділянок. Позиція 11, кульовий вантуз ВМТ-50 – для видалення повітря з системи. Позиція 20, вентиль муфтовий Ø50 мм – додатковий елемент для регулювання потоку.

Таблиця 5.5 – Специфікація обладнання та матеріалів для зрошувальної системи

Номер позиції	Позначення	Назва	Вимір	Кількість	Маса, кг
1	ДСТУ Б В.2.7-151:2008	Труби ПЕ 63 SDR21.0-63x 7.7	п.м	950	0,691
2					
3	ПЕ63 SDR26.0	Трійник 63x9.1-63x6.2	шт.	1	2.5
4	30ч47бр	Засувка d=63 мм	шт.	2	78.3
5	ГОСТ 12820-80	Фланець вільний 63-10	шт.	12	6.9
6	ПЕ 63 SDR26.0	Патрубок фланцевий 63x 6.2	шт.	2	0.6
7	ПЕ63 SDR17.6	Відвід 90-0.0x9.1	шт.	3	
8	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст. 57x3.5, L=1.80 м	шт.	2	7.2
9	З1ч6иж	Засувка d= 50 мм	шт.	2	15.9
10	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 50-10	шт.	2	2.1
11	ВМТ-50	Кульовий вантуз d= 50 мм	шт.	2	34.0
12		Врізка патрубків d= 50 мм	шт.	2	
13		Кільце стінове	шт.	1	
14	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст.63x4, L=2 м	шт.	4	30.6
15	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 63-10	шт.	8	6.9
16	ПЕ 63 SDR17.6	Патрубок фланцевий 63x 9.1	шт.	10	0.9
17	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст.219x4.0, L=1.80 м	шт.	2	38.2
18	ГОСТ 10704-91	Патрубок ст.219x4.0, L=0.30 м	шт.	2	6.4
19	ГОСТ 3262-75*	Патрубок ст. з різьбою 60x3.5, L=0.1	шт.	2	0.3
20	10ч8р	Вентель запірний муфтовий d=50 мм	шт.	2	5.6
21		Врізка патрубків d=200 мм	шт.	4	
21		Врізка патрубків d=200 мм	шт.	4	
22		Врізка патрубків d=50 мм	шт.	2	
23	ГОСТ 12820-80	Фланець приварний 200-10	шт.	2	8.1
24	ГОСТ 12836-67	Заглушка стальна фланцева 219x7	шт.	2	10.2
25	ГОСТ 17379-2001	Заглушка стальна приварна 219x7	шт.	2	3.6

Фланці та кріплення:

Позиції 5, 10, 15, 23, фланці вільні та приварні для надійного з'єднання труб і арматури. Позиція 13, кільце стінове – елемент для герметизації в місцях проходів труб крізь конструкції.

Заглушки та врізки:

Позиції 22, 24, 25, заглушки сталеві фланцеві для перекриття трубопроводів. Позиція 12, 21, врізки патрубків для підключення додаткових ділянок системи.

Додаткові елементи:

Позиція 6, патрубки для фланцевого монтажу. Позиція 18, сталевий патрубок з невеликою довжиною для спеціальних з'єднань.

На представленій схемі рис.4.3 видно розташування основних вузлів: Свердловина (вузол №1) слугує основним джерелом. Кульові вантузи (вузол №4) встановлені для забезпечення ефективної роботи мережі при скиданні повітря. Скиди води (вузол №5) реалізовані в двох точках для технічної підтримки системи. Розподільчі вузли (№2–7) організують подачу води на краплинні лінії з рівномірним розподілом.

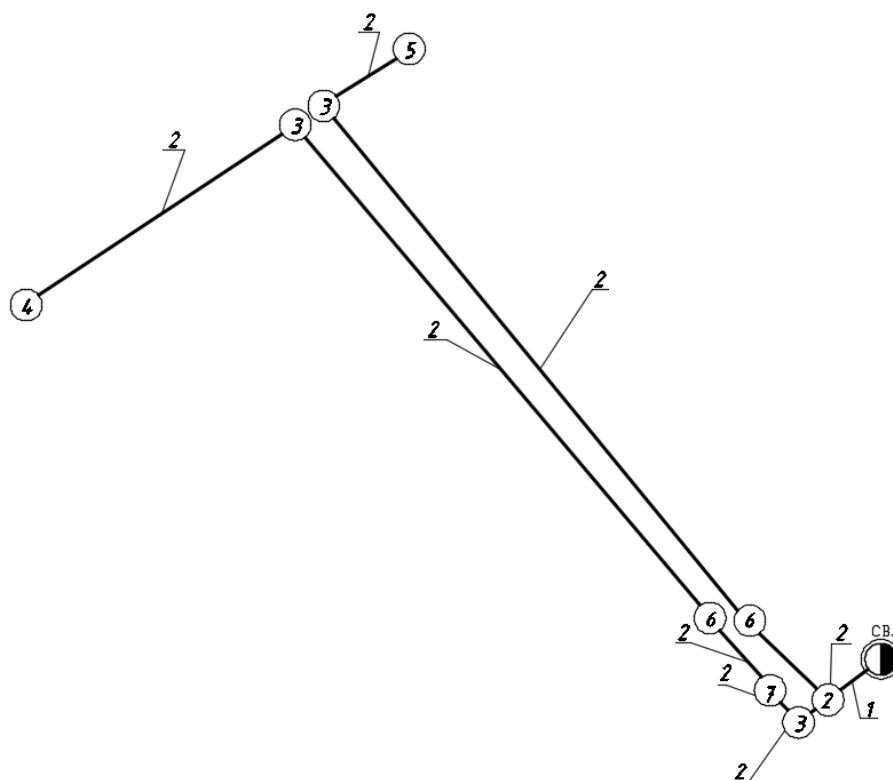


Рисунок 4.3 – Схема розташування вузлів і трубопроводів зрошувальної мережі

Деталізована зрошувальна система, розроблена на основі програмного моделювання PipeLine, забезпечує рівномірний розподіл води з мінімальними втратами [19]. Встановлені кульові вантузи і скиди води підвищують ефективність і надійність системи під час її експлуатації.



## 5 ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ДІЛЯНКИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

### 5.1 Визначення об'ємів будівельних робіт

У проєкті заплановано будівництво розподільчого зрошувального трубопроводу з поліетиленових труб ПЕ 63 SQR 17.6 S 8,3 зовнішнім діаметром 250 мм загальною довжиною 4 274 м.

Об'єми земляних робіт визначена згідно нормативних документів і результати зведені в табл. 5.1

Таблиця 5.1 – Відомість обсягів земляних робіт з будівництва зрошувальної мережі

Роботи	Одиниця виміру	Кількість
Зрізання рослинного ґрунту з траси трубопроводів	м <sup>3</sup>	38 466
Планування траси трубопроводу під потрібний похил	м <sup>2</sup>	17 096
Розробка ґрунту в траншеї, всього:		3 718
у тому числі: механізованим способом	м <sup>3</sup>	3 462
вручну		256
Розробка ґрунту у котлованах під колодязі	м <sup>3</sup>	110
Укладка пластмасових труб діаметром 250 мм	м	4 274
Монтаж оглядових колодязів	шт.	8
Монтаж засувок діаметром 250 мм	шт.	16
Монтаж гідрантів-водовипусків	шт.	17
Монтаж вантузів	шт.	3
Монтаж скидних споруд	шт.	5
Монтаж споруд проти гідроудару	шт.	1
Монтаж фільтростанції	шт.	1
піщаного-гравійних фільтрів	шт.	3
дискових фільтрів	шт.	3
удобрювального вузла	шт.	3
Часткова засипка траншеї ґрунтом вручну	м <sup>3</sup>	215
Попереднє гідравлічне випробовування зрошувальної мережі	м	4 274
Повна засипка траншеї ґрунтом	м <sup>3</sup>	3 503
Повне гідравлічне випробовування зрошувальної мережі	м	4 274
Відновлення рослинного ґрунту	м <sup>3</sup>	38 466

### 5.2 Технологія виробництва будівельних робіт

Технологія виробництва будівельних робіт виконана згідно з нормативною документацією.

### 5.3 Кошторисна вартість будівництва ділянки зрошення

В цьому дипломному проекті кошториси складені за допомогою програмного комплексу АВК-3 (2.7.0). Результати розрахунку зведені в додаток Г, Д і Е. Кошторисна вартість по локальному кошторису № 6-1-1 склала 8697 тис. грн., за локальним кошторисом – 4631, за об'єктним кошторисом – 13328 тис. грн., за зведеним кошторисом – 15 183 тис. грн.

Для розрахунку вартості необхідних матеріалів і комплектуючих складають калькуляцію (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Калькуляція придбання матеріалів і комплектуючих

№ п/п	Назва матеріалу і комплектуючих	Одиниця виміру	Маса, кг	Ціна одиниці, грн.	Кількість	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	Труби поліетиленові ПЕ 63 SDR17,6: Ø 250 мм	м	10,8	790,60	4274	3379024,40
2	Шланг LFT: B-LAYFLAT 100 B-LAYFLAT 150	м		57,66	6650	383439,00
				99,00	1050	103950,00
3	Краплинна стрічка Aqua ТраXX ERA5081245	тис. м		1500,00	915	1372500,00
4	Кран стартовий для краплинної стрічки діаметром 16 мм	шт.		5,50	5520	30360,00
5	Трійник ГОСТ 17376-2001: 1-250×4-250×4 1-150×4-150×4	шт.	60,90	1546,00	8	12368,00
			25,70	652,42	16	10438,72

1	2	3	4	5	6	7
6	Засувка 30ч47бр: d=250 мм d=150 мм d=100 мм	шт.	199,5 78,3 34,8	4500,00 1200,00 3714,10	16 44 6	72000,00 52800,00 22282,60
7	Вентиль запірний муфтовий 10ч8р d=50 мм	шт.	5,60	387	5	1935,00
8	Фланець ГОСТ 12820-80: 250-10 200-10 100-10	шт.	10,65 8,05 4,73	619,90 262,78 223,12	160 5 6	99184,00 1313,90 1338,72
9	Заглушка стальна фланцева 200-10	шт.	8,05	748	5	3740,00
10	Заглушка стальна приварна: 17379-2001 219×5 273×7	шт.	3,64 4,51	211,9 285	5 5	1059,50 1425,00
11	Патрубок фланцевий ПЕ 63 SQR 17.6 d=250мм	шт.	2,94	215,22	80	17217,60
12	Патрубок стальний ГОСТ 10704-91: 273×7, L=2 м 219×4, L=2 м 219×4, L=0,3 м 159×4, L=1,8 м 108×4, L=2,4 м	шт.	66,10 42,40 6,63 27,52 32,2	2300,28 1475,52 230,72 440,35 515,23	18 5 5 8 6	41405,04 7377,60 1153,60 3522,80 30,91,38
13	Патрубок ст. з різьбою 3262-75* ГОСТ 3262-75* 60×3,5, L-0,1 м	шт.	0,28	9,75	5	48,75
14	Відвід ГОСТ 17375-2001: 90-108×5,0	шт.	3,1	41,66	1	41,66
15	Запобіжний скидний пристрій ПСУ-100	шт.	39,0	877,5	1	877,5
16	Кульовий вантуз ВМТ-100, d=100 мм	шт.	71,0	1597,50	5	7987,50
17	Піщано-гравійний фільтр F2000	шт.		26600	3	79800,00
18	Дисковий фільтр F2000	шт.		620	3	1860,00
19	Удобрювальний вузол Ventury	шт.		150	3	450,00
20	Насос НКМ-GE 100-250/270	шт.		306090	1	306090
21	Кільце стінове: КС 25-2	шт.		1250,00	16	20000,00
22	Плита перекриття: ПП 25-1-Б	шт.		1800,00	8	14400,00
23	Кришка КР-7,5	шт.		20,0	8	160,00
	<b>Разом</b>					<b>6 054 644,27</b>

1	2	3	4	5	6	7
6	Засувка 30ч47бр:	шт.				
	d=250 мм		199,5	4500,00	16	72000,00
	d=150 мм		78,3	1200,00	44	52800,00
	d=100 мм		34,8	3714,10	6	22282,60
7	Вентиль запірний муфтовий 10ч8р d=50 мм	шт.	5,60	387	5	1935,00
8	Фланець ГОСТ 12820-80:	шт.				
	250-10		10,65	619,90	160	99184,00
	200-10		8,05	262,78	5	1313,90
	100-10		4,73	223,12	6	1338,72
9	Заглушка стальна фланцева 200-10	шт.	8,05	748	5	3740,00
10	Заглушка стальна приварна: 17379-2001	шт.				
	219×5		3,64	211,9	5	1059,50
	273×7		4,51	285	5	1425,00
11	Патрубок фланцевий ПЕ 63 SQR 17.6 d=250мм	шт.	2,94	215,22	80	17217,60
12	Патрубок стальний ГОСТ 10704-91:	шт.				
	273×7, L=2 м		66,10	2300,28	18	41405,04
	219×4, L=2 м		42,40	1475,52	5	7377,60
	219×4, L=0,3 м		6,63	230,72	5	1153,60
	159×4, L=1,8 м		27,52	440,35	8	3522,80
	108×4, L=2,4 м		32,2	515,23	6	30,91,38
13	Патрубок ст. з різьбою 3262-75* ГОСТ 3262-75* 60×3,5, L=0,1 м	шт.	0,28	9,75	5	48,75
14	Відвід ГОСТ 17375-2001: 90-108×5,0	шт.	3,1	41,66	1	41,66
15	Запобіжний скидний пристрій ПСУ-100	шт.	39,0	877,5	1	877,5
16	Кульовий вантуз ВМТ-100, d=100 мм	шт.	71,0	1597,50	5	7987,50
17	Піщано-гравійний фільтр F2000	шт.		26600	3	79800,00
18	Дисковий фільтр F2000	шт.		620	3	1860,00
19	Удобрювальний вузол Ventury	шт.		150	3	450,00

20	Насос НКМ-GE 100-250/270	шт.		306090	1	306090
21	Кільце стінове: КС 25-2	шт.		1250,00	16	20000,00
22	Плита перекриття: ПП 25-1-Б	шт.		1800,00	8	14400,00
23	Кришка КР-7,5	шт.		20,0	8	160,00
	<b>Разом</b>					<b>6 054 644,27</b>

Отже, загальна вартість будівництва складе 15,183 млн. грн. або

$$\frac{15183}{132} = 115 \text{ тис. грн./га.}$$

## **6. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **6.1. Охорона праці**

Охорона праці включає розробку норм і правил безпеки, оцінку та мінімізацію ризиків, запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, а також контроль за дотриманням вимог безпеки.

Основні завдання охорони праці:

- Встановлення правил безпеки, включаючи використання захисного спорядження та навчання персоналу.
- Оцінка ризиків, таких як падіння, вплив струму чи контакт із шкідливими речовинами.
- Розробка профілактичних заходів і впровадження інноваційних рішень.
- Дослідження причин інцидентів для їх уникнення у майбутньому.
- Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.
- Співпраця з медичними установами для моніторингу здоров'я працівників.

Мета охорони праці — зменшення ризиків, запобігання травмам і забезпечення відповідності вимогам законодавства та стандартів.

### **6.2. Охорона праці при виконанні будівельних робіт.**

До основних небезпечних і шкідливих факторів умов праці належать несприятливі кліматичні умови, великі фізичні навантаження, пов'язані з підйомом важких предметів і ручною працею, а також неправильна поза тіла під час роботи, що може спричинити захворювання опорно-рухового апарату. Додатково впливають вібрація, яка шкодить кістково-м'язовій системі, та виробничий шум, що може викликати погіршення слуху і негативно впливати на психоемоційний стан. Недостатнє освітлення та вентиляція погіршують умови праці, впливаючи на зорову функцію і загальний комфорт. Окрему небезпеку становить робота з обладнанням під високою напругою чи тиском.

У холодний період робочий режим залежить від температури та швидкості руху повітря. Наприклад, при температурі до  $-25^{\circ}\text{C}$  передбачаються перерви на 10 хвилин кожну годину роботи (I категорія). При температурах від  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $-45^{\circ}\text{C}$  (III категорія) перерви тривають 15 хвилин і проводяться кожні 45 хвилин. Роботи при температурах нижче  $-45^{\circ}\text{C}$  та вітрі понад 12 м/с заборонені.

Електрообладнання підприємства має напругу 0,4 кВ, а основними споживачами є двигуни змінного струму частотою 50 Гц. Для забезпечення безпеки експлуатації передбачено ізоляцію струмоведучих частин, захист від доступу до них і блокування безпеки. Робота під напругою вимагає використання сухих і чистих ізоляційних засобів, які потрібно утримувати за спеціальні ручки. Важливо також уникати перекриття між фазами чи на землю.

Головним нормативним документом з електробезпеки є НПАОП 40.1-1.21-98. Виконання вимог забезпечує зниження ризиків та безпеку під час роботи з електрообладнанням. [28].

Безпечна експлуатація електродвигунів у нормальному режимі забезпечується такими заходами: використанням якісної ізоляції струмоведучих частин, забезпеченням їх недоступності для контакту, а також застосуванням спеціальних блокувальних пристроїв для захисту.

Під час роботи на струмопровідних частинах під напругою необхідно дотримуватися наступних правил:

- Використовувати тільки сухі та чисті ізоляційні засоби, які мають лакове покриття для забезпечення додаткового захисту.
- Тримати ізоляційні інструменти виключно за спеціальні ручки-захвати, не виходячи за межі обмежувального кільця, що запобігає контакту з небезпечними частинами.
- Розташовувати ізоляційні засоби так, щоб виключити можливість перекриття по поверхні між струмопровідними частинами різних фаз або на землю, що може викликати коротке замикання чи ураження електричним струмом.

Додатково, для зниження ризиків під час виконання робіт важливо перевіряти справність ізоляційних засобів перед використанням, дотримуватись безпечної відстані від струмоведучих частин та уникати роботи у вологих або небезпечних умовах. Знання цих правил та їх дотримання є обов'язковим для забезпечення безпеки працівників під час роботи з електрообладнанням.

### **6.3. Безпека при проведенні земляних робіт**

Будівництво зрошувальних систем включає виконання великої кількості технологічних операцій, пов'язаних із земляними роботами. Для котлованів і траншей глибиною до трьох метрів використовують інвентарні кріплення, розроблені за типовими проектами, а для виїмок глибиною більше трьох метрів встановлюють кріплення за індивідуальними проектами, які затверджує головний інженер будівництва.

Кріплення для траншей завглибшки до трьох метрів поділяються на три основні групи залежно від типу ґрунту. Горизонтальні кріплення з просвітом через одну дошку застосовуються в зв'язаних ґрунтах природної вологості. Суцільні вертикальні або горизонтальні кріплення використовують у сипучих ґрунтах із підвищеною вологістю. Шпунтові огорожі призначені для ґрунтів із великим припливом води; шпунти забивають нижче рівня дна виїмки. У траншеях глибиною більше п'яти метрів, а також у ґрунтах із значним зволоженням, кути укосів встановлюються відповідно до проєктної документації. В траншеях глибиною до п'яти метрів дозволяється працювати без кріплень у ґрунтах природної вологості за умови дотримання кута укосу відповідно до норм СНиП 12-04-2002.

Інвентарні кріплення мають переваги, серед яких збірність конструкцій, можливість установки без спуску у траншею, механізована збірка та розбірка, а також розрахунок міцності й стійкості елементів. Якщо використання інвентарних кріплень неможливе, стінки котлованів і траншей закріплюють за допомогою неінвентарних конструкцій, розроблених за індивідуальними проектами, затвердженими головним інженером будівництва.



Встановлення кріплень починається зверху і поступово продовжується вниз із поглибленням виїмки не більше ніж на пів метра. У нестійких ґрунтах нарощування кріплень проводять при заглибленні на 20–25 см. Верхня частина кріплень повинна виступати над бровкою виїмки не менше ніж на 15 см для забезпечення додаткової стійкості.

У випадках використання неінвентарного кріплення необхідно дотримуватись певних правил. Стійки встановлюють із відстанню між ними не більше ніж 1,5 метра, а розпірки розташовують через кожен метр. У кінцях розпірок обов'язково встановлюють дерев'яні бруски для забезпечення стійкості. При роботах у виїмках глибиною більше 1,8 метра на розпірках облаштовують настили-полиці, які додатково захищають бортовими дошками шириною не менше 15 см.

Під час роботи інструменти та викопаний ґрунт слід розміщувати з одного боку на відстані щонайменше 0,5 метра від бровки виїмки. Виявлені валуни, каміння або відшарування ґрунту, які можуть становити загрозу, необхідно негайно видалити для запобігання аварійним ситуаціям. Дотримання цих правил забезпечує безпеку під час виконання земляних робіт та ефективну організацію будівництва зрошувальних систем. [29, 27].

Для безпечного спуску та підйому в котловани і траншеї використовують драбини з поручнями або приставні сходи, але спуск по кріпленнях заборонено. Огородження встановлюють на відстані не менше 1 м від краю виїмки, а вночі додають освітлення. Перед роботою перевіряють стійкість укосів і кріплень.

Під час робіт необхідно стежити за станом укосів, а при появі тріщин працівників виводять із небезпечних зон. Роботи в зволжених укосах дозволяються лише після перевірки ґрунту. Засипання виїмок виконується шарами з поступовим ущільненням, а кріплення розбираються поступово, під наглядом.

Освітлення в котлованах має бути з напругою не більше 12 В. Труби до 80 кг спускають вручну за допомогою канатів, важчі – автокранами або спеціальними пристроями. Знаходження під вантажем під час його спуску або підйому заборонено. Дотримання цих правил гарантує безпечне виконання робіт. [29, 27].

#### **6.4. Безпека при гідравлічному випробуванні зрошувальної мережі**

При здачі в експлуатацію закритої зрошувальної мережі трубопроводи піддають випробуванням на герметичність і міцність. Відповідальність за дотримання вимог безпеки під час цих робіт покладається на керівника комісії, якому підпорядковуються всі працівники, включаючи інженерно-технічний персонал, незалежно від їхньої відомчої належності.

Учасники випробувань повинні чітко знати свої обов'язки, мати відповідний інвентар, інструменти і засоби індивідуального захисту. Перед початком робіт проводиться інструктаж на місці, що включає ознайомлення зі схемою ділянки трубопроводу, арматури, заглушок, допустимими нормами тиску та заходами безпеки.

Залежно від діаметра та матеріалу труб встановлюється зона охорони ділянки, де відбуваються випробування. Її межі позначають прапорцями через кожні 50 метрів, а для спостереження організовують пости з розрахунку один пост на 200 метрів трубопроводу. У зоні охорони не допускається перебування сторонніх осіб.

Попередні випробування підвідних трубопроводів проводять гідравлічним способом із тиском, що вдвічі перевищує робочий. Огляд трубопроводу дозволяється лише після вимкнення компресора або насоса і зниження тиску до безпечного рівня, зазначеного в умовах випробувань. Обладнання, яке використовується, розміщують за межами зони охорони. Контроль тиску здійснюють за манометрами, і у разі його підвищення через нагрівання повітря проводять коригування.

Ремонт трубопроводу або виправлення виявлених дефектів дозволяється лише після зниження тиску до атмосферного рівня. У разі несправностей обладнання, дефектів трубопроводів чи роз'ємних з'єднань випробування припиняють до усунення проблем.

Електропривідні насосні установки повинні бути заземлені. Забороняється торкатись струмопровідних частин під час їх роботи. Обслуговування та ремонт обладнання проводять тільки після його повної зупинки. При експлуатації компресорних станцій контролюють тиск і температуру повітря, своєчасно

видаляють конденсат із холодильників і ресиверів. Для очищення циліндрів, поршнів і клапанів використовують лише мильний розчин, уникаючи застосування легкозаймистих рідин, таких як бензин або дизельне паливо.

Заборонено проводити непередбачене інструкцією регулювання запобіжних клапанів чи пристроїв для створення вищого тиску, оскільки це може спричинити розрив обладнання та травмування працівників. Під час випробувань на кожному робочому місці необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки. Дотримання всіх вимог гарантує безпечне та ефективне проведення випробувань трубопроводів.

## **6.5. Охорона праці під час вирощування фундука**

Вирощування фундука (ліщини) як аграрної культури потребує дотримання заходів охорони праці, оскільки цей вид діяльності передбачає використання спеціалізованого обладнання, хімічних засобів захисту рослин, ручну працю та роботу на відкритій місцевості. Забезпечення безпечних умов праці під час вирощування фундука ґрунтується на відповідності законодавчим актам України у сфері охорони праці, таким як Закон України "Про охорону праці", Кодекс законів про працю України (КЗпП), а також галузевим нормам і правилам.

Відповідно до Закону України "Про охорону праці" (ст. 13), роботодавець зобов'язаний створити безпечні умови праці, забезпечити контроль за станом охорони праці та організувати навчання працівників. Основними заходами з охорони праці під час вирощування фундука є:

- забезпечення працівників відповідними засобами індивідуального захисту (рукавички, спецодяг, маски або респіратори для роботи з хімічними засобами);
- проведення обов'язкових інструктажів з охорони праці перед початком робіт (первинного, повторного, позапланового, цільового);
- організація медичних оглядів працівників, зайнятих на фізично важких або шкідливих роботах, відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України №246 від 21.05.2007.

Особливості робіт на відкритому повітрі також вимагають дотримання норм щодо тривалості робочого дня, гідратації працівників, надання перерв у разі високої температури повітря, що регламентується ст. 50-53 КЗпП.

На виробництві можуть застосовуватися машини для посадки саджанців, обрізання дерев, внесення добрив або обробки фундука засобами захисту рослин. Робота з технікою вимагає дотримання вимог Правил охорони праці під час експлуатації сільськогосподарської техніки (затверджених Наказом Мінсоцполітики №348 від 26.06.2017).

Основні вимоги під час роботи з технікою:

- Техніка повинна регулярно проходити технічний огляд.
- Оператор техніки повинен мати відповідну кваліфікацію та допуск до роботи.
- Під час технічного обслуговування обладнання працівники повинні використовувати індивідуальні засоби захисту.
- Забороняється експлуатація несправної техніки або виконання ремонтів на ходу.

Роботи з обрізання дерев передбачають використання бензопил чи іншого ріжучого інструменту, що вимагає підвищеної уваги до безпеки. Працівники повинні бути навчені техніки безпечного користування інструментом, а також носити захисні окуляри та рукавички.

Для захисту фундука від шкідників і хвороб широко використовуються пестициди та інші хімічні засоби. Ці роботи підпадають під дію ДСП 8.8.1.2.001-98 (Державних санітарних правил "Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві").

Обов'язковими заходами є:

- робота з пестицидами дозволяється лише працівникам, які пройшли навчання та мають відповідний дозвіл.
- під час внесення засобів захисту рослин працівники повинні використовувати спецодяг, гумові рукавички, чоботи, захисні окуляри або щиток, а також респіратор.
- забороняється проводити обробку вітряної погоди або за наявності осіб, які не беруть участі в роботі, ближче ніж на 300 метрів від місця обробки.

- роботодавець повинен організувати місце для санітарної обробки працівників (вмивання, зміна одягу) та забезпечити аптечку першої допомоги.

Після обробки ділянки пестицидами необхідно витримувати карантинний період, протягом якого перебування працівників на ділянці обмежене.

Під час роботи на відкритій місцевості важливим аспектом є захист працівників від несприятливих погодних умов. Відповідно до норм Санітарних правил при роботі на відкритих майданчиках:

- працівники повинні забезпечуватися питною водою, навісами для захисту від сонця, а в зимовий період — теплими приміщеннями для обігріву.

- у літній період необхідно забезпечити регулярні перерви в тіні для уникнення теплового удару.

- роботодавець повинен стежити за станом здоров'я працівників, організовуючи періодичні медичні огляди.

Керівник господарства повинен постійно контролювати дотримання працівниками правил техніки безпеки. Навчання з питань охорони праці повинно проводитися не рідше одного разу на рік, що передбачено ст. 18 Закону України "Про охорону праці". Працівники також мають бути поінформовані про ризики, пов'язані зі своєю роботою, та про можливі способи їх мінімізації.

Отже, підсумовуючи вище згадане, можна зробити висновок, що охорона праці під час вирощування фундука — це комплексний процес, що охоплює як організаційні, так і технічні заходи. Дотримання законодавчих вимог та впровадження сучасних методів безпеки не лише знижує ризики травматизму та професійних захворювань, але й підвищує ефективність роботи підприємства. Роботодавець зобов'язаний створити безпечні умови для роботи, а працівники — дотримуватись правил техніки безпеки.

Охорона праці під час будівництва зрошувальної системи для вирощування фундука є важливим етапом, що забезпечує безпеку працівників, збереження їхнього здоров'я та ефективність виконання робіт. Будівництво таких систем передбачає роботу з технікою, земляні роботи, транспортування матеріалів і монтаж трубопроводів, що супроводжується потенційними ризиками травмувань. Тому

організація робіт повинна відповідати вимогам Закону України "Про охорону праці", а також галузевим правилам безпеки.

Основними завданнями є проведення інструктажів з техніки безпеки, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (шоломи, рукавички, спецодяг), дотримання вимог безпеки під час використання будівельної техніки, такої як екскаватори та бульдозери. Важливим є регулярний технічний огляд обладнання, а також навчання операторів правилам його експлуатації. Окрему увагу слід приділяти роботі на висоті або у траншеях, де потрібно забезпечити укріплення стінок для уникнення обвалів.

Робота з матеріалами, такими як труби, фітинги або бетонні конструкції, вимагає організації безпечного складування та транспортування. Також важливим є зменшення негативного впливу погодних умов — наявність навісів, доступу до питної води в літній період та умов для обігріву взимку.

Використання електроінструментів вимагає відповідності їх ізоляції нормам безпеки, що регулюється Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Крім того, всі працівники, задіяні у будівництві зрошувальної системи, повинні проходити регулярні медичні огляди для контролю за станом здоров'я.

Дотримання заходів охорони праці дозволяє мінімізувати ризики нещасних випадків, сприяє продуктивній роботі та створює умови для безпечного завершення будівництва. Інвестиції у безпеку є запорукою довготривалого функціонування зрошувальної системи та сталого розвитку господарства.

## **7. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАНОЇ ДІЛЯНКИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.**

Фундуковий сад є важливим елементом сучасного агроландшафту, який поєднує економічні переваги з екологічною користю. Посадка саду такого типу сприяє не лише збільшенню виробництва горіхів, які мають високу харчову та економічну цінність, але й впливає на природне середовище в багатьох аспектах. Цей вплив може бути як позитивним, так і негативним, залежно від того, наскільки ретельно організовані роботи зі створення та догляду за садом.

Фундуковий сад сприяє покращенню локального мікроклімату, збагаченню ґрунту органічними речовинами, а також забезпечує укріплення ґрунту завдяки розгалуженій кореневій системі дерев. Крім того, насадження виконують роль природного вітрозахисту та створюють умови для покращення біорізноманіття. Однак, процес вирощування також може супроводжуватися певними екологічними викликами, зокрема впливом на водні ресурси та ґрунти через необхідність зрошення та використання хімічних засобів захисту.

Розглянемо основні аспекти впливу фундукового саду на клімат і мікроклімат, стан ґрунтів, а також поверхневі й ґрунтові води.

### **7.1 Оцінка впливу фундука на клімат та мікроклімат**

Фундуковий сад значною мірою впливає на формування локального мікроклімату завдяки особливостям деревної рослинності. Дерева фундука створюють ефект природного кліматичного регулятора. Їх густе листя затіняє ґрунт, зменшуючи його нагрівання влітку, що сприяє збереженню вологи та зниженню випаровування. Такий ефект корисний у регіонах з жарким та посушливим кліматом, де спостерігається висока температура повітря.

Окрім цього, насадження сприяють зменшенню різких коливань температур між днем і ніччю, забезпечуючи більш стабільний температурний режим. Дерева поглинають вуглекислий газ у процесі фотосинтезу, що сприяє зниженню концентрації парникових газів у повітрі. Відомо, що одна рослина здатна за рік

поглинути до кількох кілограмів CO<sub>2</sub>, і цей внесок може бути значним на великих площах садів.

Щодо вітру, густі ряди дерев діють як природний вітрозахисний бар'єр, що зменшує швидкість вітру. Це особливо актуально для захисту полів, розташованих поблизу, а також запобігання вітровій ерозії ґрунтів.

Яким чином можна покращити мікроклімат? Перш за все, слід ретельно планувати висадку дерев та передбачити їх густоту, що забезпечуватиме оптимальний баланс між затінком і доступом світла. По-друге, варто проаналізувати підбір сортів, щоб використовувати адаптовані до клімату регіону сорти, що сприяє ефективнішому поглинанню вуглекислого газу.

## **7.2 Оцінка впливу фундука на ґрунти**

Процеси створення фундукового саду можуть супроводжуватися певними впливами на ґрунтовий шар. Підготовчі земельні роботи, такі як оранка, розбивка ділянки на ряди та посадка дерев, тимчасово порушують природну структуру ґрунту. Це може збільшити ризики водної або вітрової ерозії, особливо в умовах схилів.

Зрошення, яке зазвичай використовується для підтримки насаджень, позитивно впливає на родючість ґрунту. Однак за неправильного проектування системи поливу можлива поява негативних наслідків: засолення, підтоплення та змивання верхнього родючого шару. Для уникнення цих ризиків необхідно використовувати системи крапельного зрошення, які забезпечують рівномірне постачання води без зайвого перевитрачання.

На ґрунтовий покрив впливають такі види проектної діяльності:

- використання краплинного зрошення на площі 5,4 га;
- збільшення втрати корисних біогенних органічних і мінеральних речовин через інтенсивне сільськогосподарське використання зрошуваної ділянки площею 5,4 га;



- підвищений ризик вторинного засолення та осолонцювання ґрунтів на площі 5,4 га через підняття мінералізованих ґрунтових вод у зоні стоку внаслідок зрошення.

Хімічна обробка для захисту дерев від шкідників і хвороб також може впливати на ґрунт. Надмірне використання пестицидів та добрив може призводити до накопичення токсичних сполук у ґрунтовому шарі, що впливатиме на його родючість та мікрофлору. Саме тому слід використовувати органічні добрива та мінімально токсичні засоби захисту рослин, застосовувати агротехнічні методи захисту ґрунту, такі як мульчування та сидерати, а також проводити регулярний моніторинг стану ґрунту для своєчасного виявлення проблем.

### **7.3 Оцінка впливу вирощування фундука на поверхневі та ґрунтові води**

Вплив фундукового саду на водні ресурси може мати як позитивні, так і потенційно негативні аспекти. З одного боку, завдяки своїй кореневій системі дерева сприяють покращенню інфільтрації води в ґрунт, що знижує поверхневий стік та ризики затоплення. Листяна підстилка, яка утворюється під деревами, також допомагає утримувати вологу в ґрунті, сприяючи зменшенню висихання.

Однак потреба у зрошенні може спричиняти додаткове навантаження на місцеві водні ресурси, особливо в районах із обмеженим водопостачанням. Для зменшення втрат води через випаровування або нерівномірний розподіл необхідно використовувати ефективні системи зрошення.

З іншого боку, надмірне використання хімікатів (гербіцидів, інсектицидів) може спричинити забруднення ґрунтових вод, якщо ці речовини проникатимуть у глибші шари ґрунту. Забруднення поверхневих вод можливе у випадку сильних дощів, які можуть змивати хімічні залишки з ґрунту в сусідні водойми.

Тому для зменшення негативного впливу вирощування фундука на водні ресурси проводиться оптимізація зрошення – застосовується система крапельного поливу та автоматизовані системи для економії води. Також треба постійно слідкувати за якістю води та проводити її контроль (перевірку вмісту хімічних сполук у воді, що використовується для зрошення, та уникнення її забруднення) та пам'ятати

про управління добривами (вносити добрива тільки в рекомендованих дозах і у встановлений час, щоб зменшити їх вимивання).

Найближчим водним об'єктом до зрошуваного масиву є річка Інгулець, яка приймає стік поверхневих вод, утворених під час дощів і танення снігу. Поверхневі води, що стікають із зрошуваної ділянки, можуть бути забруднені продуктами ерозії, хімічними добривами, пестицидами та отрутохімікатами. Річний обсяг винесеного сорбованого і розчиненого азоту поверхневим стоком розраховується за спеціальною мемодикою, яка містить зрошувану площу. Черезр незначну площу виноси поживних речовин незгачні і суттєвого впливу не виявлено.

## **8. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ**

У процесі проектування використовується широкий набір техніко-економічних показників, які дозволяють оцінити доцільність реалізації конкретного проекту. Головною метою розрахунку цих показників є надання кількісної основи для аналізу економічної ефективності будівництва зрошувальної системи та визначення її прибуткової доцільності через порівняння обчислених показників. До основних показників входять лише найбільші значення та узагальнені дані для кожної з ключових груп.

Основні техніко-економічні показники:

- Оцінка валової продукції (брутто) зібраного врожаю до та після використання зрошувальної системи, передбаченої проектом.
- Капітальні інвестиції на меліоративне будівництво з розрахунку на 1 га зрошувальної площі.
- Питомі щорічні витрати на експлуатацію меліоративної системи на 1 га.
- Собівартість 1 м<sup>3</sup> зрошувальної води.
- Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованих площах.
- Питомий розмір додаткового чистого доходу на 1 га (нетто).
- Термін окупності капітальних вкладень у меліоративне будівництво.

### **8.1 Розрахунок вартості валової продукції**

У таблиці 8.1 наведено порівняння вартості валової продукції до та після будівництва меліоративної системи на обраній ділянці. Вартість валової продукції без зрошення на обраній ділянці даного проекту складає в середньому 4,452 млн. грн. на рік, при зрошенні вона має збільшитися до 13,359 млн. грн. на рік. Зростання вартості валової продукції зумовлене підвищенням урожайності фундука завдяки створенню оптимального водного режиму в кореневому шарі.

Таблиця 8.1 – Вартість валової продукції

Обрана культура	Зрошувана площа, га	Урожайність, ц/га	Валова продукція, ц	Ціна за 1 ц, грн.	Вартість валової продукції
До проведення зрошувальних заходів					
Фундук	5,4	3800	20520	217	4452840
<b>Всього</b>	<b>5,4</b>		<b>20520</b>		<b>4 452 840</b>
Після проведення зрошувальних заходів					
Фундук	5,4	11400	61560	217	13358520
<b>Всього</b>	<b>5,4</b>		<b>61560</b>		<b>13 358 520</b>

Питома вартість валової продукції складає:

- без зрошення  $\frac{4452,84}{5,4} = 824,6$  тис. грн.;
- зі зрошенням  $\frac{13358,52}{5,4} = 2473,8$  тис. грн.

## 8.2 Затрати на будівництво і експлуатацію зрошувальної системи

Капітальні вкладення з меліоративного будівництва згідно складених кошторисів (п.5.6) будуть 15 183 тис. грн., або  $\frac{15183}{5,4} = 2 811,7$  тис. грн./га.

Щорічні меліоративні закртрати на експлуатацію

$$I = A + Tr + Kr + Zn + Эл + Оч + АГВ + In, \quad (8.1)$$

Результати розрахунку зведені в табл. 8.2.

Таблиця 8.2 – Щорічні внутрішньогосподарські витрати на меліорацію

Вид затрат	Сума затрат, тис. грн.		Структура витрат, %
	на всю площу	на 1 га	
Амортизаційні відрахування на відновлення	607,2	112,4	25,5
Затрати на поточний ремонт основних засобів	607,2	112,4	25,5
Затрати на капітальний ремонт	607,2	112,4	25,5
Заробітна платня робітників експлуатації зрошувальної системи	87,84	16,3	3,7
Вартість електроенергії	323,68	59,94	13,6
Адміністративно-господарські	21,96	4,06	0,9
Інші витрати	8,8	1,6	0,4
<b>Всього</b>	<b>2263,9</b>	<b>419,24</b>	<b>100,00</b>

Витрати на вирощування фундука згідно технології вирощування зведені в табл. 8.3 і 8.4.

Таблиця 8.3 - Щорічні затрати на внесення добрив

Вид дерев	Доза внесення добрив, кг/га			Потреба в добривах, кг/га			Площа, га	Затрати на придбання мінеральних добрив, грн.
	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	аміачна селітра	супер-фосфат	сульфат калію		
Фундук	120	60	150	343	300	300	5,4	105840
<b>Всього</b>							<b>5,4</b>	<b>105 840</b>

Таблиця 8.4 – Щорічні затрати на обробку гербіцидами

Культура	Площа, га	Кількість гербіцидів на одну обробку, л/га	Кількість обробок	Загальна потреба в гербіцидах, л.	Вартість гербіцидів, грн.	Затрати на обробку, грн.	Загальні затрати, грн.
Фундук	5,4	0,1	2	1,08	26460	52920	79380
<b>Всього</b>	<b>5,4</b>			<b>1,08</b>	<b>26 460</b>	<b>52 920</b>	<b>79 380</b>

Вартість збирання врожаю становить 250 грн за 1 центнер. Таким чином, витрати на збирання врожаю без зрошення складають:

$$3000 \cdot 250 = 750\,000 \text{ грн.}$$

При зрошенні ця сума зростає до:

$$8700 \cdot 250 = 2\,175\,000 \text{ грн.}$$

Сумарні сільськогосподарські затрати наведені в табл. 9.5.

Таблиця 8.5 – Сумарні затрати на вирощування і збирання врожаю, грн.

Культура	Площа, га	Обробіток	Внесення добрив	Обробка гербіцидами	Збирання врожаю	Загальні витрати
Без зрошення						
Фундук	5,4	209970	105840	79380	750000	1145190
<b>Всього</b>	<b>5,4</b>	<b>209970</b>	<b>105840</b>	<b>79380</b>	<b>750000</b>	<b>1145190</b>
Зі зрошенням						
Фундук	5,4	209970	105840	79380	2175000	2570190
<b>Всього</b>	<b>5,4</b>	<b>209970</b>	<b>105840</b>	<b>79380</b>	<b>2175000</b>	<b>2570190</b>

Питомі сільськогосподарські витрати для фундука складають

$$\frac{1145190}{5,4} = 212072 \text{ грн./га. При зрошенні вони зростають}$$

$$\frac{257190}{5,4} = 475961 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, загальні витрати без зрошення становлять тільки сільськогосподарські витрати у розмірі 1145,19 тис. грн.

Сумарні витрати при зрошенні складаються із сільськогосподарських та меліоративних, тобто  $2263,9 + 2570,19 = 4834,09$  тис. грн.

### 8.3 Прибуток і ефективність від зрошення

Чистий прибуток – різниця між вартістю валової продукції і сумарними витратами. В даному проекті:

- для випадку без зрошення ЧП =  $4452,84 - 1145,19 = 3307,65$  тис. грн.;
- для випадку зі зрошенням ЧП =  $13358,52 - 4834,09 = 8524,43$  тис. грн.

Додатковий чистий прибуток ДЧП =  $8524,43 - 3307,65 = 5216,78$  тис. грн.

Собівартість 1 м<sup>3</sup> зрошувальної води обчислюється шляхом ділення загальних витрат на експлуатацію меліоративної системи на сумарний обсяг спожитої системою води  $\frac{2263,9}{378} = 5,98$  грн./м<sup>3</sup>.

Рентабельність сільськогосподарської продукції на меліорованих землях розраховується як відсоткове відношення чистого прибутку після проведення меліорації до загальних витрат.

В даному проекті без зрошення  $\frac{3307,65}{4583,6} * 100 = 72,1$  %, зі зрошенням

$$\frac{8524,43}{9668,18} * 100 = 88,16 \%$$

Термін окупності капітальних вкладень (повернення одноразових інвестицій) обчислюється як відношення між капітальними витратами на будівництво та додатковим чистим доходом:

$$T = \frac{K}{\text{ДЧД}} = \frac{15183}{5216,78} = 2,91 \text{ роки.}$$

Результати розрахунку наведені в табл. 8.6.

Таблиця 8.6 – Основні техніко-економічні показники проекту

Показник	Одинця виміру	Без зрошення	Зі зрошенням
Вартість валової продукції	млн. грн.	4,453	13,358
Питома вартість валової продукції	тис. грн./га	824,6	2473,8
Капітальні вкладення по меліоративному будівництву	млн. грн.	–	15,183
Питомі капітальні вкладення	тис. грн./га	–	2811,7
Щорічні меліоративні витрати на експлуатацію	тис. грн.	–	2263,9
Питомі щорічні меліоративні витрати	тис. грн./га	–	419,24
Сільськогосподарські затрати	тис. грн.	1145	2570
Сумарні витрати	тис. грн.	1145	4834
Чистий прибуток	тис. грн.	3308	8524
Додатковий чистий прибуток	тис. грн.	–	5217
Собівартість 1 м <sup>3</sup> зрошувальної води	грн./м <sup>3</sup>	–	5,98
Рентабельність сільськогосподарського виробництва на меліорованих землях	%	72,1	88,16
Строк окупності капітальних затрат	років	–	2,91

## ВИСНОВОК

Проект системи краплинного зрошення фундукового саду у с. Богданівка Олександрійського району Кіровоградської області дасть можливість значно підвищити ефективність вирощування цієї культури. Зрошувана площа зрошуваної ділянки складає 5,4 га.

Для зрошення запропоновано використання краплинної стрічки Aqua TraXX ERA5081245. Діаметр краплинної трубки складає 16 мм, товщина стінки – 0,20 мм, відстань між емітерами – 30 см, витрата одного емітера – 1,14 л/год., загальна довжина краплинної стрічки – 916 тис. м.

Розрахований проектний режим зрошення запроектованої овочевої сівозміни на рік 85 %-ї забезпеченості за дефіцитом водоспоживання. При цьому враховувались особливості краплинного зрошення через частку площі живлення фундука. Тривалість одного поливу 2,6 і 6,5 годин. Гідромодуль укомплектованого графіка поливів складає 0,34 л/(с·га), максимальна витрата – 45,2 л/с. або 163 м<sup>3</sup>/год. Середньозважена зрошувальна норма складе 2850 м<sup>3</sup>/га. Загальне водоспоживання за зрошуваний сезон – 377 910 м<sup>3</sup>.

Зрошувальна мережа запроектована із пластмасових труб марки ПЕ 63 SQR17,6 S 8,3, що забезпечують нормальну роботу трубопроводів з тиском до 0,6 МПа. Діаметр труб залежно від розрахункової витрати складає: зовнішній – 250 мм, внутрішній – 222 мм, із товщиною стінки 10,8 мм. Для трубопроводів на ділянках застосовані стандартні гнучкі прийняті трубопроводи моделі B-LAYFLAT 100.

Для нормальної роботи зрошувальної мережі підібрані типові гідротехнічні споруди (8 розподільних колодязі з 16 засувками), 17 гідранти-водовипуски призначені для виводу води із розподільчих трубопроводів та подачі її до надземних ділянкових трубопроводів, 5 скидних пристрої, що забезпечують повний скид води на зиму або у випадку аварії та 3 вантузи.

Для забезпечення підготовки і очистки води підібрана фільтростанція, яка складається із 3-х гравійно-піщаних та 3-х дискових фільтрів. Для подачі розчину добрив передбачені 3-ри удобрювальні пристрої типу «Ventury».



Для забезпечення потрібного режиму роботи зрошувальної мережі підібраний моноблочний відцентровий насос з частотним регулюванням NKM-GE 100-250/270 від Італійської фірми DAB PUMPS із серії WATER-TECHNOLOGY. Це горизонтальний одноступеневий консольний насос з одностороннім підводом води до робочого колеса. Номінальна подача насоса 42,5 л/с (153 м<sup>3</sup>/год), напір – 22 м, кавітаційний запас – 5,0 м. Насос монтують з електродвигуном МЕС 160 L потужністю 15 кВт і частотою обертання робочого колеса 1450 хв<sup>-1</sup>. Габаритні розміри насосної установки 1030 × 530 × 640, маса – 255 кг.

Для будівництва зрошувальної мережі розроблена технологія будівництва, підраховані об'єми робіт. Підрахована кошторисна вартість будівництва ділянки зрошення, яка склала 15,183 млн. грн.

Для забезпечення нормальної роботи системи краплинного зрошення в проекті передбачені основні питання з її експлуатації: підготовка зрошувальної мережі до збереженні взимку і підготовка її до поливного сезону, експлуатація очисних споруд і зрошувальної системи, а також внесення добрив з поливною водою і оперативне планування поливів.

Дипломний проект також містить питання оцінки впливу на навколишнє середовище, а саме, на ґрунтовий покрив, поверхневі і ґрунтові води.

Проект містить питання безпечного проведення будівельних робіт та охорони праці при будівництві: безпека при проведенні земляних робіт; безпека при гідравлічному випробовуванні зрошувальної мережі; а також питання охорони праці під час роботи з технікою та добривами.

Розрахована економічна ефективність проекту ділянки зрошення. При цьому встановлені вартість валової продукції зі зрошенням досягнуть більше 13 млн. грн., щорічні меліоративні витрати – 2 264 тис. грн., сільськогосподарські витрати – 2 570 тис. грн., сумарні витрати на виробництво продукції складуть 4,824 млн. грн, чистий прибуток –8 524 млн. грн., а додатковий чистий прибуток – 5,217 млн. грн., собівартість 1 м<sup>3</sup> води – 5,98 грн., рівень рентабельності сільськогосподарського виробництва – 88,16 %, строк окупності капітальних затрат – 2,91 років.

## ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Планета Земля. URL: <https://earth.google.com/> (дата звернення 02.09.2024).
2. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення 02.09.2024).
3. Держгеокадастр. URL: <https://kirovohradska.land.gov.ua/> (дата звернення 04.09.2024).
4. Гідрологія України. URL: <https://ekhnuir.karazin.ua/> (дата звернення 05.09.2024).
5. Центральна геофізична обсерваторія. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/> (дата звернення 07.09.2024).
6. Кліматичні умови, географічні карти. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/climate.html> (дата звернення 12.09.2024)
7. Метеопіст. URL: <https://meteopost.com/weather/archive/> (дата звернення 12.09.2024)
8. Західний сад. URL: <https://zahid-sad.com/funduk-trapezund> (дата звернення: 03.10.2024).
9. Сонце сад. URL: <https://soncesad.com/statti/plodovi/funduk/agrotexnika-viroshhuvannya-funduka.html> (дата звернення: 04.10.2024).
10. Ідея сад. URL: <https://idea-sad.com.ua/ua/blog/tehnologiya-vyraschivaniya-funduka-shema-posadki-i-uhod> (дата звернення: 04.10.2024).
11. Математика Агробізнесу. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/876-matematika-agrobiznesu-viroshchuvannya-funduka> (дата звернення: 06.10.2024).
12. oGorodniki. URL: <https://ogorodniki.com/uk/article/viroshchuvannya-funduka-lishchini-trapezund-opis-dogliad-rozmnozhenia-ta-korist> (дата звернення: 08.10.2024).
13. Зелена садиба. URL: <https://zelenasadyba.com.ua/sad-i-gorod/pro-viroshhuvannya-funduka.html> (дата звернення: 01.09.2024).
14. Настанова. URL: <https://nastanova.com/cikavo/viroshhuvannya-funduka-na-dachi-posadka-sadzhancya-i-doglyad-u-vidkritomu-grunti.html> (дата звернення: 03.08.2024)
15. Миколаївський фундук. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Pa0gmZvK518> (дата звернення 06.09.2024)

16. Журнал Agroexpert. URL: <https://agroexpert.ua/> (дата звернення 02.09.2024)
17. Паламарчук М.М. Водний фонд України: Довідковий посібник / М.М. Паламарчук, Н.Б. Закорчевна // За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. – К.: Ніка-Центер, 2001. – 392 с. (дата звернення 03.10.2024)
18. Програмний комплекс WATER (розрахунок режиму зрошення і техніки поливу сільськогосподарських культур). Експлуатаційна документація. ДДАЕУ. Дніпро – 2016. – 100 с. (дата звернення 18.10.2024)
19. Програмний комплекс PipeLine (Проектування розрахунок закритої зрошувальної мережі). Експлуатаційна документація. ДДАЕУ. Дніпро, 2024. – 81 с.
20. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія [за ред.. С.А. Балюка, І.М. Ромащенко, Р.С. Трускавецького]. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 668 с. (дата звернення 02.11.2024)
21. Доценко В.І. Розрахунок режимів зрошення сільськогосподарських культур. «Навчальний посібник / В.І. Доценко, В.Ю. Запорожченко, В.В. Коваленко, Д.М. Онопрієнко, І.Ю. Шинкаренко. – Дніпро: ДДАЕУ, 2023. – 356 с.» (дата звернення 06.11.2024)
22. «Рокочинський А.М. Проектування закритих зрошувальних систем: Навчальний посібник / А.М. Рокочинський, Ю.І. Гринь, В.І. Доценко, П.І. Мендусь, В.В. Коваленко, С.М. Кропивко, Л.М. Рудаков, А.В. Ткачук // За ред. проф. А.М. Рокочинського та проф. Ю.І. Гриня. – Рівне: НУВГП – Дніпропетровськ: ДДАУЕУ, 2015. – 374 с.» (дата звернення 08.12.2024)
23. Паламарчук М.М. Водний фонд України: Довідковий посібник / М.М. Паламарчук, Н.Б. Закорчевна // За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. – К.: Ніка-Центер, 2001. – 392 с. (дата звернення 09.12.2024)
24. Меліоративні системи та споруди. ДБН В.2.4-1-99. – К.: Держбуд України, 2000. – 180 с.
25. Водоспоживання, режим зрошення сільськогосподарських культур і технологічне обґрунтування водозабезпеченості меліоративних систем. Посібник

до ДБН В.2.4-1-99. – К.: Державний комітет по водному господарству України і Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2001. – 54 с.»

25. Беліков А.С. (2007). Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів України III-IV рівня акредитації / А.С. Беліков, А.І. Касьянов, С.П. Дмитрюк, Л.Д. Устимович, С.Г. Годяєв, В.А. Голендер // Під ред. А.С. Белікова. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2007. – 494 с.
26. Крикунок Г.М. (1994). Охорона праці в будівництві: Навч. посібник / Г.М. Крикунов, П.Т. Резніченко. – К.: ІСДО, 1994. – 272 с.
27. НПАОП 40.1-1.21-98 Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
28. Пушкарь А.Д. Охорона праці в меліоративному будівництві: Кор. дов. / А.Д. Пушкарь – К.: Урожай, 1989. – 128 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

Таблиця А1 – для побудови графіку поливів Червня

Культура	№пол.	№діл.	Дата час	Трив.год	Витрата, л/с
Фундук	1	1	01.06.2024 08:00:00	8	0,7
	1	2	01.06.2024 16:00:00	8	
	1	3	02.06.2024 00:00:00	8	
	1	4	02.06.2024 08:00:00	8	
	1	5	02.06.2024 16:00:00	8	
	1	6	03.06.2024 00:00:00	8	
	1	7	03.06.2024 08:00:00	8	
	1	8	03.06.2024 16:00:00	8	
	1	9	04.06.2024 00:00:00	8	
	2	1	13.06.2024 08:00:00	8	
	2	2	13.06.2024 16:00:00	8	
	2	3	14.06.2024 00:00:00	8	
	2	4	14.06.2024 08:00:00	8	
	2	5	14.06.2024 16:00:00	8	
	2	6	15.06.2024 00:00:00	8	
	2	7	15.06.2024 08:00:00	8	
	2	8	15.06.2024 16:00:00	8	
	2	9	16.06.2024 00:00:00	8	
	3	1	24.06.2024 08:00:00	8	
	3	2	24.06.2024 16:00:00	8	
	3	3	25.06.2024 00:00:00	8	
	3	4	25.06.2024 08:00:00	8	
	3	5	25.06.2024 16:00:00	8	
	3	6	26.06.2024 00:00:00	8	
	3	7	26.06.2024 08:00:00	8	
	3	8	26.06.2024 16:00:00	8	
	3	9	27.06.2024 00:00:00	8	

## Продовження додатку А

Таблиця А2 – для побудови графіку поливів Липня

Культура	№пол.	№діл.	Дата час	Трив.год	Витрата, л/с
Фундук	4	1	03.07.2024 08:00:00	8	0,7
	4	2	03.07.2024 16:00:00	8	
	4	3	04.07.2024 00:00:00	8	
	4	4	04.07.2024 08:00:00	8	
	4	5	04.07.2024 16:00:00	8	
	4	6	05.07.2024 00:00:00	8	
	4	7	05.07.2024 08:00:00	8	
	4	8	05.07.2024 16:00:00	8	
	4	9	06.07.2024 00:00:00	8	
	5	1	13.07.2024 08:00:00	8	
	5	2	13.07.2024 16:00:00	8	
	5	3	14.07.2024 00:00:00	8	
	5	4	14.07.2024 08:00:00	8	
	5	5	14.07.2024 16:00:00	8	
	5	6	15.07.2024 00:00:00	8	
	5	7	15.07.2024 08:00:00	8	
	5	8	15.07.2024 16:00:00	8	
	5	9	16.07.2024 00:00:00	8	

Таблиця А3 – для побудови графіку поливів Вересня

Культура	№пол.	№діл.	Дата час	Трив.год	Витрата, л/с
Фундук	9	1	17.09.2024 08:00:00	8	0,7
	9	2	17.09.2024 16:00:00	8	
	9	3	18.09.2024 00:00:00	8	
	9	4	18.09.2024 08:00:00	8	
	9	5	18.09.2024 16:00:00	8	
	9	6	19.09.2024 00:00:00	8	
	9	7	19.09.2024 08:00:00	8	
	9	8	19.09.2024 16:00:00	8	
	9	9	20.09.2024 00:00:00	8	

Продовження додатку А

Таблиця А4 – для побудови графіку поливів Серпня

Культура	№пол.	№діл.	Дата час	Трив.год	Витрата, л/с
Фундук	6	1	01.08.2024 08:00:00	8	0,7
	6	2	01.08.2024 16:00:00	8	
	6	3	02.08.2024 00:00:00	8	
	6	4	02.08.2024 08:00:00	8	
	6	5	02.08.2024 16:00:00	8	
	6	6	03.08.2024 00:00:00	8	
	6	7	03.08.2024 08:00:00	8	
	6	8	03.08.2024 16:00:00	8	
	6	9	04.08.2024 00:00:00	8	
	7	1	09.08.2024 08:00:00	8	
	7	2	09.08.2024 16:00:00	8	
	7	3	10.08.2024 00:00:00	8	
	7	4	10.08.2024 08:00:00	8	
	7	5	10.08.2024 16:00:00	8	
	7	6	11.08.2024 00:00:00	8	
	7	7	11.08.2024 08:00:00	8	
	7	8	11.08.2024 16:00:00	8	
	7	9	12.08.2024 00:00:00	8	
	8	1	22.08.2024 08:00:00	8	
	8	2	22.08.2024 16:00:00	8	
	8	3	23.08.2024 00:00:00	8	
	8	4	23.08.2024 08:00:00	8	
	8	5	23.08.2024 16:00:00	8	
	8	6	24.08.2024 00:00:00	8	
	8	7	24.08.2024 08:00:00	8	
	8	8	24.08.2024 16:00:00	8	
	8	9	25.08.2024 00:00:00	8	