

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект модернізації систем освітлення пішохідних алей парків м. Тернополя

Виконав(ла): студент(ка) _____ курсу, групи _____

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка

та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

_____ Станчев І.І.

_____ Ковалишин І.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

_____ Осадца Я.М.

(підпис)

Нормоконтроль

_____ Мовчан Л.Т.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

_____ Тарасенко М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

_____ Трембач Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М., старший викладач		
Нормоконтроль	Мовчан Л.Т. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Аналітичний розділ		
3	Проектно-конструкторський розділ		
4	Розрахунково-дослідницький розділ		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
6	Висновки		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Оформлення графічної частини		

Студент _____
(підпис)

Станчев І.І.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Осадца Я.М.
_____ (прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М., старший викладач		
Нормоконтроль	Мовчан Л.Т. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Аналітичний розділ		
3	Проектно-конструкторський розділ		
4	Розрахунково-дослідницький розділ		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
6	Висновки		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Оформлення графічної частини		

Студент _____
(підпис)

Ковалишин І.В. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Осадца Я.М. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Станчев І.І., Ковалишин І.О. Проект модернізації систем освітлення пішохідних алей парків м. Тернополя. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТм-61. – Тернопіль: ТНТУ, 2023.

В роботі запропоновано технічні рішення щодо модернізації систем освітлення пішохідних алей гідропарку «Сопільче», парку «ім. Т.Г. Шевченка», парку «Національного Відродження».

Робота складається із розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг розрахунково-пояснювальної записки – ___ аркушів формату А4, з них 17 аркушів додатків. Обсяг графічної частини – __ аркушів формату ____.

Ключові слова: система освітлення, крива сили світла, рівномірність освітленості, світловий потік, втрата напруги.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1.1 Аналіз об'єктів проектування	9
1.2 Призначення паркового освітлення та методологія його проектування	14
1.3 Вимоги до систем освітлення паркових зон	16
1.4 Аналіз методів та засобів паркового освітлення	20
1.5 Аналіз вітчизняних виробників світлових приладів вуличного освітлення	23
1.6 Висновки до розділу	29
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	30
2.1 Обстеження існуючих систем освітлення пішохідних алей	30
2.1.1 Гідропарк «Сопільче»	30
2.1.2 Парк «ім. Т.Г. Шевченка»	34
2.1.3 Парк «Національного Відродження»	37
2.2 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення, виду та систем освітлення	40
2.3 Вибір світлових приладів	41
2.4 Електричні мережі систем освітлення пішохідних алей	48
2.5 Електротехнічний розрахунок електричних мереж модернізованих систем освітлення	52
2.5.1 На мінімум провідникового матеріалу	52
2.5.2 По струму навантаження	57
2.6 Висновки до розділу	59
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	61
3.1 Постановка задачі моделювання та світлотехнічного розрахунку систем освітлення пішохідних алей	61
3.2 Отримання залежностей рівномірності розподілу освітленості від кроку між світловими приладами для різної ширини алей	63

3.3 Аналіз залежностей рівномірності розподілу освітленості від кроку між світловими приладами	65
3.4 Моделювання та світлотехнічний розрахунок систем освітлення паркових алей в пакеті DIALux	75
3.4.1 Алеї гідропарку «Сопільче»	75
3.4.2 Алеї парку «ім. Т.Г. Шевченка»	75
3.4.3 Алеї парку «Національного Відродження»	77
3.4.4 Освітлення пішохідних алей вуличними консольними світильниками	79
3.5 Висновки до розділу	81
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	82
4.1 Значення зовнішнього освітлення	82
4.2 Фактори небезпеки, котрі можуть виникати при експлуатації систем зовнішнього освітлення	83
4.3 Фактори, які впливають на наслідки ураження електричним струмом	85
4.4 Основні причини виникнення надзвичайних ситуацій	88
4.5 Аналіз заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій	90
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	93
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	95
ДОДАТОК 1	98
ДОДАТОК 2	101

ВСТУП

Актуальність теми. Штучне вечірнє освітлення міста здатне одночасно виконувати такі функції, як естетичну, екологічну й економічну. Правильно влаштоване зовнішнє освітлення сприяє безпеці дорожнього руху на міських вулицях, приваблює туристів, запобігає проявам до вчинення злочинних дій.

Важливим сегментом зовнішнього освітлення населених пунктів є освітлення зон відпочинку загального користування, серед яких є загальноміські парки та сквери. Саме садово-паркове освітлення здатне забезпечити безпечне пересування територією, створити умови для орієнтуванні на місцевості та для зонування простору. Освітлення парків здатне сприяти покращенню вечірнього образу об'єкта і робить його більш привабливим для тих, хто його відвідує.

Проте багато об'єктів паркового господарства на даний час потребують модернізації. Не є виключенням і системи освітлення, в яких велика частина припадає на світлові прилади із розрядними джерелами світла. Застосування світлових приладів із енергоефективними джерелами світла, а також оптимальними характеристиками світлорозподілу дозволить не тільки знизити енергоспоживання системи освітлення, але і створити комфортні умови світлоклімату для перебування в парковій зоні.

Тому важливою задачею є створення нових та модернізація існуючих систем освітлення об'єктів садово-паркового господарства. Звідси, **актуальною** постає проблема, пов'язана з проектування систем освітлення паркових територій.

Мета роботи: визначити можливі технічні рішення щодо модернізації систем освітлення пішохідних алей парків м. Тернополя.

Для досягнення мети в кваліфікаційній роботі були поставлені і вирішені наступні завдання:

- визначення об'єктів, для яких необхідно застосовувати модернізацію освітлення
- світлотехнічний розрахунок та моделювання систем освітлення

пішохідних алей парків;

- розробка та проектування електричних мереж запропонованих систем освітлення паркових алей;

- електротехнічний розрахунок електричних освітлювальних мереж, а також вибір, на основі його результатів, перерізів жил кабелів та апаратів захисту.

Об'єкт дослідження: процеси проектування систем паркового освітлення.

Предмет дослідження: системи освітлення парків м. Тернополя.

Наукова новизна: на основі результатів моделювання та світлотехнічного розрахунку визначено відстані між світловими приладами, при яких будуть забезпечуватись нормовані значення рівномірності розподілу освітленості по поверхні пішохідних алей різної ширини.

Практична цінність: запропоновано технічні рішення щодо модернізації систем освітлення алей парків м. Тернополя на основі світлових приладів із напівпровідниковими

Апробація результатів роботи. Результати, отримані під час написання кваліфікаційної роботи магістра, представлено на XII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (6 – 7 грудня 2023 р., Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя) [24].

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз об'єктів проектування

Забезпечення проведення дозвілля, відпочинку, розваг, задоволення культурних запитів різних груп населення м. Тернополя, розвиток художньої і технічної творчості, збереження природно-заповідного фонду міста є основною метою діяльності КП «Об'єднання парків культури і відпочинку м. Тернополя». Об'єктами, на які спрямована діяльність КП «Об'єднання парків культури і відпочинку м. Тернополя» є 5 парків, а саме [1, 2]:

«Парк ім. Т.Г. Шевченка»;

Гідропарк «Сопільче»;

«Парк Національного відродження»;

«Старий парк»;

«Парк Здоров'я».

Площа парку ім. Т.Г. Шевченка становить 22 га. Однією із алей парку є набережна Тернопільського ставу, а сам парк розташовується власне між набережною та між вулицями Білецькою, Замковою та Грушевського (рис. 1.1).

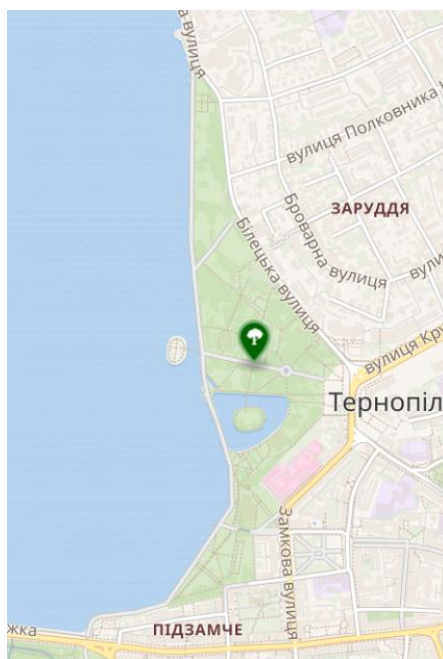


Рисунок 1.1 – Розміщення парку ім. Т.Г. Шевченка

Відкриття парку відбулось 19 липня 1953 року. На території парку споруджено більярдну, дитячий майданчик, літній театр, літній кінотеатр, невеликий штучний ставок із островом Чайка. Крім того розміщено береговий аераційни фонтан, фонтан «Каскад» та фонтан «Життя», Центральний причал теплоходів та причал для яхт. Крім того споруджено спеціальні станції з пристанями для любителів веслувального та водно-моторного спорту.

Також на території парку розташовано спортивні майданчики клубу «Динамо», та клуб «Автолюбитель». На територіях, прилеглих до парку розташовані пологовий будинок, диско-бар «Максим», церква «Чесного Хреста», готель «Тернопіль», та пляж «Циганка».

Загальна протяжність алей та доріжок, котрі проходять через парк становить 6910 м.

Гідропарк «Сопільче» знаходиться в південно-західній частині м. Тернополя між житловими масивами «Дружба», «Оболоня» і «Центр». Територія парку обмежена вулицями Дружби, Миру, Руська, Торговиця, Митрополита Шептицького та Цегельним провулком (рис. 1.2).

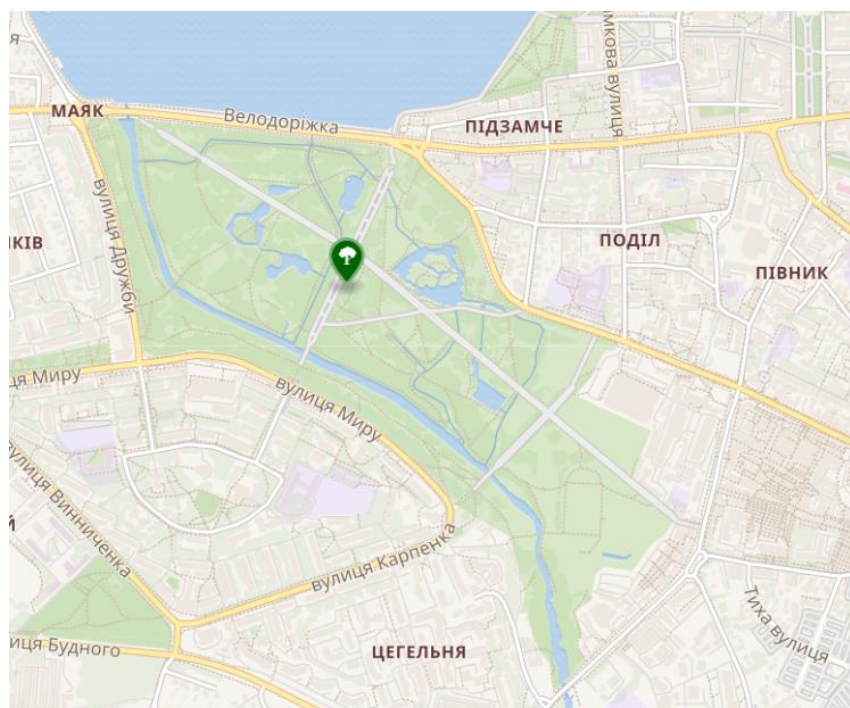


Рисунок 1.2 – Розміщення гідропарку «Сопільче»

Першу чергу парку було відкрито в 1983 р. Площа, яку займає гідропарку

«Сопільче» становить 66 га. Через територію парку протікає річка Серет. На території парку розташовано зону атракціонів (карусель, гойдалка, мала дитяча залізниця, автодром), дитячі ігрові майданчики, спортивні зони (тенісні корти, футбольні поля та майданчики, картингодром, парк екстримальних розваг, Тернопільський клуб любителів загартовування та зимового плавання «Нептун»), зоокуток, флагшток із прапором України, козацький острів та декоративний водяний млин, фонтан «Топільче».

На територіях, прилеглих до парку розташовані торговий центр «Орнава», пивний ресторан «Ковчег», супермаркет «Комора», ринок, готель «Garden Hall», Храм перенесення мощей святого Миколая УГКЦ, ресторан «День і ніч», ресторан «Водограй».

Загальна протяжність алей та доріжок, котрі проходять через парк становить 10055 м. Через територію парку проходить найдовша катальпова алея України з довжиною 1450 м.

«Парк Національного відродження» було закладено в 1978 р. Його площа становить 54 га.

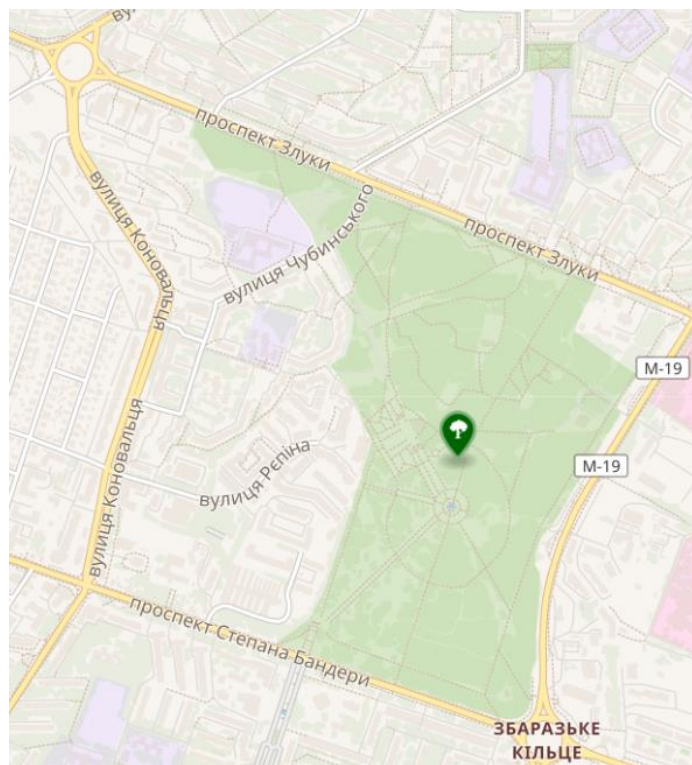


Рисунок 1.3 – Розміщення «Парку Національного відродження»

Парк розташовано між житловими масивами «Сонячний», «Східний» та «Канада». Територія парку обмежена проспектами Степана Бандери та Злуки, вулицями Чубинського, Вербицького (рис. 1.3). Крім того вздовж східної межі парку через вулицю 15 квітня проходить міжнародний автомобільний шлях М19 Доманове – Ковель – Чернівці – Теремблече.

На території парку розміщено співоче поле, розраховане на 1200 артистів та 5000 глядачів, зону із 9 атракціонами («Сюрприз», «Клоун», «Веселі гірки», «Колесо огляду», «Ромашка», «Берізка», «Юнга», «Карусель», «Грибок»), два дитячих майданчики, три спортивних майданчики, сонячний годинник, фонтан «Олімпіада», пам'ятники пілотам-визволителям, воїнам-афганцям, правоохоронцям області жертвам Чорнобильської трагедії. Крім того, на території парку знаходяться критий тенісний корт, ресторани «Вогнем і ножем», «Арарат», «Лемківський двір». На прилеглій до парку території розміщено Свято-Троїцький духовний центр та Храм Покрова Пресвятої Богородиці.

Загальна протяжність алей та доріжок, котрі проходять через парк становить 8547 м.

Площа території Старого парку становить 5,4 га, а сам парк засновано у 1895 р. Парк розташований в межах вулиць Генерала Шухевича, Євгена Петрушевича, Клінічна, Михайла Коцюбинського, Весела (рис. 1.4).

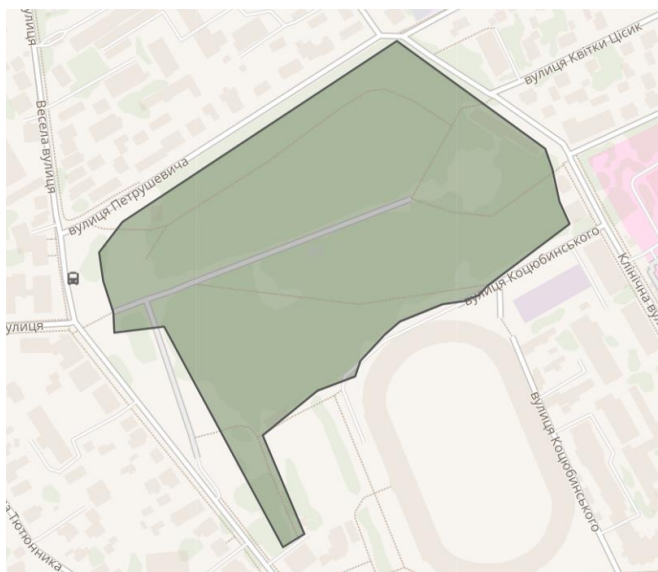


Рисунок 1.4 – Розташування Парку Слави

На території парку розміщений меморіальний комплекс, військове кладовище, 10-ти метрова скульптура «Материнський поклик» та дві культові споруди, а саме Дім молитви ХВС та дерев'яна Церква Зарваницької Божої Матері УГКЦ.

На прилеглий до парку території розміщено Тернопільський міський стадіон імені Романа Шухевича, Тернопільська обласна клінічна лікарня, гуртожиток № 4 та спортивний комплекс Тернопільського національного медичного університету імені Івана Горбачевського.

Парк «Здоров'я» є наймолодшим парком м. Тернополя і розташований в межах регіонального ландшафтного парку «Загребелля». Територія парку обмежена вулицями Бережанська, Волинська та Львівська (рис. 1.5).

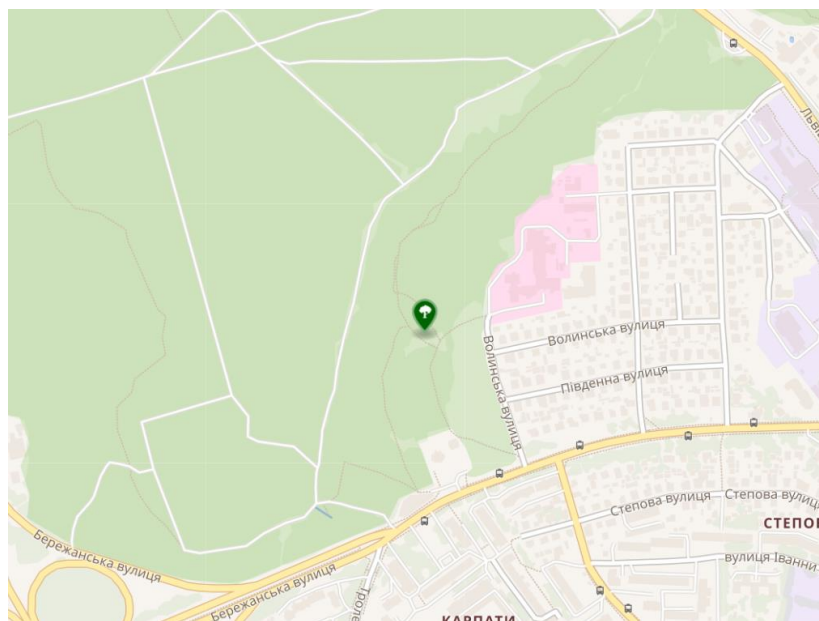


Рисунок 1.5 – Розміщення парку «Здоров'я»

На території парку розміщено центральну алею протяжністю 724 м, стежки, велосипедну доріжку, а також спортивний, дитячий та оглядові майданчики, відпочинкову зону.

На територіях, прилеглих до парку розміщені Тернопільська міська комунальна лікарня № 3, Центр протезування і реабілітації «РАЗАН», АТБ Маркет.

На підставі вищенаведеного виберемо об'єктами для проектування

пішохідні алеї трьох найбільших по площі парків, а саме гідропарку «Сопільче», парку ім. Т.Г. Шевченка та «Парку національного відродження», оскільки модернізація систем освітлення є в першу чергу необхідною саме для пішохідних алеї цих парків, що зумовлено Технічним завданням (Додаток 1).

1.2 Призначення паркового освітлення та методологія його проєктування

Сучасні міські парки являють собою об'єкти із різноманітною інфраструктурою. Окрім зелених насаджень та пішохідних алеї на територіях парків розміщуються різного роду відпочинкові зони: дитячі майданчики, атракціони, спортивні майданчики, водойми, точки загального харчування, фонтани та інші елементи благоустрою.

Тому для якісного та безпечного освітлення цих об'єктів використовується складна світлотехнічна система, з допомогою якої можна вирішити одночасно декілька задач, котрі полягають у:

- можливості відвідувати парк в будь-який час доби;
- легкому орієнтуванні на обширній території;
- підвищенні рівня безпеки за рахунок зниження кількості злочинних дій, вчинених в темний час доби;
- створенні для відвідувачів приємних емоцій;
- створенні атмосфери відпочинку на свіжому повітрі;
- підвищенні престижу та соціальної привабливості парку.

Окрім свого першопочаткового призначення на зовнішнє освітлення покладається ще і виконання специфічних функцій, котрі полягають в художньому (забезпеченні естетичних вимог) та в інформаційному (світлові покажчики, реклама) освітленні.

Концепція формування штучного світлового середовища об'єкта базується на основі цільових завдань утилітарно-технологічного та психоестетичного характеру, котрі повинні вирішуватись на різних стадіях

розробки та реалізації проєкту. Ці завдання полягають у:

- створенні комфортних екологічних зорових умов для спостерігачів;
- забезпеченні архітектурно-художньої виразності ансамблів та об'єктів для всіх спостерігачів, чия увага зосереджено на нічний об'єкт;
- формуванні благоприємної психологічної атмосфери при перебуванні на території вечірнього об'єкта.

При проєктуванні систем освітлення парків та скверів необхідно забезпечувати наступне:

- комфортне рівномірне освітлення. Відсутність засліплення як на пішоходів, так і у вікнах прилеглих будинків та споруд. Оскільки у паркових зонах відвідувачі здійснюють прогулянки, а також відпочивають і розслабляються, то світлове середовище не повинно бути дратівливим і заважати. Крім того бувають випадки, коли зони відпочинку чи пішохідні зони безпосередньо примикаються до будинків. Тому світло від системи освітлення парків не має потрапляти у вікна. Це забезпечується шляхом використання світильників з матованими світлопропускними елементами або розсіювачами;
- безпеку відвідувачів, які прогулюються по доріжках та пішохідних алеях. Освітлення повинне забезпечувати можливості для відвідувачів під час пересування по алеях та доріжках розрізняти на своєму шляху перешкоди, виявляти можливі небезпечні об'єкти та інших пішоходів;
- висока світлова віддача. Світлові прилади повинні мати необхідне значення світлового потоку із найменшою споживаною потужністю, що дозволяє встановлювати їх на малих та великих висотах, обмежуючи чи уникаючи при цьому засліплення пішоходів;
- відстані між світильниками чи їх опорами повинні бути такими, щоб забезпечувати рівномірне і якісне освітлення. При цьому важливо пам'ятати, що в певних небезпечних або занадто затемнених ділянках концентрація світлових приладів може бути більшою. При цьому можна використовувати спеціальні елементи для освітлення чи підсвічування різних об'єктів, котрі знаходяться в парку, що дозволяє надати більшої декоративності доріжкам та алеям;

- інтеграція в навколишнє середовище. Традиційно світлові прилади встановлюються на окремі традиційні або химерні. В окремих випадках можна опри не використовувати, встановлюючи при цьому світлові прилади на фасадах близько розташованих будівель;

- рівень захисту. Для освітлення паркових зон необхідно використовувати прилади з високим ступенем захисту для можливості експлуатації світлових приладів протягом усього терміну їх служби. Крім того, при встановленні на висоті до 5 м світлові прилади повинні мати додатковий захист від вандалізму, тобто підвищені рівні надійності кріплень та міцності матеріалів;

- естетична привабливість елементів системи освітлення (світлових приладів, опор та несучих конструкцій). Форма і дизайн світлових приладів та стовпів повинні відповідати місцю їх встановлення.

1.3 Вимоги до систем освітлення паркових зон

Вимоги до проектування в тому числі і зовнішнього освітлення закладені в ДБН В.2.5 – 28:2018 [6]. Відповідно до цих будівельних норм при проектуванні установок зовнішнього освітлення особливу увагу потрібно приділяти оптимізації вибору та розміщенню світлових приладів, а критерієм оптимізації проєктних рішень є енергоефективність систем освітлення, котра полягає в мінімальному значенні потужності освітлювальної установки при забезпеченні нею нормативних вимог.

Пішохідні простори (зони), до яких відносяться пішохідні алеї скверів та парків класифікуються відповідно до табл. 8.30 [6]. В якості нормованих світлотехнічних параметрів систем освітлення пішохідних просторів регламентується середня горизонтальна освітленість та показник її рівномірності, який визначається відношенням середньої освітленості до максимальної. В табл. 1.1 подано зведені значення нормованої середньої освітленості та показника рівномірності на поверхні покриття для пішохідних зон різних класів.

Таблиця 1.1 – Класифікація пішохідних зон та нормовані значення середньої освітленості та її рівномірності

Підклас	Найменування об'єкта	Середня горизонтальна освітленість, лк	Відношення середньої освітленості до максимальної
П1	Майдани перед головними входами виставок і стадіонів, гіпер- і супермаркетів, виставкові павільйони, естради відкритого типу на територіях виставок, території аеропортів та вокзалів	20	1:1
П2	Головні пішохідні вулиці з визначними місцями у містах, громадських центрах адміністративних районів, непроїзні частини площа майданів, площі перед заводами, майданчики для посадки пасажирів на громадський транспорт, містки відкритого типу для пішоходів, колії для під'їзду до автозаправних станцій з проїзних частин вулиць і доріг категорій А і Б	10	1:3
П3	Пішохідні вулиці, <i>головні входи на території парків загальноміського значення</i> , санаторіїв, допоміжні входи й бічні алеї відкритих виставок, допоміжні входи й центральні алеї для стадіонів, колії для під'їзду до автомобільних заправних станцій з вулиць категорії В	6	1:5
П4	Відділені від проїзної частини тротуари; основні проїзди територій мікрорайонів, під'їзди й підходи до корпусів будівель, майданчиків, їдалень закладів дошкільної освіти, навчальних закладів, санаторіїв і будинків відпочинку, центральні алеї на територіях лікувальних закладів та будинків відпочинку.	4	1:5
П5	Проїзди другорядного призначення на територіях мікрорайонів, тротуари-під'їзди, господарські майданчики і майданчики перед сміттєзбірниками, <i>центральні алеї парків та скверів</i> , адміністративних районів, міжгаражні проїзди, тимчасові автостоянки	2	1:10
П6	<i>Допоміжні входи і бокові алеї на територіях скверів і парків</i> адміністративних районів	1	1:10

Як видно із табл. 1.1, алеї парків та скверів можуть відноситись до підкласів П3, П5 та П6, а їх середня освітленість повинна становити відповідно 6, 2 та 1 лк з показниками рівномірності 1:5, 1:10 та 1:10.

Крім того, нормовані значення середньої горизонтальної освітленості територій парків приведені в табл. 1.2 [6].

Таблиця 1.2 – Нормовані значення горизонтальної освітленості територій парків

Освітлювані об'єкти		Нормоване значення середньої горизонтальної освітленості, лк
Входи	Головні	6
	Допоміжні	2
Алеї	Центральні	4
	Бокові	2
Майданчики для масового відпочинку, перед відкритими естрадами та настільними іграми		10

Відповідно до Правил улаштування електроустановок [7] для живлення світлових приладів загального освітлення, як правило, рекомендується застосовувати змінну чи постійну напругу, діюче значення якої не перевищує 220 В. Напругу 380 В для живлення світлових приладів допускається використовувати у випадках, коли в світловий прилад вводиться незалежний пуско-регулювальний апарат.

В системах підсвічування фасадів будинків, скульптур, монументів, зелені з використанням світлових приладів, висота встановлення яких над поверхнею землі або площадки для обслуговування є нижчою, ніж 2,5 м, допускається застосовувати напругу до 380 В, при умові, якщо ступінь пиловологозахисту світлових приладів є не нижчим IP54.

Відхилення та коливання напруги на вводах світлових приладів повинні становити в межах від 95 % до 105 %; і вони не повинні перевищувати норм, зазначених у ГОСТ 13109-97.

Світлові прилади в установках зовнішнього освітлення допускається монтувати на спеціально призначені для такого виду освітлення опорах, а також на опори повітряних ліній з напругою до 1 кВ, опорах контактної мережі електрифікованого міського транспорту, живлення якого здійснюється напругою

до 0,6 кВ, стінах і перекриттях будівель і споруд, щоглах, технологічних естакадах, майданчиках технологічних установок і димових труб, парапетах та огорожувальних конструкцій мостів і транспортних естакад, на металевих, залізобетонних та інших конструкціях будівель і споруд. Крім того, світлові прилади для зовнішнього освітлення допускається монтувати шляхом підвісу на троси, закріплені на стінах будівель, опорах, а також встановлювати на нижче або на рівні землі.

Мінімально допустима висота встановлення світлових приладів над бульварами та пішохідними доріжками становить 3 м.

Допускається встановлювати світлові прилади в приямках, рівень яких є нижчим від рівня землі, за умови наявності дренажних або інших засобів для видалення води з приямків.

Опори зі світловими приладами для освітлення пішохідних алей та доріжок рекомендується встановлювати за межами пішохідної частини. При наявності рядкових насаджень дерев світлові прилади встановлюють поза кронами дерев. При цьому застосовуються подовжені кронштейни.

Живлення установок зовнішнього освітлення допускається виконувати безпосередньо від трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів та ввідно-розподільних пристроїв (ВРП) або спеціальних трансформаторів при умові обґрунтування таких рішень техніко-економічними розрахунками. Зазвичай для освітлювальних мереж зовнішнього освітлення допускається застосовувати систему заземлення TN-C. При цьому мережі зовнішнього освітлення виконуються кабельними або повітряними лініями з використанням самоутримних ізольованих проводів.

За надійністю електропостачання системи освітлення паркових зон відносяться до третьої категорії.

В установках зовнішнього освітлення, де застосовуються світильники з газорозрядними джерелами світла, потрібно застосовувати індивідуальну компенсацію реактивної потужності, а значення коефіцієнт активної потужності має бути не нижчим, ніж 0,85.

Введення кабелів в опори, на яких розміщені світлові прилади, повинні обмежуватись цоколями опор, розміри котрих повинні бути достатніми і для розміщення в них кабельних розгалужень і апаратів захисту. Крім того опори повинні бути обладнаними дверцятами із замком.

Для групових ліній зовнішнього освітлення, в яких кількість світильників, котрі припадають на одну фазу перевищує 20, потрібно передбачити встановлення апарату захисту на відгалуження кожного світлового приладу.

При виконанні прорахунків електричних освітлювальних мереж значення коефіцієнта попиту приймається таким, що дорівнює 1,0.

1.4 Аналіз методів та засобів паркового освітлення

Для досягнення необхідних світлових ефектів у парках та скверах застосовуються три базових типи освітлення, а саме – загальне, заливаюче та спрямоване [8].

Загальне освітлення (рис. 1.6 а) використовується у якості об'єкта-орієнтира, котрий знаходиться всередині парку. Засобами загального освітлення є світлові прилади із високим значенням світлового потоку, за допомогою яких вказуються ключові об'єкти та простір біля них. Такий тип освітлення застосовують для вказання головного входу, облаштованих виходів, а також поблизу сходів чи поворотів паркових алей, які огинають споруди, що здатні створювати великі тіні.

Заливаюче освітлення (рис. 1.6 б) зазвичай застосовується на відкритих просторах. На цей тип освітлення покладено виконання функції формування однорідного світлового середовища, що призводить до відчуття однакового комфорту при переміщенні спостерігача по різних ділянках. Найчастіше заливаюче освітлення можна отримати шляхом використання світлових приладів, встановлених на опорах висотою від 3 м.

Спрямоване освітлення (рис. 1.6 в) застосовується для об'єктів, які несуть в собі певну естетичну цінність. Найчастіше такими об'єктами можуть бути

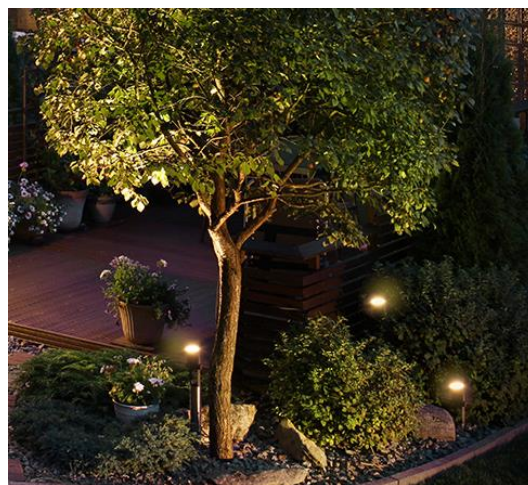
різного роду скульптурні композиції, клумби з рослинними насадженнями або декоративними фігурками. Зазвичай для них виконують підсвітку знизу за допомогою вуличних садово-паркових світильників з невеликої відстані, застосовуючи, розміщених недалеко від об'єктів підсвітки. Такі світлові прилади встановлюють безпосередньо у ґрунт або у спеціально підготовлену бетонну або дерев'яну основу.



а)



б)



в)

Рисунок 1.6 – Приклади застосування базових типів паркового освітлення:

а – загальне; б – заливаюче; в – спрямоване

Крім того, в парковому освітленні застосовуються ще такі прийоми, як ілюмінаційне та ландшафтне освітлення.

Ілюмінаційне освітлення (рис. 1.7 а) – один із видів декоративного освітлення із застосуванням гірлянд та (або) світлових шнурів з кольоровими

малопотужними джерелами світла.

Ландшафтне освітлення (рис. 1.7 б) – прийом, що застосовується для декоративного та функціонального освітлення елементів ландшафту, зелених насаджень та благоустрою. Такий вид освітлення забезпечується застосуванням декоративних опори з кронштейнами, які вінчають світильники, вбудованими у ґрунт світловими приладами.



а)



б)

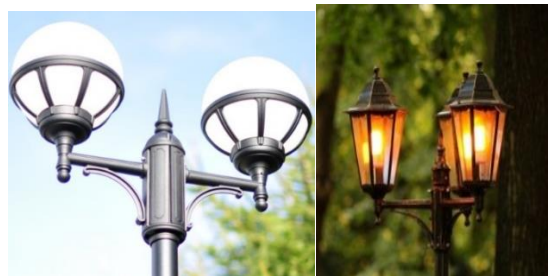
Рисунок 1.7 – Приклади застосування прийомів ілюмінаційного (а) та ландшафтного (б) освітлення

Для забезпечення рівномірного освітлення застосовується рівномірне заливаюче освітлення, що передбачає використання світлових приладів з м'яким холодним світлом, розміщених на висоті 3 м і вище.

В таких системах освітлення можуть застосовуватись світлові прилади, призначені для вуличного освітлення (рис. 1.8 а) або світлові прилади ліхтарного типу (рис. 1.8 б).



а)

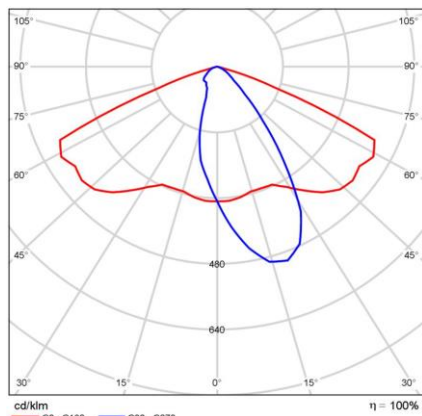


б)

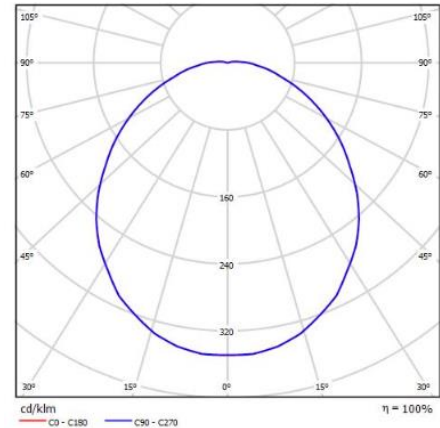
Рисунок 1.8 – Світлові прилади для рівномірно заливаючого освітлення

Світильники вуличного освітлення володіють, як правило широкою кривою сили світла (рис. 1.9 а), а розміщуються вони таким чином, що їх оптична вісь нахилена під певним гострим кутом до горизонтальної площини.

Світлові прилади ліхтарного типу мають, як правило, косинусну криву силу світла (рис. 1.9 б) і розміщуються таким чином, що їх оптична вісь є перпендикулярною до горизонтальної площини.



а)



б)

Рисунок 1.9 – Криві сили світла світлових приладів для рівномірно заливаючого освітлення

Світлові прилади розміщуються відносно паркових алей за наступними схемами:

- одностороння (рис. 1.10 а);
- двостороння шахова (рис. 1.10 б);
- двостороння симетрична (рис. 1.10 в);
- симетрична (рис. 1.10 г);
- підвісна (рис. 1.11 д).

1.5 Аналіз вітчизняних виробників світлових приладів вуличного освітлення

На даний час в Україні зростає кількість підприємств, котрі здатні виготовляти напівпровідникові світлові прилади різного призначення. Проте, не

для всіх виробників є представлена інформація щодо світлотехнічних характеристик світлових приладів на їх офіційних веб-сайтах.

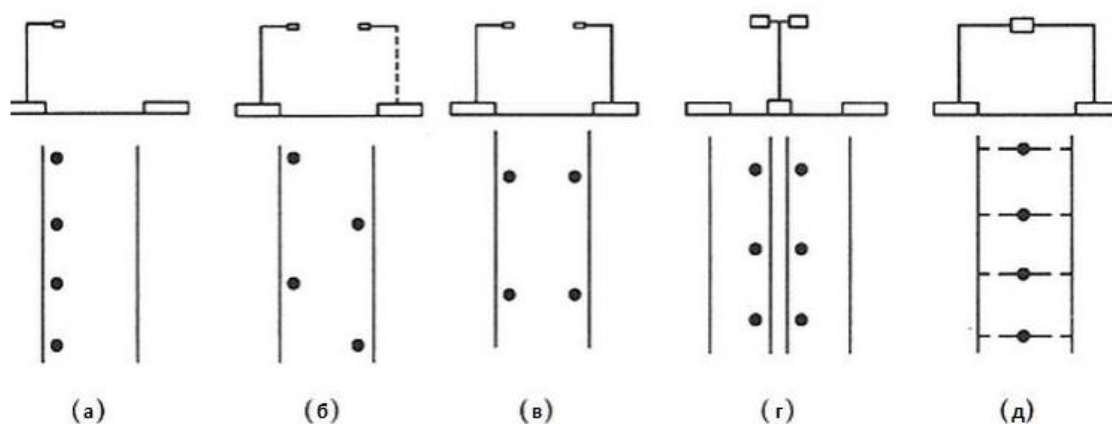


Рисунок 1.10 – Схеми розміщення світлових приладів загального заливаючого освітлення

Проаналізуємо більш детально номенклатуру світлових приладів зовнішнього освітлення, яка виготовляється світлотехнічними підприємствами на території України. Зупинимо свою увагу на таких виробниках, як ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА», ТОВ «Завод Світлотехніка», RadiyLED, ITW Systems, ТОВ «ШРЕДЕР», ПрАТ «Львівський електроламповий завод «ІСКРА», Компанія «Системи енергозбереження та освітлення».

ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА» – виробниче підприємство, видами діяльності якого є проектування, конструювання та виготовлення освітлювальних приладів. Основні виробничі потужності підприємства знаходяться у м. Тернопіль [9]. В даний час на підприємстві виготовляється 4 моделі світлодіодних вуличних світильників потужністю від 20 до 300 Вт та 4 моделі світлових приладів ліхтарного типу потужністю від 30 до 60 Вт (табл.). Одними із прикладів застосування продукції виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА» є освітлення світильниками ДТУ20У пішохідної зони вул. Сагайдачного у м. Тернопіль (рис. 1.11 а) та освітлення вулиці Липинського у м. Луцьк світильниками ДТУ18У (рис. 1.11 б).

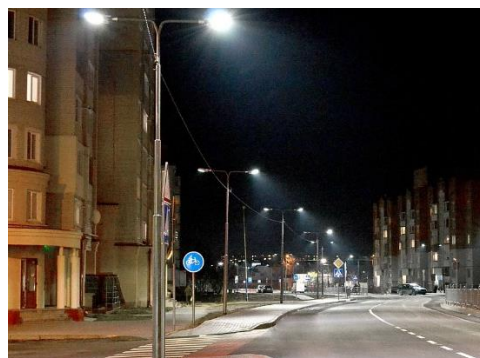
Таблиця 1.3 – Інформація щодо паркових та вуличних світильників, які виготовляються на території України

Виробник	Розташування виробничих потужностей	Моделі вуличних світильників	Моделі паркових світильників	Дані для світлотехнічного розрахунку*
				Діапазон потужностей, Вт
ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА»	м. Тернопіль	ДКУ41У, ДТУ18У, ДСУ05У, ДСУ10В	ДКУ42У, ДТУ42У, ДТУ20У, ДТУ08У	+
		20 ... 300	30 ... 60	
ТОВ «Завод Світлотехніка»	м. Запоріжжя	ДСУ18С, ДКУ46С, ДКУ45С, ДКУ42С, ДКУ44С, ДКУ17С, ДКУ40С, ДКУ43С, ДКУ23С	ДТУ04С, ДТУ47С	-
		25 ... 200	30 ... 60	
RadiyLED	м. Кропивницький	AmbeRay, Lan, СЕС	СП 1	+
		10 ... 110	20, 60	
ITW Systems	м. Київ	Світильники серії PARK		+
		25 ... 225		
ТОВ «ШРЕДЕР»	м. Тернопіль	AMPERA EVO, AVENTO, AXIA 2, AXIA 3, AXIA EVO, IZYLUM, TECEO, VOLTANA	ALBANY LED, ALURA LED, CALLA LED, CITEA NG2, FLEXIA, FRIZA, HAPILED, INOA LED, ISLA LED, KAZU, KIOLED, OYO, PERLA, PIANO, PILZEO, STYLAGE, TWIXX, VALENYINO, VOLDUE, ZELA, ZYLINDO	+
		6 ... 310	11 ... 80	
ПрАТ «Львівський електроламповий завод «ІСКРА»	м. Львів	Іскра SL PK6/02, Іскра LED SL P6/02, Іскра LED SL P6/03, Іскра LED SLS Solar	LED SLP, Іскра UFO 90, Іскра UFO 110	-
		20 ... 150	50 ... 300	
Компанія «Системи енергозбереження та освітлення»	м. Львів	Ultra Street, Shark, Space, Skat M, Street, Spark, Skat, Zebra, Cobra	Park, Garden, Terra, Garden black	+
		23 ... 250	29 ... 60	

Примітка – Наявність повних даних на офіційному веб-сайті для виконання світлотехнічного розрахунку з використанням спеціалізованого програмного забезпечення



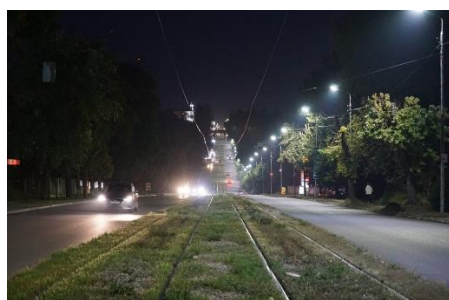
а)



б)

Рисунок 1.11 – Приклади застосування світлотехнічної продукції виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА»

ТОВ «Завод Світлотехніка» із виробничими потужностями, розташованими у м. Запоріжжя, виготовляє світлотехнічне обладнання для систем внутрішнього та зовнішнього освітлення об'єктів різного призначення. В даний час підприємством виготовляється 9 моделей світильників вуличного освітлення з потужностями від 25 до 200 Вт та 2 моделі світильників ліхтарного типу потужностями від 30 до 60 Вт [10]. Прикладами застосування продукції виробництва ТОВ «Завод Світлотехніка» є система освітлення вул. 8 Березня (рис. 1.12 а) та шлюзу греблі ДніпроГЕС (рис. 1.12 б) у м. Запоріжжя.



а)



б)

Рисунок 1.12 – Приклади застосування світлотехнічної продукції виробництва ТОВ «Завод Світлотехніка»

Виробничі потужності RadiyLED, підприємства, котре спеціалізується на виробництві світлових приладів промислового, спеціалізованого, сільськогосподарського та вуличного освітлення знаходяться у м. Кропивницький. На світлотехнічному ринку, в сегментах зовнішнього та

паркового освітлення RadiyLED представлений 3 моделями вуличних світильників, потужністю 10 ... 110 Вт та 1 моделлю світильників ліхтарного типу [11]. Прикладами застосування світлових приладів виробництва RadiyLED є системи вуличного освітлення міст Кропивницький, Житомир, Дніпро, Прилуки, Тернопіль.

Компанія ITW SYSTEMS, чії виробничі потужності розміщені у м. Київ, спеціалізується на розробленні та впровадженні проектних рішень в сфері світлодіодного освітлення, що застосовується в промисловому, комерційному та муніципальному секторах [12]. В сегментах вуличного та паркового освітлення компанія представлена однією серією консольних світлових приладів (рис. 1.13) потужністю від 25 до 225 Вт. Світлові прилади виробництва ITW SYSTEMS використовуються в системах вуличного освітлення міст Київ та Дніпро.



Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд світильника серії PARK виробництва ITW Systems

ТОВ «ШРЕДЕР», виробничі потужності якого знаходяться у м. Тернопіль, виготовляє широкий асортимент світлових приладів та систем керування для промислового, вуличного, архітектурного, ландшафтного та освітлення спортивних споруд. В сегменті паркового та вуличного освітлення світлотехнічного ринку ТОВ «ШРЕДЕР» має найширший асортимент зі всіх виробників, котрі знаходяться на ринку України. Компанія виготовляє 8 моделей світлових приладів вуличного освітлення з діапазоном потужностей від 6 до 310 Вт та 21 моделлю світлових приладів ліхтарного типу потужністю від 11 до 80 Вт [13]. Продукція виробництва ТОВ «ШРЕДЕР» широко застосовується в країнах Європейського Союзу. Щодо реалізації проектів вуличного та паркового освітлення на світильниках виробництва ТОВ «ШРЕДЕР», то їх на офіційному

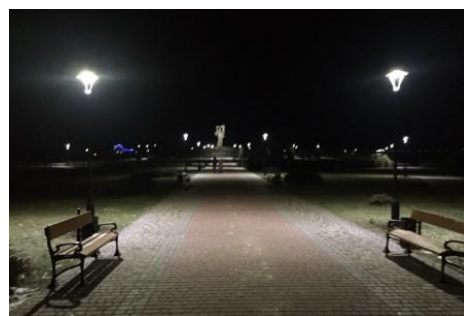
сайті цієї компанії не приведено.

Основна діяльність ПрАТ «Львівський електроламповий завод «ІСКРА», котре знаходиться у м. Львів, полягає в розробленні, проектуванні та виготовленні джерел світла та світлових приладів. В сегменті вуличного та паркового освітлення ПрАТ «Львівський електроламповий завод «ІСКРА» виготовляє 4 моделі вуличних консольних світильників потужністю від 20 до 150 Вт та 3 моделі, котрі можна застосовувати в парковому освітленні потужністю від 50 до 300 Вт [14].

Виробничі потужності Компанії «Системи енергозбереження та освітлення» знаходяться у м. Львів. Компанія виготовляє світлотехнічну продукцію для застосування в системах освітлення виробничих об'єктів, адміністративних будівель, спортивних споруд, торговельних та автозаправних комплексів, доріг та вулиць. Сегмент вуличного та паркового освітлення даного виробника представлений відповідно 9 серіями потужністю від 23 до 250 Вт та 3 серіями світлових приладів ліхтарного типу потужністю від 29 до 60 Вт. Світлові прилади виробництва Компанії «Системи енергозбереження та освітлення» знайшли застосування в системі освітлення вулиць Садової та Костя Левицького (рис. 1.13 а) у м. Львів та в системах освітлення парку ім. Тараса Шевченка (рис. 1.13 б) у м. Ковель, скверів на вулицях Японській та Чукаріна у м. Львів.



а)



б)

Рисунок 1.12 – Приклади застосування світлотехнічної продукції виробництва Компанії «Системи енергозбереження та освітлення»

На підставі аналізу даних, наведені у табл. 1.3 та вимоги, що приведені у Технічному завданні (Додаток 1), виберемо для подальшого проектування

систем освітлення парків світлові прилади виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА», ТОВ «ШРЕДЕР» та Компанії «Системи енергозбереження та освітлення».

1.6 Висновки до розділу

1. Виконано аналіз об'єктів проектування, на підставі якого та на основі Технічного завдання в якості об'єктів модернізації систем освітлення вибрано алеї трьох найбільших по площі парків, а саме гідропарку «Сопільче», парку ім. Т.Г. Шевченка та «Парку національного відродження».

2. Визначено вимоги до систем освітлення паркових зон, а також методи та засоби паркового освітлення.

3. Проаналізовано асортимент світлових приладів вуличного і паркового освітлення, виготовлених виробниками, чії виробничі потужності знаходяться на території України. На підставі аналізу та Технічного завдання для подальшого проектування систем освітлення пішохідних алеї парків м. Тернополя вибрано світлові прилади виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА», ТОВ «ШРЕДЕР» та Компанії «Системи енергозбереження та освітлення».

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обстеження існуючих систем освітлення пішохідних алей

В системах освітлення пішохідних алей парків м. Тернополя використовуються світлові прилади на основі розрядних та напівпровідникових джерел світла. По встановлених системах освітлення алей можна умовно поділити на три типи:

- 1 – алей, в яких використовуються сучасні світлові прилади із напівпровідниковими джерелами світла;
- 2 – алей з системами освітлення на основі розрядних джерел світла;
- 3 – неосвітлені алей.

2.1.1 Гідропарк «Сопільче»

Розміщення алей на план-мапі парку представлено на рис. 2.1. Інформацію щодо типів алей, а також їх характеристик представлено в табл. 2.1.

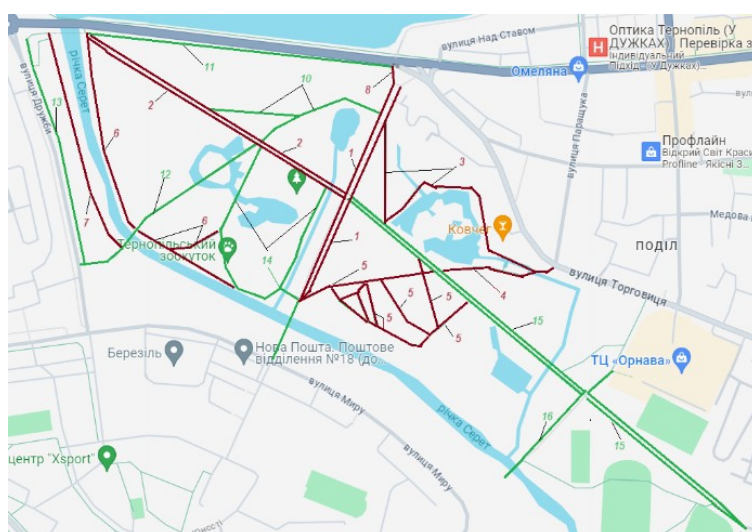


Рисунок 2.1 – Розміщення пішохідних алей на план-мапі гідропарку «Сопільче»

На підставі обстеження систем освітлення алей парку встановлено, що світлові прилади із напівпровідниковими джерелами світла використовуються в

системах освітлення алей 9 – 16.

Зокрема, для освітлення центральної алеї 15 та бокової алеї 16 використовуються світлові прилади типу ДТУ20У виробництва ТОВ «ОСП Корпорація «ВАТРА», розміщені посередині алеї (рис. 2.2.).



Рисунок 2.2 – Застосування світильників типу ДТУ 20У виробництва ТОВ «ОСП Корпорація «ВАТРА» в системі освітлення алеї 15

Таблиця 2.1 – Інформація щодо пішохідних алей гідропарку «Сопільче»

	Тип	Ширина, м / кількість смуг / ширина однієї смуги, м	Довжина, м	Необхідність модернізації або встановлення системи освітлення	
1	Центральна	25,0 / 2 / 6,0 ... 8,0	440	+	
2	Центральна	10,0 / 2 / 3,5	520	+	
3	Бокова	3,5 / 1 / 3,5	605	+	
4			180	+	
5			1030	+	
6			670	+	
7			395	+	
8			2,0 / 1 / 2,0	60	+
9			3,5 / 1 / 3,5	65	-
10		400		-	
11		515		-	
12		385		-	
13		550		-	
14		580		-	
15		Центральна		10,0 / 2 / 3,5	910

16	Бокова	9 / 2 / 3,0	275	-
----	--------	-------------	-----	---

В системах освітлення алей 10, 12 та 13 застосовуються світлові прилади типу PGL02 (рис. 2.3 а), а для алей 14 – світильник типу PGL02 (рис. 2.3 б). Алея 11 освітлюється за допомогою світлових приладів, розміщених на опорах вуличного освітлення вулиці Руської (рис. 2.3 в).



а)



б)



в)

Рисунок 2.3 – Застосування вінцеових світильників типу PGL02 та Perla в системах освітлення алей 10, 12 – 14 гідропарку та вуличних світильників для освітлення алей 11 гідропарку «Сопільче»

В системах освітлення алей 2, 4 – 6 передбачене застосування світильників типу ЖТУ08У або РКУ08У (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Системи освітлення алей гідропарку «Сопільче» за допомогою світильників ЖТУ08У та РКУ08У

Із представлених зображень видно, системи освітлення алей із розрядними джерелами світла потребують модернізації (завершився термін

експлуатації світлових приладів або світлові прилади на деяких опорах є відсутніми).

Для освітлення центральної алеї 1 застосовуються світлові прилади зі сферичними плафонами (рис. 2.5) та розрядними джерелами світла. Одним із недоліків застосування таких світлових приладів є те, що велика частина світлового потоку не попадає на освітлювальну поверхню, а випромінюється у верхню півсферу, що призводить до підвищення рівня світлового забруднення атмосфери та застосування джерел світла більшої потужності для забезпечення нормованих значень освітленості.



Рисунок 2.5 – Система освітлення центральної алеї 1 гідропарку «Сопільче» за допомогою світильників зі сферичними плафонами

Живлення цих світлових приладів виконується від ТП21 та ТП370, розміщених відповідно на території парку та на території житлової зони, розміщеної по вул. Дружби (рис. 2.6 [16]), по кабелях, прокладених під землею та в повітрі.



Рисунок 2.7 – Розміщення ТП21 та ТП 370 на мапі м. Тернополя
2.1.2 Парк «ім. Т.Г. Шевченка»

Внаслідок обстеження систем освітлення парку ім. Т.Г. Шевченка встановлено, що модернізації систем освітлення потребують алеї 1 – 10, розміщення яких показано на рис. 2.7, а інформацію щодо них – в табл. 2.2.



Рисунок 2.7 – Розміщення пішохідних алей на план-мапі парку
 «ім. Т.Г. Шевченка»

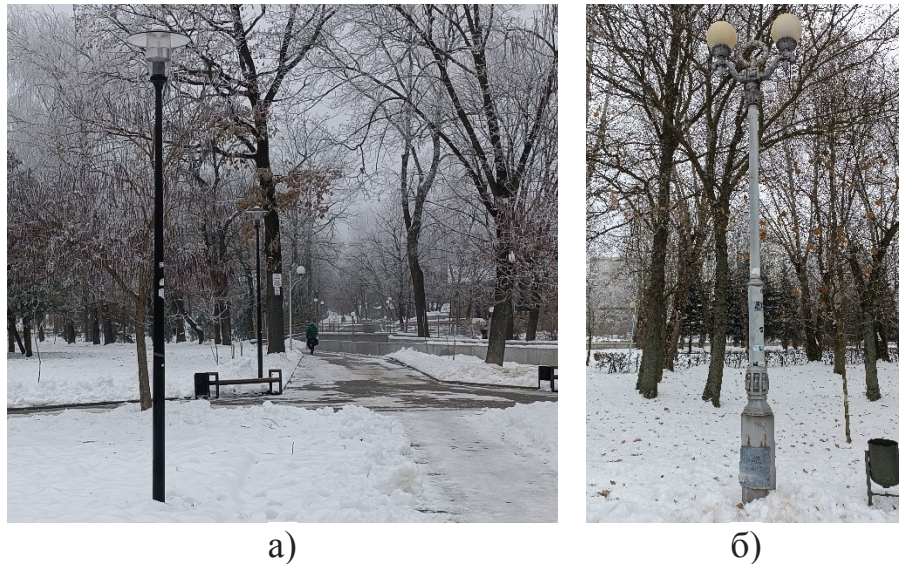
Таблиця 2.2 – Інформація щодо пішохідних алей парку «ім. Т. Г. Шевченка»

№	Тип	Ширина, м / кількість смуг / ширина однієї смуги, м	Довжина, м	Необхідність модернізації або встановлення системи освітлення
1	Центральна	8,0 / 1 / 8,0	75	+
2	Центральна	10,0 / 1 / 10,0	175	+
3	Бокова	10,0 / 2 / 4,0	405	+
4	Бокова	2,0 / 1 / 2,0	145	+
5	Бокова	6,0 / 1 / 6,0	195	+

Продовження табл. 2.2

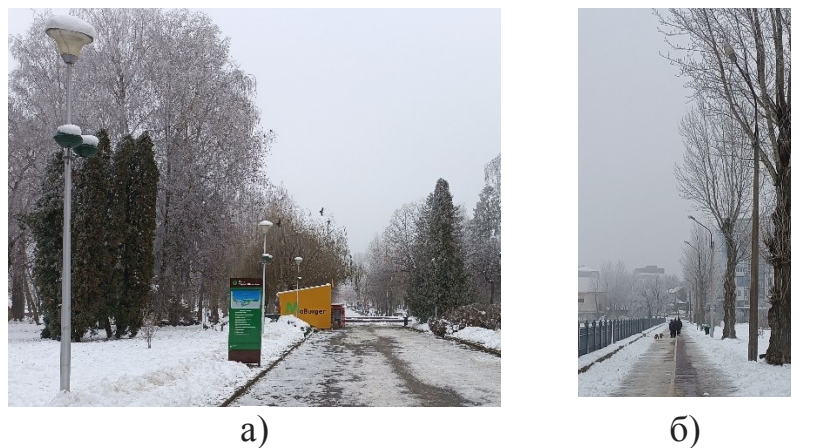
№	Тип	Ширина, м / кількість смуг / ширина однієї смуги, м	Довжина, м	Необхідність модернізації або встановлення системи освітлення
6	Бокова	4,0 / 1 / 4,0	135	+
7	Бокова	7,5 / 1 / 7,5	400	+
8	Бокова	16 ... 10 / 2 / 4,0	140	+
9	Бокова	5,0 / 1 / 5,0	220	+
10	Центральна	6,0 / 1 / 6,0	215	+
11	Центральна	6,0 / 1 / 6,0	1240	-
12	Бокова	4,0...6,0 / 1 / 4,0...6,0	200	-

В системах освітлення бокових алей 12 використовуються паркові світильники модифікації Rosa Elba (рис. 2.8 а), джерелами світла в яких є натрієві лампи високого тиску потужністю 150 Вт. Модернізація системи освітлення цих алей не передбачається. Окрім того, не передбачається модернізація системи освітлення центральної алеї 11, де використовуються світлові прилади зі сферичними плафонами, розміщеними на декоративних металевих стовпах (рис. 2.8 б).



а) б)
Рисунок 2.8 – Світлові прилади для освітлення алей 12 та 11 парку
«ім. Т.Г. Шевченка»

До центральних алей парку можна віднести алей 1, 2 та 10. У системах освітлення алей 1 та 2 використовуються відповідно паркові світильники виробництва Rosa (рис. 2.9 а) та вуличні світильники типу ЖКУ із натрієвими лампами, встановленими на висоті 9 м на кронштейн на бетонній опорі (рис. 2.9 б). Відстань між опорами становить 40 м.



а) б)
Рисунок 2.9 – Світлові прилади для освітлення алей 1, 2 та 10 парку
«ім. Т.Г. Шевченка»

В системах освітлення інших алей використовуються паркові світильники зі сферичними плафонними розсіювачами виробництва Rosa (рис. 2.10, а). Виятками є алея 3, із двосторонньою системою освітлення з плафонними

світильниками та світильниками типу РТУ08 (рис. 2.10, б), алея 9 зі світильниками РТУ08У (рис. 2.10, в) та алея 4, яка є взагалі не освітленою.



а)



б)



в)

Рисунок 2.10 – Світлові прилади в системах освітлення алей 5, 3 та 10 парку «ім. Т.Г. Шевченка»

Як видно із вищенаведеного, модернізацію систем освітлення в парку «ім. Т. Г. Шевченка» необхідно проводити для 10 алей.

Живлення світлових приладів передбачено від ТП54, розміщення якої на мапі м. Тернополя показано на рис. 2.11.

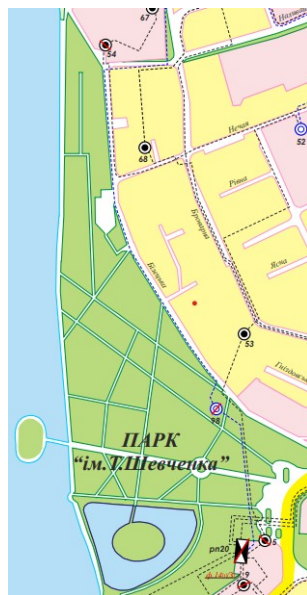


Рисунок 2.11 – Розміщення ТП54 на мапі м. Тернополя

2.1.3 Парк «Національного Відродження»

Розміщення пішохідних алей на план-мапі парку «Національного відродження» показано на рис. 2.12, а інформацію щодо їх типів та розмірів приведено в табл. 2.3.

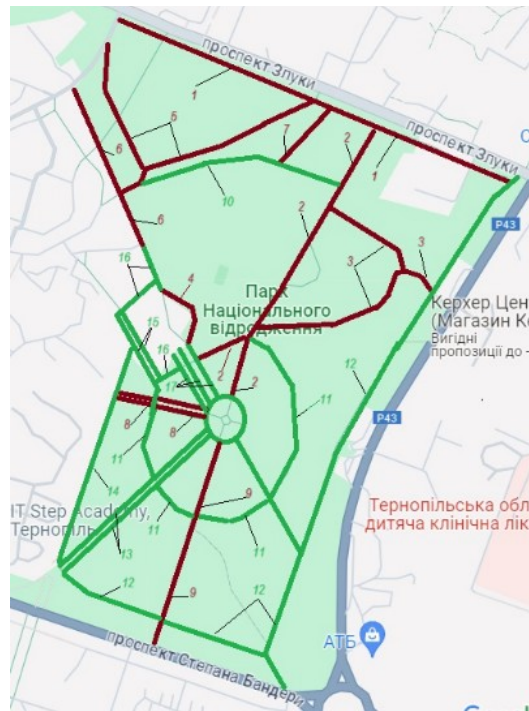


Рисунок 2.12 – Розміщення пішохідних алей на план-мапі парку
«Національного відродження»

Таблиця 2.3 – Інформація щодо пішохідних алей парку
«Національного Відродження»

№	Тип	Ширина, м / кількість смуг / ширина однієї смуги, м	Довжина, м	Необхідність модернізації або встановлення системи освітлення
1	Бокова	3,5 / 1 / 3,5	715	+
2	Центральна	5,0 / 1 / 5,0	515	+
3	Бокова	3,5 / 1 / 3,5	520	+
4	Бокова	3,5 / 1 / 3,5	120	+
5	Бокова	4,0 / 1 / 4,0	530	+
6	Бокова	8,0 / 1 / 8,0	295	+
7	Бокова	3,0 / 1 / 3,0	110	+
8	Центральна	16,0, 10,0 / 2 / 4,0, 3,5	140	+
9	Центральна	4,0 / 1 / 4,0	315	+
10	Бокова	3,5 / 1 / 3,5	355	-
11	Бокова	3,5 / 1 / 3,5	725	-
12	Бокова	3,5 / 1 / 3,5	1280	-
13	Центральна	15,0 / 2 / 5,5	330	-
14	Бокова	4,5 / 1 / 4,5	375	-
15	Бокова	16,0 / 2 / 5,0	135	-
16	Бокова	4,5 / 1 / 4,5	210	-
17	Бокова	36 / 3 / 4,5, 6,5, 7,5	100	-

На основі обстеження встановлено, що необхідності у модернізації

систем освітлення для пішохідних алей 10 – 17 немає, оскільки в системах освітлення алей 10, 11 та 13 використовуються вуличні світлові прилади, встановлені на кронштейнах на залізобетонних опорах (рис. 2.13).



а)



б)



в)

Рисунок 2.13 – Світлові прилади в системах освітлення алей 10 (а), 11 (б) та 13 (в) парку «Національного відродження»

Для освітлення алей 14 – 16 використовуються світлові прилади ліхтарного типу (рис. 2.14, а), а для освітлення алей 17 та 12 – відповідно світильники типу ДТУ 20У та PGL02 (рис. 2.14 б).



а)



б)

Рисунок 2.14 – Світлові прилади в системах освітлення алей 14 – 16 (а) та 12 (в) парку «Національного відродження»

Модернізацію систем освітлення необхідно застосовувати для алей 1 – 9, для яких використовуються світлові прилади типу РТУ08 – алеї 2 – 4, 8 та 9 (рис. 2.15, а – г) та вуличні світлові прилади типу ЖКУ (рис. 2.15, д – ж),

встановлені на кронштейни на залізобетонні опори на висоті 7 м (алея 7) та 9 м (алеї 5 та 6).

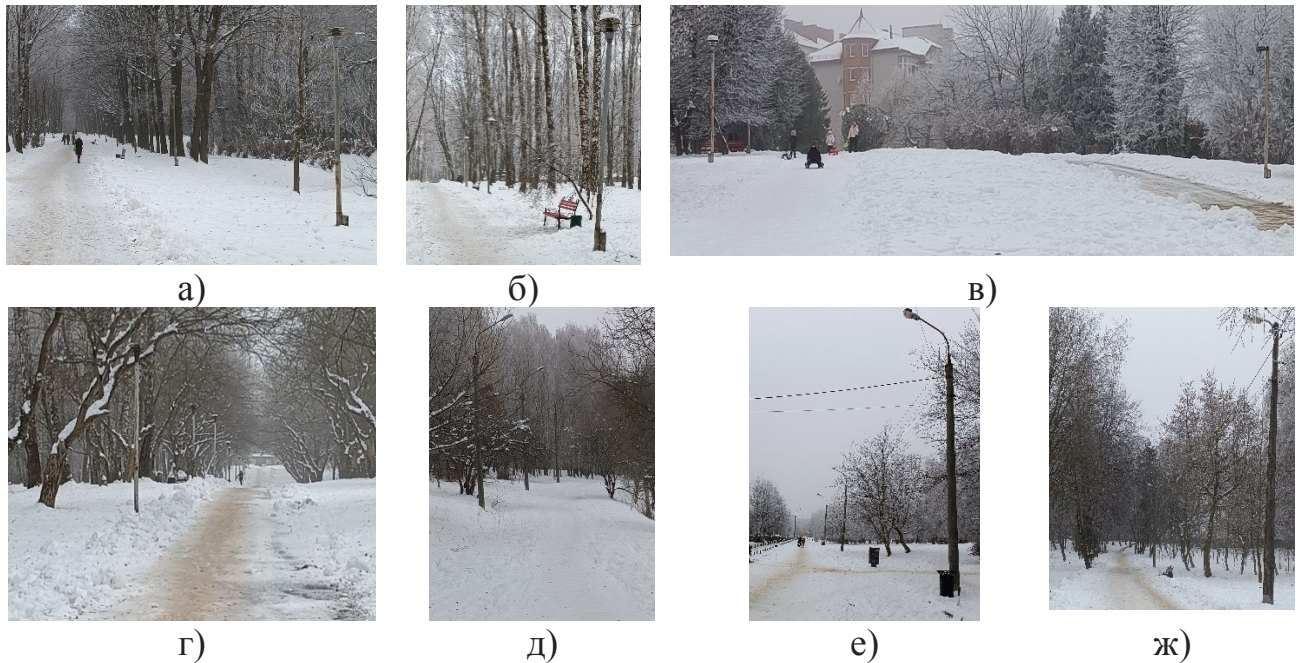


Рисунок 2.15 – Світлові прилади в системах освітлення алей 2 (а), 3 (б), 8 (в) 9 12 (г), 5 (д), 6 (е) та 7 (ж) парку «Національного відродження»

Алея 1 не освітлюється взагалі.

Живлення систем освітлення парку «Національного відродження» здійснюється від ЗТП 237, що розташовується на території парку й розміщення якої показано на рис 2.16.

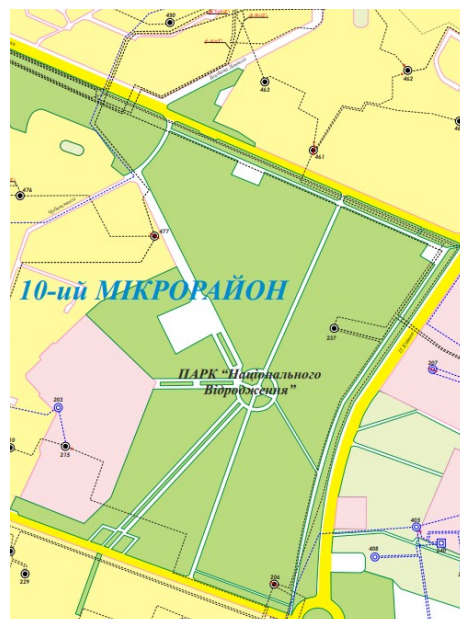


Рисунок 2.16 – Розміщення ЗТП237 на мапі м. Тернополя

2.2 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення, виду та систем освітлення

Для подальших розрахунків виберемо нормовані світлотехнічні параметри для систем освітлення паркових зон, котрі приведені в [6]. Зокрема для центральних алей приймемо:

нормоване значення середньої освітленості – 4 лк;

відношення середньої освітленості до максимальної – не менше 0,1;

Для бокових алей:

нормоване значення середньої освітленості – 2 лк;

відношення середньої освітленості до максимальної – не менше 0,1.

Детальніше інформація щодо нормованих значень освітленості та її розподілу приведена в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Нормовані значення світлотехнічних параметрів систем освітлення пішохідних алей парків м. Тернополя

Парк	Тип алей	Позначення алей на плані	Середня освітленість, лк	Відношення середньої освітленості до максимальної
«Сопільче»	Центральні	1, 2	4	0,1
	Бокові	3 – 7	2	
«ім. Т.Г. Шевченка»	Центральні	1, 2, 10	4	
	Бокові	3 – 9	2	
«Національного Відродження»	Центральні	2, 8, 9	4	
	Бокові	1 – 7	2	

Зважаючи на існуючі системи освітлення, вибираємо систему заливаючого освітлення із розташуванням світлових приладів по одній стороні від смуг алей. Виняток становитимуть алеї 1 та 2 парку «ім. Т.Г. Шевченка», для яких світлові прилади розташуємо по обидві сторони.

2.3 Вибір світлових приладів

Як зазначалось в аналітичній частині, в якості світлових приладів виберемо світильники виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА», ТОВ «ШРЕДЕР» та Компанії «Системи енергозбереження та освітлення».

Серед паркових світлових приладів цих трьох виробників свій вибір зупинимо на:

ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА» – світильник ДТУ42У;

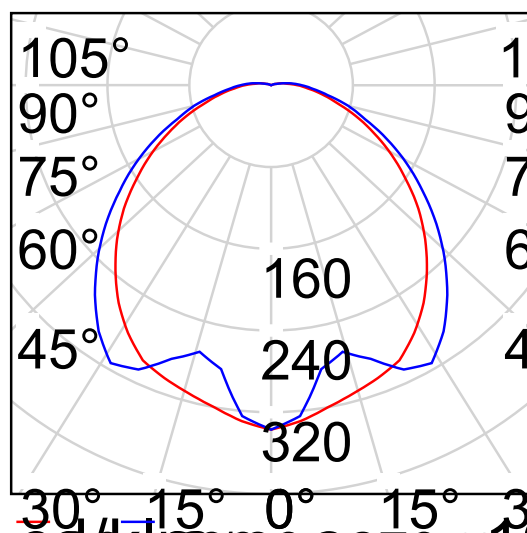
ТОВ «ШРЕДЕР» – світильник Алюра LED;

Компанія «Системи енергозбереження та освітлення» – СКУ02 Park.

Світильник ДТУ42У (рис. 2.17 а) призначений для використання в системах декоративного освітлення територій та алей парків, садів, скверів бульварів, а також пішохідних доріжок та ін. територій. Світильник рекомендується встановлюватись на висоті від 2 до 5 м на вертикальну трубу діаметром 57 мм. Графік кривої сили світла цього світлового приладу зображений на рис. 2.17, б, а його технічні характеристики приведені в табл. 2.5 [17].



а)



б)

Рисунок 2.17 – Зображення світильника ДТУ42У (а) та графік його кривої сили світла (б)

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики ДТУ42У

Напруга живлення, В	220
Діапазон потужностей, Вт	30, 45, 60
Коефіцієнт активної потужності	0,9
Світловий потік, лм	3600, 5400, 7200
Світлова віддача, лм/Вт	120
Тип кривої сили світла (кут випромінювання)	Д (120°)
Корельована колірна температура, К	4000 ... 5000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Маса, кг	9
Температура навколишнього середовища, 120 °С	-40 ... +40

Основне призначення світильника Алюра LED (рис. 2.18, а) полягає в застосуванні в системах освітлення міських площ, центрів, велосипедних та пішохідних доріжок, житлових кварталів та зон паркувань. Монтаж цього світильника передбачений на трубу діаметром 60 мм. Рекомендована висота встановлення – від 3 до 5 м. Технічні характеристики цього світильника приведені в табл. 2.6 [18].

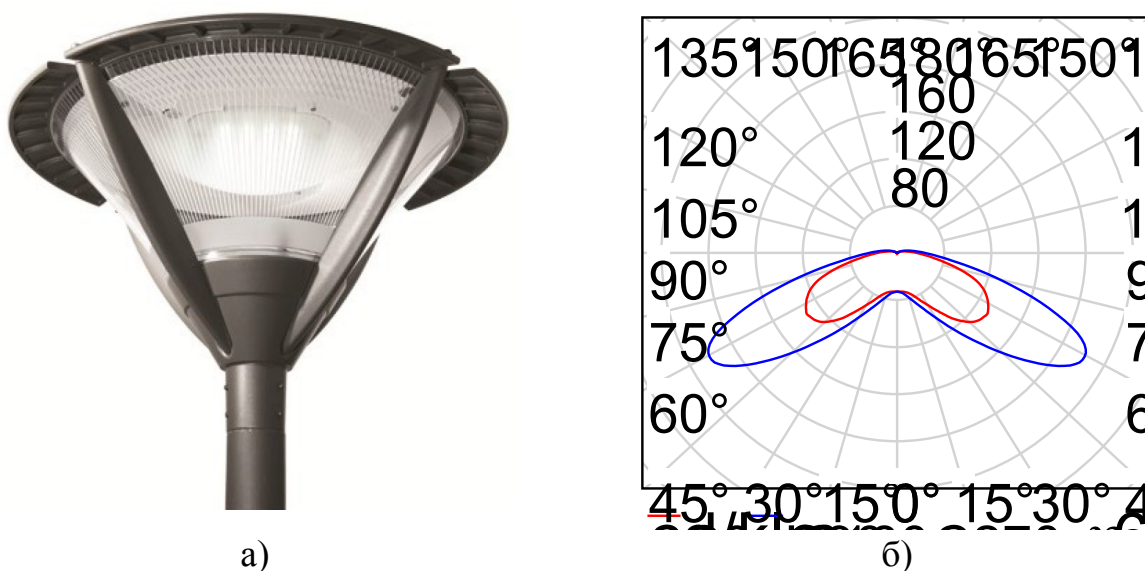


Рисунок 2.18 – Зображення світильника

Алюра LED (а) та графік його кривої сили світла

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики Алюра LED

Напруга живлення, В	220
Діапазон потужностей, Вт	11 ... 55,5

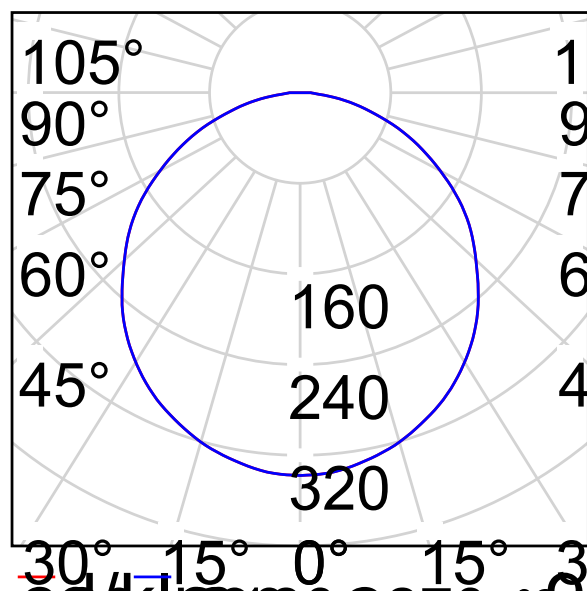
Коефіцієнт активної потужності	0,9
Світловий потік, лм	900 ... 4700
Світлова віддача, лм/Вт	82 ... 111
Тип кривої сили світла (кут випромінювання)	Ш
Корельована колірна температура, К	2200 ... 4000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP66
Маса, кг	15
Температура навколишнього середовища, 120 °С	-30 ... +50

Для подальших світлотехнічних розрахунків виберемо світильники Алюра LED з модифікацією оптичної системи 5121 та корельованою колірною температурою 4000.

Світильники SKY02 Park (рис. 2.19, а) призначені для застосування в системах освітлення скверів, доріжок для пішоходів, алей парків, прибудинкових територій та громадських просторів. Монтаж цього світильника передбачений на трубу діаметром до 60 мм. Рекомендована висота встановлення – до 5 м. Технічні характеристики цього світильника приведені в табл. 2.7 [19].



а)



б)

Рисунок 2.18 – Зображення світильника

Алюра LED (а) та графік його кривої сили світла (б)

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики світильника Алюра LED

Напруга живлення, В	Не вказано
Діапазон потужностей, Вт	28, 43
Коефіцієнт активної потужності	Не вказано
Світловий потік, лм	4260, 6240
Світлова віддача, лм/Вт	152, 145
Тип кривої сили світла (кут випромінювання)	Д
Корельована колірна температура, К	5000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Маса, кг	Не вказано
Температура навколишнього середовища, 120 °С	-40 ... +50

Оскільки електричні характеристики даного світильника не є повністю приведені на офіційному веб-сайті виробника, то цей світильник застосовуємо лише в розрахункових цілях для порівняння із світильниками ДТУ42У та Алюра LED.

Для освітлення пішохідної алеї 10 парку «ім. Т.Г. Шевченка» та алеї 5 та 6 парку «Національного відродження» зупинимо свій вибір на вуличних світильниках ДСУ10В виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА» та АХІА 3 EVO SE виробництва ТОВ «ШРЕДЕР».

Світильники ДСУ10В (рис. 2.19, а), завдяки різноманітності кріплення може застосовуватись в системах внутрішнього та зовнішнього освітлення. В зовнішньому освітленні цей світловий прилад рекомендується використовувати для освітлення доріг, територій підприємств, архітектурному освітленні, пішохідних та велодоріжок, а також освітленні пішохідних переходів. Монтаж цього світильника передбачений на металевий кронштейн діаметром до 50 мм. Технічні характеристики цього світильника приведені в табл. 2.8 [20].

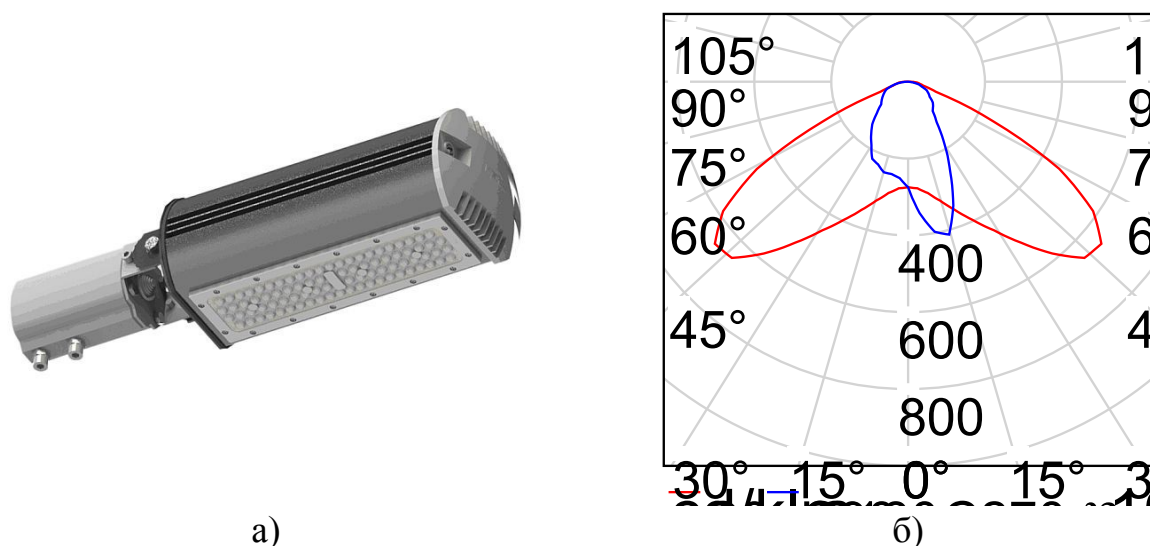


Рисунок 2.18 – Зображення світильника ДСУ10В та графік його кривої сили світла (б)

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики світильника ДСУ10В

Напруга живлення, В	220
Діапазон потужностей, Вт	25 ... 100
Коефіцієнт активної потужності	0,95
Світловий потік, лм	3125 ... 14500
Світлова віддача, лм/Вт	152, 145
Тип кривої сили світла (кут випромінювання)	Ш
Корельована колірна температура, К	4000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Маса, кг	1,9 ... 3,7
Температура навколишнього середовища, 120 °С	-40 ... +40

Світильники AXIA 3 EVO (рис. 2.19, а), призначені для освітлення вело- та пішохідних доріжок, площ і пішохідних зон, доріг, вулиць міст, автостоянок та великих територій. Монтаж цього світильника передбачений на металевий кронштейн діаметром від 32 до 60 мм. Технічні характеристики цього світильника приведені в табл. 2.9 [21].

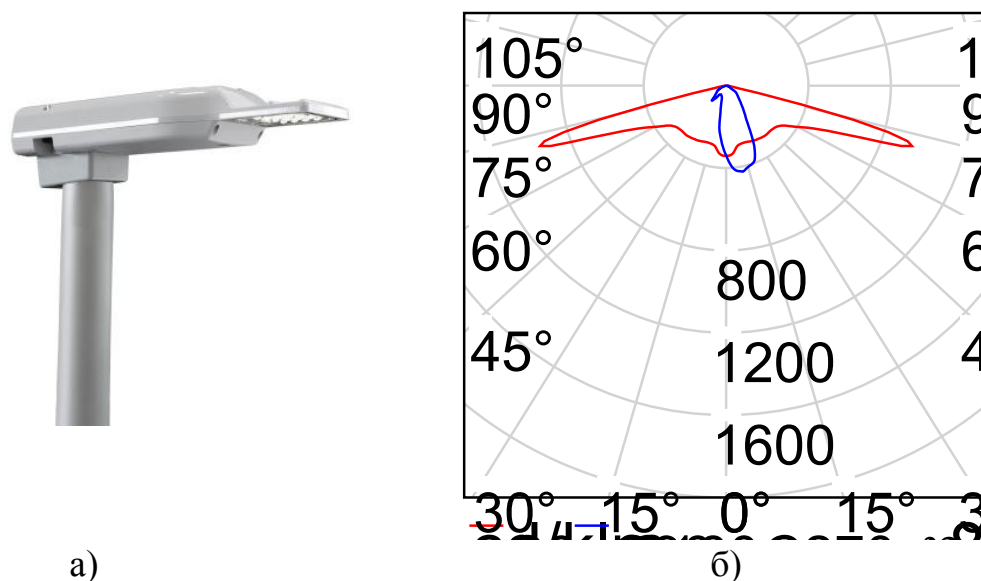


Рисунок 2.18 – Зображення світильника ДСУ10В та графік його кривої сили світла (б)

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики світильника AXIA 3 EVO

Напруга живлення, В	220
Діапазон потужностей, Вт	25 ... 100
Коефіцієнт активної потужності	0,9
Світловий потік, лм	700 ... 22100
Світлова віддача, лм/Вт	123 ... 157
Тип кривої сили світла (кут випромінювання)	Ш
Корельована колірна температура, К	2700 ... 4000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP66
Маса, кг	7,9... 13,2
Температура навколишнього середовища, 120 °С	-30 ... +50

Для подальших розрахунків приймаємо світильник із модифікацією оптичної системи 5296.

Для подальшого порівняння варіантів систем освітлення алей, побудованих на світлових приладах різних виробників визначимо наступні характеристики їх встановлення:

-відстань від зовнішньої кромки пішохідної алеї до місця встановлення опори – 0,5 м;

Висота встановлення світлових приладів ліхтарного типу буде визначатися висотою опор, котрі пропонуються асортиментом виробника.

Для світильників виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА» застосуємо опори КО2/1 з висотою встановлення світлових приладів 3,8 м (рис. 2.19) [22].

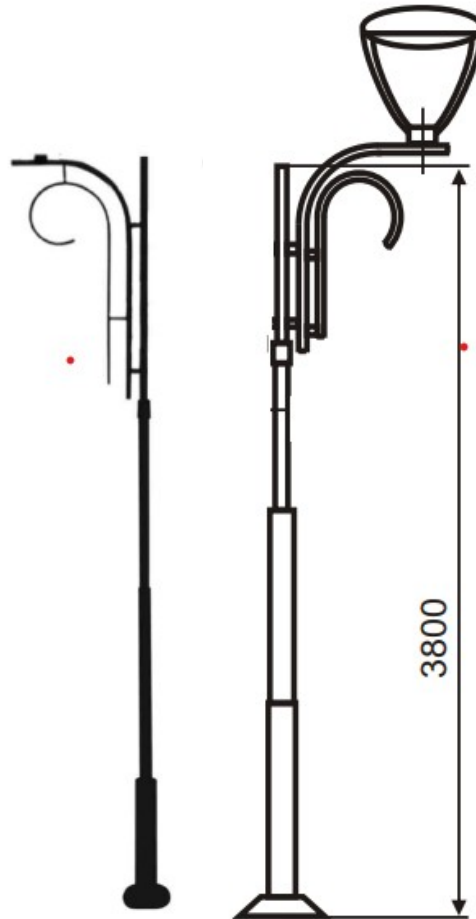


Рисунок 2.19 – Опора КО2/1 виробництва ТОВ ОСП «КОРПОРАЦІЯ ВАТРА»

На офіційному сайті Компанії ШРЕДЕР пропонуються опори з висотою від рівня землі до нижньої кромки світильника 4, 5, 6 та 8 м. Для подальших розрахунків вибираємо висоту встановлення світильників Алюра LED, тобто відстань від рівня землі до нижньої кромки світлового приладу, такою, що дорівнює 4,0 м. Таку ж висоту вибираємо і для світильників СКУ02 Park.

Для систем освітлення алей від вуличних світильників виберемо наступне:

- висота встановлення світлових приладів на поверхню покриття алей для алей 5, 6 у парку «Національного відродження» та 10 у парку «ім. Т.Г. Шевченка» – 9м;

для алеї 7 у парку національного відродження – 7 м;
 винос світильника від краю алеї – 0,5 м;
 кут нахилу кронштейна - 15° .

2.4 Електричні мережі систем освітлення пішохідних алей

На основі отриманих результатів світлотехнічного розрахунку, виконаного в розрахунково-дослідницькому розділі, розмістимо світлові прилади відносно освітлювальних об'єктів так, як показано на рис. 2.20 – 2.22.



Рисунок 2.20 – Схема електричної мережі модернізованої системи освітлення гідропарку «Сопільче»

Для зручності у подальших розрахунках електричних мереж позначимо кожен світловий прилад окремим числом.



Рисунок 2.21 – Схема електричної мережі модернізованої системи освітлення парку «ім. Т.Г. Шевченка»

Для підведення електричної енергії до освітлювальних опор світлових приладів ліхтарного типу пропонується використати алюмінієвий броньований кабель типу АВББШп, котрий рекомендується для для стаціонарного прокладання електричних мереж як у землі, так і по дну водойм, а також у тунелях, каналах, шахтах. За відсутності високих значень розтягуючих зусиль прокладання кабелю допускається і на відкритому повітрі. Це силовий кабель із алюмінієми жилами, полівінілхлоридною ізоляцією та додатковим захистом у вигляді броні, котрою є сталеві оцинковані кришки [23]. Для живлення світлових приладів на опорах пропонується використати кабель типу АВВГнг, котрий буде прокладатись в середині кожної опори.



Рисунок 2.22 – Схема електричної мережі модернізованої системи освітлення парку «Національного Відродження»

Кількість жил кабелів визначимо на підставі вимог, вказаних у Правилах улаштування електроустановок [7], де рекомендується для систем зовнішнього освітлення використовувати систему заземлення TN-C, особливість якої полягає що в якості основної шини заземлення є глугозаземлена нейтраль, яку за допомогою додаткових нульових приладів зеднують зі всіма відкритими деталями та частинами світлових приладів, котрі здатні проводити через себе електричний струм. В такій системі одночасно функції нульового робочого та

захисного провідників (рис. 2.23) виконує PEN-провідник на всій лінії протяжності.

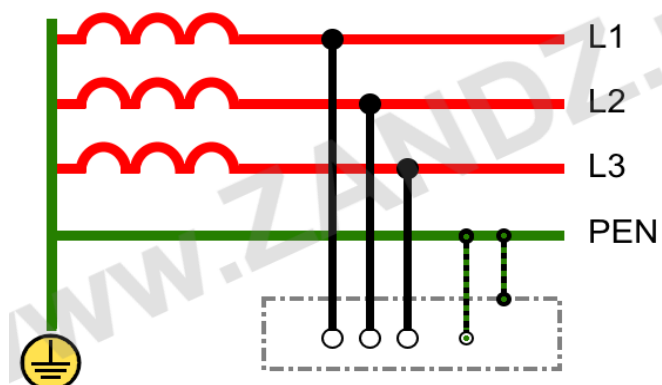


Рисунок 2.23 – Схема системи заземлення типу TN-C

На підставі вищенаведеного, для ділянок, котрі живлять опори зі світловими приладами використаємо чотирижильні кабелі, а для ділянок, котрі безпосередньо живлять світлові прилади та прокладені у опорах – трижильні.

Живлення світлових приладів модернізованої системи освітлення гідропарку «Сопільче» передбачимо двома кабельними лініями:

- I – живлення світлових приладів алей 3 – 7;
- II – живлення світлових приладів алей 1,2 та 8.

Живлення світлових приладів модернізованих систем освітлення алей парків «ім. Т.Г. Шевченка» та «Національного відродження» виконаємо одними лініями.

Проектування електричної освітлювальної мережі алей, котрі освітлюються вуличними світильниками (алеї 5 – 7 парку «Національного Відродження» та 10 парку «ім. Т.Г. Шевченка») технічним завданням не передбачено.

2.5 Електротехнічний розрахунок електричних мереж модернізованих систем освітлення

2.5.1 На мінімум провідникового матеріалу

На основі результатів, отриманих внаслідок розрахунку електричних освітлювальних мереж на мінімум провідникового матеріалу, визначимо площу поперечного перерізу ліній живлення світлових приладів. Площу S поперечного перерізу жил кабеля визначимо за формулою [23]:

$$S = \frac{M_{II}}{c \cdot \Delta U}, \quad (2.1)$$

де M_{II} – приведений момент електричного навантаження споживачів, живлення яких здійснюється через ділянку, що розраховується;

c – коефіцієнт, який визначається на основі типу системи, матеріалу проводів мережі та напруги живлення;

ΔU – допустиме значення втрати напруги, виражене у відсотках від номінальної напруги мережі. Для електричних освітлювальних мереж зовнінього освітлення приймається, що максимальне значення втрати напруги від джерела живлення (в якості яких в нашому випадку виступають трансформаторні підстанції) до найбільш віддаленого світлового приладу становить $\Delta U = 5,0\%$.

Розрахунок на мінімум провідникового матеріалу покажемо на прикладі ділянок лінії живлення II у гідропарку «Сопільче».

Потужність усіх споживачів, котрі живляться від даної лінії становить 1,766 кВт, а довжина ділянки від трансформаторної підстанції ТП-21 до першого на шляху споживача (світильника 101) 150 м. Отже, електричний момент навантаження для цієї ділянки становить

$$M_{101} = 1,766 \cdot 150 = 264,9 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

При визначенні моментів електричних навантажень інших трифазних ділянок, що першими споживачами для яких є відповідні світильники, врахуємо наступне:

числами 74 – 87 (рис. 2.20) позначені світильники типу ДТУ42 У потужністю 30 Вт, відстань між двома найближчими світильниками, розміщеними по одній стороні алеї становить 40 м;

числами 88, 89 позначені світильники типу SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S, відстань між якими становить 35 м, а потужність 23,1 Вт;

числами 95 – 100, 106 – 110 позначені світильники типу SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S потужністю 44,5 Вт, а відстань двома найближчими світильниками при їх розміщенні по одній стороні алеї становить 35 м;

числами 101 – 105 та 90 – 94 позначені світильники типу SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S потужністю 45 Вт, а відстань двома найближчими світильниками при їх розміщенні по одній стороні алеї становить 35 м;

Враховуючи вищенаведене, моменти електричних навантажень трифазних ділянок становлять:

$$M_{75} = M_{62} = 0,03 \cdot 40 = 1,2 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{76} = M_{63} = 0,06 \cdot 40 = 2,4 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{77} = M_{64} = 0,09 \cdot 40 = 3,6 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{78} = M_{65} = 0,12 \cdot 40 = 4,8 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{79} = M_{66} = 0,15 \cdot 40 = 6,0 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{80} = M_{67} = 0,18 \cdot 40 = 7,2 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{81} = M_{68} = 0,21 \cdot 40 = 8,4 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{82} = M_{69} = 0,24 \cdot 40 = 9,6 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{83} = M_{70} = 0,27 \cdot 40 = 10,8 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{84} = M_{71} = 0,30 \cdot 40 = 12,0 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{85} = M_{72} = 0,33 \cdot 40 = 13,2 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{86} = M_{73} = 0,36 \cdot 40 = 14,4 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$\begin{aligned}
M_{74} &= 0,39 \cdot 20 = 7,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{74} &= 0,39 \cdot 50 = 19,5 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{88} &= 0,02 \cdot 35 = 0,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{89} &= 0,05 \cdot 35 = 1,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{100} &= 0,05 \cdot 35 = 1,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{99} &= 0,09 \cdot 35 = 3,1 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{98} &= 0,13 \cdot 35 = 4,7 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{97} &= 0,18 \cdot 35 = 6,2 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{96} &= 0,22 \cdot 35 = 7,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{95} &= 0,27 \cdot 35 = 9,3 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{94} &= 1,09 \cdot 35 = 38,2 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{93} &= 1,14 \cdot 35 = 39,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{92} &= 1,18 \cdot 35 = 41,4 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{91} &= 1,23 \cdot 35 = 42,9 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{90} &= 1,32 \cdot 35 = 46,1 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{110} &= 0,04 \cdot 35 = 1,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{109} &= 0,09 \cdot 35 = 3,1 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{107} &= 0,13 \cdot 35 = 4,7 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{106} &= 0,22 \cdot 35 = 7,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{105} &= 0,27 \cdot 35 = 9,4 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{104} &= 0,31 \cdot 35 = 10,9 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \\
M_{103} &= 0,36 \cdot 35 = 12,5 \text{ кВт} \cdot \text{м}; & M_{102} &= 0,40 \cdot 35 = 14,1 \text{ кВт} \cdot \text{м}.
\end{aligned}$$

Просумувавши моменти електричних навантажень усіх трифазних ділянок, отримаємо

$$\sum M_{3\phi II} = \sum_{i=62}^{i=110} M_i = 812,7 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Суму моментів однофазних навантажень визначимо за наступною формулою

$$\sum m = l \cdot \sum P, \quad (2.2)$$

де l – довжина однофазного проводу, прокладеного в опорі котрий з'єднує трифазно лінію живлення із світловим приладом (приймаємо для світильників ДТУ42У $l = 4,8 \text{ м}$, а для ALURA LED – $l = 5,0 \text{ м}$).

$\sum P$ – сума потужностей світильників із однаковими умовами установки.

Враховуючи, що сумарна потужність світильників ДТУ42У становить 0,78 кВт, а світильників ALURA LED – 2,91 кВт, то сума однофазних моментів навантажень становить:

$$\Sigma m = 5 \cdot 2,91 + 4,8 \cdot 0,78 = 18,29 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок значення приведенного моменту виконаємо за формулою [14]:

$$M_{II} = \Sigma M + \alpha \cdot \Sigma m, \quad (2.3)$$

де ΣM – сума моментів ділянки, для якої виконується розрахунок, а також всіх наступних ділянок з таким же числом проводів;

Σm – сума моментів електричних навантажень ділянок з відмінною від розрахункової ділянки кількістю проводів і котрі живляться через ділянку, для якої виконується розрахунок;

α – коефіцієнт приведення моментів, який для системи трифазна лінія з нульовим проводом – однофазна лінія становить 1,85.

Підставивши значення для $\Sigma M_{3фII}$ та Σm у формулу (2.3), отримаємо:

$$M_{II} = 812,7 + 1,85 \cdot 18,29 = 846,53 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Підставляючи значення для M_{II} у формулу (2.1) та врахувавши, що для трифазної алюмінієвої мережі із нулем коефіцієнт $c = 44$, отримаємо:

$$S = \frac{846,53}{44 \cdot 5} = 3,85 \text{ мм}^2.$$

В табличних даних найближчою більшою є площа поперечного перерізу 4 мм², проте задля запасу підніmemo її на один ступінь і виберемо площу 6,0 мм². Тоді значення реальної втрати напруги на ділянці 101 становитиме

$$\Delta U_{101} = \frac{264,9}{6 \cdot 44} = 1,00 \text{ \%}.$$

Аналогічно розраховуємо значення втрат напруги і для інших ділянок. Результати розрахунку представлені в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Результати розрахунку втрати напруги на трифазних ділянках лінії живлення II гідропарку «Сопільче»

Номер світлового приладу, до котрого приходить трифазна ділянка	Сумарна потужність світлових приладів, що живляться через ділянку, Вт	Довжина ділянки, м	Момент навантаження, кВт·м	Площа поперечного перерізу, мм ²	Втрата напруги, %
62	30,0	40	1,20	6	0,005
63	60,0	40	2,40	6	0,009
64	90,0	40	3,60	6	0,014
65	120,0	40	4,80	6	0,018
66	150,0	40	6,00	6	0,023
67	180,0	40	7,20	6	0,027
68	210,0	40	8,40	6	0,032
69	240,0	40	9,60	6	0,036
70	270,0	40	10,80	6	0,041
71	300,0	40	12,00	6	0,045
72	330,0	40	13,20	6	0,050
73	360,0	40	14,40	6	0,055
74	390,0	20	7,80	6	0,030
75	30,0	40	1,20	6	0,005
76	60,0	40	2,40	6	0,009
77	90,0	40	3,60	6	0,014
78	120,0	40	4,80	6	0,018
79	150,0	40	6,00	6	0,023
80	180,0	40	7,20	6	0,027
81	210,0	40	8,40	6	0,032
82	240,0	40	9,60	6	0,036
83	270,0	40	10,80	6	0,041
84	300,0	40	12,00	6	0,045
85	330,0	40	13,20	6	0,050
86	360,0	40	14,40	6	0,055
87	780,0	50	39,00	6	0,148
88	23,1	35	0,81	6	0,003
89	46,2	35	1,62	6	0,006
90	1318,2	35	46,14	6	0,175
91	1227,0	35	42,95	6	0,163
92	1182,0	35	41,37	6	0,157
93	1137,0	35	39,80	6	0,151
94	1092,0	35	38,22	6	0,145
95	267,0	35	9,35	6	0,035
96	222,5	35	7,79	6	0,029
97	178,0	35	6,23	6	0,024
98	133,5	35	4,67	6	0,018
99	89,0	35	3,12	6	0,012
100	44,5	35	1,56	6	0,006

Продовження табл. 2.10

Номер світлового приладу, до котрого приходить трифазна ділянка	Сумарна потужність світлових приладів, що живляться через ділянку, Вт	Довжина ділянки, м	Момент навантаження, кВт·м	Площа поперечного перерізу, мм ²	Втрата напруги, %
101	1765,7	150	264,86	6	1,003
102	402,5	35	14,09	6	0,053
103	357,5	35	12,51	6	0,047
104	312,5	35	10,94	6	0,041
105	267,5	35	9,36	6	0,035

106	222,5	35	7,79	6	0,029
107	178,0	35	6,23	6	0,024
108	133,5	35	4,67	6	0,018
109	89,0	35	3,12	6	0,012
110	44,5	35	1,56	6	0,006

Розрахуємо максимальну сумарну втрату напруги на найбільш віддаленому світловому приладі. Таким є світлових прилад, позначений на схемі числом 62. Суму втрат напруги на ділянках лінії на шляху до цього приладу визначимо за формулою:

$$\Delta U_{\sum 62} = \sum_{i=62}^{i=74} \Delta U_i + \Delta U_{87} + \sum_{i=90}^{i=94} \Delta U_i + \Delta U_{101}. \quad (2.4)$$

Підставивши значення відповідних напруг у формулу (2.4), отримаємо:

$$\Delta U_{\sum 62} = 2,325 \%,$$

Що допустимо, оскільки сумарне значення втрати напруги не повинно перевищувати 5 %.

Розрахунок по втраті напруги для інших ліній живлення виконуємо аналогічно. Результати розрахунків наведені в додатках.

2.5.2 По струму навантаження

Визначимо перерізи проводів, виходячи із струмів навантаження. Для однофазної та трифазної ділянок електричної освітлювальної мережі робочі струми розраховуються відповідно за формулами:

$$I_p = \frac{P_p}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (2.5)$$

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_\lambda \cdot \cos \varphi}, \quad (2.6)$$

де P_p – чисельне значення розрахункової активної потужності електроспоживачів, котрі живляться через дану ділянку;

$U_{\phi} = 220$ В – фазна напруга;

$U_{\lambda} = 380$ В – лінійна напруга;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт активної потужності.

Для ділянки 101 лінії живлення 2 робочий струм становитиме:

$$I_p = \frac{1766}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 2,98 \text{ А.}$$

Вибрана площа поперечного перерізу кабелю $6,0 \text{ мм}^2$ на основі розрахунку на мінімум провідникового матеріалу нас повністю задовільняє, оскільки допустимий струм кабелю такого перерізу становить 32 А. Аналогічно розраховуємо струм навантаження і для інших живильних ліній результати розрахунку представлені в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Результати електротехнічного розрахунку електричних мереж модернізованих систем освітлення паркових алей

Парк	Живильна мережа	Потужність, кВт	Марка кабелю, вибрана за результатами розрахунку на мінімум провідникового матеріалу	Максимальна розрахункова втрата напруги	Допустимий струм, А	Робочий струм, А
«Сопільче»	I	1,922	АВБбШп-4×16	2,866	90	3,24
	II	1,766	АВБбШп-4×6	2,325	46	2,98
ім. Т.Г. Шевченка	I	1,710	АВБбШп-4×6	3,302	46	2,88
«Національного відродження»	I	2,174	АВБбШп-4×16	3,082	90	3,67

На основі розрахованих струмів, котрі протікають по кожному фазовому провіднику, виберемо для них апарати захисту у вигляді автоматичних вимикачів. Інформацію щодо фаз, до яких під'єднуються окремі світильники приведено в таблицях додатків.

Значення струмів для кожної фази живильних мереж розрахуємо на основі формули (2.5). Результати розрахунку робочих струмів та вибору

апаратів захисту приведено в табл. 2.12

Вибір апаратів захисту виконаємо, виходячи із умови:

$$I \geq k_H \cdot I_p, \quad (2.7)$$

де I – номінальний струм автоматичного вимикача;

k_H – коефіцієнт нерозчеплення, котрий приймаємо таким, що дорівнює 1,3.

2.6 Висновки до розділу

1. На основі обстеження існуючих систем освітлення парків м. Тернополя встановлено, які алеї потребують модернізації систем освітлення. В більшості випадків це алеї, для яких відсутнім є освітлення або алеї, в системах освітлення яких використовуються світлові прилади ліхтарного типу з розрядними джерелами світла. Крім того, для однієї з алеї в парку «ім. Т.Г. Шевченка» та двох алеї парку «Національного Відродження» доцільною є модернізація систем освітлення шляхом прямої заміни світлових приладів із розрядними джерелами світла на напівпровідникові.

2. Вибрано нормовані значення світлотехнічних параметрів. При подальшому моделюванні та світлотехнічному розрахунку намагались досягти середньої освітленості 2 лк для бокових алеї та 4 лк та центральних алеї із забезпеченням рівномірності, що визначалась відношенням середньої освітленості до максимальної не менше, ніж 0,1.

3. Для освітлення пішохідних алеї вибрано вінцеві світильники із косинусною та широкою кривими сили світла, потужностями відповідно 30 ... 60 Вт та 11 ... 55 Вт з висотою їх встановлення над рівнем покриття алеї 3,8 та 4 м.

4. Для підведення електричної енергії до освітлювальних опор світлових приладів ліхтарного типу запропоновано використати алюмінієвий броньований кабель типу АВБШп із прокладанням його у землі. Живлення

світлових приладів передбачено по двох живильних лініях у гідропарку «Сопільче» та по одній лінії у парку «ім. Т.Г. Шевченка» та «Національного Відродження».

5. На основі результатів розрахунку електричних освітлювальних мереж на мінімум провідникового матеріалу вибрано площу поперечного перерізу жил кабелів, котра для живильних ліній становить 16 або 6 мм². Використання кабелів із таким січенням жил забезпечує втрату напруги в мережах на найбільш віддалених світильників такою, що не перевищує 3,4 %. На основі результатів розрахунку по струму навантаження вибрано апарати захисту для кожної фази живильної лінії.

Таблиця 2.12 – Результати розрахунку робочих струмів та вибору апаратів захисту

Парк	Живильна	Потужність, кВт					Відхилення від середньої, %			Робочий струм, А			Марка апарату захисту		
		Сумарна	Фаза			Середня на фазу	Фаза			Фаза			Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3
			1	2	3		1	2	3	1	2	3			
"Сопільче"	I	1,92	0,66	0,63	0,63	0,64	3,28	-1,64	-1,64	3,34	3,18	3,18	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО
	II	1,77	0,58	0,61	0,58	0,59	-2,19	2,90	-0,93	2,91	3,06	2,95	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО
"ім. Т.Г. Шевченка"	I	1,71	0,60	0,57	0,54	0,57	5,67	0,39	-6,05	3,04	2,89	2,70	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО
"Національного відродження"	I	2,17	0,76	0,76	0,66	0,72	4,73	4,73	-9,61	3,83	3,83	3,31	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО	УКРЕМ ВА-2017/С 1р 10А АСКО

3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Постановка задачі моделювання та світлотехнічного розрахунку систем освітлення пішохідних алей

При проектуванні систем вуличного освітлення виникає задача, пов'язана із вибором світлових приладів по їх світлотехнічних характеристиках в залежності від їх розміщення відносно розрахункової поверхні, а також їх кількості для забезпечення необхідних значень освітленості та її розподілу. При цьому досить вагому роль відіграє частота розміщення світлових приладів, котра характеризується відстанню між ними. Замала відстань між світловими приладами призводить до збільшення кількості опор та світлових приладів, а отже до зростання капітальних затрат на реалізацію проєкту. Завелика відстань між опорами, а отже і світловими приладами може призвести до недостатньої рівномірності розподілу освітленості по розрахунковій поверхні. Тому, важливою задачею є визначення такої відстані між світловими приладами, щоб при заданих ширині алеї, висоті встановлення світлових приладів, а також кривій сили світла світильника забезпечувались би нормовані значення освітленості та її розподілу.

Розглянемо пішохідну алею шириною B та скінченної довжини $2 \cdot L$, де L – відстань між опорами світлових приладів (рис. 3.1). Встановимо світлові прилади на висоті h від поверхні алеї та відстані Δb від її крайньої кромки.

На поверхні алеї виділимо прямокутну область шириною B та довжиною L . Освітленість точки A , розміщеної в межах цієї прямокутної області, буде визначатись в даному випадку прямою складовою світлового потоку, котрий випромінюється трьома джерелами світла і її можна розрахувати за формулою:

$$E_A = \frac{I_1 \cdot \cos \alpha_1}{l_1^2} + \frac{I_2 \cdot \cos \alpha_2}{l_2^2} + \frac{I_3 \cdot \cos \alpha_3}{l_3^2}, \quad (3.1)$$

де I_1, I_2, I_3 – значення сили світла в напрямку до точки A ;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – відповідні кути між напрямками сили світла в напрямку до розрахункової точки та нормаллю до розрахункової поверхні;

l_1, l_2, l_3 – значення відповідних відстаней від розрахункової точки до джерел випромінювання.

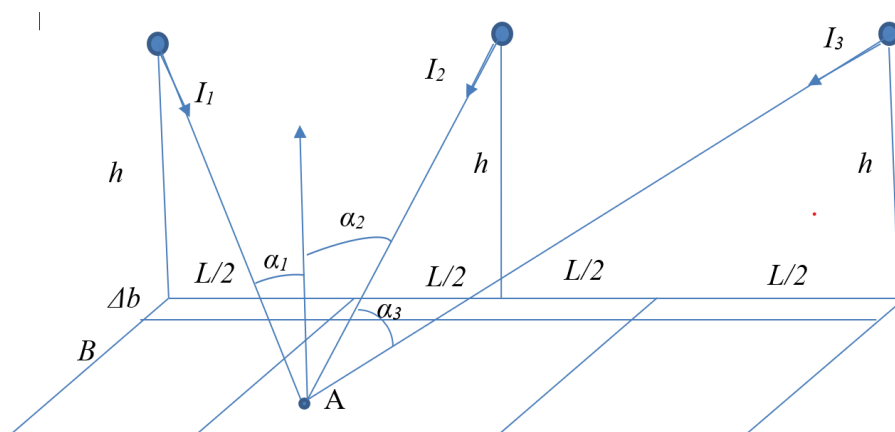


Рисунок 3.1 – Геометрична схема для розрахунку освітленості алеї

Якщо точкою початку координат встановити точку основи опори світлового приладу 1, то точка розміщення світлового приладу 1 матиме координати $(0, 0, h)$, світлового приладу 2 – $(L, 0, h)$, а світлового приладу 3 – $(2L, 0, h)$. Встановивши, що розрахункова точка А має координати $(x_A, y_A, 0)$, отримаємо

$$\begin{aligned} l_1^2 &= x_A^2 + y_A^2 + h^2, \\ l_2^2 &= (x_A - L)^2 + y_A^2 + h^2, \\ l_3^2 &= (x_A - 2L)^2 + y_A^2 + h^2. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Крім того

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{h}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2 + h^2}}, \quad \cos \alpha_2 = \frac{h}{\sqrt{(x_A - L)^2 + y_A^2 + h^2}}, \\ \cos \alpha_3 &= \frac{h}{\sqrt{(x_A - 2 \cdot L)^2 + y_A^2 + h^2}}. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Підставивши (3.2) та (3.3) у (3.1), отримаємо:

$$E_A = \frac{I_1 \cdot h}{\sqrt{x_A^2 + y_A^2 + h^2}^3} + \frac{I_2 \cdot h}{\sqrt{(x_A - L)^2 + y_A^2 + h^2}^3} + \frac{I_3 \cdot h}{\sqrt{(x_A - 2 \cdot L)^2 + y_A^2 + h^2}^3} \quad (3.4)$$

Як бачимо аналітична залежність освітленості від висоти встановлення світлових приладів та відстані між опорами є досить складною для подальшого аналізу. Крім того сила світла в напрямку до розрахункової точки також матиме кутові залежності, а отже і залежності від відстаней між розрахунковою точкою та світловими приладами.

Тому, для отримання залежностей рівномірності розподілу освітленості по поверхні алей від їх ширини та відстані між опорами будемо використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для світлотехнічних розрахунків, а саме пакет DIALux.

3.2 Отримання залежностей рівномірності розподілу освітленості від кроку між світловими приладами для різної ширини алей

Для отримання залежностей рівномірності розподілу освітленості по поверхні алей від кроку між світловими приладами в пакеті DIALux створимо модель алей. Для цього необхідно створити тривимірну модель зовнішньої сцени. В даній сцені при розрахунку освітленості враховували коефіцієнт запасу, котрий задавався своєю оберненою величиною – коефіцієнтом експлуатації і становив 0,67 відповідно до вимог [6].

Розміщення світлових приладів відносно розрахункової поверхні показано на рис. 3.2.

Світлові прилади розміщувались в лінію, а відстань між нею та крайньою кромкою моделі алей становила 0,5 м.

Оцінка розподілу освітленості проводилась в межах прямокутного поля розмірами L на B .

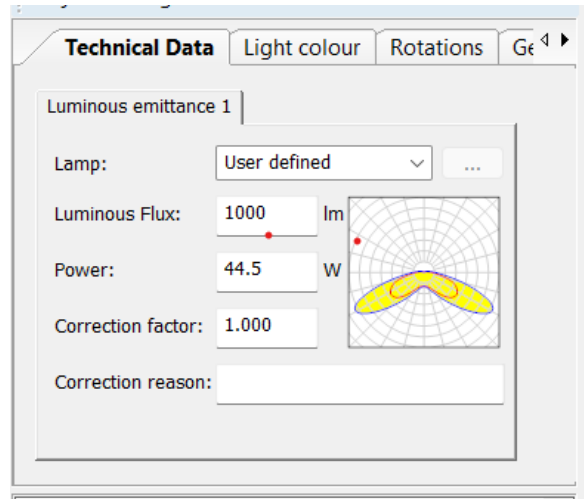


Рисунок 3.3 – Вікно редагування технічних даних світильників, завантажених в світлотехнічний проєкт пакету DIALux

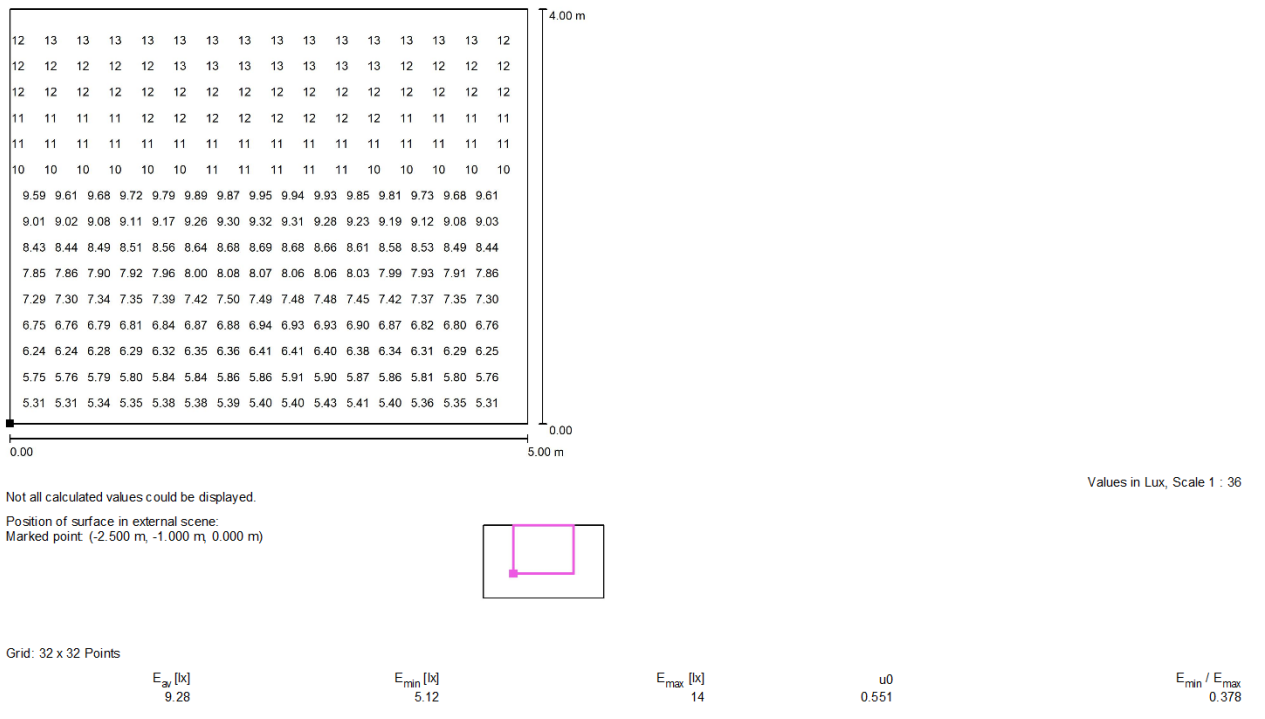


Рисунок 3.4 – Результати світлотехнічного розрахунку, отримані за допомогою пакету DIALux

3.3 Аналіз залежностей рівномірності розподілу освітленості від кроку між світловими приладами

На рис. 3.5 показано графік залежності відношення середньої освітленості

до мінімальної від відстані між опорами. Із графіку видно, що усі світлові прилади здатні забезпечити нормоване значення рівномірності при відстанях між опорами від 5 до 50 м, проте найвище значення рівномірності можуть забезпечити світлові прилади виробництва ТОВ «ШРЕДЕР» за рахунок того, дані світлові прилади володіють широкою кривою сили світла.

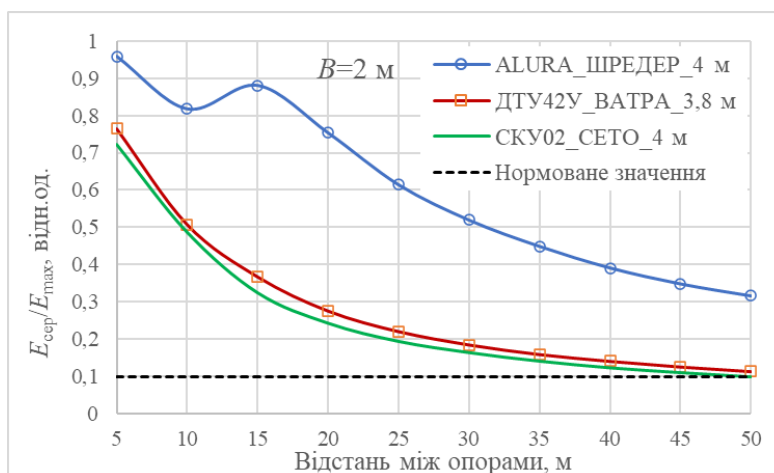


Рисунок 3.5 – Залежності рівномірності освітленості алеї шириною 2 м від відстані між опорами

На рис. 3.6 представлено залежність освітленості на поверхні алеї шириною 2 м від відстані між опорами, отриманій при освітленні алеї світловими приладами із умовним джерелом світла, світловий потік якого становить 1000 лм.

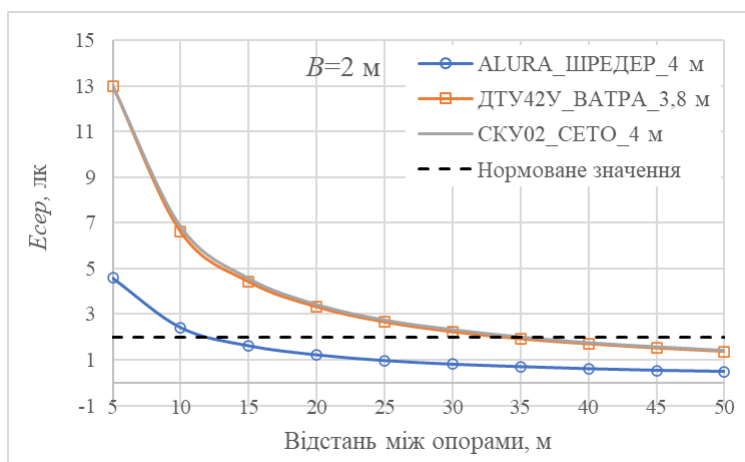


Рисунок 3.6 – Залежності освітленості на поверхні алеї шириною 2 м від відстані між опорами, отриманій при освітленні алеї світловими приладами із умовним джерелом світла, світловий потік якого становить 1000 лм.

Поділивши нормовані значення отримані значення освітленості та домноживши отриманий результат на 1000 лм, отримаємо значення світлового потоку, необхідного для забезпечення нормованого значення середньої освітленості. Графіки залежностей світлового потоку, необхідного для забезпечення середньої освітленості 2 лк на алеї шириною 2 м показано на рис. 3.7.

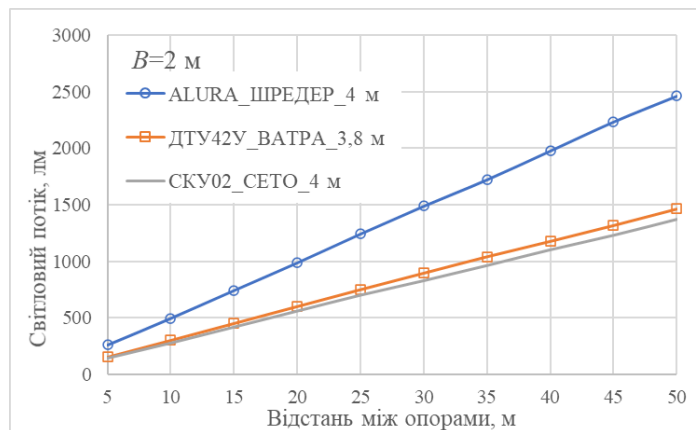


Рисунок 3.7 – Залежності світлового потоку, необхідного для забезпечення середньої освітленості 2 лк на алеї шириною 2 м

З даних залежностей чітко видно, що для забезпечення освітленості 2 лк на алеї 2 достатньо при використанні світлових приладів з косинусною кривою сили світла застосовувати джерела світла із світловим потоком 1500 лм при відстані між опорами 50 м. Для світильників виробництва ТОВ «ШРЕДЕР» такі значення світлового потоку є дещо вищими, що може бути пов'язане із нижчим світловим коефіцієнтом корисної дії світильників ALURA. Проте ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА» та СЕТО випускають світильники, мінімальне значення світлового потоку яких становить 3600 лм. Тому для подальших розрахунків освітленості алей з шириною 2 м застосуємо світильники типу ALURA LED потужністю 23,1 Вт та світловим потоком 1511 лм.

Залежності рівномірності освітленості та світлових потоків для алей шириною 3,0 м показано на рис. 3.8. Залежності є практично ідентичними із залежностями, зображеними на рис. 3.5 та 3.7. Єдине на що варто звернути увагу – це підвищення світлового потоку та те, що при використанні світильників з

косинусною кривою сили світла, досягнути нормованого значення рівномірності освітлення при розміщенні опор на відстанях понад 50 м неможливо.

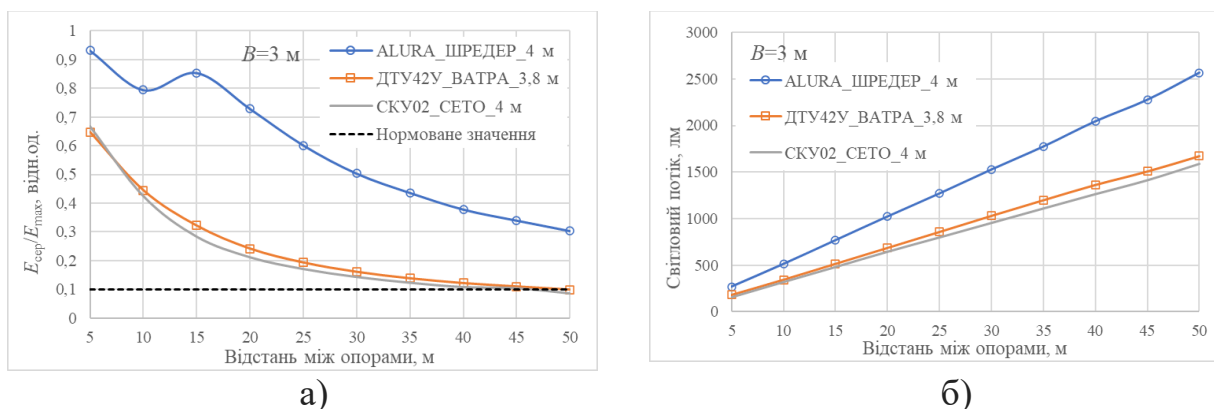
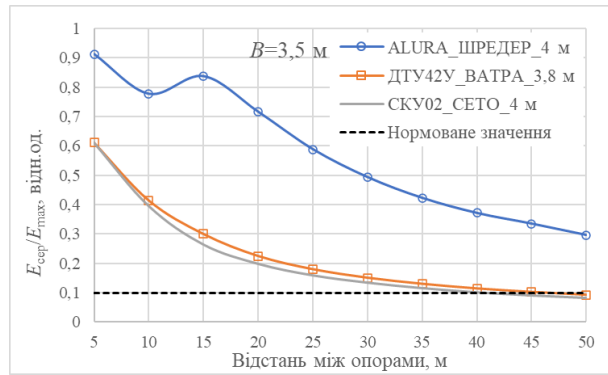


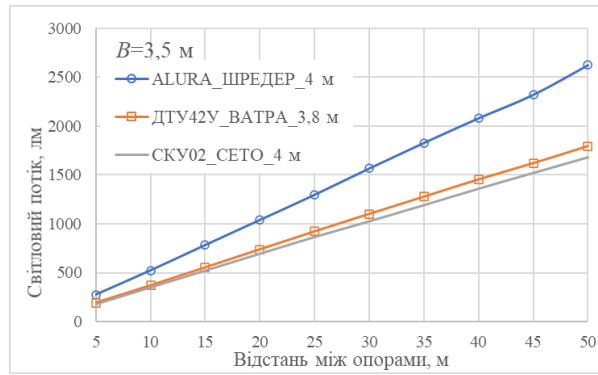
Рисунок 3.8 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку (б) для забезпечення нормованої освітленості 2 лк на поверхні алеї шириною 3,0 м

На рис. 3.9 – 3.14 показано залежності для алеї шириною 3,5 – 8,0 м. З приведених нижче графіків видно, що зі зростанням ширини алеї знижується рівномірність розподілу освітленості. Проте світильники із широкою кривою світла здатні забезпечити високу рівномірність і при більш ширших алеях. Тоді як застосування світлових приладів із косинусною кривою сили світла є обмеженим і їх доцільно застосовувати лише при невеликих значеннях відстаней між опорами. На основі отриманих залежностей виконано вибір світлових приладів та кроку між ними для алеї, для яких необхідною є модернізація системи освітлення.

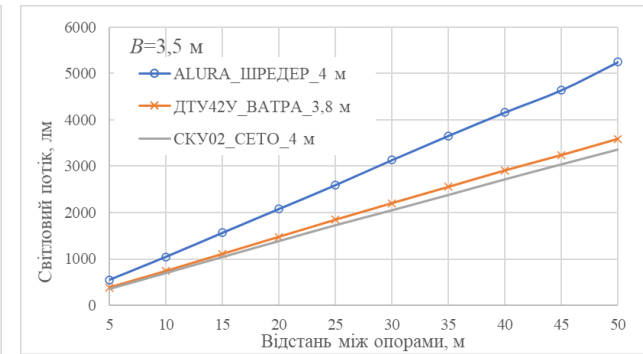
На рис. 3.15 та 3.16 показано залежності для алеї шириною 8 та 10 м при двосторонньому розміщенні світлових приладів. Причому залежності побудовані як для прямокутної, так і для шахової системи розміщення світлових приладів. З вказаних графіків видно, що шахова система розміщення світлових приладів має перевагу лише у рівномірності для алеї шириною 8 м. Для алеї шириною 10 м залежності рівномірності освітлення та світлового потоку для забезпечення нормованого значення освітленості 4 лк для обох систем розстановки є практично ідентичними. А для освітлення алеї вибір був зупинений на світильниках із широкою кривою сили світла.



а)

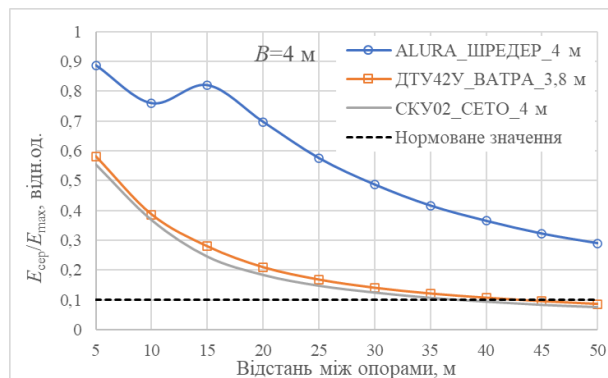


б)

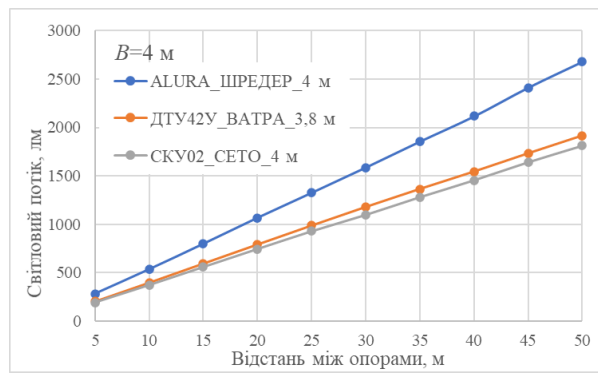


в)

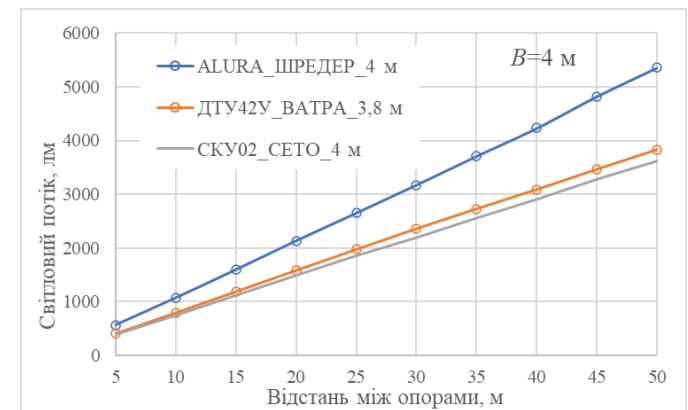
Рисунок 3.9 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку для забезпечення нормованої освітленості 2 лк (б) та 4 лк (в) на поверхні алеї шириною 3,5 м



а)

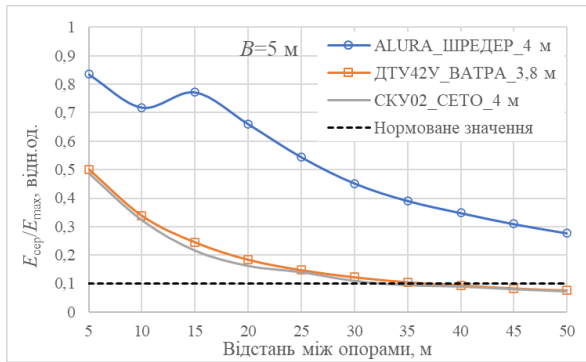


б)

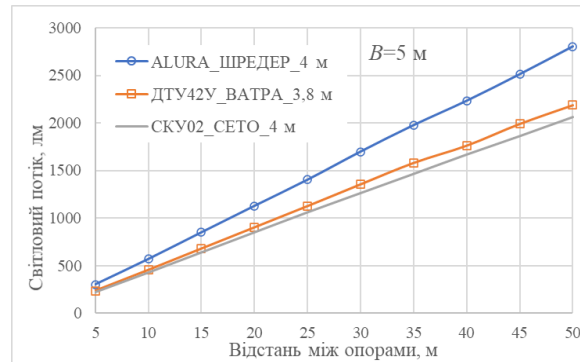


в)

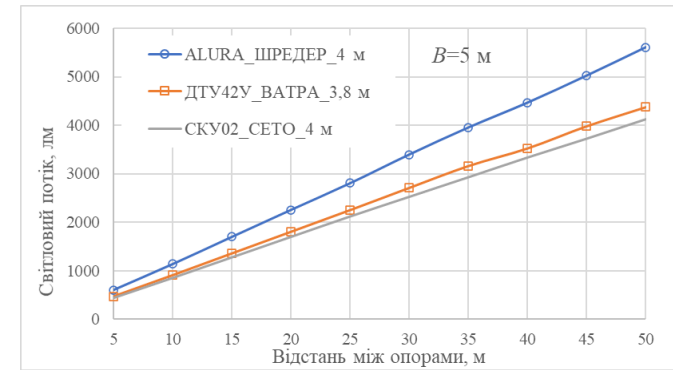
Рисунок 3.10 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку для забезпечення нормованої освітленості 2 лк (б) та 4 лк (в) на поверхні алеї шириною 4,0 м



а)

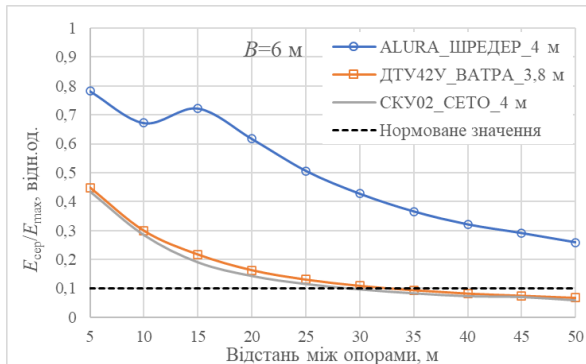


б)

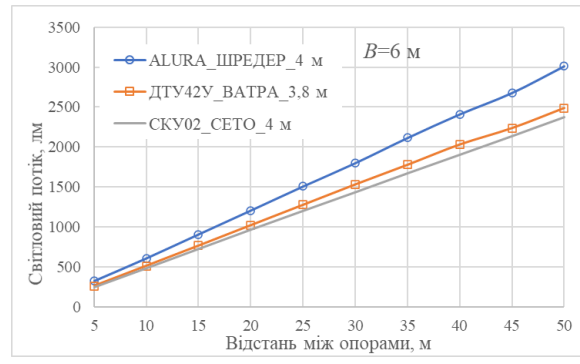


в)

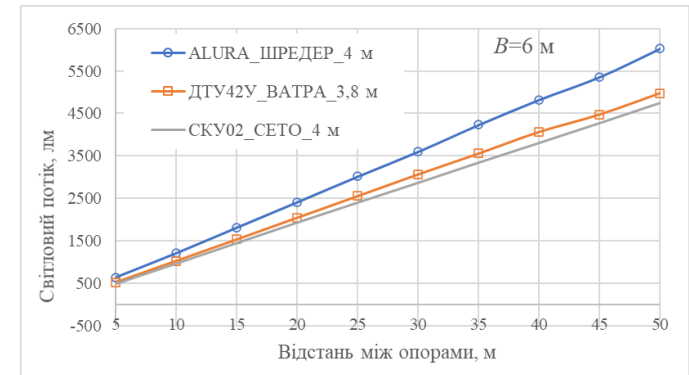
Рисунок 3.11 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку для забезпечення нормованої освітленості 2 лк (б) та 4 лк (в) на поверхні алеї шириною 5,0 м



а)

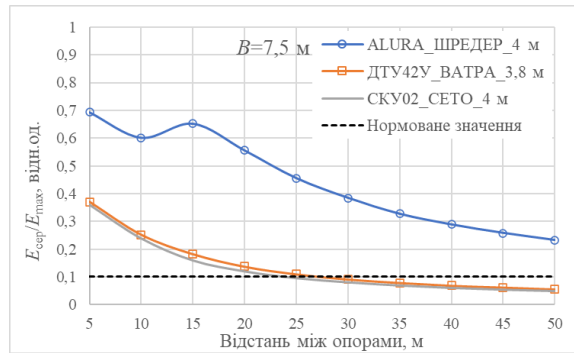


б)

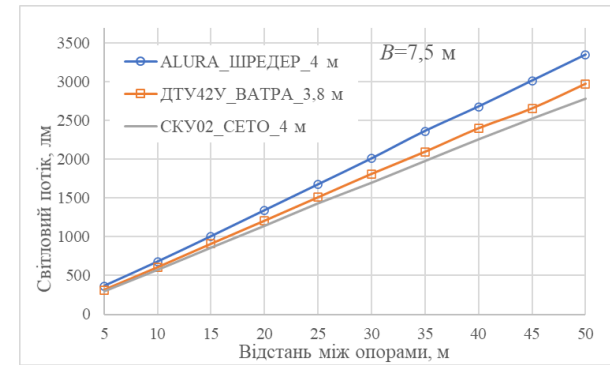


в)

Рисунок 3.12 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку для забезпечення нормованої освітленості 2 лк (б) та 4 лк (в) на поверхні алеї шириною 6,0 м

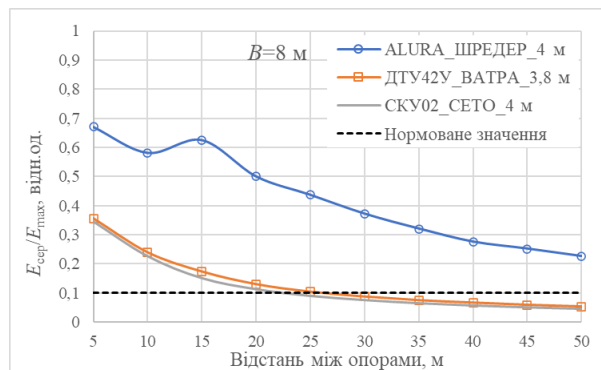


а)

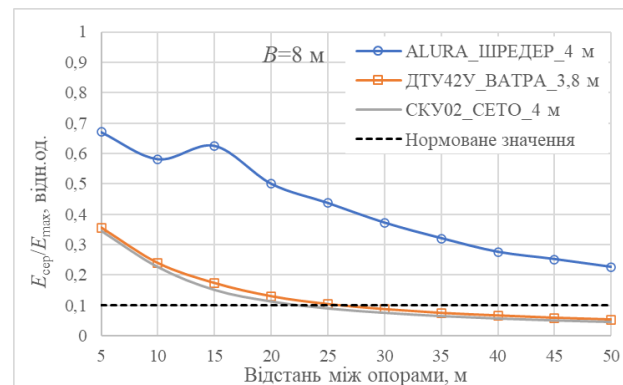


б)

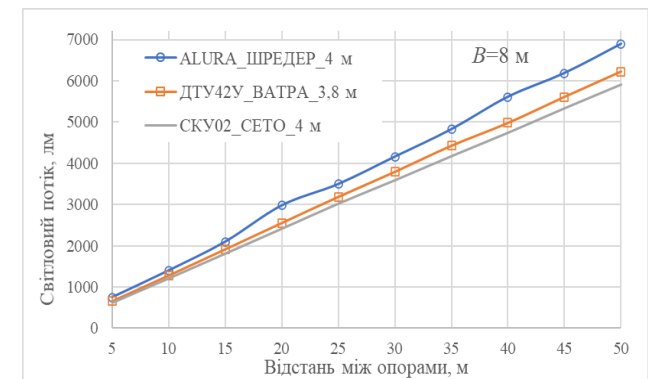
Рисунок 3.13 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку для забезпечення нормованої освітленості 2 лк (б) на поверхні алеї шириною 7,5 м



а)

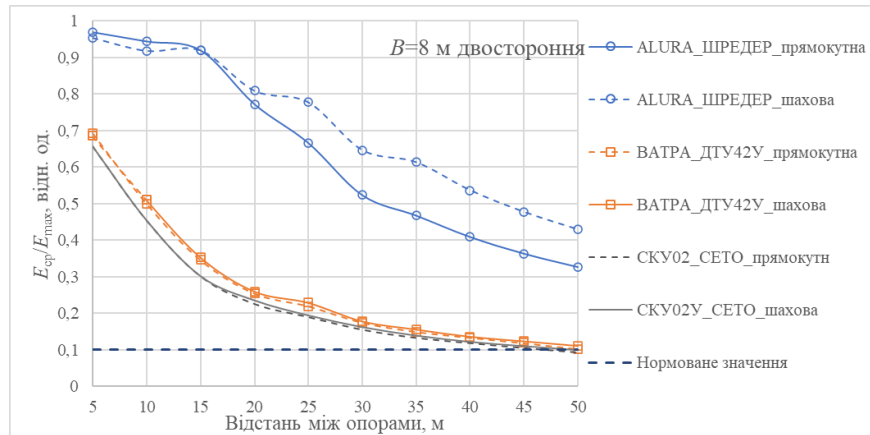


б)

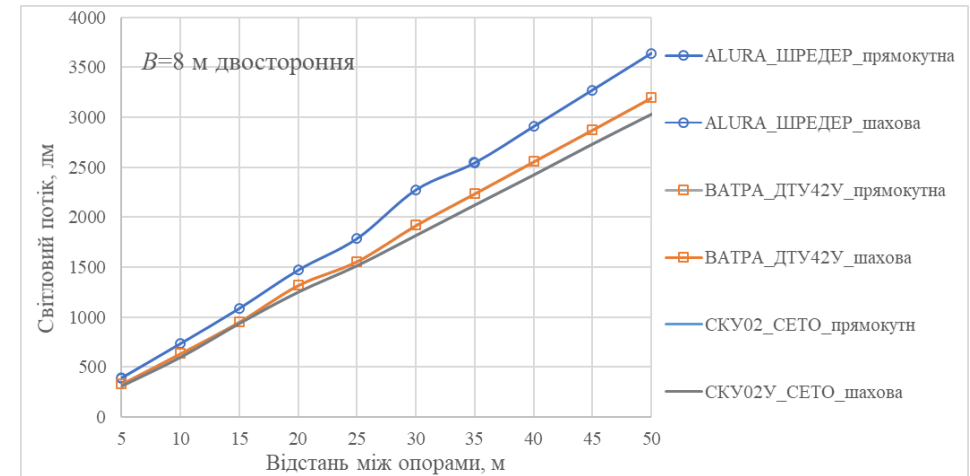


в)

Рисунок 3.14 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку для забезпечення нормованої освітленості 2 лк (б) та 4 лк (в) на поверхні алеї шириною 8,0 м

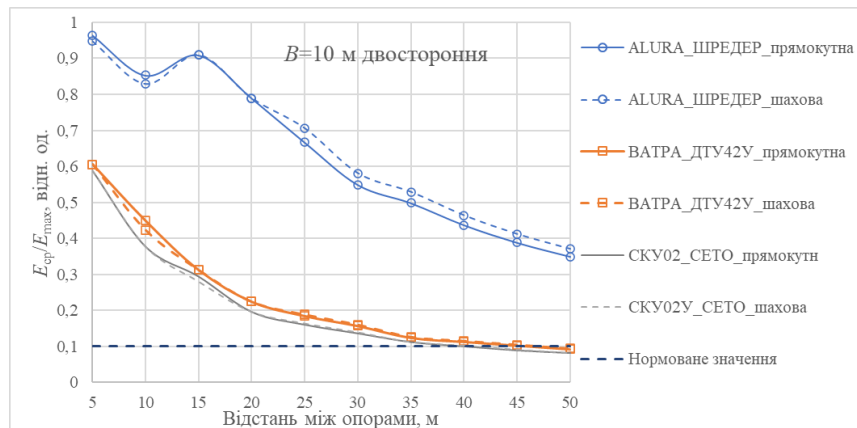


а)

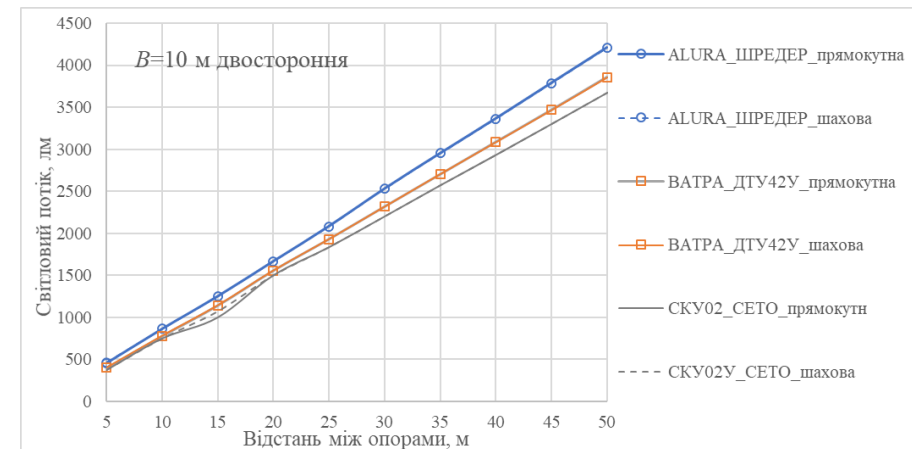


б)

Рисунок 3.15 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку для забезпечення нормованої освітленості та 4 лк (б) на поверхні алеї шириною 8,0 м при двосторонньому розташуванні світлових приладів



а)



б)

Рисунок 3.16 – Залежності рівномірності освітленості (а) та світлового потоку для забезпечення нормованої освітленості та 4 лк (б) на поверхні алеї шириною 10,0 м при двосторонньому розташуванні світлових приладів

3.4 Моделювання та світлотехнічний розрахунок систем освітлення паркових алей в пакеті DIALux

3.4.1 Алеї гідропарку «Сопільче»

Для майже усіх алей гідропарку «Сопільче» використано світильники ALURA LED виробництва ТОВ «ШРЕДЕР». Виняток становить лише центральна алея 2, де встановлені світильники ДТУ42У, що пов'язано із використанням світильників такого типу для освітлення алеї 15.

Для освітлення центральних алей застосували систему розміщення світлових приладів біля зовнішнього краю кожної зі смуг.

На рис. 3.17 показано графіки розподілу освітленості по поверхні ділянок алеї 1 гідропарку «Сопільче». Відстань між світловими приладами становила 35 м.

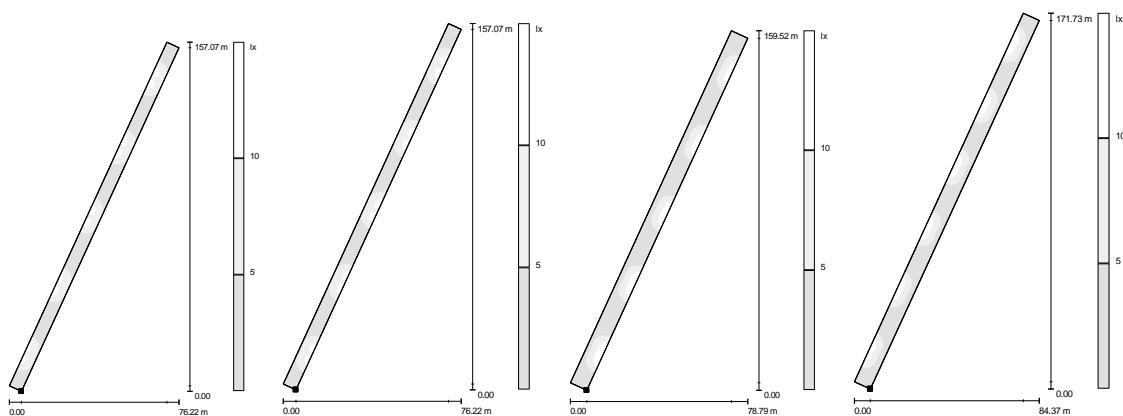


Рисунок 3.17 - Графіки розподілу освітленості по поверхні ділянок алеї 1 гідропарку «Сопільче»

Результати розрахунку середньої освітленості та її розподілу по поверхнях цієї, а також інших алей цього парку представлено в табл. 3.1.

Для освітлення іншої центральної алеї 2 використано 26 світильників типу ДТУ42 У світловим потоком 3600 лм. Відстань між світильниками – 40 м. Такий підхід дозволить досягти середньої освітленості 5,68 з рівномірністю 0,0118.

Таблиця 3.1 – Результати світлотехнічного розрахунку систем освітлення пішохідних алей гідропарку «Сопільче»

Парк	Алея	Нормовані значення		Тип СП	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Кількість	Розраховані значення			Відстань між СП
		Еср, лк	Еср/Еmax					Еср, лк	Еmax, лк	Еср/Еmax	
Гідропарк "Сопільче"	1	4	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	5011	44,5	11	4,56	13	0,351	34
								4,19	13	0,322	
Гідропарк "Сопільче"	2	4	0,1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	3600	30	26	6,04	47	0,129	40
								5,68	48	0,118	
Гідропарк "Сопільче"	3,4	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	2756	31,5	65	2,44	7,25	0,337	50
	5							2,53	14	0,181	
								2,21	7,37	0,300	
								3,22	7,65	0,421	
								2,38	7,23	0,329	
								3,87	15	0,258	
								2,03	6,9	0,294	
7	2,36	19	0,124								
Гідропарк "Сопільче"	8	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	1511	23,1	2	2,06	4,95	0,416	27

3.4.2 Алеї парку «ім. Т.Г. Шевченка»

Для усіх алеї застосовано світлові прилади із широкою кривою сили світла. В основному опори розміщуються по боках алеї. Вийняток складає алея 1, для якої передбачена прямокутна двостороння система розміщення опор. Графік розподілу освітленості по поверхні центральної алеї 1 парку приведено на рис. 3.18. Результати світлотехнічного розрахунку систем освітлення показані в табл. 3.2.

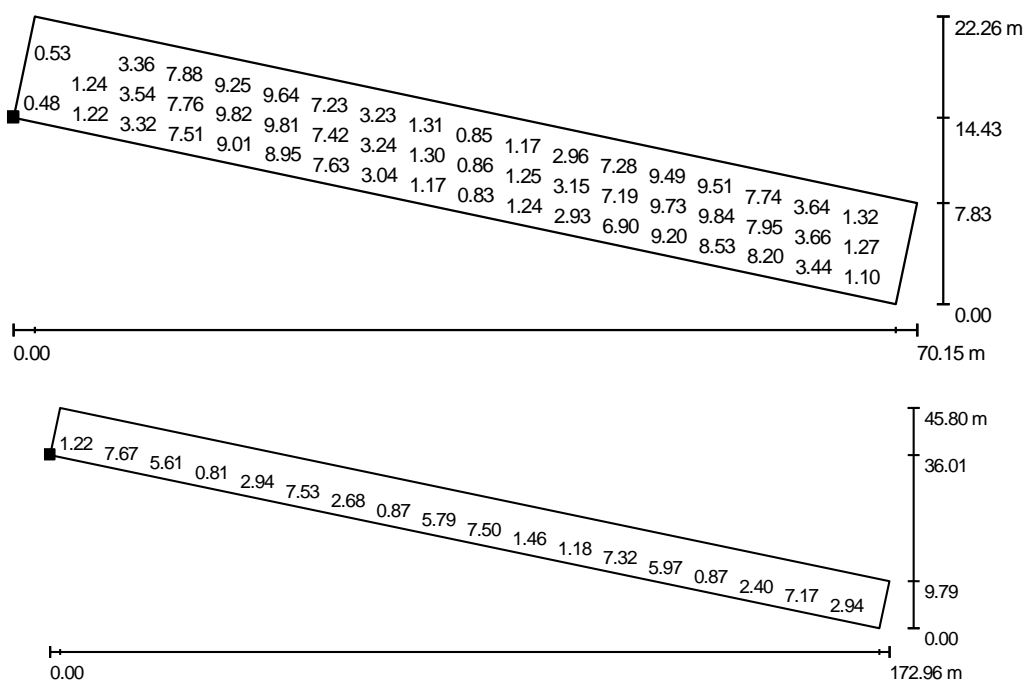


Рисунок 3.18 – Графік розподілу освітленості по поверхнях алеї 1 парку «ім. Т.Г. Шевченка»

Загалом для модернізації алеї систем освітлення пропонується використати 60 паркових вінцевих світильників, сумарна потужність яких становить 1,7 кВт.

Таблиця 3.2 – Результати світлотехнічного розрахунку систем освітлення пішохідних алей парку «ім. Т.Г. Шевченка»

Парк	Алея	Нормовані значення		Тип СП	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Кількість	Розраховані значення			Відстань між СП
		Еср, лк	Есрр/Еmax					Еср, лк	Еmax, лк	Есрр/Еmax	
Парк "ім. Т.Г. Шевченка"	1	4	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	3535	30,1	4	4,72	7,9	0,597	35
	2			SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	3535	30,1	10	4,02	8,48	0,474	35
	3	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	2966	29,9	18	2,9	14	0,207	50
	4	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	1511	23,1	3	2,59	9,62	0,269	50
	5	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	2506	23,1	5	2,93	9,3	0,315	37
	6	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	2966	29,9	3	2,94	11	0,267	45
	7	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	3535	30,1	9	30,1	13	2,315	50
	8	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	2506	23,1	5	2,73 2,09 7,75	13 9,51 9,51	0,210 0,220 0,815	38
	9	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	2880	29,9	3	2,6 2,98	11 11	0,236 0,271	50 45

3.4.3 Алеї парку «Національного Відродження»

Для модернізації системи освітлення алеї парку пропонується використати 55 світильників типу ALURA LED із сумарною потужністю 2,17 кВт.

На рис. 3.19 показано розподіл освітленості на поверхні центральної алеї 2 парку. Результати розрахунку освітленості та її рівномірності показано в табл. 3.3.

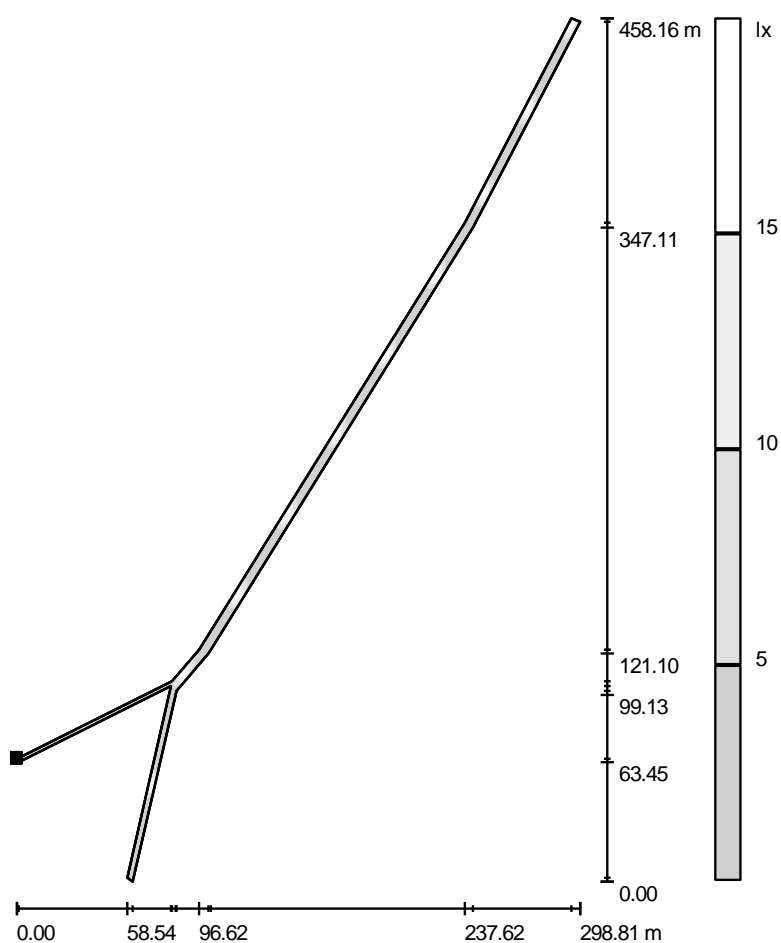


Рисунок 3.19 – Розподіл освітленості по поверхні алеї 2 парку «Національного Відродження»

Таблиця 3.3 – Результати світлотехнічного розрахунку систем освітлення пішохідних алей парку «Національного Відродження»

Парк	Алея	Нормовані значення		Тип СП	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Кількість	Розраховані значення			Відстань між СП
		Е _{ср} , лк	Е _{ср} /Е _{max}					Е _{ср} , лк	Е _{max} , лк	Е _{ср} /Е _{max}	
Парк «Національного Відродження»	2	4	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	5675	52	11	4,28	22	0,195	50
	3	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	2756	31,5	11	2,03	11	0,185	50
	4	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	2756	31,5	11	2,63	11	0,239	50
	8	2	0,1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	2880	29,9	6	3,04	15	0,203	50

3.4.4 Освітлення пішохідних алей вуличними консольними світильниками

Результати розрахунку освітленості, а також рівномірності її розподілу представлено в табл. 3.4.

Для порівняння різних варіантів було проведено розрахунок для світлових приладів двох виробників. На рис. 3.20 показано розподіл освітленості по поверхні алеї 6 парку «Національного Відродження», освітленого світильниками типу ДСУ10В виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА» (а) та AXIA 3 EVO виробництва ТОВ «ШРЕДЕР» (б).

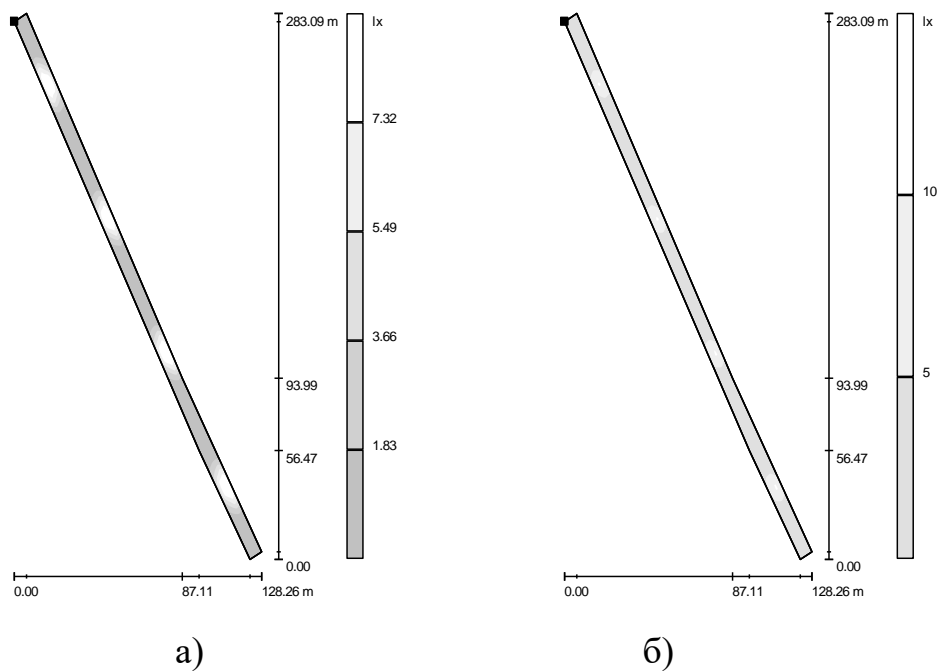


Рисунок 3.20 –розподіл освітленості по поверхні алеї 6 парку «Національного Відродження»

Як видно із вищенаведеного рисунка та із табл. 3.4 світильники створюють практично рівнозначні умови освітлення, проте світильники ДСУ 10В мають трохи кращі показники щодо рівномірності.

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку освітленості та рівномірності на поверхнях алей, освітленими вуличними консольними світильниками

Парк	Нормовані значення			Тип СП	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Кількість	Розраховані значення			Відстань між СП
	Алея	Еср, лк	Есрр/Еmax					Еср, лк	Еmax, лк	Есрр/Еmax	
Парк «ім. Т.Г. Шевченка»	10	4	0,1	БАТРА ДСУ10В-30-1-313 LUX	3625	25	8	4,52	8,89	0,508	40
				SCHREDER AXIA 3 EVO SE 1 5296 16 LEDs 500mA NW 740 511082	3723	25	8	4,44	12	0,370	40
Парк «Національного Відродження»	5	2	0,1	БАТРА ДСУ10В-30-1-313 LUX	3625	25	20	4,74	9,12	0,520	25
				SCHREDER AXIA 3 EVO SE 1 5296 16 LEDs 500mA NW 740 511082	3723	25	20	4,04	13	0,311	25
	6	2	0,1	БАТРА ДСУ10В-30-1-313 LUX	3625	25	4	2,25	9,19	0,245	80
				SCHREDER AXIA 3 EVO SE 1 5296 16 LEDs 500mA NW 740 511082	3723	25	4	2,45	12	0,204	80
	7	2	0,1	БАТРА ДСУ10В-30-1-313 LUX	3625	25	4	4,78	14	0,341	30
				SCHREDER AXIA 3 EVO SE 1 5296 16 LEDs 500mA NW 740 511082	3723	25	4	3,39	13	0,261	30

3.5 Висновки до розділу

1. На підставі моделювання в пакеті DIALux отримано залежності розподілу освітленості по поверхні алей від відстані між опорами. На підставі залежностей встановлено, що рівномірність розподілу освітленості на рівні 0,1 можна досягти і при застосуванні кроку між світильниками 50 м, проте із використанням світильників з широкою кривою сили світла. Також рівномірність можна досягти і при використанні світлових приладів із кривою сили світла типу Д, проте відстань між опорами не повинна перевищувати в деяких випадках і 25 м.

2. На основі отриманих залежностей визначено світлові прилади, а також відстані між ними для освітлення алей різної ширини.

3. Виконано світлотехнічний розрахунок розрахунок систем освітлення алей в пакеті DIALux, в результаті якого встановлено, що запропоновані системи освітлення здатні забезпечити нормовані світлотехнічні параметри.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Значення зовнішнього освітлення

Зоровий аналізатор людини (очі) сприймає електромагнітні випромінювання в діапазоні довжин хвиль 0,38 – 0,76 мкм, як видиме світло. Кванти світла, володіючи великою енергією, впливають на структуру і метаболізм клітин і тканин живих організмів: стимулюють дихання, кровообіг, діяльність залоз внутрішньої секреції і процеси росту, синтез вітаміну D і деяких гормонів (серотоніну – «гормону радості»), засвоєння кальцію, фосфору та інших мінеральних елементів. Найбільша чутливість зору проявляється в жовто-зеленій частині спектру (0,55 – 0,58 мкм); довгі червоні промені (0,76 мкм) збуджують нервову систему; більш короткі сині, зелені промені діють заспокійливо. Достатнє освітлення забезпечує безпеку, високу якість і продуктивність праці, яка зростає на 15 – 18%.

Основними задачами, які повинні виконуватись в результаті реалізації проекту є:

- забезпечення видимості перешкод і відповідно безпеки пересування. Ясна видимість будь-якої потенційної перешкоди в навколишньому просторі дозволяє уникнути травм: сходи, пандуси і тому подібні споруди повинні бути ясно видні;

- створення умов, які допомагають зорієнтуватися на місцевості. Освітлення виявляє характерні структури як частини населеного пункту, так і населеного пункту в цілому. Воно поліпшує зорову орієнтацію, дозволяючи краще запам'ятовувати як сам об'єкт, так і місце його розташування;

- забезпечення своєрідності. Кожен освітлюваний об'єкт має свій власний індивідуальний вигляд або характер. Освітлення може сприяти виявленню і навіть посиленню цього образу, підкреслюючи певні риси

(наприклад, стильові особливості або деталі архітектури) або виділяючи привабливі природні елементи;

- створення приємної атмосфери. Наше сприйняття нічного міста дуже залежить від того, як воно освітлене. Освітлення нічного міста може викликати почуття привітності, теплоти, простору.

Основними умовами, які висуваються при експлуатації установок вуличного і паркового освітлення є:

- необхідність частої та регулярної чистки світлових приладів;
- розміщення світлових приладів на покрівлях, фасадах, опорах та інших інженерних конструкціях, доступ до яких є затрудненим;
- підвищення вимог до культури обслуговування та експлуатації установок зовнішнього освітлення.

4.2 Фактори небезпеки, котрі можуть виникати при експлуатації систем зовнішнього освітлення

При монтажних та ремонтних роботах систем зовнішнього освітлення робочий персонал може зазнати впливу шкідливих факторів, а джерелами потенційної небезпеки для здоров'я людей є:

- електромагнітне та електричне поле;
- параметри мікроклімату;
- виробничий шум.

Електромагнітні поля (ЕМП) – це змінні електричні та магнітні поля, що поширюються у просторі у формі хвиль зі швидкістю світла. Ступінь біологічного впливу електромагнітних полів на організм людини залежить від частоти коливань, напруженості та інтенсивності поля, тривалості його впливу. Учені встановили, що найбільшу небезпеку для організму представляє тривале опромінення впродовж декількох років. Унаслідок дії електромагнітних полів можливі як гострі, так і хронічні ураження, порушення в системах і органах, функціональні зсуви в діяльності нервово-психічної, серцево-судинної,

ендокринної, кровотворної та інших систем організму людини. Найбільший вплив на електромагнітну обстановку будь-яких будівель в діапазоні промислової частоти 50 Гц вносить електротехнічне устаткування, а саме: кабельні лінії, що підводять електрику до усіх квартир та інших споживачів системи життєзабезпечення будівлі, а також розподільні щити і трансформатори.

Виробничий мікроклімат, як правило, відрізняється значною мінливістю, нерівномірністю по горизонталі та вертикалі, різноманітністю сполучень температури, вологості, рухомості повітря, інтенсивності випромінювання залежно від особливостей технології виробництва, кліматичних особливостей місцевості, конструкцій споруд, організації повітрообміну із зовнішнім середовищем.

Відомо, що надлишкова вологість повітря негативно впливає на механізм терморегуляції організму. Особливо шкідливою є вологість повітря, яка перевищує 70 – 75 % за температури 30 °С і більше. Фізична робота в умовах підвищеної температури призводить до прискорення серцебиття, зниження артеріального тиску. За низької температури може статися переохолодження організму, що спричинить простудне захворювання. Згідно з результатами досліджень людина є працездатною і нормально себе почуває, якщо температура навколишнього повітря не виходить за межі 18 – 20 °С, відносна вологість – 40 – 60 %, швидкість руху повітря – 0,1 – 0,2 м/с. Висока температура послаблює організм, викликає млявість, а низька – сковує рухи, що при обслуговуванні електрообладнання спричиняє підвищену небезпеку травмування. За високої температури та вологості може статися перегрів тіла та тепловий удар, який може бути викликаний також інфрачервоним випромінюванням.

Несприятливі суб'єктивні відчуття і вплив на організм людини зумовлює високочастотний шум з інтенсивністю 75 – 85 дБ. У персоналу, котрий має справу з гуркотливими машинами та механізмами, виникають стійкі порушення слуху, що нерідко призводить до професійних захворювань (глухуватості і глухоти). Найбільша втрата слуху спостерігається протягом перших десяти років роботи, і з плином часу ця небезпека зростає. Тривала дія шуму на організм

людини призводить до розвитку хронічної перетомі, зниження працездатності, виникнення таких симптомів як поганий сон, сонливість, зниження слуху, порушення терморегуляції. Усе це може спричинити аварію на об'єкті. Короткочасний, навіть одноразовий вплив шуму високої інтенсивності може спричинити повну загибель спірального органу або розрив барабанної перетинки, що супроводжується почуттям закладеності та різким болем у вухах. Наслідком баротравми нерідко буває повна втрата слуху. Крім того, шум впливає на систему травлення і кровообігу, серцево-судинну систему. У разі постійного шумового фону до 70 дБ виникає порушення ендокринної та нервової систем, до 90 дБ – порушується слуг, до 120 дБ – виникає нестерпний фізичний біль. Шум не лише погіршує самопочуття людини, а й знижує продуктивність праці на 10 – 15 %. У зв'язку з цим боротьба з ним має не лише санітарно-гігієнічне, а й велике техніко-економічне значення.

Окрема група факторів, що впливає на здоров'я персоналу є важкість праці (навантаження на центральну нервову систему, органи чуття, емоційну сферу – інтелектуальне, емоційне навантаження, ступінь монотонності навантаження).

4.3 Фактори, які впливають на наслідки ураження електричним струмом

Фактори, які впливають на наслідки ураження електричним струмом можна розділити на електричні, неелектричні та фактори навколишнього середовища.

До електричних факторів відносяться: сила струму, частота, опір тіла людини.

Зі зростанням сили струму небезпека ураження ним тіла людини зростає. Розрізняють порогові значення струму (при частоті 50 Гц):

- пороговий відчутний струм – 0,5 – 1,5 мА при змінному струмі і 5 – 7 мА при постійному струмі;
- пороговий невідпускний струм (струм, що викликає при проходженні

через тіло людини нездоланні судомні скорочення м'язів руки, в котрій затиснений провідник) – 10 – 15 мА при змінному струмі 50 – 80 мА при постійному струмі;

- пороговий фібриляційний струм (струм, що викликає при проходженні через організм фібриляцію серця) 100 мА при змінному струмі і 300 мА при постійному струмі.

Наявність в опорі тіла людини ємнісної складової при зростанні частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла та зростанням струму, що проходить через тіло людини. Найнебезпечнішим для людини є діапазон частот до 50 Гц. Подальше збільшення частоти, супроводжується зниженням небезпеки ураження, котра повністю зникає при частоті 450 – 500 Гц, тобто струм такої та більшої частоти не може викликати смертельного ураження внаслідок припинення роботи життєво важливих органів. Однак струми такої частоти зберігають небезпеку опіків при виникненні електричної дуги та при проходженні їх безпосередньо через тіло людини. Значення фібриляційного струму при частотах 50 – 100 Гц практично однакові; при частоті 200 Гц фібриляційний струм зростає приблизно в два рази в порівнянні з його значенням при 50 – 100 Гц, а при частоті 400 Гц – більше, ніж в 3 рази.

Постійний струм є приблизно в 4 – 5 разів безпечнішим, ніж змінний струм частотою 50 Гц. Проходячи через тіло людини, постійний струм, викликає слабші скорочення м'язів і менш неприємні відчуття порівняно зі змінним того ж значення. Лише в момент замикання і розмикання ланки струму людина відчуває короткочасні болісні відчуття внаслідок судомного скорочення м'язів. Порівняльна оцінка постійного та змінного струмів справедлива лише для напруг до 500 В. Вважається, що при більш високих напругах постійний струм стає небезпечнішим, ніж змінний частотою 50 Гц.

Електричний опір тіла людини – це опір струму, котрий проходить по ділянці тіла між двома електродами, прикладеними до поверхні тіла. Він складається з опору тонких зовнішніх шарів шкіри, котрі контактують з

електродами, і з опору внутрішніх тканин тіла. Найбільший опір струму чинить шкіра. На місці контакту електродів з тілом утворюється своєрідний конденсатор, однією обкладкою котрого є електрод, другою – внутрішні струмопровідні тканини, а діелектриком – зовнішній шар шкіри. Електричні властивості конденсатора характеризуються напругою, на котру він розрахований, та його ємністю. Таким чином, опір тіла людини складається з ємнісного та активного опорів. Величина електричного опору тіла залежить від стану рогового шару шкіри, наявності на її поверхні вологи та забруднень, від місця прикладання електродів, частоти струму, величини напруги, тривалості дії струму. Ушкодження рогового шару (порізи, подряпини, волога, потовиділення) зменшують опір тіла, а отже збільшують небезпеку ураження. В практичних розрахунках опір тіла людини приймається таким, що дорівнює 1000 Ом.

До неелектричних факторів, котрі впливають на наслідки ураження електричним струмом відносяться: тривалість проходження струму та шлях його протікання, індивідуальні особливості людини.

Із зростанням тривалості дії струму зростає ймовірність важкого або смертельного наслідку. Така залежність пояснюється тим, що зі зростанням часу впливу струму на живу тканину підвищується його значення, накопичуються наслідки впливу струму на організм. Зростає також імовірність співпадання моменту проходження струму через серце з уразливою фазою серцевого циклу (кардіоциклу). Зростання сили струму зі зростанням часу його дії пояснюється зниженням опору тіла людини внаслідок місцевого нагрівання шкіри та подразнювальної дії на тканини. Це викликає рефлекторну, тобто через центральну нервову систему, швидку зворотну реакцію організму у вигляді розширення судин шкіри, а відтак – посилення постачання її кров'ю і підвищення потовиділення, що й призводить до зниження електричного опору шкіри в цьому місці.

Практика та експерименти показують, що шлях протікання струму через тіло людини має велике значення з огляду на наслідки ураження. Якщо на шляху струму виявляються життєво важливі органи – серце, легені, головний мозок, то небезпека ураження досить велика, оскільки струм безпосередньо впливає на ці

органи. Якщо ж струм проходить іншими шляхами, то його вплив на життєво важливі органи може бути лише рефлекторним, а не безпосереднім. При цьому, хоч небезпека важкого ураження і зберігається, але ймовірність його знижується. До того ж, оскільки шлях струму визначається місцем прикладання струмопровідних частин (електродів) до тіла потерпілого, то його вплив на наслідок ураження зумовлюється ще й різним опором шкіри на різних ділянках шкіри.

Найбільш поширеними напрямками проходження струму через організм людини є: рука – рука (частка потерпілих, які втрачали свідомість становить 83 %), права рука – ноги (87 %), ліва рука – ноги (80 %), нога – нога (15 %), голова – ноги (88 %), голова – руки (92 %).

Відомо, що здорові та фізично міцні люди легше переносять електричні удари, ніж хворі та слабкі. Особливо сприйнятливими до електричного струму є особи, котрі нездужають на захворювання шкіри, серцево-судинної системи, органів внутрішньої секреції, легенів, мають нервові хвороби. Важливе значення має психічна підготовленість до можливої небезпеки ураження струмом. В переважній більшості випадків несподіваний електричний удар навіть за низької напруги призводить до важких наслідків. Проте за умови, коли людина очікує удару, то ступінь ураження значно знижується. Тому великого значення набувають ступінь уваги, зосередженість людини на виконуваний роботі, втома.

До факторів навколишнього середовища відносяться: температура, тиск, вологість повітря в приміщенні. Зі збільшенням температури і вологості зменшується загальний опір тіла людини, а зі збільшенням атмосферного тиску небезпека ураження зменшується.

4.4 Основні причини виникнення надзвичайних ситуацій

Основними причинами виникнення надзвичайних ситуацій є:

- аварії і катастрофи;
- стихійні лиха (природні катаклізми);
- епідемії, епізоотії, епіфітотії;
- збройні конфлікти та інші фактори соціального і політичного характеру.

Аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території, або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Катастрофа – великомасштабна аварія з тяжкими, трагічними наслідками.

Вивчення причин виникнення виробничих аварій і катастроф свідчить про їх велике різноманіття, але за суттю ці причини можна об'єднати в дві групи. Перша – це проектно-виробничі помилки і порушення (помилки при проектуванні підприємств, порушення будівельних норм і правил, низька якість будівельних робіт, використаних матеріалів і конструкцій, порушення техніки безпеки і технологічних процесів виробництва, відсутність постійного контролю за потенційно небезпечними об'єктами). Друга група причин обумовлена тим, що не всі явища природи пізнані.

Великі темпи сучасного науково-технічного прогресу створили умови для великої концентрації радіаційно-, хімічно-, та вибухонебезпечних виробництв. По залізницям і трубопроводам транспортуються в великій кількості небезпечні речовини, внаслідок чого зросла ймовірність виникнення значних аварій і катастроф.

Стихійні лиха є причиною утворення катастрофічних наслідків. За даними ООН за останні 20 років наслідки стихійних лих відчували більш ніж 1 млрд. людей, в них загинуло біля 3 млн.

На території України можуть виникати НС природного характеру досить часто і у великих масштабах. Так, землетрус силою 9 балів може охопити західні, південно- західні регіони і Крим на загальній площі біля 27тис.кв.км. Прибережні райони басейну Чорного моря можуть виявитися під впливом цунамі (морські хвилі від підземного землетрусу). Щорічно окремі райони потерпають від дій бурь, ураганів, повеней та інших явищ. Особливо катастрофічним була повінь в Закарпатті у листопаді 1998 року.

Війна завжди була великим лихом. Людство Землі перенесло більше 14500 воєн, в яких загинуло 3640млн. людей. На сьогодні накопичена велика кількість

сучасної зброї в тому числі ядерної, і сучасних засобів доставки її до цілей: міжконтинентальних балістичних ракет (МБР), підводних човнів-ракетоносців, стратегічної й тактичної авіації, що дозволяють доставити заряди до цілей в короткі терміни. Час польоту МБР на відстань 11-12 тис.км. складає всього 30-40 хв.

Враховуючи масштабність і збільшену ймовірність виникнення НС, перед суспільством існує проблема захисту населення, матеріальних цінностей і навколишнього середовища в умовах мирного і воєнного часу. Вирішення цієї проблеми базується на завчасному прогнозуванні та оцінці наслідків можливих НС в конкретному регіоні, на об'єкті і проведенні заходів щодо запобігання НС і зниженню їх негативних наслідків. Прогнозування обстановки можливе на знанні характеристик осередків ураження, що утворюються в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Осередком ураження (ОУ) називається територія, на якій в результаті дії уражаючих факторів виникли руйнування будівель і споруд, пожежі, зараження атмосфери і місцевості та ураження людей, сільськогосподарських тварин і рослин. ОУ може утворитися під впливом одного уражаючого фактора (простий), або під впливом декількох первинних і вторинних уражаючих факторів (складний). Осередок ураження характеризується:

- формою (положенням меж осередку на місцевості): коло, трикутник, еліпс і ін.
- розмірами (радіус, глибина, площа)
- завданими збитками (кількістю уражених людей і тварин, зруйнованих будинків і споруд, грошовою сумою втрат матеріальних цінностей).

4.5 Аналіз заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій

З метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру місцеві органи виконавчої влади у відповідності до чинного законодавства повинні здійснювати комплекс організаційних та

інженерно-технічних заходів, зокрема.

Організаційні-економічні заходи. Виявлення небезпеки, оцінка ризику і прогнозування надзвичайних ситуацій на відповідних територіях та потенційно небезпечних об'єктах. Щорічне уточнення прогнозних даних щодо ризику виникнення надзвичайних ситуацій, визначення найбільш гострих проблемних питань щодо запобігання надзвичайним ситуаціям.

Інженерно-технічні заходи. В основу інженерно-технічних заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям і зменшення можливих втрат і збитків від них повинні бути покладені конкретні превентивні заходи, які здійснюються за видами природних і техногенних небезпек та загроз. Запобігання більшості небезпечних природних явищ пов'язане із значними фінансовими і матеріально-технічними затратами. У техногенній сфері робота з попередження аварій повинна вестися на конкретних об'єктах і виробництвах. До них належать удосконалення технологічних процесів, підвищення надійності технологічного обладнання та експлуатаційної надійності систем, своєчасне оновлення виробничих фондів, застосування якісної конструкторської документації, високоякісної сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, використання кваліфікованого персоналу, створення і використання ефективних систем контролю та технічної діагностики, безаварійної зупинки виробництва, локалізація і ліквідація аварійних ситуацій. Місцеві органи виконавчої влади в першу чергу повинні забезпечити створення і підтримання в постійній готовності систем централізованого оповіщення населення. Одним із напрямків зниження масштабів надзвичайних ситуацій є будівництво і використання захисних споруд різного призначення: гідротехнічні захисні споруди (греблі, шлюзи, дамби, тощо), проведення берегоукріплюючих робіт від зсувів та обвалів.

Заходи, що здійснюються на потенційно небезпечних об'єктах:

- створення об'єктових і локальних систем оповіщення працюючого персоналу і населення, яке мешкає поруч з потенційно небезпечними об'єктами;
- створення локальних систем раннього виявлення витoku небезпечних

хімічних речовин;

- запровадження систем автоматичного контролю і сигналізації про ймовірність витоку небезпечних і шкідливих речовин, а також блокуючих пристроїв для аварійного відключення технологічного і енергетичного обладнання;

- підтримання у робочому стані і модернізація технологічного та іншого виробничого обладнання;

- створення запасів нейтралізуючих речовин;

- підсилення конструкцій ємностей і комунікацій з небезпечними хімічними речовинами або обладнання над ними спеціальних ізолюючих кожухів для захисту при пошкодженнях;

- виконання інженерно-технічних заходів і робіт з попередження розповсюдження агресивних речовин (обвалування, обладнання піддонів, створення резервних ємностей для зливу і т.п.);

- удосконалення технологічних процесів з метою забезпечення безаварійної експлуатації;

- обладнання і реконструкція наявних вентиляційних систем, аспіраційних, пило- і газоуловлюючих установок;

- обладнання на об'єктах аварійних систем забезпечення електроенергією, водою, паливом, тощо;

- створення необхідного запасу ремонтних засобів, запірної арматури, обладнання, ПММ;

- максимально можливе зменшення запасів небезпечних хімічних речовин;

- переміщення за межі забудови міст і населених пунктів складів з хімічними, вибухо- та пожежонебезпечними речовинами;

- розроблення планів локалізації і ліквідації аварійних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Виконано аналіз об'єктів проектування, на підставі якого та на основі Технічного завдання в якості об'єктів модернізації систем освітлення вибрано алеї трьох найбільших по площі парків, а саме гідропарку «Сопільче», парку «ім. Т.Г. Шевченка» та парку «Національного Відродження».

2. Визначено вимоги до систем освітлення паркових зон, а також методи та засоби паркового освітлення.

3. Проаналізовано асортимент світлових приладів вуличного і паркового освітлення, виготовлених виробниками, чії виробничі потужності знаходяться на території України. На підставі аналізу та Технічного завдання для подальшого проектування систем освітлення пішохідних алеї парків м. Тернополя вибрано світлові прилади виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА», ТОВ «ШРЕДЕР» та Компанії «Системи енергозбереження та освітлення».

4. На основі обстеження існуючих систем освітлення парків м. Тернополя встановлено, які алеї потребують модернізації систем освітлення. В більшості випадків це алеї, для яких відсутнім є освітлення або алеї, в системах освітлення яких використовуються світлові прилади ліхтарного типу з розрядними джерелами світла. Крім того, для однієї з алеї в парку «ім. Т.Г. Шевченка» та двох алеї парку «Національного Відродження» доцільною є модернізація систем освітлення шляхом прямої заміни світлових приладів із розрядними джерелами світла на напівпровідникові.

5. Вибрано нормовані значення світлотехнічних параметрів. При подальшому моделюванні та світлотехнічному розрахунку намагались досягти середньої освітленості 2 лк для бокових алеї та 4 лк та центральних алеї із забезпеченням рівномірності, що визначалась відношенням середньої освітленості до максимальної не менше, ніж 0,1.

6. Для освітлення пішохідних алеї вибрано вінцеві світильники із косинусною та широкою кривими сили світла, потужностями відповідно 30 ... 60 Вт та 11 ... 55 Вт з висотою їх встановлення над рівнем покриття алеї 3,8 та

4 м

7. На підставі моделювання в пакеті DIALux отримано залежності розподілу освітленості по поверхні алей від відстані між опорами. На підставі залежностей встановлено, що рівномірність розподілу освітленості на рівні 0,1 можна досягти і при застосуванні кроку між світильниками 50 м, проте із використанням світильників з широкою кривою сили світла. Також рівномірність можна досягти і при використанні світлових приладів із кривою сили світла типу Д, проте відстань між опорами не повинна перевищувати в деяких випадках і 25 м.

8. На основі отриманих залежностей визначено світлові прилади, а також відстані між ними для освітлення алей різної ширини.

9. Виконано світлотехнічний розрахунок розрахунок систем освітлення алей в пакеті DIALux, в результаті якого встановлено, що запропоновані системи освітлення здатні забезпечити нормовані світлотехнічні параметри.

10. Для підведення електричної енергії до освітлювальних опор світлових приладів ліхтарного типу запропоновано використати алюмінієвий броньований кабель типу АВББШп із прокладанням його у землі. Живлення світлових приладів передбачено по двох живильних лініях у гідропарку «Сопільче» та по одній лінії у парку «ім. Т.Г. Шевченка» та «Національного Відродження».

11. На основі результатів розрахунку електричних освітлювальних мереж на мінімум провідникового матеріалу вибрано площу поперечного перерізу жил кабелів, котра для живильних ліній становить 16 або 6 мм². Використання кабелів із таким січенням жил забезпечує втрату напруги в мережах на найбільш віддалених світильників такою, що не перевищує 3,4 %. На основі результатів розрахунку по струму навантаження вибрано апарати захисту для кожної фази живильної лінії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Об'єднання парків культури і відпочинку м. Тернополя [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 11 листопада]. Режим доступу: <https://ternopedia.te.ua/index.php>
2. Факти про міські парки Тернополя [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 11 листопада]. Режим доступу: <https://poglyad.te.ua/podii/fakty-pro-miski-parky-ternopolya.html>
3. Лісна О.І. Декоративно-художнє освітлення архітектурного середовища / О. І. Лісна. - Харків: ХНАМГ, 2010. - 275 с.
4. Салтиков В.О. Освітлення міст: Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 221 с.
5. Жаган В. Ілюмінація об'єктів / пер. з пол. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 242 с
6. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
7. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.
8. Ландшафтне та паркове освітлення [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 13 листопада]. Режим доступу: <https://5watt.ua/uk/blog/statti/landshaftne-ta-parkove-osvitlennya>
9. ІСТОРИЯ ТА СЬОГОДЕННЯ ТОВ «ОСП КОРПОРАЦІЯ ВАТРА» [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 18 листопада]. Режим доступу: <https://vatra.ua/ukr/about-us/history>
10. Запорізький завод Світлотехніка [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 18 листопада]. Режим доступу: <https://sveto.org.ua/uk/about/>
11. RadiyLED пропонує інноваційні та надійні рішення у галузі світлодіодного освітлення для нових об'єктів та об'єктів, що модернізуються [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 18 листопада]. Режим доступу: <https://radiyled.com/ua/about/>

12. ITW SYSTEMS. We Bring Intelligence to Light [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 18 листопада]. Режим доступу: <https://itw-systems.com/about/>
13. Schröder. Experts in Lightability [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 18 листопада]. Режим доступу: <https://ua.schreder.com/uk>
14. ИСКРА – ЛІДИРУЮЧИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИРОБНИК СВІЛОТЕХНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 18 листопада]. Режим доступу: <http://www.iskra.com.ua/>
15. СЕТО. ENERGY AND LIGHTING SYSTEMS [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 18 листопада]. Режим доступу: <https://cetolight.com.ua/pro-kompaniiu>
16. Тернопіль місто [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 01 грудня]. Режим доступу:
<https://www.toe.com.ua/dload/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C%20%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE.pdf>
17. ДТУ42У [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 28 листопада]. Режим доступу: <http://vatra.ua/ukr/street-lighting/dtu42u-VATRA>
18. Алюра LED. Ефективне освітлення та атмосфера для приємного відпочинку [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 28 листопада]. Режим доступу: <https://ua.schreder.com/uk/produksiya/alura-led-dekoratyvnyy-svitylnyk#downloads>
19. Серія Park [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 28 листопада]. Режим доступу: <https://cetolight.com.ua/asortyment-produkciji/seriya-park-2>
20. ДСУ10В [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 28 листопада]. Режим доступу: <http://vatra.ua/ukr/street-lighting/dtu42u-VATRA>
21. АКСІЯ 3. Універсальне, комплексне та економічне світлове рішення [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 28 листопада]. Режим доступу: <https://ua.schreder.com/uk/produksiya/axia-3-vulychnyy-led-svitylnyk>

22. ОПОРИ ДЛЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ – КО [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 30 листопада]. Режим доступу: <http://vatra.ua/ukr/street-lighting/opora-VATRA>

23. АВББШп [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 05 грудня]. Режим доступу: <https://euoran.ua/produksiya/kabeli-silovi/avbbshp/>

24. Станчев І.І. Особливості світлотехнічного розрахунку систем освітлення паркових алей // І.І. Станчев, І.В. Ковалишин, Р.Б. Кріль, Я.М.Осадца– Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 6-7 грудня 2023) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – С. 265.

Додаток 2

Номер світильника на Алея	Фаза, до якої належить світильник	Марка світильника	Потужність, Вт	Потужність трифазної ділянки, котра	Довжина, м	Момент навантаження, кВт*м	Площа поперечного перерізу, кв. мм.	Розрахунковий спад напруги, %	
Гідропарк "Сопільче"									
1	7	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
2	7	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	63	50	3,15	16	0,004
3	7	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	94,5	50	4,73	16	0,007
4	7	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	126	50	6,30	16	0,009
5	7	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	157,5	50	7,88	16	0,011
6	7	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	189	50	9,45	16	0,013
7	7	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	220,5	50	11,03	16	0,016
8	7	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	252	50	12,60	16	0,018
9	6	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	472,5	50	23,63	16	0,034
10	6	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
11	6	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	63	50	3,15	16	0,004
12	6	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	94,5	50	4,73	16	0,007
13	6	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	126	50	6,30	16	0,009
14	6	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	157,5	50	7,88	16	0,011
15	6	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	189	50	9,45	16	0,013
16	6	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	220,5	50	11,03	16	0,016
17	6	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	724,5	50	36,23	16	0,051
18	6	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	63	50	3,15	16	0,004
19	6	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
20	6	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	819	50	40,95	16	0,058
21	6	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	850,5	50	42,53	16	0,060
22	6	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	882	50	44,10	16	0,063
25	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	913,5	50	45,68	16	0,065

26	5	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	945	50	47,25	16	0,067
27	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	976,5	50	48,83	16	0,069
28	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1008	50	50,40	16	0,072
29	5	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1039,5	50	51,98	16	0,074
30	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1165,5	50	58,28	16	0,083
31	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1197	50	59,85	16	0,085
32	5	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1228,5	50	61,43	16	0,087
33	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1260	50	63,00	16	0,089
33_1	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1575	50	78,75	16	0,112
34	5	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	94,5	50	4,73	16	0,007
35	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	63	50	3,15	16	0,004
36	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
37	5	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
37_1	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	94,5	50	4,73	16	0,007
38	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
39	5	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
40	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
41	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	63	50	3,15	16	0,004
42	5	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	220,5	50	11,03	16	0,016
43	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	252	50	12,60	16	0,018
44	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	283,5	50	14,18	16	0,020
45	4	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1606,5	50	80,33	16	0,114
46	4	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1638	50	81,90	16	0,116
47	4	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1669,5	50	83,48	16	0,119
48	4	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1701	50	85,05	16	0,121
49	4	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1732,5	50	86,63	16	0,123
50	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1764	50	88,20	16	0,125
51	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1795,5	50	89,78	16	0,128
52	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1827	50	91,35	16	0,130
53	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1858,5	50	92,93	16	0,132
54	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1890	50	94,50	16	0,134
55	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1921,5	50	96,08	16	0,136

56	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	2079	50	103,95	16	0,148
57	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	157,5	50	7,88	16	0,011
58	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	126	50	6,30	16	0,009
59	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	94,5	50	4,73	16	0,007
60	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	63	50	3,15	16	0,004
61	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	50	1,58	16	0,002
62	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	30,0	40	1,20	6	0,005
63	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	60,0	40	2,40	6	0,009
64	2	1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	90,0	40	3,60	6	0,014
65	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	120,0	40	4,80	6	0,018
66	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	150,0	40	6,00	6	0,023
67	2	1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	180,0	40	7,20	6	0,027
68	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	210,0	40	8,40	6	0,032
69	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	240,0	40	9,60	6	0,036
70	2	1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	270,0	40	10,80	6	0,041
71	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	300,0	40	12,00	6	0,045
72	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	330,0	40	13,20	6	0,050
73	2	1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	360,0	40	14,40	6	0,055
74	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	390,0	20	7,80	6	0,030
75	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	30,0	40	1,20	6	0,005
76	2	1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	60,0	40	2,40	6	0,009
77	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	90,0	40	3,60	6	0,014
78	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	120,0	40	4,80	6	0,018
79	2	1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	150,0	40	6,00	6	0,023
80	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	180,0	40	7,20	6	0,027
81	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	210,0	40	8,40	6	0,032
82	2	1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	240,0	40	9,60	6	0,036
83	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	270,0	40	10,80	6	0,041
84	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	300,0	40	12,00	6	0,045
85	2	1	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	330,0	40	13,20	6	0,050
86	2	2	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	360,0	40	14,40	6	0,055
87	2	3	ВАТРА ДТУ 42У-30-002 1	30	780,0	50	39,00	6	0,148

88	8	1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	23,1	35	0,81	6	0,003
89	8	2	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	46,2	35	1,62	6	0,006
90	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	1318,2	35	46,14	6	0,175
91	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	1227,0	35	42,95	6	0,163
92	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	1182,0	35	41,37	6	0,157
93	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	1137,0	35	39,80	6	0,151
94	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	1092,0	35	38,22	6	0,145
95	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	267,0	35	9,35	6	0,035
96	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	222,5	35	7,79	6	0,029
97	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	178,0	35	6,23	6	0,024
98	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	133,5	35	4,67	6	0,018
99	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	89,0	35	3,12	6	0,012
100	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	44,5	35	1,56	6	0,006
101	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	1765,7	150	264,86	6	1,003
102	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	402,5	35	14,09	6	0,053
103	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	357,5	35	12,51	6	0,047
104	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	312,5	35	10,94	6	0,041
105	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 450mA NW 740 33404S	45	267,5	35	9,36	6	0,035
106	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	222,5	35	7,79	6	0,029
107	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	178,0	35	6,23	6	0,024
108	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	133,5	35	4,67	6	0,018
109	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	89,0	35	3,12	6	0,012
110	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 300mA NW 740 33404S	44,5	44,5	35	1,56	6	0,006
Парк "ім. Т. Г. Шевченка"									
1	9	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	89,7	30	2,69	6	0,340
2	9	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	59,8	45	2,69	6	0,227
3	9	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	29,9	45	1,35	6	0,113
4_1	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	872,5	500	436,25	6	3,305
4	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	414,5	6	2,49	6	1,570
5	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	384,6	50	19,23	6	1,457
6	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	354,7	50	17,74	6	1,344
6_1	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	324,8	50	16,24	6	1,230

7	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	294,9	50	14,75	6	1,117
8	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	188,9	50	9,45	6	0,716
9	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	89,7	50	4,49	6	0,340
10	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	59,8	50	2,99	6	0,227
11	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	29,9	50	1,50	6	0,113
12	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	338,4	50	16,92	6	1,282
13	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	308,5	50	15,43	6	1,169
14	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	278,6	50	13,93	6	1,055
15	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	248,7	50	12,44	6	0,942
16	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	218,8	50	10,94	6	0,829
18	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	188,9	50	9,45	6	0,716
19	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	59,8	50	2,99	6	0,227
20	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	29,9	50	1,50	6	0,113
21	9	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	99,2	50	4,96	6	0,376
22	4	3	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	69,3	50	3,47	6	0,263
23	4	1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	46,2	50	2,31	6	0,175
24	4	2	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	23,1	50	1,16	6	0,088
25	4	3	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	159	38	6,04	6	0,602
26	4	1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	46,2	38	1,76	6	0,175
28	8	2	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	868	38	32,98	6	3,288
29	8	3	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	23,1	38	0,88	6	0,088
30	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	76,1	37	2,82	6	0,288
31	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	46,2	31	1,43	6	0,175
32	5	3	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	23,1	32	0,74	6	0,088
33	6	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	89,7	45	4,04	6	0,340
34	6	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	59,8	45	2,69	6	0,227
35	6	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	29,9	29,9	45	1,35	6	0,113
36	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	120,4	35	4,21	6	0,456
37	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	90,3	35	3,16	6	0,342
38	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	60,2	35	2,11	6	0,228
39	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	30,1	35	1,05	6	0,114
40	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	671,3	35	23,50	6	2,543

41	2	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	618,1	35	21,63	6	2,341
42	2	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	90,3	3,5	0,32	6	0,342
43	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	60,2	35	2,11	6	0,228
44	2	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	30,1	35	1,05	6	0,114
45	2	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	821,8	35	28,76	6	3,113
46	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	120,4	35	4,21	6	0,456
47	2	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	90,3	35	3,16	6	0,342
48	2	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	60,2	35	2,11	6	0,228
49	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 830 33404S	30,1	30,1	35	1,05	6	0,114
50	8	3	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	23,1	50	1,16	6	0,088
51	5	1	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	497,7	37	18,41	6	1,885
52	5	2	SCHREDER ALURA LED 5121 24 LEDs 300mA NW 740 33404S	23,1	474,6	37	17,56	6	1,798
53	7	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	30,1	240,8	50	12,04	6	0,912
54	7	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	30,1	210,7	50	10,54	6	0,798
55	7	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	30,1	180,6	50	9,03	6	0,684
56	7	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	30,1	150,5	50	7,53	6	0,570
57	7	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	30,1	120,4	50	6,02	6	0,456
58	7	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	30,1	90,3	50	4,52	6	0,342
59	7	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	30,1	60,2	50	3,01	6	0,228
60	7	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 200mA WW 740 33404S	30,1	30,1	50	1,51	6	0,114
Парк "Національного Відродження"									
1	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	2972,5	200	594,50	16	4,22
2	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	1391	50	69,55	16	1,98
3	2	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	587,6	50	29,38	16	0,83
4	2	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	208	50	10,40	16	0,30
5	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	156	50	7,80	16	0,22
6	2	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	104	50	5,20	16	0,15
7	2	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	52	50	2,60	16	0,07
8	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1550	50	77,50	16	2,20
9	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1518,5	50	75,93	16	2,16
10	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1487	50	74,35	16	2,11
11	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1455,5	50	72,78	16	2,07

12	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1424	50	71,20	16	2,02
13	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1392,5	50	69,63	16	1,98
14	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1361	50	68,05	16	1,93
15	3	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1329,5	50	66,48	16	1,89
16	3	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1298	50	64,90	16	1,84
17	3	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	1266,5	50	63,33	16	1,80
18	2	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	1235	50	61,75	16	1,75
19	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	1183	50	59,15	16	1,68
20	2	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	1131	50	56,55	16	1,61
21	2	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	1079	50	53,95	16	1,53
22	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	1027	50	51,35	16	1,46
23	2	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	975	50	48,75	16	1,38
24	2	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	923	50	46,15	16	1,31
25	2	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	871	50	43,55	16	1,24
26	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	504	48	24,19	16	0,72
27	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	472,5	48	22,68	16	0,67
28	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	441	48	21,17	16	0,63
29	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	409,5	48	19,66	16	0,58
30	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	378	48	18,14	16	0,54
31	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	346,5	48	16,63	16	0,49
32	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	315	48	15,12	16	0,45
33	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	283,5	48	13,61	16	0,40
34	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	252	48	12,10	16	0,36
35	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	220,5	48	10,58	16	0,31
36	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	189	48	9,07	16	0,27
37	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	157,5	48	7,56	16	0,22
38	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	126	48	6,05	16	0,18
39	1	1	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	94,5	48	4,54	16	0,13
40	1	2	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	63	48	3,02	16	0,09
41	1	3	SCHREDER ALURA LED 5121 16 LEDs 600mA NW 740 33404S	31,5	31,5	48	1,51	16	0,04
42	8	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	89,7	50	4,49	16	0,13
43	8	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	59,8	50	2,99	16	0,08

44	8	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	29,9	50	1,50	16	0,04
45	8	1	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	119,6	50	5,98	16	0,17
46	8	2	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	59,8	50	2,99	16	0,08
47	8	3	SCHREDER ALURA LED 5121 32 LEDs 300mA WW 727 33404S	29,9	29,9	50	1,50	16	0,04
48	9	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	535,6	50	26,78	16	0,76
49	9	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	364	50	18,20	16	0,52
50	9	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	312	50	15,60	16	0,44
51	9	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	260	50	13,00	16	0,37
52	9	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	208	50	10,40	16	0,30
53	9	3	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	156	50	7,80	16	0,22
54	9	1	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	104	50	5,20	16	0,15
55	9	2	SCHREDER ALURA LED 5121 48 LEDs 350mA NW 740 33404S	52	52	50	2,60	16	0,07