

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

## бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Розробка проектів системи освітлення та їх модернізації універсальних  
спортивних майданчиків у м. Тернопіль

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТ-41  
спеціальності 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(шифр і назва спеціальності)

Дідух П.Р.

(підпис)

Костів А.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Лупенко А.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Коваль В.П.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Коваль В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Дідуху Павлу Романовичу, Костіву Анатолію Юрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка проектів системи освітлення та їх модернізації універсальних спортивних майданчиків у м. Тернопіль

Керівник роботи Лупенко Анатолій Миколайович, д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2024 року № 4/7-50

2. Термін подання студентом завершеної роботи червень 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Плани майданчиків

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Презентація

2.

3.

4.

5.

6.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Гурик О.Я., к.т.н., доцент кафедри МТ		
Нормоконтроль	Коваль В.П., к.т.н., завідувач кафедри ЕІ		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2024 року \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.03.2024	
2	Аналітичний розділ	28.03.2024	
3	Проектно-конструкторський розділ	30.04.2024	
4	Розрахунковий розділ	30.05.2024	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2024	
6	Загальні висновки	03.06.2024	
7	Оформлення пояснювальної записки	05.06.2024	
8	Оформлення графічної частини	06.06.2024	

Студент \_\_\_\_\_ Дідух П.Р.  
 \_\_\_\_\_ Костів А.Ю.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Лупенко А.М.  
 \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)  
 (підпис)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ–41. - Т. : ТНТУ, 2024.

Стор. 82; рис. 41; табл. 20; креслень -; джерел 14; додатків 0.

Робота бакалавра виконана згідно завдання на тему: «Розробка проектів системи освітлення та їх модернізації універсальних спортивних майданчиків у м. Тернопіль».

Метою кваліфікаційної роботи є розробка проектів системи освітлення та їх модернізації універсальних спортивних майданчиків у м. Тернопіль.

Проведено обстеження існуючих систем освітлення спортивних майданчиків м. Тернополя. Проведено вибір світлових приладів на прикладі світильників ДТУ18У, ДКУ41У, ДО72У. Проведено вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення універсальних спортивних майданчиків. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. 15 квітня, 35. Запропоновано систему освітлення, в якій світлові прилади встановлюватимуться на нових опорах. Розглянуто випадок застосування світлових приладів прожекторного типу ДО72У (модель А), зовнішній вигляд якого є аналогічним до зовнішнього вигляду світильників типу ДТУ18У. Для оцінки рівня засліплення введено в проект в пакеті DIALux віртуального GR спостерігача, висота очей якого становить 1,5 м, і котрий знаходиться в центрі ігрового майданчика. Виконано також розрахунок для системи освітлення, в якій замість прожекторів використовуються світильники вуличного освітлення. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Лесі Українки, 17. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Купчинського, 1.

Ключові слова: система освітлення, спортивний майданчик, модернізація.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Системи освітлення спортивних майданчиків	9
1.2 Вимоги до освітлення спортивних майданчиків	16
1.3 Постановка задач	17
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Обстеження існуючих систем освітлення спортивних майданчиків м. Тернополя	18
2.1.1. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. 15 квітня, 35.	18
2.1.2. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Лесі Українки, 17	18
2.1.3. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Купчинського, 1	19
2.1.4. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Київська, 8	19
2.1.5. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Старий Ринок, 1	20
2.1.6. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Білецька, 1	20
2.2 Вибір світлових приладів.	27
2.2.1 Світильник ДТУ18У.	27
2.2.2 Світильник ДКУ41У	29
2.2.3 Світильник ДО72У	31
2.3 Висновки до Розділу 2	34

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	35
3.1 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення універсальних спортивних майданчиків	35
3.2 Світлотехнічний розрахунок систем освітлення універсальних спортивних майданчиків	35
3.2.1 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. 15 квітня, 35	36
3.2.2 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Лесі Українки, 17	49
3.2.3 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Купчинського, 1	52
3.2.4 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Київська, 8	56
3.2.5 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Старий Ринок, 1	60
3.2.6 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Білецька, 1	64
3.3 Висновки до Розділу 3	68
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	71
4.1 Долікарська допомога при переломах	71
4.2 Методи боротьби з монотонністю праці на виробництві	72
4.3 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок	75
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	81

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Система освітлення для універсального спортивного майданчика повинна бути добре продумана, оскільки вона впливає на зручність і безпеку користувачів у різних умовах.

При проектуванні такої системи потрібно враховувати ключові аспекти. Світловий потік і розподіл світла - важливо врахувати рівномірність освітлення по всьому майданчику, щоб уникнути тіней і сліпучого блиску для гравців.

Керування освітленням - система повинна мати можливість регулювати яскравість світла в залежності від часу доби і погодних умов. Це може включати автоматичне ввімкнення в змінні погодні умови і програмування режимів освітлення для різних видів спортивних змагань.

Енергоефективність - використання LED-освітлення може значно знизити енергоспоживання порівняно з традиційними джерелами світла, забезпечуючи при цьому якісне освітлення.

Довговічність і обслуговування - вибір компонентів з довгим терміном служби і простим доступом для обслуговування зменшить витрати на експлуатацію і забезпечить безперебійну роботу системи.

Ергономіка та безпека - освітлення повинно бути розташоване таким чином, щоб не створювати сліпучого блиску для гравців і не відбивати світло від поверхні майданчика, що може впливати на їхній виступ.

Урахування специфіки спортивних ігор - для різних видів спорту можуть потребуватися різні рівні освітлення і специфічні вимоги щодо розміщення світильників.

Система керування і моніторингу - можливість віддаленого керування і моніторингу стану системи дозволить оперативно виявляти та вирішувати проблеми.

Проектування системи освітлення для універсального спортивного майданчика є комплексним завданням, яке потребує уваги до деталей і залучення фахівців у галузі освітлення та спортивних конструкцій.

Тому, розробка проектів системи освітлення та їх модернізації універсальних спортивних майданчиків у м. Тернопіль є актуальною задачею.

**Метою кваліфікаційної роботи** розробка проектів системи освітлення та їх модернізації універсальних спортивних майданчиків у м. Тернопіль.

**Завдання:**

1. Провести обстеження існуючих систем освітлення спортивних майданчиків м. Тернополя
2. Провести вибір світлових приладів.
3. Провести вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення універсальних спортивних майданчиків.
4. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. 15 квітня, 35.
5. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Лесі Українки, 17.
6. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Купчинського, 1.
7. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Київська, 8.
8. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Старий Ринок, 1.
9. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Білецька, 1.



## 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Освітлення малої або великої спортивної споруди починається з проекту, який ґрунтується на нормативно-правових актах у сфері охорони праці, пожежної безпеки та санітарно-епідеміологічних нормах. Ситуація з нормативами освітленості спортивних споруд досить складна порівняно з об'єктами загальної інфраструктури, що пояснюється специфікою окремих видів спорту, різною місткістю залів, графіком роботи, можливістю прямих репортажів [4]

Багато будівельних організацій до цих пір керуються вимогами стандарту БСН-1-73, який був прийнятий ще в 1973 році і без змін діє досі. Більшість фахівців вважають стандарти стандарту морально застарілими та незавершеними, тому вдаються до допомоги європейського стандарту EN 12193 та інших нормативних документів, прийнятих спортивними організаціями, такими як УЄФА, ФІФА, МОК

Якими нормами краще всього керуватись:

1. Якщо спортивний майданчик не призначений для проведення турнірів та змагань регіонального та державного рівнів, то можна керуватися вимогами БСН-1-73 та нормами європейського стандарту EN 12193 [1].

2. Якщо плануються регіональні або національні турніри, то краще керуватися вимогами та рекомендаціями тих чи інших спортивних асоціацій. У футболі – це УПЛ (Українська професійна ліга), яка посилається на нормативні вимоги УЄФА. Але все залежить від конкретного випадку, тому перед проектуванням потрібно ретельно вивчити характеристики об'єкта.

При розробці проекту освітлення необхідно враховувати:

1. вид спорту (командний або індивідуальний);
2. особливості експлуатації стадіону;
3. кількість місць для сидіння та місць для сидіння вболівальників.

Навіть рівень освітлення допомагає вам бачити. У спортивних спорудах вимога рівномірного освітлення є, можливо, більш важливою, ніж на будь-якому іншому місці. Рівномірне освітлення допомагає чітко і яскраво, без відблисків, бачити рухи спортивного обладнання, а також межі ігрових зон [13].

Освітлення без відблисків створює безпеку. Світло повинно бути рівномірним і без відблисків, тому що ігрові ситуації повинні спостерігатися чітко. У гіршому випадку яскраві джерела світла можуть спричинити нещасні випадки, наприклад, коли швидкий м'яч наближається до гравця з боку яскравого світла. Одним із основних методів освітлення без відблисків є освітлення з достатньо великої площі поверхні. Оптичні рішення в світильниках також впливають на відблиски [4].

Потреби в освітленні закритих і відкритих спортивних споруд відрізняються. Тим не менш, мета та сама: достатня кількість рівномірного світла без відблисків, коли об'єкти використовуються.

Якість світла є важливим елементом для телепродукції. Завдяки якісному освітленню на трансляціях матчів немає знебарвлення, а камери не потрібно переналаштовувати навіть за особливих обставин. Завдяки оптимізованому освітленню телевізійна аудиторія та глядачі матчу можуть насолоджуватися якісним зображенням.

### **1.1 Системи освітлення спортивних майданчиків.**

Освітлення являється невіддільною частиною будь-якої спортивної будівлі. Кожен спортивний об'єкт: чи це шкільний стадіон, футбольне поле, бадмінтонний майданчик, волейбольний майданчик, майданчик для баскетболу, корт для тенісу або ігровий комплекс для дітей, вимагає комфортного та якісного освітлення для гри. Важливим фактором являється розташування приладів освітлення, які впливають на комфорт відвідувачів та якість гри [8].



Рисунок 1.1.

Освітлення таких майданчиків має відбуватися згідно з встановленими вимогами та нормативними документами, що прописані у [2]. У [2] прописані параметри освітлення для того, щоб проводити проектування та контролю встановлення відповідного спортивного освітлення: рівномірність освітлення, освітленість, сліпуча дія.



Рисунок 1.2.

Тенісисти дивляться зазвичай уздовж ігрового майданчика, проте дуже часто їхній погляд спрямований прямо над гравцем. Це не дає змогу розміщувати прожектори та світильники корту для тенісу над ігровим майданчиком. Глядачі переважно розташовуються вздовж бокових сторін майданчику. М'яч при цьому швидко переміщується перед очима глядачів. Тому, споглядання м'яча увесь час здійснюється на фоні предметів із різною яскравістю (трибун, майданчику, огорожі). Дуже важкі умови для зору глядачів та гравців вимагають освітленості кортів для тенісу із підвищеними рівнями.



Рисунок 1.3.

Встановлення верхньо-бокового освітлення виконують з використання підвісних спортивних прожекторів та світильників. Дане обладнання має розташовуватися вздовж бокових ліній спортивного майданчику та мати нахил у сторону поздовжньої осі. Варто у цьому випадку використовувати прожектори-кососвітло.

Окрім мінімальної освітленості під час проектування освітлення майданчика потрібно слідкувати за його рівномірністю. Якщо гра передбачає трансляцію по телевізору, тоді вимоги до освітлення будуть встановлюватися значно вищого рівня, ніж середній.



Рисунок 1.4.

Під час освітлення футбольних стадіонів використовуються лінійні, щоглові, змішані системи.

Щоглові системи застосовують в варіанті чотирьох опор, які встановлені по кутах поля. Вимоги до таких систем освітлення можуть бути реалізовані із використанням установки високих щогл. В залежності від їх місця розташування, їх висота може сягати 80 метрів та навіть більше, для того щоб обмежувати сліпучу дію прожекторів. Така система з чотирьох опор використовується у поєднанні із групами прожекторів, які встановлюються на опорах, козирках.

Цей спосіб використовується під час освітлення невеликих спортивних майданчиків, на яких висота щогл є невеликою.



Рисунок 1.5.

Лінійні системи означають встановлення прожекторів уздовж довгих сторін футбольного поля над трибунами на козирку, або на спеціальних конструкціях для цього. Глибина тіней під час використання такої системи зменшується.

При проектуванні систем футбольного освітлення потрібно уникати створення на футбольному полі тіней, причинених козирками трибун. Потрібно передбачити світлове огороження прожекторних щогл.



Рисунок 1.6.



## 1.2. Вимоги до освітлення спортивних майданчиків

Ключовою вимогою до освітлення спортивних майданчиків (арен) являється коефіцієнт пульсації. Коефіцієнт пульсацій (фактор) дуже сильно впливає на показники спортсменів та відповідно на хід спортивних змагань [11].

Значення рекомендованого показника для спортивних об'єктів складає 15%. В той момент, коли світлодіодні освітлювальні прилади можуть забезпечити пульсацію світлового потоку на рівні, меншому за 1%, то в люмінесцентних лампах (ЛЛ) та інших типах ламп даний коефіцієнт дуже часто досягає навіть 40%.

Цей результат робить LED прожектори вигідними та оптимальним для використання у системах освітлення спортивних майданчиків.

Під час організації освітлення спортивних об'єктів необхідно орієнтуватися на вимоги та норми асоціацій та федерацій згідно конкретного виду спортивних змагань. Окрім коефіцієнта пульсації, також важливими вимогами, які ставляться до футбольних стадіонів, тенісних кортів, льодових палаців та баскетбольних майданчиків являється [10]:

1. Відсутність ефекту засліплення;
2. Рівномірний розподіл світлового потоку;

Проектантам систем освітлення спортивних майданчиків (комплексів), перед закупівлею і встановленням освітлювальних приладів потрібно ретельно усе планувати. Під час цього потрібно враховувати тип майданчика (закритий чи відкритий), його розміри.

### 1.3. Постановка задач

1. Провести обстеження існуючих систем освітлення спортивних майданчиків м. Тернополя
2. Провести вибір світлових приладів.
3. Провести вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення універсальних спортивних майданчиків.
4. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. 15 квітня, 35.
5. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Лесі Українки, 17.
6. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Купчинського, 1.
7. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Київська, 8.
8. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Старий Ринок, 1.
9. Провести розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Білецька, 1.

## **2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **2.1 Обстеження існуючих систем освітлення спортивних майданчиків м. Тернополя**

У системах освітлення спортивних майданчиків м. Тернополя використовуються світлові прилади на базі як напівпровідникових, так й розрядних джерел світла [9].

По встановлених системах освітлення спортивні майданчики можна умовно поділити на спортивні освітлені майданчики, неосвітлені та недостатньо освітлені спортивні майданчики.

#### **2.1.1. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. 15 квітня, 35.**

Зображення спортивного майданчика та його системи освітлення представлено на рисунку 2.1.

Система освітлення даного майданчика забезпечується трьома світловими приладами на основі натрієвих ламп високого тиску, розміщених на опорах на висоті 12 метрів, дві з яких поблизу огорожі і ще одна на території ДНЗ №9 на відстані 10 м від огорожі спортивного майданчика. Крім того, основне призначення світлових приладів на цій опорі є освітлення пішохідної доріжки, котра проходить вздовж спортивного майданчика.

#### **2.1.2. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Лесі Українки, 17.**

Зображення спортивного майданчика та його системи освітлення представлено на рисунку 2.2.

Світлові прилади системи освітлення ігрової зони спортивного майданчика по вулиці Лесі Українки 17, розміщені на опорах на висоті 6 м, в якості джерел світла використовуються розрядні лампи, а опори встановлено таким чином:

- 4 опори по кутах на відстані 0,5 м від огорожі спортивного майданчика;
- дві з них по середині бокових сторін огорожі.

### **2.1.3. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Купчинського, 1**

Зображення спортивного майданчика та його системи освітлення представлено на рисунку 2.3.

Спортивний майданчик по вулиці Купчинського 1, можна віднести до категорії неосвітлених об'єктів. Хоча там встановлено поблизу огорожі дві опори із напівпровідниковими світловими приладами, проте відстань від опор до спортивного майданчика та напрями свічення цих світлових приладів не дозволяють повністю освітлювати ігрову зону майданчика.

### **2.1.4. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Київська, 8**

Зображення спортивного майданчика та його системи освітлення представлено на рисунку 2.4.

З зображень системи освітлення спортивного майданчика по вул. Київська, 8 видно, що застосовуються світлові прилади із розрядними джерелами світла, встановлені над краями ігрової зони майданчика на висоті 12 метрів. Опори встановлено наступним чином:

1. Вздовж бокових сторін – по 3 опори на кожну сторону
2. Посередині лицевих сторін по одній опорі.

### **2.1.5. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Старий Ринок, 1**

Зображення спортивного майданчика та його системи освітлення представлено на рисунку 2.5.

При обстеженні спортивного майданчика по вулиці Старий Ринок, 1, встановлено, що ігрова зона спортивного майданчика не освітлюється, причому опор для освітлення не встановлено.

### **2.1.6. Обстеження існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. Білецька, 1**

Зображення спортивного майданчика та його системи освітлення представлено на рисунку 2.6.

При обстеженні спортивного майданчика по вулиці Білецька, 1, встановлено, що ігрова зона спортивного майданчика не освітлюється, причому опор для освітлення не встановлено.



Рисунок 2.1 – Спортивний майданчик за адресою вул. 15 квітня, 35



Рисунок 2.2 – Спортивний майданчик за адресою вул. Лесі Українки, 17



Рисунок 2.3 – Спортивний майданчик за адресою вул. Купчинського, 1





Рисунок 2.4 – Спортивний майданчик за адресою вул. Київська, 8



Рисунок 2.5 – Спортивний майданчик за адресою вул. Старий Ринок, 1



Рисунок 2.6 – Спортивний майданчик за адресою вул. Білецька, 1

## 2.2 Вибір світлових приладів.

### 2.2.1 Світильник ДТУ18У.

Загальний вигляд світильника ДТУ18У представлено на рис. 2.7 [5].



Рисунок 2.7 - Загальний вигляд світильника ДТУ18У.

Номинальна напруга живлення – 220 AC; 200 DC;

Джерело світла – світлодіоди;

Потужність - 25; 40; 60; 80; 100; 120; 150; 200;

Клас електрозахисту – I;

Ступінь пилевологозахисту – IP67;

Корельована колірна температура (CCT) – 4000K;

Механічна стійкість – M1;

Коефіцієнт потужності (PF) – 0,95;

Температура навколишнього середовища - -40°C...+40°C (Y1);

Монтажна схема представлена на рисунку 2.8.

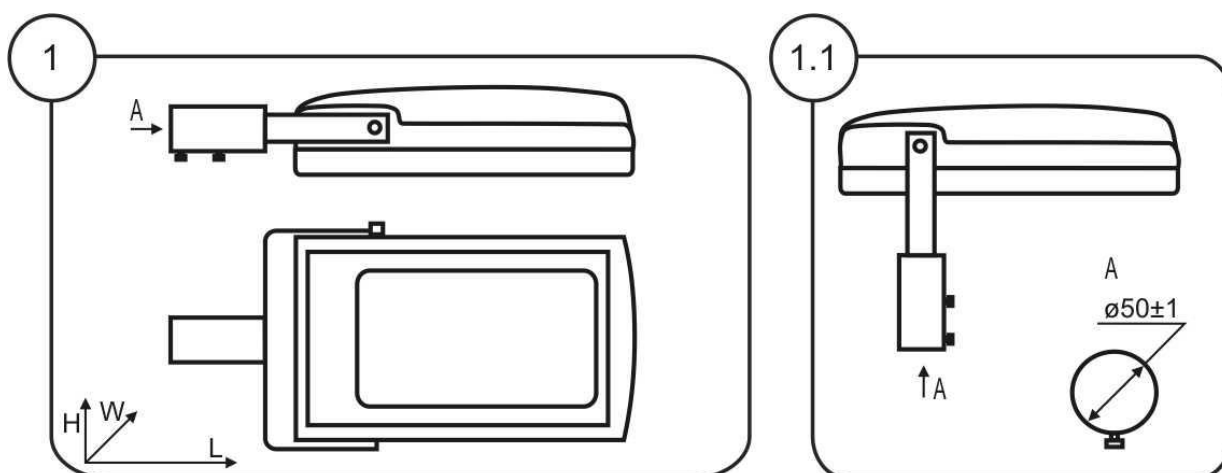


Рисунок 2.8 - Монтажна схема.

Технічні характеристики представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики

Тип світильника	Напруга, В	Ступінь захисту	ДС	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Кут	Габарити, LxWxH, мм	Маса, кг $\pm 10\%$
ДТУ18У-25-003 У1 Перехід	220 АС	IP67	LED	25	3000	спец.	570x365x95	7,8
ДТУ18У-40-003 У1 Перехід	220 АС	IP67	LED	40	4800	спец.	570x365x95	7,8
ДТУ18У-60-003 У1 Перехід	220 АС	IP67	LED	60	7200	спец.	570x365x95	7,8
ДТУ18У-60-001 У1	220 АС	IP67	LED	60	7200	150 <sup>0</sup>	570x365x95	8,1
ДТУ18У-80-001 У1	220 АС	IP67	LED	80	9600	150 <sup>0</sup>	570x365x95	8,1
ДТУ18У-100-001 У1	220 АС	IP67	LED	100	12000	150 <sup>0</sup>	570x365x95	8,1
ДТУ18У-120-001 У1	220 АС	IP67	LED	120	14400	150 <sup>0</sup>	570x365x95	7,7
ДТУ18У-150-001 У1	220 АС	IP67	LED	150	18000	150 <sup>0</sup>	570x365x95	7,7
ДТУ18У-200-001 У1	220 АС	IP67	LED	200	24000	150 <sup>0</sup>	570x365x95	7,8

## 2.2.2 Світильник ДКУ41У

Загальний вигляд світильника ДКУ41У представлено на рис. 2.9 [6].



Рисунок 2.8 - Загальний вигляд світильника ДКУ41У.

Номінальна напруга живлення – 220 АС; 200 DC;

Джерело світла – світлодіоди;

Потужність - 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 110, 120, 150, 170;

Клас електрозахисту – I;

Ступінь пилевологозахисту – IP66;

Корельована колірна температура (CCT) – 4000K;

Механічна стійкість – M1;

Коефіцієнт потужності (PF) – 0,95;

Температура навколишнього середовища -  $-40^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$  (У1);

Монтажна схема представлена на рисунку 2.9.

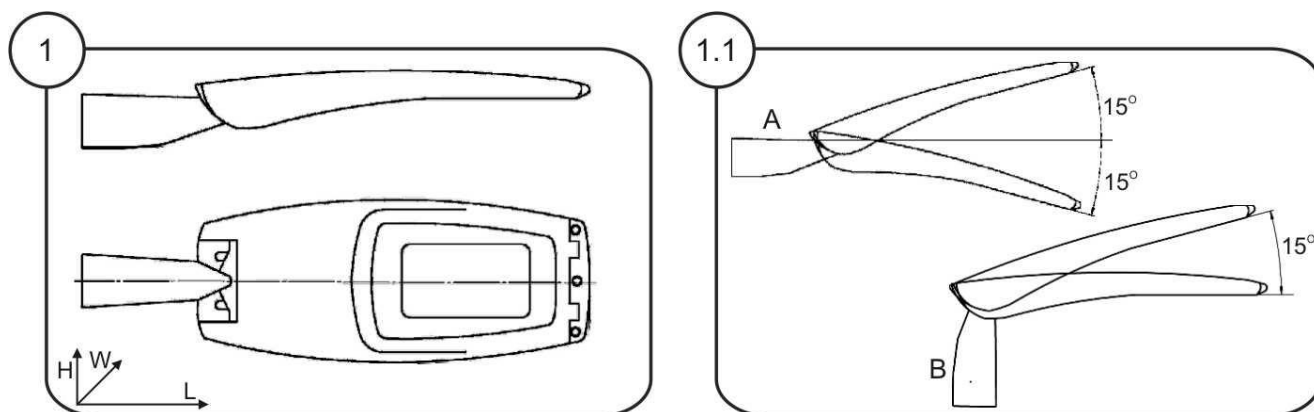


Рисунок 2.9 - Монтажна схема.

Технічні характеристики представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики

Тип світильника	Напруга, В	Ступінь захисту	ДС	Потужність, Вт $\pm 5\%$	Світловий потік, лм $\pm 5\%$	Кут	Габарити, LxWxH, мм	Маса, кг $\pm 10\%$
ДКУ41У-50-001 У1	220 АС	IP66	LED	50	6500	150°	641x241x114	4,5
ДКУ41У-60-001 У1	220 АС	IP66	LED	60	7800	150°	641x241x114	4,5
ДКУ41У-75-001 У1	220 АС	IP66	LED	75	9750	150°	641x241x114	4,5
ДКУ41У-100-001 У1	220 АС	IP66	LED	100	13000	150°	738x289x118	6,2
ДКУ41У-120-001 У1	220 АС	IP66	LED	120	15600	150°	738x289x118	6,2
ДКУ41У-150-001 У1	220 АС	IP66	LED	150	19500	150°	922x360x144	10,6
ДКУ41У-170-001 У1	220 АС	IP66	LED	170	22100	150°	922x360x144	10,6
ДКУ41У-20-003 У1 Перехід	220 АС	IP66	LED	20	2600	Спец.	641x241x114	4,5
ДКУ41У-30-003 У1 Перехід	220 АС	IP66	LED	30	3900	Спец.	641x241x114	4,5
ДКУ41У-40-003 У1 Перехід	220 АС	IP66	LED	40	5200	Спец.	641x241x114	4,5
ДКУ41У-50-003 У1 Перехід	220 АС	IP66	LED	50	6500	Спец.	641x241x114	4,5
ДКУ41У-60-003 У1 Перехід	220 АС	IP66	LED	60	7800	Спец.	641x241x114	4,5
ДКУ41У-75-003 У1 Перехід	220 АС	IP66	LED	75	9750	Спец.	641x241x114	4,5

### 2.2.3 Світильник ДО72У

Загальний вигляд світильника ДО72У представлено на рис. 2.10 [7].



Рисунок 2.10 - Загальний вигляд світильника ДО72У.

- Номінальна напруга живлення – 220 АС; 200 DC;
- Джерело світла – світлодіоди;
- Потужність - 60; 100; 120; 150; 200;
- Клас електрозахисту – I;
- Ступінь пилевологозахисту – IP67;
- Корельована колірна температура (ССТ) – 4000К (на замовлення 3000, 5000,6000К);
- Механічна стійкість – M1; M3; M9;
- Коефіцієнт потужності (PF) – 0,97;
- Температура навколишнього середовища - -40°С...+40°С (У1);



Монтажна схема представлена на рисунку 2.11.

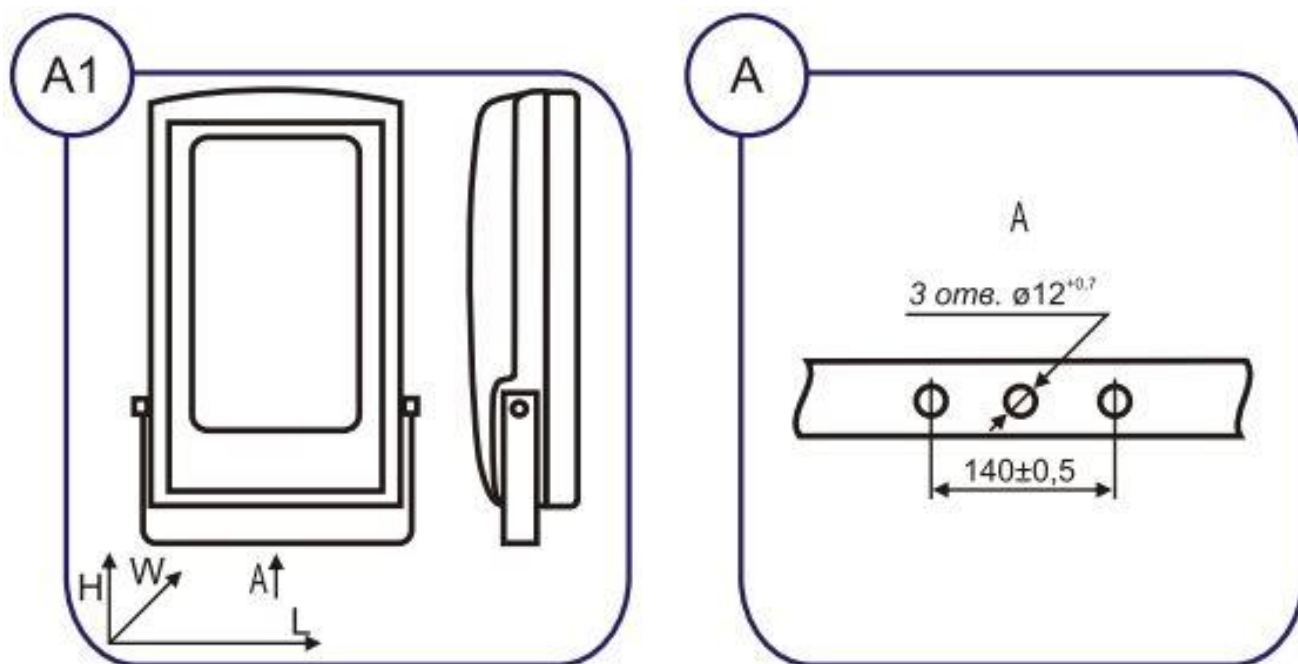


Рисунок 2.11 - Монтажна схема.

Технічні характеристики представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики

Тип прожектора	Модель	Напруга, В	Ступінь захисту	Механічне виконання	ДС	Потужність, Вт ±5%	Світловий потік, лм ±5%	Сила світла, ккд	Кути розсіювання 2α при I=0,5 I <sub>max</sub> , град, Г/В	Габарити, LxWxH, мм	Маса, кг ±10%
Д072У-60-01 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	60	8400	30	15/15	365x80x460	7,6
Д072У-60-02 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	60	8400	25	20/20	365x80x460	7,6
Д072У-60-03 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	60	8400	15	25/25	365x80x460	7,6
Д072У-60-04 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	60	8400	4	95/30	365x80x460	7,6
Д072У-60-05 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	60	8400	4	50/50	365x80x460	7,6
Д072У-60-11 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	60	8400	30	15/15	385x95x460	7,8
Д072У-60-12 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	60	8400	25	20/20	385x95x460	7,8
Д072У-60-13 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	60	8400	15	25/25	385x95x460	7,8
Д072У-60-14 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	60	8400	4	95/30	385x95x460	7,8
Д072У-60-15 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	60	8400	4	50/50	385x95x460	7,8
Д072У-100-01 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	100	14000	50	15/15	365x80x460	7,6
Д072У-100-02 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	100	14000	40	20/20	365x80x460	7,6
Д072У-100-03 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	100	14000	25	25/25	365x80x460	7,6
Д072У-100-04 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	100	14000	6	95/30	365x80x460	7,6
Д072У-100-05 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	100	14000	6	50/50	365x80x460	7,6
Д072У-100-11 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	100	14000	50	15/15	385x95x460	7,8
Д072У-100-12 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	100	14000	40	20/20	385x95x460	7,8
Д072У-100-13 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	100	14000	25	25/25	385x95x460	7,8
Д072У-100-14 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	100	14000	6	95/30	385x95x460	7,8
Д072У-100-15 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	100	14000	6	50/50	385x95x460	7,8
Д072У-120-01 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	120	16800	75	15/15	365x80x460	7,9
Д072У-120-02 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	120	16800	58	20/20	365x80x460	7,9
Д072У-120-03 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	120	16800	30	25/25	365x80x460	7,9
Д072У-120-04 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	120	16800	9	95/30	365x80x460	7,9
Д072У-120-05 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M1	LED	120	16800	9	50/50	365x80x460	7,9
Д072У-120-11 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	120	16800	75	15/15	385x95x460	8,1
Д072У-120-12 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	120	16800	58	20/20	385x95x460	8,1
Д072У-120-13 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	120	16800	30	25/25	385x95x460	8,1
Д072У-120-14 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	120	16800	9	95/30	385x95x460	8,1
Д072У-120-15 У1	A1	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	120	16800	9	50/50	385x95x460	8,1

## Продовження таблиці 2.3

ДО72У-150-01 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M1	LED	150	21000	50	20/20	365x80x460	7,9
ДО72У-150-02 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M1	LED	150	21000	20	50/50	365x80x460	7,9
ДО72У-150-03 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M1	LED	150	21000	6,5	90/90	365x80x460	7,9
ДО72У-150-11 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	150	21000	50	20/20	365x95x460	8,1
ДО72У-150-12 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	150	21000	20	50/50	365x95x460	8,1
ДО72У-150-13 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	150	21000	6,5	90/90	365x95x460	8,1
ДО72У-200-01 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M1	LED	200	28000	66	20/20	385x80x460	7,9
ДО72У-200-02 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M1	LED	200	28000	26	50/50	385x80x460	7,9
ДО72У-200-03 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M1	LED	200	28000	8	90/90	385x80x460	7,9
ДО72У-200-11 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	200	28000	66	20/20	385x95x460	8,1
ДО72У-200-12 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	200	28000	26	50/50	385x95x460	8,1
ДО72У-200-13 У1	A2	220 AC/DC	IP67	M3, M9	LED	200	28000	8	90/90	385x95x460	8,1

### 2.3 Висновки до Розділу 3.

1. Проведено обстеження існуючих систем освітлення спортивних майданчиків м. Тернополя по вулицях: 15 квітня, 35; Лесі Українки, 17; Купчинського, 1; Київська, 8; Старий Ринок, 1; Білецька, 1.

2. Проведено вибір світлових приладів на прикладі світильників ДТУ18У, ДКУ41У, ДО72У.

## 3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення універсальних спортивних майданчиків

В якості нормованої світлотехнічної характеристики систем освітлення спортивних майданчиків виберемо середню освітленість, як це вимагається в [1]. Згідно цього стандарту для спортивних об'єктів, на яких проходять заходи III рівня, тобто рівня шкільного спорту та дозвілля середня освітленість повинна становити на рівні 75 лк.

Окрім того, системи освітлення повинні забезпечувати ще такі якісні світлотехнічні параметри, як:

- коефіцієнт рівномірності – відношення мінімальної освітленості до середньої;
- індекс  $GR$ , котрий характеризує засліпленість від джерел світла та світлових приладів.

Для подальших розрахунків приймаємо:

- коефіцієнт рівномірності – не нижче 0,5;
- індекс  $GR$  – не вище 55.

### 3.2 Світлотехнічний розрахунок систем освітлення універсальних спортивних майданчиків

Розрахунок виконаємо в пакеті DIALux [3]. Вихідними даними в розрахунку приймемо [12]:

- розміщення світлових приладів;
- світлотехнічні характеристики світильників та прожекторів, котрі завантажуються в середовище пакету DIALux у вигляді файлів із розширенням \*.ldt [3];
- розміри ігрової зони спортивних майданчиків.

### 3.2.1 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. 15 квітня, 35

При світлотехнічному розрахунку даного майданчика врахуємо наступне:

- розміри ігрової зони становлять 36 м×16 м;
- відстань від ігрової зони до огороження – 1,5 м.

Враховуючи те, що поблизу спортивного майданчика розміщені існуючі опори із вуличними світловими приладами на основі розрядних джерел світла (рис. 3.1), розглянемо випадок освітлення спортивного майданчика вуличними світильниками із напівпровідниковими джерелами світла, розміщеними на цих опорах.



Рисунок 3.1 – Зображення світлових приладів існуючої системи освітлення спортивного майданчика по вул. 15 квітня 35

Світлові прилади розмістимо, як показано на рис. 3.2. Якщо встановити точку початку координат на центр симетрії ігрової зони, а осі абсцис та ординат направити відповідно паралельно поздовжній та поперечній стороні, то із врахуванням того, що аплікати точок розміщення світильників будуть дорівнювати висоті їх встановлення, то координати розміщення світлових приладів будуть такими, як в табл. 3.1. Окрім того в табл. 3.1 приведені і кути нахилу світлових приладів відносно відповідних осей.

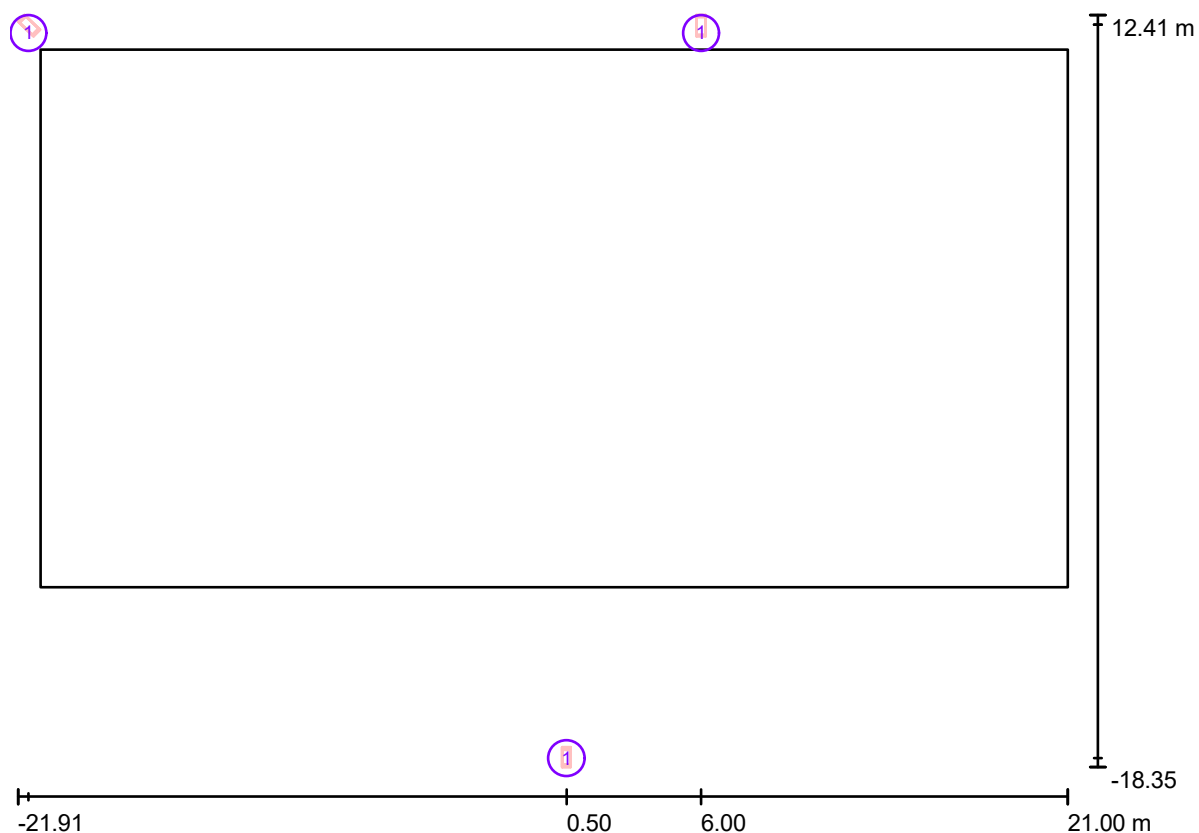


Рисунок 3.2 – Розміщення світлових приладів на існуючих опорах освітлення

Таблиця 3.1 – Координати розміщення світлових приладів на існуючих опорах освітлення

№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	-21,5	12,0	12,0	30	0	-135
2	6,0	12,0	12,0	30	0	180
3	0,5	-18,0	12,0	40	0	0

В якості світлових приладів використаємо світильники типу ДТУ18У-200-01 (рис. 3.3) зі світловим потоком 24000 лм, криву сили світла якого показано на рис. 3.4.



Рисунок 3.3 – Світильник ДТУ18У (зовнішній вигляд).

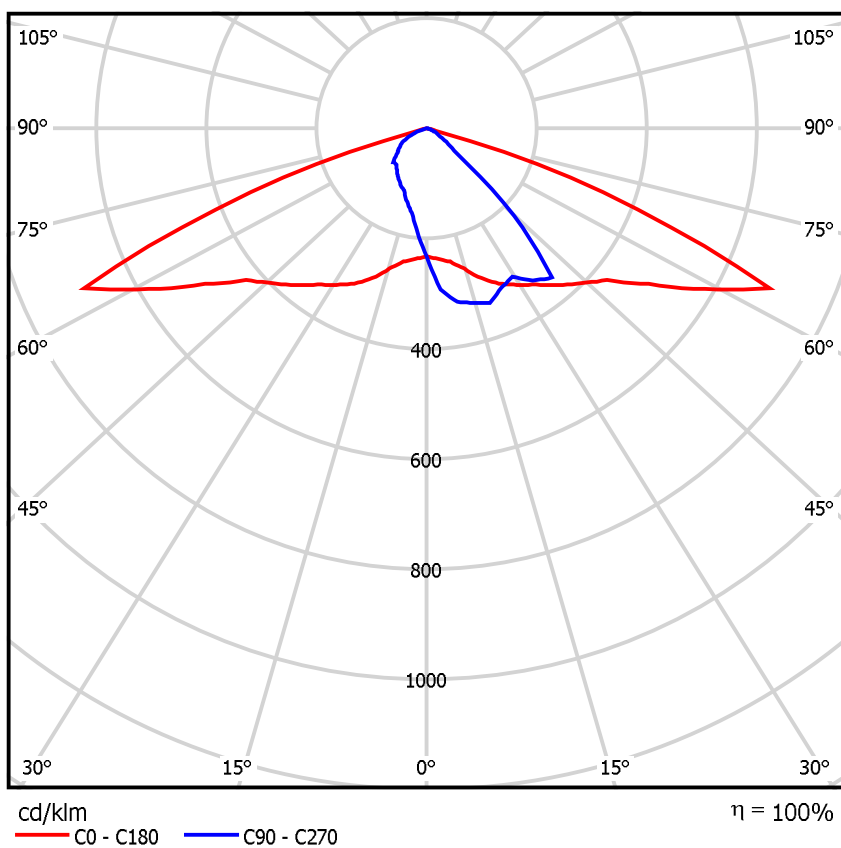


Рисунок 3.4 – Крива сили світла світильника ДТУ18У

Внаслідок розрахунку отримано результати, приведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику по вул. 15 квітня 35, побудованій на основі вуличних світильників, встановлених на існуючих опорах

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{\min}$ , ЛК	$E_{\text{ср}}$ , ЛК	$E_{\max}$ , ЛК	$E_{\min}/E_{\max}$
Вуличні світильники на існуючих опорах	ДТУ18-200-001	3	13	23	32	0,57



Запропонуємо систему освітлення, в якій світлові прилади встановлюватимуться на нових опорах.

Розглянемо два випадки:

- 1) використання світлових приладів прожекторного типу;
- 2) використання вуличних світильників.

Задля уникнення руйнування світлового приладу при попаданні в нього м'яча приймемо наступні міри:

1) використаємо світлові типу ДТУ18У та прожектори ДО72 із наявності захисної сітки;

2) встановимо світлові прилади на висоту 6,0 м.

Розглядаємо випадок застосування світлових приладів прожекторного типу ДО72У (модель А), зовнішній вигляд якого є аналогічним до зовнішнього вигляду світильників типу ДТУ18У.

В системі освітлення використаємо 8 прожекторів типу ДО72У-150-03 із круглосиметричним світлорозподілом та кутом розсіювання сили світла таким, що дорівнює  $90^\circ$ .

Світлові прилади розмістимо так, як зображено на рис. 3.5. Координати розміщення світлових приладів показано в табл. 3.3.

Результати світлотехнічного розрахунку представлені в табл. 3.4.

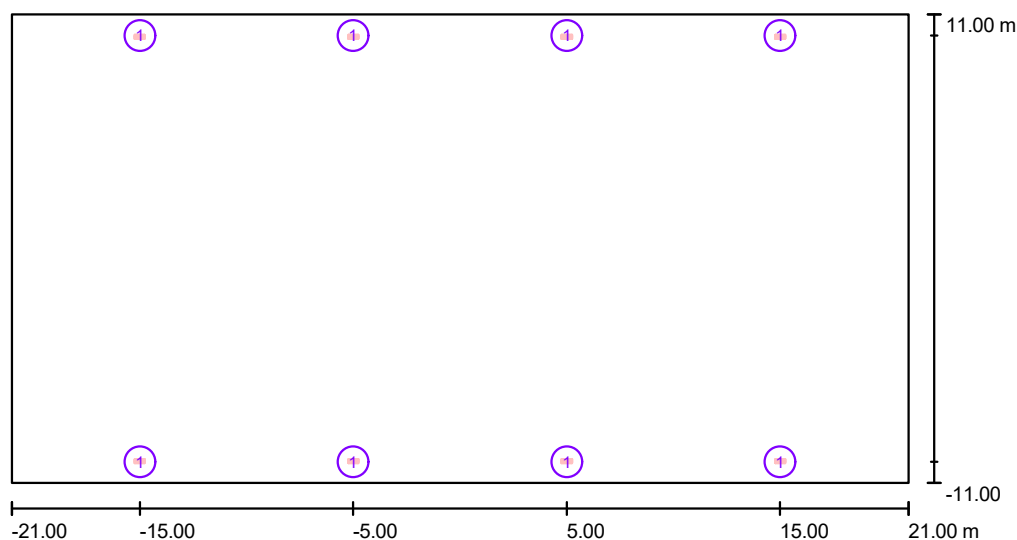


Рисунок 3.5 – Розміщення світлових приладів у випадку прожекторного освітлення

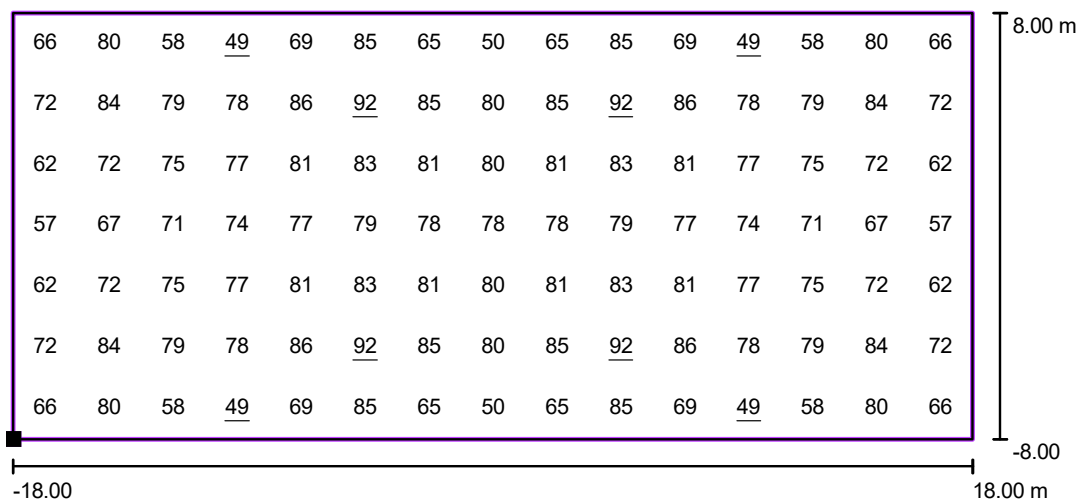
Таблиця 3.3 – Координати розміщення світлових приладів у випадку прожекторного освітлення спортивного майданчика по вул. 15 квітня 35

№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	-15,0	-10,0	6,0	76	0	0
2	-5,0	-10,0	6,0	76	0	0
3	5,0	-10,0	6,0	76	0	0
4	15,0	-10,0	6,0	76	0	0
5	-15,0	10,0	6,0	-76	0	0
6	-5,0	10,0	6,0	-76	0	0
7	5,0	10,0	6,0	-76	0	0
8	15,0	10,0	6,0	-76	0	0

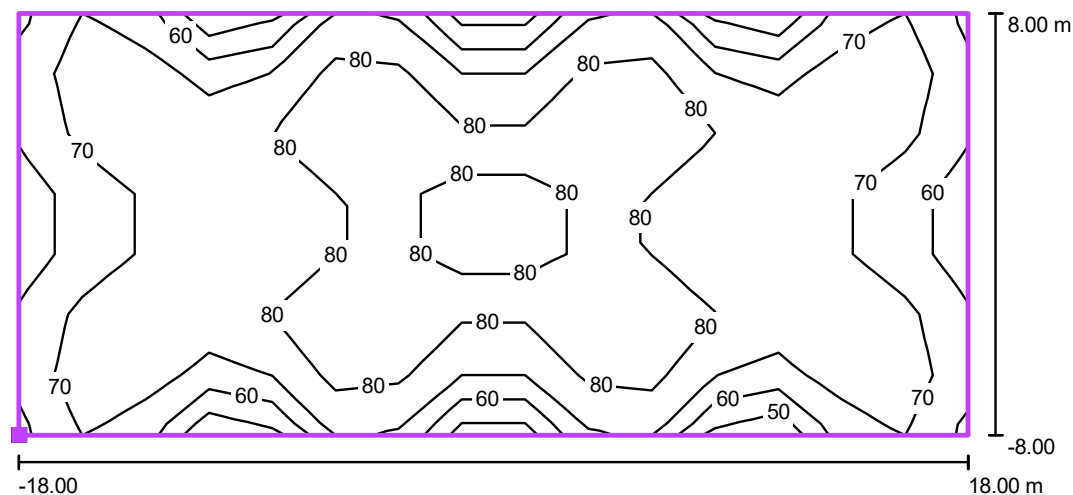
Таблиця 3.4 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику, розташованого по вул. 15 квітня, 35, побудованій на основі прожекторів типу ДО72У-150-03

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{\min}$ , лк	$E_{\text{сер}}$ , лк	$E_{\max}$ , лк	$E_{\min}/E_{\max}$
Прожектори на нових опорах	ДО72У-150-03	8	49	76	92	0,64

Графік розподілу значень освітленості по поверхні ігрової зони майданчика, а також лінії однакової освітленості приведено на рис. 3.6 а та 3.6 б відповідно.



а)



б)

Рисунок 3.6 – Графік розподілу значень освітленості (а) та лінії однакової освітленості (б) на поверхні ігрової зони майданчика, розташованого по вул. 15 квітня, освітленого 8 прожекторами типу ДО72У-150-03

Як видно із результатів розрахунку дана система освітлення здатна забезпечити нормовані світлотехнічні вимоги щодо середньої освітленості та її розподілу.

Для оцінки рівня засліплення введемо в проект в пакеті DIALux віртуального GR спостерігача, висота очей якого становить 1,5 м, і котрий знаходиться в центрі ігрового майданчика. На рис. 3.7 показано діаграму індексу засліплення (*GR* показника) в залежності від напрямку погляду спостерігача.

Як видно із діаграми значення індексу  $GR$  становлять:

- мінімальне – 16;
- максимальне – 40, що є допустимим, оскільки відповідно до нормативних вимог значення  $GR$  для систем освітлення спортивних об'єктів такої категорії не повинне перевищувати 55.

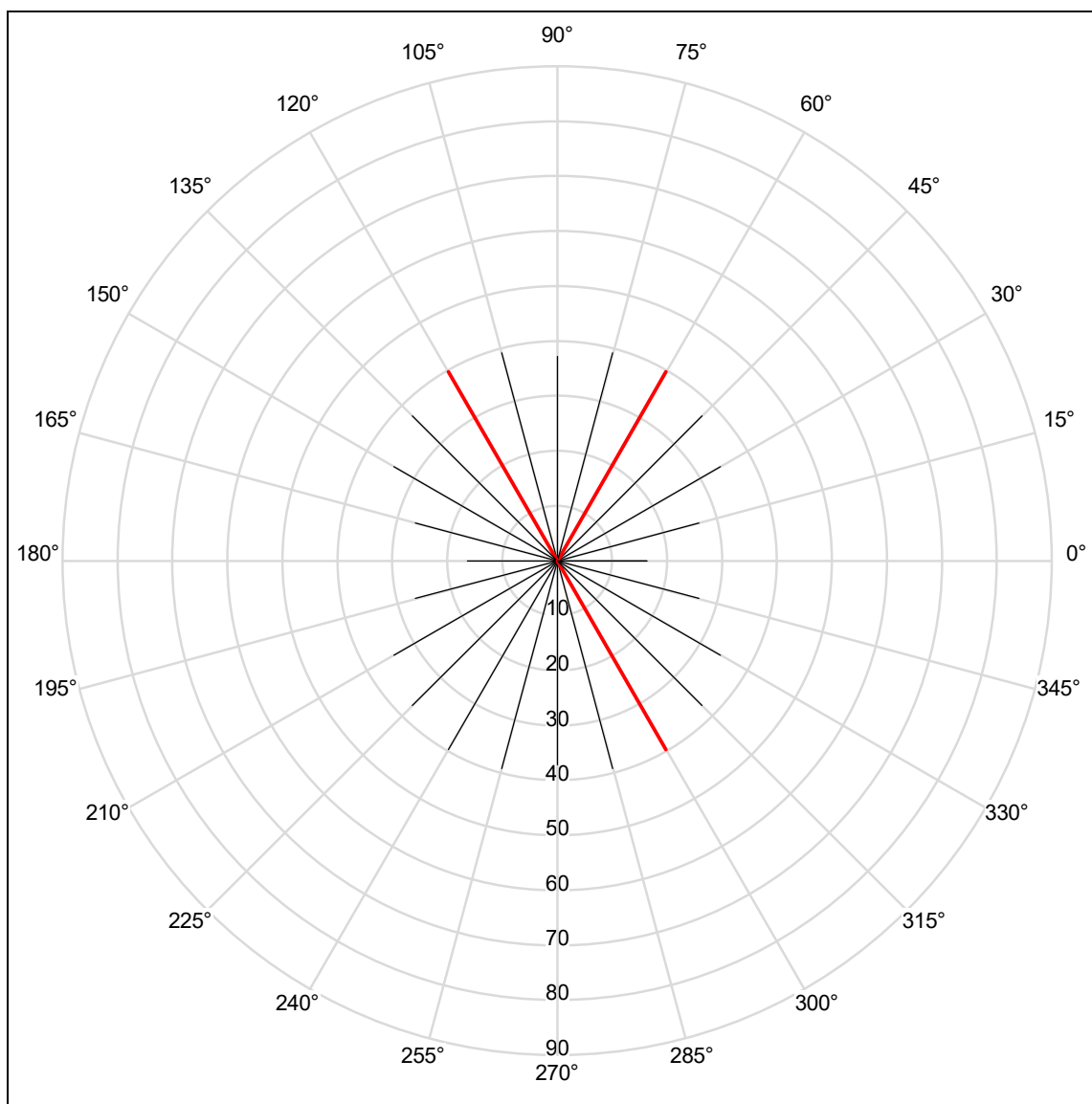


Рисунок 3.7 – Діаграма індексу  $GR$ , створеного 8 прожекторами типу ДО72У-150-03, які використовуються в системі освітлення майданчика по вул. 15 квітня 35

Виконаємо також розрахунок для системи освітлення, в якій замість прожекторів використовуються світильники вуличного освітлення. Кути нахилу світильників вуличного освітлення, а також координати їх розміщення виберемо аналогічними, як і для прожекторів. Результати світлотехнічного розрахунку такої системи освітлення приведено в табл. 3.5, з якої видно, що запропонована система освітлення ігрової зони майданчику задовільняє світлотехнічні нормативні вимоги. При цьому максимальне значення індексу  $GR$  для даної системи становить 41.

Таблиця 3.5 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику по вул. 15 квітня 35, побудованій на основі світильників типу ДТУ18У-150-001

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{\min}$ , лк	$E_{\text{ср}}$ , лк	$E_{\max}$ , лк	$E_{\min}/E_{\max}$
Світильники вуличного освітлення, розташовані на нових опорах	ДТУ18У-150-001	8	60	91	130	0,66

З метою зменшення кількості компонентів в системі освітлення виконаємо розрахунок при використанні трьох світильників такого типу в одному ряді, тобто кількість світлових приладів в системі освітлення становить 6. Їх розміщення описане на рис. 3.8 та в табл. 3.6.

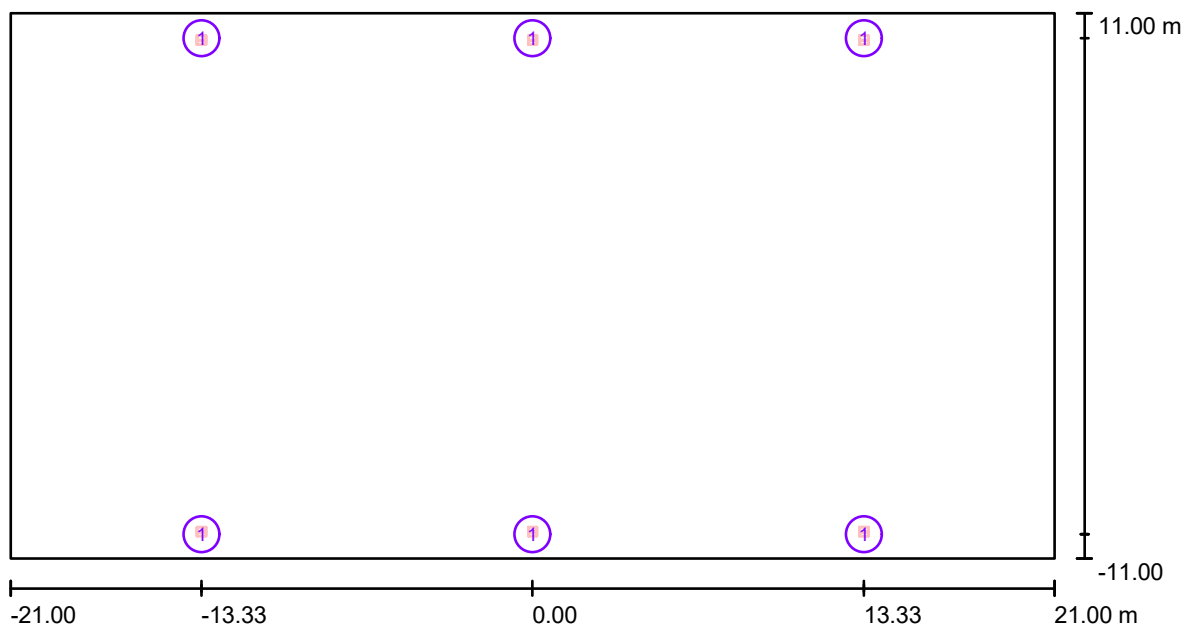


Рисунок 3.8 – Розміщення світлових приладів у випадку освітлення 6 вуличними світильниками спортивного майданчика по вул. 15 квітня 35

Таблиця 3.6 – Координати розміщення світлових приладів у випадку освітлення 6 вуличними світильниками спортивного майданчика по вул. 15 квітня 35

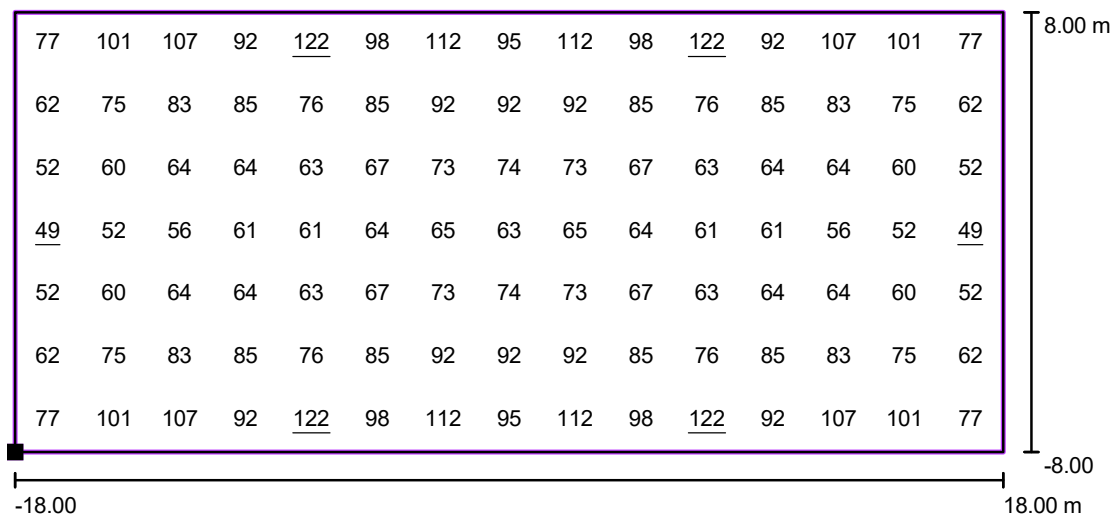
№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	-13,3	-10,0	6,0	-70	0	-180
2	-0,0	-10,0	6,0	-70	0	-180
3	13,3	-10,0	6,0	-70	0	-180
4	-13,3	10,0	6,0	-70	0	0
5	-0,0	10,0	6,0	-70	0	0
6	13,3	10,0	6,0	-70	0	0

Як видно із результатів розрахунку, приведених в табл. 3.7 використання в системі освітлення майданчика шести вуличних світильників типу ДТУ18У-150-001 при вищевказаному їх розміщенні здатне забезпечити виконання нормативних вимог щодо середньої освітленості та її рівномірності розподілу.

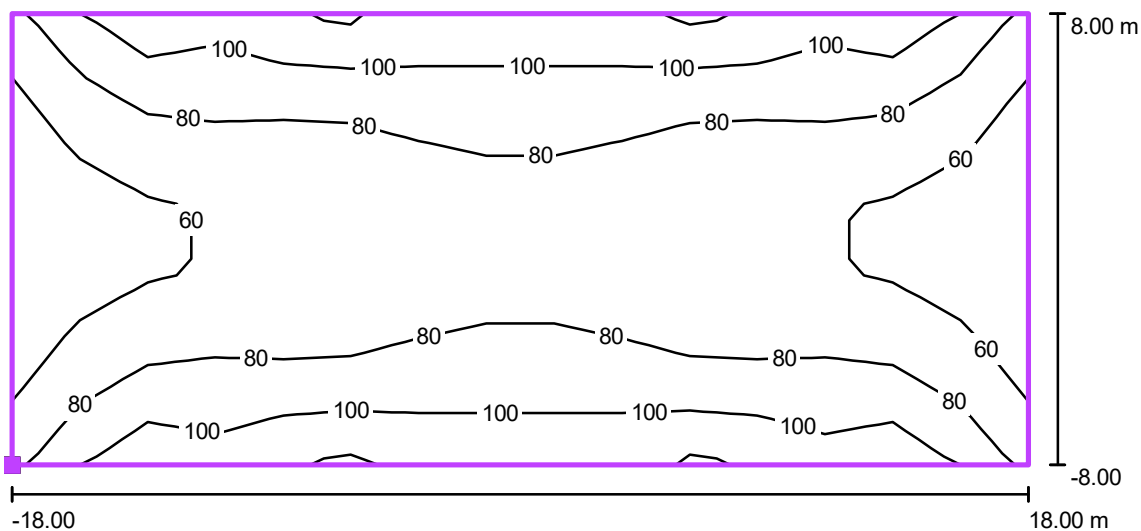
Графік розподілу значень освітленості по поверхні ігрової зони майданчика, а також лінії однакової освітленості наведено на рис. 3.9 а та 3.9 б відповідно.

Таблиця 3.7 – Результати проведеного світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику по вул. 15 квітня 35, побудованій на основі світильників типу ДТУ18У-150-001

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{\min}$ , ЛК	$E_{\text{сер}}$ , ЛК	$E_{\max}$ , ЛК	$E_{\min}/E_{\max}$
Світильники вуличного освітлення, розташовані на нових опорах	ДТУ18У-150-001	6	49	79	122	0,62



а)



б)

Рисунок 3.9 – Графік розподілу значень освітленості (а) та лінії однакової освітленості (б) на поверхні ігрової зони майданчика, розташованого по вул. 15 квітня, освітленого 6 вуличними світильниками типу ДТУ18У-150-001

Максимальне значення індексу засліплення засліплення ( $GR$  показника) становить 39. Діаграму індексу засліплення ( $GR$  показника) в залежності від напрямку погляду спостерігача для такої системи освітлення приведено на рис. 3.10.



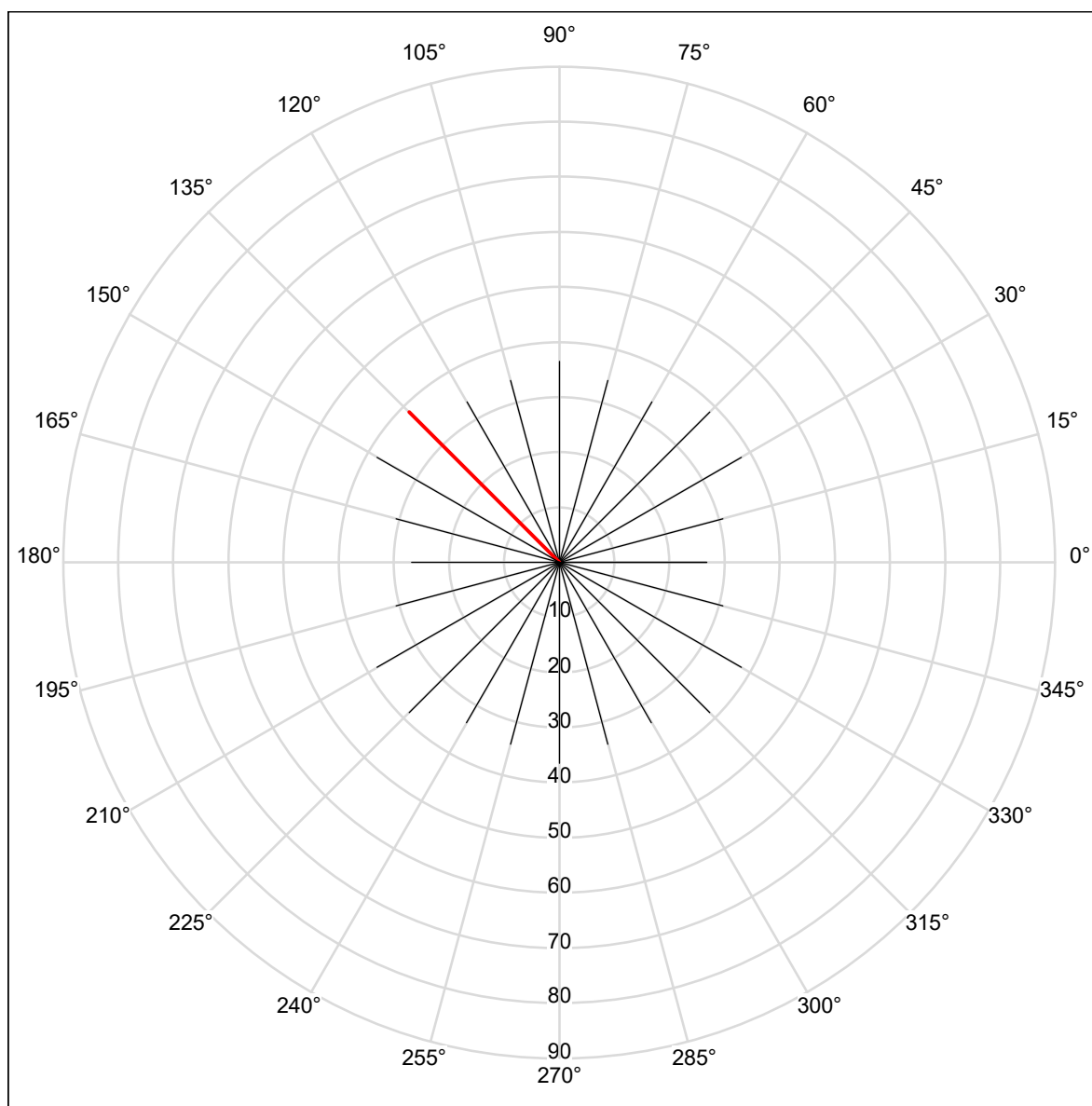


Рисунок 3.10 – Діаграма індексу  $GR$ , створеного 6 вуличними світильниками типу ДТУ18У-150-001 в системі освітлення майданчика по вул. 15 квітня 35

Як видно із вищенаведених розрахунків, на прикладі майданчика з розмірами ігрової зони  $16 \text{ м} \times 36$ , найоптимальнішою є система освітлення із використанням вуличних світильників на опорах висотою 6 м. Тому в системах освітлення решти спортивних майданчиків застосуємо світильники для вуличного освітлення.

### 3.2.2 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Лесі Українки, 17

При світлотехнічному розрахунку даного майданчика врахуємо наступне:

- розміри ігрової зони становлять 36 м×16 м;
- відстань від ігрової зони до огороження – 1,5 м.

Існуючі опори освітлення зі світловими приладами на основі натрієвих ламп високого тиску розміщені зовні огороження на відстані 0,5 м від нього: 4 – по кутах та 2 – по середині. Висота встановлення приладів на опорах становить 6 м.

Для освітлення ігрової зони цього майданчика використаємо світлові прилади типу ДТУ18У-200-01, які розмістимо на існуючі опори. Положення світлових приладів, та координати їх розміщення світлових приладів, а також інформація щодо кутів напрямів їх свічення представлені відповідно на рис. 3.11 та у табл. 3.8.

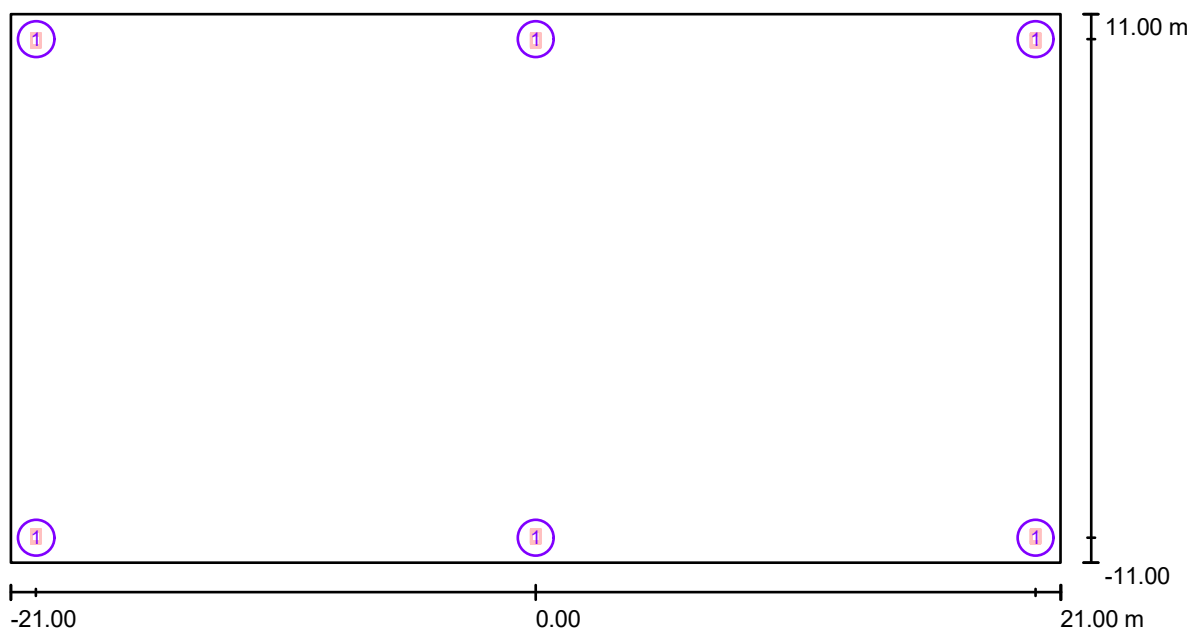


Рисунок 3.11 – Розміщення світлових приладів в системі освітлення ігрової зони майданчика за адресою вул. Лесі Українки, 17

Таблиця 3.8 – Координати розміщення світлових приладів для освітлення ігрової зони майданчика по вул. Лесі Українки 17

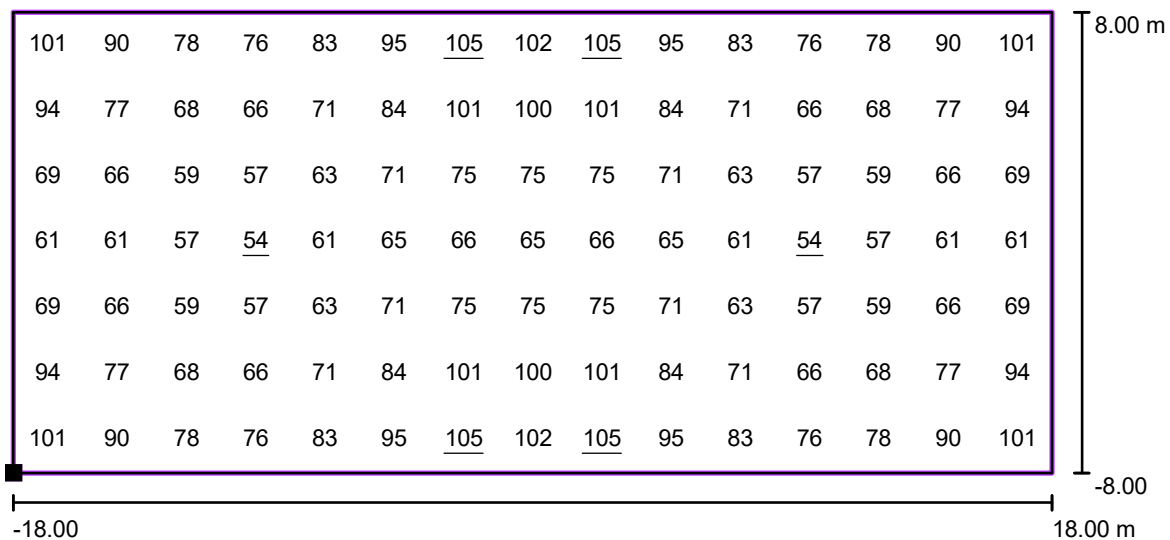
№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	-20,0	-10,0	6,0	30	0	0
2	-0,0	-10,0	6,0	30	0	0
3	20,0	-10,0	6,0	30	0	0
4	-20,0	10,0	6,0	30	0	180
5	-0,0	10,0	6,0	30	0	180
6	20,0	10,0	6,0	30	0	180

Результати розрахунку показано в табл. 3.9, а графік розподілу значень освітленості по поверхні ігрової зони та криві лінії однакової освітленості – на рис. 3.12.

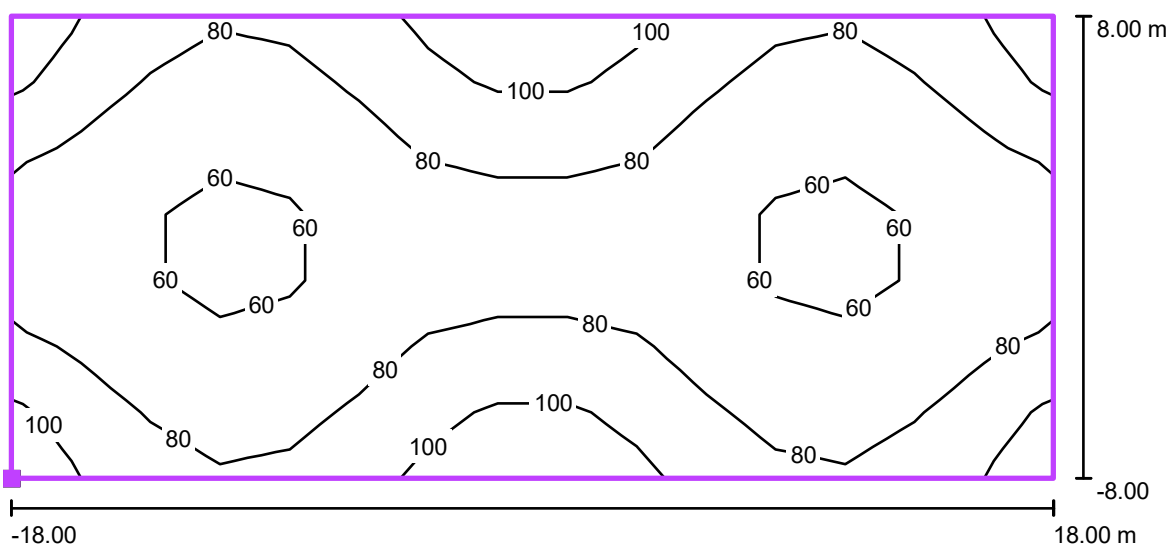
Максимальне значення індексу  $GR$  становить 38 (рис. 3.13). Отже, можна прийти до висновку, що запропонована система освітлення задовільняє нормативні вимоги щодо світлотехнічних параметрів

Таблиця 3.9 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику по вул. Лесі Українки 17

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{\min}$ , лк	$E_{\text{сер}}$ , лк	$E_{\max}$ , лк	$E_{\min}/E_{\max}$
Світильники вуличного освітлення, розташовані на нових опорах	ДТУ18У-200-001	6	54	77	105	0,70



a)



б)

Рисунок 3.12 – Графік розподілу значень освітленості (а) та лінії однакової освітленості (б) на поверхні ігрової зони майданчика, розташованого по вул.

Лесі Українки, 17, освітленого 6 вуличними світильниками типу

ДТУ18У-200-001

### 3.2.3 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Купчинського, 1

Дані для світлотехнічного розрахунку ігрової зони цього майданчика наступні:

- розміри ігрової зони становлять 34 м×18 м;
- відстань від ігрової зони до огороження – 1,5 м.

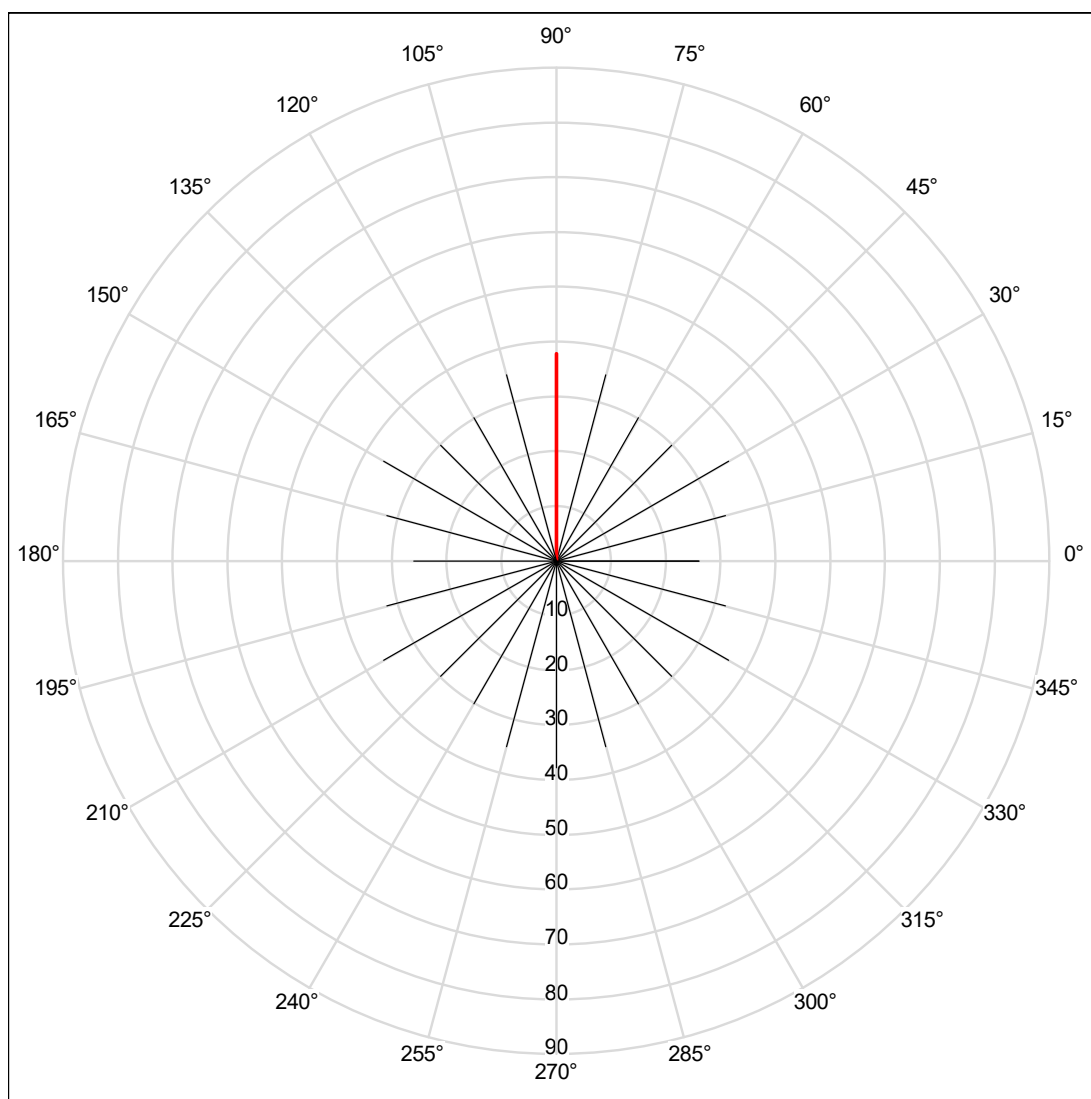


Рисунок 3.13 – Діаграма індексу  $GR$ , створеного 6 вуличними світильниками типу ДТУ18У-200-001 в системі освітлення майданчика по вул. Лесі Українки, 17

Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-150-001, схема та координати розміщення яких приведено відповідно на рис. 3.14 та в табл. 3.10.

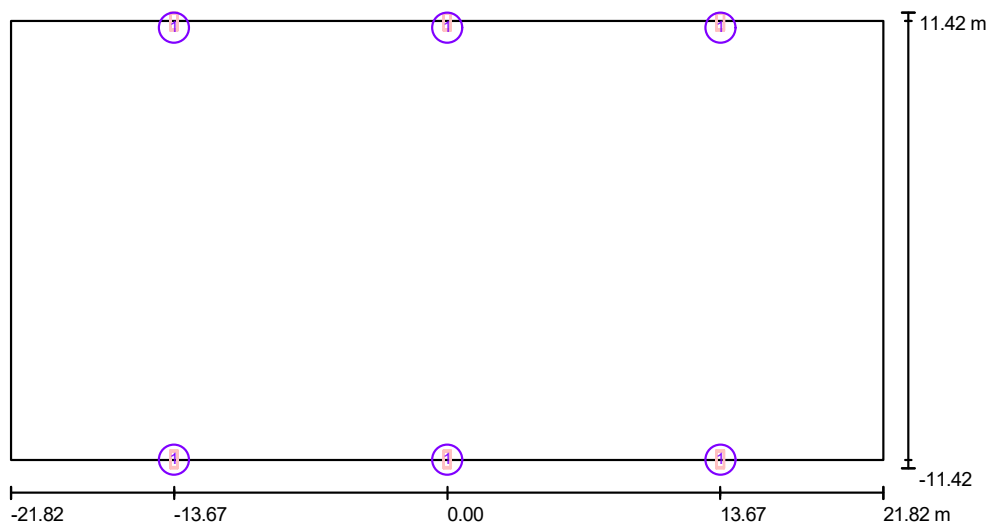
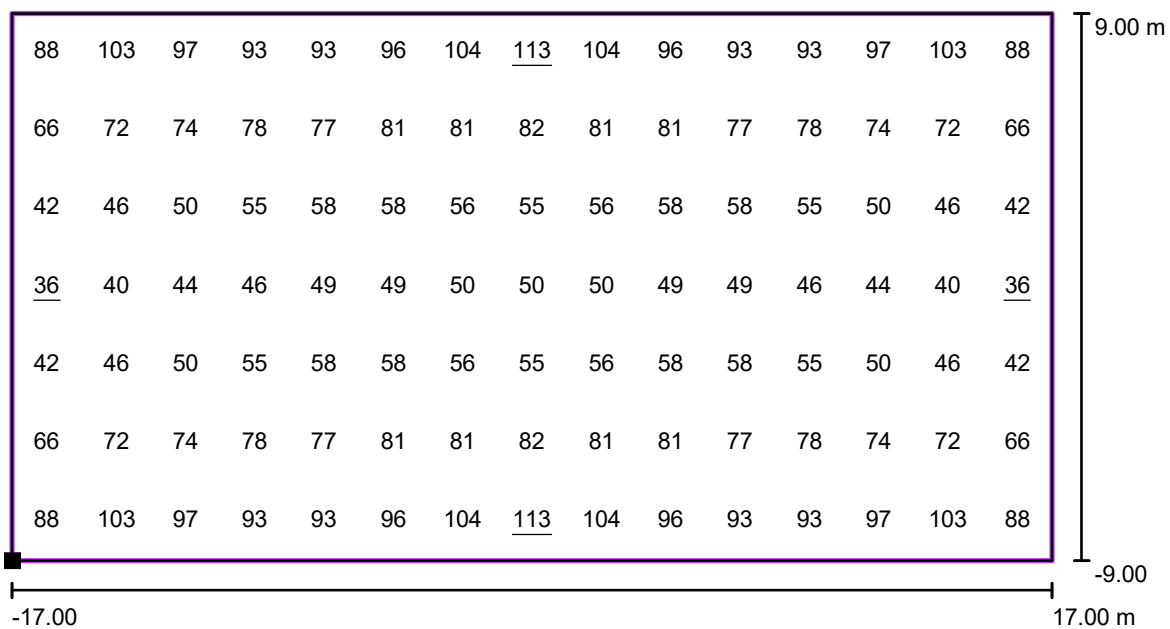


Рисунок 3.14 – Розміщення світлових приладів в системі освітлення ігрової зони майданчика за адресою вул. Купчинського, 1

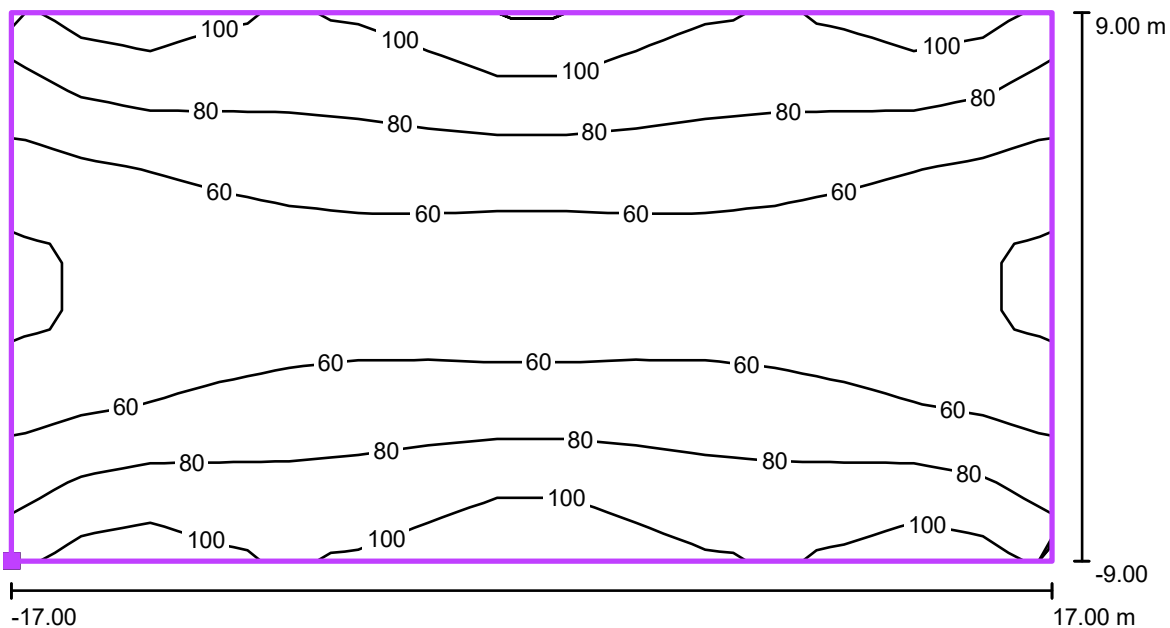
Результати світлотехнічного розрахунку показано в табл. 3.11, а графік розподілу значень освітленості по поверхні ігрової зони та криві лінії однакової освітленості – на рис. 3.15.

Таблиця 3.10 – Координати розміщення світлових приладів для освітлення ігрової зони майданчика по вул. Купчинського, 1

№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	-13,7	-11,0	6,0	25	0	0
2	-0,0	-11,0	6,0	25	0	0
3	13,7	-11,0	6,0	25	0	0
4	-13,7	11,0	6,0	25	0	180
5	-0,0	11,0	6,0	25	0	180
6	13,7	11,0	6,0	25	0	180



a)



б)

Рисунок 3.15 – Графік розподілу значень освітленості (а) та лінії однакової освітленості (б) на поверхні ігрової зони майданчика, розташованого по вул.

Купчинського, 1, освітленого 6 вуличними світильниками типу

ДТУ18У-150-001

Із результатів видно, що розрахункове значення середньої освітленості знаходиться в межах допустимого від нормованого, а рівномірність освітлення відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу  $GR$  становить 37 (рис. 3.16).

Таблиця 3.11 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику по вул. Купчинського 1

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{\min}$ , ЛК	$E_{\text{ср}}$ , ЛК	$E_{\max}$ , ЛК	$E_{\min}/E_{\max}$
Світильники вуличного освітлення, розташовані на нових опорах	ДТУ18У-150-001	6	36	71	113	0,51

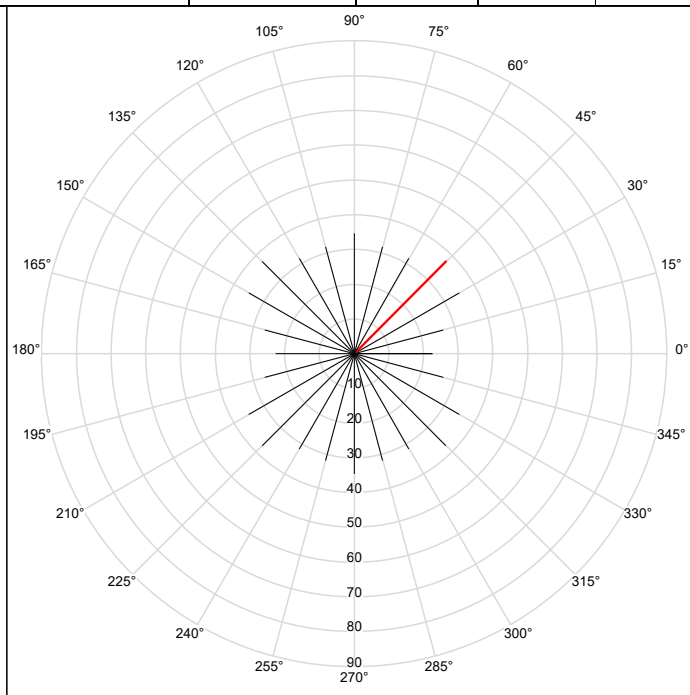


Рисунок 3.16 – Діаграма індексу  $GR$ , створеного 6 вуличними світильниками типу ДТУ18У-150-001 в системі освітлення майданчика по вул. Купчинського, 1



### 3.2.4 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Київська, 8

При проектуванні освітлення ігрової зони цього майданчика врахуємо наступне:

- розміри ігрової зони становлять 40 м×18 м;
- відстань від ігрової зони до огороження – 1,5 м;
- існуючі освітлювальні опори розміщені ззовні від огорожі на відстані 0,5 м;
- висота встановлення світлових приладів на існуючих опорах – 12 м;
- виліт кронштейна – 1,5 м.
- кількість існуючих опор – 8: 6 – розміщено вдовж бокових сторін та 2 – по середині кожної лицевої сторони.

Схему та координати розміщення світлових приладів показано відповідно на рис. 3.17 та в табл. 3.12.

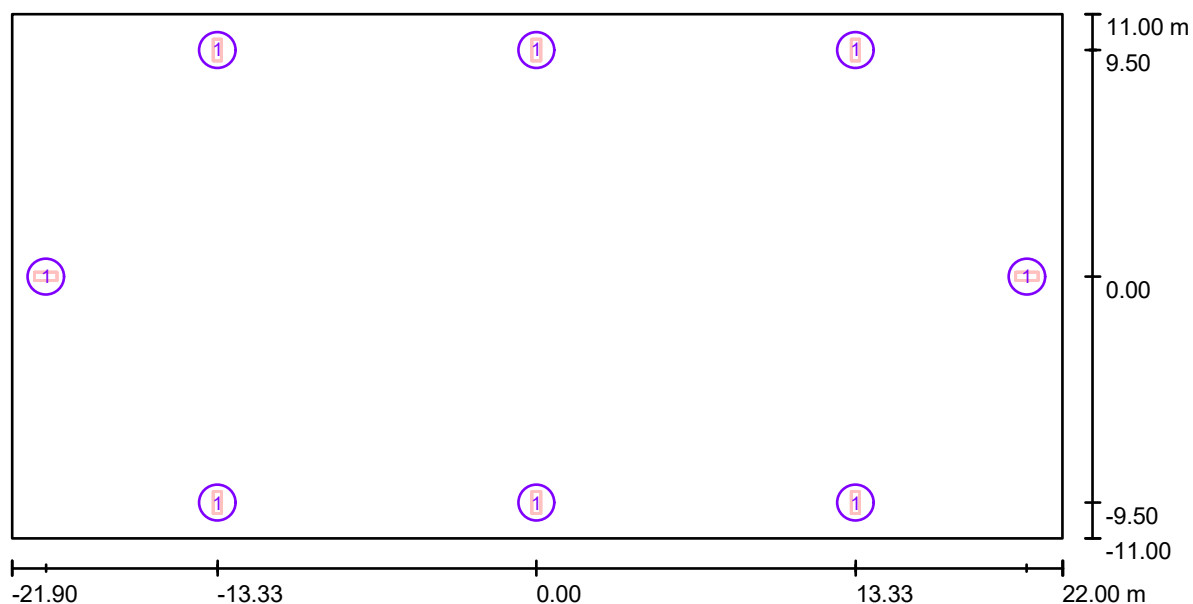


Рисунок 3.17 – Розміщення світлових приладів в системі освітлення ігрової зони майданчика за адресою вул. Київська, 8

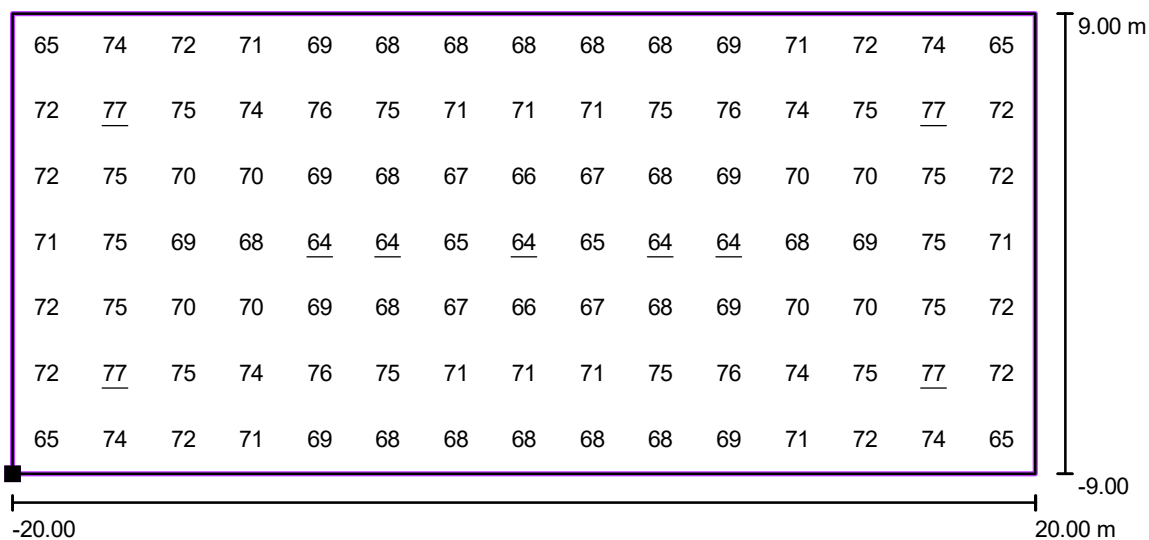
Таблиця 3.12 – Координати розміщення світлових приладів для освітлення ігрової зони майданчика по вул. Київська, 8

№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	-13,3	-9,5	12,0	0	0	0
2	-0,0	-9,5	12,0	0	0	0
3	13,3	-9,5	12,0	0	0	0
4	-13,3	9,5	12,0	0	0	180
5	-0,0	9,5	12,0	0	0	180
6	13,3	9,5	12,0	0	0	180
7	-20,5	0,0	12,0	0	0	-90
8	20,5	0,0	12,0	0	0	90

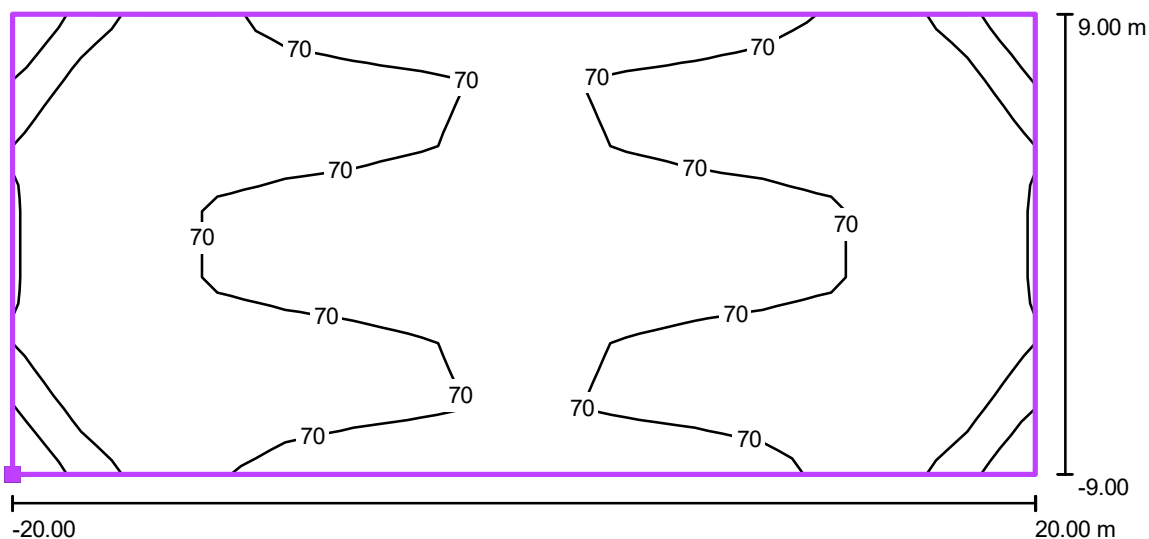
Результати розрахунку освітленості поверхні ігрової зони майданчика від такої системи освітлення показано в табл. 3.13 та на рис. 3.18.

Таблиця 3.13 – Результати проведеного світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику по вул. Київська, 8

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{\min}$ , лк	$E_{\text{сєр}}$ , лк	$E_{\max}$ , лк	$E_{\min}/E_{\max}$
Світильники вуличного освітлення, розташовані на нових опорах	ДКУ41У-150-001	8	64	71	77	0,91



a)



б)

Рисунок 3.18 – Графік розподілу значень освітленості (а) та лінії однакової освітленості (б) на поверхні ігрової зони майданчика, розташованого по вул.

Київська, 8, освітленого 8 вуличними світильниками типу

ДКУ41У-150-001

Як видно із результатів, значення середньої освітленості знаходиться в допустимому відхиленні від нормативного, а показник рівномірності суттєво перевищує нормативне значення.

Максимальне значення індексу  $GR$  становить 18 (рис. 3.19).

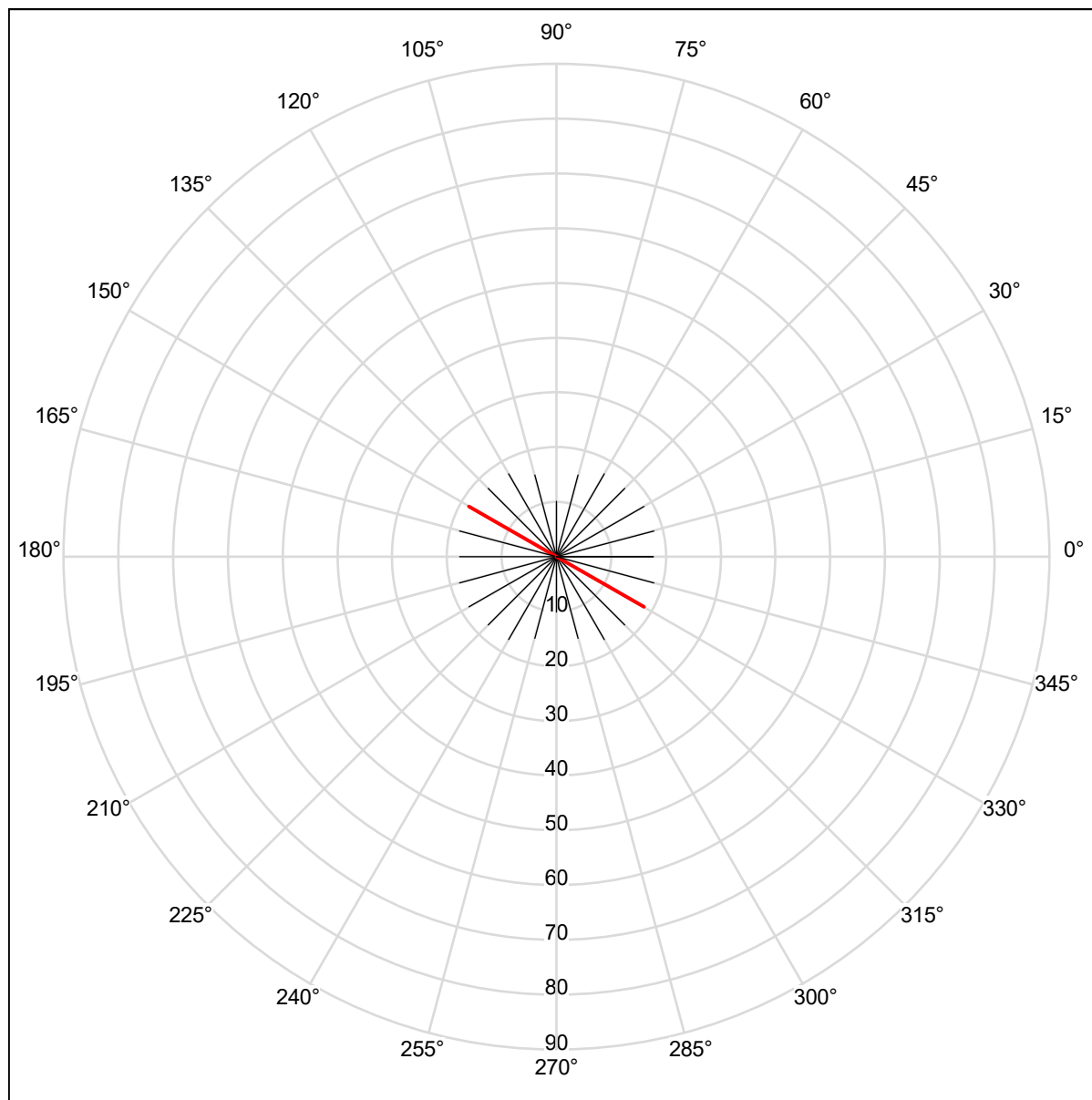


Рисунок 3.19 – Діаграма індексу  $GR$ , створеного 8 вуличними світильниками типу ДКУ41У-150-001 в системі освітлення майданчика по вул. Київська, 8

### 3.2.5 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Старий Ринок, 1

Дані для світлотехнічного розрахунку ігрової зони цього майданчика наступні:

- розміри ігрової зони становлять 30 м×15 м;
- відстань від ігрової зони до огороження – 1,5 м.

Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-200-001, схема та координати розміщення яких приведено відповідно на рис. 3.20 та в табл. 3.14.

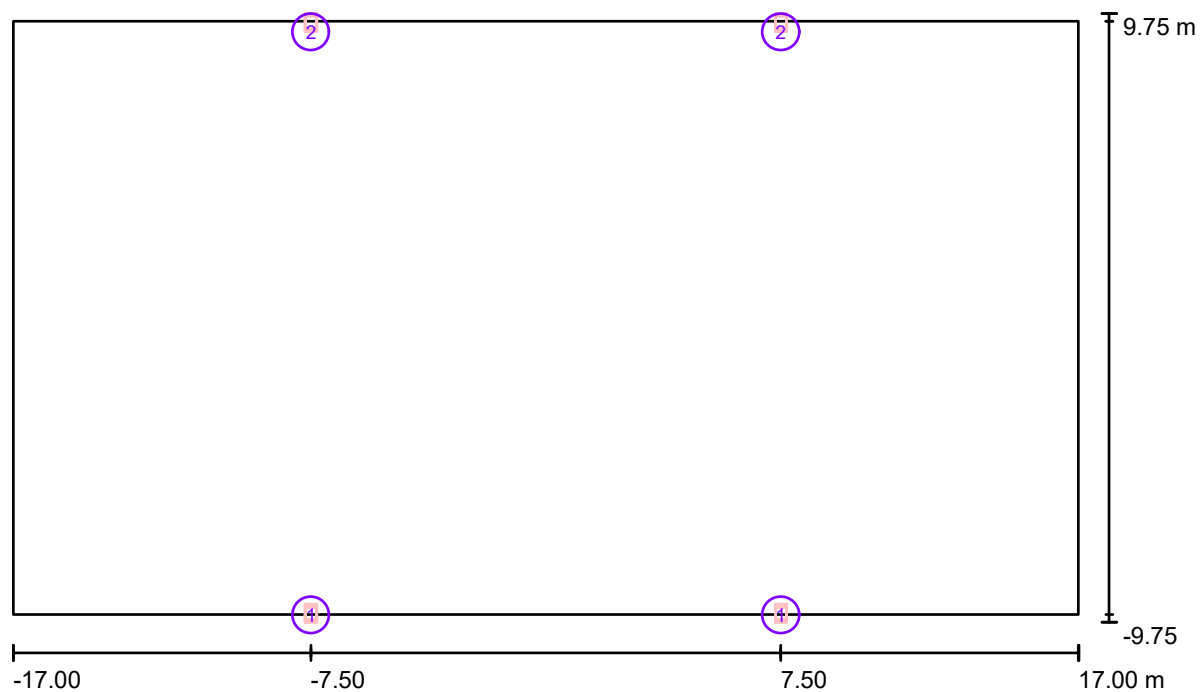
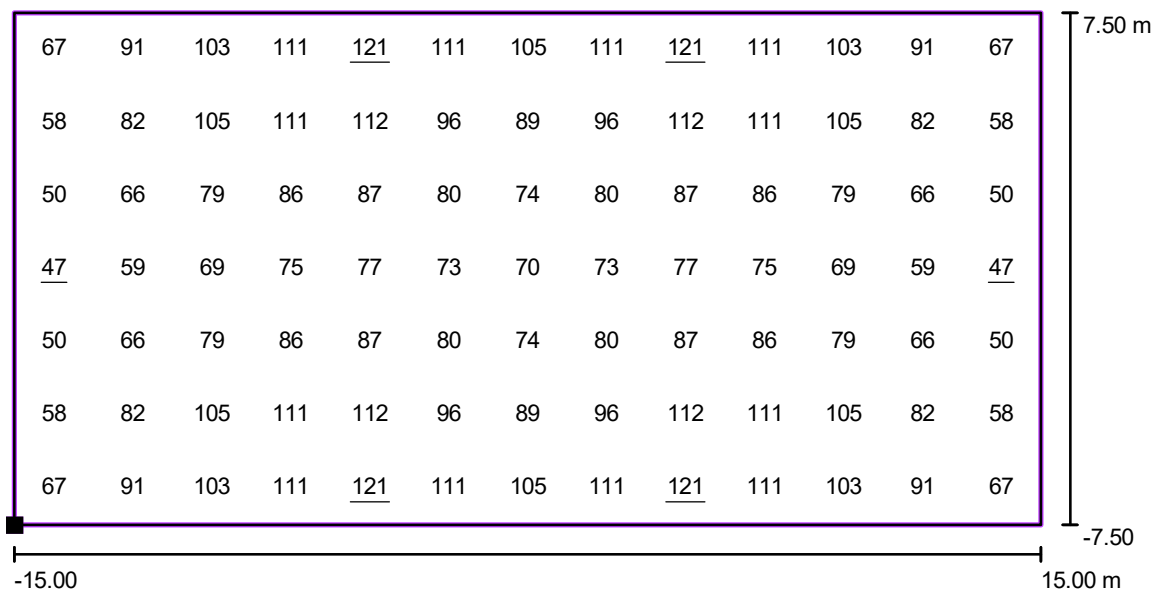


Рисунок 3.20 – Розміщення світлових приладів в системі освітлення ігрової зони майданчика за адресою вул. Старий Ринок, 1

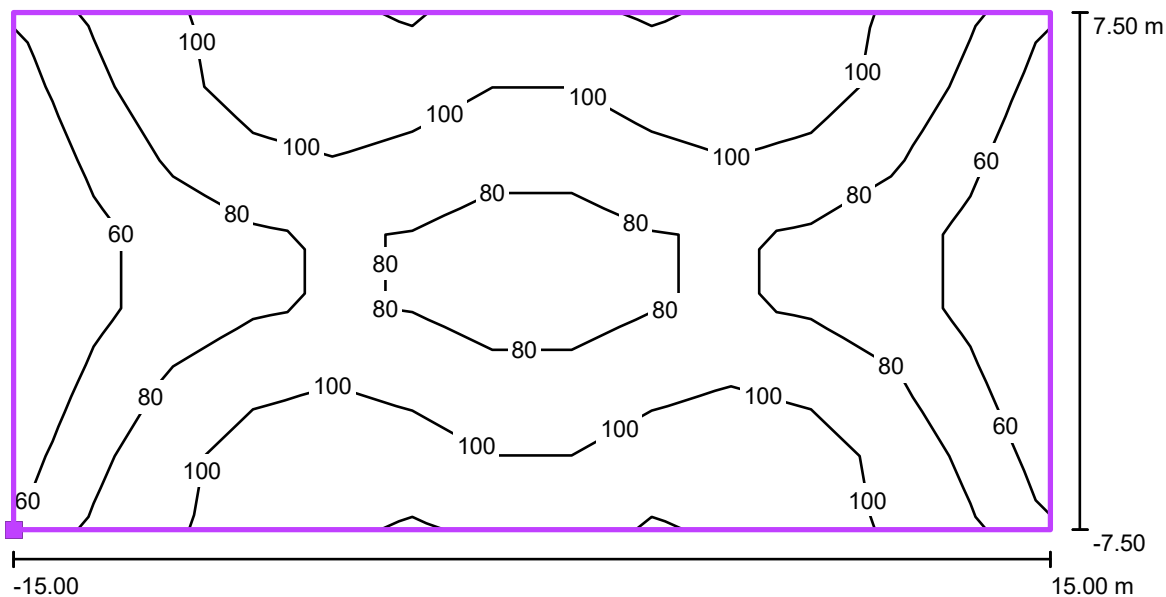
Таблиця 3.14 – Координати розміщення світлових приладів для освітлення ігрової зони майданчика по вул. Старий Ринок, 1

№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	-7,5	-9,5	6,0	30	0	0
1	7,5	-9,5	6,0	30	0	0
2	-7,5	9,5	6,0	30	0	180
2	7,5	9,5	6,0	30	0	180

Результати світлотехнічного розрахунку показано в табл. 3.15, а графік розподілу значень освітленості по поверхні ігрової зони та криві лінії однакової освітленості – на рис. 3.21.



a)



б)

Рисунок 3.21 – Графік розподілу значень освітленості (а) та лінії однакової освітленості (б) на поверхні ігрової зони майданчика, розташованого по вул.

Старий Ринок, 1, освітленого 4 вуличними світильниками типу

ДТУ18У-200-001

Із результатів видно, що розрахункове значення середньої освітленості знаходиться в межах допустимого від нормованого, а рівномірність освітлення відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу  $GR$  становить 28 (рис. 3.22).

Таблиця 3.15 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику по вул. Старий Ринок, 1

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{min}$ , ЛК	$E_{ср}$ , ЛК	$E_{max}$ , ЛК	$E_{min}/E_{max}$
Світильники вуличного освітлення, розташовані на нових опорах	ДТУ18У-200-001	4	47	87	121	0,54

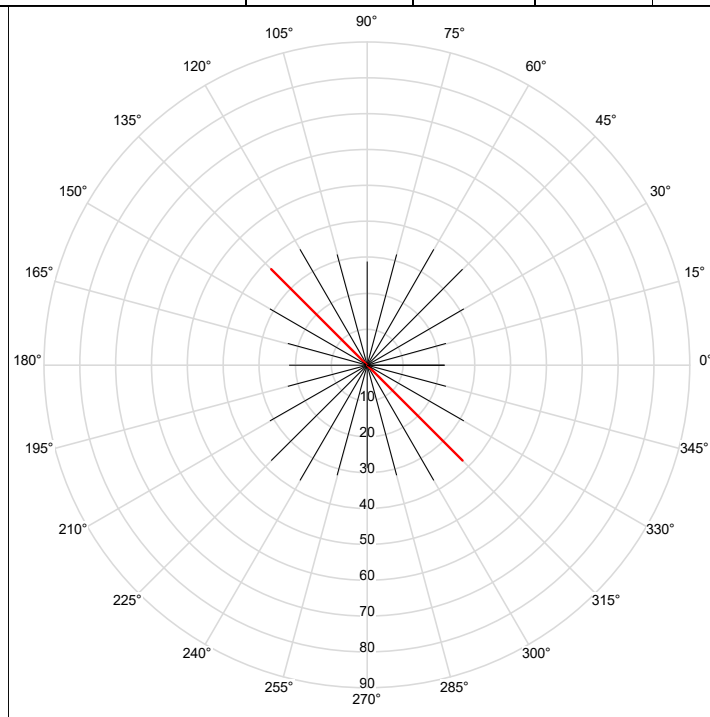


Рисунок 3.22 – Діаграма індексу  $GR$ , створеного 4 вуличними світильниками типу ДТУ18У-200-001 в системі освітлення майданчика по вул.

Старий Ринок, 1



### 3.2.6 Розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Білецька, 1

Дані для світлотехнічного розрахунку ігрової зони цього майданчика наступні:

- розміри ігрової зони становлять 40 м×20 м;
- відстань від ігрової зони до огороження – 1,5 м.

Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-200-001, схема та координати розміщення яких приведено відповідно на рис. 3.23 та в табл. 3.16.

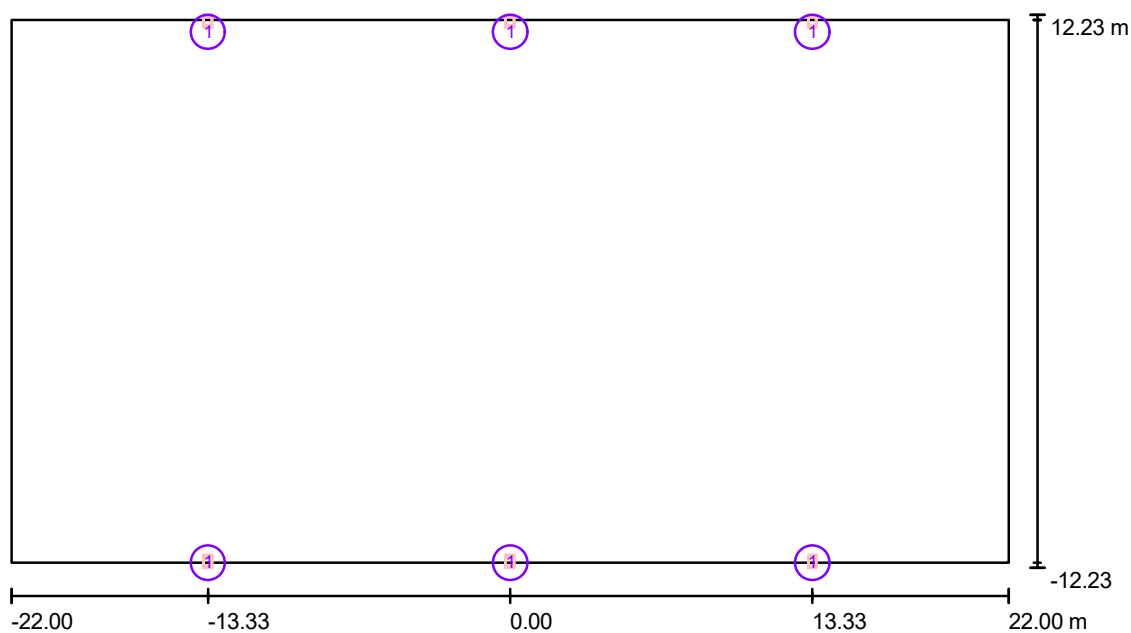


Рисунок 3.23 – Розміщення світлових приладів в системі освітлення ігрової зони майданчика за адресою вул. Білецька

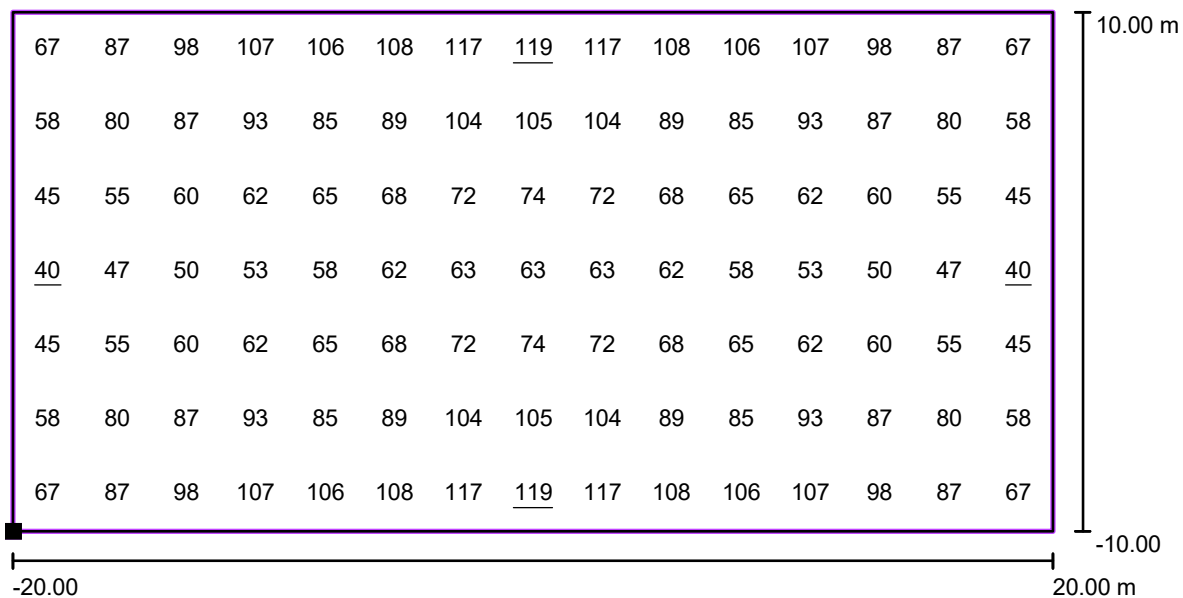
Таблиця 3.16 – Координати розміщення світлових приладів для освітлення ігрової зони майданчика по вул. Білецька

№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	-13,3	-12,0	6,0	35	0	0
2	-0,0	-12,0	6,0	35	0	0
3	13,3	-12,0	6,0	35	0	0
4	-13,3	12,0	6,0	35	0	180
5	-0,0	12,0	6,0	35	0	180
6	13,3	12,0	6,0	35	0	180

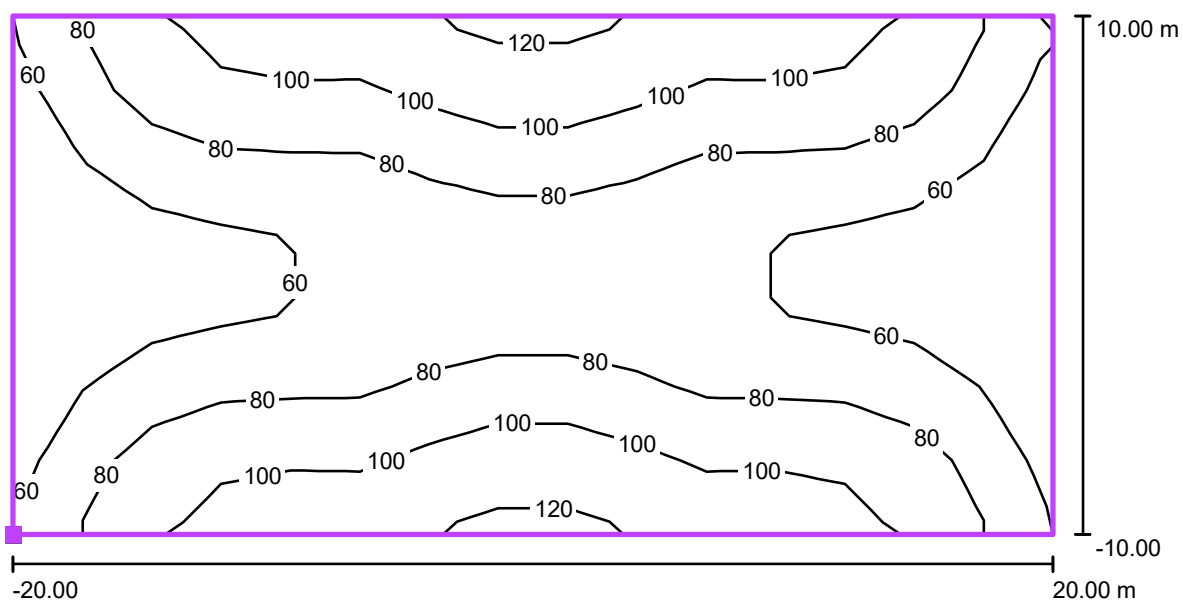
Результати світлотехнічного розрахунку показано в табл. 3.17, а графік розподілу значень освітленості по поверхні ігрової зони та криві лінії однакової освітленості – на рис. 3.24.

Таблиця 3.17 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення спортивного майданчику по вул. Білецька

Система освітлення	Тип світлового приладу	Кількість	$E_{\min}$ , лк	$E_{\text{ср}}$ , лк	$E_{\max}$ , лк	$E_{\min}/E_{\max}$
Світильники вуличного освітлення, розташовані на нових опорах	ДТУ18У-200-001	6	40	79	119	0,51



a)



б)

Рисунок 3.24 – Графік розподілу значень освітленості (а) та лінії однакової освітленості (б) на поверхні ігрової зони майданчика, розташованого по вул.

Білецька, освітленого 4 вуличними світильниками типу

ДТУ18У-200-001

Із результатів видно, що розрахункове значення середньої освітленості перевищує нормоване в допустимих межах, а рівномірність освітлення відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу  $GR$  становить 44 (рис. 3.25).

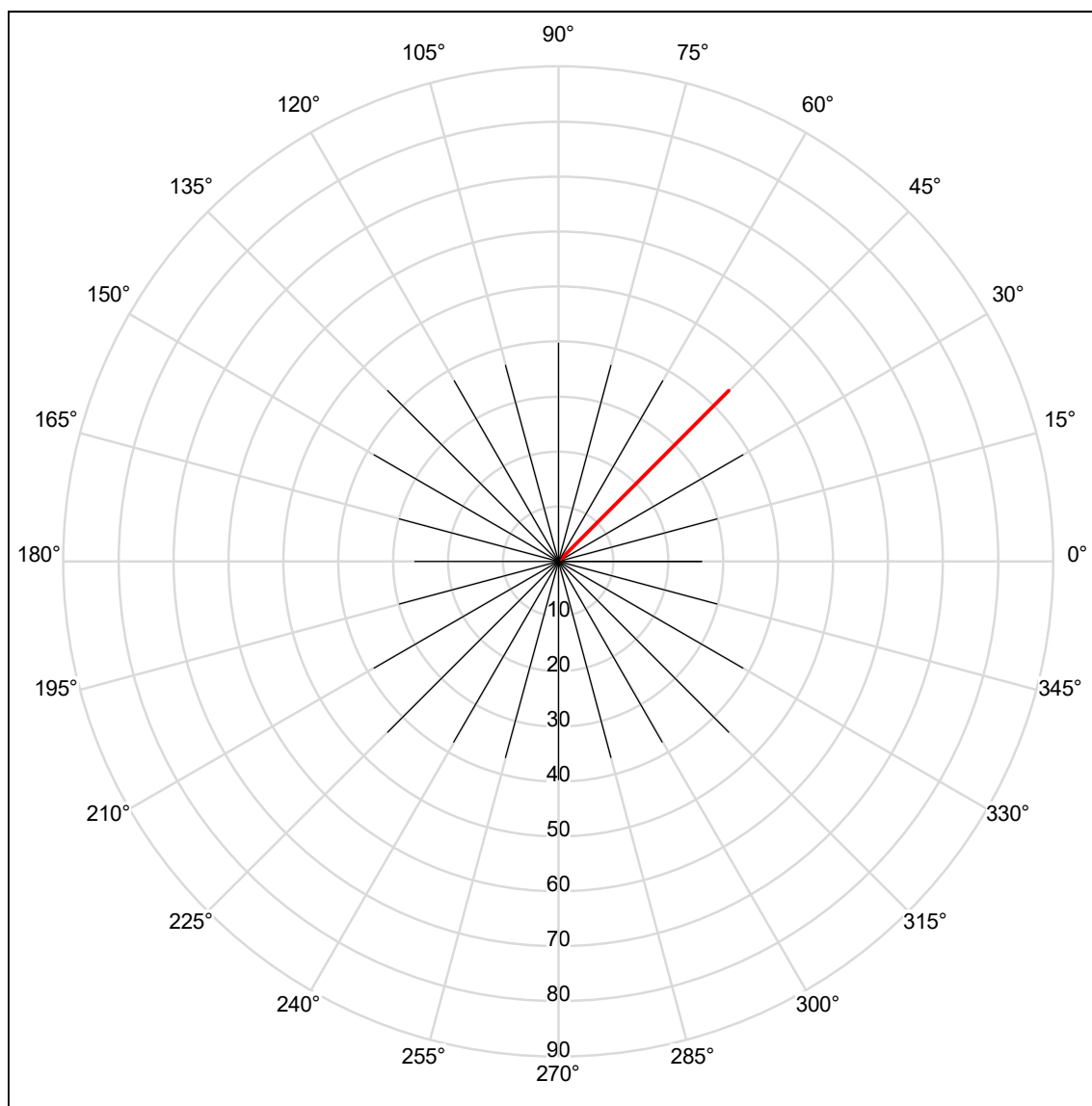


Рисунок 3.24 – Діаграма індексу  $GR$ , створеного 6 вуличними світильниками типу ДТУ18У-200-001 в системі освітлення майданчика по вул. Білецька

### 3.3 Висновки до Розділу 3.

1. Проведено вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення універсальних спортивних майданчиків. Для спортивних об'єктів, на яких проходять заходи III рівня, тобто рівня шкільного спорту та дозвілля, середня освітленість прийнята на рівні 75 лк. Крім того, прийнято, що коефіцієнт рівномірності становить не нижче 0,5, індекс  $GR$  – не вище 55.

2. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. 15 квітня, 35. Враховуючи те, що поблизу спортивного майданчика розміщені існуючі опори із вуличними світловими приладами на основі розрядних джерел світла, розглянуто випадок освітлення спортивного майданчика вуличними світильниками із напівпровідниковими джерелами світла, розміщеними на цих опорах. В якості світлових приладів використано світильники типу ДТУ18У-200-01 зі світловим потоком 24000 лм.

Запропоновано систему освітлення, в якій світлові прилади встановлюватимуться на нових опорах.

Розглянуто випадок застосування світлових приладів прожекторного типу ДО72У (модель А), зовнішній вигляд якого є аналогічним до зовнішнього вигляду світильників типу ДТУ18У. В системі освітлення використано 8 прожекторів типу ДО72У-150-03 із круглосиметричним світлорозподілом та кутом розсіювання сили світла таким, що дорівнює  $90^\circ$ . Як видно із результатів розрахунку дана система освітлення здатна забезпечити нормовані світлотехнічні вимоги щодо середньої освітленості та її розподілу.

Для оцінки рівня засліплення введено в проект в пакеті DIALux віртуального  $GR$  спостерігача, висота очей якого становить 1,5 м, і котрий знаходиться в центрі ігрового майданчика.

Як видно із діаграми значення індексу  $GR$  становлять: мінімальне – 16; максимальне – 40, що є допустимим, оскільки відповідно до нормативних вимог значення  $GR$  для систем освітлення спортивних об'єктів такої категорії не повинне перевищувати 55.

Виконано також розрахунок для системи освітлення, в якій замість прожекторів використовуються світильники вуличного освітлення. Кути нахилу світильників вуличного освітлення, а також координати їх розміщення вибрано аналогічними, як і для прожекторів. З результатів світлотехнічного розрахунку такої системи освітлення видно, що запропонована система освітлення ігрової зони майданчику задовільняє світлотехнічні нормативні вимоги. При цьому максимальне значення індексу  $GR$  для даної системи становить 41.

З метою зменшення кількості компонентів в системі освітлення виконано розрахунок при використанні трьох світильників такого типу в одному ряді, тобто кількість світлових приладів в системі освітлення становить 6. Як видно із результатів розрахунку, використання в системі освітлення майданчика шести вуличних світильників типу ДТУ18У-150-001 при вищевказаному їх розміщенні здатне забезпечити виконання нормативних вимог щодо середньої освітленості та її рівномірності розподілу. Максимальне значення індексу засліплення засліплення ( $GR$  показника) становить 39.

Як видно із вищенаведених розрахунків, на прикладі майданчика з розмірами ігрової зони  $16 \text{ м} \times 36$ , найоптимальнішою є система освітлення із використанням вуличних світильників на опорах висотою 6 м. Тому в системах освітлення решти спортивних майданчиків застосуємо світильники для вуличного освітлення.

3. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Лесі Українки, 17. Для освітлення ігрової зони цього майданчика використано світлові прилади типу ДТУ18У-200-01, які розміщено на існуючі опори. Максимальне значення індексу  $GR$  становить 38. Запропонована система освітлення задовільняє нормативні вимоги щодо світлотехнічних параметрів.

4. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Купчинського, 1. Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-150-001. Розрахункове значення середньої освітленості знаходиться в межах допустимого від нормованого, а рівномірність освітлення

відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу  $GR$  становить 37.

5. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Київська, 8. Значення середньої освітленості знаходиться в допустимому відхиленні від нормативного, а показник рівномірності суттєво перевищує нормативне значення. Максимальне значення індексу  $GR$  становить 18.

6. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Старий Ринок, 1. Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-200-001. Розрахункове значення середньої освітленості знаходиться в межах допустимого від нормованого, а рівномірність освітлення відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу  $GR$  становить 28.

7. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Білецька, 1. Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-200-001. розрахункове значення середньої освітленості перевищує нормоване в допустимих межах, а рівномірність освітлення відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу  $GR$  становить 44.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Долікарська допомога при переломах

Перелом - ушкодження кістки з порушенням її цілісності. Травматичні переломи розділяють на відкриті (є ушкодження шкіри в зоні перелому) і закриті (шкірний покрив не порушений). При відкритому переломі травма не викликає сумнівів. Закритий перелом не так очевидний, особливо, якщо він неповний, коли порушується частина поперечника кістки, частіше у вигляді тріщини.

Для усіх переломів характерні:

- різкий біль при будь-яких рухах і навантаженнях;
- зміні положення і форми кінцівки, її укорочення;
- порушення функцій кінцівки (неможливість звичних дій або ненормальна рухливість);
- набряклість і синець в зоні перелому.

Надання першої допомоги при переломах кінцівок багато в чому визначає результат травми: швидкість загоєння, попередження ряду ускладнень (кровотеча, зміщення відламків, шок) і переслідує три мети:

- 1) створення нерухомості кісток в області перелому (що попереджає зміщення відламків і ушкодження їх краями судин, нервів і м'язів);
- 2) профілактику шоку;
- 3) швидко доставку потерпілого до медичної установи.

Перша допомога при закритому переломі.

Якщо є можливість викликати швидку допомогу, то зробіть це. Після чого забезпечте нерухомість пошкодженої кінцівки, наприклад, покладіть її на подушку і забезпечте спокій. На передбачувану зону перелому покладіть щонебудь холодне. Самому постраждалому можна дати випити гарячий чай або знеболювальний засіб.

Якщо транспортувати потерпілого вам припаде самотійно, то заздалегідь необхідно накласти шину з будь-яких підручних матеріалів (дошки, лижі,



палиці, лозини, парасольки). Будь-які два тверді предмети прикладають до кінцівки з протилежних сторін поверх одягу і надійно, але не туго (щоб не порушувати кровообіг) фіксуються бинтом або іншими відповідними підручними матеріалами (пояс, ремінь, стрічка, мотузок). Фіксувати потрібно два суглоби - вище і нижче місця перелому. Наприклад, при переломі гомілки фіксуються гомілковостопний і колінний суглоби, а при переломі стегна - усі суглоби ноги. Якщо під рукою зовсім нічого не виявилось, пошкоджену кінцівку слід прибинтовувати до здорової (руку - до тулуба, ногу - до другої ноги). Транспортування потерпілого з переломом ноги здійснюється в положенні лежачи.

Перша допомога при відкритому переломі.

Відкритий перелом небезпечніший за закритий, оскільки є можливість інфікування відламків. Якщо є кровотеча, її потрібно зупинити. Якщо кровотеча незначна, то досить накласти пов'язку, що давить. При сильній кровотечі накладаємо джгут, не забуваючи відмітити час його накладення. Якщо час транспортування займає більше 1,5-2 годин, то кожні 30 хвилин джгут необхідно послабляти на 3-5 хвилин. Шкіру навколо рани необхідно обробити антисептичним засобом (йод, зеленка). У разі його відсутності рану потрібно закрити бавовняною тканиною. Тепер слід накласти шину, так само як і у разі закритого перелому, але уникаючи місця, де виступають назвні кісткові уламки і доставити потерпілого до медичної установи.

## **4.2 Методи боротьби з монотонністю праці на виробництві**

Реалізація творчих здібностей особистості, підвищення мотивації до праці за рахунок так званого «збагачення» праці набувають все більшого значення в розвитку виробництва на сучасному етапі.

Найрадикальнішим заходом є проектування раціональних трудових процесів і операцій на основі оптимального поділу праці. Завдання полягає в тому, щоб кожную операцію зробити змістовною, яка сприяла б розвитку у

працівника творчого мислення. Основним принципом проектування раціонального трудового процесу (операції) є принцип збереження певної логічної завершеності і структурної цілісності виконуваної операції. Навіть в умовах глибокої диференціації технологічного процесу необхідно встановлювати таку кількість елементів операції і послідовність їх виконання, яка сприймалася б працівником як логічно завершена одиниця.

Другим важливим принципом проектування трудового процесу є забезпечення достатнього енергетичного рівня операції. Спеціальними дослідженнями встановлено, що негативні психічні стани більшою мірою виявляються при виконанні тих робіт, які через незначну енергетичну вартість не стимулюють функціональної активності організму. Якщо монотонна робота досить інтенсивна за затратами енергії, то нудьга, сонливість, психічне перенасичення можуть не виникати. Доведено, що при фізичній роботі для підтримання активного тону кори затрати енергії не повинні бути меншими за 2,5 ккал/хв (150 ккал/год).

Запобіганню монотонності і підвищенню змістовності праці сприяє укрупнення трудових операцій. Завдяки укрупненню операцій у працівника формується більш складний стереотип трудових дій, що позитивно позначається на стані психофізіологічних функцій. Досвід показує, що операція повинна складатися не менш як з 5—6 елементів за умови збереження цільового змісту.

Важливим засобом боротьби з монотонністю є чергування операцій, кожна з яких є монотонною. Науковою основою чергування операцій є ефект Сеченова, суть якого в тому, що при зміні діяльності активізується інша група нервових центрів, а в раніше працюючих ефективно відбувається «заправка» енергією. Отже, принцип чергування операцій полягає в заміщенні і компенсації психофізіологічних функцій, активізації інших м'язових груп, нервових центрів, зменшенні надмірного напруження працюючих м'язів. Значення чергування операцій, таким чином, полягає в ліквідації негативного впливу односторонніх навантажень. На практиці застосовується декілька варіантів чергування операцій: через кожну годину, через 2,5 год, один раз протягом зміни, через

день. Відносно зняття фактора монотонності найбільш ефективно чергування операцій один раз протягом зміни, хоча в конкретних виробничих умовах це питання вирішується по-різному. Враховуються умови праці, структура операцій, майстерність працівників.

Чергування операцій пов'язане з суміщенням професій і трудових функцій. Зазначимо, що оволодіння працівником другими і суміжними професіями, крім подолання монотонності і підвищення привабливості праці, підвищує конкурентоспроможність працівника на ринку праці і мобільність на самому підприємстві.

Для зняття монотонності необхідно, щоб операції відрізнялися за характером навантажень, але в той же час були позбавлені інтерферентних елементів.

Основні умови суміщення професій і трудових функцій, які забезпечують зменшення монотонності:

- суміщені професії повинні змінювати рівень завантаженості різних органів і систем;
- суміщена операція повинна бути легшою, ніж основна. При легкій монотонній роботі ефективна зміна на більш важку;
- більш монотонну роботу необхідно суміщувати з менш монотонною;
- суміщені трудові комплекси повинні забезпечувати роботу за участю м'язів-антагоністів, а також зміну робочих поз;
- статичні навантаження повинні компенсуватися помірними динамічними навантаженнями.

При організації монотонних робіт важливе значення має вибір темпу роботи. Темп може бути вільним або примусовим. Кожний з них має переваги і недоліки. Тому при виборі темпу роботи слід виходити зі специфіки конкретного виробництва. В одних випадках доцільним є оптимальний заданий темп з регулюванням швидкості конвеєра у відповідності з кривою працездатності. Варіація швидкості не повинна перевищувати 10—15%. В інших випадках ефективно самостійне регулювання робочого темпу. Останнє

застосовується на автономних конвеєрах, що забезпечує не лише свободу ритму, а й регулювання змісту роботи.

Ефективним засобом боротьби з монотонністю є бригадно-групова форма організації потоку. Суть її в тому, що бригада виконує операції всього циклу по виготовленню більш-менш закінченого продукту (вузла). Процеси виготовлення кожного вузла виділяються в самостійні виробничі секції. Робітники працюють у вільному ритмі, а вузли з'єднуються в монтажній секції. В цьому випадку трудовий процес менше розчленований і тісніше кооперований.

Зменшенню негативного впливу монотонних робіт на психічний стан працівників і показники їхньої праці сприяють такі заходи:

- раціоналізація режимів праці і відпочинку;
- естетизація виробничого середовища;
- застосування функціональної музики.

До факторів зменшення монотонності відносяться також психологічні заходи, покликані посилити внутрішні мотиви діяльності. Це, зокрема, психологічна стимуляція трудової діяльності за рахунок постановки проміжних виробничих цілей, забезпечення працівників поточною інформацією щодо виконання роботи. Особливе значення мають залучення робітників до управління і розв'язання виробничих проблем, а також сприятливий соціально-психологічний клімат, створення умов для спілкування в процесі праці, якщо це можливо. Все це формує позитивні емоційні стани у працівників, посилює їх монотоностійкість.

### **4.3 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок.**

Електроустановки є потенційно небезпечними місцями для виникнення пожеж, так як вони містять велику кількість горючих матеріалів і речовин (ізоляційні матеріали, масла та ін.) І потенційні джерела займання (коротке замикання, скачки напруги, перевантаження, іскри і ін.). Таке поєднання

пожежонебезпечних факторів призводить до того, що саме суворе дотримання норм безпеки не може повністю усунути можливість виникнення пожежі.

### Причини пожежі в електроустановках

Основними причинами виникнення вогнищ горіння або задимлення в електроустановках є:

- аварійні ситуації, пов'язані з перевантаженням в електромережі при відсутності захисту необхідного рівня;
- коротке замикання через пошкодження обладнання або ліній електропередач;
- несправності технологічного обладнання;
- ушкодження допоміжних електромереж;
- порушення правил експлуатації і людський фактор.

Додатковим фактором небезпеки під час пожежі в електроустановках є висока напруга - найчастіше аварійні умови не дозволяють зняти напругу на охопленому вогнем ділянці, тим більше що ситуація вимагає екстрених заходів і швидких рішень. Саме тому кожному співробітнику, задіяному в роботі на такому обладнанні, необхідно точно знати - як і чим слід гасити вогнище загоряння в електроустановках до 1000 В.

Промислові електроустановки в більшості випадків мають автоматичні засоби пожежогасіння, які починають роботу при перевищенні заданих температурних параметрів в приміщенні, аварійному відключенні електроживлення обладнання та інших факторах. При відсутності такої системи осередок займання або задимлення необхідно ліквідувати своїми засобами і силами до приїзду фахівців Державної служби з надзвичайних ситуацій України.

Правила пожежної безпеки України регламентують використання первинних засобів пожежогасіння на електроустановках. Згідно цих правил для гасіння електроустановок не знаходяться під напругою можна використовувати пісок, воду і вогнегасники всіх марок. Якщо електроустановка перебуває під напругою до 1000В - дозволено використовувати для придушення осередків

займання або задимлення тільки вогнегасники порошкового, аерозольного або вуглекислотного типів з дотриманням всіх правил безпеки.

При виникненні вогнища загоряння в щитах управління під напругою до 400В допускається використання вуглекислотних, аерозольних або порошкових типів вогнегасників. Якщо вогнище придушити не вдається, то допускається використання розпоросених водяних потоків від протипожежного водопроводу або спеціальної техніки з обов'язковим дотриманням правил безпеки - із застосуванням електроізолюючих рукавичок, взуття, індивідуальні засоби захисту, із заземленням пожежного ствола і насоса спецтехніки.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено обстеження існуючих систем освітлення спортивних майданчиків м. Тернополя по вулицях: 15 квітня, 35; Лесі Українки, 17; Купчинського, 1; Київська, 8; Старий Ринок, 1; Білецька, 1.

2. Проведено вибір світлових приладів на прикладі світильників ДТУ18У, ДКУ41У, ДО72У.

3. Проведено вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення універсальних спортивних майданчиків. Для спортивних об'єктів, на яких проходять заходи III рівня, тобто рівня шкільного спорту та дозвілля, середня освітленість прийнята на рівні 75 лк. Крім того, прийнято, що коефіцієнт рівномірності становить не нижче 0,5, індекс  $GR$  – не вище 55.

4. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. 15 квітня, 35. Враховуючи те, що поблизу спортивного майданчика розміщені існуючі опори із вуличними світловими приладами на основі розрядних джерел світла, розглянуто випадок освітлення спортивного майданчика вуличними світильниками із напівпровідниковими джерелами світла, розміщеними на цих опорах. В якості світлових приладів використано світильники типу ДТУ18У-200-01 зі світловим потоком 24000 лм.

Запропоновано систему освітлення, в якій світлові прилади встановлюватимуться на нових опорах.

Розглянуто випадок застосування світлових приладів прожекторного типу ДО72У (модель А), зовнішній вигляд якого є аналогічним до зовнішнього вигляду світильників типу ДТУ18У. В системі освітлення використано 8 прожекторів типу ДО72У-150-03 із круглосиметричним світлорозподілом та кутом розсіювання сили світла таким, що дорівнює  $90^\circ$ . Як видно із результатів розрахунку дана система освітлення здатна забезпечити нормовані світлотехнічні вимоги щодо середньої освітленості та її розподілу.

Для оцінки рівня засліплення введено в проект в пакеті DIALux віртуального GR спостерігача, висота очей якого становить 1,5 м, і котрий знаходиться в центрі ігрового майданчика.

Як видно із діаграми значення індексу *GR* становлять: мінімальне – 16; максимальне – 40, що є допустимим, оскільки відповідно до нормативних вимог значення *GR* для систем освітлення спортивних об'єктів такої категорії не повинне перевищувати 55.

Виконано також розрахунок для системи освітлення, в якій замість прожекторів використовуються світильники вуличного освітлення. Кути нахилу світильників вуличного освітлення, а також координати їх розміщення вибрано аналогічними, як і для прожекторів. З результатів світлотехнічного розрахунку такої системи освітлення видно, що запропонована система освітлення ігрової зони майданчику задовільняє світлотехнічні нормативні вимоги. При цьому максимальне значення індексу *GR* для даної системи становить 41.

З метою зменшення кількості компонентів в системі освітлення виконано розрахунок при використанні трьох світильників такого типу в одному ряді, тобто кількість світлових приладів в системі освітлення становить 6. Як видно із результатів розрахунку, використання в системі освітлення майданчика шести вуличних світильників типу ДТУ18У-150-001 при вищевказаному їх розміщення здатне забезпечити виконання нормативних вимог щодо середньої освітленості та її рівномірності розподілу. Максимальне значення індексу засліплення засліплення (*GR* показника) становить 39.

Як видно із вищенаведених розрахунків, на прикладі майданчика з розмірами ігрової зони 16 м × 36, найоптимальнішою є система освітлення із використанням вуличних світильників на опорах висотою 6 м. Тому в системах освітлення решти спортивних майданчиків застосуємо світильники для вуличного освітлення.

5. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Лесі Українки, 17. Для освітлення ігрової зони цього майданчика використано світлові прилади типу ДТУ18У-200-01, які розміщено на існуючі



опори. Максимальне значення індексу *GR* становить 38. Запропонована система освітлення задовільняє нормативні вимоги щодо світлотехнічних параметрів.

6. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Купчинського, 1. Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-150-001. Розрахункове значення середньої освітленості знаходиться в межах допустимого від нормованого, а рівномірність освітлення відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу *GR* становить 37.

7. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Київська, 8. Значення середньої освітленості знаходиться в допустимому відхиленні від нормативного, а показник рівномірності суттєво перевищує нормативне значення. Максимальне значення індексу *GR* становить 18.

8. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Старий Ринок, 1. Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-200-001. Розрахункове значення середньої освітленості знаходиться в межах допустимого від нормованого, а рівномірність освітлення відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу *GR* становить 28.

9. Проведено розрахунок системи освітлення майданчика за адресою вул. Білецька, 1. Для освітлення поверхні ігрової зони використаємо світильники ДТУ18У-200-001. розрахункове значення середньої освітленості перевищує нормоване в допустимих межах, а рівномірність освітлення відповідає встановленим вимогам. Максимальне значення індексу *GR* становить 44.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. DIN EN 12193. Light and lighting - Sports lighting
2. Вуличне освітлення URL: <https://vatra.ua/ukr/products/street-lighting> (дата звернення: 01.06.2024).
3. <https://www.dialux.com/en-GB/> (дата звернення 16.04.2024)
4. Осадца Я.М. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ, 2020. 58 с.
5. <https://vatra.ua/ukr/street-lighting/dtu18u-VATRA> (дата звернення 09.06.2024).
6. <https://vatra.ua/ukr/street-lighting/dku41u-VATRA> (дата звернення 09.06.2024).
7. <https://vatra.ua/ukr/floodlights/do72u-a-VATRA> (дата звернення 09.06.2024).
8. Ільїна Н.О., Васильєва Ю.О. Світлотехнічні установки та системи: конспект лекцій для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання спеціальності 6.090.600 «Світлотехніка та джерела світла». Харків: ХНАМГ, 2006. 104 с.
9. Воляннюк Б.Я., Сидорук Б.В. Розробка проекту модернізації систем освітлення вулиць мікрорайону «Аляска» у м. Тернопіль (комплексна тема): кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю "141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"/ Б. Я. Воляннюк, Б.В. Сидорук – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 94 с.
- 10.Салтиков В.О. Освітлення міст: Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 221 с.
- 11.Назаренко Л. А. Штучне зовнішнє освітлення: навч. посібник / Л. А. Назаренко, К. І. Іоффе ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 88 с.

12. Дулик, І. М., Іваніга, О. О., Чайковський, О. Я., & Осадца, Я. М. (2023). Аналіз програмного забезпечення для спеціалізованого світлотехнічного розрахунку систем освітлення. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 264-264.
13. Олексійчук, Б. Ю., Соловко, А. Л., & Осадца, Я. М. (2019). Енергоефективне освітлення приміщень і об'єктів громадського та комунального призначення. Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 3, 52-52.
14. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший ( бакалаврський ) / укл. : О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.