

ДОДАТОК 1.
КАТАЛОГ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ
МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

ЗМІСТ

EXECUTIVE SUMMARY	3
Вступ	4
1 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ «ГЕНЕРУВАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ І ВІДПУСК ТЕПЛОТИ» ..5	
ПРОВЕДЕННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ НАСОСНОЇ ГРУПИ КОТЕЛЕНЬ	5
ОПТИМІЗАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕПЛОТИ В ПЕРЕХІДНИЙ ПЕРІОД ШЛЯХОМ ЗАМІНИ ЗНОШЕНИХ КОТЛІВ	14
ПРОВЕДЕННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ НАСОСНОЇ ГРУПИ КОТЕЛЕНЬ	18
2 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У ЖИТЛОВОМУ (БУДИНКОВОМУ) СЕКТОРІ. ЗАХОДИ НА ЕТАПІ СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОТИ.....	33
3 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	55
3.1 ВОДОПОСТАЧАННЯ. ОПИС ПРОЕКТНИХ ПРОПОЗИЦІЙ	57
3.2 ВОДОВІДВЕДЕННЯ. ОПИС ПРОЕКТНИХ ПРОПОЗИЦІЙ	60
Рекомендації для розробки інвестиційних проектів по каналізаційним насосним станціям.....	60
4 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ ТРАНСПОРТУ	77
5ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ	111
6 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ ОЗЕЛЕНЕННЯ.....	114
7. ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ «ПІЛОТНІ ТА ДЕМОНСТРАЦІЙНІ ПРОЕКТИ З УПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У РІЗНИХ СЕКТОРАХ»	129
Додаток 1. Показники прогнозу цін на енергоносії	140
Додаток 2 Показники економічної ефективності проектів у відповідному секторі.....	141

EXECUTIVE SUMMARY

Вступ

Каталог інвестиційних проектів міста Хмельницького (далі – Каталог) підготовлено Інститутом місцевого розвитку в рамках завдання 2.2 «Допомога містам у плануванні, підготовці та фінансуванні проектів чистої енергії» Робочого плану Проекту USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні».

Інформацію про інвестиційні проекти, основною метою впровадження яких є скорочення споживання енергетичних ресурсів та зниження рівня викидів CO₂, наведено у розрізі муніципальних секторів, зокрема таких як, генерування, транспортування, відпуск і споживання теплоти, зовнішнє освітлення, водопостачання та водовідведення, транспорт, альтернативна енергетика та озеленення. Для кожного муніципального сектору запропоновано перелік проектних пропозицій, переважну більшість з яких розроблено спеціалістами Інституту місцевого розвитку, окремі проекти запропоновано ТОВ «Арніка-центр» за результатами проведення енергоаудитів.

По кожній проектній пропозиції надано докладну інформацію про мету та доцільність впровадження, наведено обґрунтування та розрахунки, визначено показники ефективності та описано наслідки. Усього запропоновано **близько 60** проектних пропозицій на загальну суму **2074,65 млн. грн.**, упровадження яких дозволить скоротити споживання енергетичних ресурсів щонайменше **на 531 тис. МВт**, що дасть скорочення викидів CO₂ **212 тис. т**, або **22,86%** базового рівня. Відсоток скорочення викидів CO₂ по кожному сектору в загальному обсязі скорочення представлено на рис. 1

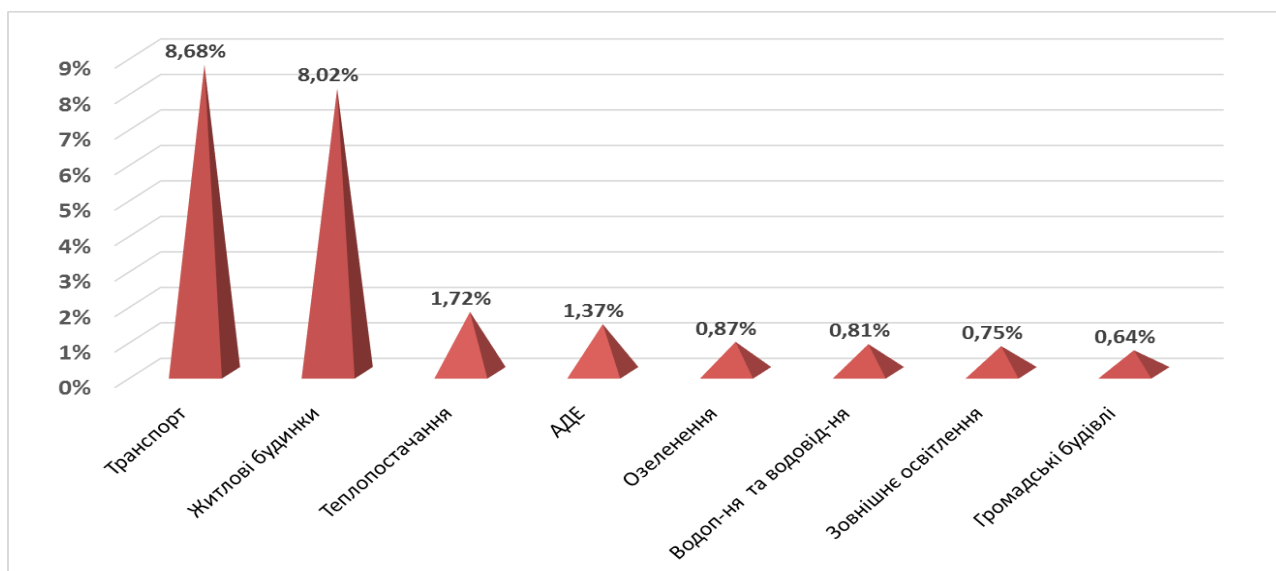


Рисунок1– Відсоток скорочення викидів CO₂ від упровадження заходів по кожному сектору

Розрахунки за проектними пропозиціями виконувались в 2015 році. Усі фінансові показники проектів було оцінено, виходячи з 15-річного горизонту планування. Для оцінки фінансових потоків проектів було використано прогноз цін на енергоносії й енергетичні послуги, що наведений у додатку 1 цього документа. Обсяг інвестицій та показники економічної ефективності по кожній проектній пропозиції, що впроваджується у відповідному секторі, наведені в додатку 2.

Інформація, викладена у каталозі інвестиційних проектів м. Хмельницького, буде використана при підготовці Плану дій сталого енергетичного розвитку (далі –«ПДСЕР»).

Над підготовкою цього Каталогу працювали спеціалісти Інституту місцевого розвитку: Тормосов Р.Ю., Жердицький Р.В., Колієнко А. Г., Мягкохліб Р.С., Приведений С.А., Грисюк Ю.С., Кузуб А.Є, Шарков М.В., Соломаха О.С, Чернікова О.Ю., Литвин Т.І., Маков'як С.І., Коваль О.

1 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ «ГЕНЕРУВАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ І ВІДПУСК ТЕПЛОТИ»

До основних заходів із модернізації та реконструкції обладнання комунального майна територіальної громади м. Хмельницького, що дасть суттєвий економічний та соціальний ефект (зменшення викидів CO₂) і яке орендується МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» та КП «Південно-Західні тепломережі» на період із 2016 року до 2025 року, можна віднести такі:

- оптимізація джерел генерування теплоти в перехідний період шляхом заміни зношених котлів;
- проведення модернізації насосної групи котелень;
- комплексна автоматизація наявних котелень шляхом заміни пальників і встановлення частотних перетворювачів на електричних джерелах;
- підвищення енергоефективності систем гарячого водопостачання;
- заміна зношених теплових мереж;
- використання альтернативних джерел енергії та створення біопаливної когенераційної установки.

МКП «Хмельницьктеплокомуненерго»

ПРОВЕДЕННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ НАСОСНОЇ ГРУПИ КОТЕЛЕНЬ

Дослідження обладнання котелень показало, що підприємством МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» досі використовуються мережеві насоси з достатньо невеликим гідравлічним коефіцієнтом корисної дії та завищеною електричною потужністю електродвигунів.

Найбільш широко розповсюдженим обладнанням є ЦН 400-105 із встановленою електричною потужністю 200 кВт, СЭ 800/100 із встановленою електричною потужністю 320 кВт, Д 800/57 із встановленою електричною потужністю 200 кВт, Д 630/90 із встановленою електричною потужністю 250 кВт та Д 320/50 із встановленою електричною потужністю 55 кВт.

Наявний розвиток насосної техніки дозволяє при тих самих параметрах використовувати більш енергоощадне обладнання.

Проектна пропозиція 1.2.5 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. С. Бандери, 32/1 (велика)

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою вул. С. Бандери, 32/1 (велика) встановлено такі мережеві насоси: п'ять насосів Ц 400-105 загальною електричною потужністю 1000 кВт, які працюють в опалювальний період.

Упродовж обстеження даної котельні в березні 2014 року було встановлено, що фактичні витрати склали 1 063 м³/год, максимальні витрати — 1 200 м³/год, перепад тиску на насосі — 12/4,8 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити чотири насоси Willo NL 125/200-75 із загальною проектною електричною потужністю 280 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 40 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії становитиме 175,68 МВт·год. Дане зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 204 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.11.

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	175,68
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	1 080
Річна економія, тис. грн	257
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	254
Окупність, рр.	5
NPV, тис. грн	75
IRR, %	21
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	204
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.2.6 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. Зарічанська, 30

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою вул.Зарічанська, 30 встановлено такі мережеві насоси: два насоси Ц 400-105 загальною електричною потужністю 400 кВт та два насоси СЭ800/100 загальною електричною потужністю 320 кВт, які працюють в опалювальний період.

Під час обстеження даної котельні в березні 2014 року було встановлено, що фактичні витрати склали 1178 м³/год, максимальні витрати — 1300 м³/год, перепад тиску на насосі — 12,5/6 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити на заміну насосів СЭ800/100 чотири насоси Willo NL 125/200-75 із загальною проектною електричною потужністю 280 кВт. Тобто, за такої модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 40 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії становитиме 175,68 МВт·год. Дане зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 204 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.12.

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т	175,68

Показник	Значення
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	1 080
Річна економія, тис. грн	257
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	254
Окупність, рр.	5
NPV, тис. грн	75
IRR, %	21
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	204
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.2.7 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. Кам'янецька, 46/1

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою вул. Кам'янецька 46/1 встановлено такі мережеві насоси: два насоси ЦН 400-105 загальною електричною потужністю 360 кВт, які працюють в опалювальний період.

Під час обстеження даної котельні в березні 2014 року було встановлено, що фактичні витрати склали 510 м³/год, максимальні витрати - 600 м³/год, перепад тиску на насосі - 9/5,2ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити два насоси Willo NL 125/200-75 із загальною проектною електричною потужністю 140 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 100 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 днів економія електричної енергії становитиме 439,2 МВт·год. Дане зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 509 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.13.

Таблиця 1.13

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	439,2
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	540
Річна економія, тис. грн	642
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	635
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	2 347
IRR, %	112
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	509
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.2.8 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по просп. Миру, 99/101

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою просп. Миру, 99/101 встановлено такі мережеві насоси: три насоси ЦН 400-105 загальною електричною потужністю 600 кВт, які працюють в опалювальний період.

Під час обстеження котельні в березні 2014 року було встановлено, що фактичні витрати склали 692 м³/год, максимальні витрати — 700 м³/год, перепад тиску на насосі — 12/4 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити два насоси Willo NL 125/200-75 із загальною проектною електричною потужністю 150 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 90 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії становитиме 395,28 МВт·год. Дане зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 459 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.14.

Таблиця 1.14

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	395,28
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	540
Річна економія, тис. грн	578
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	572
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	2 058
IRR, %	101
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	459
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.2.9 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. Гречко, 10/1

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою вул. Гречко, 10/1 встановлено такі мережеві насоси: три насоси ЦН 400-105 загальною електричною потужністю 600 кВт, які працюють в опалювальний період.

Під час обстеження котельні в березні 2014 року було встановлено, що фактичні витрати склали 560 м³/год, максимальні витрати — 720 м³/год, перепад тиску на насосі — 10,2/5,2 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити два насоси Willo NL 125/200-75 із загальною проектною електричною потужністю 150 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 90 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії становитиме 395,28 МВт·год. Дане зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 459 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.15.

Таблиця 1.15

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	395,28
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	540
Річна економія, тис. грн	578
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	572
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	2 058
IRR, %	101
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	459
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.2.10 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. Свободи, 44

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою вул. Свободи, 44 встановлено такі мережеві насоси: три насоси ЦН 400-105 загальною електричною потужністю 600 кВт, які працюють в опалювальний період.

Під час обстеження даної котельні в березні 2014 року було встановлено, що фактичні витрати склали 472 м³/год, максимальні витрати — 550 м³/год, перепад тиску на насосі — 12,8/4,5 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити два насоси Willo NL 125/200-75 із загальною проектною електричною потужністю 140 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 100 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії становитиме 439,2 МВт·год. Дане зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 509 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.15.

Таблиця 1.15

Зведена таблиця за проектом

Показник	Дані
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т	439,2

Показник	Дані
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	540
Річна економія, тис. грн	642
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	635
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	2 347
IRR, %	112
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	509
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Заміна зношених теплових мереж на попередньо ізольовані трубопроводи

Попередньо ізольовані трубопроводи — це жорстко з'єднана конструкція «труба в трубі», яка поміщена під вологостійку оболонку. Конструктивно попередньо ізольовані трубопроводи складаються зі сталеві труби, ізоляційного шару із твердого ППУ, зовнішньої захисної оболонки (поліетиленова труба або сталева оцинкована труба), мережі проводів за системою оперативно-дистанційного контролю (ОДК).

Такий тип трубопроводів використовується при прокладанні теплових мереж, де температура носія не перевищує 140 °С.

Вибір матеріалу теплоізоляції проводився з економічного оптимуму сумарних експлуатаційних витрат і капіталовкладень у теплові мережі, супутні конструкції та споруди, з урахуванням обов'язкових вимог, таких як:

- рівномірна щільність заповнення конструкції трубопроводу теплоізоляційним матеріалом;
- герметичність оболонки;
- показники температуростійкості повинні знаходитися в заданих межах протягом розрахункового терміну служби;
- швидкість зовнішньої корозії труб не повинна перевищувати 0,03 мм/рік;
- стійкість до стирання захисного покриття — на понад 2 мм/25 років.

Основні переваги:

- найнижча з сучасних теплоізоляторів теплопровідність, що дозволяє досягти тепло- та енергозберігаючих характеристик;
- наявність системи оперативно-дистанційного контролю дозволяє виявити дефекти, які виникають, і, як наслідок, є можливість запобігати аваріям, типовим для теплових мереж інших конструкцій;
- термін експлуатації ППУ становить понад 30 років із повним збереженням властивостей;
- стійкість впливу вологи;
- абсолютна стійкість до корозії;
- висока прохідність;
- мала вага;
- висока ударна міцність;
- незначна жорсткість поверхні;
- ізоляція з пінополіуретану монолітна, безшовна, не утворює «містків холоду»;
- простота експлуатації.

Загальна довжина теплових мереж МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» у двотрубному обчисленні:

- 171 км магістральних та розподільчих теплових мереж;

– 69 км мереж ГВП.

Фактично майже всі теплові мережі експлуатуються з моменту введення котелень та ЦТП в експлуатацію. Виключенням є мережі, які були замінені на нові з причини їхнього аварійного стану та фізичного зношення. Частина замічених трубопроводів попередньо ізольована. Термін експлуатації більшості теплових мереж перевищує 20 років, а деяких ділянок — і 30 років. Зношення теплових мереж перевищує 70%. Загальний стан теплових мереж можна оцінити як такий, що потребує реконструкції у першу чергу.

Вищезазначені факти, що характеризують стан теплових мереж, призвели до наявності теплових втрат у мережах, яку можна значно знизити. Втрати тепла в теплових мережах міста визначаються розрахунковим шляхом.

Секційна та запірна арматура на магістральних та внутрішньоквартальних мережах ненадійна. Втрати теплової енергії у мережах визначаються розрахунковим методом, згідно з КТМ 204 України 244-94, і складають до 13% та є значно занижені від фактичних.

Цей захід украї необхідно реалізовувати з погляду забезпечення надійності централізованої системи теплостачання, зменшення теплових втрат у трубопроводах та налагодження гідравліки у теплових мережах.

Проектна пропозиція 1.4.2 Заміна зношених теплових мереж, які знаходяться на балансі МКП «Хмельницьктеплокомуненерго».

Запропоновано: ТОВ «Арніка-центр»

Перевірено та складено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Розрахунок втрат тепла в теплових мережах, зведений в таблиці 1.19, виконано згідно з ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі». Капітальні затрати включають у себе вартість проектних робіт без урахування особливостей місцевих ґрунтів та перетину з іншими комунікаціями.

Таблиця 1.19

Зведений розрахунок основних технічних показників під час заміни теплотрас

Ділянка	Загальна протяжність теплових мереж, м п.	Втрата тепла в старих трубах, МВт·год/рік	Втрата тепла в нових трубах ППУ, МВт·год/рік	Економія тепла, МВт·год/рік	Загальна вартість труб ППУ з монтажними роботами тис.грн
МКП ХТКЕ	6 107	4 657	1 290	3 367	33 212

Отримана економія теплоти призведе до зменшення викидів CO₂ на 680,13 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.20

Таблиця 1.20

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.:	3 367
Природного газу, тис. м ³	
Електроенергії, тис. кВт·год	
Теплової енергії, МВт·год	
Палива: бензину, т	

Показник	Значення
Палива: дизельного палива, т	
Економічні показники	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	33 212
Річна економія, тис. грн	2 066
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	3 040
Окупність, рр.	12
NPV, тис. грн	-20 291
IRR, %	4
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	680,13
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти, власні кошти

Підвищення енергоефективності системи гарячого водопостачання шляхом децентралізації джерел теплоти

Місто Хмельницький має розвинену систему централізованого тепlopостачання. Однією із проблем централізованого тепlopостачання є низька енергетична ефективність систем гарячого водопостачання в літній період. Це пояснюється великими тепловими втратами в теплових мережах, які співставні, а в окремих випадках перевищують обсяги корисно використаної теплової енергії на гаряче водопостачання. Це, у свою чергу, пояснюється тим, що теплове навантаження на ГВ становить в середньому 20...25% від загального теплового навантаження. Тому в неопалювальний період по трубопроводам великих діаметрів транспортуються відносно невеликі об'єми теплоносія. Теплові втрати при цьому знижуються несуттєво, а обсяги теплової енергії, яка постачається, зменшуються в 4...5 разів, що призводить до відповідного зростання відносних теплових втрат у трубопроводах.

Іншою складовою є витрати електричної енергії на прокачку первинного теплоносія від районної котельні до центральних теплових пунктів. До того ж, при роботі районної котельні залишається весь обслуговуючий її персонал. Сума всіх цих витрат зменшує рентабельність відпуску гарячої води в літній період.

Ідея програми «Літнє гаряче водопостачання м. Хмельницький» полягає у створенні локальних джерел теплової енергії, наближених до споживачів гарячого водопостачання і зниженні таким чином витрат на її приготування. Передбачуваним місцем розміщення теплових джерел для приготування гарячої води є центральні теплові пункти.

Пропозиція 1.5.1 Реконструкція центральних теплових пунктів, які знаходяться на балансі МКП «Хмельницьктеплокомуненерго».

Запропоновано: МКП «Хмельницьктеплокомуненерго»

Перевірено та складено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Оптимізуючи власні витрати на приготування гарячої води, МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» в 2015 році провело реконструкцію 7 ЦТП. Підприємство і надалі планує проводити заходи з реконструкції на інших ЦТП. Вибір об'єктів базується на основі аналізу теплового навантаження на систему гарячого водопостачання, витрат електричної енергії мережевими насосами в літній період і тепловтратами від трубопроводів первинного теплоносія (від районної котельні до ЦТП).

Окрім того планується облаштування в ЦТП мінікотельень з газовими котлами для гарячого водопостачання в літній період, що дозволить вивести з експлуатації енерговитратне обладнання (димотяги, вентилятори, мережеві насоси) та велику кількість магістральних мереж в міжопалювальний період та скоротити обсяги втрат та споживання електричної енергії.

Основні техніко-економічні показники реконструкції ЦТП та мереж представлені в табл. 1.21.

Основні техніко-економічні показники реконструкції ЦТП

Адреса	Технічне рішення	Показники ефективності			
		Економія газу, тис. м ³	Економія ЕЕ, тис. кВт·год	Фонд оплати праці, тис. грн	Вартість впровадженн я, тис. грн
просп. Миру, 95/2В	Встановлення двох котлів КТН-100 загальною потужністю 200 кВт	11,62	37,59	13,21	112,5
просп. Миру, 80-А		11,08	25,76	13,21	73,8
просп. Миру, 73-А		35,09	28,39	13,21	80,81
вул. Зарічанська 12/1 Б		111,96	45,25	13,21	67,27
вул. Проскурівська, 65		13,94	51,09	14,85	92,50
вул. Подільська, 78		88,90	58,72	14,85	97,61
вул. Пилипчука, 41	Встановлення чотирьох котлів КТН-100 загальною потужністю 400 кВт	67,43	81,32	14,85	154,1
вул. Свободи, 44	Встановлення трьох котлів КТН-100 загальною потужністю 300 кВт				480
Вул. Пр.Підпілля – Д/С №49 (вул.Паркова,4)	Реконструкція теплової мережі Довжина 400м; діаметр – 159мм.	28,80	-	-	9413
Вул. Нижня Берегова,7; Зарічанська, 20/1; С. Бандери,8; Перемоги,4а; Прибузька, 36; Трембовецька, 51/11; Прибузька,6	Мінікотельні з газовими котлами в ЦТП для гарячого водопостачання в літній період	560,00	786,00	-	1565-
Усього	-	928,82	1114,12	97,39	12136,59

Запропоновані заходи в середньому мають простий термін окупності близько півроку, при цьому загальна економія газу в розмірі 928,82 тис. м³ призведе до зменшення викидів CO₂ в атмосферу на 1854,74 т, а економія електричної енергії в розмірі 1114,12 тис. кВт·год — на 1292,38 т. Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.22.

Таблиця 1.22

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.:	
Природного газу, тис. м ³	928,82
Електроенергії, тис. кВт·год	1292,38
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	12136,59
Річна економія, тис. грн	6487
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	13184
Окупність, рр.	2
NPV, тис. грн	40662
IRR, %	71
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	3 147,12
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

МКП «Південно-західні тепломережі»

ОПТИМІЗАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕПЛОТИ В ПЕРЕХІДНИЙ ПЕРІОД ШЛЯХОМ ЗАМІНИ ЗНОШЕНИХ КОТЛІВ

Основним завданням котелень підприємства є якісне та надійне забезпечення споживачів тепловою енергією.

Схема тепlopостачання — закритого типу, регулювання — якісне, згідно з температурним графіком. Температурні графіки відпуску теплоти: 105/70, 110/70, 115/70, 130/70 та 95/70 °С. Саме якісне регулювання відпуску теплоти породжує так звані періоди «перетопу», це викликано здебільшого потребою нагрівання гарячої води, температура якої, відповідно до нормативів, не може бути меншою за +50 °С. Хоча, як показує практика, тепlopостачальні підприємства з метою скорочення таких періодів роботи зменшують температуру гарячої води до +40...+45 °С. Іншою проблемою таких періодів роботи є низьке завантаження наявного котельного обладнання (до 30% від номіналу), що виходить за граничні межі нормального діапазону роботи. Саме це призводить до зменшення коефіцієнту корисної дії джерела теплоти до 80%.

Сигналом про необхідність прийняття кардинальних заходів слугує:

- збільшення витрат за спожитий природний газ;
- падіння рівня ККД;
- часті неполадки в роботі котельні;
- збільшення втрат тепла.

Для обраних котелень було проведено розрахунок теплових навантажень. Таким чином, на підставі розрахунків передбачається технічне переоснащення котелень з установкою сучасних водогрійних котлів, ККД яких становитиме нижче 91...93%.

Під час здійснення комплексної реконструкції проводилася заміна допоміжного обладнання, а саме: димососів, дуттєвих вентиляторів, мережевих, підвищувальних, підживлювальних насосів та хімводоочищення.

Мережеві насоси водогрійних котлів є важливими елементами теплових схем: їх обирають по витраті мережевої води. На котельні з водогрійними котлами повинно бути встановлено не менше двох мережевих насосів.

Заміна насосного обладнання за рахунок установки нового, більш економічного, з частотним регулюванням роботи приводів даних насосів дозволить економити до 20% витрат електроенергії на котельнях.

Для заповнення витоків води встановлюють підживлюючі насоси. Кількість води для покриття витоків для закритих теплофікаційних систем приймають рівною 0,25% (норма середньорічного витoku теплоносія) від об'єму води в трубопроводах системи, а подача підживлювального насосу приймається вдвічі більшою для можливості аварійного підживлення мереж.

При спалюванні природного газу в атмосферу викидаються шкідливі речовини, основним джерелом утворення яких при роботі котельні є котлоагрегати. Усі продукти неповного згоряння є шкідливими: оксиди вуглецю, оксиди азоту, сірчаний ангідрид.

Встановлення сучасного котельного обладнання забезпечить більш якісний процес згоряння палива, чим значно знизить кількість продуктів неповного згоряння.

Після проведення комплексної реконструкції зазначені котельні будуть підключені до загального комплексу оперативного-автоматичного управління.

Проектна пропозиція 1.1.2 Оптимізація роботи котельні МКП «Південно-західні тепломережі» на вул. Північна 2 шляхом заміни одного котла ДКВР 6,5-13 на сучасний газовий котел меншої потужності.

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На котельні по вул. Північна, 2 встановлено один котел ДКВР 6,5-13 тепловою потужністю 6,5 МВт та один котел КВ-Г-7,56-150 тепловою потужністю 7,6 МВт. Котел ДКВР 6,5-13 був встановлений у 1975 році й на сьогодні вже вичерпав свій ресурс, тому виникла необхідність його заміни.

При середній температурі опалювального періоду за 2014 рік 0,29 °С котельня виробила 12 842,41 Гкал тепла, з них 2 830,48 Гкал на підігрів гарячої води. Визначимо теплотехнічний коефіцієнт К при тривалості опалювального періоду 166 діб, який характеризує споживача, що приєднаний до даного джерела теплоти:

$$K = F / (R\beta) = Q / (20 - t) = ((12\,842,41 - 2\,830,48) / (166 \cdot 24)) \cdot 1,163 / (20 - 0,29) = 0,148 \text{ МВт}/^\circ\text{C},$$

де F — опалювальна площа, R — усереднений опір теплопередачі наявних конструкцій, β — коефіцієнт, який враховує втрати тепла під час генерування та транспортування, G — витрата теплоносія, Δt — різниця температур гріючого теплоносія, 20 — температура внутрішнього повітря, t — температура зовнішнього повітря. Знаючи теплотехнічний коефіцієнт та кліматичні характеристики зовнішнього повітря під час опалювального періоду, визначимо розрахункове теплове навантаження, що використовується на даній котельні (див. таблицю 1.3).

Таблиця 1.3

Визначення розрахункового теплового навантаження під час опалювального періоду

Місяць	Рік	Середня за період температура зовнішнього повітря, °С						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Січень		-2,8	-3,4	-8,7	-2,8	-4,8	-5,1	-4,5
Лютий		0,4	-1,3	-3,6	-5,4	-10,7	-1,6	-1,3
Березень		3,3	1,1	1,5	0,7	2,4	-2,5	5,8
Квітень		8,5	9,7	9	6,5	6,5	4,3	5,2
Жовтень		8,2	5,7	4,8	4,6	7,1	7,5	0,6
Листопад		3,3	4,4	7	1,8	3,9	6,2	1,9
Грудень		-0,2	-3	-4,8	1	-5,9	-0,6	-1,8
		Дійсна розрахункова потужність приєднаного споживача, МВт						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Січень		3,3744	3,4632	4,2476	3,3744	3,6704	3,7148	3,626
Лютий		2,9008	3,1524	3,4928	3,7592	4,5436	3,1968	3,1524
Березень		2,4716	2,7972	2,738	2,8564	2,6048	3,33	2,1016
Квітень		1,702	1,5244	1,628	1,998	1,998	2,3236	2,1904
Жовтень		1,7464	2,1164	2,2496	2,2792	1,9092	1,85	2,8712
Листопад		2,4716	2,3088	1,924	2,6936	2,3828	2,0424	2,6788
Грудень		2,9896	3,404	3,6704	2,812	3,8332	3,0488	3,2264
		Дійсна тривалість роботи системи опалення за місяць, діб						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Січень		31	31	31	31	31	31	31
Лютий		29	28	28	28	29	28	28
Березень		31	31	31	31	31	31	31
Квітень		17	14	14	17	16	15	7
Жовтень		17	18	27	22	15	16	9
Листопад		30	30	30	30	30	30	30
Грудень		31	31	31	31	31	31	31
Кількість діб із тепловим навантаженням, меншим за 3 МВт		155	93	102	100	92	61	77
Загальна кількість діб опалювального періоду		186	183	192	190	183	182	167
Кількість діб в опалювальному періоді з розрахунковим тепловим навантаженням, меншим за 20 МВт, %		83,3	50,8	53,1	52,6	50,3	33,5	46,1

Аналіз таблиці 1.3 дозволяє зробити висновок про необхідність встановлення нового котла потужністю 3 МВт. У такому разі котел буде працювати в розрахункових режимах із коефіцієнтом корисної дії 0,9 у середньому 53% від усього опалювального періоду. Тоді при середній тривалості опалювального періоду, відповідно до останніх років спостереження — впродовж 183 діб, і при підвищенні коефіцієнту корисної дії роботи котлоагрегату з 0,8 до 0,9, розрахункова економія енергії становитиме:

$$0,148 \cdot (20 - 0,41) \cdot 183 \cdot 24 \cdot 0,53 \cdot (0,9 - 0,8) = 673,77 \text{ МВт}\cdot\text{год},$$

де 0,41 — середня розрахункова температура опалювального періоду, 183 — середня розрахункова кількість діб опалювального періоду.

Отримана економія енергії буде еквівалентна зменшенню споживання природного газу на 67,94 тис. м³, або на 136 т CO₂.

Заміна котла також призведе до зменшення потужності споживання електричної енергії на 5,0 кВт, тобто за опалювальний період:

$$5,0 \cdot 183 \cdot 24 \cdot 0,53 / 1\,000 = 11,6388 \text{ МВт}\cdot\text{год}.$$

Таке зменшення споживання електричної енергії еквівалентно 13,5 т CO₂.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.:	
Природного газу, тис. м ³	67,94
Електроенергії, тис. кВт·год.	11,6
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	3 000
Річна економія, тис. грн	372
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	863
Окупність, рр.	5
NPV, тис. грн	403
IRR, %	22
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	149,12
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.1.3 Реконструкція котельні МКП «Південно-західні тепломережі» на вул. Хотовицького 4/1 із встановленням дублюючої потужності на біопаливі.

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Основні споживачі котельні по вул. Хотовицького, 4/1 — це заклади охорони здоров'я, що віднесені до споживачів тепла першої категорії. Відповідно до чинного законодавства, дані джерела тепла повинні мати дублююче паливо. В якості дублюючого джерела тепла приймається встановлення котла на пелетах. Для визначення потужності даного котла визначимо теплотехнічний коефіцієнт споживачів даної котельні.

При середній температурі опалювального періоду за 2014 рік 0,29 °С котельня виробила 14 058,7 Гкал тепла, із них 4 078,4 Гкал на підігрів гарячої води. Визначимо теплотехнічний коефіцієнт К при

тривалості опалювального періоду 166 діб, який характеризує споживача, що приєднаний до даного джерела теплоти:

$$K = F / (R\beta) = Q / (20 - t) = (14\,058,7 - 4\,078,4) / (166 \cdot 24) \cdot 1,163 / (20 - 0,29) = 0,148 \text{ МВт}/^\circ\text{C},$$

де F — опалювальна площа, R — усереднений опір теплопередачі наявних конструкцій, β — коефіцієнт, який враховує втрати тепла під час генерування та транспортування, G — витрата теплоносія, Δt — різниця температур гріючого теплоносія, 20 — температура внутрішнього повітря, t — температура зовнішнього повітря.

Знаючи теплотехнічний коефіцієнт та кліматичні характеристики зовнішнього повітря під час опалювального періоду, визначимо розрахункове теплове навантаження, що використовується на даній котельні (див. таблицю 1.5).

Таблиця 1.5

Визначення розрахункового теплового навантаження під час опалювального періоду

Місяць	Рік	Середня за період температура зовнішнього повітря, °C						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Січень		-2,8	-3,4	-8,7	-2,8	-4,8	-5,1	-4,5
Лютий		0,4	-1,3	-3,6	-5,4	-10,7	-1,6	-1,3
Березень		3,3	1,1	1,5	0,7	2,4	-2,5	5,8
Квітень		8,5	9,7	9	6,5	6,5	4,3	5,2
Жовтень		8,2	5,7	4,8	4,6	7,1	7,5	0,6
Листопад		3,3	4,4	7	1,8	3,9	6,2	1,9
Грудень		-0,2	-3	-4,8	1	-5,9	-0,6	-1,8
		Дійсна розрахункова потужність приєднаного споживача, МВт						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Січень		3,3744	3,4632	4,2476	3,3744	3,6704	3,7148	3,626
Лютий		2,9008	3,1524	3,4928	3,7592	4,5436	3,1968	3,1524
Березень		2,4716	2,7972	2,738	2,8564	2,6048	3,33	2,1016
Квітень		1,702	1,5244	1,628	1,998	1,998	2,3236	2,1904
Жовтень		1,7464	2,1164	2,2496	2,2792	1,9092	1,85	2,8712
Листопад		2,4716	2,3088	1,924	2,6936	2,3828	2,0424	2,6788
Грудень		2,9896	3,404	3,6704	2,812	3,8332	3,0488	3,2264
		Дійсна тривалість роботи системи опалення за місяць, діб						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Січень		31	31	31	31	31	31	31
Лютий		29	28	28	28	29	28	28
Березень		31	31	31	31	31	31	31
Квітень		17	14	14	17	16	15	7
Жовтень		17	18	27	22	15	16	9
Листопад		30	30	30	30	30	30	30
Грудень		31	31	31	31	31	31	31
Кількість діб із тепловим навантаженням, меншим 3 МВт		155	93	102	100	92	61	77
Загальна кількість діб опалювального періоду		186	183	192	190	183	182	167
Кількість діб в опалювальному періоді з розрахунковим тепловим навантаженням, меншим 20 МВт, %		83,3	50,8	53,1	52,6	50,3	33,5	46,1

Аналіз таблиці 1.5 дозволяє зробити висновок про необхідність встановлення нового котла потужністю 3 МВт. У такому випадку пелетний котел на біопаливі буде працювати в розрахункових режимах із коефіцієнтом корисної дії 0,9 у середньому 53% від усього опалювального періоду, при цьому газові котли працювати не будуть. Тоді при середній тривалості опалювального періоду, відповідно до останніх років спостереження — тривалістю 183 діб, розрахункова економія енергії становитиме:

$$0,148 \cdot (20 - 0,41) \cdot 183 \cdot 24 \cdot 0,53 = 6\,737,72 \text{ МВт}\cdot\text{год},$$

де 0,41 — середня розрахункова температура опалювального періоду, 183 — середня розрахункова кількість днів опалювального періоду.

Отримана економія енергії буде еквівалентна зменшенню споживання природного газу на 679,4 тис. м³, або на 1361 т CO₂.

Заміна котла також призведе до зменшення потужності споживання електричної енергії на 5,0 кВт, тобто за опалювальний період

$$5,0 \cdot 183 \cdot 24 \cdot 0,53 / 1000 = 11,6388 \text{ МВт}\cdot\text{год.}$$

Таке зменшення споживання електричної енергії еквівалентно 13,5 т CO₂.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.:	
Природного газу, тис. м ³	679,4
Електроенергії, тис. кВт·год	11,6
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	5 900
Річна економія, тис. грн	3 571
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	8 481
Окупність, рр.	2
NPV, тис. грн	27 440
IRR, %	84
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1 370,13
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти, власні кошти

ПРОВЕДЕННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ НАСОСНОЇ ГРУПИ КОТЕЛЕНЬ

Дослідження обладнання котелень показало, що підприємствами КП «Південно-західні тепломережі» досі використовуються мережеві насоси з достатньо невеликим гідравлічним коефіцієнтом корисної дії та завищеною електричною потужністю електродвигунів.

Найбільш широко розповсюдженим обладнанням є ЦН 400-105 із встановленою електричною потужністю 200 кВт, СЭ 800/100 із встановленою електричною потужністю 320 кВт, Д 800/57 із встановленою електричною потужністю 200 кВт, Д 630/90 із встановленою електричною потужністю 250 кВт та Д 320/50 із встановленою електричною потужністю 55 кВт.

Наявний розвиток насосної техніки дозволяє при тих самих параметрах використовувати більш енергоощадне обладнання.

Проектна пропозиція 1.2.1 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Південно-західні тепломережі» по вул. Курчатова 8/1г

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На теперішній стан на котельні за адресою вул. Курчатова, 8/1г встановлено два мережевих насоси CM 200-150-540/4 загальною електричною потужністю 360 кВт, один насос Д 800/57 електричною потужністю 200 кВт, один насос СЭ 800-100 електричною потужністю 315 кВт, які працюють в опалювальний період.

У 2014 році котельня виробила 47 278,53 Гкал тепла, розрахунковий температурний режим — 110/70 °С. Тоді розрахункова витрата теплоносія при якісному регулюванні становить 617,14 м³/год, а перепад тиску — 5,5 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити на заміну насосів CM 200-150-540/4 два насоси Willo NL 125/200-80 із загальною проектною електричною потужністю 140 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 220 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії буде становити 966,24 МВт·год. Таке зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 1 121 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	966,24
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	540
Річна економія, тис. грн	1 412
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	1 398
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	5 810
IRR, %	253
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1 121
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.2.2 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Південно-західні тепломережі» по вул. Молодіжна, 2

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою вул. Молодіжна, 2 встановлено такі мережеві насоси: один насос Д630/90 загальною електричною потужністю 250 кВт, один насос Д320/70 електричною потужністю 75 кВт, один насос Д200/90 електричною потужністю 90 кВт та один насос СЭ 800/100 електричною потужністю 315 кВт, які працюють в опалювальний період.

У 2014 році котельня виробила 58 606,13 Гкал тепла, розрахунковий температурний режим — 130/70 °С. Тоді розрахункова витрата теплоносія при якісному регулюванні становить 510 м³/год, а перепад тиску — 5,5 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити два насоси Willo NL 100/250-75 із загальною проектною електричною потужністю 110 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде

пряме зменшення електричної потужності на 190 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії буде складати 834,48 МВт·год. Таке зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 968 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.8.

Таблиця 1.8

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	834,48
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	480
Річна економія, тис. грн	1 219
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	1 207
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	5 004
IRR, %	246
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	968
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.2.3 Заміна мережевих насосів у котельні МКП «Південно-західні тепломережі» по вул. Хотовицького, 4/1

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою вул. Хотовицького, 4/1 встановлено такі мережеві насоси: два насоси Д320/50 загальною електричною потужністю 110 кВт, два насоси Д320/70 електричною потужністю 80 кВт, один насос Д 200/90 електричною потужністю 90 кВт, які працюють в опалювальний період.

У 2014 році котельня виробила 14 058,7 Гкал тепла, розрахунковий температурний режим — 120/70 °С. Тоді розрахункова витрата теплоносія при якісному регулюванні становить 146,81 м³/год, а перепад тиску — 5,5 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити на заміну насосів Д320/70 два насоси Willo IL 80/200-22 із загальною проектною електричною потужністю 44 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 116 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії становитиме 509,47 МВт·год. Таке зниження споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 591 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.9.

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	509,47
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	180
Річна економія, тис. грн	745
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	737
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	3168
IRR, %	405
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	591
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 1.2.4 Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Південно-західні тепломережі» по вул. Тернопільська, 14/3.

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на котельні за адресою вул. Тернопільська, 14/3 встановлено такі мережеві насоси: три насоси Д630/90 загальною електричною потужністю 610 кВт та один насос ЦН400/107 електричною потужністю 200 кВт, які працюють в опалювальний період.

У 2014 році котельня виробила 21062,91 Гкал тепла, розрахунковий температурний режим — 120/70 °С. Тоді розрахункова витрата теплоносія при якісному регулюванні складає 275 м³/год, а перепад тиску — 5,5 ат.

Для таких показників при модернізації можна встановити 2 насоси Willo NL 100/250-75 із загальною проектною електричною потужністю 80 кВт. Тобто, при такій модернізації мережевих насосів буде пряме зменшення електричної потужності на 220 кВт, за типовий опалювальний період для міста Хмельницького тривалістю 183 дні економія електричної енергії становитиме 966,24 МВт·год. Дане зменшення споживання електроенергії призведе до зменшення викидів CO₂ на 1 121 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал	966,24

Показник	Значення
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	480
Річна економія, тис. грн	1 412
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	1 398
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	5 870
IRR, %	286
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1 121
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Комплексна автоматизація наявних котелень шляхом заміни пальників та встановлення частотних перетворювачів на електричних джерелах

Проектна пропозиція 1.3.1 Заміна пальників на котлах ПТВМ-30М-4 і встановлення частотних перетворювачів на електричних джерелах на котельні МКП «Південно-Західні тепломережі» по вул. Курчатова, 8/1 г

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Під час проведення аналізу основних показників роботи теплопостачальної організації МКП «Південно-Західні тепломережі» в м. Хмельницькому було встановлено невідповідність відпуску теплоти відповідно до зміни середньої температури зовнішнього повітря впродовж опалювального періоду, див. рис. 1.1.

Отриманий графік вказує на пряму невідповідність відпуску тепла зміні середньої температури зовнішнього повітря у 2009 та 2013 роках. Той факт, що лінія нормалізованого споживання тепла не збігається з горизонталлю, очевидно вказує на те, що у структурі споживачів КП «Південно-Західні тепломережі» у 2008 та 2013 році відбулися суттєві зміни.

Дані аналізу свідчать про необхідність упровадження додаткових засобів автоматизації процесу генерування теплового потоку. Наявну задачу можна вирішити шляхом модернізації газоспалюючого обладнання та встановлення частотних перетворювачів на електродвигунах димососів і вентиляторів припливного повітря для горіння палива.



Підприємством було виконано проектно-кошторисну документацію «Технічне переоснащення водогрійного котла ПТВМ-30 м №1 із заміною пальників і комплексу автоматики в котельні МКП «Південно-Західні тепломережі» по вул. Курчатова, 8/1 г у м. Хмельницький». Відповідно до неї, економія електричної енергії за рахунок більш гнучкого регулювання потужності електродвигунів склала 268,419 тис. кВт·год, а економія природного газу за рахунок підвищення коефіцієнту корисної дії — 249,52 тис. м³.

Результати розрахунків за цією проектною

Рисунок 1.1 — Аналіз відпуску тепла споживачам пропозицією наведені в табл. 1.16.

Таблиця 1.16

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, на од.:	
Природного газу, тис. м ³	249,52
Електроенергії, тис. кВт·год	268,419
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	1905,284
Річна економія, тис. грн	1698
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	3497
Окупність, рр.	2
NPV, тис. грн	12076
IRR, %	110
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	809,63
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Заміна зношених теплових мереж на попередньо ізольовані трубопроводи

Попередньо ізольовані трубопроводи — це жорстко з'єднана конструкція «труба в трубі», яка поміщена під вологостійку оболонку. Конструктивно попередньо ізольовані трубопроводи складаються зі сталевий труби, ізоляційного шару із твердого ППУ, зовнішньої захисної оболонки (поліетиленова труба, або сталева оцинкована труба), мережі проводів за системою оперативного-дистанційного контролю (ОДК).

Такий тип трубопроводів використовується при прокладанні теплових мереж, де температура носія не перевищує 140 °С.

Вибір матеріалу теплоізоляції проводився з економічного оптимуму сумарних експлуатаційних витрат і капіталовкладень у теплові мережі, супутні конструкції та споруди, з урахуванням обов'язкових вимог, таких як:

- рівномірність щільності заповнення конструкції трубопроводу теплоізоляційним матеріалом;
- герметичність оболонки;
- показники температуростійкості повинні знаходитися в заданих межах протягом розрахункового терміну служби;
- швидкість зовнішньої корозії труб не повинна перевищувати 0,03 мм/рік;
- стійкість до стирання захисного покриття — на понад 2 мм/25 років.

Основні переваги:

- найнижча зі сучасних теплоізоляторів теплопровідність, що дозволяє досягти тепло- та енергозберігаючих характеристик;

- наявність системи оперативно-дистанційного контролю дозволяє виявити дефекти, що виникають, і, як наслідок, є можливість запобігати аваріям, типовим для теплових мереж інших конструкцій;
- термін експлуатації ППУ становить понад 30 років із повним збереженням властивостей;
- стійкість впливу вологи;
- абсолютна стійкість до корозії;
- висока прохідність;
- мала вага;
- висока ударна міцність;
- незначна жорсткість поверхні;
- ізоляція з пінополіуретану монолітна, безшовна, не утворює «містків холоду»;
- простота експлуатації.

Загальна довжина теплових мереж МКП «Південно-Західні тепломережі» у двотрубному обчисленні — 41 км теплових мереж.

Фактично майже всі теплові мережі експлуатуються з моменту введення котелень та ЦТП в експлуатацію. Виключенням є мережі, які були замінені на нові з причини їхнього аварійного стану та фізичного зношення. Частина замінених трубопроводів попередньо ізолювана. Термін експлуатації більшості теплових мереж перевищує 20 років, а деяких ділянок — і 30 років. Зношення теплових мереж перевищує 70%. Загальний стан теплових мереж можна оцінити як такий, що потребує реконструкції у першу чергу.

Вищезазначені факти, що характеризують стан теплових мереж, тягнуть за собою наявність теплових втрат у мережах, яку можна значно знизити. Втрати тепла в теплових мережах міста визначаються розрахунковим шляхом.

Секційна та запірна арматура на магістральних та внутрішньоквартальних мережах ненадійна. Втрати теплової енергії у мережах визначаються розрахунковим методом, згідно з КТМ 204 України 244-94, і складають до 13% та є значно занижені від фактичних.

Цей захід украї необхідно реалізовувати з погляду забезпечення надійності централізованої системи теплопостачання, зменшення теплових втрат у трубопроводах та налагодження гідравліки у теплових мережах.

Проектна пропозиція 1.4.1 Заміна зношених теплових мереж, які знаходяться на балансі МКП «Південно-Західні тепломережі»

Запропоновано: ТОВ «Арніка-центр»

Перевірено та складено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Розрахунок втрат тепла в теплових мережах, зведений у таблиці 1.17, виконано згідно з ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі». Капітальні витрати включають у себе вартість проектних робіт без урахування особливостей місцевих ґрунтів та перетину з іншими комунікаціями.

Таблиця 1.17

Зведений розрахунок основних технічних показників під час заміни теплотрас

Ділянка	Загальна протяжність теплових мереж, м п.	Втрата тепла у старих трубах, МВт·год/рік	Втрата тепла в нових трубах ППУ, МВт·год/рік	Економія тепла, МВт·год/рік	Загальна вартість труб ППУ з монтажними роботами, тис.грн
КП ПЗ ТМ	24 340	13 293	4 381	8 912	68 504

Отримана економія теплоти призведе до зменшення викидів CO₂ на 1 800,22 т.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 1.18.

Таблиця 1.18

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, МВт·год. Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	8 912
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	68 504
Річна економія, тис. грн	5 467
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	8 046
Окупність, рр.	10
NPV, тис. грн	-34 303
IRR, %	7
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1 800,22
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти, власні кошти

Підвищення енергоефективності системи гарячого водопостачання шляхом децентралізації джерел теплоти

Місто Хмельницького має розвинену систему централізованого тепlopостачання. Однією з проблем централізованого тепlopостачання є низька енергетична ефективність систем гарячого водопостачання в літній період. Це пояснюється великими тепловими втратами в теплових мережах, які співставні, а в окремих випадках перевершують обсяги корисно використаної теплової енергії на гаряче водопостачання. Це, у свою чергу, пояснюється тим, що теплове навантаження на ГВ становить в середньому 20...25% від загального теплового навантаження. Тому в неопалювальний період по трубопроводам великих діаметрів транспортуються відносно невеликі об'єми теплоносія. Теплові втрати при цьому знижуються несуттєво, а обсяги теплової енергії, яка постачається, зменшуються в 4...5 разів, що призводить до відповідного зростання відносних теплових втрат у трубопроводах.

Іншою складовою є витрати електричної енергії на прокачку первинного теплоносія від районної котельні до центральних теплових пунктів. До того ж у роботі районної котельні бере участь увесь обслуговуючий персонал. Сума всіх цих витрат зменшує рентабельність відпуску гарячої води в літній період.

Ідея програми «Літнє гаряче водопостачання м. Хмельницький» полягає у створенні локальних джерел теплової енергії, наближених до споживачів гарячого водопостачання і зниженні таким чином витрат на її приготування. Передбачуваним місцем розміщення теплових джерел для приготування гарячої води є центральні теплові пункти.

Пропозиція 1.5.2 Реконструкція центральних теплових пунктів, які знаходяться на балансі МКП «Південно-Західні тепломережі».**Запропоновано:** ТОВ «Арніка-центр»**Перевірено та складено:** Інститут місцевого розвитку

Опис. У процесі розробки програми «Літнє гаряче водопостачання м. Хмельницький» планується розглянути такі типи теплових джерел для виробництва ГВ:

- газові котли (ГК);
- газові котли з акумуляторами (ГК+ТА);
- електродкотли з акумуляторами ГВ (ЕК+ТА);
- теплові насоси з акумуляторами ГВ (ТН+ТА);
- теплові насоси та газопоршневі двигуни з акумуляторами (ТН+КГУ+ТА).

Використання теплового акумулятора дозволяє здійснювати вибір теплового джерела по середньодобовому, а не по максимальному тепловому навантаженню на ГВ, що дає змогу в певних випадках знизити капітальні витрати.

Попередні розрахунки показали, що використання ЕК із ТА є економічно недоцільним, тому цей варіант у подальшому не розглядається.

Електрична потужність КГУ обирається таким чином, щоб забезпечити привід ТН. При цьому скідна тепла енергія КГУ використовується для підігріву ГВ так само, як і тепла енергія від ТН.

Вибір того чи іншого типу теплового джерела буде здійснюватися за критерієм мінімізації терміну окупності та економії газу.

У результаті реалізації проекту будуть знижені теплові втрати в теплових мережах у неопалювальний період та питома витрата палива на виробництво теплової енергії, що дозволить забезпечити планову рентабельність виробництва теплової енергії у літній період.

Використання локальних джерел теплової енергії дозволить уникнути «перетопів» у перехідні періоди, коли розрахункова температура теплоносія не забезпечує можливості нагрівання ГВ до температур, відповідних санітарній нормі.

У МКП «Південно-Західні тепломережі» локальні теплові джерела для ГВП планується встановити в ЦТП двох котельень: по вул. Курчатова, 8 і вул. Молодіжна, 2 (таблиця 1.23). Схеми теплових мереж цих котельень наведено на рис.1.2 та рис. 1.3, дані про споживання палива і відпуск теплової енергії — у таблиці 1.24, ціни на енергоносії — у таблиці 1.25.

У котельні по вул. Північна, 2 не планується реалізація вищезгаданого заходу, оскільки у цій котельні планується встановлення біопаливної КГУ, яка повинна функціонувати цілий рік.

Таблиця 1.23

Перелік ЦТП котельень по вул. Курчатова, 8, вул. Молодіжна, 2 і вул. Північна, 2

№ з/п	Назва ЦТП	Належність до котельні	Навантаження на ГВП (максимальна), Гкал/год
1	вул. Курчатова, 5	вул. Курчатова, 8	1,54
2	вул. Курчатова, 4/2	вул. Курчатова, 8	1,88
3	вул. Проскурівського підпілля, 215	вул. Курчатова, 8	1,35
4	вул. Курчатова, 17/1	вул. Курчатова, 8	1,36
5	вул. Молодіжна, 2	вул. Молодіжна, 2	2,16
6	вул. Інститутська, 19	вул. Молодіжна, 2	0,93
7	вул. Львівське шосе, 14	вул. Молодіжна, 2	1,18
8	вул. Львівське шосе, 29	вул. Молодіжна, 2	0,37
9	вул. Інститутська, 8/1	вул. Молодіжна, 2	1,57

№ з/п	Назва ЦТП	Належність до котельні	Навантаження на ГВП (максимальна), Гкал/год
10	вул. Хотовицького, 4/1	вул. Молодіжна, 2	0,83
11	вул. Тернопільська, 30	вул. Молодіжна, 2	1,7
12	вул. Північна, 2	вул. Північна, 2	0,86
13	вул. Курчатова, 69	вул. Північна, 2	0,5
14	вул. Курчатова, 102/1	вул. Північна, 2	0,1

Таблиця 1.24

Споживання палива та відпуск теплової енергії по котельням

Котельня по вул. Курчатова, 8	2014											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Споживання природного газу, тис. м ³ котельні	1234,1	1023,4	738,1	334,5	137,9	186,6	169,3	115,6	136,6	367,9	794,7	999,2
Споживання природного газу, тис. м ³ КГУ	21,1	40,6	44,1	36,8	24,3	31,0	39,9	39,5	37,5	40,7	42,1	44,5
Споживання тріски, т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Споживання пелет, т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Відпуск теплової енергії від котельні, Гкал	9 243,9	7 739,7	5 624,3	2 543,0	1 049,0	1 417,6	1 295,9	885,8	1 046,3	2 799,2	6 013,4	7 564,8
Відпуск теплової енергії від інших теплових джерел, Гкал	196,7	342,6	387,0	226,7	162,5	228,3	329,1	340,0	277,5	286,9	281,4	286,1
Постачання теплової енергії споживачам (загальне), Гкал	9440,6	8082,3	6011,3	2 769,7	1 211,5	1 645,9	1 625,0	1 225,8	1 323,8	3 086,2	6 294,8	7 850,9
Постачання теплової енергії споживачам (опалення), Гкал	8217,0	6777,4	4823,8	1451,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2061,7	5215,7	6703,3
Постачання теплової енергії споживачам (ГВП), Гкал	1223,7	1304,9	1187,5	1318,2	1211,5	1645,9	1625,0	1225,8	1323,8	1024,5	1079,1	1147,6
Втрати в теплових мережах, Гкал	638,2	361,3	497,7	550,1	255,5	370,2	520,7	360,8	198,8	472,5	494,1	394,9

Котельня по вул. Молодіжна, 2

Показник	2014 рік											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Споживання природного газу, тис. м ³ котельні	1 543,0	1 296,4	966,8	513,9	300,7	262,8	219,6	106,8	189,9	469,1	1 145,7	840,1
Споживання природного газу, тис. м ³ КГУ	56,1	52,2	57,8	45,1	55,0	53,5	53,5	26,7	50,6	15,6	48,7	54,0
Споживання тріски, т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Споживання пелет, т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Відпуск теплової енергії від котельні, Гкал	11 352,7	9 603,2	7 215,7	3 820,6	2 237,3	1 964,5	1 643,2	799,2	1 425,2	3 500,3	8 479,7	6 213,0
Відпуск теплової енергії від інших теплових джерел, Гкал	375,6	349,9	397,5	277,7	384,9	278,8	389,8	200,6	351,8	100,7	382,3	395,9
Постачання теплової енергії споживачам (загальне), Гкал	11 728,2	9 953,1	7 613,2	4 098,3	2 622,2	2 243,4	2 033,0	999,8	1 777,0	3 601,0	8 861,9	6 608,9
Постачання теплової енергії споживачам (опалення), Гкал	9 789,7	8 237,4	5 778,3	2 345,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2 160,1	7 280,2	4 830,0
Постачання теплової енергії споживачам (ГВП), Гкал	1 938,6	1 715,8	1 834,8	1 752,9	2 622,2	2 243,4	2 033,0	999,8	1 777,0	1 440,9	1 581,7	1 778,9
Втрати в теплових мережах, Гкал	792,7	447,5	634,0	818,5	555,9	507,2	654,6	295,7	268,2	554,6	699,7	334,3

Таблиця 1.25

Ціни на енергоносії

Показник	Період	
	Березень	Квітень
Ціна на природний газ для населення, грн/1000 м ³	1309,20	2994,30
Ціна на природний газ для інших споживачів, грн/1000 м ³	11681,04	11681,04
Ціна на електроенергію, грн/кВт·год	1,6646	1,6646
Ціна на теплову енергію для населення, грн/Гкал	294,85	548,06
Ціна на теплову енергію для інших споживачів, грн/Гкал	1871,63	1871,63
Ціна на ГВ для населення, грн/м ³	20,29	37,71
Ціна на ГВ для інших споживачів, грн/м ³	95,88	95,88
Собівартість ГВ для населення, грн/м ³	16,91	31,43
Собівартість ГВ для інших споживачів, грн/м ³	90,06	90,06

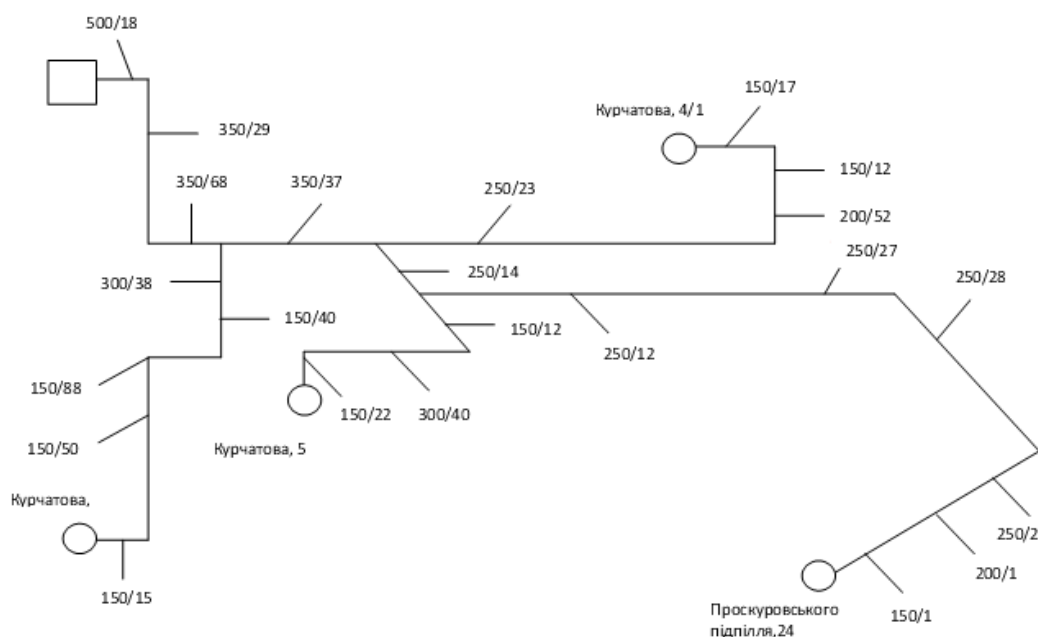


Рисунок 1.2 — Схема теплових мереж. Котельня Курчатова, 8

Зведені результати розрахунку техніко-економічної ефективності цього заходу (реконструкція ЦТП від котельні по вул. Курчатова 8) наведені у таблиці 1.26.

Таблиця 1.26

Показники техніко-економічної ефективності реконструкції ЦТП від котельні по вул. Курчатова 8

Показник	Теплове джерело			
	ГК	ГК+ТА	ТН+ТА	ТН+КГУ+ТА
Термін окупності	5,69	5,46	8,26	8,57
Кап. витрати, тис. грн	10002,19	9599,1194	53276,756	61313,142
Річна економія газу, тис. м ³	393,19	393,19	-	1599,79

З усіх розглянутих варіантів найбільш швидкоокупним є варіант встановлення у ЦТП газових котлів, відповідних середньому тепловому навантаженню на ГВП з тепловими акумуляторами необхідної ємності. Потужності газових котлів та ємності баків-акумуляторів наведені у таблиці 1.27.

Таблиця 1.27

Встановлена потужність котлів та ємність баків-акумуляторів

№ з/п	Адреса ЦТП	Навантаження ГВП, середнє Гкал/год	Навантаження ГВП, максимальне Гкал/год	Ємність бака-акумулятора, м ³
1	вул. Інститутська, 19	0,55	0,93	77
2	вул. Львівське шосе, 14	0,70	1,18	98
3	вул. Львівське шосе, 29	0,22	0,37	31
4	вул. Інститутська, 8/1	0,93	1,57	130
5	вул. Хотовицького, 4/1	0,49	0,83	68
6	вул. Тернопільська, 30	1,00	1,7	140
	Усього	3,89	6,58	544

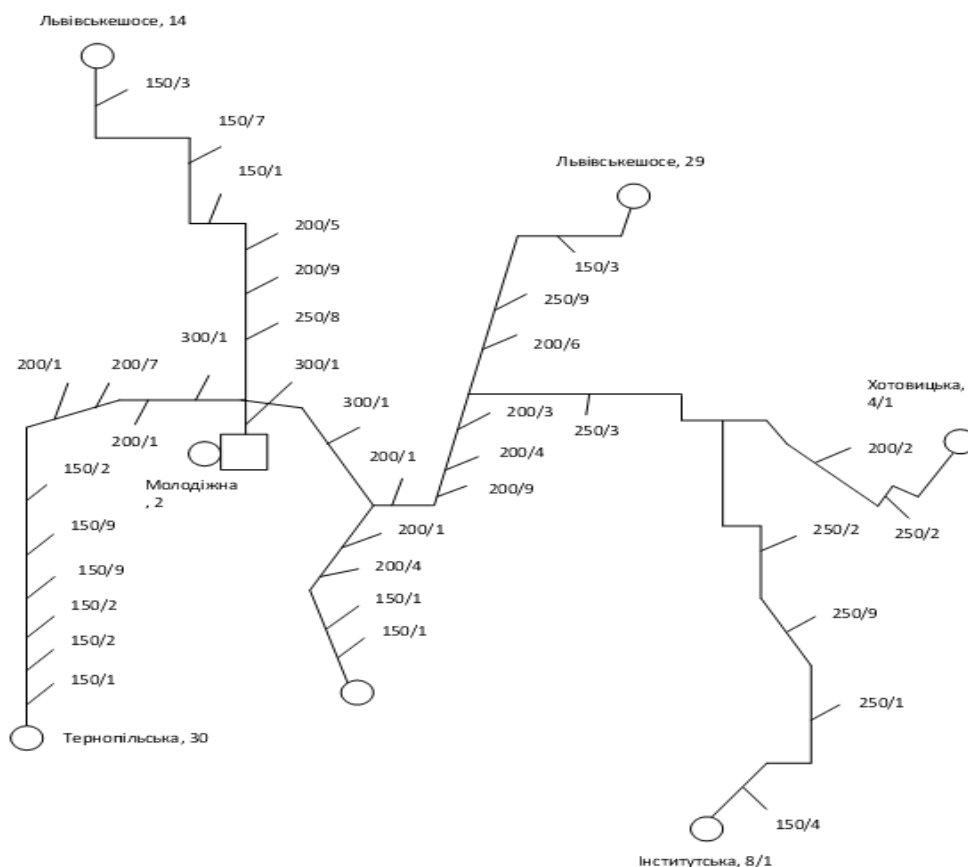


Рисунок 1.3 — Схема теплових мереж. Котельня по вул. Молодіжна, 2

Зведені результати розрахунку техніко-економічної ефективності цього заходу (реконструкція ЦТП від котельні по вул. Молодіжна 2) наведені у таблиці 1.28.

Таблиця 1.28

Показники техніко-економічної ефективності реконструкції ЦТП від котельні по вул. Молодіжна 2

Показник	Теплове джерело			
	ГК	ГК+ТА	ТН+ТА	ТН+КГУ+ТА
Термін окупності	6,78	6,86	9,09	9,34
Кап. витрати, тис. грн	7418,675	7513,17	49706,38	57204,2077
Економія газу, тис. м ³	244,95	244,95	-	1370,70

З усіх розглянутих варіантів найбільш швидкоокупним є варіант встановлення у ЦТП газових котлів, відповідних максимальному тепловому навантаженню на ГВП. Потужності газових котлів наведені у таблиці 1.29.

Таблиця 1.29

Встановлена потужність котлів

№з/п	Адреса ЦТП	Навантаження ГВП максимальне, Гкал/год
1	вул.Курчатова,5	1,54
2	вул. Курчатова,4/2	1,88
3	вул.Проскурівського підпілля,215	1,35
4	вул. Курчатова ,17/1	1,36
	Усього	6,13

При такій реконструкції окрім ефекту зменшення витрат природного газу за рахунок відсутності тепловтрат трубопроводами первинного теплоносія від районної котельні також будуть відсутні втрати, пов'язані з перекачкою даного теплоносія:

- у котельні по вул. Курчатова, 8/1 г у літньому режимі працює два насоси НКУ-250 загальною електричною потужністю 80 кВт, тоді економія електроенергії за теплий період року становитиме

$$80 \cdot (348-183) \cdot 24/1000 = 316,8 \text{ тис. кВт-год};$$

- у котельні по вул. Молодіжна, 2 у літньому режимі працює два насоси КМ 45/55 загальною електричною потужністю 40 кВт, тоді економія електроенергії за теплий період року становитиме

$$40 \cdot (348-183) \cdot 24/1000 = 158,4 \text{ тис. кВт-год},$$

де 348 – загальна середня кількість діб, коли подається гаряча вода (дані з 2008 по 2014); 183 – середня кількість опалювального періоду (дані з 2008 по 2014), коли первинний теплоносій подається мережевими насосами разом із навантаженням на опалення.

Зведена характеристика запропонованих заходів приведена у таблиці 1.30.

Таблиця 1.30

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.:	
Природного газу, тис. м ³	638,14
Електроенергії, тис. кВт-год	475,2
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	17017,79
Річна економія, тис. грн	4033
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	8638
Окупність, рр.	4
NPV, тис. грн	17349
IRR, %	37
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1825,52
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Зведений розрахунок ефективності заходів, які запропоновано у секторі «генерування, транспортування і відпуск теплоти», відображено в табл. 1.34.

Розрахунок енергоефективності в секторі «генерування, транспортування і відпуск теплоти», розрахунок зменшення викидів CO₂

Короткий опис заходу	Інвестиції, тис. грн	Ефективність заходу			Зменшення викидів CO ₂ , т
		Скорочення витрат ТЕ, МВт·год	Скорочення витрат газу, тис. м ³	Скорочення витрат ЕЕ, МВт·год	
МКП «Хмельницьктеплокомуненерго»					
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. С. Бандери, 32/1 (велика)	1 080			175,68	204
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. Зарічанська, 30	1 080			175,68	204
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. Кам'янецька, 46/1	540			439,20	509
Заміна мережевих насосів на котельні по просп. Миру, 99/101	540			395,28	459
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. Гречко, 10/1	540			395,28	459
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. Свободи, 44	540			439,20	509
Заміна зношених теплових мереж, які знаходяться на балансі МКП «Хмельницьктеплокомуненерго»	33 212	3367			680,13
Реконструкція ЦТП, які знаходяться на балансі МКП «Хмельницьктеплокомуненерго»	12136,59		929	1114	3147
Всього по підприємству	49669	3 367	929	3134	6171
МКП «Південно-західні тепломережі»					
Оптимізація роботи котельні по вул. Північна, 2 шляхом заміни одного котла ДКВР 6,5-13 сучасним газовим котлом меншої потужності.	3 000		67,94	11,60	149,12
Реконструкція котельні по вул. Хотовицького, 4/1 із встановленням дублюючої потужності на біопаливі	5 900		679,40	11,60	1 370,13
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. Курчатова, 8/1г	540			966,24	1 121
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. Молодіжна, 2	626			834,48	968
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. Хотовицького, 4/1	180			509,47	591
Заміна мережевих насосів на котельні по вул. Тернопільська, 14/3	480			966,24	1 121
Заміна пальників на котлах ПТВМ-30М-4 та встановлення частотних перетворювачів на електричних джерелах на котельні по вул. Курчатова, 8/1 г	1 905,3		249,52	268,42	809,63
Заміна зношених теплових мереж, які знаходяться на балансі МКП «Південно-Західні тепломережі»	68 504	8 912,00			1 800,22
Реконструкція ЦТП, які знаходяться на балансі МКП «Південно-Західні тепломережі»	17 017,8		638,14	475,20	1 825,52
Всього по підприємству	98153	8 912	1 635	4 043,25	9 755,62
Усього за сектором	147822	12 279,00	2564	7178	15 926
Реалізовані заходи		1 575,8	2 020,36	5 311,3	10 513,8
Усього досягнутий ефект за сектором		13 854,80	4584,36	12489,3	26 439,8

Таким чином, за умови реалізації усіх проектних пропозицій у секторі тепlopостачання, можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **15926 т/рік**, або на **1,72%** від базового рівня.

З урахуванням реалізованих заходів в 2010-2014 роках у секторі тепlopостачання, можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **26439,8 т/рік**, або на **2,85%** від базового рівня.

2 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У ЖИТЛОВОМУ (БУДИНКОВОМУ) СЕКТОРІ. ЗАХОДИ НА ЕТАПІ СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОТИ

2.1 Заходи зі скорочення викидів парникових газів у секторі житлових будівель

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Скорочення витрат енергії на потреби житлових будинків і відповідне зменшення викидів парникових газів пропонується отримати за рахунок упровадження трьох пакетів заходів, спрямованих на комплексне забезпечення енергоефективності в будинковому секторі. Такі пакети було розроблено на основі аналізу результатів енергетичних аудитів, які було виконано в період розроблення МЕР міста Хмельницького. Такий комплекс включає:

Пакет 1. Заходи з теплового та гідравлічного налагоджування та регулювання:

1. Улаштування комерційних вузлів обліку теплової енергії з можливістю автоматичного погодного регулювання (зменшення витрат енергії прийнято на рівні 9% від наявного рівня споживання енергії для опалення в багатоквартирних будинках).
2. Заміна (за необхідності) та теплова ізоляція основних магістралей системи опалення, прокладених у неопалювальних підвалах, технічних поверхах та горищах (скорочення витрат енергії на рівні 3% від наявного рівня для опалення та гарячого водопостачання).
3. Встановлення на сходових клітках світильників з акустичними вимикачами або датчиками руху (економія електричної енергії на рівні 35% від наявного споживання ЕЕ в житлових будинках).
4. Регулювання тиску води в системах водопостачання та встановлення аераторів на водорозбірних приладах (економія теплоти на рівні 30% від витрат енергії на потреби гарячого водопостачання).

Пакет 2. Маловитратні заходи:

1. Модернізація вхідної групи будівлі (заміна застарілих дверей на утеплені, встановлення доводчиків та домофонів) — скорочення витрат теплової енергії становить 0,8% від річних витрат теплоти на потреби опалення у багатоквартирному будинку.
2. Заміна вікон на сходовій клітині (для провітрювання сходової клітки потрібно передбачити квартирки на другому та останньому поверсі) — економія енергії прийнята 1,3% від річних витрат теплоти на потреби опалення в багатоквартирних будинках.
3. Встановлення регуляторів тиску природного газу, налагодження роботи внутрішньобудинкових газопроводів із метою забезпечення оптимальної величини тиску перед газоспалювальним обладнанням (газовими плитами, опалювальними котлами та газовими водонагрівачами) — скорочення витрат енергії прийнято з розрахунку збільшення ККД газоспалювального обладнання за рахунок оптимізації тиску газу. Величина економії прийнята на рівні 5% від наявних витрат енергії у природному газі в житловому секторі.

Пакет 3. Комплексна термомодернізація будівлі:

1. Капітальний ремонт і утеплення даху — скорочення витрат енергії на 13% від річних витрат на потреби опалення і вентиляції житлових будинків.
2. Капітальний ремонт і підвищення теплозахисних характеристик зовнішніх прозорих і непрозорих огорожень будівель — економія енергії прийнята на рівні 37% від річних витрат для опалення та вентиляції житлових будинків;
3. Заміна застарілої електропроводки в багатоквартирних житлових будинках для можливості використання електричних систем опалення, що становить 1% від річних витрат електричної енергії у житловому секторі.

Для приватних будинків, які не підключені до централізованої системи тепlopостачання та використовують газ для опалення та приготування гарячої води, розроблений захід «Перехід на генератори теплоти, які працюють на альтернативних і відновлюваних джерелах енергії (наприклад, біомасі або біопаливі) у малоповерхових будинках».

Захід для приватних будинків, що не підключені до централізованої системи тепlopостачання: «Перехід на генератори теплоти, що працюють на альтернативних і відновлюваних джерелах енергії (наприклад, біомасі або біопаливі) у малоповерхових будинках». Захід розроблено відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 16 жовтня 2014 р №540 «Про стимулювання споживачів природного газу та теплової енергії до переходу на використання електричної енергії для опалення та підігріву води». Постановою передбачається установити для споживачів, які будуть використовувати електричну енергію для опалення та гарячого водопостачання, граничний рівень тарифу за спожиту щомісячно в обсязі не більше як 5000 кВт·год електричну енергію в розмірі 23,7 коп. за 1 кВт·год.

Перехід на генератори теплоти, що працюють на альтернативних і відновлювальних джерелах енергії (наприклад, біомасі або біопаливі), у малоповерхових будинках зумовить скорочення викидів парникових газів на 80% величини теплового потенціалу природного газу, що використовується для опалення та гарячого водопостачання в малоповерховій зоні забудови.

Такі заходи передбачено відповідно до впровадження Урядом України Програми з енергозбереження, згідно з якою Ощадбанк та головний розпорядник коштів — Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України — відшкодовують покупцям котлів на альтернативних видах енергії частини суми кредиту для закупівлі такого обладнання. Урядом виділено 50 млн. бюджетних коштів. Кредит видається на 36 місяців. Ставка — 25% річних.

Визначення величин економії енергії та скорочення викидів парникових газів, які можуть бути досягнені в разі впровадження вищезазначених заходів, виконувалося для окремих груп житлових будівель за їхньою поверховістю (з огляду на те, що більшість будівель збудовано в певний проміжок часу, їхні теплозахисні характеристики відрізняються незначною мірою). Основний вплив на енерговитратні характеристики будівель за таких умов має поверховість будівель.

Розрахунки було виконано для найбільш характерної забудови м. Хмельницького, а саме:

- 1-но поверхових приватних будівель (індивідуальні проекти);
- 5-ти поверхових багатоквартирних будинків (виконаних відповідно до серії 1-414, 1-255, 1-433 (сталінки); серій 1-464, 1-335, 1-434 (хрущовки); серій 1-646А, 1-335А, МК-5, 1-ОПБ (брежнєвки));
- 9-ти поверхових будинків (виконаних відповідно до серії М-464, М-335, МК-9, 3-ОПБ).

Для визначення базового споживання енергії такими будинками було використано усереднені енергетичні характеристики будівель, які було отримано у ході досліджень для Європейського банку реконструкції і розвитку компанією Worley Parsons «Жилищный сектор Украины: правовые, регуляторные, институциональные, технические и финансовые аспекты», розрахунок тепловтрат будівель за КТМ 204 «Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових будівель та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні», витрати природного газу було розраховано відповідно до ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання». Розрахунки зведемо у табличну форму, див. таблиці 2.1...2.3.

Таблиця 2.1

Енергетичні витрати одноповерховим будинком м. Хмельницького

Стаття витрат	Одиниця виміру	Розрахунковий показник	Витрати енергії, МВт·год
Площа	м ²	85	-
Кількість мешканців	люд.	4	-
Опалення та вентиляція	Ккал/(м ³ ·град·рік)	0,66	15,72
ГВП	кВт·год/м ²	50	4,25
Освітлення	кВт·год/ м ²	10,9	0,93
Газопостачання	м ³ /люд.	135,294	5,68
Усього			26,58

Таблиця 2.2

Енергетичні витрати п'ятиповерховим будинком м. Хмельницького

Стаття витрат	Одиниця виміру	Розрахунковий показник	Витрати енергії, МВт·год
Площа	м ²	3240	-
Кількість мешканців	люд.	162	-
Опалення та вентиляція	Ккал/(м ³ ·град·рік)	0,66	599,13
ГВП	кВт·год/м ²	50	162,00
Освітлення	кВт·год/м ²	12,3	39,85
Газопостачання	м ³ /люд.	158,82	254,34
Усього			1055,33

Таблиця 2.3

Енергетичні витрати дев'ятиповерховим будинком м. Хмельницького

Стаття витрат	Одиниця виміру	Розрахунковий показник	Витрати енергії, МВт·год
Площа	м ²	5 675	-
Кількість мешканців	люд.	284	-
Опалення та вентиляція	Ккал/(м ³ ·град·рік)	0,66	1 049,41
ГВП	кВт·год/м ²	50	283,75
Освітлення	кВт·год/м ²	15,3	86,83
Газопостачання	м ³ /люд.	82,35	230,99
Усього			1 650,98

Розрахунки скорочення витрат енергії і відповідного зменшення викидів парникових газів наведено в табличній формі (табл. 2.4)

Таблиця 2.4

Розрахункова таблиця ефективності заходів

Назва заходу	Розмірність	Вид будівлі, поверховість		
		1-пов.	5-пов.	9-пов.
Річні витрати енергії, у т.ч.:	МВт·год	26,58	1055,33	1650,98

Назва заходу	Розмір-ність	Вид будівлі, поверховість		
		1-пов.	5-пов.	9-пов.
на опалення і вентиляцію		15,72	599,13	1049,41
на гаряче водопостачання		4,25	162,00	283,75
на освітлення (місця загального користування)		0,93	1,99	2,60
на газопостачання		5,68	254,34	230,99
Скорочення витрат енергії при впровадженні комплексних заходів з енергоефективності усього у т.ч:		11,97	459,71	800,60
Скорочення витрат енергії від базового рівня	%	45	44	48
Пакет №1				
Улаштування комерційних вузлів обліку теплової енергії з можливістю автоматичного погодного регулювання	МВт-год	1,41	53,92	94,45
Заміна та теплова ізоляція основних магістралей системи опалення прокладених у неопалювальних підвалах		0,47	17,97	31,48
Встановлення на сходових клітках світильників з акустичними вимикачами або датчиками руху.		0,32	13,95	30,39
Регулювання тиску води в системах водопостачання і встановлення аераторів на водорозбірних приладах		1,275	48,6	85,125
Усього по пакету №1, МВт-год		3,49	134,44	241,44
Пакет №2				
Модернізація вхідної групи будівлі	МВт-год	0,13	4,79	8,40
Заміна вікон на сходовій клітині		0,20	7,79	13,64
Встановлення регуляторів тиску природного газу		0,28	12,72	11,55
Усього по пакету №2, МВт-год		0,61	25,30	33,59
Пакет №3				
Капітальний ремонт та утеплення даху	МВт-год	2,04	77,89	136,42
Капітальний ремонт та підвищення теплозахисних характеристик зовнішніх прозорих і непрозорих огорожень будівель		5,82	221,68	388,28
Заміна застарілої електропроводки в багатоквартирних житлових будинках		0,01	0,40	0,87
Перехід на генератори теплоти, які працюють на альтернативних і відновлювальних джерелах енергії у малоповерхових будинках		0	0	0
Усього по пакету №3, МВт-год		7,87	299,97	525,57
Скорочення викидів CO₂, т, усього у т.ч.	т	3,70	143,38	256,08
Пакет №1				
Улаштування комерційних вузлів обліку теплової енергії з можливістю автоматичного погодного регулювання	т CO ₂	0,41	15,48	27,11
Заміна та теплова ізоляція основних магістралей системи опалення, прокладених у неопалювальних підвалах		0,14	5,16	9,04
Встановлення на сходових клітках світильників з акустичними вимикачами або датчиками руху.		0,38	16,18	35,25
Регулювання тиску води в системах водопостачання та встановлення аераторів на водорозбірних приладах		0,37	13,95	24,43

Назва заходу	Розмір-ність	Вид будівлі, поверховість		
		1-пов.	5-пов.	9-пов.
Усього по пакету №1, т		1,28	50,76	95,82
Пакет №2				
Модернізація вхідної групи будівлі	т CO ₂	0,04	1,38	2,41
Заміна вікон на сходовій клітині		0,06	2,24	3,92
Встановлення регуляторів тиску природного газу		0,06	2,57	2,33
Усього по пакету №2, т		0,15	6,18	8,66
Пакет №3				
Капітальний ремонт та утеплення даху	т CO ₂	0,59	22,35	39,15
Капітальний ремонт та підвищення теплозахисних характеристик зовнішніх огорожень будівель		1,67	63,62	111,44
Заміна застарілої електропроводки в багатоквартирних житлових будинках		0,01	0,46	1,01
Усього по пакету №3		2,27	86,44	151,60
Річне скорочення витрат палива	м ³	1173,2	44 910,4	77 581,0
Загальні інвестиції для впровадження заходів, у т.ч.:	тис.грн	87,5	1 612,1	2 616
Пакет №1	тис.грн	6,0	139,8	168,0
Пакет №2	тис.грн	5,5	42,3	58,0
Пакет №3	тис.грн	76,0	1 430,0	2 390,0

Запропонований підхід до підвищення енергоефективності у житловій сфері. Підвищення енергоефективності у житловому фонді розглядається як особлива міська програма, що передбачає співфінансування з боку мешканців багатоквартирних будинків. Реалізація програми супроводжується інформаційною кампанією на конкурсних умовах. Очікується, що мешканці кожної наступної групи будинків переконуються в результативності заходів по першим двом пакетам на реальному прикладі (зменшення платежів, підвищення комфортності проживання), тому доля співфінансування з боку міста зменшуватиметься:

1 пакет. 350 будинків (по 175 п'яти- та дев'ятиповерхових).

2 пакет. 200 будинків (по 100 п'яти та дев'ятиповерхових).

3 пакет. 60 будинків (по 30 п'яти- та дев'ятиповерхових).

Зведена таблиця з реалізації енергоефективних заходів у житловому секторі наведена в таблиці 2.5

Розрахунок енергоефективності в секторі житлових будівель, розрахунок зменшення викидів CO₂

Короткий опис заходу	Інвестиції всього (бюджетні кошти/ кошти мешканців, тис. грн	Ефективність заходу					Зменшен ня викидів CO ₂ , т	% скоро чення CO ₂ від базового рівня
		Скорочен ня витрат бензину, т	Скорочен ня витрат зрідженого газу, т	Скорочен ня витрат ТЕ, МВт·год	Скорочен ня витрат газу, тис. м ³	Скорочен ня витрат ЕЕ, МВт·год		
Житлові будівлі — 1 пакет охопл. 350 буд.	53865 (26932,5/ 26932,5)			58021		7 759	25653	2,77
Житлові будівлі — 2 пакет –мало витратні, охопл. 200 буд.	10030 (5015 /5015)			5889			1690	0,18
Житлові будівлі — 3 пакет —охопл. 60 буд.	114600 (28650 / 85950)			24728		38	7141	0,77
Перехід на альтернативне паливо у приватному секторі (10000 будинків)	200000 (0 / 200000)				19970		39878	4,3
Усього досягнутий ефект за сектором	378495 (60597,5 / 317897,5)	0	0	88638	19970	7 797	74361	8,02

Таким чином, за умови реалізації усіх заходів у секторі житлових будівель, можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **74 361 т/рік**, або на **8,02%** від базового рівня.

2.2 Заходи зі скорочення викидів парникових газів у громадських будівлях за рахунок оптимізації витрат енергії на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Скорочення витрат бюджету на оплату тепlopостачання бюджетних будівель є пріоритетним фінансово-економічним орієнтиром муніципального енергетичного планування.

Виконання в повному обсязі робіт із термомодернізації громадських, у тому числі бюджетних будівель, вимагає значних інвестицій, що є обтяжливим для місцевого бюджету. У зв'язку з цим пропонується з метою скорочення витрат енергії та викидів парникових газів виконувати покрокове впровадження енергозберігаючих заходів у такій послідовності:

Крок 1. Встановлення місцевого регулювання відпуску теплоти до будівель у вигляді автоматизованих теплових індивідуальних пунктів з погодним регулюванням відпуску теплоти залежно від параметрів зовнішнього і внутрішнього повітря, а також пристроями для зменшення теплового потоку в неробочий час. Вимога з улаштування автоматичних регуляторів теплового потоку в абонентських вводах теплової мережі або місцевих котельнь викладена в будівельних нормативах і правилах України ДБН В.2.5-67-2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» як обов'язкова для виконання.

Автоматизація процесу відпуску теплоти до будівлі в індивідуальному автоматизованому тепловому пункті (ІТП) з погодним регулюванням дає також можливість оперативно реагувати на зміну потреби будинку в теплоті та запобігти надмірному споживанню тепла на опалення, що обумовлене значною динамікою теплонадходжень у будинку від людей, освітлення, обладнання та сонячної інсоляції. Улаштування такого індивідуального пункту дає також можливість запобігти осінньо-весняним перегрівам, які обумовлені нелінійністю графіку температур відпуску теплоти з котельні, що пов'язане з необхідністю забезпечення нормативної температури гарячої води для санітарно-гігієнічних потреб.

Окрім того, з огляду на значну теплоємність будівлі після збільшення термічного опору зовнішніх огорожень в автоматизованих вузлах вводу, стає можливою реалізація переривчастого опалення зі зменшенням кількості теплоти, яка подається на опалення у вихідні, святкові дні і період канікул до 50% розрахункової. Загальна кількість таких днів за опалювальний період становить до 60 діб. Функцію переривчастого опалення можна також реалізувати протягом 4...5 нічних неробочих годин у робочі дні. Це ще $4 \cdot (189 - 60) = 516$ годин, або 21,5 діб. 189 діб — тривалість опалювального періоду. Всього тривалість періоду впровадження функції зменшеної подачі теплоти на опалення може становити: $60 + 21,5 = 81,5$ діб = 1956 год.

На рис. 2.1 показано принципову схему облаштування автоматизованого індивідуального теплового пункту зі змішувальним насосом на перемичці.

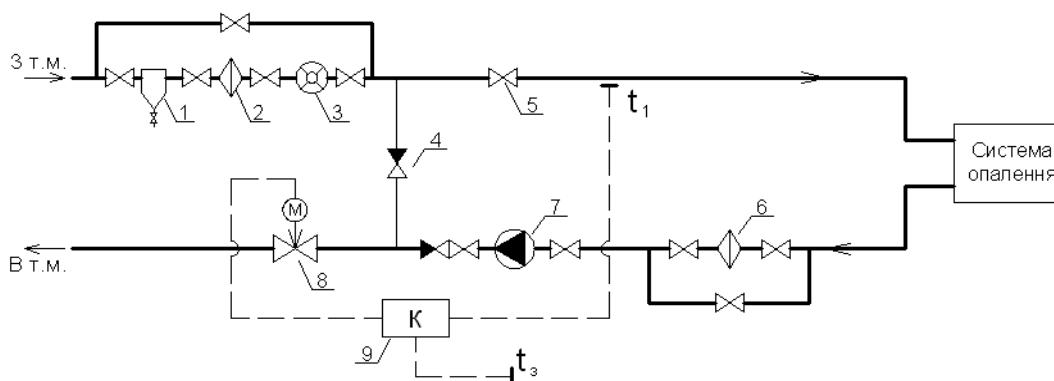


Рисунок 2.1 — Схема влаштування автоматизованого теплового вузла вводу з регулюванням відпуску теплоти залежно від температури зовнішнього повітря

1 — відмулювач (існ.); 2 — фільтр (існ.); 3 — тепловий лічильник (існ.); 4 — зворотній клапан; 5 — запірно-регулююча арматура; 6 — фільтр; 7 — насос; 8 — регулюючий клапан; 9 — контролер; t_3 — датчик температури зовнішнього повітря; t_1 — датчик температури води у падаючому трубопроводі

Таким чином, ефективне регулювання відпуску теплоти в період «зрізки температурного графіка» може вважатись одним з енергозберігаючих заходів на етапі споживання теплоти.

Для громадських будівель із можливістю реалізації функції зменшення теплового потоку в неробочий час доби, вихідні та святкові дні економічний ефект упровадження, за умови відсутності дефіциту теплоти на поточний стан і змішаного приєднаного навантаження, економічна ефективність упровадження автоматизованих вузлів вводу становить близько 13...17%.

Інвестиції в автоматизований тепловий вузол можуть становити до 220 тис. грн для типової школи.

Крок 2. Модернізація вхідної групи будівлі (заміна дверей, установлення доводчиків, реконструкція тамбурів, установлення теплових завіс).

Загальні втрати теплоти через вхідні двері до будівлі, вікна визначаються як сума трансмісійних втрат теплоти через матеріал дверей Q_d , і втрат теплоти на нагрівання холодного повітря, яке буде попадати через двері до будівлі $Q_{\text{інф.д}}$. Таким чином, загальні втрати теплоти через вхідні двері визначаються за сумою:

$$Q_{\text{дверей}} = Q_d + Q_{\text{інф.д}}, \text{ кВт}$$

Втрати теплоти на нагрівання холодного повітря, яке вривається через вхідні зовнішні двері (з інфільтрацією), є основною складовою втрат. Таке повітря потрапляє у холи, вестибюлі та сходові клітки будівлі й призводить до додаткових суттєвих втрат теплоти, виникнення протягів і теж є по своїй суті втратами теплоти з інфільтрацією через вхідні двері.

Конструкція дверей при визначенні таких втрат теплоти має ключове значення. Так, наприклад, за відсутності на вхідних дверях теплової повітряної завіси або відсутності вхідних тамбурів, втрати теплоти на нагрівання холодного повітря будуть збільшуватися. При розрахунку втрат теплоти через зовнішні двері без тамбуру для громадських будівель із частим відкриванням дверей величина втрат теплоти через двері збільшується на 400...500%.

Улаштування тамбура для вхідних дверей є однією із можливих енергозберігаючих проектних пропозицій, які можна впровадити за умови незначних інвестицій. Питома вартість впровадження такого заходу становить 800-1000 грн на 1 м² дверного полотна.

На рис. 2.2 представлено схему реконструкції вхідних дверей до будівлі з улаштування подвійного тамбуру.

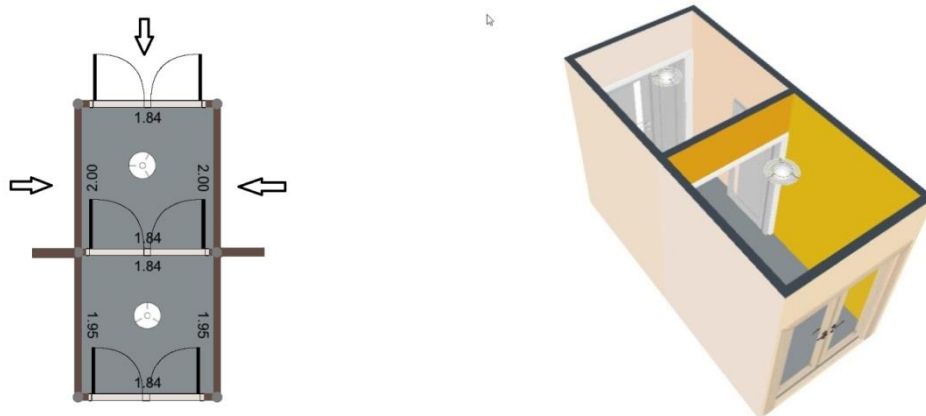


Рисунок 2.2 —Схема влаштування подвійного тамбуру

За відсутності можливості влаштування тамбуру, вхідні двері до будинку необхідно обладнати пристроєм для автоматичного закривання дверей у житлових будинках — доводчиком (рис.2.3) або теплоповітряними завісами — для громадських будівель (рис. 2.4), які також виконують функцію запобігання прориванню холодного повітря до будівлі і зменшення втрат теплоти на його нагрівання.



Рисунок 2.3 — Доводчик для зовнішніх вхідних дверей

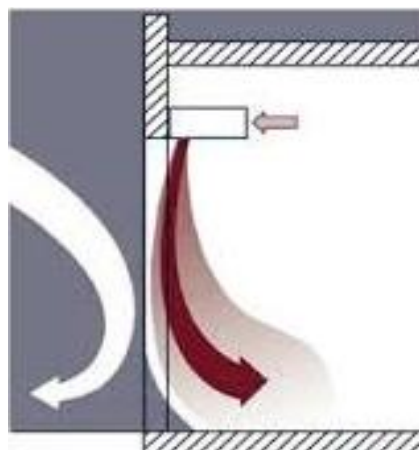


Рисунок 2.4 — Схема роботи й установка теплоповітряної завіси вхідних дверей

Вартість доводчика від 800 до 3 тис. грн, тому такий захід відноситься до маловитратних. Вартість повітряної завіси для дверей громадської будівлі становить 15-20 тис. грн.

Економія теплоти, якої можна досягти при реконструкції вхідних дверей, становить 1,5...3,0% від загальних втрат теплоти будівлею.

Крок 3. Теплова ізоляція трубопроводів, які прокладені у підвалах та на горищі; встановлення тепловідбивних екранів за опалювальними приладами.

Наступний захід не вимагає значних інвестицій — це тепла ізоляція колекторів систем опалення в неопалювальних приміщеннях; тепла ізоляція циркуляційних трубопроводів системи гарячого водопостачання. Зменшення втрат теплоти з поверхні трубопроводів до величин, нормованих СНІП 2.04.05-91: «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Теплова ізоляція подавальних і зворотніх трубопроводів, які прокладаються по неопалювальним приміщенням будівель, за допомогою спіненого поліетилену або пінополістиролу дає можливість зменшити втрати теплової енергії в середньому на 10...12% від витрат теплоти на потреби опалення будинку (теплоізоляційні матеріали зображені на рис. 2.5). Для трубопроводів діаметром до 70 мм тепла ізоляція трубопроводів товщиною близько 30 мм дає річну економію близько 340 кВт·год / 1 м довжини трубопроводу (0,292 Гкал / 1 м трубопроводу).



Рисунок 2.5 — Теплоізоляційні матеріали

Так, напр., нанесення теплової ізоляції на 150 м трубопроводів — колекторів системи опалення діаметром 50 мм у підвалі п'ятиповерхового житлового будинку за умови середньої температури води у трубопроводі +40 °С дає можливість отримати річну економію теплової енергії на потреби опалення обсягом 33,7 Гкал, що еквівалентно заощадженню близько 12,8 тис. грн за рік. Той же захід у громадській будівлі дає аналогічну величину економії у Гкал, але у зв'язку з більшим тарифом на теплову енергію зменшує видатки на 35,6 тис. грн (тариф на теплову енергію для бюджетних установ прийнятий 1 056,8 грн за Гкал, а для житлових будинків — 379,08 грн за Гкал).

Вартість нанесення такої високоефективної теплової ізоляції становить приблизно 69 грн на кожен метр трубопроводу (діаметр трубопроводу – 40 мм). Усього для житлового будинку — близько 13 тис. грн. Термін окупності такого заходу — близько одного року для житлового будинку і менше року — для бюджетної установи та інших споживачів теплоти. Нанесення теплової ізоляції на трубопроводи не потребує розробки проектної документації.



Рисунок 2.6 — Результати тепловізійного контролю температури зовнішньої стіни огороження будівлі

Зменшення товщини зовнішніх стін на ділянках радіаторних ніш, а також нагрівання ділянки стіни, розташованої безпосередньо за приладом, призводить до непродуктивних втрат теплоти через такі ділянки зовнішніх стін. Тепловізійна зйомка зовнішніх стін завжди фіксує підвищені температури на поверхні стін у місцях встановлення радіаційних опалювальних приладів, що свідчить про підвищені втрати теплоти на таких ділянках (див. рис 2.6).

Істотно знизити теплові втрати дозволяє встановлення тепловідбивних екранів, що ізолюють ділянки стін, які розташовані за опалювальними приладами. В якості таких екранів використовуються матеріали з низьким коефіцієнтом теплопровідності (близько $0,05 \text{ Вт / м } ^\circ\text{C}$), з одностороннім фольгуванням (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 — Влаштування віддзеркалювального екрану на радіаторній ділянці стіни

Дослідження роботи відбивного екрану показує, що для стіни без зовнішнього утеплення для будинків забудови до 1990 р. з термічним опором теплопередачі близько $1 \text{ м}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{Вт}$ непродуктивні втрати теплоти за радіаторною ділянкою будуть становити близько 7,5%, а за умови облаштування тепловідбивного екрану ці втрати зменшуються до 5%.

Таким чином, влаштування екрану дає можливість зменшити втрати теплоти зарадіаторною ділянкою на 2,5%, а разом із заходами з ізоляції трубопроводів — до 4...5%

Крок 4. Гідравлічне налаштування системи опалення (установка терморегуляторів на опалювальні прилади або групи приладів).

Удосконалення систем опалення будівель також дає можливість отримати певний енергозберігаючий ефект і забезпечує скорочення викидів парникових газів в атмосферу за рахунок скорочення витрат палива для генерування теплоти на потреби опалення будинків муніципального сектору.

Основною вимогою до сучасних систем опалення є можливість регулювання тепловіддачі опалювальних пристроїв, керованість поточкорозподіленням води за окремими ділянками системи, можливість приладового обліку витрат теплоти.

Це забезпечує більшу ефективність процесів регулювання відпуску теплоти та можливість отримувати економію теплової енергії на етапі споживання теплоти.

Забезпечення вказаних режимів роботи систем опалення може бути досягнуте за рахунок встановлення на них термостатичних клапанів, балансувальних клапанів та автоматичних регуляторів перепаду тиску та витрат теплоносія (води).

Більшість систем опалення, наявних у будинках, не мають таких регулювальних пристроїв, що призводить до суттєвих втрат теплоти з неефективним регулюванням відпуску теплоти.

На рис 2.8 показано двотрубну систему опалення до та після проведення реконструкції, основною метою якої було забезпечення системи регулювальними пристроями як перед опалювальними приладами у вигляді термостатів, так і балансувальними клапанами на стояках, а також вузла змішування на вводі теплоносія до будинку.

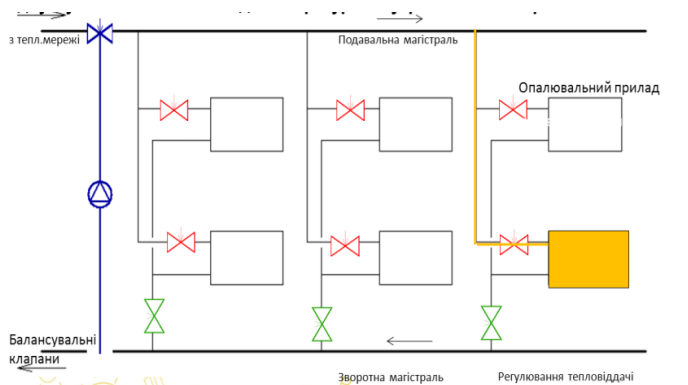


Рисунок 2.8 — Принципова схема двотрубною системи опалення до і після проведення реконструкції (встановлення балансувальних клапанів)

Правильний вибір способу регулювання та досягнення його ефективності є одним із дієвих енергозберігаючих заходів, який можна реалізовувати в опалювальних абонентських системах.

Заміна однотрубних проточних систем опалення на однотрубно проточно-регульовані або на двотрубно є обов'язковою умовою встановлення терморегуляторів на опалювальних приладах систем опалення та балансувальних клапанів, що збільшує вартість реконструкції систем опалення.

Початкові інвестиції для такої реконструкції становлять 250...300 грн на кожен опалювальний пристрій середньої теплової потужності або включаючи балансування системи та її промивку (для попередження забивання клапанів шламом).

Початкові інвестиції становлять близько 20...25 грн на 1 м² опалювальної площі. Економія енергії — близько 9...10 кВт·год / м² опалювальної площі за опалювальний період (0,0077...0,0086 Гкал·год / м²). Термін окупності 6...7 років.

Крок 5. Зменшення витрат води шляхом встановлення аераторів на водопровідні крани та обмежувачів на зливні бачки.

Скорочення витрат води можна отримати також і за рахунок заходів, які впроваджуються в самому будинку. До таких заходів у першу чергу відноситься встановлення спеціальних насадок-аераторів (водозберігаючих насадок), використання термостатичних змішувачів, здійснення контролю за непродуктивними витоками води та за тиском у водогоні. Такі заходи не потребують значних коштів, але дають суттєвий ефект.



Рисунок 2.9 — Аератори для водорозбірних кранів

Необхідно здійснювати постійний контроль за витратами води. Для цього витрати води необхідно оцінювати не за абсолютними показниками у м³, а за питомими величинами витрат води на одного споживача у л/люд. за добу, та порівнювати отриману величину з нормативним споживанням води. Такий показник дає можливість здійснювати порівняння споживання води не лише по одній будівлі, але й виконувати аналіз для різних будівель громадського і житлового призначення.

Нормативні середні добові витрати води в л / добу на одного мешканця наведені в ДБНВ.2.5-64 «Внутрішній водопровід і каналізація. Ч.1 проектування Ч.2. Будівництво. К, 2013». Згідно з таблицею додатку 2 питомі нормативні витрати гарячої води в житлових будинках із ванними довжиною, більшою за 1 500 мм, становлять 105 л / добу, а для житлових будинків із каналізацією без ванн — 48 л / добу. Для лікувально-профілактичних закладів із душами — 75 л / ліжко за добу.

Суттєвому скороченню витрат води із трубопроводу системи гарячого водопостачання можна запобігти за умови відновлення роботи циркуляційних трубопроводів системи гарячого водопостачання, що попереджає втрати води у періоди її охолодження за тривалої відсутності відбору води з системи.

На вводах водопроводу від зовнішніх мереж водопостачання для обліку витраченої води потрібно встановлювати лічильники води. При підключенні внутрішніх систем гарячого водопостачання до зовнішніх мереж необхідно встановлювати лічильники гарячої води на подавальному та циркуляційному трубопроводах.

Нормативні витрати води одним водорозбірним приладом мийки в житловому будинку за відсутності аератора становлять 10 л за хвилину, або 0,17 л за секунду. Вода нагрівається від початкової температури $t_x = +10$ °С до нормованої температури $t_r = +55$ °С. Кількість теплоти, яка необхідна для безперервного забезпечення гарячою водою одного душа, становить близько 32 кВт·год за годину роботи.

Для отримання зазначеної кількості теплоти необхідно витратити природного газу 4,2 м³ / год.

За наявності аератора норматив витрат води в мийці становить лише 8 л за хвилину. Витрати енергії на нагрівання води зменшуються до 25 кВт·год за годину (на 7 кВт·год для кожного водорозбірного крану, або на 28%).

Отримані цифри підтверджують значну енерговитратність процесів нагрівання води та можливість скорочення витрат енергії та палива в системі гарячого водопостачання.

Суттєвого скорочення витрат води можна досягнути за рахунок регулювання тиску води перед водорозбірними приладами. Нормативна величина тиску води становить близько 0,05 МПа. Збільшення тиску води спричиняє суттєве збільшення витрат води через водорозбірний кран. Це ілюструється графіком на рис. 2.10.

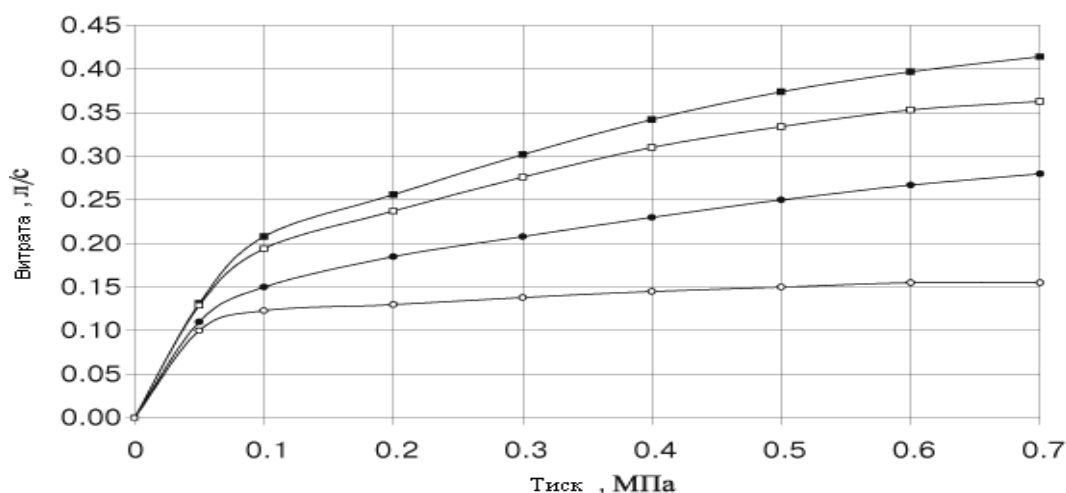


Рисунок 2.10 — Залежність витрат від тиску перед водорозбірним краном

Витрата води при повністю відкритому крані із запірним елементом поршневого типу:

- – простий злив;
- – з аератором без регулятора витрати;
- – зі стабілізатором потоку води;
- – з регулятором витрати з аератором

Зменшення тиску води перед краном від 0,3 до 0,05 МПа дає можливість скоротити витрати води від 0,3 л/с до 0,12 л/с (у 2,5 рази). Регулювання тиску можна досягнути за рахунок встановлення регуляторів тиску води в системі водопостачання будинку. Супутнє зменшення витрат енергії на нагрівання води пропорційне скороченню витрат води. Таким чином, витрати енергії та палива на нагрівання води можна зменшити у 3 рази.

Крок 6. Капітальний ремонт та утеплення даху високих (4 м і більше) приміщень (спортивних залів, виставкових залів, тощо).

Втрати теплоти через покрівлю можуть становити до 20...30% від загальних втрат теплоти будинком. Величина втрат залежить від стану покрівлі, наявності теплової ізоляції в її конструкції та виду покрівлі. Переважна більшість побудованих за радянських часів будівель мають плоскі суміщені дахи невентильованої конструкції із розрахунковим опором теплопередачі не більше $R = 1,5 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$. З урахуванням зволоження конструкції, дійсна величина опору теплопередачі покрівель для наявних будівель ВНЗ оцінюється величинами $R = 0,8 - 1,2 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$, що майже у п'ять разів менше від сучасних нормативних вимог, які наведені у ДБН В.2.6-31: 2006 «Теплова ізоляція будівель».

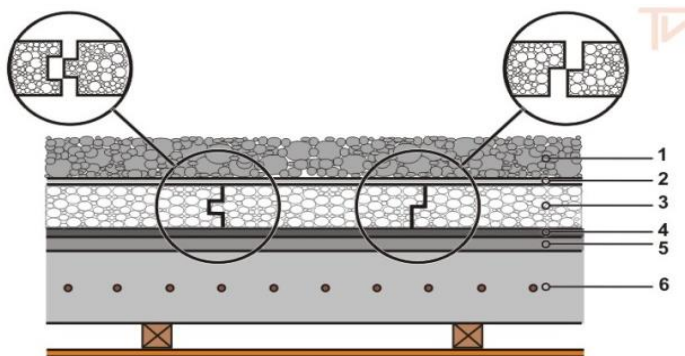


Рисунок 2.11 — Принципова схема улаштування сучасної інверсійної (зворотної) покрівлі:

- 1 – шар гравію товщиною 50 мм (може бути нанесений будь-який облицювальний матеріал); 2 – дренажний шар; 3 – плита утеплювача; 4 – гідроізоляційна мембрана; 5 – вирівнююча стяжка; 6 – плита покриття; 7 – анкерна кріплення утеплювача**

Підвищення теплозахисних характеристик покрівлі може здійснюватися за одним із сценаріїв:

1. Улаштування інверсійної покрівлі з використанням у якості утеплювачів пінополістирольних матеріалів. Принцип улаштування інверсійної покрівлі полягає в тому, що утеплювач, на відміну від традиційного засобу, розміщується не під гідроізоляційним шаром, а над його поверхнею (рис. 2.11). Такі покриття можна успішно використовувати як дахи-тераси для відпочинку людей та облаштування спортивних майданчиків.

Питома вартість покриття становить 5 000...15 000 грн на 1 м² покриття залежно від матеріалів, які будуть використані при реконструкції покрівлі.

2. Утеплення даху з використанням технології наплення пінополіуретану. Цей спосіб має такі переваги:

- немає необхідності в демонтажі старої покрівлі;
- не потрібно спеціальної підготовки поверхні даху, утеплення можна здійснювати навіть без демонтажу утеплювача та гідроізоляційного шару;
- пінополіуретан має високий показник адгезії до більшості будматеріалів;
- заповнює тріщини і дефекти і утворює рівне суцільне покриття.

Також особливістю технології наплення є можливість створити шар абсолютно будь-якої товщини покриття, що неможливо при використанні заводських утеплювачів.

Питома вартість покриття становить 1 500...2 000 грн на 1 м² покриття.



Рисунок 2.12 — Використання методу утеплення напленням пінополіуретаном:

а) при реконструкції плоских дахів; б) теплоізоляція покриття скатного даху

3. Метод теплоізоляції плитними утеплювачами з піноскла і пінополістирол бетону. Низька об'ємна вага (щільність 180 кг/м³), хороші теплотехнічні характеристики (коефіцієнт теплопроводності 0,048...0,06 Вт/м²) у поєднанні з жорсткістю і міцністю та незначним водонасиченням піноскла дозволяють його використати для теплоізоляції плоских дахів як нових будівель, так і тих, що підлягають реконструкції та теплореновації. Полістиролбетон – композитний матеріал, до складу якого входять: портландцемент та його різновиди, заповнювач (кварцовий пісок чи зола з ТЕЦ), пористий заповнювач у вигляді гранул спіненого полістиролу, а також модифіковані добавки (прискорювачі твердіння). Питома вартість покриття 1 200...2 000 грн за 1 м² покрівлі.

4. У випадках, коли теплоізолююча здатність плоского даху втрачена через значні пошкодження гідроізоляційного килиму, висока вологість і утеплювача (більше 2...3%), доцільне зведення скатного горищного даху. У громадських будівлях скатний дах із горищем можна використовувати для технічних приміщень за принципом «технічного поверху». Теплова ізоляція покриття здійснюється у такому разі шляхом розміщення утеплювача — мінеральної вати – на поверхні горищного покриття.

На рис. 2.13 представлено приклад такої реконструкції громадської будівлі з надбудовою одного поверху, що дає можливість підвищити економічну привабливість такої реконструкції. Питома вартість реконструкції покриття таким способом залежно від складності робіт та будівельних матеріалів становить 8 000...16 000 грн.

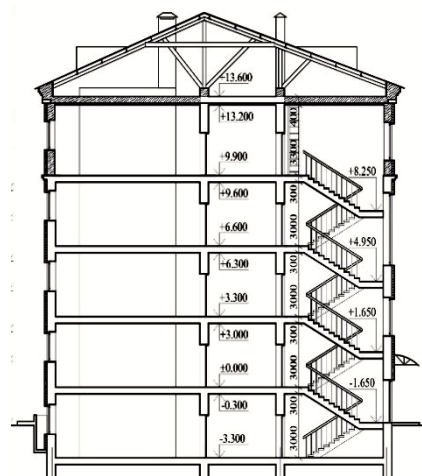


Рисунок 2.13 — Схема реконструкції покрівлі будівлі з надбудовою поверху і влаштуванням горищного даху



Рисунок 2.14 — Утеплення горища мінераловатними плитами

У разі наявності горищного покриття, утеплити верхнє перекрыття можливо шляхом улаштування утеплювача мінеральної вати безпосередньо на поверхні покриття із забезпеченням паро- та гідроізоляції (див. рис. 2.14). Необхідно також передбачити, у разі необхідності, ремонт покрівлі для унеможливлення зволоження мінеральної вати атмосферною вологою. Питома вартість заходів з утеплення буде складати 500...800 грн на 1 м² покриття.

Підвищення теплозахисту покрівель житлових і громадських будівель дає можливість скоротити річні втрати теплоти через покрівлю на величину 80...90 кВт·год за рік на 1 м² покриття за умови внутрішньої температури повітря +18 °С і зовнішньої середньої температури опалювального періоду +1...-1 °С.

Крок 7. Підвищення теплозахисту зовнішніх стін і світлопрозорих огорожень.

Через вікна втрачається близько 20...30% від загальних тепловтрат будівлі (більше число – для громадських будівель із великою часткою оскління — до 29% від загальної площі зовнішніх огорожень; менше число — для житлових будинків із часткою оскління 19...20% від загальної в площі вертикальних зовнішніх огорожень). Тому модернізація світлопрозорої оболонки будівлі є дуже актуальною, але, водночас, не таким простим завданням.

На практиці дуже часто відбувається заміна вікон без розгляду повітряного режиму приміщень. Мінімальна повітропроникність склопакетів дає можливість досягнути економії теплоти до 85% від тепловтрат старої конструкції вікна. Але необхідно пам'ятати, що будівлі створенні саме для формування комфортних умов перебування людини, і організація необхідної вентиляції помешкання є однією з таких умов. Особливо це актуально для дошкільних закладів, освітніх закладів і закладів охорони здоров'я, в яких примусові системи вентиляції виведені із ладу.

Так, наприклад, за умов використання повітронепроникних склопакетів у типовому класі навчального закладу (кількість учнів – 20 осіб, об'єм класу — 171 м³, виділення CO₂ від одного учня — 25 л/м³) із недостатнім повітрообміном уже протягом першої години встановиться небезпечно висока концентрація CO₂, а саме від 2,6 до 5,2 л/м³ повітря.

Згідно з даними «Енергоэффективные системы вентиляции для обеспечения качественного микроклимата помещений» // АВОК. – 2000. – №5. при збільшенні концентрації CO₂ більше за 900 ppm (0,09% об.) в учнів спостерігалися такі симптоми: запалення очей і слизистих оболонок, закладеність у носі, зменшення уваги, головний біль, втомлюваність, ознаки гіпертензії, зменшення показника рН у крові.

Мінімальні витрати вентиляційного повітря, які можуть забезпечити допустиму концентрацію CO₂ протягом першої години перебування учнів у непровітрюваному приміщенні, становлять близько 210 м³/год (близько 9 м³/год на одного учня), що відповідає кратності повітрообміну $K = 210/171 = 1,2$.

Згідно з даними лікарів-гігієністів, до приміщень висуваються такі вимоги щодо концентрації CO₂ у повітрі:

- низької якості – 2 000 ppm (0,2% = 2 л/м³);
- середньої якості – 1 100 ppm (0,11% = 1,1 л/м³);
- високої якості – < 900 ppm (0,09% = 0,9 л/м³).

Проблему невідповідності параметрів мікроклімату у приміщенні нормативам частково можна вирішити, періодично провітрюючи приміщення, проте в цьому випадку разом зі свіжим повітрям всередину потрапляє пил та вуличний шум. До того ж доводиться постійно відкривати і закривати вікно або квартиру. Тому при заміні вікон рекомендується відразу встановлювати повітропрівітрювачі. Даний прилад коштує 190...200 грн.

Як правило, провітрювач обладнаний регулятором витрат, який дозволяє змінювати інтенсивність та напрям припливного повітря.

Установка провітрювача вирішує питання припливної вентиляції та «абсолютної» герметизації приміщення, але при цьому енергетична ефективність встановлення конструкції буде складати 50% від тепловтрат старого вікна.

Таким чином, проблему втрат теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря і забезпечення нормованих параметрів мікроклімату можливо вирішити.

Скорочення трансмісійних втрат теплоти через вікна вирішується за рахунок застосування енергозберігаючих склопакетів із нормованою величиною коефіцієнту теплопередачі близько $1,33 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Досягти таких величин трансмісійних втрат можна за рахунок використання двокамерних склопакетів із максимально можливою відстанню між склом (16 мм), газозаповненням простору між склом і використанням енергозберігаючого покриття скла (рис. 2.15).

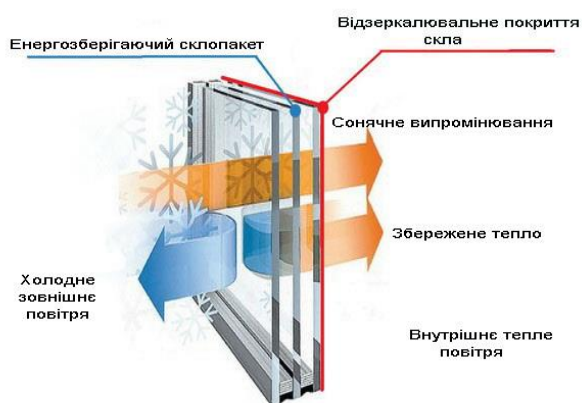


Рисунок 2.15 — Схема теплових потоків для енергозберігаючого заповнення

Енергоефективне вікно забезпечує проникність у приміщення сонячного випромінювання та пасивного опалення, необхідний повітрообмін, віддзеркалення та збереження радіаційної теплоти огорожувальних конструкцій у приміщенні та економію теплоти.

Питома вартість такого вікна становить 1600...1800 грн за 1 м^2 .

Економія енергії — близько $230 \text{ кВт}\cdot\text{год} / \text{м}^2$ поверхні вікна за опалювальний період ($0,197 \text{ Гкал}\cdot\text{год} / \text{м}^2$ вікна).

За відсутності таких інвестицій не слід забувати також і про те, що ретельне ущільнення наявних вікон у спарених або окремих дерев'яних плетіннях також може дати суттєвий енергозберігаючий ефект. Але для цього необхідно використовувати не канцелярський скотч, який ніякого ефекту дати не може, а ущільнювачі у вигляді шерстяного шнура або пористої резини, які можна придбати у господарських магазинах.

Досягнення зазначених у державних будівельних нормативах (ДБН) показників теплозахисту зовнішніх стін для районів України, які знаходяться в першій температурній зоні (Київська, Черкаська, Полтавська, Чернігівська, Харківська, Донецька, Луганська, Житомирська, Хмельницька, Рівненська обл.) є можливим за умови нанесення на зовнішні стіни теплоізоляційного матеріалу (пінополістиролу або мінеральної вати з коефіцієнтом теплопровідності близько $0,05 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$) товщиною близько 100...150 мм. Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін, який характеризує питому кількість теплоти, що повинна проходити через огороження, згідно з вимогами ДБН, має зменшитись у 3...3,5 рази порівняно

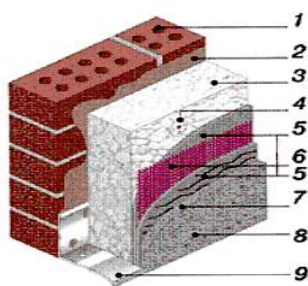
з наявними будівлями, збудованими до 1990 року. Не виключено, що міру по мірі здорожчання паливно-енергетичних ресурсів нормований показник коефіцієнту теплопередачі буде зменшуватись і надалі, що вимагатиме подальшого збільшення товщини утеплювача.

Виконання заходів із підвищення теплозахисту зовнішніх стін закладів освіти та охорони здоров'я можна проводити лише з використанням такого теплоізоляційного матеріалу як мінеральна вата (скловата), плити з кам'яної (базальтової) вати, ековата, піноскло. Зазначені теплоізоляційні матеріали мають подібні теплозахисні характеристики, але мінеральна вата має властивості, які вигідно відрізняють її від решти теплоізоляційних матеріалів.

До них відноситься таке: висока тепло- і звукоізоляція, вогнестійкість, негорючість, плити з мінеральної вати добре прикладаються до нерівних поверхонь, матеріал має високу паропроникність, що забезпечує швидке виведення вологи і просихання конструкції. Але вона має велику вагу (для утеплення фасадів за технологією скріпленої теплової ізоляції фасадів). Використовують плити зі щільністю не менше 145 або 160 кг/м³).

Метод скріпленої теплової ізоляції полягає у прикріпленні теплоізоляційних плит до стіни спеціальним клеєм і спеціальними дюбелями, захистом їхньої поверхні полімерцементними композиціями, армованою склосіткою і нанесенні шару декоративної штукатурки (див. рисунок 2.16). Плити монтуються так, щоб між ними практично не було проміжків. У результаті утворюється суцільна й рівномірна тепла оболонка без містків холоду.

Вартість 1 м² мінеральної вати для фасадного утеплення становить 140...150 грн. Загальна вартість робіт з урахуванням вартості матеріалів — близько 520...590 грн за м².



1. Будівельна основа (стіна)
2. Суміш для приклеювання плит
3. Утеплювач (товщина 100...150 мм),
4. Дюбель-зонтик
5. Клеєва суміш
6. Армуюча сітка зі склосіткою
7. Грунтовка
8. Декоративний шар
9. Цокольний профіль

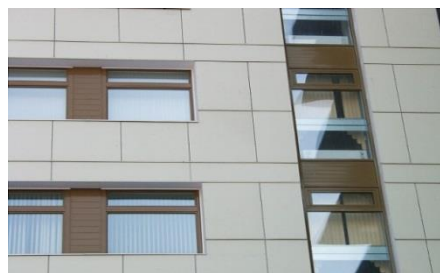
Рисунок 2.16 — Улаштування системи утеплення на основі метода скріпленої теплоізоляції

При використанні методу вентиляованих фасадів можливе використання мінераловатних плит щільністю 50...75 кг/м³. При такому методі облицювання фасаду будівлі між зовнішньою огорожувальною конструкцією і стіною будівлі є вентиляований повітряний прошарок. Загалом вентиляований фасад складається з конструкції кріплення захисного декоративного лицювання (металевого або алюмінієвого), утеплювача, вітрозахисної плівки, фасадного лицювання.

Принцип системи полягає в тому, що технологічний прошарок, що залишається між теплоізоляцією і облицюванням, забезпечує вільний рух повітря. Це дозволяє стіні постійно знаходитись в сухому стані, унеможлиблює утворення конденсату і вологи. Принципова схема улаштування вентиляованого фасаду наведена на рис. 2.17.



а)



б)

а – принципова схема: 1– стіна; 2 – плитний утеплювач; 3 – вітрозахисна плівка; 4 – металева підконструкція; 5 – анкерні кріплення теплоізоляції; 6 – повітряний прошарок; 7 – захисне декоративне лицювання; б – загальний вигляд утепленого фасаду з опорядженням із фіброцементних панелей

Рисунок 2.17 — Утеплення стін за методом «вентильованого фасаду»

Загальна вартість робіт за технологією вентильованих фасадів становить 900...1 300 грн за 1 м² стіни й суттєво залежить від виду облицювального матеріалу. Найбільш поширеними є алюмінієві композитні панелі, керамограніт, фіброцементні панелі, металевий сайдинг, вініловий фасадний сайдинг. Аналіз фізичних і екологічних характеристик утеплювальних матеріалів і технологій їхнього нанесення дає можливість зробити такі висновки щодо їхнього використання:

1. При виборі систем утеплення огорожувальних конструкцій повинні враховуватися всі шкідливі для здоров'я і безпеки людини й довкілля негативні властивості утеплювальних матеріалів.
2. Майже всі утеплювачі (за винятком піноскла) мають такі фізико-механічні характеристики, які протягом експлуатації знижують ефективність теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі.
3. Вплив негативних факторів і властивостей утеплювачів зі зниженням теплоізолюючих властивостей протягом багаторічної експлуатації в системах теплової ізоляції огорожувальних конструкцій повинен компенсуватися конструктивними засобами на етапі проектування.

Для міст, які розташовані у першій температурній зоні, виконання робіт із теплової ізоляції зовнішньої стіни поверхнею 1 м² дає можливість скоротити витрати теплоти на потреби опалення в житлових будинках, або громадських будівлях на 58 кВт год, або 0,049 Гкал протягом опалювального періоду на кожен 1 м² зовнішньої стіни. Визначення величин економії енергії та скорочення викидів парникових газів, які можуть бути досягнені у разі впровадження вищезазначених заходів, виконувалося для окремих груп громадських будівель за їхнім призначенням:

- загальноосвітньої школи;
- дошкільного навчального закладу;
- закладу охорони здоров'я.

Для визначення базового споживання енергії такими будинками було використано усереднені енергетичні характеристики будівель, які було отримано у ході досліджень для Європейського банку реконструкції та розвитку компанією Worley Parsons «Жилищный сектор Украины: правовые, регуляторные, институциональные, технические и финансовые аспекты», розрахунок тепловтрат будівель за КТМ 204 «Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових будівель та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні», витрати природного газу було розраховано відповідно до ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання». Розрахунки зведено у табличну форму, див. таблиці 2.6... 2.8.

Таблиця 2.6

Енергетичні витрати середньою загальноосвітньою школою м. Хмельницького

Стаття витрат	Одиниця виміру	Розрахунковий показник	Витрати енергії, МВт·год
Площа	м ²	5 020	-
Кількість відвідувачів	люд.	350	-
Опалення та вентиляція	Ккал/(м ³ ·град·рік)	0,39	548,53
ГВП	кВт·год/м ²	8,8	44,18
Освітлення	кВт·год/м ²	2,7	13,55
Газопостачання	м ³ /люд.	-	-
Усього			606,26

Таблиця 2.7

Енергетичні витрати дошкільним дитячим закладом м. Хмельницького

Стаття витрат	Одиниця виміру	Розрахунковий показник	Витрати енергії, МВт·год
Площа	м ²	2020	-
Кількість відвідувачів	люд.	100	-

Опалення та вентиляція	Ккал/(м ³ ·град·рік)	0,38	269,96
ГВП	кВт·год/м ²	34,7	70,09
Освітлення	кВт·год/м ²	2,1	4,24
Газопостачання	м ³ /люд.	-	-
Усього			344,29

Таблиця 2.8

Енергетичні витрати закладом охорони здоров'я м. Хмельницького

Стаття витрат	Одиниця виміру	Розрахунковий показник	Витрати енергії, МВт·год
Площа	м ²	4000	-
Кількість відвідувачів	люд.	600	-
Опалення та вентиляція	Ккал/(м ³ ·град·рік)	0,4	448,29
ГВП	кВт·год/м ²	65	260,00
Освітлення	кВт·год/м ²	4,6	18,40
Газопостачання	м ³ /люд.	94,11	558,19
Всього			1284,88

Розрахунки скорочення витрат енергії та відповідного зменшення викидів парникових газів наведено в табличній формі (див. табл. 2.9)

Таблиця 2.9

Розрахункова таблиця по характерних будівлях бюджетної сфери м. Хмельницького

Назва показника	Од. виміру	Вид будівлі, поверховість		
		Школа	ДНЗ	Лікарня
Річні витрати енергії, у т.ч.:		606,26	344,29	1284,88
на опалення і вентиляцію	МВт·год	548,53	269,96	448,29
на гаряче водопостачання		44,18	70,09	260,00
на освітлення		13,55	4,24	18,40
на газопостачання		-	-	558,19
Скорочення витрат енергії при впровадженні заходів з енергоефективності, усього у т.ч:			345,12	184,35
Скорочення витрат енергії від базового рівня	%	57%	54%	27%
Крок №1. Встановлення місцевого регулювання відпуску теплоти до будівель у вигляді автоматизованих теплових індивідуальних пунктів із погодним регулюванням	МВт·год	71,31	35,09	58,28
Крок №2. Модернізація вхідної групи будівлі (заміна дверей, встановлення доводчиків, реконструкція тамбурів, встановлення теплових завіс)		8,23	4,05	6,72
Крок №3. Теплова ізоляція трубопроводів, які прокладені у підвалах та на горищі; встановлення тепловідбивних екранів за опалювальними приладами		27,43	13,50	22,41
Крок №4. Гідравлічне налаштування системи опалення (установка терморегуляторів на опалювальні прилади або групу приладів)		43,88	21,60	35,86
Крок №5. Зменшення витрат води шляхом встановлення аераторів на водопровідні крани та обмежувачів на зливні бачки		13,25	21,03	78,00
Крок №6. Капітальний ремонт та утеплення даху високих (4 м і більше) приміщень (спортивних залів, виставкових залів, тощо)		71,31	35,09	58,28
Крок №7. Підвищення теплозахисту зовнішніх стін		109,71	53,99	89,66
Загальне скорочення викидів CO₂, усього, у т.ч.:	т	99,0	52,9	100,2

Назва показника	Од. виміру	Вид будівлі, поверховість		
		Школа	ДНЗ	Лікарня
Крок №1. Встановлення місцевого регулювання відпуску теплоти до будівель у вигляді автоматизованих теплових індивідуальних пунктів із погодним регулюванням	т	20,5	10,1	16,7
Крок №2. Модернізація вхідної групи будівлі (заміна дверей, встановлення доводчиків, реконструкція тамбурів, встановлення теплових завіс)		2,4	1,2	1,9
Крок №3. Теплова ізоляція трубопроводів, які прокладені в підвалах і на горищі; встановлення тепловідбивних екранів за опалювальними приладами		7,9	3,9	6,4
Крок №4. Гідравлічне налаштування системи опалення (установка терморегуляторів на опалювальні прилади або групу приладів)		12,6	6,2	10,3
Крок №5. Зменшення витрат води шляхом встановлення аераторів на водопровідні крани та обмежувачів на зливні бачки		3,8	6,0	22,4
Крок № 6. Капітальний ремонт та утеплення даху високих (4 м і більше) приміщень (спортивних залів, виставкових залів, тощо)		20,5	10,1	16,7
Крок №7. Підвищення теплозахисту зовнішніх стін і світлопрозорих огорожень		31,5	15,5	25,7
Загальні інвестиції для впровадження заходів, у т.ч.:	тис. грн	4571	2483	3612
Крок №1. Встановлення місцевого регулювання відпуску теплоти до будівель у вигляді автоматизованих теплових індивідуальних пунктів із погодним регулюванням	тис. грн	220	180	176
Крок №2. Модернізація вхідної групи будівлі (заміна дверей, встановлення доводчиків, реконструкція тамбурів, встановлення теплових завіс)		25	13	16
Крок №3. Теплова ізоляція трубопроводів, які прокладені в підвалах та на горищі; встановлення тепловідбивних екранів за опалювальними приладами		120	65	87
Крок №4. Гідравлічне налаштування системи опалення (установка терморегуляторів на опалювальні прилади або групу приладів).		320	210	130
Крок №5. Зменшення витрат води шляхом встановлення аераторів на водопровідні крани та обмежувачів на зливні бачки.		16	25	28
Крок № 6. Капітальний ремонт та утеплення даху високих (4 м і більше) приміщень (спортивних залів, виставкових залів, тощо).		370	190	75
Крок №7. Підвищення теплозахисту зовнішніх стін і світлопрозорих огорожень.		3500	1800	3100
Річне скорочення витрат палива	м³	34801,5	18590,1	35214,7

Запропонований такий підхід до підвищення енергоефективності у секторі бюджетних будівель.

До першого пакету входять заходи зі встановлення місцевого регулювання відпуску теплоти до будівель у вигляді автоматизованих теплових індивідуальних пунктів із погодним регулюванням (крок 1) і тепла ізоляція трубопроводів, які прокладені у підвалах та на горищі; встановлення тепловідбивних екранів за опалювальними приладами (крок 3).

До другого пакету входить захід із гідравлічного налаштування системи опалення (крок 4).

До третього пакету — маловитратні заходи (крок 2, крок 5).

Та до четвертого пакету — заходи з термомодернізації огорожувальних конструкцій будинку (крок 6, крок 7).

Підвищення енергоефективності в секторі громадських будівель розглядається як особлива міська програма, що передбачає поетапну реалізацію енергоефективних заходів пакетами. Такий підхід дозволяє досягти максимально можливого ефекту від реалізації енергоефективних заходів у короткий термін з урахуванням мінімізації витрат бюджетних коштів. До того ж, фінансові показники перших трьох пакетів енергоефективних заходів дозволяють привабити кредитні кошти навіть вітчизняних комерційних банків, якщо таке рішення буде прийнято.

Управліннями культури та туризму, молоді та спорту й освіти міста Хмельницького задекларовано першочергову необхідність проведення повної термомодернізації (виконання заходів енергозбереження за всіма трьома пакетами):

1. Хмельницької дитячої школи образотворчого та декоративно-прикладного мистецтва по вул. Проскурівська, 67 та 60/1. На даному етапі розроблена проектно-кошторисна документація.

2. Хмельницької дитячо-юнацької спортивної школи №3. На даному етапі проведено власними силами технічне обстеження.

3. Навчально-виховного комплексу №2. На даному етапі проведений енергетичний аудит (у 2011 році).

4. Загальноосвітньої школи №14. На даному етапі проведений енергетичний аудит (у 2011 році).

5. Дошкільного навчального закладу №54 «Пізнайко». На даному етапі проведений енергетичний аудит (у 2011 році).

6. Дошкільного навчального закладу №29 «Ранкова зірка». На даному етапі проведений енергетичний аудит (у 2011 році).

7. Дошкільного навчального закладу №26 «Кульбабка». На даному етапі проведений енергетичний аудит (у 2011 році).

Зведена таблиця з реалізації енергоефективних заходів у секторі громадських будівель наведена у табл. 2.10.

Зведена таблиця з реалізації енергоефективних заходів у секторі громадських будівель

Короткий опис заходу	Інвестиції, тис. грн	Ефективність заходу					Зменшен- ня викидів CO ₂ , т	% скоро- чення CO ₂ від базово- го рівня	Річна економія, тис. грн
		Скорочення витрат бензину, т	Скорочення витрат зрідженого газу, т	Скорочення витрат ТЕ, МВт·год	Скорочення витрат газу, тис. м ³	Скорочення витрат ЕЕ, МВт·год			
Базовий рівень викидів CO₂ (2010 рік)							927 495		
Заклади ЗНЗ та СНЗ (30 одиниць), 1 пакет	10200			3 949,44			1 133,5	0,12	5537
Заклади ЗНЗ та СНЗ (30 одиниць), 2 пакет	9600			1 755,31			236,1	0,03	2461
Заклади ЗНЗ та СНЗ (30 одиниць), 3 пакет	1230			859,23			161,3	0,02	1205
Заклади ЗНЗ (15 одиниць), 4 пакет	58050			4 525,40			826,5	0,09	6344
Заклади ДЗ (40 одиниць), 1 пакет	9800			1 457,76			371,9	0,04	2044
Заклади ДЗ (40 одиниць), 2 пакет	8400			647,90			155,0	0,02	908
Заклади ДЗ (40 одиниць), 3 пакет	1520			752,33			272,4	0,03	1055
Заклади ДЗ (25 одиниць), 4 пакет	49750			1336,28			677,9	0,07	1873
Заклади охорони здоров'я (20 одиниць), 1 пакет	5260			1613,83			308,8	0,03	2262
Заклади охорони здоров'я (20 одиниць), 2 пакет	2600			717,26			128,7	0,02	1006
Заклади охорони здоров'я (20 одиниць), 3 пакет	880			1694,49			473,5	0,05	2376
Заклади охорони здоров'я (20 одиниць), 4 пакет	63500			2958,68			1157,9	0,12	4148
Реалізовані заходи (встановлення енергозберігаючих вікон)	0			3945,50			1132,4	0,12	5531
Усього досягнутий ефект за сектором	220790			22268			5903	0,64	31218
Усього досягнутий ефект за сектором з урахуванням реалізованих	220 790	0	0	26 213	0	0	7 035,8	0,76	36 750

Таким чином, за умови реалізації усіх заходів у секторі громадських будівель, можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **5 903т/рік**, або на **0,64%** від базового рівня.

3 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Пакет пропозицій для МКП «Хмельницькводоканал»

У цьому розділі надано інформацію про проектні пропозиції у секторі «Водопостачання і водовідведення», які заплановані до реалізації у рамках виконання ПДСЕР м. Хмельницького на 2016...2025 роки.

Узагальнюючі результати впровадження проектів чистої енергії підприємством «Хмельницькводоканал» наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Ефективність впровадження заходів з чистої енергії МКП «Хмельницькводоканал» у 2016-2020 роках.

№ з/п	Назва проектних пропозицій (ПП)	Скорочення викидів CO ₂ , т	Інвестиції, млн. грн	Економічний ефект млн. грн	Зменшення витрат електроенергії, МВт·год	Зменшення витрат теплоти, МВт·год	Потреба у додатковому біопаливі, тис. т
1	Водопостачання (1 ПП)	301,58	0,92	0,45	259,98		
2	Каналізація (5 ПП)	2471,62	4,63	3,66	2130,79		
	Разом	2773,2	5,55	4,11	23090,77		

Оптимізація підземних свердловинних водозаборів із застосуванням сучасних комп'ютерно-гідралічних моделей (КГМ). Для досягнення більш ефективних результатів по зниженню енергоспоживання необхідно провести оптимізацію підземних свердловинних водозаборів у системі водопостачання із застосуванням сучасних комп'ютерно-гідралічних моделей.

Інструментарій для гідралічного моделювання. Багатофункціональне і точне гідралічне моделювання є передумовою для визначення ефективного енергоспоживання та оптимальних гідралічних умов роботи свердловинного водозабору.

EPANET має сучасний механізм проведення гідралічного аналізу, який надає такі можливості:

- не встановлює ліміт розмірів мережі, яка аналізується;
- розраховує втрати напору з використанням коефіцієнтів тертя будь-якого з рівнянь: Хезен-Вільямса, Дарсі-Вейсбаха або Шезі-Маннінга;
- розраховує місцеві втрати напору для колін, запірної арматури, і т.п.;
- моделює насоси без регулювання швидкості обертів або зі зміною швидкістю обертів;
- розраховує кількість електроенергії, яка споживається на перекачування води та її вартість;
- моделює різні типи засувки, а саме: запірні засувки, зворотні клапани, засувки, які зменшують тиск, і засувки, які регулюють витрати;
- моделює резервуари будь-якої конструкції;
- розглядає різноманітні категорії вузлових витрат з їхніми власними графіками коливань у часі;
- моделює залежність тиску від витрати, що надходить з емітером (витоку);
- може розрахувати роботу системи як за рівнем води в резервуарі, так і з управлінням арматурою на мережі за часом і засобом управління.

Введення інформації у програмі EPANET. При використанні EPANET для моделювання водозабору з мережею трубопроводів виконується така послідовність кроків:

- створення та опис розподільчої системи водоводів;

- складання характеристики об'єктів (свердловин);
- створення способів управління системою;
- створення набору опцій аналізу;
- запуск на гідравлічний розрахунок;
- перегляд результатів розрахунку (калібровка);
- друк звітів.

Гідравлічне моделювання водозаборів. Для моделювання роботи водозаборів необхідно провести технологічні дослідження.

Об'єкти дослідження: свердловини, водовідвідні мережі від свердловин, збірні водоводи, резервуари.

Цілі дослідження: створення гідравлічної моделі роботи водозаборів і визначення їхньої енергоефективності.

При проведенні польових робіт необхідно виміряти:

- витрату води та тиск на свердловинах;
- електричні параметри роботи електродвигунів (силу струму, напругу);
- тиск на збірних водоводах і рівні води в резервуарах.

Оцінка. Втрати напору у відповідних мережах і збірних водогонях необхідні для визначення висоти підйому насосів.

Моделюючи режими подачі води насосами, можна визначити достатність акумулюючих ємностей резервуарів при насосних станціях II підйому.

Робота зі створення гідравлічної моделі для кожного водозабору складається з таких етапів:

- створення схеми розташування свердловин;
- визначення необхідної кількості води і виявлення режиму водоспоживання;
- проектування режиму подачі води насосами у збірні водоводи, визначення ємності резервуарів при насосній станції II підйому;
- проектування схеми мережі та водоводів із визначенням довжини розрахункових ділянок; складання розрахункової схеми відбору води з мережі;
- облік матеріалу труб, їхньої конструкції та з'єднання з урахуванням тиску води у трубах, корозійності води та інших місцевих умов;
- вибір коефіцієнта опору руху води у трубах з урахуванням їхньої довготривалої експлуатації; визначення втрат напору для подолання опорів руху води;
- вибір економічних діаметрів труб.

Моделювання наявної роботи водозаборів.

Сценарій 1. Розрахункова схема водозабору (наявний стан).

За результатами розрахунків будуть представлені схеми, що відобразатимуть тиск у вузлах і витрати по ділянках труб.

Перелік схем, таблиць і графіків:

- схема маркування вузлів;
- схема маркування ділянок труб;
- розрахункова схема витрат по ділянках труб;
- розрахункова схема тисків у вузлах;
- таблиця розрахункових даних по трубах: довжина, діаметр, витрата, швидкість, втрати напору;
- таблиця розрахункових даних по вузлах: відмітка, витрата, п'єзометр, напір;
- діаграма тисків від крайньої свердловини до резервуара;
- графік споживання електроенергії свердловинами;
- графік питомого енергоспоживання;

- графік вартості електроенергії;
- зведена таблиця показників витрати електроенергії по свердловинах.

Моделювання проекрованої роботи водозаборів.

Сценарій 2. Розрахункова проектована схема водозабору (нові насоси).

Для створення проекрованої моделі схеми водозабору будуть проведені технічні та гідрогеологічні розрахунки з метою визначення найбільш ефективних свердловин.

За результатами розрахунків буде створена нова модель роботи кожного водозабору.

Перелік схем, таблиць і графіків:

- схема маркування вузлів;
- схема маркування ділянок труб;
- розрахункова схема витрат по ділянках труб;
- розрахункова схема тисків у вузлах;
- таблиця розрахункових даних по трубах: довжина, діаметр, витрата, швидкість, втрати напорі;
- таблиця розрахункових даних по вузлах: відмітка, витрата, п'єзометр, напір;
- діаграма тиску від крайньої свердловини до резервуарів;
- графік споживання електроенергії свердловинами;
- графік питомого енергоспоживання;
- графік вартості електроенергії;
- зведена таблиця показників витрати електроенергії по свердловинах.

Проектним рішенням на основі КГМ пропонується:

1. Оптимізувати систему водозаборів з гідравлічної точки зору, із доведенням ККД насосних агрегатів до 75% і питомого енергоспоживання — до оптимального.
2. Підібрати високоефективні насоси.
3. Відключення низькодебітних і гідравлічно неефективних свердловин.
4. Впровадження технологічного регламенту роботи водозаборів.
5. Впровадження автоматизації та диспетчеризації усіх свердловин у системі водозаборів.

3.1 ВОДОПОСТАЧАННЯ. ОПИС ПРОЕКТНИХ ПРОПОЗИЦІЙ

Рекомендації для розробки інвестиційних проектів у системі водопостачання.

1. Для розробки інвестиційних проектів необхідно провести технологічні дослідження і виміри основних параметрів насосних агрегатів протягом доби (Q , H , U , A , споживана електроенергія).
2. Для досягнення більш ефективних результатів по зниженню енергоспоживання необхідно провести оптимізацію підземних свердловинних водозаборів у системі водопостачання із застосуванням сучасних комп'ютерно-гідравлічних моделей.
3. При підборі нових насосів необхідно відстежити 4 параметри, а саме:
 - подача (Q , $m^3/год$);
 - напір (H , m);
 - ККД насоса на середині кривої $Q-H$;
 - $NPSH$, m

Після вищевказаних кроків можливо визначити оптимальне число свердловин в системі і підібрати високоефективний, надійний і довговічний насос.

Проектна пропозиція 3.1.1 Реконструкція трьох артезіанських свердловин на ВНС-10 Чернелівського водозабору

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Експлуатація водозабору почалася в 1980 році. Водозабір розташований у північно-східному напрямку на віддалі 34 км від міста, потужністю 105 тис. м³/добу, має у складі 20 свердловин, 2 резервуари чистої води ємністю по 2,0 тис. м³ та водопровідну насосну станцію II-го підйому — ВНС-10.

Середньорічний добовий водовідбір складає 20 017,9 тис. м³/добу.

Водоканал пропонує замінити насосне обладнання тільки на трьох свердловинах, а саме №1, 2 і 2а.

Технічна характеристика працюючих трьох свердловин водозабору «Чернелівський» наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Технічна характеристика працюючих трьох свердловин

№ свердловини	Глибина, м	Статичний рівень, (м)	Динамічний рівень, (м)	Дебіт, (м ³ /год)	Характеристика встановленого обладнання				Експлуатаційна характеристика встановленого обладнання						
					Марка насоса	Подача, (м ³ /год)	Напір, м	Потужність насоса, кВт	Навантаження, (А)	Сложена потужність, (МВт·год)	Наявна подача, (м ³ /год)	Наявна подача, (м ³ /добу)	Тиск, (кгс/см ²)	Питоме енергоспоживання (Вт·год/м ³)	ККД
1	41,5	6,0	15,0	250	GAB 4.01.12	240	28	37	66	36	197	4723	1,2	12,71	0,43
2	41,5	6,0	15,0	240	GAB 4.01.12	240	28	37	66	36	197	4723	1,2	12,71	0,43
2а	55	6,0	15,0	240	WILO SPU10-180-1	198	33	30	66	29	162	3897	1,1	6,89	0,44

Основні дані по свердловинах, які підлягають модернізації:

- сумарне енергоспоживання — 737,30 МВт·год в рік,
- сумарна подача води — 4058,88 тис. м³/рік
- середньодобова (середня по році) подача води — 2598 м³/добу
- середнє питоме енергоспоживання — 10,77 Вт·год/м³/м
- середній ККД — 0,43 (43%)
- оптимальне питоме енергоспоживання — **4,0-4,5 Вт·год/м³/м**

Короткий аналіз. Водозабір енерговитратний, по свердловинам питоме енергоспоживання перевищує майже в 1,3 рази.

Коефіцієнт корисної дії наявних глибинних насосів дуже низький.

Проектом передбачається забезпечення засобами обліку, безаварійної подачі води та зменшення витрат енергоресурсів, а саме:

- заміна на свердловині №1, 2, 2а наявних насосних агрегатів на нові енергоефективні насоси з питомим енергоспоживанням 4,2 Вт·год/м³/м;
- заміна запірної арматури та зворотного клапану;
- заміна водопідйомної труби;
- встановлення лічильника води контактним пристроєм;
- встановлення манометра з контактним пристроєм;
- встановлення датчиків за контролем динамічного рівня;
- встановлення шафи керування із приладом плавного пуску.
- встановлення глибинних насосів з питомим енергоспоживанням 4, Вт·год/м³/м.

Робота насосного обладнання передбачена в автоматичному режимі за допомогою датчиків тиску та лічильників на насосі та реєстраторів динамічного рівня води у свердловині та приладом плавного пуску.

Розрахунки/обґрунтування

Подача води трьома свердловинами — 2845,684 тис. м³/рік;

Витрата електроенергії трьома наявними насосами — 341,482 МВт·год за рік;

Середнє питоме енергоспоживання після технічного переоснащення становитиме 4,2 Вт·год./м³/м.

Очікувана витрата електроенергії від нових насосів становитиме при напорі:

$$4058,88 \cdot 28 \cdot 4,2 / 1000 = 477,32 \text{ МВт}\cdot\text{год за рік};$$

Ефект та наслідки. Вартість впровадження проекту (три свердловини), згідно з експертним висновком, становить 923,778 тис. грн, в тому числі БМР – 184,756 тис. грн.

Зменшуються до мінімуму експлуатаційні витрати по водозабору.

Економія електроенергії за рік становитиме:

$$737,3 - 477,32 = 259,98 \text{ МВт}\cdot\text{год/рік}$$

Очікуваний економічний ефект при впровадженні проекту становитиме:

$$C_m = 259,98 \cdot 1,7166 = 446,27 \text{ тис. грн з ПДВ},$$

де 1,7166 грн/ МВт·год — тариф на електроенергію з ПДВ з 01.04.2015 р. по 31.08.2015 р..

Термін окупності проекту: $T = 923,778 / 446,27 = 2,07$ років.

Загальні припущення — річна економія витрат становитиме 0,002% від загальних витрат підприємства на енергоресурси. Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.:	259,98
Природного газу, тис. м ³	
Електроенергії, МВт·год	
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	923,778
Річна економія, тис. грн	446,27
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн	376
Окупність, рр.	3
NPV, тис. грн	855
IRR, %	41
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	301,58
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

3.2 ВОДОВІДВЕДЕННЯ. ОПИС ПРОЕКТНИХ ПРОПОЗИЦІЙ

Рекомендації для розробки інвестиційних проектів по каналізаційним насосним станціям.

А. Для розробки детальних інвестиційних проектів (стадія РП або РД) необхідно провести технологічні дослідження та виміри основних параметрів насосних агрегатів протягом доби (Q , H , U , A , споживана електроенергія);

Б. При підборі нових каналізаційних насосів слід врахувати такі параметри:

1. Фізико-хімічні властивості перекачуваних стоків: температуру, густину (кг/м^3) та в'язкість ($\text{м}^2/\text{сек}$).
2. Механічні властивості стоків: вміст завислих речовин (об'ємна концентрація), вміст механічних домішок та їхній розмір, абразивність стоків, вміст твердих включень.

А також визначити:

3. Добову витрату стоків ($Q_{\text{доб.}}$), максимальну і мінімальну годинну витрату стоків (q_{max} ; q_{min}) та коефіцієнт годинної нерівномірності.
4. Тиск на рівні осі насосу (H), м.
5. Максимальний ККД.
6. Оптимальне NPSH, м.
7. Технічні параметри приймального резервуару: об'єм, муловий рівень, мінімальний і максимальний рівень стоків.
8. Технічні параметри решіток.
9. Діаметр і довжину напірних трубопроводів (для визначення незамулених швидкостей) та діаметр і довжину всмоктуючих трубопроводів (для визначення NPSH).

Після вищевказаних кроків можливо підібрати високоефективний, надійний і довговічний насос.

Проектна пропозиція 3.1.2 Реконструкція КНС-2 по вул. Паркова, 64.

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Головна мета проекту — забезпечення безперебійного надання послуг із водовідведення, впровадження енергозберігаючих технологій, впровадження технологічного обліку стічної води, що перекачується насосною станцією, підвищення ефективності роботи насосного обладнання, зменшення чисельності обслуговуючого персоналу.

КНС-2 експлуатується з 1985 року. Вона обслуговує житлові масиви на правому березі Південного Бугу. У басейн каналізування КНС-2 входять КНС-4, 8, 13, 14, 16, 20 і 22. Стічні води надходять на станцію по самопливному колектору діаметром 1000 мм і перекачуються в головний колектор лівобережної частини міста.

Основна характеристика КНС-2: проектна продуктивність до 40 тис. м^3 на добу; насосна станція суміщеного типу — прийомне відділення стоків і машинний зал; діаметр колектора, що підводить, становить 1000 мм; прийомне відділення стоків складається з резервуара об'ємом 250 м^3 іграбельного відділення; глибина машинного залу 9,0 м; у машинному залі встановлено п'ять насосів; діаметр напірних трубопроводів $2 \cdot 600 \text{ мм}$.

У насосній станції встановлено п'ять насосних агрегатів (два робочих, три резервних): один насос СД800/32а з параметрами $Q = 800 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=32 \text{ м}$, $NPSH = 6 \text{ м}$, ККД 66%, $n = 960 \text{ об/хв}$, $P_{\text{двиг.}}=160 \text{ кВт}$; два насоса СД800/32б з параметрами $Q = 580 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=22,5 \text{ м}$, $NPSH = 6 \text{ м}$, ККД 66%, $n = 960 \text{ об/хв.}$, $P_{\text{двиг.}}=110 \text{ кВт}$; і два насоса С2СМ250-200-400/6 із параметрами $Q = 530 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=22 \text{ м}$, $NPSH = 5 \text{ м}$, ККД 72%, $n = 960 \text{ об/хв.}$, $P_{\text{двиг.}}=75 \text{ кВт}$.

Насоси не відповідають гідравлічним потребам системи, а тому є високо енергозатратними.

У 2014 році насосна станція в середньому перекачувала 3592,0 тис. м³ в рік або 15 700 м³/добу (витрата максимальнодобова).

Для зменшення споживання електроенергії планується встановити три нових насоси з урахуванням нічного припливу стічних вод. Наявні два насоси СД800/32 і СД800/326 не демонтуються та будуть забезпечувати відкачку аварійного припливу стічних вод.

Проектом передбачається:

- встановити три нових насосних агрегати з характеристикою: Q = 218 м³/год, Н = 16 м, NPSH= не менш 3,5 м, ККД = 75%, потужність електродвигуна Р = 18 кВт оптимальною питомою витратою електроенергії — 4,1 Вт·год /м³/м, а також пристрої плавного пуску для кожного насоса;
- демонтаж зворотного клапану та засувки з боку напору з ділянками трубопроводів та фасонних частин;
- виготовлення фундаменту під габарити нового насосу;
- установка нових зворотних клапанів та засувок та інших приладів, включаючи витратомір;
- виконання опорних конструкцій для запроєктованих трубопроводів;
- підключення нового насосу до наявної гребінки;
- підключення насосних агрегатів до електричних мереж;
- встановлення для кожного насоса пристрою плавного пуску.

Перед розробкою проектної документації необхідно провести технологічні виміри режиму роботи КНС-2 протягом доби з погодинною фіксацією, а саме: витрату стоків, що перекачуються, напір (статичний і динамічний), температуру стоків, силу струму та напругу на електродвигунах, витрату електроенергії.

Розрахунки/обґрунтування. Наявна ситуація — основні показники роботи КНС №2 за 2014 рік:

- загальна кількість стоків, які були перекачані насосною станцією — 3592,0 тис. м³/рік;
- спожито електроенергії — 337,4 МВт·год/рік;
- питоме енергоспоживання – 5,87 Вт·год/м³/м;
- ККД наявних насосів — 0,6;

Очікувана витрата електроенергії при перекачуванні стоків переоснащеною КНС №2, при оптимальній питомій витраті електроенергії — 4,1 Вт·год/м³/м, становитиме:

$$N = 3592 \cdot 16 \cdot 4,1 / 1000 = 235,635 \text{ МВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

Ефект і наслідки. Вартість впровадження проекту, згідно з експертним висновком, становить 1 080,0 тис. грн, у тому числі БМР — 162,0 тис. грн.

Зменшуються до мінімуму експлуатаційні витрати КНС №2.

Економія електроенергії за рік становитиме:

$$337,404 - 235,635 = 101,769 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} \text{ (101,769 МВт}\cdot\text{год}/\text{рік)}$$

Очікуваний економічний ефект від впровадження:

$$C_m = 101,769 \text{ м} \cdot 1,7166 = 174,70 \text{ тис. грн за рік із ПДВ},$$

де 1,7166 грн/кВт·год — тариф на електроенергію з ПДВ з 01.04.2015 р. по 31.08.2015 р.

$$\text{Термін окупності проекту: } T = 1080,0 / 174,70 = 6,2 \text{ року}$$

Загальні припущення — річна економія витрат становитиме 0,8% від загальних витрат підприємства на енергоресурси. Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4

Показник	Значення
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, МВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	101,77
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	1080,0
Річна економія, тис. грн	174,70
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн	147
Окупність, рр.	8
NPV, тис. грн	-384
IRR, %	10
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	118,08
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 3.1.3 Реконструкція КНС-7 по вул. Шевченка, 66.

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Головна мета проекту — забезпечення безперебійного надання послуг із водовідведення, упровадження енергозберігаючих технологій, упровадження технологічного обліку стічної води, що перекачується насосною станцією, підвищення ефективності роботи насосного обладнання, зменшення чисельності обслуговуючого персоналу.

КНС-7 експлуатується з 1966 року. Вона обслуговує житлову забудову на правому березі Південного Бугу. КНС-7 перекачує стоки в басейн каналізування КНС-10. Стічні води надходять на станцію по самопливному колектору діаметром 300 мм і вже КНС-10 перекачується в головний колектор лівобережної частини міста.

Основна характеристика КНС-7: проектна продуктивність до 4,0 тис. м³ на добу; насосна станція суміщеного типу — прийомне відділення стоків і машинний зал; діаметр колектора, що підводить — 300 мм; прийомне відділення стоків складається з резервуара об'ємом 35 м³ іграбельного відділення; глибина машинного зала 5,7 м; у машинному залі встановлено два насоса; діаметр напорного трубопровода — 200 мм.

У насосній станції встановлено два насосних агрегата (один робочий, один резервний) 4НФ із параметрами $Q = 180 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=23 \text{ м}$, $NPSH = 5 \text{ м}$, $\text{ККД} 56\%$, $n = 1450 \text{ об/хв}$, $P_{\text{двиг.}} = 20 \text{ кВт}$.

Насоси не відповідають гідравлічним потребам системи, а тому є високо енергозатратними.

У 2014 році насосна станція в середньому перекачувала 287,0 тис. м³ у рік або 2 600 м³/добу (витрата максимальнодобова).

Для зменшення споживання електроенергії планується встановити три нових насоси з урахуванням нічного припливу стічних вод. Наявні два насоси демонтуються.

Проектом передбачається:

- встановити два нових насосних агрегати з характеристикою: $Q = 55 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 20 \text{ м}$, $NPSH = \text{не менш } 3,5 \text{ м}$, $\text{ККД} = 75\%$, потужністю електродвигуна $P = 6,0 \text{ кВт}$ з оптимальною питомою витратою електроенергії — 4,1 Вт·год/м³/м, а також пристрої плавного пуску для кожного насоса;
- демонтаж зворотного клапану та засувки з боку напору з ділянками трубопроводів та фасонних частин;
- виготовлення фундаменту під габарити нового насосу;
- установка нових зворотних клапанів та засувок й інших приладів, включаючи витратомір;

- виконання опорних конструкцій для запроєктованих трубопроводів;
- підключення нового насосу до наявної гребінки;
- підключення насосних агрегатів до електричних мереж;
- встановлення для кожного насоса пристрою плавного пуску.

Перед розробкою проектної документації необхідно провести технологічні виміри режиму роботи КНС-7 протягом доби, з погодинною фіксацією, а саме: витрату стоків, що перекачуються, напір (статичний і динамічний), температуру стоків, силу струму і напругу на електродвигунах, витрату електроенергії.

Розрахунки/обґрунтування. Наявна ситуація — основні показники роботи КНС №7 за 2014 рік:

- загальна кількість стоків, які були перекачані насосною станцією — 287,0 тис. м³/рік;
- спожито електроенергії — 158,167МВт·год/рік;
- питома енергоспоживання — 0,45;

Очікувана витрата електроенергії при перекачуванні стоків переоснащеною КНС №7 при оптимальній питомій витраті електроенергії 4,1 Вт·год./м³/м становитиме:

$$N = 287 \cdot 20 \cdot 4,1 / 1000 = 23,534 \text{ МВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Ефект та наслідки. Вартість впровадження проекту, згідно з експертним висновком, становить 840,0 тис. грн, у тому числі БМР — 117,6 тис. грн.

Зменшуються до мінімуму експлуатаційні витрати КНС №7.

Економія електроенергії за рік становитиме:

$$158,167 - 23,534 = 134,633 \text{ тис. кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \text{ (134,633 МВт} \cdot \text{год} / \text{рік)}$$

Очікуваний економічний ефект від упровадження:

$$C = 134,633 \cdot 1,7166 = 231,11 \text{ тис. грн за рік з ПДВ.}$$

де 1,7166 грн/кВт·год — тариф на електроенергію з ПДВ з 01.04.2015 р. по 31.08.2015 р..

Термін окупності проекту: $T = 840 / 231,11 = 3,6$ року.

Загальні припущення — річна економія витрат становитиме 1,05% від загальних витрат підприємства на енергоресурси. Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.:	134,63
Природного газу, тис. м ³	
Електроенергії, МВт· год	
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	840,0
Річна економія, тис. грн	231,11
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн	195
Окупність, рр.	5
NPV, тис. грн	81
IRR, %	22
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	156,17
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 3.1.4 Реконструкція КНС-11 по вул.Північна, 109/1.

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Головна мета проекту — забезпечення безперебійного надання послуг із водовідведення, впровадження енергозберігаючих технологій, впровадження технологічного обліку стічної води, що перекачується насосною станцією, підвищення ефективності роботи насосного обладнання, зменшення чисельності обслуговуючого персоналу.

КНС-11 експлуатується з 1968 року. Вона обслуговує житлову забудову на правому березі Південного Бугу. КНС-11 перекачує стоки в басейн каналізування КНС-15. Стічні води надходять на станцію по самотпливному колектору діаметром 300 мм і вже КНС-15 перекачуються в головний колектор лівобережної частини міста.

Основна характеристика КНС-11: проектна продуктивність до 9,0 тис. м³ на добу; насосна станція суміщеного типу — прийомне відділення стоків і машинний зал; діаметр колектора, що підводить, 300 мм; прийомне відділення стоків складається з резервуара об'ємом 100 м³ іграбельного відділення; глибина машинного залу — 8,0 м; у машинному залі встановлено три насоси; діаметр напорного трубопровода — 250 мм.

У насосній станції встановлено три насосних агрегати (два робочих, один резервний) 4НФ з параметрами $Q = 180 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=23 \text{ м}$, $NPSH = 5 \text{ м}$, $\text{ККД } 56\%$, $n = 1450 \text{ об/хв}$, $P_{\text{двиг.}} = 20 \text{ кВт}$.

Насоси не відповідають гідравлічним потребам системи, а тому є високоенергозатратними.

У 2014 році насосна станція в середньому перекачувала 504,0 тис. м³ у рік або 4000 м³/добу (витрата максимальнодобова).

Для зменшення споживання електроенергії планується встановити три нових насоси з урахуванням нічного припливу стічних вод. Наявні два насоси демонтуються.

Проектом передбачається:

- встановити два нових насосних агрегати з характеристикою: $Q = 90 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 20 \text{ м}$, $NPSH = \text{не менш } 3,5 \text{ м}$, $\text{ККД} = 75\%$, потужністю електродвигуна $P = 10,0 \text{ кВт}$ з оптимальною питомою витратою електроенергії — $4,1 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^3/\text{м}$, а також пристрої плавного пуску для кожного насоса;
- демонтаж зворотного клапану та засувки з боку напору з ділянками трубопроводів та фасонних частин;
- виготовлення фундаменту під габарити нового насосу;
- установка нових зворотних клапанів та засувок й інших приладів, включаючи витратомір;
- виконання опорних конструкцій для запроєктованих трубопроводів;
- підключення нового насосу до наявної гребінки;
- підключення насосних агрегатів до електричних мереж;
- встановлення для кожного насоса пристрою плавного пуску.

Перед розробкою проектної документації необхідно провести технологічні виміри режиму роботи КНС-11 протягом доби, з погодинною фіксацією, а саме: витрату стоків, що перекачуються, напір (статичний і динамічний), температуру стоків, силу струму та напругу на електродвигунах, витрату електроенергії.

Розрахунки/обґрунтування. Наявна ситуація — основні показники роботи КНС №11 за 2014 рік:

- загальна кількість стоків, які були перекачані насосною станцією — 504,0 тис. м³/рік;
- спожито електроенергії — 162,222 МВт·год/рік;
- питоме енергоспоживання — 16,09 Вт·год/м³/м;
- ККД наявних насосів — 0,45;

Очікувана витрата електроенергії при перекачуванні стоків переоснащеною КНС №11 і при оптимальній питомій витраті електроенергії — $4,1 \text{ Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^3/\text{м}$ становитиме:

$$N = 504 \cdot 20 \cdot 4,1 / 1000 = 41,328 \text{ МВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

Ефект і наслідки. Вартість впровадження проекту, згідно з експертним висновком, становить 1 260,0 тис. грн, в тому числі БМР — 117,6 тис. грн.

Зменшуються до мінімуму експлуатаційні витрати КНС № 11.

Економія електроенергії за рік становитиме:

$$162,222 - 41,328 = 120,894 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год/рік (120,894 МВт}\cdot\text{год/рік)}$$

Очікуваний економічний ефект від впровадження:

$$C = 120,894 \cdot 1,7166 = 207,531 \text{ тис. грн за рік із ПДВ,}$$

де 1,7166 грн/кВт·год — тариф на електроенергію з ПДВ з 01.04.2015 р. по 31.08.2015 р.

$$\text{Термін окупності проекту: } T = 1260,0 / 207,531 = 6,1 \text{ року.}$$

Загальні припущення — річна економія витрат становитиме 0,95% від загальних витрат підприємства на енергоресурси. Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, МВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	120,89
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	1260,0
Річна економія, тис. грн	207,53
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн	175
Окупність, рр.	8
NPV, тис. грн	-433
IRR, %	11
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	140,24
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 3.1.5 Реконструкція КНС-12 по вул. Старокостянтинівське шосе, 11/1-к

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Головна мета проекту — забезпечення безперебійного надання послуг із водовідведення, впровадження енергозберігаючих технологій, впровадження технологічного обліку стічної води, що перекачується насосною станцією, підвищення ефективності роботи насосного обладнання, зменшення чисельності обслуговуючого персоналу.

КНС-12 експлуатується з 1987 року. Вона обслуговує житлову забудову на лівому березі Південного Бугу. КНС-12 перекачує стоки у самопливну мережу головного колектора. Стічні води надходять на КНС по самопливному колектору діаметром 1000 мм.

Основна характеристика КНС-12: проектна продуктивність до 12,0 тис. м³ на добу; насосна станція суміщеного типу — прийомне відділення стоків і машинний зал; діаметр колектора, що підводить, 1000 мм; прийомне відділення стоків складається з резервуару об'ємом 200 м³ іграбельного відділення;

глибина машинного зала — 9,0 м; у машинному залі встановлено п'ять насосів; діаметр напорного трубопровода 500 мм.

У насосній станції встановлено п'ять насосних агрегатів (три робочих, два резервних) СД 160/45 із параметрами $Q = 160 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 45 \text{ м}$, $NPSH = 6,5 \text{ м}$, $\text{ККД} = 64\%$, $n = 1450 \text{ об/хв}$, $P_{\text{двиг.}} = 37 \text{ кВт}$.

Насоси не відповідають гідравлічним потребам системи, а тому є високоенергозатратними.

У 2014 році насосна станція в середньому перекачувала 1584,0 тис. м^3 у рік або 8000 $\text{м}^3/\text{добу}$ (витрата максимальнодобова).

Для зменшення споживання електроенергії планується встановити три нових насоси з урахуванням нічного припливу стічних вод. Наявні два насоси демонтуються.

Проектом передбачається:

- встановити два нових насосних агрегати з характеристикою: $Q = 115 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 30 \text{ м}$, $NPSH =$ не менш 3,5 м, $\text{ККД} = 75\%$, потужністю електродвигуна $P = 18,5 \text{ кВт}$ з оптимальною питомою витратою електроенергії — 4,1 $\text{Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^3/\text{м}$, а також пристрої плавного пуску для кожного насоса;
- демонтаж зворотного клапану та засувки з боку напору з ділянками трубопроводів та фасонних частин;
- виготовлення фундаменту під габарити нового насосу;
- установка нових зворотних клапанів та засувок й інших приладів, включаючи витратомір;
- виконання опорних конструкцій для запроєктованих трубопроводів;
- підключення нового насосу до наявної гребінки;
- підключення насосних агрегатів до електричних мереж;
- встановлення для кожного насоса пристрою плавного пуску.

Перед розробкою проектної документації необхідно провести технологічні виміри режиму роботи КНС-12 протягом доби, з погодинною фіксацією, а саме: витрату стоків, що перекачуються, напір (статичний і динамічний), температуру стоків, силу струму і напругу на електродвигунах, витрату електроенергії.

Розрахунки/обґрунтування. Наявна ситуація — основні показники роботи КНС №12 за 2014 рік:

- загальна кількість стоків, які були перекачані насосною станцією — 1584,0 тис. $\text{м}^3/\text{рік}$;
- спожито електроенергії — 608,333 $\text{МВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$;
- питоме енергоспоживання — 12,80 $\text{Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^3/\text{м}$;
- ККД наявних насосів — 0,45;

Очікувана витрата електроенергії при перекачуванні стоків переоснащеною КНС №12 і при оптимальній питомій витраті електроенергії 4,1 $\text{Вт}\cdot\text{год}/\text{м}^3/\text{м}$ становитиме:

$$N = 584 \cdot 30 \cdot 4,1 / 1000 = 194,832 \text{ МВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$$

Ефект і наслідки. Вартість впровадження проекту, згідно з експертним висновком, становить 1 344,0 тис. грн, у тому числі БМР – 201,6 тис. грн.

Зменшуються до мінімуму експлуатаційні витрати КНС №12.

Економія електроенергії за рік становитиме:

$$608,333 - 194,832 = 413,501 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} \text{ (413,501 МВт}\cdot\text{год}/\text{рік)}$$

Очікуваний економічний ефект від упровадження:

$$C = 413,501 \cdot 1,7166 = 709,82 \text{ тис. грн за рік з ПДВ,}$$

де 1,7166 грн/кВт·год — тариф на електроенергію з ПДВ з 01.04.2015 р. по 31.08.2015 р.

Термін окупності проекту: $T = 1344 / 709,82 = 1,9 \text{ року}$.

Загальні припущення — річна економія витрат становитиме 3,24% від загальних витрат підприємства на енергоресурси. Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 3.7. Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.7

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, МВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	413,50
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	1344,0
Річна економія, тис. грн	709,82
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн	598
Окупність, рр.	3
NPV, тис. грн	1485
IRR, %	45
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	479,66
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 3.1.6-Реконструкція ТП-456 по вул. Трудова, 6**Запропоновано і розроблено: ПАТ “Хмельницькобленерго”**

Опис. У зв'язку з проведенням реконструкції системи електропостачання насосного обладнання на ГКНС (головна каналізаційна насосна станція), з метою економії електроенергії та для забезпечення безперебійного надійного водопостачання та водовідведення обласного центру розроблено проект реконструкції ТП-456 в м. Хмельницькому.

Проектом передбачається встановлення трансформатора 630кВа, 6/0,4 кВ для забезпечення безперебійного надійного переходу на будь який (КЛ-254, КЛ-255) з кабельних вводів. Відповідно струми і навантаження, під час реконструкції зростуть, а працюючі елементи схеми не зможуть забезпечити необхідний захист і параметри режиму роботи нового обладнання. Для чого необхідна додаткова закупка матеріалів та комплектуючих: 1) шафа ввідна ЩО-04 кВ в тому числі; 2) автоматичний вимикач вкатний з електроприводом; 3) шина Д16Т 80Х8мм; 4) шафа секційна 0,4 кВ автоматичний вимикач вкатний з електроприводом; 5) шафа РУ-6 кВ трансформатори струму 10 кВ 100/5А-6шт.; 6) запобіжники ПКТ 6кВ-100А-6шт.

Також реконструкцією передбачено встановлення нового насосного агрегату FLYGT 3351 для нормального моніторингу і роботи, устаткування необхідно встановити: 1) Шафа релейна для моніторингу і управління клинковою напірною засувкою DN600 типу SA 14.6 F14B3 22RPM в машинній залі ГКНС (Шафа з ступенем захисту IP54, кліматичне виконання Y3, з кабельними вводами); 2) Шафи релейної для моніторингу і управління насосним агрегатом NZ3351\9855 3 ~ 650 і засувкою типу SA 14.6 F14B3 22RPM в приміщенні диспетчера (Шафа ступінь захисту IP44, кліматичне виконання Y3 з кабельними вводами); 3) Дообладнання КСЩ-272 вакуумним контактором KBV3-630/7,20-5,0 та трансформаторами струму ТОЛ-10 - 3 шт.; 4) Конденсаторна установка УКРВ-6/100/1Y3 з конденсатором КЄП-1-6,3-100-3Y3; 5) Шафа релейна для моніторингу і управління дросельною засувкою 3,2 кВт в машинній залі ГКНС (Шафа ступінь захисту IP54, кліматичне виконання Y3 з кабельними вводами); 6) Шафа релейна для моніторингу і управління дросельною засувкою 3,2 кВт в

приміщенні диспетчера (Шафа з ступенем захисту IP54, кліматичне виконання Y3, з кабельними вводами).

В звичному режимі коли на станції працює один насосний агрегат СД 2400/75 потужністю 800 кВт за добу то споживання по активній електроенергії складе:

$$U_{\text{ср}} = 800 * 0,8 * 24 = 15360 \text{ кВт год/добу,}$$

Після реконструкції на нових насосних агрегатах за добу споживання по активній електроенергії одного насосного агрегату складе:

$$U_{\text{ср1}} = 290 * 0,8 * 24 = 5568 \text{ кВт год/добу;}$$

споживання по активній електроенергії іншого насосного агрегату складе:

$$U_{\text{ср2}} = 520 * 0,8 * 0,25 * 24 = 2496 \text{ кВт год/добу.}$$

Сумарне споживання активної електроенергії двома насосними агрегатами складе

$$U_{\text{ср}\Sigma} = U_{\text{ср1}} + U_{\text{ср2}} = 5568 + 2496 = 8064 \text{ кВт год/добу.}$$

Економічний ефект від впровадження заходу визначаємо як

$$\Delta U_{\text{ср}} = U_{\text{ср}} - U_{\text{ср}\Sigma} = 15360 - 8064 = 7296 \text{ кВт год/добу.}$$

Враховуючи рівномірність напруження обладнання та зупинки пов'язані з технологічним обслуговуванням коефіцієнт завантаження обладнання становить 0,61.

Фактична економія електроенергії складе

$$\Delta U_{\text{срф}} = \Delta U_{\text{ср}} * 0,61 = 4450,5 \text{ кВт год/добу.}$$

Річна економія електроенергії складає

$$\Delta U_{\text{срфріч}} = \Delta U_{\text{срф}} * 365 = 4450,5 * 365 = 1624,5 \text{ тис. кВт год/рік}$$

Враховуючи, що тариф 1 кВт год становить 1,5894 грн без ПДВ, річна економія коштів від впровадження заходу складе

$$E_{\text{річ}} = \Delta U_{\text{срфріч}} * 1,5894 = 2582 \text{ тис. грн/рік}$$

Термін окупності реконструкції водопроводу буде рівний

$$T = C_p / E_{\text{річ}} = 1645,38 / 2582 = 0,64 \text{ роки}$$

Впровадження відповідного заходу забезпечить економію енергоресурсів, підвищення надійності роботи централізованих мереж водопостачання та водовідведення міста Хмельницького, зменшення шуму під час роботи насосних агрегатів, покращення умов праці та роботи обладнання, автоматичне регулювання роботи насосними агрегатами та зменшення навантаження на енергосистеми міста в години піку.

Результати розрахунків за цією проектною пропозицією наведені в табл. 3.8

Таблиця 3.8

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, МВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	1624,5
Економічний показник	

Загальна сума інвестицій, тис. грн	1974,5
Річна економія, тис. грн	2582
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн	2349
Окупність, рр.	1
NPV, тис. грн	9139
IRR, %	129
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1884,42
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 3.1.7 «Реконструкція/модернізація каналізаційних очисних споруд продуктивністю 80 тис.м³/добу»

Запропоновано і розроблено: Відділ енергозбереження та інвестиційної політики Хмельницької міської ради та МКП «Хмельницькводоканал».

Опис. Інвестиційний проект «Реконструкція/модернізація каналізаційних очисних споруд продуктивністю 80 тис.м³/добу» м. Хмельницького розроблений на підставі «Схеми оптимізації роботи систем водопостачання та водовідведення м. Хмельницький», що затверджена Рішенням 32-ої сесії Хмельницької міської ради №26 від 25.12. 2013р.

Мета інвестиційного проекту: підвищення ефективності роботи системи водовідведення, поліпшення якості та надійності надання послуг, забезпечення екологічної безпеки, стабільного функціонування підприємства.

Основне завдання проекту: реконструкція та модернізація наявних каналізаційних очисних споруд продуктивністю 80 тис.м³/добу м. Хмельницького.

Реалізація проекту передбачена у два етапи:

1. Будівництво головної насосної каналізаційної станції (ГКНС) і реконструкція каналізаційних очисних споруд (КОС), включаючи комплекс зневоднення, стабілізації та знезараження осаду з можливістю його подальшого використання як органо-мінерального препарату для рекультиватії земель та с/г потреб.

2. Будівництво комплексу обробки осаду з отриманням біогазу та переробки його на теплову та електричну енергію для потреб підприємства.

Упровадження проекту забезпечить:

- підвищення якості очищення стоків;
- стабільну роботу очисних споруд;
- зниження експлуатаційних витрат за рахунок виробництва теплової та електричної енергії, отриманої при переробці біогазу;
- поліпшення санітарно-екологічного стану території очисних споруд за рахунок ліквідації піскових і мулових майданчиків;
- використання осаду як органо-мінерального препарату;
- підвищення рівня оперативного керування роботою об'єктів водопостачання та водовідведення, які забезпечують надання послуг централізованого водопостачання та водовідведення 265 тис. мешканцям міста;

Якщо даний проект не буде реалізований, можливе порушення цілодобового надання послуг водовідведення, забруднення навколишнього середовища стоками у разі виникнення аварій на ГКНС та каналізаційних очисних спорудах.

Для фінансування реалізації проекту підприємство планує залучити субкредит у сумі **26 274,87 тис. дол. США від МФО.**

Показники ефективності проекту:

- чиста грошова вартість проекту (NPV) – 142,3 тис. грн.

- внутрішня ставка доходності (IRR) – 10,2 %
- період окупності проекту – 96,3 міс.;
- коефіцієнт прибутковості – 1,1

Розрахунковий курс долара, прийнятий за основу: курс НБУ на 01.03.2016 року - 27 грн. за один долар США.

Організаційний план проекту

Інвестиційний проект МКП «Хмельницькводоканал» розпочнеться з моменту підписання Договору про субкредитування і завершиться у грудні 2019 після прийняття в експлуатацію останнього об'єкта:

A	Етап підготовки інвестиційного проекту	Початок	Кінець
1	Підготовка бізнес-плану (БП)	Березень 2015	Травень 2015
2	Рішення МКП «Хмельницькводоканал» про затвердження БП та рішення міської ради про підтримку і гарантії для МКП «Хмельницькводоканал» на реалізацію БП		Червень 2015
3	Процедура конкурсного розгляду БП в рамках процедури, описаної згідно з постановою 1027 КМ	Червень 2015	Липень 2015
4	Позитивне рішення та підписання Договору про кредит та гарантії		Серпень 2015
5	Підготовка тендерної документації для закупівель консалтингових послуг для реалізації інвест. проекту	Серпень 2015	Жовтень 2015
6	Проведення тендеру, вибір консультанта і підписання Договору на закупівлю товарів та послуг	Жовтень 2015	Листопад 2015
B	Реалізація інвестиційного проекту	Початок	Кінець
1	Реалізація консалтингових послуг	Жовтень 2015	Грудень 2019
2	Проведення тендеру на закупівлю обладнання, технології та монтажу, вибір постачальника і підписання Договору	Листопад 2015	Грудень 2015
3	Реалізація постачання обладнання і технології та монтажу I етап (ГКНС+КОС)	Січень 2016	Жовтень 2017
4	Налагодження запуску – тренування – навчання – повне введення в експлуатацію та гарантійний термін I етап (ГКНС+КОС)	Жовтень 2017	Грудень 2017
5	Реалізація постачання обладнання і технології та монтажу II етап (біогаз)	Червень 2018	Жовтень 2019
6	Налагодження запуску – тренування – навчання – повне введення в експлуатацію та гарантійний термін II етап (біогаз)	Жовтень 2019	Грудень 2019
C	Експлуатація інвестиційного проекту	Початок	Кінець
1	Експлуатація I етап (ГКНС +КОС)	Січень 2018	
2	Експлуатація II етап (біогаз)	Січень 2020	

Соціальний та екологічний ефект від упровадження проекту.

Успішна реалізація проекту буде мати позитивний вплив на соціальний аспект життєдіяльності міста.

Упровадження заходів, передбачених проектом, забезпечить стабільне і якісне водовідведення міста Хмельницького, дозволить зменшити кількість аварій.

Підвищиться якість надання послуг споживачам водовідведення.

ГКНС, що перекачує лівову частку стоків міста, характеризується високим ступенем зношеності обладнання. Технологічно обумовлений безперебійний режим роботи станції виключає можливість провести капітальний ремонт. Аварійна ситуація на даному об'єкті може призвести до зупинки водовідведення і паралізувати життєдіяльність міста.

Незадовільний технічний стан комплексу очисних споруд міста призводить до регулярних аварій і, в окремих випадках, до припинення водоочищення.

З іншого боку, великі витрати на ліквідацію аварій відволікають значні кошти як підприємства, так і міського бюджету, які могли би бути використані для вирішення інших актуальних питань соціального життя міста.

Забруднення стоками прилеглих до місць аварій територій викликає справедливе нарікання мешканців міста. Виключення цього фактору позитивно вплине на соціальний рівень життя містян.

Реалізація даного інвестиційного проекту передбачає також упровадження автоматизованої системи управління технологічними процесами, що істотно підвищить ефективність роботи системи водовідведення та очистки стоків.

План реалізації проекту

Реалізацію проекту передбачається здійснити у два етапи:

I етап.

1. Будівництво Головної каналізаційної насосної станції.
2. Будівництво та реконструкція каналізаційних очисних споруд (без біогазової частини), включаючи будівництво комплексу зневоднення, стабілізації та знезараження.

II етап.

1. Будівництво біогазового комплексу.

Передбачений проектом обсяг модернізації.

Очисні споруди в базовому реченні складаються з комплексів механічної та біологічної очистки стічних вод, а також об'єктів з обробки осаду.

Об'єкти I етапу.

№	Найменування об'єкта	Кількість	Примітки
30	Головна каналізаційна насосна станція	1	Новий об'єкт
Блок механічного очищення			
1	Приймальна камера	1	Новий об'єкт
2	Будівля решіток і сепараторів піску	1	Новий об'єкт
3.1;3.2	Пісколовки поздовжні, що аеруються	2	Новий об'єкт
4	Розподільча камера первинних відстійників	1	Підлягає модернізації
5.1-5.4	Первинні відстійники	4	Підлягає модернізації
6	Резервуар плаваючих частинок	1	Підлягає модернізації
7	Насосна станція сирого осаду і плаваючих частинок	1	Підлягає модернізації

№	Найменування об'єкта	Кількість	Примітки
Блок біологічного очищення			
8	Розподільча камера біологічних реакторів	1	Новий об'єкт
9.1-9.3	Біологічні реактори	3	Підлягає модернізації
10.1	Розподільча камера вторинних відстійників	1	Підлягає модернізації
10.2	Розподільча камера вторинних відстійників	1	Новий об'єкт
11.1-11.4	Вторинні відстійники	4	Підлягає модернізації
11.5-11.6	Вторинні відстійники	2	Новий об'єкт
12.1-12.4	Мулові камери	4	Підлягає модернізації
12.5-12.6	Мулові камери	2	Новий об'єкт
13	Резервуар плаваючих часток	2	Новий об'єкт
14	Резервуар активного мулу	1	Підлягає модернізації
15	Насосна станція циркуляційного і надлишкового мулу	1	Підлягає модернізації
16	Станція повітродувок	1	Підлягає модернізації
Доочищення та відвід очищеної води			
17	Станція знезараження очищеної води	1	Підлягає модернізації
18	Контактні камери	1	Підлягає модернізації

Лінія обробки осаду			
19.1-19.2	Гравітаційні ущільнювачі	2	Підлягає модернізації
20	Резервуар змішаного осаду	1	Новий об'єкт
20.1	Насосна станція змішаного осаду	1	Новий об'єкт
21	Станція зневоднення і стабілізації осаду	1	Підлягає модернізації
22	Силос вапна	1	Новий об'єкт
23	Майданчик зберігання обробленого осаду	1	Новий об'єкт
Допоміжні вузли			
24	Внутрішньомайданчикова КНС	1	Підлягає модернізації
25	Насосна станція технічної води	1	Підлягає модернізації
26.1;26.2	Автоматична станція відбору проб	2	Новий об'єкт
27	Камера перемикання	1	Новий об'єкт
28.2	Камера гасіння напору	1	Новий об'єкт
29	Система зберігання та дозування коагулянту	1	Новий об'єкт

На II етапі передбачається будівництво біогазового комплексу – системи обробки осаду з використанням процесу бродіння осаду, отримання біогазу, виробництва електроенергії і тепла в рамках системи когенерації.

Об'єкти II етапу.

№	Найменування об'єкта	Кількість	Примітки
Лінія обробки осаду			
Б1	Резервуар надлишкового мулу	1	Новий об'єкт
Б2	Резервуар перебродженого осаду	1	Новий об'єкт
Система виробництва та використання біогазу			
Б3.1;Б3.2	Закриті камери бродіння	2	Новий об'єкт
Б4.1;Б4.2	Установка видалення крапельної рідини з біогазу	2	Новий об'єкт
Б5	Блок видалення сірки	1	Новий об'єкт
Б6	Газгольдер	1	Новий об'єкт
Б7	Система спалювання надлишкового біогазу	1	Новий об'єкт
Б8	Енергетичний блок	1	Новий об'єкт

Поточний стан

Централізованою системою каналізації охоплено більше 75% загального населення міста (кількість жителів: 263 800 чол.), вона складається з системи самоплинних колекторів, насосних станцій та напірних трубопроводів, каналізаційних очисних споруд та полів фільтрації.

Водоканал приймає і проводить очищення стічних вод від населення, промислових підприємств, державних і комерційних підприємств міста.

Система каналізації експлуатується з 1986 року.

Водовідведення м. Хмельницького є напірно-самоплинною системою. Стічна вода з різних районів міста надходить в КНС, звідки стоки подаються в самоплинні колектори, що ведуть до ГКНС. З ГКНС стічні води подаються на очисні споруди.

Режим надходження стоків – напірний, від ГКНС стоки подаються двома залізобетонними колекторами Ду1000 мм протяжністю 6,5 км.

Загальні дані щодо міських каналізаційних очисних споруд (КОС):

До складу наявних очисних споруд входять:

- Решітки: 1 шт. – ручна, 1 шт. – автоматична;
- Пісколовки з круговим рухом води – 2 шт.;
- Первинні радіальні відстійники – 4 шт.;
- Аеротенки – 6шт;
- Вторинні радіальні відстійники – 4шт;
- Мулові і піскові майданчики.

Ручна решітка знаходиться на відкритому повітрі під накриттям, сміття з потоку стічних вод видаляється вручну. Автоматична решітка знаходиться в резервному каналі в окремому приміщенні, але не використовується в процесі, оскільки не справляється із забрудненнями, які приносяться потоком стічних вод (а саме: тканина, нитки, ганчір'я).

Дві наявні пісколовки не працюють. Залізобетонні конструкції у незадовільному стані. Стічні води протікають транзитом.

Чотири первинних відстійники в робочому стані. Бетонні конструкції потребують реконструкції.

3 6-ти біологічних реакторів у робочому стані три. Розподіл стічних вод через вхідний канал, трубчаста система аерації, відсутність можливості зовнішньої і внутрішньої рециркуляції.

4 вторинних відстійники в робочому стані. Осад видаляється мулососами застарілого типу. Бетонні конструкції потребують реконструкції.

На майданчику КОС також є резервуари активного мулу, ущільненого мулу та технічної води і насосно-повітродувна станція.

Ущільнений мул після мулоущільнювачів направляється на наявні мулові майданчики.

На території КОС також розташовано блок доочистки, блок барабанних сіток, хлораторна станція в неробочому стані.

10,7% (36,0 км) каналізаційних мереж перебувають в експлуатації більше 50 років і є застарілими, що обумовлює високий рівень аварійності та загрозу громадському здоров'ю через можливість потрапляння стоків у водопровідні мережі.

Аварійний скид стоків на всіх каналізаційних насосних станціях відсутній. Практично на всіх КНС встановлені прилади для вимірювання тиску. У приймальних відділеннях всіх КНС відсутні механічні решітки для затримання грубих відходів і не працюють пристрої для змочування осаду у прийомних резервуарах.

Стан будівельної та електротехнічної частини всіх КНС задовільний. Механічна частина деяких КНС і КОС потребує ремонту.

Для 14 КНС характерний низький ККД агрегатів і висока енергоємність насосного обладнання.

Закупівлі за проектом.

Закупівлі за проектом проводяться згідно з правилами та процедурами здійснення закупівель, визначеними Банком, та положень передбачених у правовій угоді.

Закупівлю будівельно-монтажних робіт та обладнання планується провести за кошти субкредиту МФО шляхом проведення міжнародних конкурсних торгів.

Для участі у конкурсі залучатимуться, як вітчизняні, так й іноземні компанії.

При закупівлі товарів, робіт та послуг використовується типова тендерна документація Банку. Договори на закупівлю товарів укладаються з учасниками торгів, які запропонували товар, технічні характеристики якого повністю відповідають вимогам замовника (МКП «Хмельницькводоканал»), а запропонована ціна при цьому – найменша.

Фінансовий план проекту:

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту

Унаслідок впровадження проекту очікується отримати такі вигоди:

- 145 млн.грн. за весь період реалізації проекту.
- Економія експлуатаційних витрат, пов'язаних з ремонтом очисних споруд - **1 323,8 тис. грн. на рік,**
- Економія за рахунок зниження витрат на паливно-мастильні матеріали – **500,0 тис. грн. на рік,**

7,5 млн. грн. за весь період.

- Із 2020 року (реалізація II етапу проекту) економія електроенергії в середньому **7 663,02 тис. грн.** на рік (за розрахунковою ціною, що враховує інфляційні процеси 2016-2019 рр., – 2,0435 грн./кВт.год, без ПДВ), 115 млн.грн. за весь період.
- Вивільнення 3,6 га земель, зайнятих під мулові майданчики.

Прогнозування фінансових й економічних показників підприємства на період дії проекту (2016 - 2035 роки)

При розрахунку фінансових й економічних показників підприємства в період реалізації проекту враховувалися розміри планової повної собівартості на послуги водопостачання та водовідведення, яка подана на розгляд Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики і комунальних послуг №976 від 14.04.2015 р. (у відповідних періодах), з відповідними коригуваннями, які забезпечили би підприємству можливість покриття тіла субкредиту та відсотків за його використання.

При плануванні витрат у період реалізації проекту врахована планова структура тарифів на централізоване водопостачання та водовідведення на 2015 рік, які подані на розгляд Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики комунальних послуг.

Витрати на електроенергію на 2016-2019 роки враховані за питомими нормами, запланованими на 2015 рік і за ціною, встановленою з червня 2015 року. При плануванні видатків з 2020 року (впровадження II етапу проекту) враховано економію електроенергії, яку очікується отримати після введення в експлуатацію біогазового комплексу.

Витрати на заробітну плату розраховані на затверджену штатну чисельність працівників.

Матеріальні витрати включають: витрати на реагенти, розраховані відповідно до технологічного регламенту та інші матеріали (труби, засувки, фланці та інше) за цінами, які включені до структури тарифів на централізоване водопостачання та водовідведення на 2015 рік, поданої на розгляд Національній комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики, комунальних послуг. При плануванні видатків у наступні роки врахована економія за матеріалами, яку планується отримати від реалізації проекту.

Амортизаційні нарахування введеного в експлуатацію обладнання розраховані на початок кожного року із застосуванням прямолінійного методу нарахування амортизації відповідно до освоєння капітальних інвестицій за проектом.

Витрати на сплату відсотків за використання субкредиту (з 2016 року) та витрати на оплату основної суми субкредиту (з 2021) планується відшкодувати за рахунок інвестиційної складової (прибутку) тарифів.

Таблиця 3.9

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, МВт·год Теплової енергії, Гкал	3749,97
Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	22
Економічний показник**	
Загальна сума інвестицій	26274,87 тис.\$ (709421 тис. грн)*
Річна економія, тис. грн	-

Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн	9486,82
Окупність, рр.	8
NPV, тис. грн	142,3
IRR, %	10,2
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	4418
Джерело інвестицій	Кредит МФО

* Розрахунковий курс долара, прийнятий за основу: курс НБУ на 01.03.2015 року – 27 грн

** Показники ефективності надані розробниками проекту

Розрахунок енергоефективності в секторі водопостачання і водовідведення та розрахунок зменшення викидів CO₂ наведений у табл. 3.10.

Розрахунок енергоефективності в секторі водопостачання і водовідведення, розрахунок зменшення викидів CO₂

Назва заходу або проекту	Інвестиції, тис. грн	Ефективність заходу					Грошова економія енергоносія	Зменшення викидів CO ₂ , т
		Скорочення витрат бензину, т	Скорочення витрат диз. палива, т	Скорочення витрат ТЕ, МВт·год	Скорочення витрат газу, тис. м ³	Скорочення витрат ЕЕ, МВт·год		
Реконструкція трьох артезіанських свердловин на ВНС-10	4655					260	446	301,58
Реконструкція КНС-2	1080					102	175	118,08
Реконструкція КНС-7	840					135	231	156,17
Реконструкція КНС-11	1260					121	208	140,23
Реконструкція КНС-12	1344					414	710	479,66
Реконструкція ТП-456 по вул. Трудова, 6	1974					1624,5	2789	1884,42
«Реконструкція/модернізація каналізаційних очисних споруд продуктивністю 80 тис.м ³ /добу»	709421	22				3750	7761	4418
Усього	720574					6405	12319	7498,14

Таким чином, за умови реалізації усіх заходів у секторі водопостачання та водовідведення, можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **7498,14 т/рік**, або на **0,81%** від базового рівня.

4 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ ТРАНСПОРТУ

У цьому розділі надано інформацію про проектні пропозиції у секторі «Транспорт», які заплановані до реалізації у рамках виконання ПДСЕР м. Хмельницького на 2016-2020 рр.

4.1 Пакет пропозицій для ХКП «Електротранс»

Проектна пропозиція 4.1.1 Ремонт тролейбусів із встановленням електронної системи керування потужністю

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Проект передбачає застосування імпульсного регулювання тягових двигунів на рухомому складі міського електричного транспорту з метою зменшення витрат електроенергії.

В останні роки в імпульсних системах регулювання широко застосовують біполярні транзистори з ізольованим затвором (IGBT). До переваг систем керування із транзисторами IGBT можна віднести:

- простоту схем керування;
- відсутність додаткових комутаційних кіл;
- належний захист від коротких замикань;
- можливість високої частоти перемикачів при низьких комутаційних втратах.

Тепер практично всі нові моделі трамваїв і тролейбусів оснащені імпульсними системами регулювання із транзисторами IGBT.

Усього на балансі підприємства 114 тролейбусів із застарілою системою керування (ЗіУ, ЮМЗ, Богдан). Із них виходить на лінію в середньому 72 тролейбуси.

Враховуючи знос тролейбусів, доцільно замінити системи керування на тролейбусах, що були придбані після 2002 року і на яких встановлено реостатно-контакторну систему управління. Таких машин станом на 2014 рік — 7 одиниць.

Середньодобовий пробіг одного тролейбуса — 220 км. Витрати електроенергії одним тролейбусом на 1 км пробігу — 2,6 кВт/год. Рекомендується замінити систему керування семи тролейбусів. Економія електроенергії за рахунок заміни реостатно-контакторної системи керування тяговим двигуном на теристорно-імпульсну систему керування становить в межах 30%...40% залежно від режиму роботи.

Розрахунки/обґрунтування. Розрахунок економії електроенергії при заміні реостатно-контакторної системи керування тяговим двигуном на теристорно-імпульсну систему керування представлений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Розрахунок економії електроенергії при заміні реостатно-контакторної системи керування тяговим двигуном на теристорно-імпульсну систему керування

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	у середньому на добу	у середньому за рік
1.	Пробіг одного тролейбуса	км	220	80300
2.	Витрати електроенергії 1 тролейбусом	кВт-год	572	208780
3.	Фактична економія електроенергії на одному тролейбусі (35% від витрат електроенергії)	кВт-год	200,2	73073

Для розрахунку вартості застосування імпульсного регулювання тягових двигунів на рухомому складі міського електричного транспорту за приклад бралася система SDMC-103, що виробляється в Республіці Молдова. Розрахунок загальної вартості переобладнання одного тролейбуса на теристорно-імпульсну систему керування тяговим двигуном представлена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Розрахунок загальної вартості переобладнання 1 тролейбуса на теристорно-імпульсну систему керування тяговим двигуном

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Значення показника
1.	Вартість 1 комплекту системи IGBT керування двигуном тролейбуса	тис. грн	230,28
2.	Вартість 1 статичного перетворювача напруги	тис. грн	20,0
3.	Загальна вартість	тис. грн	250,28

При розрахунку економічного та екологічного ефекту від заміни системи керування та капітального ремонту семи тролейбусів застосовувався тариф на електроенергію для МЕТ у розмірі 0,6300 грн/кВт·год, згідно з Постановою НКРЕ №220 від 26.02.2015 р., та коефіцієнт викидів CO₂ на одиницю ресурсу (на 1 МВт/год електроенергії) – 1,16. Розрахунок економічного та екологічного ефекту від установлення лічильників наведено в таблицях 4.3 та 4.4.

Таблиця 4.3

Розрахунок економічного та екологічного ефекту від заміни системи керування та капітального ремонту тролейбусів

№ з/п	Показник	Значення показника	Розрахунок
1.	Вартість заощадженої електроенергії одним тролейбусом за рік	46 035,99 грн	73 073 кВт·год · 0,6300 грн/кВт·год
2.	Загальна сума інвестицій	1 751 960 грн	7 шт. · 250280 грн
3.	Кількість заощадженої електроенергії від переобладнання 7 тролейбусів	511,51 МВт·год	73,073 МВт · 7 од.
4.	Річна економія у грошовому вираженні	322 251,93 грн	511510 · 0,6300
5.	Скорочення викидів CO ₂ становить	593,35 т	511,51 · 1,16

Таблиця 4.4.

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія електроенергії, тис. кВт·год	511,51
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	1751,960
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	322
Щорічний прибуток від діяльності	884
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	884
Окупність, рр.	2
NPV, тис. грн	1856
IRR, %	39
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	593,35
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 4.1.2 Встановлення лічильників електроенергії на рухомому складі та стимулювання водіїв до скорочення витрат електроенергії.

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Розрахунок рівня нормативного споживання електроенергії та його стратегічне прогнозування допомагає виявити неефективні режими роботи та перевитрати електроенергії. Суттєвих результатів можна досягти при встановленні лічильників-реєстраторів електроенергії на рухомому складі та оцінці індивідуальної економії електроенергії кожним водієм (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Лічильник-реєстратор, призначений для обліку витрат електроенергії тяговими електродвигунами

Лічильник-реєстратор призначений для некомерційного обліку витрат електроенергії тяговими електродвигунами тролейбуса (модифікація РЕН500.3 РІВП.453819.003) або трамвая (модифікація РЕН500.3-01 РІВП.453819.003-01) з метою відпрацювання та подальшого застосування водіяма найбільш економічних прийомів водіння електротранспорту.

Упровадження енергозберігаючих режимів роботи обладнання дозволяє забезпечити роботу технологічного устаткування в оптимальному режимі та реальну економію енергоресурсів (розробка енергозберігаючих режимів потребує складання технологічних карт руху тролейбусів на маршруті, інструктажу та відпрацювання водіяма прийомів водіння).

Тепер практично всі нові моделі трамваїв та тролейбусів оснащені лічильниками електроенергії.

Усього на балансі підприємства 114 тролейбусів із застарілою системою керування (ЗіУ, ЮМЗ, Богдан). З них виходить на лінію в середньому 72 тролейбуси.

Враховуючи знос тролейбусів, списання потребують 47 одиниць рухомого складу.

Середньодобовий пробіг одного тролейбуса — 220 км. Витрати електроенергії одним тролейбусом на 1 км пробігу — 2,6 кВт/год. Рекомендується встановити лічильники електроенергії на 60 тролейбусів. Економія за рахунок обліку споживання електроенергії та стимулювання водіїв до скорочення її споживання становить у межах 10% залежно від режиму роботи.

Розрахунки/обґрунтування. Розрахунок економії електроенергії при встановленні лічильників представлений у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Розрахунок економії електроенергії при встановленні лічильників

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	У середньому на добу	У середньому за рік
1.	Пробіг одного тролейбуса	км	220	730 000
2.	Витрати електроенергії одним тролейбусом	кВт-год	572	208 780
3.	Фактична економія електроенергії на одному тролейбусі (10% від витрат електроенергії)	кВт-год	57,2	20 878

Для розрахунку вартості використовувався лічильник РЕН 500.3 вартістю 8000 грн.

При розрахунку економічного та екологічного ефекту від встановлення лічильника застосовувався тариф на електроенергію для МЕТ у розмірі 0,6300 грн/кВт-год, згідно з Постановою НКРЕ №220 від 26.02.2015 р., та коефіцієнт викидів CO₂ на одиницю ресурсу (на 1 МВт/год електроенергії) — 1,16. Розрахунок економічного та екологічного ефекту від встановлення лічильників наведено в таблицях 4.6 та 4.7.

Розрахунок економічного та екологічного ефекту від встановлення лічильників

№ з/п	Показник	Значення показника	Розрахунок
1.	Вартість зекономленої електроенергії одним тролейбусом за рік	31 153,14 грн	20 878 кВт·год · 0,6300 грн/кВт·год
2.	Загальна сума інвестицій	480 000 грн	60 од. · 8000 грн
3.	Кількість зекономленої електроенергії від переобладнання 60 тролейбусів за рік	1252,7 МВт/год	20,878 МВт · 60 од.
4.	Річна економія в грошовому виразі	1 869 188,4 грн	31 153,14 · 60
5.	Скорочення викидів CO ₂ становить	1453,132 т	1252,7 · 1,16

Таблиця 4.7

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія електроенергії, тис. кВт·год.	1252,7
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	480,00
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	789
Щорічний прибуток від діяльності	
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	2166
Окупність, рр.	0
NPV, тис. грн	8357
IRR, %	301
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1453,132
Джерело інвестицій	Власні кошти підприємства

Проектна пропозиція 4.1.3 Придбання нових тролейбусів на заміну старих.

Запропоновано: Інститут місцевого розвитку, ХКП «Електротранс»

Розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Проектом пропонується придбати тридцять нових тролейбусів на заміну тридцяти застарілим, які підлягають списанню.

Це забезпечить оновлення наявного станом на 2014 рік парку чисельністю 65 одиниць і дозволить ефективно використовувати тролейбусну маршрутну мережу та дасть змогу не застосовувати автобуси з малою пасажиромісткістю на тролейбусних маршрутах міста.

Проектна **ефективність** від одержання нових тролейбусів буде підвищена шляхом зниження витрат у розрахунку на одиницю рухомого складу за рахунок:

- зниження витрат електричної енергії;
- зниження витрат на ремонт та обслуговування.

Розрахунки/обґрунтування. Розрахунок витрат енергоносіїв відповідно нових і старих тролейбусів представлено в таблиці 4.8.

Розрахунок витрат енергоносіїв відповідно нових і старих тролейбусів

№ з/п	Показники	Од. виміру	Старий тролейбус	Новий тролейбус
1.	Середньодобовий пробіг	км	200	200
2.	Розрахункова кількість транспортних засобів	од	30	30
3.	Середній пробіг одного тролейбуса за рік	тис. км	73	73
4.	Витрати електроенергії одним тролейбусом на 1 км пробігу	кВт·год	2,7	1,56
5.	Витрати електроенергії розрахунковою кількістю транспортних засобів	МВт·год	5913 (2,7·30·73 000/1 000)	3416,4 (1,56·30·73 000/1 000)

За рахунок заміни тридцять застарілих зношених тролейбусів тридцятьма новими тролейбусами витрати на електричну енергію скоротяться майже у 2 рази. Відповідно, фактична економія електроенергії становитиме **2496,6 МВт·год**(5913-3416,4).

Різниця експлуатаційних витрат на ремонт та обслуговування старого тролейбуса порівняно з новим по тролейбусному депо в середньому становить 100 000 грн на рік. Відповідно, скорочення експлуатаційних витрат на ремонт та обслуговування 30 нових тролейбусів становитиме **3 000 000 грн** на рік.

Ефект та наслідки. Вартість зекономленої електроенергії за рік з урахуванням чинного тарифу на електроенергію для потреб міськелектротранспорту становитиме **1 572 858 грн**.

Загальна економія на утриманні та експлуатації парку за рік становитиме **4 572 858 грн**.

Загальна сума інвестицій на заміну 30 тролейбусів, виходячи з вартості одного тролейбуса Богдан Т701 — 5400 000 грн, становитиме **162 млн. грн**.

Скорочення викидів CO₂ у рік внаслідок реалізації проекту становить **2896,056 т**.

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.9.

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія електроенергії, тис. кВт·год	2496,6
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	162000
Річна економія (на 01.06.2015), тис. грн	1572,9
Загальна економія на утриманні та експлуатації парку	3000,0
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	7316
Окупність, рр.	22
NPV, тис. грн	-130 006
IRR, %	-4
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	2896,056
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти

Проектна пропозиція 4.1.4 Заміщення автобусів класів А, В, на тролейбуси на маршрутах загального користування

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. У м. Хмельницькому дуже гостро стоїть проблема оновлення парку тролейбусів. У місті розвинена тролейбусна маршрутна мережа, що здатна забезпечувати потреби міста в перевезеннях пасажирів. Але парк тролейбусів постійно скорочується. Для забезпечення перевезень пасажирів на тролейбусних маршрутах залучаються автобуси малої пасажиромісткості типу «Mercedes-Benz Sprinter», «WV LT», «IVECO Daily» (класи А, В) та автобуси типу «Еталон», «Богдан» (клас І) (далі АМП). Це погіршує екологічні показники роботи транспорту, підвищує аварійність та зменшує якість транспортних послуг.

Для вирішення проблеми проектом пропонується оновити тролейбусний парк і зменшити кількість автобусів малої та середньої місткості на тролейбусних маршрутах. Реалізація проекту дозволить усунути дублювання маршрутів, особливо в центрі міста, біля центрального ринку, залізничного та автобусного вокзалів.

Такі заходи будуть мати також супутній ефект зі зменшення щільності транспортних потоків у центральній частині міста.

Розрахунки/обґрунтування. Для заміщення 90 одиниць автобусів класу А, В та 10 одиниць класу І за пасажиромісткістю необхідно 20 тролейбусів (орієнтовно Богдан Т701), оскільки один «Еталон» вміщує 41 пасажирів та один «Спринтер» вміщує 18 пасажирів, а один тролейбус — 105 пас.

Вхідна інформація щодо коефіцієнтів, що приймаються до розрахунку, наведена в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Вхідна інформація щодо коефіцієнтів, що приймаються до розрахунку

№ з/п	Найменування коефіцієнту	Значення
1.	Коефіцієнт переведення у вагові одиниці з об'ємних для дизельного палива	0,825
2.	Коефіцієнт переведення палива з одиниць маси в одиниці енергії для дизельного палива	11,9
3.	Коефіцієнт викидів CO ₂ для дизельного палива	0,267
4.	Коефіцієнт викидів CO ₂ на одиницю ресурсу (на 1 МВт·год електроенергії)	1,16

Розрахунок витрат енергоносіїв і кількості викидів CO₂ автобусами малої пасажиромісткості представлений в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ автобусами малої та середньої пасажиромісткості

№ з/п	Показники	Од. виміру	АМП типу «Еталон»	АМП «Спринтер»
1.	Пасажиромісткість	пас.	41	18
2.	Середньодобовий пробіг	км	250	250
3.	Розрахункова кількості транспортних засобів	шт	10	90
4.	Вид палива		дизельне паливо	дизельне паливо
5.	Нормативні витрати палива (міський цикл)	л/100 км	22	16
6.	Витрати палива на рік розрахунковою кількістю транспортних засобів	л /рік	200 750 (55 л · 365 · 10)	1 314 000 (40 літрів · 365 · 90)
7.	Переведення з одиниць	т/рік	165,62	1084,05

№ з/п	Показники	Од. виміру	АМП типу «Еталон»	АМП «Спринтер»
	об'єму в одиниці маси		(200 750 л · 0,825 /1000)	(1 314 000 л · 0,825/1000)
8.	Кількість виробленої енергії	МВт·год	1970,88 (165,62 т·11,9)	12 900,195 (1084,05 т · 11,9)
9.	Кількість викидів CO ₂ при цьому становить	т CO ₂	526,23 (1970,88 МВт · 0,267)	3444,35 (12 900,195 МВт · 0,267)

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ тролейбусами міста представлений в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ тролейбусами міста

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	Тролейбус (Богдан Т701)
1.	Пасажиромісткість	пас.	105
2.	Розрахункова кількості транспортних засобів	шт	20
3.	Вид енергоносія		електроенергія
4.	Витрати електроенергії 1 новим тролейбусом на 1 км пробігу	кВт·год	1,56
5.	Витрати електроенергії на добу1 тролейбусом	кВт·год/добу	312 (1,56 кВт·год · 200 км)
6.	Витрати електроенергії на рік 1 тролейбусом	кВт·год/рік	113880 (312 кВт·год · 365)
7.	Витрати електроенергії на рік розрахунковою кількістю транспортних засобів	МВт·год/рік	2277,6 (113 880 кВт·год · 20/1000)
8.	Кількість викидів CO ₂ розрахунковою кількістю транспортних засобів	т CO ₂	2640 (132,0 т · 20)

Ефект і наслідки. Внаслідок заміщення 90 одиниць автобусів класу А, В та 10 одиниць класу І 20 тролейбусами річне скорочення викидів CO₂ складе **1330,58 т**.

Загальна сума інвестицій на закупівлю 20 тролейбусів, виходячи з орієнтовної вартості одного тролейбуса Богдан Т701 5,4 млн. грн, становитиме **108 млн. грн**.

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія дизельного палива, т	1249,67
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	108000
Чистий дохід від реалізації проекту	Проект окупається за рахунок збільшення доходів підприємства електротранспорту в результаті заміщення приватних перевізників на нових
Окупність, рр.	7...10 років (за умови

	рентабельності діяльності підприємства електротранспорту 8...12%)
NPV, тис. грн	-49 325
IRR, %	8%
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1330,58
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти,

Проектна пропозиція 4.1.5 Будівництво контактної мережі, силової підстанції та відкриття тролейбусних маршрутів від вул. Купріна через вул. Чорновола до вул. Льва Толстого.

Запропоновано: ХКП «Електротранс»

Розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Проектом передбачається будівництво контактної мережі та підстанції від вул. Купріна через вул. Чорновола до вул. Льва Толстого (рис. 4.2). Дане рішення дозволить перенаправити пасажиропотоки з вул. Тернопільська, Інститутська (мікрорайон Південно-Західний) до вул. Чорновола (мікрорайон Ракове), розвантажуючи вул. Кам'янецьку, вул. Шевченка, вул. Подільську (центр міста). Забезпечує транспортну доступність ринку «Дубове», університету, мікрорайону Ракове, що зменшує кількість автомобільного транспорту, який тяжіє до цих об'єктів.

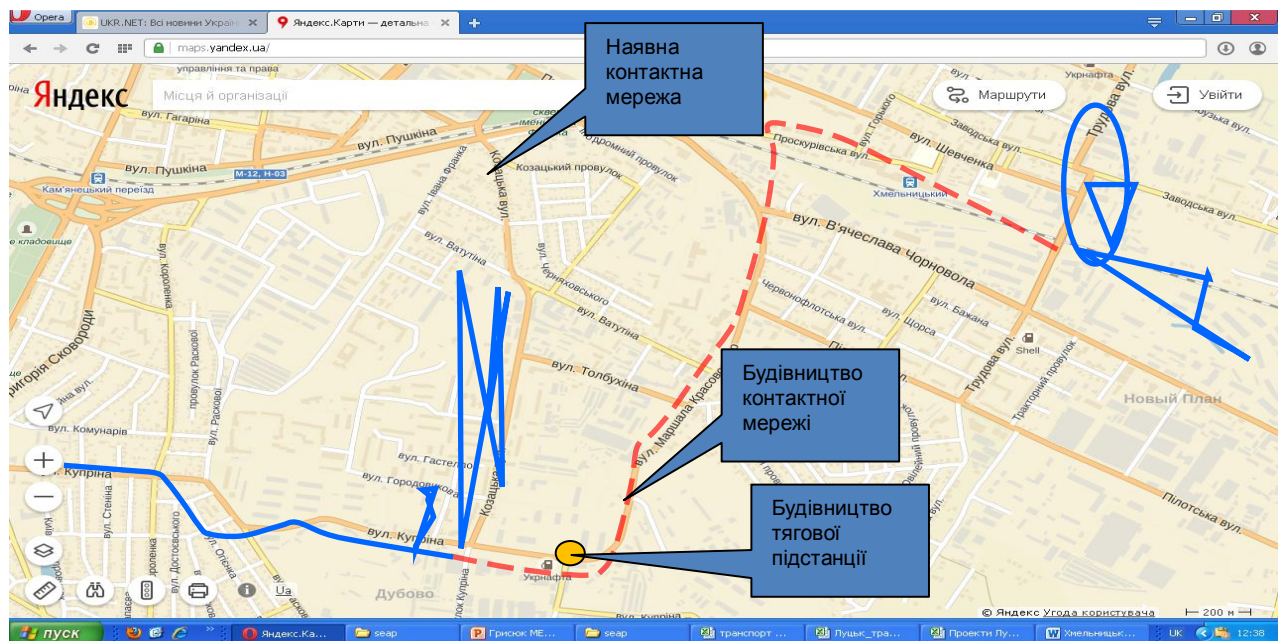


Рисунок 4.2 — Будівництво контактної мережі, силової підстанції та відкриття тролейбусних маршрутів від вул. Купріна через вул. Чорновола до вул. Льва Толстого в м. Хмельницькому

Загальна протяжність контактної мережі – 5,3 км.

Орієнтовна вартість – **40 млн. грн**, зокрема:

Контактна мережа – 20 млн. грн;

Тягова підстанція – 20 млн. грн.

Сума інвестицій на закупівлю 5 тролейбусів, виходячи з орієнтовної вартості одного тролейбуса Богдан Т701 4,4 млн. грн, становитиме **22 млн. грн**.

Загальна сума інвестицій **62 млн.грн**.

У складі нової тягової підстанції такий перелік основного обладнання:

- 1) комплектний розподільчий пристрій КРУ-6 (10) кВ;

- 2) тягові трансформатори «сухі» RESIBLOC;
- 3) перетворювальні секції типу В-ТПЕД;
- 4) розподільний пристрій лінійний РУ-600Л-УХЛ4;
- 5) розподільний пристрій катодного захисту РУ-600К-УХЛ4;
- 6) розподільний пристрій запасний РУ-600З-УХЛ4;
- 7) розподільний пристрій негативної шини агрегатний РУОШ-600А-УХЛ4;
- 8) розподільний пристрій негативної шини лінійний РУОШ-600Л-УХЛ4;
- 9) трансформатори власних потреб;
- 10) шафа власних потреб ШСН-УХЛ4;
- 11) шафа оперативного струму ШОТ-УХЛ4;
- 12) ввідний пристрій ВУ-УХЛ4.

Проект дає можливість усунути дублювання маршрутів та замінити на маршрутах автобуси. Для вирішення проблеми проектом пропонується оновити тролейбусний парк та зменшити кількість автобусів малої та середньої місткості на маршрутах.

Розрахунки/обґрунтування. Для заміщення 35 одиниць марки «Спринтер» необхідно 5 тролейбусів (орієнтовно Богдан Т701), оскільки один «Спринтер» вміщує 18 пасажирів, а один тролейбус — 105 пас.

Вхідна інформація щодо коефіцієнтів, які приймаються до розрахунку, наведена в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

Вхідна інформація щодо коефіцієнтів, що приймаються до розрахунку

№ з/п	Найменування коефіцієнту	Значення
1	Коефіцієнт переводу у вагові одиниці з об'ємних для дизельного палива	0,825
2	Коефіцієнт переведення палива з одиниць маси в одиниці енергії для дизельного палива	11,9
3	Коефіцієнт викидів CO ₂ для дизельного палива	0,267
4	Коефіцієнт викидів CO ₂ на одиницю ресурсу (на 1 МВт·год електроенергії)	1,16

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ автобусами малої пасажиромісткості представлений в таблиці 4.15.

Таблиця 4.15

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ автобусами малої та середньої пасажиромісткості

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	АМП «Спринтер»
1.	Пасажиромісткість	пас.	18
2.	Середньодобовий пробіг	км	250
3.	Розрахункова кількості транспортних засобів	шт	35
4.	Вид палива		дизельне паливо
5.	Нормативні витрати палива (міський цикл)	л/100 км	16
6.	Витрати палива/ на добу	л/добу	40 (16 л /100 · 250)
7.	Витрати палива на рік розрахунковою кількістю транспортних засобів	л/рік	511000 (40 літрів · 365 · 35)

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	АМП «Спринтер»
8.	Переведення з одиниць об'єму в одиниці маси	т/рік	421,575 (511 000 л · 0,825/1000)
9.	Кількість виробленої енергії	МВт·год	5016,74 (421,575 т · 11,9)
10.	Кількість викидів CO ₂	т CO ₂	1339,47 (5016,74 МВт · 0,267)

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ тролейбусами міста представлений у таблиці 4.16.

Таблиця 4.16

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ тролейбусами міста

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	Тролейбус (Богдан Т701)
1.	Пасажиромісткість	пас.	105
2.	Розрахункова кількості транспортних засобів	шт	5
3.	Вид енергоносія		електроенергія
4.	Витрати електроенергії 1 новим тролейбусом на 1 км пробігу	кВт·год	1,56
5.	Витрати електроенергії на добу 1 тролейбусом	кВт·год/добу	312 (1,56 кВт·год · 200км)
6.	Витрати електроенергії на рік 1 тролейбусом	кВт·год/рік	113м880 (312 кВт·год · м365)
7.	Витрати електроенергії на рік розрахунковою кількістю транспортних засобів	МВт·год/рік	569,4 (113880 кВт·год · 5/1000)
8.	Кількість викидів CO ₂ 1 тролейбусом	т CO ₂	132,0 (113,880 · 1,16)
9.	Кількість викидів CO ₂ розрахунковою кількістю транспортних засобів	т CO ₂	660 (132,0 т · 5)

Ефект та наслідки:

Внаслідок заміщення 35 одиниць автобусів класу А, В 5 тролейбусами з урахуванням факторів зменшення щільності вуличної мережі та збільшення транспортної доступності центрів тяжіння 1 223,05 т;

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія дизельного палива, т	421,575
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	62000,0
Чистий дохід від реалізації проекту	Проект окупається за рахунок збільшення доходів підприємства

	електротранспорту в результаті заміщення приватних перевізників новими
Окупність, рр.	7...10 років (за умови рентабельності діяльності підприємства електротранспорту 8...12%)
NPV, тис. грн	-28 316
IRR, %	8%
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	1223,05
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти,

Проектна пропозиція 4.1.6 Заміна тягових підстанцій ХКП «Електротранс».

Запропоновано: ХКП «Електротранс»

Розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Проектом передбачається заміна тягових підстанцій із метою скорочення втрат електроенергії у контактній мережі.

Більшість комутаційних пристроїв на підприємстві як на високовольтних вводах, так і на високій стороні трансформаторів складають морально застарілі масляні вимикачі.

Із метою поліпшення електричних показників при комутаціях, значного зменшення витрат на експлуатацію, часткового зменшення електроспоживання, а також із причини перевищення терміну експлуатації, рекомендується замінити наявні масляні вимикачі на вакуумні. Заміну слід проводити в рамках комплексної реконструкції тягових підстанцій. Основний ефект від заміни буде у зменшенні втрат електроенергії в середньому на 10%, зменшення споживання реактивної електроенергії на 40% і скорочення витрат на обслуговування у процесі експлуатації та ремонтів.

Розрахунок втрат в елементах наявних трансформаторів показує, що із загального обсягу втрат у трансформаторах на рівні 665 тис. кВт-год/рік основна частка – до 92% – припадає на магнітопроводи (елементи холостого ходу). Низькі навантажувальні втрати в обсязі 8% пояснюються слабким середнім завантаженням трансформаторів.

Впливати на втрати холостого ходу в бік зменшення можна двома способами:

- 1) ревізія елементів магнітопроводу (підтягування шпильок із попереднім спуском масла і частковим розбиранням трансформатора), яка, у кращому випадку, знизить їхню величину до паспортних (максимум на 30% — 0,4 млн. кВт-год/рік, або близько 100 000 грн/рік);
- 2) заміна трансформатора (може бути проведена при комплексній реконструкції тягових підстанцій).

Враховуючи, що потрібно провести ревізію близько 35 трансформаторів, то впливає закономірний висновок: не гарантована в результаті ревізії економія на рівні 1000 грн/рік із трансформатора буде набагато нижче первинних витрат на ревізію.

Наявні сучасні аналоги трансформаторів можуть забезпечити величину втрат холостого ходу практично удвічі менше при аналогічній встановленій потужності.

Внаслідок слабкої завантаженості, наявні випрямлячі можуть прослужити достатньо довго, але при цьому вони будуть споживати близько 3...3,5% (для нових близько 1...1,5%) загального обсягу

споживання електричної енергії та вимагатимуть витрат, пов'язаних з обслуговуванням і постійною наявністю персоналу (людини на підстанції). При реалізації комплексної заміни обладнання на підстанції наступним кроком стане модернізація електротранспорту, тому вивільнений висококваліфікований електротехнічний персонал підстанцій доцільно частково перекваліфікувати та задіяти на заміні приводу на рухомому складі, налагодженні та ремонті систем, пов'язаних із цим.

Наявні діодні випрямлячі, що забезпечують постійною напругою контактну мережу, розраховані на 15 років експлуатації. На сьогодні прослужили близько трьох термінів, морально застарілі (відсутня діагностика стану діодів, використовуються активні резистори для вирівнювання напруги замість індуктивних) і потребують заміни. Можливий розрахунковий ефект економії електроенергії – на рівні 2,5...4% від загальної кількості спожитої активної електроенергії.

Загальний ефект – в межах 20% економії електроенергії від загальної кількості, що споживається електротранспортом.

Розрахунки/обґрунтування. Розрахунок економії електроенергії при заміні тягових підстанцій представлений в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18

Розрахунок економії електроенергії при заміні тягових підстанцій

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	у середньому на добу	у середньому за рік
1	Споживання електроенергії електротранспортом	МВт-год	32,88	12000
2	Середні витрати електроенергії 1 тяговою підстанцією	МВт-год	3,653	1333,33
3	Фактична економія електроенергії на заміні 1 тягової підстанції (20% від витрат електроенергії)	МВт-год	0,7306	266,666

У складі нової тягової підстанції такий перелік основного обладнання:

- 1) комплектний розподільчий пристрій КРУ-6 (10) кВ;
- 2) тягові трансформатори «сухі» RESIBLOC;
- 3) перетворювальні секції типу В-ТПЕД;
- 4) розподільний пристрій лінійний РУ-600Л-УХЛ4;
- 5) розподільний пристрій катодного захисту РУ-600К-УХЛ4;
- 6) розподільний пристрій запасний РУ-600З-УХЛ4;
- 7) розподільний пристрій негативної шини агрегатний РУОШ-600А-УХЛ4;
- 8) розподільний пристрій негативної шини лінійний РУОШ-600Л-УХЛ4;
- 9) трансформатори власних потреб;
- 10) шафа власних потреб ШСН-УХЛ4;
- 11) шафа оперативного струму ШОТ-УХЛ4;
- 12) ввідний пристрій ВУ-УХЛ4.

Орієнтовна вартість підстанції – 20 млн. грн.

Кількість підстанцій – 9 од.

Ефект і наслідки. При розрахунку економічного та екологічного ефекту від заміни тягових підстанцій застосовувався тариф на електроенергію для МЕТ у розмірі 0,6300 грн/кВт-год, згідно з Постановою НКРЕ №220 від 26.02.2015 р., та коефіцієнт викидів CO₂ на одиницю ресурсу (на 1 МВт/год електроенергії) – 1,16. Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.19 та в таблиці 4.20.

Таблиця 4.19

Розрахунок економічного та екологічного ефекту від заміни тягових підстанцій

№ з/п	Показник	Значення показника	Розрахунок
1	Вартість заощадженої електроенергії на 1 тяговій підстанції за рік	167 999,58 грн	266 666 кВт·год · 0,6300 грн/кВт·год
2	Загальна сума інвестицій	180 млн. грн	9 · 20 000 000 грн
3	Кількість заощадженої електроенергії від заміни 9 тягових підстанцій	2399,994 МВт/год	266,666 МВт · 9 од.
4	Річна економія в грошовому виразі	1 511 996,2 грн	2 399 994 · 0,6300
5	Скорочення викидів CO ₂	2 783,993 т	2399,994 · 1,16

Таблиця 4.20

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія електроенергії, тис. кВт·год	2399,994
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	180000
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	
Щорічний прибуток від діяльності	
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	4149
Окупність, рр.	43
NPV, тис. грн	-163069
IRR, %	-10
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	2783,993
Джерело інвестицій	Не визначено

Даний проект не включений в інвестиційну стратегію ПДСЕР, тому що за поточних умов не може бути реалізований з будь-яких джерел фінансування.

Проектна пропозиція 4.2 Заміщення автобусів класу А, В на автобуси класу І

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. На сьогодні на маршрутах м. Хмельницького працює 332 автобуси малої місткості, переважна більшість з яких належить приватним перевізникам. Така структура парку є недосконалою, адже не може забезпечити рівномірного розподілу рухомого складу на маршрутах, призводить до підвищення викидів шкідливих речовин в атмосферу та збільшує насиченість транспортних потоків.

Для вирішення даної проблеми доцільно замінити 22 автобуси малої місткості типу «Спринтер» на 5 автобусів середнього класу (потенційно Богдан А1445). Це дозволить сформувати оптимальну структуру парку. Характеристика автобусів малої місткості типу «Спринтер» та автобусу середньої пасажиромісткості (далі – «АСП») представлена в таблиці 4.21.

Таблиця 4.21

Характеристика автобусів малої місткості типу «Спринтер» та автобусу середньої пасажиромісткості

№ з/п	Показники	Од. виміру	АМП «Спринтер»	АСП
1	Пасажиромісткість	пас.	18	80
2	Середньодобовий пробіг	км	200	
3	Вид палива/енергоносія		дизельне	дизельне

4	Нормативні витрати палива	л/100 км	18	30
---	---------------------------	----------	----	----

Оскільки один «Спринтер» вміщує 18 пас., а один автобус середньої пасажиромісткості — 80 пас., для заміщення 22 одиниць марки «Спринтер» ($22 \cdot 18 = 396$) необхідно 5 автобусів середньої пасажиромісткості ($5 \cdot 80 = 400$).

Розрахунки/обґрунтування. Заміщення 22 од. автобусів малої пасажиромісткості «Спринтер» 5 од. автобусів середньої пасажиромісткості:

Вхідна інформація щодо коефіцієнтів, що приймаються до розрахунку, наведена в таблиці 4.22.

Таблиця 4.22

Вхідна інформація щодо коефіцієнтів, що приймаються до розрахунку

№ з/п	Найменування коефіцієнту	Значення
1	Коефіцієнт викидів CO ₂ для дизельного палива	0,305
2	Коефіцієнт переведення у вагові одиниці з об'ємних для дизельного палива	0,825
3	Коефіцієнт переведення дизельного палива з одиниць маси в одиниці енергії	11,9

Розрахунок витрат енергоносіїв і кількості викидів CO₂ автобусом малої пасажиромісткості «Спринтер» та автобусом середньої пасажиромісткості представлений в таблиці 4.23.

Таблиця 4.23

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ автобусом малої пасажиромісткості «Спринтер» та автобусу середньої пасажиромісткості

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	АМП «Спринтер»	АСП
1	Пасажиромісткість	пас.	18	80
2	Середньодобовий пробіг	км	200	200
3	Розрахункова кількість транспортних засобів	шт	22	5
4	Вид палива		дизельне паливо	дизельне паливо
5	Нормативні витрати палива	л/100 км	18	30
6	Ціна палива	грн/л	20,74	20,74
7	Витрати палива на добу	л/добу	36 (18 л /100 · 200)	60 (30 л /100 · 200)
8	Витрати палива на рік розрахунковою кількістю транспортних засобів	л /рік	289080 (36 л · 365 · 22)	109500 (60 л · 365 · 5)
9	Переведення з одиниць об'єму в одиниці маси	т за рік	238,491 (289 080 л · 0,825 /1000)	90,34 (109 500 л · 0,825 /1000)
10	Вартість витраченого за рік палива	грн	5 995 519,2 (289 080 · 20,74)	2271030 (109 500 · 20,74)
11	Кількість виробленої енергії	МВт· год	2838,04 (238,491 т · 11,9)	1075,05 (90,34 т · 11,9)
12	Кількість викидів CO ₂ при цьому становить	т CO ₂	757,76 (2838,04 МВт · 0,267)	287,04 (1075,05 МВт · 0,267)

Ефект і наслідки. Річне скорочення витрат дизельного палива становить **148,151 т** (238,491 т - 90,34 т). Відповідно, річна економія палива у грошовому вираженні становитиме **3 724 489,2 грн** (5 995 519,2 грн - 2 271 030 грн).

Річне скорочення викидів CO₂ становитиме **470,72 т** (757,76 т - 287,04 т).

Вартість одного автобуса середнього класу (Богдан А1445) становить близько 4 270 000 грн. Відповідно, загальна сума інвестицій на придбання 5 автобусів становитиме **21 350 000 грн**.

Таким чином, заміщення 22 автобусів «Спринтер» 5 автобусами середньої пасажиромісткості дає змогу зменшити викиди CO₂ на **470,72 т**. Окрім того, супутнім ефектом проектної пропозиції є зменшення кількості рухомого складу на лінії та, відповідно, зменшення щільності транспортних потоків, що дозволить уникати заторів.

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.24.

Таблиця 4.24

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія дизельного палива, т	148,151
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	21350,0
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	
Щорічний прибуток від діяльності	
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	470,72
Джерело інвестицій	Кошти приватних інвесторів

Даний проект включений в інвестиційну стратегію ПДСЕР та фінансуватиметься за рахунок приватних інвестицій. Завдання місцевої влади при проведенні чергових тендерів на пасажирські маршрути включити до суттєвих умов тендерної документації відповідні вимоги щодо місткості транспортних засобів.

Проектна пропозиція 4.3 Переведення наявного автобусного складу на біодизельне паливо

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Пропонується перевести автобуси на біодизельне паливо, що дозволить скоротити викиди CO₂. Переведення планується провести шляхом проведення конкурсу серед приватних перевізників, однією з основних умов якого є вимога використання біодизельного пального під час здійснення внутрішньоміських перевезень.

У м. Хмельницький на маршрутах загального користування експлуатуються автобуси I класу (переважно «Еталон» та «Богдан») та класів А, В. Після оптимізації структури парку транспортних засобів та заміщення автобусів малої пасажиромісткості на тролейбуси, орієнтовна кількість автобусів I класу та класів А, В становитиме 200 одиниць. Пропонується перевести автобуси на біодизельне паливо, що дозволить скоротити викиди CO₂. Переведення планується провести поетапно, шляхом проведення конкурсу на здійснення перевезень на маршрутах серед приватних перевізників, однією з основних умов якого є використання біодизельного палива під час здійснення перевезень на міських маршрутах загального користування.

Для розрахунку вартісних показників приймаються такі ціни на енергоресурси:

- ціна дизельного палива – 20,72 грн/л.;
- ціна біодизельного палива марки В 100 – 14 грн/л (станом на 01.05.2015,

<http://kiev.flagma.ua/prodaem-biodizel-o1984758.html>).

Розрахунки/обґрунтування:

Вхідна інформація щодо коефіцієнтів, що приймаються до розрахунку, наведені в таблиці 4.25.

Таблиця 4.25

Вхідна інформація щодо коефіцієнтів, що приймаються до розрахунку

№ з/п	Найменування коефіцієнту	Значення
1	Коефіцієнт переводу в вагові одиниці з об'ємних	0,825
2	Теплотворна здатність дизельного палива	11,9
3	Коефіцієнт викидів CO ₂ для дизельного палива (стандартний коефіцієнт викидів)	0,267
4	Коефіцієнт викидів CO ₂ для біодизельного палива (стандартний коефіцієнт викидів)	0,0
5	Коефіцієнт викидів CO ₂ для дизельного палива (коефіцієнт викидів за методом оцінювання життєвого циклу (LCA))	0,305
6	Коефіцієнт викидів CO ₂ для біодизельного палива (коефіцієнт викидів за методом оцінювання життєвого циклу (LCA))	0,156

Розрахунок витрат енергоносіїв і кількості викидів CO₂ автобусним складом міста представлений в таблиці 4.26 (в розрахунках прийнято стандартний коефіцієнт викидів).

Таблиця 4.26

Розрахунок витрат енергоносіїв та кількості викидів CO₂ автобусним складом міста

№ з/п	Показники	Од. виміру	Автобус типу «Еталон»
1	Споживання пального автобусом в міському циклі	л/100 км	22
2	Середньодобовий пробіг автобуса на лінії	км	200
3	Розрахункова кількість транспортних засобів	од	200
4	Витрати палива на добу	л /добу	44 (22 л. /100 · 200)
5	Витрати палива на рік розрахунковою кількістю транспортних засобів	л /рік	3 212 000 (44 л. · 365 · 200)
6	Переведення витрат палива з одиниць об'єму в одиниці маси	т за рік	2649,9 (3 212 000 л · 0,825 /1000)
7	Вартість витраченого за рік дизельного палива розрахунковою кількістю транспортних засобів	грн	66 616 880 (3 212 000 л · 20,74)
8	Вартість витраченого за рік біодизельного палива розрахунковою кількістю транспортних засобів	грн	44 968 000 (3 212 000 л · 14,00)
9	Кількість виробленої енергії:	МВт·год	31 533,81 (2649,9 т · 11,9)
10	Кількість викидів CO ₂	т	8419,52 (31 533,81 МВт · 0,267)
11	Кількість викидів CO ₂ при використанні біодизеля	т	0,0 (31 533,81 МВт · 0,0)

Ефект та наслідки. Очікуване зменшення викидів CO₂ при переведенні наявного автобусного складу на біодизельне паливо становитиме **8419,52 т CO₂** (8419,52 т – 0,0т).

Очікуване скорочення витрат на паливо (в цінах на 01.05.2015) **21 648 880 грн.**

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.27.

Таблиця 4.27

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	-
Річна економія дизельного палива, т	2649,9
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	-
Річна економія (на 01.06.2015), тис. грн	21648,880
Щорічний прибуток від діяльності	
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	
IRR, %	
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	8419,52
Джерело інвестицій	-

Даний проект включений в інвестиційну стратегію ПДСЕР та фінансуватиметься за рахунок приватних інвестицій. Завдання місцевої влади при проведенні чергових тендерів на пасажирські маршрути – включити до суттєвих умов тендерної документації відповідні вимоги щодо місткості транспортних засобів.

Комплексна проектна пропозиція 4.4 Упровадження автоматизованої системи управління транспортом (АСУТ)

Запропоновано та розроблено: інститут місцевого розвитку

Опис. АСУТ складають дві системи: автоматизована система збору виручки та моніторингу на стоянках (АСЗВМС) та автоматизована система керування дорожнім рухом (АСКДР).

Враховуючи зростаючу залежність транспорту загального користування від автомобільних заторів та беручи до уваги неухильне збільшення кількості автомобілів як основного чинника автомобільних «корків», доцільним вбачається об'єднання АСЗВМС та АСКДР в одну систему АСУТ, оскільки це дозволяє здешевити вартість цих систем на етапах упровадження та експлуатації.

Метою програми АСУТ є упровадження двох систем:

- 1) системи АСЗВМС, адже значною мірою причиною автомобільних «корків» є недосконала система парковки автомобілів. Починається це вже при пошуку водіями місця для парковки свого авто. Рух у пошуках парковки в піковий час обумовлює збільшення транспортного потоку до 40%. Упровадження окремої підсистеми сприятиме обміну інформацією між системами і водієм, що дозволить швидше знаходити правильне рішення;
- 2) системи АСКДР як системи, що дозволить відновити та підтримувати пропускну здатність наявної вулично-дорожньої мережі міста, АСКДР також є базою для впровадження додаткових систем відеонагляду та інформування водіїв про вільні місця для паркування та з питань дорожнього руху, погоди тощо.

Очікувані результати. Відновлення та збереження пропускну здатності наявних вулиць і доріг за рахунок забезпечення розв'язання таких завдань:

- моніторинг транспортних потоків;
- використання сучасних технологій керування роботою світлофорів (інтелектуальні світлофори);
- визначення пріоритетних напрямків руху транспорту за годинами доби;

- «зелена хвиля» для транспорту загального користування;
- контроль роботи міських служб у питаннях обмеження в'їзду транзитного транспорту, проїзду по мостах та в'їзду вантажного транспорту в центральну частину міста;
- централізоване регулювання роботи світлофорів з урахуванням дорожньої ситуації (дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), ремонт доріг, перекриття тощо);
- контроль за рухом транспорту загального користування;
- контроль паркувальної діяльності оператором;
- відеоконтроль стоянок, транспортних розв'язок та окремих ділянок доріг;
- накопичення інформації щодо транспортних потоків для підготовки проектних рішень;
- фотофіксація перевищень швидкості, проїзду на забороняючі сигнали світлофорів та інші порушення правил дорожнього руху (ПДР);
- інформування про несправні засоби регулювання;
- інформування учасників дорожнього руху про виникнення заторів, обмежень тощо;
- інформування служб дорожнього руху про автомобільні затори для оперативного реагування;
- ряд комерційних функцій, які повинні певною мірою зменшити витрати на її утримання, зокрема оптимізація маршрутів, схем дорожнього руху, надання аналітичних матеріалів для проектних робіт тощо;
- забезпечення обліку відключень засобів регулювання, зокрема і світлофорів.

Опис впровадження системи збору виручки та моніторингу на стоянках (АСЗВМС) у м. Хмельницькому, інтегрованої до АСУТ

Мета створення. Стимулювання населення до розвантаження вуличної мережі м. Хмельницького транспортними засобами шляхом уведення оплати за паркування в центрах активності та забезпечення автоматизації процесу пошуку паркомісця.

Призначення. Однією з основних проблем, що призводять до уповільнення руху транспортних потоків та утворення заторів, є паркування транспортних засобів на проїжджій частині. Це виключає з руху крайню праву смугу, яка є основною для пасажирського транспорту. З огляду на те, що на сьогодні в місті за паркування не збирається плата, воно є безкоштовним, із метою стимулювання населення до розвантаження вуличної мережі транспортними засобами даним проектом пропонується ввести платне паркування шляхом упровадження автоматизованої системи збору та обліку виручки в центрах активності населення. У місцях, де запаркований транспорт заважає руху пасажирського транспорту по крайній правій смузі, зупинку та стоянку заборонити. Таким чином, власники приватного транспорту будуть зацікавлені залишити автомобіль на стоянках на в'їзді в місто або поза зоною підвищеної активності, або паркуватися на платних стоянках, там де це не заважає руху пасажирського транспорту.

Реалізація. Таким чином пропонується вивести автомобілі з вузьких місць і зменшити насиченість на 1 000 м². Пропонується облаштувати платні стоянки біля торговельних, адміністративних та житлових будівель, та на проїжджій частині вулиць у дозволених місцях, там, де це не заважає руху пасажирського транспорту загальною потужністю 1 000 паркомісць. Пропонується зробити платною всю центральну частину міста. У той же час необхідно заборонити стоянку в тих місцях, де це створює перешкоди для руху міського пасажирського транспорту.

Середня вартість створення одного паркомісця (з урахуванням нанесення розмітки, встановлення знаків, огороження, технічних пристроїв на стоянках) становить 1500 грн. Загальна вартість облаштування стоянок **1 500 000грн.**

Обладнати платні стоянки системою АСЗВМС в таких основних зонах:

- вул. Кам'янецька, перехрестя з вул. Інститутська;
- Кам'янецький переїзд;
- Ринок «Дубове»;
- Хмельницький ринок;
- вул. Кам'янецька (зона перехрестя з вул. Проскурівського підпілля);
- вул. Михайла Грушевського;
- вул. Івана Франка;

- площа «Привокзальний майдан»;
- вул. Свободи;
- вул. С. Бандери.

Система розрахунків за паркування з використанням паркоматів передбачає їхнє встановлення на кожні 15-50 паркомісць. Загальна потреба в паркоматах становить близько 30 одиниць. Розрахунки можуть проводитися готівкою та за допомогою електронних смарт-карт. Пропонується встановити базовий тариф в межах 20...50 грн/год, залежно від місця розташування стоянки та завантаженості зони транспортом. Встановлення різної ціни дозволить стимулювати власників транспортних засобів паркуватися у менш завантажених зонах.

Основні витрати при впровадженні цієї системи:

- первинні капітальні витрати на закупівлю паркоматів;
- створення процесингового центру для аналізу та обробки інформації з паркоматів;
- встановлення паркоматів;
- витрати на технічне обслуговування паркоматів, інкасацію.

Орієнтовна вартість одного паркомата становить 30 тис. грн, витрати на його встановлення складуть 4 000 грн. Витрати на технічне обслуговування та інкасацію 30 паркоматів складуть 300 тис. грн на рік.

Передбачається створення та упровадження системи відеомоніторингу функціонування паркувальних майданчиків із наданням інформації до міського центру автоматизованої системи керування дорожнім рухом (АСКДР). Упровадження цієї системи дасть змогу відстежувати реальну завантаженість кожного паркувального майданчика, здійснювати сплату за послуги з паркування, забезпечити оповіщення учасників дорожнього руху про наявність чи відсутність вільних місць для відстою транспортних засобів. Поряд з цим архівація даних, отриманих за допомогою цієї системи, сприятиме діяльності правоохоронних органів у розкритті злочинів, пов'язаних із викраденням автомобілів, крадіжкою майна з них, умисним пошкодженням транспортних засобів тощо.

При упровадженні системи відеонагляду планується задіяти 30 паркувальних майданчиків із встановленням на них не менше 50 відеокамер.

Розрахунок загальної потреби в коштах на впровадження системи представлений в таблиці 4.28.

Таблиця 4.28

Розрахунок загальної потреби в коштах на впровадження системи

№ з/п	Заходи	Сума витрат, грн
1	Створення процесингового центру, необхідно витратити	300 000
2	Обладнання та облаштування процесингового центру	500 000
3	Вартість придбання 30 паркоматів	900 000
4	Вартість встановлення 30 паркоматів	120 000
5	Вартість серверу зберігання даних (1 од.)	162 000
6	Вартість 50 відеокамер з необхідним обладнанням	250 000
7	Загальна вартість впровадження системи	2 232 000

Слід узяти до уваги те, що паркування за допомогою мобільних телефонів останні п'ять років активно впроваджується в країнах Європи та має переваги над іншими наявними системами: порівняно невеликі витрати на обладнання, зручність у використанні при сплаті за послуги та фінансова прозорість. Система сплати за паркування діє таким чином. Для початку сплати за допомогою мобільного телефону водій надсилає безкоштовне СМС або голосове повідомлення на короткий телефонний номер (наприклад, 777) з номерним знаком його автомобіля (наприклад, ВН1234КВ) та номером паркувальної зони чи паркувального місця. З того моменту, як користувач послуги надіслав СМС-повідомлення, з рахунку його мобільного телефону знімаються кошти за паркування, доки послуга не буде зупинена.

Для завершення сплати за паркування необхідно з телефону, з якого водій відправив СМС-повідомлення про початок паркування, надіслати безкоштовне СМС-повідомлення без тексту або

зателефонувати на короткий телефонний номер. Сплату за паркування буде завершено в автоматичному режимі, а для того, щоб водій не забув вимкнути послугу, йому будуть надсилатись кожну годину нагадувальні СМС-повідомлення або дзвінки.

Контроль за сплатою виконує контролер, який за допомогою мобільного терміналу зв'язується з центром управління, де є база даних щодо реєстрації всіх номерів автомобілів, водії яких почали сплату за паркування, і в разі отримання інформації про те, що сплати немає, викликає службу з блокування коліс.

Система сплати за паркування за допомогою мобільних телефонів є складовою частиною загальної автоматизованої системи безготівкової сплати за паркування.

Загальні витрати на відкриття стоянок у зонах платного паркування та впровадження системи АСЗВМС становлять **3 732 000 грн** (1 500 000 грн + 2 232 000 грн).

Опис упровадження автоматизованої системи керування дорожнім рухом АСКДР із застосуванням оптоволоконних ліній зв'язку.

Мета створення АСКДР. Питання автомобільних заторів не нове, і через цю проблему пройшли усі міста розвинених країн. Над цим постійно працюють: збільшують щільність доріг, будують транспортні розв'язки, мости, тунелі та вдосконалюють організацію дорожнього руху. Останнє, в основному, роблять шляхом впровадження сучасних автоматизованих систем керування дорожнім рухом (АСКДР). Саме ці системи дозволяють відновити та зберегти пропускну здатність наявних вулиць та доріг.

У країнах високого рівня автомобілізації подібні системи та відповідні структурні підрозділи муніципальної влади є провідною складовою окремої галузі зі своєю наукою, виробництвом, правовим забезпеченням, бюджетним фінансуванням і залученням інвесторів на їхнє впровадження та утримання.

Призначення АСКДР. Розвинені країни, які зіштовхнулися із проблемами зростаючої автомобілізації раніше України та країн СНД, знайшли відповідь — це АСКДР, заснована на принципах мереженого адаптивного управління.

Мережене адаптивне управління проводить автоматичний моніторинг характеристик транспортних потоків за допомогою детекторів й автоматично розраховує параметри технічних засобів регулювання. Численні дослідження, проведені у країнах Євросоюзу, підтвердили вищу ефективність систем, заснованих на принципах мереженого адаптивного управління порівняно з традиційними, заснованими на жорсткому регулюванні. Особливо яскраво переваги таких АСКДР виявляються в умовах високого завантаження руху. Звичайно, адаптивні системи не у змозі повністю позбавити місто від заторів, проте вони дають змогу забезпечити максимум пропускну спроможності з кожного перехрестя. Як наслідок, у цих країнах рівень автомобілізації майже у два-три рази вищий, а затори практично менші.

За оцінками експертів, впровадження АСКДР в місті дозволяє:

- на 15...20% підвищити швидкість сполучення;
- на 20...30% зменшити затримки транспорту;
- на 10...12% зменшити витрати пального;
- на 13...18% зменшити шкідливі викиди в атмосферу;
- на 10...15% знизити аварійність на дорогах.

Реалізація. Основу сучасних АСКДР складають системи моніторингу транспортних потоків.

Першочерговим вбачається впровадження АСКДР у центральній частині міста, на мостах, при в'їздах у місто та на головних магістралях міста. У першу чергу пропонується їх встановити на основних в'їздах до міста (контроль та управління транзитом), зокрема по таких напрямках:

- 1) Старокостянтинів (дорога Н03);
- 2) Пирогівці (дорога М12);
- 3) Вінниця (Копистинське шосе);
- 4) Ярмолинці (дорога Н03);
- 5) Тернопіль (дорога М12);

6) Чорний Острів (дорога Т2311).

А також у центрах активності населення, зокрема:

- вул. Кам'янецька, перехрестя з вул. Інститутська;
- Кам'янецький переїзд;
- Ринок «Дубове»;
- Хмельницький ринок;
- вул. Кам'янецька (зона перехрестя з вул. Проскурівського підпілля);
- вул. Михайла Грушевського;
- вул. Івана Франка;
- площа «Привокзальний майдан»;
- вул. Свободи;
- вул. С. Бандери.

За допомогою встановлених інтегрованих систем управління, які спроможні реагувати на будь-які зміни дорожньої ситуації (виникнення транспортних заторів, виконання дорожньо-транспортних робіт, перекриття руху працівниками ДАІ), приймаються правильні рішення щодо збільшення швидкості руху транспорту на окремих відрізках та мережі загалом шляхом встановлення інтерактивних дорожніх знаків та розумних світлофорів. Крім того, учасники дорожнього руху можуть дізнаватися он-лайн про ситуацію завантаженості вуличної мережі та отримувати інформацію про вільні місця для стоянки.

Затримки часу на світлофорах повинні зводитися до мінімуму завдяки використанню адаптивних методів управління, особливо при забезпеченні пріоритетного проїзду громадського транспорту.

На перехрестях мають бути встановлені детектори дорожнього руху. Необхідні дані збираються, обробляються та використовуються для адаптивного управління світлофорами та дорожнім рухом по всій мережі. Центральний комп'ютер аналізує дані, що надходять з детекторів (їх має бути встановлено понад 1000 од.), обробляє результати та виконує втручання в рух транспорту в керівній мережі залежно від конкретної дорожньої ситуації. При виконанні цієї технології система виявляє передзаторові ситуації та вирішує їх швидко і легко.

Функція «зелена хвиля» для транспорту загального користування дозволить підвищити на 20% середню швидкість руху наземного громадського транспорту.

Функції системи відеоконтроль та фотофіксація дозволять створити базу даних порушників Правил дорожнього руху, яка має бути використана як фіксація адміністративних порушень та для проведення виховної роботи.

Функції контролю (в'їзди в місто, в'їзд у центральну частину міста, рух транзитного транспорту, рух транспорту загального користування, перекриття руху працівниками ДАІ) дозволять контролювати та аргументовано проводити оцінку діяльності посадових осіб й уживати відповідні заходи.

Отримання достовірної інформації щодо транспортних потоків дозволить напрацьовувати правильні рішення щодо розвитку вулично-дорожньої мережі міста та визначати структуру руху транспорту погодино.

За рахунок збільшення швидкості руху транспортних потоків піднімуться показники екологічності на транспорті.

Заходи щодо впровадження автоматизованої системи керування дорожнім рухом АСКДР та їхня вартість представлені в таблиці 4.29.

Таблиця 4.29

Вартість заходів щодо впровадження автоматизованої системи керування дорожнім рухом

№ з/п	Заходи	Сума витрат, грн
1	Створення загальної архітектури системи, розробки алгоритмічного забезпечення управління на всіх рівнях, створення інтерфейсу, розробка	6 000 000

	програмного забезпечення, забезпечення зв'язку з периферійним устаткуванням (оптоволоконні лінії)	
2	Придбання, монтаж, наладка обладнання (датчики, відеокамери, комутатори, процесорні блоки та ін.)	18 000 000
3	Загальна потреба в коштах на впровадження системи становить	24 000 000

Розрахунки/обґрунтування. У м. Хмельницького на сьогодні дуже гостро стоїть проблема завантаженості транспортними потоками вулиць в основних місцях підвищеної активності населення. Якщо використовувати показник, що характеризує кількість умовних автомобілів на 1000 м², то в пікові години (ранок 7.30...9.00, вечір 17.30...20.00) цей показник на «вузьких місцях» (мости, перехрестя, звуження проїжджої частини) сягає значення 62,5 автомобілів/1000 м² дорожнього полотна, можлива швидкість руху 2 км/год, (потік майже стоїть, автомобіль витрачає 3 хв/100м, витрати палива 0,1 л/хв, 300 г/100 м, (300 л/100 км)) при бажаному 15 автомобілів/1000 м², можлива швидкість руху 60 км/год, автомобіль витрачає 0,096 хвилин/100м, витрати палива 0,1 л/хв, 9,6 г/100 м (9,6 л/100км).

Таким чином, витрати палива в годину пік у заторах автомобільним транспортом на площі 1000 м²:

$$62,5 \cdot 0,1 \text{ л/хв} = 6,25 \text{ л/хв};$$

$$62,5 \cdot 300 \text{ г/100 м} = 18750 \text{ г/100 м} = 18,75 \text{ л/100 м}.$$

При нормальній середній завантаженості транспортної мережі витрати палива автомобільним транспортом на площі 1000 м²:

$$15 \cdot 0,1 \text{ л/хв} = 1,5 \text{ л/хв};$$

$$15 \cdot 9,6 \text{ г/100 м} = 144 \text{ г/100 м} = 0,144 \text{ л/100 м}.$$

Отже, умовний автомобільний транспорт на площі 1000 м² у пікові години долає відстань 100 м із витратами 18,75 л, а при середній нормальній завантаженості потоку — з витратами 0,144 л.

Враховуються як автомобілі, що рухаються, так і автомобілі, які припарковані на проїжджій частині.

Умовний автомобіль визначається за допомогою перевідних коефіцієнтів, що наведені в таблиці 4.30.

Таблиця 4.30

Перевідні коефіцієнти для визначення умовного автомобільного транспорту

Вид транспортного засобу	Розмір коефіцієнту
Легкові автомобілі	1
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю, т:	
до 2	1,5
від 2 до 5	2
від 5 до 8	2,5
понад 8	3,5
Автопоїзди вантажопідйомністю, т:	
до 6	3
від 6 до 12	3,5
від 12 до 20	4
від 20 до 30	5
понад 30	6
Автобуси	2,5
Тролейбуси	30
Зчленовані тролейбуси і автобуси	40
Мотоцикли, мопеди	0,5
Велосипеди	0,3

Використовуючи дану методику, можна визначити, що в пікові години, у «вузьких місцях» центрів активності населення, в середньому, сконцентровано $200 \text{ м} \cdot 10 \text{ м} \cdot 62,5 \text{ авто} / 1000 = 125$ автомобілів. 200 — середня довжина затору, 10 — середня ширина проїжджої частини.

Очікується, що запропоновані проектні заходи дадуть можливість зменшити в пікові години щільність потоку до 25 автомобілів/1000 м² у 15 центрах активності. Години пік: ранок —2,5 години, вечір— 2,5 години, разом 2,5 + 2,5 = 5 годин.

Ефект і наслідки. Порівняння показників витрат палива до та після реалізації комплексного проекту представлені в таблиці 4.31.

Таблиця 4.31

Порівняння показників витрат палива до та після реалізації комплексного проекту

№ з/п	Показники	До реалізації проекту	Після реалізації проекту
1	Витрати палива в одній зоні за добу	3750 л (0,1 л/хв · 5 год · 60 · 125 авто)	750 л. (0,1 л/хв · 5 год · 60 · 25 авто)
2	Витрати палива в 15 зонах, за добу	56 250 л (3750 л · 15)	11 250 л (750 л · 15)
3	Витрати палива за рік	15 193,13 т (56 250 л · 0,74 · 365 / 1000)	3038,63 т (11 250 л · 0,74 · 365/1000)

Таким чином, економія палива від впровадження комплексного проекту за рік становитиме 12 154,5 т (15 193,13 т – 3 038,63 т). Економія палива та скорочення викидів CO₂ від впровадження АСЗВМС та АСКДР, а також у результаті впровадження в цілому АСУТ, представлені в таблиці 4.32.

Таблиця 4.32

Економія палива та скорочення викидів CO₂ від впровадження АСУТ

№ з/п	Заходи проекту	Економія палива	Обсяги скорочення викидів CO ₂
1	АСЗВМС (30%)	3646,35 т	11 167,68 т (3646,35 · 12,3 · 0,249)
2	АСКДР (70%)	8508,15 т	26 057,91 т (8508,15 · 12,3 · 0,249)
3	Проект АСУТ в цілому	12 154,5т	37 225,59 т

Загальна сума інвестицій на впровадження комплексної проектної пропозиції становить 27732000 грн (3 732 000 грн вартість — облаштування зон платного паркування та системи збору виручки і моніторингу на стоянках та 24 000 000 грн — вартість впровадження автоматизованої системи керування дорожнім рухом).

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.33.

Таблиця 4.33.

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, бензину, т	12154,5
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	27732
Річний прибуток КП, прогнозований, тис. грн	
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	-
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	37225,59
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти

Проектна пропозиція 4.5 Будівництво тунельного переходу 3
вул. Старокостянтинівське шосе до вул. Льва Толстого

Запропоновано: Управління транспорту Хмельницької міської ради

Розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Проектна пропозиція передбачає будівництво тунельного переходу під залізничним полотном протяжністю 120 м.

Реалізація проектної пропозиції дозволяє перенаправити транспортні потоки і розвантажити просп. Миру, вул. Зарічанську, вул. С. Бандери та вул. Кам'янецьку (рис. 4.3).

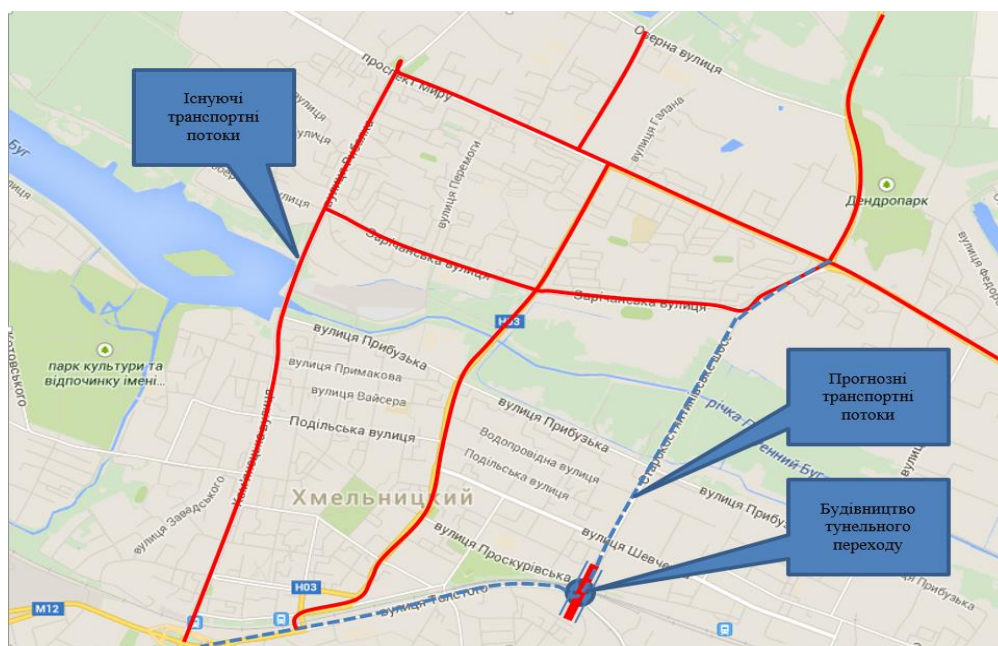


Рисунок 4.3 — Будівництво тунельного переходу з вул. Старокостянтинівське шосе до вул. Льва Толстого

Орієнтовна вартість будівництва тунелю **23 384тис. грн.**

У результаті реалізації проектної пропозиції буде досягнуто:

- зменшення заторів у м. Хмельницькому;
- зростання середніх експлуатаційних швидкостей руху транспортних засобів у порівняно з наявними умовами руху;
- зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних із незадовільними дорожніми умовами;
- зменшення експлуатаційних витрат автомобільного транспорту та непродуктивних втрат робочого часу пасажирів і часу перевезення вантажів, зниження собівартості перевезень;
- зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Примітка. Дана проектна пропозиція є попереднім обґрунтуванням і вимагає розробки детального ТЕО, з урахуванням геодезичної розвідки. Також не враховано вартість проектних та підготовчих робіт, робіт із демонтажу будівель, споруд, земляних робіт, робіт з облаштування інфраструктурних об'єктів. Можлива зміна деяких проектних показників.

Розрахунки/обґрунтування:

Захід щодо скорочення пробігу транспорту.

Розрахунок скорочення витрат палива від скорочення пробігу транспорту, виходячи з середньої витрати палива в міському циклі одного автомобіля 12 л/100 км, виконувався за такими двома напрямками дороги:

1. Напрямок через проспект Миру.

Відстань від перехрестя просп. Миру, Старокостянтинівського шосе до Кам'янецького переїзду — 2 600 м.

2. Напрямок через вул. Зарічанську.

Відстань від перехрестя вул. Зарічанської, Старокостянтинівського шосе до Кам'янецького переїзду — 3 400 м.

Розрахунок скорочення витрат палива від скорочення пробігу транспорту представлений в таблиці 4.34.

Таблиця 4.34

Розрахунок скорочення витрат палива від скорочення пробігу транспорту

№ з/п	Показник	Напрямок через проспект Миру	Напрямок через вул. Зарічанську
1	Орієнтовна інтенсивність руху за добу в напрямку	2500 автомобілів	3000 автомобілів
2	Скорочення довжини руху в напрямку	1610 м (2600-990)	2410 м (3400 - 990)
3	Скорочення пробігу транспорту за добу в напрямку	4025 км (1610 · 2500 / 1000)	7230 км (2410 · 3000 / 1000)
4	Скорочення пробігу транспорту за рік в напрямку	1 469 125 км (4025 · 365)	2 638 950 км (7230·365)
5	Скорочення витрат палива транспортом за рік від скорочення довжини пробігу у напрямку	130,46 т (1 469 125 / 100 · 12 · 0,74/1000)	234,34 т (2 638 950 / 100·12·0,74 / 1 000)

Захід щодо зменшення щільності транспортних потоків у пікові години.

Розрахунок скорочення витрат палива від зменшення щільності транспортних потоків у пікові години. Реалізація проектної пропозиції передбачає розвантаження таких центрів (зон) транспортної активності (місць, у яких у пікові години навантаження виникають затори):

- вул. Кам'янецька;
- вул. Зарічанська;
- вул. Івана Франка;
- вул. Проскурівська;
- вул. Свободи;
- вул. С.Бандери.

У пікові години, у «вузьких місцях» центрів транспортної активності, в середньому сконцентровано $160\text{м} \cdot 10\text{м} \cdot 62,5\text{авто} / 1000 = 100$ автомобілів. 160 — довжина затору, 10 — ширина проїжджої частини.

Очікується, що запропоновані проектні заходи дадуть можливість зменшити в пікові години щільність потоку до 20 автомобілів/1000 м² у 4 зонах активності. Години пік: ранок –2 години, вечір–2 години, разом 2+2=4 години. Розрахунок скорочення витрат представлений у таблиці 4.35.

Таблиця 4.35

Розрахунок скорочення витрат палива від зменшення щільності транспортних потоків до та після реалізації проекту

№ з/п	Показники	До реалізації проекту	Після реалізації проекту
1	Витрати палива в зонах активності в пікові години за добу		
	у 1 зоні:	2400 л (0,1 л/хв · 4 год · 60 · 100авто)	480 л (0,1 л/хв · 4год · 60 · 20 авто)
	у 6 зонах:	10,66 т (2400 л · 0,74· 6/1000)	2,13 т(480 л · 0,74· 6/1000)

2	Витрати палива за рік	3890,9 т (10,66 т · 365)	777,9 т (2,13 т · 365)
----------	------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

Економія палива від реалізації проектної пропозиції за рахунок зменшення щільності транспортних потоків у пікові години за рік — **3113 т** (3890,9 т – 777,9 т).

Ефект та наслідки.

Загальне скорочення споживання палива від реалізації проектної пропозиції становитиме **3477,8 т**, у тому числі:

1. будівництва тунельного переходу:
через вул. проспект Миру — 130,46 т,
через вул. Зарічанську - 234,34 т,

2. зменшення щільності транспортних потоків у пікові години — **3113т**,
Сумарне скорочення викидів CO₂ від реалізації проектної пропозиції становитиме **10651,46 т** (3 477,8 · 12,3 · 0,249).

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.36.

Таблиця 4.36.

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	
Ставка дисконтування, %	-
Річна економія бензину, т	3477,8
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	23384
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	-
Щорічний прибуток від діяльності	-
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	-
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	10651,46
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти

Проектна пропозиція 4.6 Будівництво заїзних кишень для зупинки громадського пасажирського транспорту на маршрутах загального користування

Запропоновано і розроблено: інститут місцевого розвитку

Опис. У місті дуже гостро стоїть проблема перенасичення деяких вулиць міським пасажирським транспортом, особливо в центральній частині. Автобуси та тролейбуси під час зупинки для посадки та висадки пасажирів повністю зупиняють рух в крайній правій полосі, а інколи і в другій полосі, та створюються черги з автобусів та тролейбусів на зупинках транспорту. Це, у свою чергу, призводить до загального уповільнення руху всього транспортного потоку, заторів, аварійних ситуацій. Вирішити цю проблему можливо будівництвом заїзних кишень для зупинки громадського пасажирського транспорту на маршрутах загального користування (рис 4.4), зокрема на вул. Кам'янецька, вул. Подільська, вул. Зарічанська, вул. Інститутська.

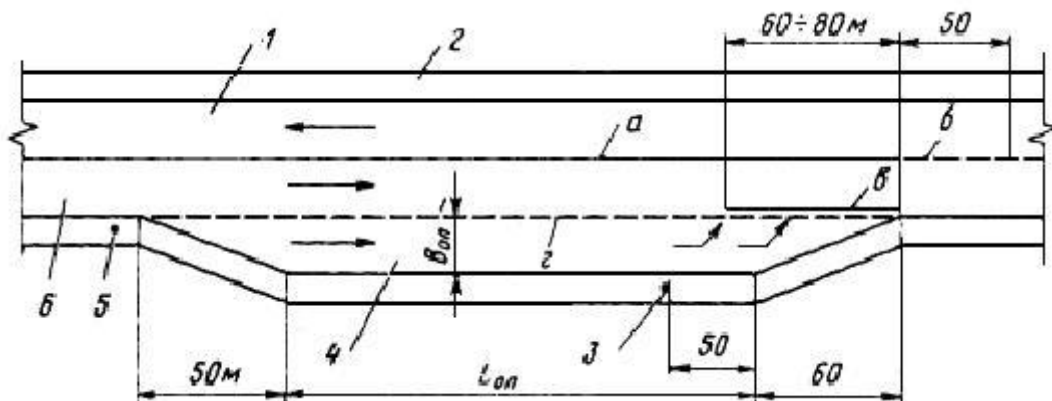


Рисунок 4.4 — Робоче креслення заїзної кишені

Розрахунки/обґрунтування:

Орієнтовна кількість кишень — 22 од.

Вартість будівництва однієї кишені – 300 000 грн.

Загальна вартість проекту – 6 600 000 грн.

Очікується, що запропоновані проектні заходи дадуть можливість зменшити в пікові години щільність потоку до 20 автомобілів/1000 м² у 22 зонах активності, протягом двох годин (сумарний час на висадку та посадку пасажирів маршрутними транспортними засобами), представлений в таблиці 4.37.

Таблиця 4.37

Розрахунок скорочення витрат палива від зменшення щільності транспортних потоків до та після реалізації проекту

№ з/п	Показники	До реалізації проекту	Після реалізації проекту
1	Витрати палива в зонах активності в пікові години за добу		
	у 1 зоні:	480 л (0,1 л/хв · 2 год · 60 · 40 авто)	240 л. (0,1 л/хв · 2 год · 60 · 20 авто)
	у 22 зонах:	7,814 т (480 л · 0,74 · 22/1000)	3,9 т (240 л · 0,74 · 22/1000)
2	Витрати палива за рік	2852,26 т (7,814 тон · 365)	1423,5 т (3,9 т · 365)

Ефект і наслідки. Економія палива від реалізації проектної пропозиції за рахунок зменшення щільності транспортних потоків у пікові години за рік – 1428,76 т (2852,26 т – 1423,5 т).

Скорочення викидів CO₂ від реалізації проектної пропозиції становитиме 4375,9 т (1428,76 · 12,3 · 0,249).

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.38.

Таблиця 4.38

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	
Ставка дисконтування, %	-
Річна економія бензину, т	1428,76
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	6600
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	-
Щорічний прибуток від діяльності	-
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	-

Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	4375,9
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти

Комплексна проектна пропозиція 4.7 Створення та розвиток велосипедної інфраструктури в м. Хмельницькому

Запропоновано: Інститут місцевого розвитку

Розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Проектна пропозиція передбачає створення та розвиток велосипедної інфраструктури м. Хмельницький. Зростання активності велосипедного руху є одним із шляхів скорочення енергоспоживання та дозволяє зробити транспортну систему міста сталою, а громадський простір міста — ергономічним, зручним і доступним для всіх користувачів. Необхідними заходами у проектах розвитку велоінфраструктури є: заохочення мешканців до їзди на велосипеді через улаштування безпечних та комфортних велодоріжок та велосмуг на автодорогах, які би зв'язували між собою мікрорайони та центр міста; створення велопарковок в усіх частинах міста; пропаганда і реклама переваг їзди на велосипеді; створення пунктів прокату велосипедів, інженерно-технічний розвиток велоінфраструктури.

Основними сприятливими факторами розвитку велоінфраструктури у м. Хмельницькому є:

1. Невеликі розміри та компактність міста (площа) робить його досяжним і зручним для руху велосипедистів. Розміщення мікрорайонів відносно центру робить актуальними короткотривалі поїздки (до 5 км), які є найефективнішими якраз на велосипеді.
2. Основні магістралі проходять через центр, що завдає шкоди архітектурному середовищу міста. На сучасному етапі зменшення автомобільного руху в центрі дасть можливість вирішити тут нагальні екологічні і туристичні проблеми. Створення пішохідно-велосипедних зон у центральній частині міста сприятиме зниженню показників забруднення середовища до норм, прийнятних для життя та діяльності мешканців, а також збереженню цінних об'єктів спадщини.
3. Рельєф міста — рівнинний, і це суттєво спрощує можливості для пересування велосипедом, оскільки не вимагає серйозних навантажень для подолання схилів. Крім того, рівнинні території більш сприятливі для технічного створення велосипедних доріжок, оскільки вуличні мережі мають достатній для цього простір.
4. Розвинений приватний сектор у місті Хмельницького є позитивною передумовою для розвитку велосипедної інфраструктури. Мешканці приватного сектору частіше мають велосипед і частіше ним користуються. Причиною цього є наявність умов для зберігання та частіша побутова необхідність користуватися велосипедом.

Відчутних позитивних змін у розвитку транспортної системи міста можна досягти при збільшенні кількості активних велосипедистів до 6...7 тисяч осіб, що складатиме близько 10% від розрахункової кількості власників автотранспортних засобів. Для досягнення такого результату потрібно здійснити ряд заходів управлінського, інфраструктурного та інформаційного характеру.

Розрахунки/обґрунтування. При проектуванні об'єктів велоінфраструктури передбачається, що:

- орієнтовна загальна протяжність велосипедних шляхів — 85 км;
- орієнтовна кількість велосипедних паркомісць короткострокового зберігання — 3500 од.;
- орієнтовна кількість велосипедних паркомісць довготривалого зберігання — 1500 од.;
- орієнтовна кількість активних користувачів велотранспорту (щоденна у середньому протягом року) — 8000 осіб;

- коефіцієнт заміщення автомобільного транспорту велосипедним становить 0,5 (виходячи з того, що при поїздках по місту середній коефіцієнт використання місткості легкового автомобіля становить 0,5, як правило, поїздки здійснює водій і один пасажир, тобто в автомобілі 2 особи, отже 2 велосипеди можуть замінити один автомобіль);
- середня довжина поїздки легкового транспорту по території м. Хмельницького становить 30 км;
- середня витрата палива в міському циклі одного автомобіля – 12 л/100 км;
- орієнтовна вартість будівництва велодоріжок залежить від виду покриття, може коливатися в межах від 200 000 грн/км (гравій) до 1 000 000 грн/км (асфальтове покриття, бруківка). Проектами створення велоінфраструктури в м. Хмельницького передбачається як будівництво ділянок високоякісних велотрас (під'їзди до центру, центр), так і гравійних доріжок (рекреаційні маршрути, паркові зони), а також облаштування доріг і тротуарів знаками розмітки, дорожніми знаками, іншими технічними пристроями для створення велодоріжок без будівництва дорожнього полотна (орієнтовна вартість переобладнання 10 000 грн/км). Для розрахунку вартості проекту приймаємо середню вартість 1 км велотраси 300 000 грн/км;
- орієнтовна вартість створення 1 паркомісця короткотривалого зберігання — 200 грн;
- орієнтовна вартість створення 1 паркомісця довготривалого зберігання — 500 грн;
- запропоновані проектні заходи та їхня орієнтовна вартість представлені в таблиці. 4.39.

Таблиця 4.39

Можливі проектні заходи зі створення велоінфраструктури в м. Хмельницькому

Проект	Місце реалізації	Опис/актуальність	Бюджет тис.грн
Магістральні шляхи			
Південно-західна гілка	вул. С. Бандери, вул. Проскурівського підпілля, Львівське шосе	Завдання маршруту — з'єднати Південну частину мікрорайонів Озерна, Виставка, мікрорайону Гречани з центром міста. Перспективи даній гілці додає наявність великого приватного сектору. Об'єкти: магазин «Фуршет», дачні масиви Дивокрай, Дихтярка по вул. С. Бандери, приватний сектор вул. Н. Берегова, Лісна та ін. Обласна державна адміністрація, Міська рада, Податкова та інші адміністративні будівлі.	4000
Північна гілка	Вінницьке шосе, просп. Миру, вул. Зарічанська	Завдання маршруту – з'єднати східні околиці та мікрорайони міста з центральною частиною. Також з'єднує міські маршрути із замиськими веломаршрутом Вінницького шосе, він може також мати рекреаційну функцію, оскільки дає прямий вихід на замиські відпочинкові зони — с. Давидківці, Меджибіж. Об'єкти: Автостанція №1, ринок будівельних матеріалів, центральний продовольчий ринок, Обласна державна адміністрація, Міська рада, Податкова та інші адміністративні будівлі. Виїзди на: Вінницю.	6000
Центральний напрям	Панаса Мирного, Свободи.	Центральна гілка з'єднує найбільш густозаселені райони міста з центральною частиною міста. Магістральний шлях вулицями пр. Миру, вул. Свободи дає можливість швидко та, минаючи складні завантажені перехрестя, потрапити з мікрорайону Озерна до центру. Об'єкти: Мікрорайон Озерна, Обласна державна адміністрація, Міська рада, Податкова та інші адміністративні будівлі	5000
Південний напрям	Вул. Тернопільська, Купріна, Кам'янецька	Південна гілка з'єднує густозаселені райони міста з центральною частиною міста. Магістральний шлях вул. Кам'янецької дає можливість швидко потрапити з мікрорайонів Дубове та Південно-Західного м-ну до центру. Об'єкти: Хмельницький Національний університет «Поділля», Обласна державна адміністрація, Міська рада, Податкова та інші адміністративні будівлі	6000

Східна гілка	Вул. Чорновола Пілотська, Шевченко	Східна гілка з'єднує густозаселений район Ракове, а також території промзони з центральною частиною міста. Магістральний шлях вулицями Чорновола та Пілотська дає змогу потрапити до центру. Також гілка забезпечує вихід на замський маршрут у Східному напрямку і в перспективі сполучатиме місто з с. Копистин. Важливим аспектом є також сполучення промислових зон з іншими частинами міста. За умов активного освоєння цих територій бізнесом, зросте потреба у переміщеннях на велосипеді працівників заводів або з рекреаційною метою Об'єкти: Залізничний вокзал. Виїзди на: Копистин	5000
Короткотривалі велосипедні парковки (3500 од.)	Вул. Панаса Мирного, Свободи.	Найпростіший спосіб створення короткотривалих велопарковок — встановлення велосипедних стійок для зручного кріплення велосипедів. Найдоцільніше такі парковки встановлювати: - уздовж вулиць, на яких знаходиться велика кількість закладів соціальної інфраструктури (магазини, кафе, салони тощо); - біля великих торговельних закладів — супермаркетів, торговельних центрів, магазинів, ринків; у парках та скверах міста — поруч зі спортивними закладами — у місцях, які відвідують туристи. Кількість паркувальних місць визначається залежно від наявності та перспективної кількості клієнтів-велосипедистів. Місця для короткотривалого зберігання велосипедів доцільно обладнати засобами безпеки — розмістити в полі зору клієнта або під наглядом відеокамер чи охорони	700
Довготривалі велосипедні парковки (1500 од.)	Вул. С.Бандери, Проскурівського підпілля, Львівського шосе Вінницького шосе, просп. Миру, Зарічанська, Тернопільська, Купріна, Кам'янецька, Чорновола Пілотська, Шевченко	Довготривалими велопарковками доцільно облаштовувати адміністративні споруди чи промислові території з великою кількістю працівників (студентів, учнів), які можуть використовувати велосипед для щоденного пересування від дому до робочого місця (навчання). Крім засобів безпеки, такі велопарковки доцільно робити захищеними від несприятливих погодних умов. До категорії установ міста, біля яких доцільно створювати довготривалі місця для паркування, можна віднести: - державні установи та установи місцевого самоврядування, комунальні підприємства; - бізнес-центри та великі офісні будівлі; - навчальні заклади; - об'єкти транспортної інфраструктури: залізничний та автомобільний вокзали	750
Місця постійного зберігання та технічного обслуговування велосипедів (40 пунктів)	Біля будинків та гуртожитків	Наявність ємностей (боксів) для постійного зберігання велосипеда робить доступним цей вид транспорту для мешканців багатоквартирних забудов, які за браком місця чи додаткових споруд (гаражів, підвалів) не мають можливості тримати велосипед. Також супутніми можуть бути послуги з технічного обслуговування та ремонту велосипедів. Найдоцільніше створювати такі місця: - у багатоквартирних житлових масивах; - біля гуртожитків.	3000
Дитячий велосипедний парк	Парк культури і відпочинку імені 500-річчя міста Хмельницького	Функція такого парку – забезпечення дозвілля для сімей, виховання європейського ставлення хмельничан до розвитку міста та велосипедного транспорту зокрема, а також наочна презентація обставин пересування на велосипеді — правила дорожнього руху, дорожні знаки, взаємоповага між учасниками дорожнього руху	2000
Велоскейт-парк	Парк культури і відпочинку імені 500-річчя міста Хмельницького	Велоскейтпарк – важливий для велосипедних міст засіб рекреації. Найдоцільніше місцезнаходження – центр міста для можливості охоплення більшої кількості зацікавлених велосипедистів міста. Наявність такого парку забезпечуватиме ефективну популяризацію велосипеда серед молоді	2000
Пункти прокату	Парк культури і відпочинку	Пункти прокату та обслуговування велосипедів доцільно створити в центральній частині міста для охоплення, крім	2000

велосипедів (500 од. велосипедів, 40 пунктів прокату).	імені 500-річчя міста Хмельницького	мешканців міста, ще й туристів як важливої цільової групи велосипедної інфраструктури. Також супутніми можуть бути послуги з технічного обслуговування та ремонту велосипедів Довідково: У польському місті Білосток, в якому мешкає майже 300 тисяч мешканців, з минулого року працює міський прокат велосипедів. Мешканці мають можливість використовувати 300 велосипедів, для яких передбачено 30 місць паркування. Цього року заплановано відкрити ще 15 місць прокату і збільшити кількість двоколісного транспорту на 150 одиниць. Така послуга, прокат велосипеда, стала популярною в місті. Користуються велосипедом не тільки для поїздок по місту, а й переїжджають до найближчих менших містечок — Супрасла і Хороці. Власне в Хороці, де мешкає трохи більше 5 тисяч осіб, відкриють одне місце прокату на 15 велосипедів. Для користування прокатним велосипедом в обох містах треба зареєструватися в системі прокату, оплатити вступний внесок 10 злотих. Безкоштовна поїздка може тривати до 20 хвилин. Наступні хвилини вже будуть платними. (http://ecotown.com.ua/news/U-Polshchi-mistseva-vlada-dlya-zmenschennya-transportnoho-navantazhennya-vidkryla-30-punktiv-prokatu-/)	
Проведення масових велопробігів	По території міста	Проведення масових велопробігів під час відзначення Всеукраїнського велодня, Дня незалежності України та інших свят (щорічно)	100
Створення електронної карти велоінфраструктури		Створення електронної карти велосипедної інфраструктури — шляхів руху, велосипедних стоянок тощо	200
Інші рекламні пропагуючі та навчальні заходи		Соціальна реклама на телебаченні, радіо, у друкованих засобах масової інформації, в інтернеті, зовнішня реклама. Відкриття школи екстремального водіння велосипедів, проведення інструктажів та ін.	250
Усього			37000

Отже, загальний прогнозний обсяг інвестицій у створенні та розвитку велоінфраструктури м. Хмельницького становить 37 000 000 грн. **Значна частина коштів може бути залучена від приватних інвесторів, зокрема, у проектах, що стосуються інфраструктурних об'єктів, пунктів обслуговування, прокату та ін., які можуть бути прибутковими. Проект планується реалізовувати поступово, залучаючи приватні інвестиції, благодійні та грантові кошти у співвідношенні не менш ніж 50% на 50% із витратами з бюджету.**

Ефект і наслідки. Розрахунок економії палива та викидів CO₂ представлено у таблиці 4.40.

Таблиця 4.40

Розрахунок економії палива, викидів CO₂ від реалізації проектних заходів

№ з/п	Показник	Од. виміру	Розмір	Розрахунок
1	Прогнозна кількість активних велосипедів на території міста (середній показник протягом року)	од./добу	8000	
2	Кількість заміщених автомобілів велотранспортом	од./добу	4000	8 000·0,5
3	Витрати палива, 1 автомобіль	л/добу	3,6	30·12/100
4	Економія витрат палива по проекту на добу (бензин)	л/добу	14 400	4 000·3,6

5	Переведення витрат палива з одиниць об'єму в одиниці маси	т/добу	10,656	14400 · 0,74/1000
6	Економія витрат палива по проекту на рік	т	3 889,44	10,656 · 365
7	Економія витрат енергії по проекту на рік	МВт·год	47 840,112	3889,44 · 12,3
8	Розрахунок зменшення викидів CO ₂	т	11912,187	47840,112 · 0,249

Проект має також супутній ефект по розвантаженню транспортної мережі міста в години пік, що призводить до підвищення швидкості руху транспортного потоку і, відповідно, економії палива та зменшення викидів відпрацьованих газів, але визначення цього ефекту вимагає досліджень. Більшість магістралей проходить через центр, що завдає шкоди архітектурному середовищу міста. На сучасному етапі зменшення автомобільного руху у центрі дасть можливість вирішити тут нагальні екологічні і туристичні проблеми.

Створення пішохідно-велосипедних зон у центральній частині міста сприятиме зниженню показників забруднення середовища до норм, прийнятних для життя та діяльності мешканців, а також збереженню цінних об'єктів спадщини.

Також проект має значний перелік соціальних ефектів, зокрема, розвиток велоінфраструктури дасть можливість поліпшити якість життя у місті, що є вкладом у розвиток європейських цінностей суспільства: помітно зменшиться шумове та хімічне забруднення довкілля, створяться нові відпочинкові громадські місця, буде отримана значна економія часу велосипедистами на коротких та середніх відстанях, кращими стануть міські послуги для всієї громади, зокрема для підлітків та молоді.

Зменшення витрат на пальне, на лікування через поліпшення здоров'я громадян, зменшення руйнування дорожньої мережі, економія простору доріг, а, отже, зменшення, у перспективі, вкладення коштів у міські дороги та можливість інвестицій у громадські потреби. Окрім цього, створення велоінфраструктури в місті дасть поштовх розвитку інноваційного бізнесу. Відповідно, це створить додаткові робочі місця через збільшення мережі сервісного обслуговування, збільшення пунктів продажу та прокату інвентарю спортивного обладнання та одягу.

Основні соціальні ефекти:

1. Поліпшення якості життя мешканців міста.
2. Поліпшення екологічної ситуації у місті.
3. Збільшення інвестицій у місто.
4. Запобігання серцево-судинним та іншим захворюванням.
5. Залучення значної частини населення, зокрема молоді, до ведення здорового способу життя.
6. Створення додаткових занять для дітей та молоді, змістовне дозвілля.
7. Запровадження традиційного сімейного активного відпочинку.
8. Створення додаткових робочих місць.

Основні характеристики проекту наведено в таблиці 4.41, розрахунок енергоефективності транспорту, розрахунок зменшення викидів CO₂ наведено в таблиці № 4.42.

Таблиця 4.41

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	3889,44

Показник	Значення
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	37000,0
Щорічний прибуток від діяльності, тис. грн	
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	
Окупність, рр.	
NPV, тис. грн	
IRR, %	
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	11912,2
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти, благодійні та грантові кошти, приватні інвестиції

Розрахунок енергоефективності транспорту, розрахунок зменшення викидів CO₂

Назва заходу або проекту	Інвестиції, тис. грн	Ефективність заходу					Зменшення викидів CO ₂ , т
		Скорочення витрат бензину, т	Скорочення витрат диз. палива, т	Скорочення витрат ТЕ, МВт-год	Скорочення витрат газу, тис. м3	Скорочення витрат ЕЕ, МВт-год	
4.1.1 Ремонт тролейбусів зі встановленням електронної системи керування потужністю	1752					511,51	593,35
4.1.2 Встановлення лічильників електроенергії на рухомому складі та стимулювання водіїв до скорочення витрат електроенергії	480					1252,7	1453,132
4.1.3 Придбання нових тролейбусів на заміну старим	162000					2496,6	2896,056
4.1.4 Заміщення автобусів класів А, В на тролейбуси на маршрутах загального користування	108000		1249,67				1330,58
4.1.5 Будівництво контактної мережі, силової підстанції та відкриття тролейбусних маршрутів	62000		421,575				1223,05
4.2 Заміщення автобусів класу А, В на автобуси класу І	21350		148,151				470,72
4.3 Переведення наявного автобусного складу на біодизельне паливо	0		2649,9				8419,52
4.4 Упровадження автоматизованої системи управління транспортом (АСУТ)	27732	12154,5					3 7225,59
4.5 Будівництво тунельного переходу з вул. Старокостянтинівське шосе до вул. Льва Толстого	23384	3477,8					10 651,46
4.6 Будівництво заїзних кишень для зупинки громадського пасажирського транспорту на маршрутах загального користування	6600	1428,76					4375,9
4.7 Створення та розвиток велосипедної інфраструктури в м. Хмельницькому	37000	3889,44					11 912,19
Усього досягнутий ефект за сектором	450298	20950,5	4469,30			4260,81	80 552,54

Таким чином, за умови реалізації усіх заходів у секторі транспорту, можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **80552,54 т/рік**, або на **8,68%** від базового рівня.

5 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Мережі зовнішнього освітлення міста Хмельницького знаходяться на балансі Хмельницького комунального підприємства «Міськвітло» (ХКП «Міськвітло»).

Для забезпечення зовнішнього освітлення вулиць міста Хмельницького використовуються освітлювальні прилади з різними типами ламп відповідної потужності. ХКП «Міськвітло» експлуатує кабельно-повітряні мережі зовнішнього освітлення загальною довжиною 459,3 км, з них 349,5 км — повітряних та 109,8 км — кабельних ліній.

Подача електроенергії до освітлювальних мереж здійснюється через 133 шафи управління І-710,14, із них оснащені обладнанням дистанційного диспетчерського управління, передача сигналу передається з шафи до диспетчерського пульта по кабелям зв'язку, орендованих у ПАТ «Укртелеком». У шафах управління встановлені лічильники обліку електричної енергії.

Проектна пропозиція 1. Встановлення GPS системи управління зовнішнім освітленням.

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Пропонується повна заміна пульта управління системою зовнішнього освітлення та впродовж чотирьох років проведення поетапної заміни зі встановлення, не достаючи шаф управління, освітленням загальною кількістю **133шт.** Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15 років
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	2005,45
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	3 382,00
Річна економія (на 01.05.2015), тис. грн	860,64
Річна економія від зменшення витрат на обслуговування, тис. грн	188,08
Джерело інвестицій: кошти міського бюджету	

Проектна пропозиція 2. Повна заміна світильників з лампами розжарювання (ЛР) на світильники зі світлодіодними джерелами світла (LED¹)

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Пропонується впродовж двох років провести заміну світильників із лампами розжарювання потужністю **150Вт, 300 Вт** у кількості **4000** одиниць на світильники зі світлодіодними джерелами світла потужністю **40 Вт**. Показник річної економії від зменшення електроспоживання визначався, виходячи з тарифу 0,42915 згідно з Постановою НКРЕ від 22 жовтня 2004 року №1030. Основні показники запропонованого заходу наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³	

Електроенергії, тис. кВт·год	1388,35
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	10000
Річна економія (на 01.05.2015), тис. грн	595,88
Річна економія від зменшення витрат на обслуговування, тис. грн	106,63
Джерело інвестицій: кошти міського бюджету	

1- Орієнтовна вартість світильника з лампою складає 2500 грн

Проектна пропозиція 3. Повна заміна світильників з лампами ДРЛ-250 на світильники з LED

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Пропонується впродовж чотирьох років провести повну заміну світильників з лампами ДРЛ потужністю **250 Вт** у кількості **1941** одиниця на світильники зі світлодіодними джерелами світла потужністю **60 Вт**. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Річна економія, нат. од.:	
Природного газу, тис. м ³	
Електроенергії, тис. кВт·год	883,067
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	7098,24
Річна економія (на 01.05.2015), тис. грн	378,97
Річна економія від зменшення витрат на обслуговування, тис. грн	47,09
Джерело інвестицій: кошти міського бюджету	

Проектна пропозиція 4. Поступова заміна світильників з ДНаТ 150 на світильники з LED 60

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Пропонується впродовж чотирьох років провести поетапну заміну світильників з ДНаТ 150 потужністю **150 Вт** у кількості **3876** одиниць на світильники з світлодіодними джерелами світла потужністю **60 Вт**. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15 років
Річна економія, нат. од.:	
Природного газу, тис. м ³	
Електроенергії, тис. кВт·год	835,294
Теплової енергії, Гкал	

Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	14 174,53
Річна економія (на 01.05.2015), тис. грн	358,47
Річна економія від зменшення витрат на обслуговування, тис. грн	85,66
Джерело інвестицій: кошти міського бюджету	

Проектна пропозиція 5. Поступова заміна світильників з ДНаТ 70, ДРЛ 125 на світильники з LED

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Пропонується впродовж чотирьох років провести поетапну заміну світильників з ДНаТ та ДРЛ потужністю **70 Вт, 125 Вт** у загальній кількості **2179** одиниць на світильники з світлодіодними джерелами світла потужністю **32 Вт**. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Річна економія, нат. од.:	234,357
Природного газу, тис. м ³	
Електроенергії, тис. кВт·год	
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	5 447,50
Річна економія (на 01.05.2015), тис. грн	100,57
Річна економія від зменшення витрат на обслуговування, тис. грн	48,16
Джерело інвестицій: кошти міського бюджету	

Проектна пропозиція 6. Поступова заміна світильників з ДНаТ 250, ДРЛ 400 на світильники з LED

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Пропонується впродовж чотирьох років провести поетапну заміну світильників з ДНаТ та ДРЛ потужністю **250 Вт, 400 Вт** у загальній кількості **1125** одиниць на світильники зі світлодіодними джерелами світла потужністю **100 Вт**. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15 років
Річна економія, нат. од.:	677,282
Природного газу, тис. м ³	
Електроенергії, тис. кВт·год	
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	5 062,50
Річна економія (на 01.05.2015), тис. грн	290,66

Річна економія від зменшення витрат на обслуговування, тис. грн	24,86
Джерело інвестицій: кошти міського бюджету	

Зведена інформація за проектними пропозиціями за сектором «Вуличне освітлення» наведена в табл. 5.7.

Таблиця 5.7

Зведена таблиця по сектору «Зовнішнє освітлення»

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	6023,97
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	45165
Річна економія (на 01.05.2015), тис. грн	2585,19 ¹
Річна економія від зменшення витрат на обслуговування, тис. грн	500,48
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	8383
Окупність, рр.	7,0
NPV, тис. грн	-9440
IRR, %	15
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	6988
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти

Таким чином, за умови реалізації усіх заходів у секторі зовнішнього освітлення, можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **6988 т/рік**, або на **0,75%** від базового рівня.

6 ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ У СЕКТОРІ ОЗЕЛЕНЕННЯ

КП по зеленому будівництву та благоустрою міста, КП «Парки та сквери міста Хмельницький», приватні підприємці, громадські організації, та ін.

Проектна пропозиція 6.1 Відновлення рослинності на ділянках загального використання з метою покращення та реконструкції наявних зелених зон міста

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Головна мета проекту — покращення стану атмосферного повітря та зниження емісії парникових газів, створення екологічно привабливих умов проживання та відпочинку городян і гостей міста Хмельницького.

Опис проблеми. Місто Хмельницький має недостатню забезпеченість населення зеленими насадженнями загального користування (6,8 м² на людину), займає 21 місце в Україні. При цьому протягом останніх років цей показник має тенденцію до зниження. Згідно з моніторингом, що здійснюють фахівці та громадські організації, щороку проводиться обстеження понад 2000 дерев, які в подальшому

¹Тариф на зовнішнє освітлення застосовується на рівні 0,42915, згідно з Постановою НКРЕ від 22.10.2004 №1030. Розрахунки за електричну енергію, яка відпускається на потреби зовнішнього освітлення, здійснюються за єдиним роздрібним тарифом відповідного класу напруги із застосуванням коефіцієнта 0,25: 0,42915 = 0,25 * 1,7166 (тариф з ПДВ на е/е II класу напруги в червні) згідно з Постановою НКРЕКП від 26.05.15 р № 1619.

підлягають знесенню, висаджується близько 2000, проте виживає тільки 10...20% на територіях загального користування.

Серед основних причин, що зумовлюють зменшення зелених насаджень є: відсутність комплексного підходу до збереження та відновлення зелених насаджень; забудова рекреаційних зон і зон зелених насаджень загального користування; вимушене зрізання дерев через їх аварійний стан, низька приживлюваність дерев, що висаджуються на заміну знесеним, людська недбалість, недостатній догляд.

Таким чином, головними завданнями проекту є розширення площі та збільшення кількості зелених зон міста, збереження та підвищення якості наявних зелених насаджень, залучення громадськості до процесу відновлення та створення зелених насаджень у рекреаційних зонах та ін.

Запропоновані заходи та їх наслідки:

- створення комплексної програми розвитку зелених насаджень та рекреаційних територій м. Хмельницького на період до 2025 року;
- закріплення за організаціями, установами, школами та вищими навчальними закладами окремих зелених зон міста як спосіб поліпшення догляду за рослинами та з метою їхнього збереження від знищення;
- посадка нових дерев та кущів, розширення різноманіття декоративних рослин;
- впорядкування та додаткове озеленення водоохоронних територій;
- відновлення квітників і газонів із застосуванням багаторічних і вічнозелених рослин і використання якісного декоративного посадкового матеріалу, розширення різноманіття варіантів квіткових композицій, підбір видів за часом цвітіння та ін.;
- упорядкування зелених зон за допомогою використання сучасних дизайнерських рішень і методів ландшафтного дизайну;
- знесення сухих та аварійних дерев для запобігання виникнення непередбачуваних ситуацій; проведення омолоджувального, формувального та санітарного обрізування крони дерев;
- поточний ремонт та утримання об'єктів озеленення міста та інші заходи, що сприятимуть поліпшенню зовнішнього вигляду м. Хмельницького.

Перелік перспективних зелених зон м. Хмельницького наведено в табл. 6.1. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.1.

Перелік перспективних зелених зон м. Хмельницького²

Найменування об'єктів	Проектовані площі зеленої зони, га	Перспективна площа спортивних споруд, га
Північна зона відпочинку на безіменному струмку	20,0	5,0
Центральна зона відпочинку на р. П. Буг	310,0	90,0
Зона відпочинку на р.Кудрянка	82,0	18,0
Південна зона відпочинку на безіменних струмках та крутосхилах	143,0	14,0
Усього	555,0	127,0

² Генеральний план розвитку м.Хмельницького до 2031 року, який затверджено у 2008 р.

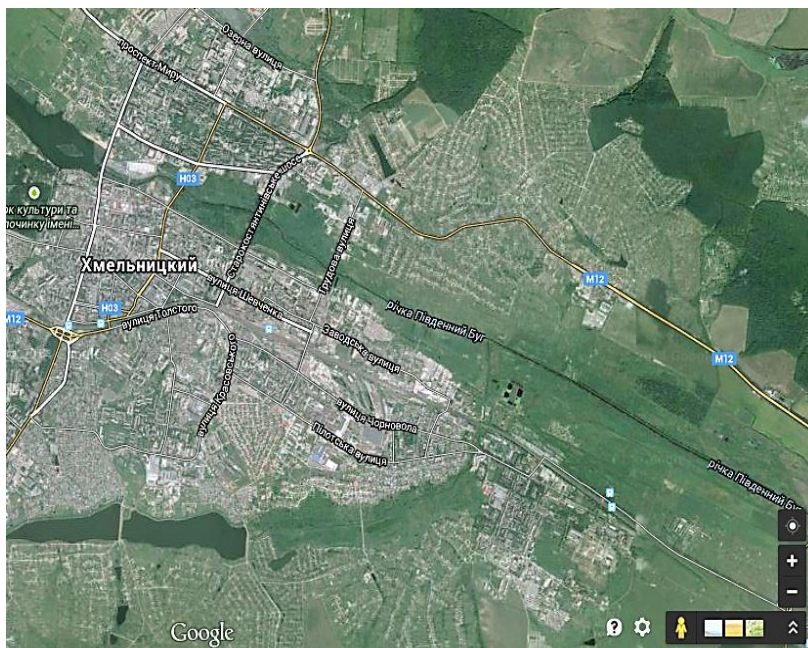


Рисунок 6.1 — Перспективна територія для створення спортивно-паркової зони в заплаві річки Південний Буг

Очікувані результати від упровадження діяльності. Екологічний ефект проекту полягає в забезпеченні поглинання 7...7,5 тис. т CO₂ щорічно за рахунок підвищення якості та продуктивності зелених насаджень, а також значного розширення їхньої площі.

Економічний ефект проекту може бути досягнуто за рахунок подальшого використання територій із поліпшеними характеристиками зеленого покриву для рекреаційних та/або туристичних потреб, що передбачає створення комерційних об'єктів, у тому числі: облаштування місць для активного відпочинку; паркування авто, закладів харчування, літніх сцен для проведення концертів і масових заходів, облаштування спортивних майданчиків, велосипедних доріжок; надання платних послуг (оренда спортивно-оздоровчого обладнання, облаштованих місць для пікніків, прокат катамаранів і човнів та ін.)

Необхідні інвестиції становлять 3500...4000 тис. грн щорічно (в цінах 01.10.2014), що будуть вкладені в:

- розробку програм та заходів із відновлення та створення нових зелених насаджень;
- проведення інформаційно-просвітницьких кампаній, конкурсів серед молоді та громадських організацій, виготовлення рекламно-інформаційних матеріалів та ін.;
- у закупівлю якісного посадкового матеріалу, саджанців та ін.;
- проведення омолоджувальних обрізувань, знесення старих дерев та ін.;
- роботи із благоустрою території та ін.

Необхідно передбачити залучення коштів міського бюджету, природоохоронних фондів, державних та приватних підприємств, кошти приватних осіб і підприємств, що зацікавлені в подальшому використанні територій із поліпшеними характеристиками для розвитку рекреаційного та туристичного бізнесу, а також інші кошти, у тому числі добровільні внески (грошові або безоплатна участь у роботах із благоустрою). Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³	

Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	Не передбачено
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	36100
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн Щорічний прибуток від діяльності	Не передбачено
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. Додаток 2).	Не передбачено
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	7500
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти Фонд охорони навколишнього природного середовища (ОНПС) Приватні інвестори

Проектна пропозиція 6.2. Реконструкція та створення нових зелених насаджень на території міського парку ім. Чекмана

Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку, НЛТУ, м.Львів

Опис. Головна мета проекту — розширення та поліпшення рекреаційних властивостей міського парку ім. Чекмана. Проектом передбачені роботи із благоустрою території, облаштування нових деревно-чагарникових посадок, влаштування паркових доріжок, смітників, освітлення та ін. Оновлення зелених насаджень передбачає збільшення видового розмаїття, у першу чергу деревно-чагарникового ярусу.

Основою насаджень парку є такі види, як ясен звичайний, клен гостролистий, клен сріблястий, береза бородавчаста, робінія звичайна та ін. Ці рослини створюють затишне паркове середовище. Однак, для підвищення естетичної цінності цих насаджень необхідно їх доповнити квітучими чагарниками, а також хвойними породами, щоб забезпечити естетичну привабливість паркових територій взимку.

Загалом у парку планується висадити 24 нові види дерев та чагарників, а також ввести нові трав'янисті види рослин (Табл.6.3).

Таблиця 6.3.

Асортиментна таблиця рослин для парку ім. М. Чекмана

№ з/п	Назва рослини (українською)	Кількість, шт
1	Модрина європейська	16
2	Ялиця біла	16
3	Тис ягідний	52
4	Ялівець козацький	52
5	Кипарисовик Лавсона	16
6	Туя західна	68
7	Бук лісовий ф. пурпурова	4
8	Слива Піссарда	41
9	Береза повисла	17
10	Клен гостролистий	45
11	Горобина звичайна	7

12	Верба Матсуда	3
13	Спірея сіра	21
14	Садовий жасмин звичайний	51
15	Барбарис Тунберга	36
16	Вейгела квітуча	6
17	Спірея Вангута	6
18	Дерен білий	30
19	Пухироплідник калинолистий	24
20	Сумах пухнастий	6
21	Скумпія шкіряста	21
22	Спірея японська	18
23	Калина звичайна	6
24	Граб звичайний (живопліт)	4374

Поряд із деревно-чагарниковими насадженнями досить вагоме місце в садово-парковому ландшафті займають трав'янисті рослини та квітники. Загальна площа, на якій планується створити садово-парковий газон, становить 27 750 м². В основному, це рівні відкриті простори, галявини та узлісся. Розташування Парку подано на рисунку 6.2.

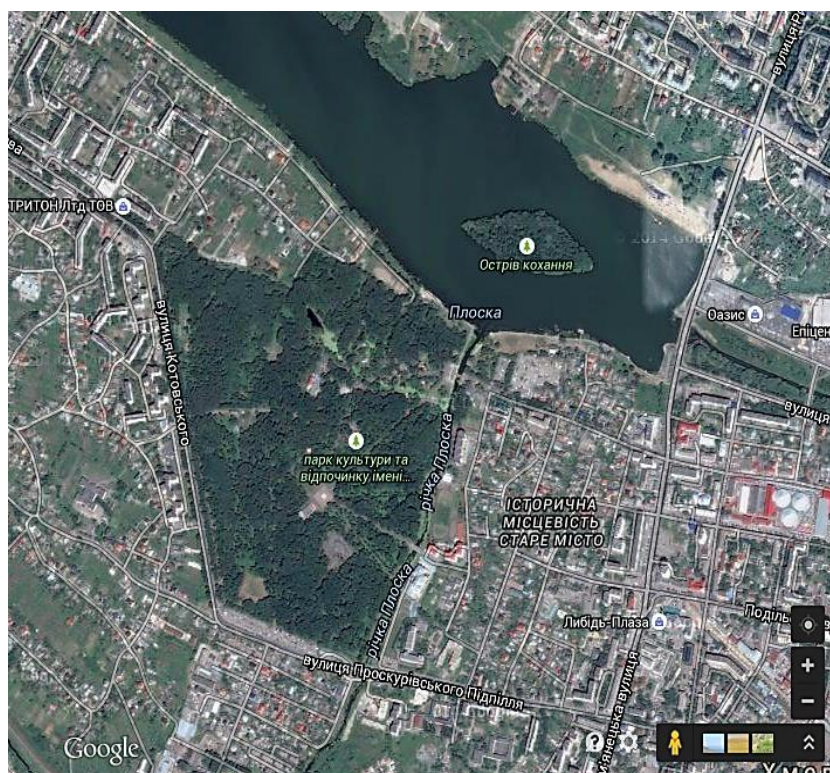


Рисунок 6.2 — Розташування парку ім. М. Чекмана, м. Хмельницький

Очікуваний результат проекту. Оновлення та створення нових зелених насаджень на площі більше 42 га, поліпшення екологічних умов відпочинку мешканців і гостей м. Хмельницького, забезпечення поглинання парникових газів, зокрема CO₂, в обсязі не менш, ніж 100...120 т щорічно. Крім цього, проект має велике соціальне значення, забезпечуючи поліпшення умов відпочинку для 2600 чоловік щоденно, сприяючи поширенню фізичної культури та спорту в м. Хмельницький за рахунок облаштування спортивних майданчиків у зеленій зоні на території більше ніж 14 га. Проектна пропозиція щодо реконструкції парку була розроблена у 2012 році, тому доцільне проведення додаткових досліджень із метою підвищення її ефективності та естетичних рішень. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15

Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	Не передбачено
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	3010
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн Щорічний прибуток від діяльності	Не передбачено
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2).	Не передбачено
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	120
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти Фонд ОНПС Приватні інвестори Благодійні внески та участь громади

Проектна пропозиція 6.3. Благоустрій та створення нових зелених насаджень на території парку «Подільський»

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку, НЛТУ, м. Львів

Опис. Мета проекту — створення нових зелених насаджень та благоустрій території парку «Поділля», забезпечення населення району благоустроєною рекреаційною зоною.

Опис проблеми. Парк розташовано на південному заході м. Хмельницького на виїзді з міста. Цей район визначається великою кількістю населення, навчальних закладів, інших об'єктів соціального призначення, що значною мірою обумовлює необхідність розвитку цієї рекреаційної зони.

Видове (флористичне) різноманіття паркових насаджень є надзвичайно важливою їхньою ознакою, бо визначає структуру та стратегію розвитку рослинних угруповань у конкретних умовах. На території парку переважають такі види як: липа дрібнолиста, береза бородавчата, ясен зелений та звичайний, клени гостролистий, ясенелистий та явір, горіх волоський. У чагарниковому ярусі переважають такі види, як бузина чорна, свидина біла, шипшина, глід, спірея середня, жимолость та ін.

Запропоновані заходи та їхні наслідки. Проект включає проведення інвентаризації зелених насаджень парку, включаючи визначення основних таксаційних показників деревостану, а також їхнього санітарного стану. Масиви дерев та чагарників мають бути винесені на план, потрібно розробити проект благоустрою парку.

Заплановано висадити 33 види дерев та чагарників, покращити трав'яний покрив. Значна кількість нових зелених насаджень буде сприяти поглинанню не менше ніж 15...18 т CO₂ на рік, у перспективі ця кількість буде збільшуватися за рахунок підтримання належного санітарного стану зелених насаджень. Передбачено ландшафтну реконструкцію парку.

Соціальне значення проекту полягає у створенні на території «Парку молодят» із відповідним функціональним зонуванням території. Територія парку буде умовно поділена на центральну зону відпочинку з альтанкою та рослинним лабіринтом кохання, дитячу зону, господарську зону та ін., по

території всього парку будуть прокладені велодоріжки. Попередня проектна пропозиція розроблена у 2014 році.

Очікуваний результат проекту. Оновлення та створення нових зелених насаджень на площі близько 6 га, поліпшення екологічних умов відпочинку мешканців та гостей м. Хмельницького, забезпечення поглинання парникових газів, зокрема CO₂ в обсязі не менш ніж 15...18 т щорічно. Крім цього, проект має велике соціальне значення, забезпечуючи поліпшення умов відпочинку та створюючи умови для занять фізичною культурою. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	Не передбачено
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	7700
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	Не передбачено
Щорічний прибуток від діяльності	Не передбачено
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	Не передбачено
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	18
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти Приватні інвестори Фонд ОНПС

Проектна пропозиція 6.4 Упровадження проектів вертикального озеленення та зелених покривель на територіях щільної забудови м. Хмельницького

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Головна мета проекту — поліпшення стану атмосферного повітря та зниження емісії парникових газів, створення екологічно привабливих умов проживання та сприятливого мікроклімату центральних частин міста Хмельницького.

Опис проблеми. На сьогодні в м. Хмельницький спостерігається дефіцит зелених насаджень, особливо в межах історичної частини міста та в межах щільної забудови. Цей дефіцит значною мірою обумовлений інтенсивною забудовою, тож запровадження вертикального озеленення або зелених покривель має стати компромісним варіантом та набути підтримки з боку мешканців та приватного бізнесу. Крім цього, оптимальну якість та естетичний вигляд цих типів зелених насаджень можна забезпечити за допомогою власників житла, підприємств та ін.

Метод підвищення загальної площі зелених насаджень за рахунок вертикального озеленення та створення зелених покрівель ефективно застосовується в усьому світі та постійно використовується в екологічних програмах та програмах із підвищення енергоефективності багатьох міст Західної Європи, США, Великобританії, Швейцарії та ін.

Запропоновані заходи та їхні наслідки. Пропонується облаштування зелених покрівель на громадських і житлових будівлях, торговельних, спортивних, розважальних комплексах тощо у вигляді «екстенсивного озеленення», що забезпечує залучення додаткових площ для створення зелених насаджень, високу якість озеленення, довготривалу експлуатацію покрівлі, використання природних вод з атмосферних осадів для поливу, вирішення окремих завдань підвищення енергоефективності будівель, наприклад, за рахунок додаткової гідроізоляції та ін.

Екстенсивне озеленення покрівель має такі характеристики:

- наявна рослинність не потребує особливих умов та додаткових витрат на своє утримання; обробка відбувається один раз на рік;
- вага квадратного метру покрівлі складає в середньому від 70 до 150 кг;
- висота споруди становить 15-20 см;
- накопичення води — не більше ніж 35...40 л/м²;
- найбільш поширена рослинність — седум, трави, мох, родіола та ін.; в окремих випадках — низькорослий чагарник та ін.

Зелена покрівля вирішує цілу низку екологічних та енергоефективних завдань.

Додатковий захист житлової забудови від шуму та пилу. 1 м² зеленої поверхні здатен утримувати до 40 кг забруднюючих речовин на рік, поглинає шум, знижуючи його рівень на 5-8 дБА.

За різними оцінками експертів, облаштування зеленої покрівлі сприяє скороченню витрат електроенергії на 15...25% за рахунок збереження мікроклімату (температури та вологості) у приміщеннях у холодну чи спекотну погоду.

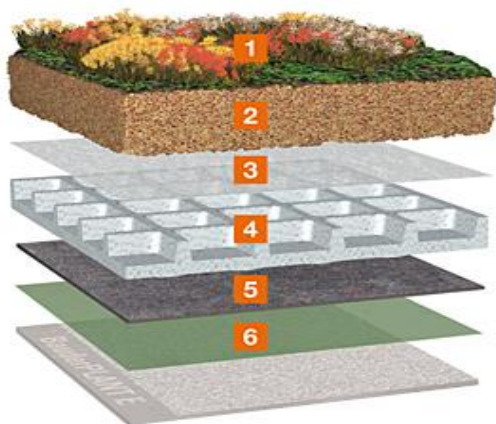
Знижує витрати на опалення в зимовий період за рахунок додаткової теплоізоляції.

Убирає до 90% дощових осадів, тим самим знижуючи навантаження на міські водостоки.

Протягом вегетаційного періоду поглинає значну кількість CO₂, за оцінками експертів 1м² зеленої поверхні здатен утримувати до 20-25 кг CO₂ на рік (прикладі облаштування зеленої покрівлі екстенсивним методом наведені на рис. 6.3).



- 1) Шар озеленення
- 2) Шар субстрату (80 мм)
- 3) Фільтруючий, дренажний, захисний шар (СДФ мат)



- 1) Шар озеленення
- 2) Шар субстрату (80 мм)
- 3) Фільтруючий шар
- 4) Водонакопичувальний шар
- 5) Захисний шар
- 6) Розподільний шар

Загальна висота надбудови 10 см, вага близько 112 кг/м², накопичення води до 30 л/кв.м

Загальна висота надбудови 13 см, вага близько 125 кг/м² накопичення води до 40 л/м²

Рис 6.3 — Приклади облаштування зеленої покрівлі екстенсивним методом

Проекти вертикального озеленення. Вертикальне озеленення будівель та застосування кращих зразків світового досвіду озеленення міських територій в умовах обмежених площ. Аналізуючи досвід провідних компаній,³ можна стверджувати, що вертикальне озеленення — один із найефектніших, доступних і виразних засобів декорування будинків та споруд. У садово-паркових композиціях за допомогою трельяжів і пергол виткі рослини (ліани) вигляді можна викласти у вигляді різноманітних арок, навісів, стін і коридорів.

Популярність вертикального озеленення пояснюється тим, що виткі рослини здатні швидко створювати зелену масу та давати густу тінь, квітучі ампельні рослини створюють яскравий колористичний ефект. Вкриваючи листям стіни будівель, рослини охороняють їх від перегріву; всмоктуючи вологу з ґрунту, вони знижують сирість фундаменту біля будинку. Також ліани можуть прикривати оголені огорожі, маскувати негарні споруди, обвивати арки, альтанки та стовпи.

При озелененні виткими рослинами садово-паркових споруд, слід брати до уваги ступінь їхньої декоративності, розміри та матеріал, з якого виготовлені споруди (камінь, цегла, метал, дерево). Пропонується проведення конкурсів серед молоді на найкращий дизайн-проект вертикального озеленення та консультації із науковцями з метою вибору найбільш оптимальних рослин для створення «міні-скверів», зелених фасадів, та ін.



а)



б)

Рисунок 6.4 — а) приклад використання зеленого фасаду, м. Париж; б) приклад створення фрагментів вертикального озеленення

Очікувані результати від впровадження діяльності. У проекті пропонується облаштування вертикального озеленення та зелених покрівель на загальній площі 5 000м². Екологічний ефект проекту полягає у зменшенні викидів CO₂ на 150 т/рік; крім того буде забезпечено утримання більше 200 т/рік пилу та ін. забруднюючих речовин. Для кожної будівлі буде оцінено додатково показники підвищення її енергоефективності за рахунок енергозбереження та зниження витрат на теплозабезпечення та додаткової ефективності, обумовленої зменшенням навантаження на зливову систему.

Характер проекту – соціально-екологічний, спрямований на розвиток туризму, збереження історичних пам'яток та культурної спадщини, поліпшення умов життєдіяльності та екологічної обстановки, зменшення емісії CO₂. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 6.6.

Таблиця 6.6

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³	

3

<http://greensymphony.com.ua/uk/kievzelenbud/services/vertical-surfaces/>

Електроенергії, тис. кВт·год	до 25%
Теплової енергії, Гкал	до 15%
Палива: бензину, т	(буде уточнюватися для кожної будівлі окремо)
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	3 200
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	
Щорічний прибуток від діяльності	-
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. Додаток 2).	-
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	150
Джерело інвестицій	Приватні інвестори

Даний проект включений в інвестиційну стратегію ПДСЕР та буде фінансуватися за рахунок приватних інвестицій. Завдання місцевої влади – включити промоцію вертикального озеленення та зелених покривель до переліку інформаційно-освітніх заходів та реалізувати пілотний проект .

Проектна пропозиція 6.5 Створення очисних споруд для побутових стічних вод у рекреаційній та водоохоронних зонах із використанням фітотехнології (зелених насаджень) у м. Хмельницького

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис проблеми. Актуальність проблеми оздоровлення навколишнього середовища та запобігання забрудненню водоймищ та атмосфери, на вирішення якої спрямовано проект, зазначена у «Програмі охорони довкілля м Хмельницького на 2016...2020 рр.⁴ та інших програмних документах. Поверхневі водойми, а особливо річка Південний Буг, її притоки Плоска та Кудрянка, водоймища у Північному мікрорайоні, мікрорайонах Дубове, Ружична та декілька малих водойм (струмки, потічки, ставки) зазнають значного антропогенного навантаження в межах міста з боку поверхневого стоку з території міста та стічних вод промислових та комунальних підприємств, господарських та фекальних стоків через самовільно та незаконно збудовані каналізаційні мережі в районах садибної забудови, що знаходяться в заплаві річок.

Контроль за якістю та спостереження за станом забруднення поверхневих вод здійснюють: Хмельницьке обласне управління водних ресурсів, Хмельницький обласний центр з гідрометеорології, ДУ «Хмельницький обласний лабораторний центр ДСЕСУ», Державна екологічна інспекція в Хмельницькій області, МКП «Хмельницькводоканал».

Враховуючи зношеність наявних очисних споруд, каналізаційних мереж, відсутність очисних споруд для зливових стоків, прослідковується тенденція до зростання рівня забрудненості відкритих водойм міста. Із зворотними водами у водні об'єкти потрапляють такі забруднюючі речовини, як азот амонійний, сульфати, хлориди, нітрати, синтетичні поверхнево-активні речовини тощо. Активне використання населенням у побуті хімічних миючих засобів створює додаткові труднощі при проведенні очистки стічних вод на очисних спорудах повної біологічної очистки.

Прибережні смуги всіх водойм у місті потребують заходів для покращення їхнього санітарного стану. На сьогодні міські водойми та водотоки перетворені у водні об'єкти переважно дощового живлення, тому якість їхніх вод значною мірою залежить від якісного складу поверхневого стоку, який достатньою мірою

⁴ [Про затвердження Програми охорони довкілля м. Хмельницького на 2016-2020 роки](http://www.khmelnytsky.com/), Електронний доступ: <http://www.khmelnytsky.com/>

не досліджений, мінливий, і за відсутності його очистки згодом можуть виникнути непередбачені санітарно-епідемічні ситуації.

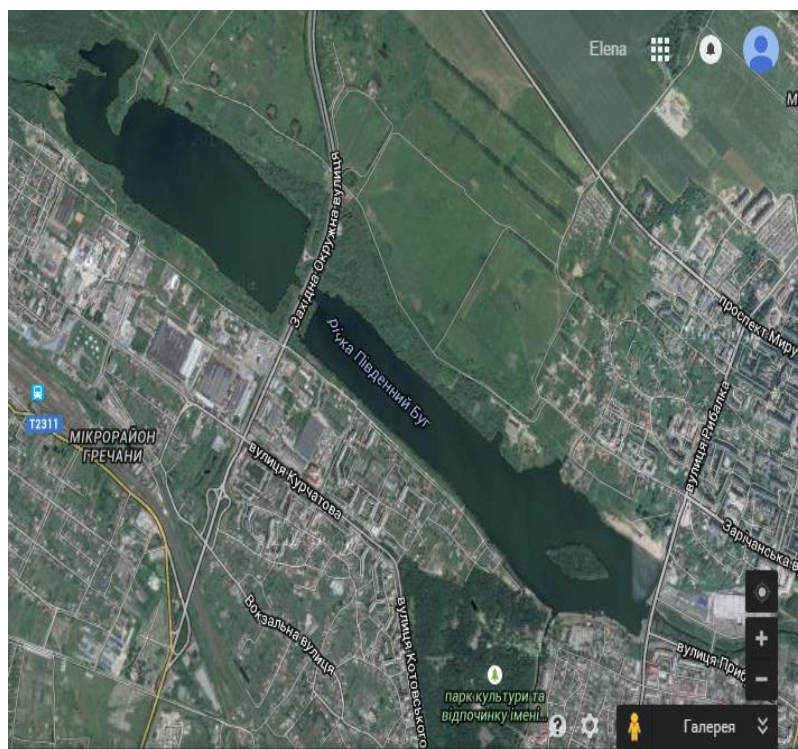
Розвиток зелених зон та природоохоронних територій, активне залучення рекреаційних ресурсів до використання в туристичній галузі вимагає розробки нових підходів та пошуку екологічно та економічно доцільних рішень.

Запропоновані заходи та їхні наслідки. Сутність запропонованого проекту полягає в комплексному вирішенні екологічних завдань у м. Хмельницькому. З одного боку, пропонується створення додаткових зелених насаджень високої продуктивності (здатності до поглинання CO₂) у рекреаційних та водоохоронних зонах міста, зонах масового відпочинку населення, що сприятиме додатковому очищенню атмосферного повітря, з іншого – поліпшення стану водних об'єктів за рахунок використання екологічно дружніх технологій очищення стічних вод.

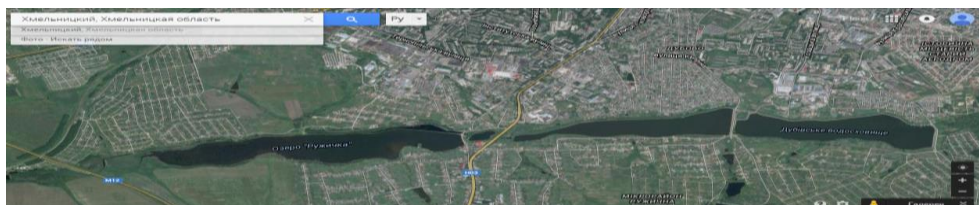
Додаткові зелені насадження, що пропонується створити, будуть використовуватися для очищення стічних вод та поверхневого стоку від закладів громадського харчування, відпочинку, побутового обслуговування, що розташовані біля водойм. Проектування даного виду насаджень, підбір рослин із відповідними властивостями та ін. буде здійснюватися з використанням технології «Біоплато» (constructed wetlands), що добре зарекомендувала себе в Україні, Європі та інших країнах світу як досить ефективний та економічно й екологічно доцільний засіб очищення комунальних стічних вод, який до того ж не потребує додаткових ресурсів та енергії для свого подальшого функціонування та є дружнім до навколишнього середовища. Крім цього, існує можливість застосування різноманітних дизайнерських рішень при проектуванні інженерної складової для поліпшення естетичного стану рекреаційної території.

Таким чином, унаслідок впровадження фіто-комплексів вирішується питання запобігання забрудненню поверхневих водойм м. Хмельницького стічними водами підприємств і закладів, що розташовані в зонах масового відпочинку, а також завдяки насадженню нових рослин, збільшенню зеленої маси та інтенсивності процесів фотосинтезу вирішується питання поглинання додаткових обсягів CO₂.

В якості посадкового матеріалу «Біоплато» традиційно використовується місцева вища водна рослинність. Території, перспективні для впровадження проекту, подано на схемах (Рис. 6.5 (А, Б)).



А)



Б)

Рисунок 6.5 — Території, перспективні для впровадження фітотехнологій для очищення стічних вод

Орієнтовний обсяг стічних вод оцінюється в 500...1000 м³/добу, що планується очистити на 3...5 об'єктах різної потужності. Вартість їхнього спорудження на водоймах міста складає орієнтовно 3500 тис. грн, їхня щорічна експлуатація буде коштувати 200...250 тис. грн (у цінах 2014 р.).

Згідно з аналізом роботи наявних споруд «Біоплато» в Україні, середній термін окупності складає приблизно 7...10 років (залежно від обсягів стічних вод, що очищуються, чим більший обсяг, тим менший термін окупності).

Для впровадження проекту передбачається залучення інвестицій від природоохоронних фондів, приватних підприємств, що зацікавлені в подальшому використанні рекреаційної території та наданні туристичних та/або рекреаційних послуг населенню, будівництві закладів відпочинку та громадського харчування. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 6.7.

Таблиця 6.7

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	0,220 на 1 000м ³ (буде уточнюватися для кожного об'єкту)
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	3500
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. Додаток 2).	
Окупність, рр.	7 ... 10
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	150
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти Фонд ОНПС, Грантові кошти

Проектна пропозиція 6.6 Створення паркової зони в заплаві р. Південний Буг та створення нових скверів в межах міста

Запропоновано і розроблено: Інститут місцевого розвитку

Опис. Головна мета проекту — покращення стану атмосферного повітря та зниження емісії парникових газів, підвищення забезпеченості населення міста зеленими насадженнями загального користування.

Опис проблеми. Місто Хмельницький має недостатню забезпеченість населення зеленими насадженнями загального користування. При цьому протягом останніх років цей показник має тенденцію до зниження.

Серед основних причин, що зумовлюють зменшення зелених насаджень, є: відсутність комплексного підходу до збереження та відновлення зелених насаджень; забудова рекреаційних зон та зон зелених насаджень загального користування; вимушене зрізання дерев через їхній аварійний стан, низька приживлюваність дерев, що висаджуються на заміну знесеним, людська недбалість, недостатній догляд.

Таким чином, головними завданнями проекту є розширення площі та збільшення кількості зелених зон міста, збереження та підвищення якості наявних зелених насаджень, залучення громадськості до процесу відновлення та створення зелених насаджень у рекреаційних зонах та ін. Планується створення паркової зони в заплаві р. Південний Буг (38 га) між вул. Старокостянтинівське шосе та Трудовою, створення нових скверів в межах міста площею до 1 га, розробити проект землеустрою щодо відведення земельної ділянки під парк «Молодіжний» (3 га).



Рисунок 6.6 — Території, що відведені для створення нових зелених насаджень у м. Хмельницького

Запропоновані заходи та їхні наслідки:

- посадка нових дерев та кущів, розширення різноманіття декоративних рослин;
- упорядкування та додаткове озеленення водоохоронних територій;
- відновлення квітників та газонів із застосуванням багаторічних і вічнозелених рослин і використання якісного декоративного посадкового матеріалу, розширення різноманіття варіантів квіткових композицій, підбір видів за часом цвітіння та ін.;
- упорядкування зелених зон за допомогою використання сучасних дизайнерських рішень та методів ландшафтного дизайну;
- знесення сухих та аварійних дерев для запобігання виникнення непередбачуваних ситуацій; проведення омолоджувального, формувального та санітарного обрізування крони дерев; поточний ремонт та утримання об'єктів озеленення міста та інші заходи, що сприятимуть покращенню зовнішнього вигляду м. Хмельницького.

Очікувані результати від впровадження діяльності. Екологічний ефект проекту полягає в підвищенні поглинання CO₂ на 160 т/рік; крім того буде забезпечено утримання пилу та ін. забруднюючих речовин, розширення рекреаційних можливостей, сприяння розвитку активного відпочинку жителів, туризму та ін. Характер проекту — соціально-екологічний, спрямований на розвиток туризму, рекреаційних територій та культурної спадщини, покращення умов життєдіяльності та екологічної обстановки, зменшення емісії CO₂. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 6.8.

Таблиця 6.8.

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Природного газу, тис. м ³ Електроенергії, тис. кВт·год Теплової енергії, Гкал Палива: бензину, т Палива: дизельного палива, т	-
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	1 200
Річна економія (на 01.10.2014), тис. грн	-
Щорічний прибуток від діяльності	-
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)	-
Окупність, рр.	-
NPV, тис. грн	-
IRR, %	-
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	160
Джерело інвестицій	Бюджетні кошти Фонд ОНПС Приватні інвестиції

Розрахунок енергоефективності проектних пропозицій у секторі озеленення, розрахунок зменшення викидів CO₂

Назва заходу або проекту	Інвестиції, тис. грн	Ефективність заходу	Зменшення викидів CO ₂ , т
Відновлення рослинності на ділянках загального використання з метою поліпшення та реконструкції наявних зелених зон міста	36 100		7 500
Реконструкція та створення нових зелених насаджень на території міського парку ім. Чекмана	3 010		120
Благоустрій і створення нових зелених насаджень на території парку «Подільський»	7 700		18
Упровадження проектів вертикального озеленення та зелених покрівель на територіях щільної забудови м. Хмельницького	3 200		150
Створення очисних споруд для побутових стічних вод у рекреаційній та водоохоронних зонах з використанням фітотехнології (зелених насаджень) у м. Хмельницький	3 500		150
Створення паркової зони в заплаві р. Південний Буг та створення нових скверів в межах міста	1 200		160
Усього	54 710		8 098

Таким чином, за умови реалізації всіх заходів у секторі озеленення, можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **8098 т/рік**, або на **0,87%** від базового рівня.

7. ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ «ПІЛОТНІ ТА ДЕМОНСТРАЦІЙНІ ПРОЕКТИ З УПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У РІЗНИХ СЕКТОРАХ»

Проектна пропозиція 7.1 Створення біопаливної когенераційної установки

Запропоновано і розроблено: ТОВ «Арніка-центр»

Опис. Метою проекту є зниження фінансових витрат на паливо та електроенергію, а також підвищення енергетичної незалежності міста частковим заміщенням природного газу біопаливом на основі використання технології газифікації та комбінованого вироблення теплової та електричної енергії.

На котельні по вул. Північна, 2 підприємства КП «Південно-Західні тепломережі», пропонується встановити біопаливну когенераційну установку електричною потужністю 500 кВт (е) і тепловою потужністю 600 кВт (т). Приєднане теплове завантаження на ГВП складає 1694 кВт(т).

Установка включає в себе паливний склад, паливоподачу, газогенераторний комплекс (ГГ) і газопоршневий двигун з електрогенератором і теплообмінниками, що виробляють теплоносій і гарячу воду (рис. 6.1.2.2). В якості палива передбачається використовувати деревні пелети.

Деревні пелети з паливного складу завантажуються в газогенератор, який виробляє генераторний газ. Попередньо очищений у спеціальних фільтрах, генераторний газ подається в газопоршневу енергетичну установку, що виробляє електроенергію та гарячу воду для системи опалення та гарячого водопостачання. Для згладжування піків споживання гарячої води встановлюється бак-акумулятор.

Газогенераторний комплекс — агрегати періодичної дії, в яких реалізований зворотний процес газифікації, що забезпечує вироблення генераторного газу з мінімально можливою для процесу газогенерації вмістом смол в газі — не більше 0,1 г/м³.

Газогенератори працюють так:

- завантаження генератора паливом, тривалість до 0,5 години;
- електророзпал палива, тривалість процесу — до 40 хвилин;
- робота установки з виробництвом генераторного газу і теплової енергії, тривалість – 3÷18 годин залежно від виду палива і навантаження;
- охолодження коксо-зольного залишку з виробленням теплової енергії, тривалість — 0,5÷2 години, залежно від виду палива;
- вивантаження коксо-зольного залишку — до 0,5 години.

За допомогою електронагрівачів або пальникових пристроїв проводиться розпал палива. Розпалюється верхній шар палива, а повітряне дуття здійснюється знизу. У результаті шар біопалива рухається назустріч руху повітря, витрата якого не забезпечує повного згоряння біопалива, забезпечуючи виробництво генераторного газу. Склад виробленого газу (табл. 7.1) залежить від виду біопалива та режиму роботи газогенератора.

Таблиця 7.1

Склад газу, одержуваного в газогенераторах

Компоненти	Пелети деревні	Тріска деревини	Пелети з лушпиння соняшнику	Лушпиння рису	Відходи
H ₂	10,2-26,1	10,2-13,4	14,7-16,8	10,1-13,6	10,2-14,6
N ₂	41,9-54,4	42,0-48,8	44-48	47,8-54,6	53,9-62,0
CO	13,5-31,2	12,3-16,0	15,3-20,8	14,7-16,8	5,5-13,5
CH ₄	2,3-5,6	1,3-5,6	2,6-6,5	2,7-4,8	4,2-7,8
CO ₂	10,6-13,5	9,4-12,5	9,1-12,2	10,5-11,4	6,1-11,6
C ₂ H ₄	0 – 2,3	0,1-0,8	0,3-0,9	0,3-0,5	2,39
C ₂ H ₂	0 – 0,4	0 - 0,2	0-0,3	0-0,1	0-0,4

Компоненти	Пелети деревні	Тріска деревини	Пелети з лушпиння соняшнику	Лушпиння рису	Відходи
H ₂ O	2,0-2,6	1,4-2,6	2,0-2,5	2,0-2,6	1,4-3,1
теплота згоряння					
вища ккал/м ³	1165-1540	1456	1420-1660	1180-1280	1200-1510
нижча ккал/м ³	1130-1420	1355	1380-1550	1130-1200	1140-1410

Газогенератор – пристрій періодичної дії. Після того, як зона реакції переміщається в нижню частину генератора, подача повітря припиняється, процес газифікації завершено.

Після охолодження коксо-зольного залишку його видаляють, і генератор знову завантажується паливом. Цикл роботи повторюється.

Для забезпечення безперервної роботи комплекс газифікації компонується із трьох і більше газогенераторів.

Залишок, що утворюється в ході газифікації, складається з вуглецю і мінерального залишку. Маса коксо-зольного залишку залежить від зольності вихідного палива, а склад газу — від якості цього палива. Маса коксо-зольного залишку складає в середньому 10%, зольність – 7...18%, теплотворна здатність — 5200 ккал/кг. Таким чином, коксо-зольний залишок є товарним продуктом, ціна якого складає не менш 1 500 грн/т.

Відсутність обертових і рухомих частин в газифікаторі робить його роботу надзвичайно надійною, а водяна система охолодження забезпечує тривалий ресурс експлуатації. Термін експлуатації, встановлений для основного типоряду газогенераторів — десять років.

Комплекс очищення включає в себе обладнання, призначене для видалення з отриманого генераторного газу смол, пилу і вологи, а також зниження температури газу та підвищення його тиску для забезпечення використання в якості моторного палива в поршневіх двигунах внутрішнього згоряння.

Обробка газу, включає:

1. Промивання газу водою в дезінтеграторі.
2. Повторну промивку в колоні.
3. Видалення крапельної вологи з газу в колоні — краплеуловлювачі.
4. Тонке очищення газу в тканинному фільтрі.

Майданчик котельні по вул. Північна, 2 має під'їзні шляхи для підвозу біопалива, місце для розміщення КГУ та паливного складу (рис. 7.1).

Електрична енергія буде подаватися за спеціально створеною лінією електропередачі протяжністю близько 300 метрів на найближчу підстанцію РУ-10 кВ ПС 110/10 кВ «ТПА» та ТП-536. Далі електрична енергія буде подаватися на інші котельні по електричних мережах ПАТ «Хмельницькобленерго». Є технічні умови на приєднання когенераційної установки до електричних мереж (№6 від 06 січня 2012 р.). Розроблено «Робочий проект приєднання до електричних мереж ПАТ «Хмельницькобленерго» когенераційної установки котельні КП «Південно-Західні тепломережі» м. Хмельницький, вул. Північна, 2» (шифр 17/12-ЕМ, Ліцензія АГ №574967). Відповідно до проекту вартість обладнання та робіт із підключення когенераційної установки до електромережі в 2012 році складала 1450 тис. грн. З урахуванням зміни курсу долара у 2015 році вартість обладнання та робіт можна оцінити величиною $1450 \cdot 1,7 = 2465$ тис. грн (103 тис. \$). Плата за транзит електроенергії по мережах «Хмельницькобленерго» складає 0,46 коп./кВт·год, а втрати електроенергії — 13,8%.

На рисунку 7.1 показане розміщення КГУ в котельній по вул. Північній, 2.

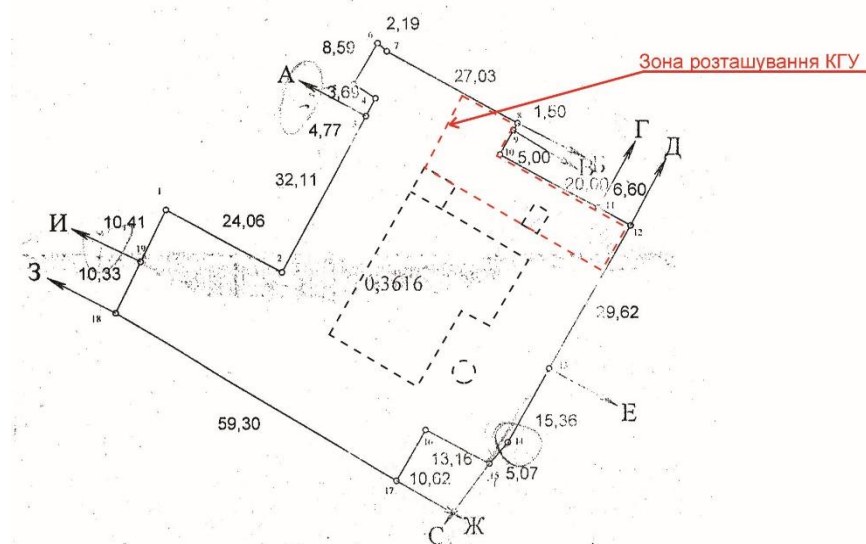


Рисунок 7.1 — КГУ в котельній по вул. Північній,2.

Теплоносій цілорічно подаватиметься наявними трубопроводами до ЦТП, підключених до котельні Північна, 2. Таким чином, когенераційна установка буде цілий рік виробляти електроенергію і теплоносій для системи опалення та ГВП.

Ефект і наслідки. Вартість упровадження проекту, згідно з експертним висновком, становить 17800 тис. грн. Використання запропонованої установки дозволяє замінити біопаливом 448 тис. м³ на рік природного газу та виробити на біопаливі за 1 рік 3 млн. кВт·год електроенергії та 3081,67 Гкал теплової енергії. Основні показники запропонованого заходу наведені у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.:	
Природного газу, тис. м ³	448
Електроенергії, МВт·год	3000
Теплової енергії, Гкал	
Палива: бензину, т	
Палива: дизельного палива, т	
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	17800
Річна економія (на 01.06.2015), тис. грн	6728
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. додаток 2)	9922
Окупність, рр.	3
NPV, тис. грн	23851
IRR, %	44
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	4375
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти

Проектна пропозиція 7.2 Утилізація звалищного газу

Запропоновано і розроблено: ТОВ «Арніка-центр»

Опис. Кожен полігон ТПВ являє собою своєрідний біохімічний реактор, в надрах якого, в певних умовах, розвиваються процеси анаеробного розкладання компонентів органічного походження, в результаті чого генерується біогаз (газ звалища, або так званий “звалищний газ” -ЗГ). Створення звалищного газу (метанове бродіння) протікає при температурах від 10°C до 50°C. При цьому вологість, що супроводжує процеси газоутворення, може змінюватися від 8% до 90% (оптимальна вологість відходів для генерації газу складає 40...50%). Необхідною умовою утворення біогазу є відсутність кисню в масиві звалища.

Беручи до уваги чинники негативного впливу звалищного газу на навколишнє середовище (з одного боку), а також енергетичну цінність (з іншого боку), стає актуальним завдання збору та утилізації біогазу на полігонах ТПВ. Основним способом, який забезпечує вирішення цього завдання, є технологія екстрадиції (дегазації) масиву сміттєзвалища.

Склад біогазу обумовлює ряд його специфічних властивостей. Перш за все, він горючий. Середня калорійність згоряння біогазу становить 5530 ккал/м³. У певних концентраціях біогаз токсичний. Конкретні показники його токсичності визначаються наявністю мікроелементів, таких як сірководень (H₂S). Як правило, газ звалища характеризується різким, неприємним запахом. Приблизний склад біогазу: метан – 40...60%, діоксид вуглецю – 30...45%, азот, сірководень, кисень, водень та інші гази – 5...10%. Теплотворна здатність біогазу – 18...25 МДж/м³. Межі вибухонебезпечності суміші біогазу з повітрям – 5...15%.

Суміш біогазу з повітрям вибухонебезпечна. Поріг вибухонебезпечних концентрацій метану в повітрі коливається в межах 5...18%. Біогаз також відноситься до числа так званих парникових газів, що надає йому категорію глобального значення і робить газ звалища об'єктом пильної уваги світової спільноти.

Для скорочення потрапляння біогазу з полігону ТПВ (ПТПВ) в атмосферу ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування» вводить обов'язковим здійснення заходів щодо дегазації ПТПВ, спрямованих на максимальний збір і утилізацію біогазу за рахунок примусового його відкачування з тіла ПТБО і подальшої утилізації спалюванням на факелі, у топках, як палива для двигун-генераторів. Збір звалищного (полігонного) біогазу дозволяє також скоротити кількість небезпечних токсичних, у тому числі канцерогенних, органічних сполук (ароматичних вуглеводнів, формальдегіду, діоксинів і т.д.), що надходять в атмосферне повітря з поверхні полігону.

Від початку експлуатації з 1956 року до 01.04.2015 р. на полігоні твердих побутових відходів, площею 8.8 га, розташованого в 2 км від міста Хмельницького, розміщено більше 3,5 мільйона тонн ТПВ. Щодобово полігон приймає біля 2300 м³ ТПВ, а за 2014 рік – більше 840870 м³ ТПВ.

Точна глибина полігону невідома, але висота насипу відходів оцінюється в 50 метрів над рівнем ґрунту. Середня річна кількість опадів складає 660 мм на рік. Тіло полігону має природну гідроізоляцію, завдяки чому фільтрат стікає до північної частини полігону, де збирається у ставку, з якого фільтрат повертається у тіло полігону.

Схили полігону круті і для встановлення системи збору ЗГ мають бути переплановані або укріплені. Ці круті схили можна закріпити арматурою і за допомогою рослинного покриву або спеціального покриття.

Можливо, виникне необхідність перепрофілювати схили і зробити їх більш пологими, хоча це затратний захід, що потребує відкопування частини відходів і їхнього переміщення на окрему частину полігону. Цей варіант може бути реальним чи ні залежно від наявності вільної території поблизу полігону.

Через брак матеріалу для створення щоденного та періодичного укриття ТПВ гниють на відкритому повітрі. За словами персоналу полігону, додатне для утворення покриття будівельне сміття може бути знайдене практично безкоштовно, але полігон не має ресурсів на його транспортування.

З урахуванням достатньо високого вмісту у ТПВ, що депонуються на полігоні, харчових та інших органічних відходів, обсяги захоронення ТПВ, термін функціонування та наявну ємність полігону, вважається доцільним підготувати та упровадити проект з збирання, очищення та використання

звалищного (полігонного) газу або шляхом стиснення з подальшою реалізацією, або, враховуючи розташування поблизу міста, використання в когенераційній установці для виробництва електричної та теплової енергії.

Хоча визначення ефективності такого проекту потребує проведення додаткових досліджень для отримання об'єктивних даних на місці, існує декілька методик, що дозволяють оцінити прогнозну кількість газу, що виділяється з тіла полігону (п. 3.76 ДБН В.2.4-2-2005).

Прогнозування кількості біогазу, що виділяється, робиться з урахуванням складу і властивостей ТПВ, місткості і терміну експлуатації полігона ТПВ, схеми і максимальної висоти складування ТПВ, гідрогеологічних умов ділянки складування ТПВ, рН водної витяжки з ТПВ.

Розрахунок очікуваної кількості біогазу, що виділяється при анаеробному розкладанні ТПВ, рекомендується виконувати за формулою:

$$V_{p.б} = P_{ТПВ} \cdot K_{л.о} \cdot (1-Z) \cdot K_p, \quad (7.2.1)$$

де $V_{p.б}$ – розрахункова кількість біогазу, м³;

$P_{ТПВ}$ – загальна маса ТПВ, які складуються на полігоні, кг;

$K_{л.о}$ – вміст органіки, що легко розкладається, в 1 т відходів ($K_{л.о}$ – 0,5...0,7);

Z – зольність органічної речовини (Z = 0,2...0,3);

K_p – максимально можливий ступінь анаеробного розкладання органічної речовини за розрахунковий період (K_p = 0,4...0,5).

З урахуванням непередбачених обставин питомий об'єм біогазу, що можна зібрати з 1 т твердих побутових відходів за весь період експлуатації системи збирання біогазу, визначається за формулою:

$$V'_{p.б} = V_{p.б} \cdot K_c \cdot K, \quad (7.2.2)$$

де $V'_{p.б}$ – об'єм біогазу, що можна зібрати з 1 т ТПВ, м³;

K_c – коефіцієнт ефективності системи збору біогазу (K_c = 0,5);

K – коефіцієнт поправки на непередбачені обставини (K = 0,65...0,70).

При цьому слід прийняти до уваги такі величини:

- вагова кількість біогазу, одержуваного при анаеробному розкладанні 1 г біогазу з 1 г розкладеної беззольної речовини ТПВ;
- об'ємна маса біогазу – 1 кг/м³;
- теплотворна здатність біогазу 5 000 ккал/м³ (~21 МДж/м³).

Система збору та первинної підготовки звалищного газу до утилізації у двигунах внутрішнього згорання з генерацією електроенергії складається з таких компонентів:

- Свердловини;
 - Шлейфові трубопроводи;
 - Колектори шлейфів;
 - Магістральні трубопроводи;
 - Сепаратор.
- *Свердловини* – перфоровані пластикові труби, обсіпані дренажним щебенем фракції 20...40 мм. Труби з поліетилену стійкі до будь-яких ґрунтових умов і не потребують антикорозійного захисту. Біля поверхні свердловина герметизується навколо пластикової труби шаром глини або бетону товщиною 300...500 мм. Кожна свердловина оснащена шлейфовим трубопроводом, що з'єднує її з колектором.

- *Колектори* в мережі трубопроводів системи збору та утилізації звалищного газу на полігоні ТПВ виконують роль зосередження потоків біогазу в єдину лінію збору (магістральний трубопровід). Усі колектори підключені вихідними патрубками до магістрального трубопроводу.
- *Сепаратор* встановлений на виході магістрального трубопроводу і призначений для збору вологи, яка буде накопичуватися в системі трубопроводів у процесі охолодження біогазу. Сепаратор оснащений гідрозатором, після якого рідка фаза відбирається занурювальним насосом і транспортується у відстійник фільтрату або в тіло полігону.



Рис. 7.2.1 – Елементи системи збору звалищного біогазу

На виході з системи збору та підготовки звалищного газу полігону твердих побутових відходів отримуємо стійкий стаціонарний потік біогазу, очищеного від механічних домішок і краплинної вологи.

Для енергетичної установки, де спалюється біогаз (котлоагрегати, промислові печі), блок осушувача-очисника біогазу може не передбачатися. При використанні біогазу як моторного палива для стаціонарних двигунів-генераторів необхідним є більш високий ступінь його осушення й очищення.

Через підвищену вибухонебезпечність систем збирання і транспортування біогазу полігонів ТПВ до них ставляться особливі вимоги.

Установка спалювання складається з таких компонентів: вхідних трубопроводів з клапанами контролю потоку, газодувки, закритого високотемпературного факелу та системи контролю та моніторингу.

Система трубопроводів, що з'єднує усі елементи факельної установки від головних магістральних трубопроводів до пальників через вологовловлювач з фільтраційним матеріалом, відсікаючі та контрольні клапани, газодувки та вимірювальні прилади. Вологоуловлювач захищає газодувки від вологості та твердих частинок, що присутні у газовому потоці зі звалища.

Спорудження вузла утилізації звалищного газу включає: облаштування майданчику, спорудження основного і тимчасового приміщень, монтаж основного обладнання, до якого відносяться: компресорні блоки, енергетична установка, вологовіддільувач, газодувки, газгольдер (ресивер).

Приміщення, в яких працюють установки збирання і транспортування біогазу полігонів ТПВ, слід відносити до категорії А (за НАПБ Б.07.005).

Електроустаткування приводів й інших елементів даної системи згідно з вимогами до вибухонебезпечності ДНАОП 0.00-1.32:

клас 1

- колодязі оголовоків свердловин,
- газозбірні пункти,
- камери керування газгольдерами,
- помешкання, де встановлені дегазаційні установки, вологовіддільники і газоочисне устаткування,
- газорегуляторні установки.

клас 2

- дегазаційні установки, розміщені під навісом,
- газгольдери.

Отримані впродовж експериментальної експлуатації системи утилізації ЗГ дані про вміст метану у ЗГ, ефективності свердловин та коефіцієнт використання свердловин дозволять обґрунтовано вибрати потужність когенераційної установки.

Ефективність використання біогазу великою мірою залежить від сезонної та добової нерівномірності споживання енергії. Генерація та обсяги видобутку біогазу протягом року відносно стабільні, тоді як електричні та теплові навантаження схильні до значних коливань за сезонами і часом доби. Унаслідок цього в окремі періоди витрати утилізованого біогазу будуть недостатніми для покриття пікових навантажень, а при спаді потужностей споживання – надлишковий. Надлишкові обсяги біогазу при цьому скидаються на факел і спалюються.

Потенційними споживачами ЗГ полігону ТПВ м. Хмельницького є:

- адміністративні будівлі та приміщення на території полігону;
- газозаправна станція розташована на відстані біля 1 км від полігону;
- старий завод, який зараз не працює розташований на відстані близько 1 км;
- на відстані не більше 3 км від полігону розташована котельня, яка забезпечує будівлі району міста гарячим водопостачанням;
- будівництво генераційної установки.

Технологічна схема отримання біометану передбачає переробку біогазу в метанову фракцію – біометан шляхом поділу компонентів можливо також отримання послідовно газоподібного та рідкого товарного діоксиду вуглецю (вуглекислоти).

Основними компонентами біогазу є метан (CH_4) і діоксид вуглецю (CO_2), середня концентрація компонентів газу становить, % об: CH_4 – 60, CO_2 – 36 і N_2 – 2, H_2O – 2. Для підготовки газу до поділу використовують компресор, що підвищує тиск.

В якості абсорбенту використовують водний розчин амінів.

Розроблено технологічну схему очищення біогазу водними розчинами амінів з отриманням газоподібних метану і діоксиду вуглецю.

Біогаз надходить в абсорбер. Абсорбер зрошується водним розчином амінів, який подається у верхню частину колони. Очищений від діоксиду вуглецю біогаз (біометан) виходить із верхньої частини абсорбера і направляється споживачу. Потім нагрітий насичений розчин сорбенту надходить у верхню частину десорбера. У десорбері здійснюється відпарювання поглиненого діоксиду вуглецю до необхідної концентрації.

Газ, який виходить з конденсатора (потік CO_2), містить, в основному, діоксид вуглецю (98% об.). Можливе здійснення зрідження газоподібного CO_2 з його подальшою реалізацією.



Рис. 7.2.2 – Технологічна схема отримання біометану

На виході з системи поділу газів отримуємо біометан, аналог природного газу, який може бути поставлений у розподільні мережі або, після осушення і стиснення, використаний в якості автомобільного палива на автомобільній газонаповнювальній компресорній станції (АГНКС).

АГНКС включає такі блоки:

- блок підключення (блок вхідних кранів) – забезпечує подачу з газопроводу і його облік;
- блок попередньої очистки газу – забезпечує підготовку параметрів газу до рівня, що вимагає застосовуваної технологією стиснення;
- блок компримування (компресорний блок) – здійснює підвищення тиску газу до необхідних 220 атм;
- блок підготовки КПГ – доводить параметри стисненого газу до необхідної якості;
- блок акумуляції – накопичує запас КПГ, що йде на заправку автотранспорту до моменту включення компресора і виходу на режим;

- блок редукування – знижує тиск газу до 220 атм;
- газозаправні колонки – здійснюють заправку автотранспортного засобу та враховують кількість газу, відпущеного споживачеві.

Був також розглянутий такий варіант утилізації ЗГ, як будівництво трубопроводу для доставки біогазу до котельні за адресою вул.Курчатова б.8 КП «Південно-Західні тепломережі», яка знаходиться на відстані до 3 км від міського полігону ТПВ, що дозволило би розглядати можливість використання звалищного біогазу для виробництва електричної та теплової енергії. Однак, більш детальний аналіз ситуації, пов'язаної із землевідводом по трасі можливого газопроводу та необхідність переходу через ріку зробили реалізацію цього проекту малоімовірною.

Технологічна схема виробництва електроенергії передбачає переробку біогазу в електроенергію та / або тепло.

Після попереднього очищення БГЗ також використовують для отримання електроенергії за допомогою установок для генерації електроенергії або комбінованого вироблення тепла й електроенергії (когенерація). Вироблена електроенергія може частково використовуватися безпосередньо на майданчику полігону ТПВ або подаватися в мережу. Особливо актуальною вироблення електроенергії з БГЗ стало після набуття чинності Закону України № 5485-VI від 20.11.2012 «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії», який встановлює «зелений тариф» на електроенергію, отриману шляхом утилізації звалищного газу.

При цьому біогаз, зібраний із полігону ТПВ, використовується як паливо для газопоршневих двигунів та/або когенераційних установок.

Варіант застосування для цих цілей мікротурбін з одиничною потужністю 200...300 кВт має нижчі експлуатаційні витрати на міжремонтний період і витрати масла в порівнянні з поршневими двигунами, але при цьому має більшу інвестиційну вартість.



Рис. 7.2.3 – Приклади біогазових електростанцій

В Україні приєднання об'єктів альтернативної енергетики до мереж передачі електроенергії забезпечується за рахунок 100%-го фінансування енергопостачальної організації у такому вигляді:

- 50% – кошти, які включаються в тариф на передачу електричної енергії;
- 50% – поворотна фінансова допомога Замовника.

Реалізувати електроенергію з полігонного метану слід «зеленим» тарифом, а теплову енергію доцільно використати для місцевих потреб, наприклад в технологічному процесі сортування відходів, для опалення офісних та господарських будівель, для підігріву гарячої води, а також в перспективі – для опалення нового тепличного господарства.

Додатковою перевагою цього варіанта є те, що на полігоні вже розташований трансформаторний пункт 10 кВ / 0,4 кВ.

Порівняльний економічний аналіз технологічних схем утилізації звалищного біогазу.

Для організації утилізації БГЗ на полігоні ТПВ реалізація технологічної схеми 1 необхідна в будь-якому випадку. Надалі розглянемо і порівняємо варіанти використання обох технологічних схем в якості можливих варіантів використання біогазу. При цьому у разі біометану будемо розглядати варіант отримання автомобільного газового палива без додаткового виробництва вуглекислоти (варіант М), а у разі виробництва електроенергії – варіант без використання тепла (варіант Е).

За попередніми розрахунками з БГЗ полігону ТПВ м. Хмельницького можна стабільно збирати 550...600 м³ / год біогазу із вмістом метану щонайменше 50%.

Капітальні витрати в загальній для обох варіантів частин будуть складатися з:

- Передпроектних робіт (обстеження полігону по пробним свердловинам);
- Проектних робіт;
- Вартості комплексу системи збору (труби, газозбірники, сепаратор, газодувки);
- Будівельних і монтажних робіт.

Усі ці капітальні витрати складають орієнтовно 9,1 млн. грн. Точна сума може бути визначена після завершення проектних робіт.

У разі варіанту прямого використання біометану додаткові капітальні витрати будуть складатися з вартості:

- установки виробництва біометану;
- технологічного обладнання АГНКС
- монтажу і пуско-налагоджувальних робіт.

Усього для цього варіанту додаткові капітальні витрати становлять 14,9 млн.грн. У сумі із загальними капітальними витратами складуть 9,1 + 14,9 = 24 млн. грн.

Експлуатаційні витрати складатимуть (за аналогією зі схожими об'єктами) 10,4 млн. грн / рік.

Виробництво біометану при цьому буде дорівнювати 2,4 млн. м³ / рік. При ціні 12 грн / м³ річний дохід від продажу біометану (заправка автомобілів) складе 28,8 млн. грн / рік. Простий термін окупності упровадження варіанту М складе $24 / (28,8 - 10,4) = 1,3$ року.

У разі варіанту Е додаткові капітальні витрати будуть складатися з вартості:

- дизель-генераторної установки з додатковим обладнанням;
- обладнання для передачі електроенергії у мережу;
- монтажу і пуско-налагоджувальних робіт,

що в сумі із загальними капітальними витратами складатиме 39 млн.грн.

Експлуатаційні витрати складуть 2,5 млн. грн / рік.

Виробництво електроенергії у цьому випадку складе 7,2 млн. кВт год / рік. При ціні електроенергії 3,2 грн / кВт год («зелений тариф» для біогазу) річний дохід від продажу електроенергії складе 23,0 млн.грн / рік. Простий термін простої окупності складе $39 / (23,0 - 2,5) = 1,9$ року.

При цьому річне скорочення викидів CO₂ при економії (генерації) 7200 МВт·год. електричної енергії (коефіцієнти викидів 1,16 тCO₂/МВт·год) становитиме 8 352т CO₂.

Відстань до найближчої котельні – вул.Курчатова,8 – приблизно 2км (точка В на рис.7.2.4).

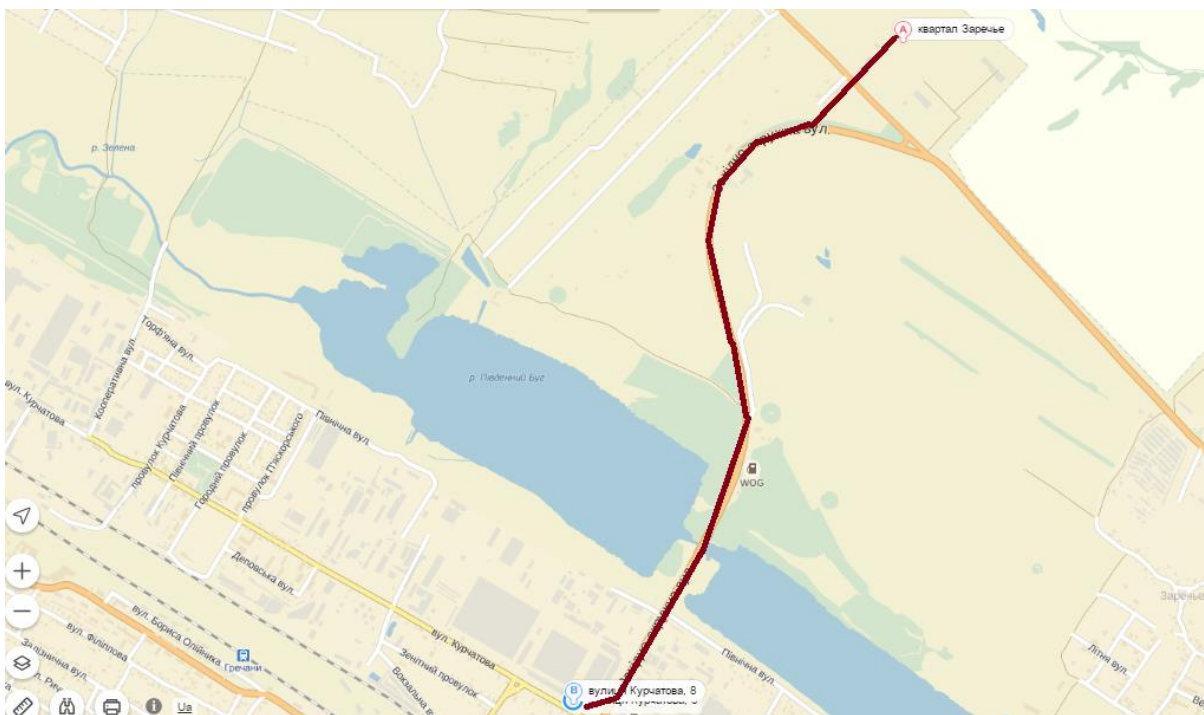


Рис.7.2.4 – Розташування полігону ТПВ та котельні Курчатова,8.

Для реалізації заходу із використання теплової енергії від КГУ для забезпечення споживачів теплом необхідно прокласти трубопроводи ТМ від полігону до котельні Курчатова,8. Капітальні витрати на прокладку трубопроводу (Ø133/225 мм) складають 6 млн.грн. Додатковий річний дохід від продажу теплової енергії для населення складає 2 млн.грн. Тоді термін окупності капітальних затрат по варіанту Е з урахуванням подачі теплової енергії на котельню Курчатова, 8 складає $(39+6) / (23,0+2 - 2,5) = 1,9$ року. Таким чином, подача теплової енергії від біогазової КГУ на котельню Курчатова, 8 не поліпшує техніко-економічні показники проекту. Крім того, прокладка трубопроводів через приватний сектор пов'язана з додатковими організаційно-правовими проблемами.

Беручи до уваги наявний в Україні досвід, пропонується будівництво біогазової КГУ на полігоні ТПВ без подачі теплової енергії у централізовану систему тепlopостачання міста.

Таблиця 7.3

Зведена таблиця за проектом

Показник	Значення
Горизонт планування, рр.	15
Ставка дисконтування, %	19,4
Річна економія, нат. од.: Електроенергії, МВт·год	7 200
Економічний показник	
Загальна сума інвестицій, тис. грн	39000
Річна економія за «зеленим» тарифом для біогазу (на 01.06.2015), тис. грн	23 000,00
Прогнозована середньорічна економія на період планування, тис. грн (розрахунок див. у додатку 2)*	10418
Окупність, рр.	5
NPV*, тис. грн	8320
IRR*, %	24
Зменшення викидів CO ₂ , т/рік	8 352
Джерело інвестицій	Запозичені кошти, бюджетні кошти

* Показники розраховані, виходячи зі звичайного тарифу на електричну енергію для II класу споживачів у прогнозованому періоді

Розрахунок енергоефективності пілотних та демонстраційних проектних пропозиції з упровадження АДЕ в різних секторах, розрахунок зменшення викидів CO₂

Назва заходу або проекту	Інвестиції, тис. грн	Ефективність заходу					Зменшення викидів CO ₂ , т
		Скорочення витрат бензину, т	Скорочення витрат диз. палива, т	Скорочен- ня витрат ТЕ, МВт·год	Скорочен- ня витрат газу, тис. м ³	Скорочен- ня витрат ЕЕ, МВт·год	
Створення біопаливної когенераційної установки	12 500				448	3000	4375
Утилізація звалищного газу	39000					7200	8352
Усього	56800					10200	12 727

Таким чином, за умови реалізації даного заходу можна досягнути зменшення рівня викидів CO₂ на **12727 т/рік**, або на **1,37%** від базового рівня.

Додаток 1. Показники прогнозу цін на енергоносії

Курс валют (UAH/USD)		Вихідні дані	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
23,65		Населення															
Газ	грн/куб	7,19	8,60	9,74	10,88	11,20	11,52	11,87	12,22	12,57	12,92	13,27	14,31	15,36	16,40	17,44	18,48
Електрична енергія	грн/кВт-г	0,63	0,92	1,06	1,21	1,29	1,37	1,47	1,56	1,66	1,75	1,84	1,97	2,10	2,23	2,36	2,48
Теплова енергія	грн/МВт-г	484	559	621	680	702	722	744	766	789	812	836	873	910	948	986	1024
Теплова енергія	грн/Гкал	563	650	721	790	816	840	865	891	917	944	971	1015	1058	1102	1146	1191
		Підприємства															
Газ	грн/куб	9,60	9,86	10,11	10,88	11,06	11,23	11,43	11,62	11,82	12,02	12,21	12,43	12,65	12,87	13,09	13,31
Електрична енергія	грн/кВт-г	1,72	1,46	1,33	1,21	1,24	1,28	1,32	1,36	1,40	1,45	1,49	1,54	1,58	1,63	1,68	1,73
Теплова енергія	грн/МВт-г	1347	1402	1454	1552	1590	1623	1660	1699	1739	1783	1829	1878	1927	1978	2029	2082
Теплова енергія	грн/Гкал	1566	1629	1690	1803	1847	1887	1930	1974	2021	2073	2126	2182	2240	2298	2358	2420
		Бюджетні установи															
Газ	грн/куб	9,60	9,86	10,11	10,88	11,06	11,23	11,43	11,62	11,82	12,02	12,21	12,43	12,65	12,87	13,09	13,31
Електрична енергія	грн/кВт-г	1,72	1,46	1,33	1,21	1,24	1,28	1,32	1,36	1,40	1,45	1,49	1,54	1,58	1,63	1,68	1,73
Теплова енергія	грн/МВт-г	1347	1402	1454	1552	1590	1623	1660	1699	1739	1783	1829	1878	1927	1978	2029	2082
Теплова енергія	грн/Гкал	1566	1629	1690	1803	1847	1887	1930	1974	2021	2073	2126	2182	2240	2298	2358	2420
		Міський електротранспорт															
Електрична енергія	грн/кВт-г	0,70	1,03	1,62	1,21	1,29	1,37	1,47	1,56	1,66	1,75	1,84	1,97	2,10	2,23	2,36	2,48
		Зовнішнє освітлення															
Електрична енергія	грн/кВт-г	0,42	0,70	1,03	1,62	1,21	1,29	1,37	1,47	1,56	1,66	1,75	1,84	1,97	2,10	2,23	2,36
		ТКЕ															
Газ (бюджет й інші)	грн/куб.м.	8,87	9,86	10,11	10,88	11,06	11,23	11,43	11,62	11,82	12,02	12,21	12,43	12,65	12,87	13,09	13,31
Газ (населення)	грн/куб.м.	2,99	4,41	5,84	10,88	11,20	11,52	11,87	12,22	12,57	12,92	13,27	14,31	15,36	16,40	17,44	18,48
		Транспорт															
Бензин А-95	грн/л	21,00	22,47	23,82	25,01	26,75	28,50	30,73	32,96	35,20	37,43	39,66	42,62	45,58	48,55	51,51	54,47
Дизельне паливо	грн/л	20,20	21,61	22,91	24,06	25,74	27,41	29,56	31,71	33,86	36,00	38,15	41,00	43,85	46,70	49,54	52,39
Зріджений газ	грн/л	8,30	8,88	9,41	9,88	10,57	11,26	12,15	13,03	13,91	14,79	15,68	16,85	18,02	19,19	20,36	21,53

Додаток 2 Показники економічної ефективності проектів у відповідному секторі

№ згідно каталогу	Проектна пропозиція	Інвестиції всього, тис. грн	Середня економія (15 років)	Окупність	NPV	IRR, %	NPVQ	Скорочення CO2 на інвестиції, кг CO2/тис. грн	Ефективність заходу					Зменшення витрат енергоресурсів, МВт	Грошова економія (зменш. експл. витрат скор. персоналу)	Грошова економія (енергоносія на 01.05.15), тис грн	Зменшення викидів CO2 (т/рік)
									Скорочення витрат бензину, т.	Скорочення витрат ДП, т.	Скорочення витрат ТЕ, МВт/год	Скорочення витрат газу, тис. м3	Скорочення витрат ЕЕ, МВт/год				
Теплопостачання																	
	Всього по сектору	147822	53412					14323	0	0	12279	2564	7178	44736	0	31434	15926
	Південно-Західні тепломережі	98153	34265					10081	0	0	8912	1635	4043	29076	0	19929	9755
1.1.2	Оптимізація роботи котельної КП «Південно-західні тепломережі» на вул. Північна 2 шляхом заміни одного котла ДКВР 6,5-13 на сучасний газовий котел меншої потужності.	3000	863	5	403	22%	0,13	50				68	12	681		372	149
1.1.3	Реконструкція котельної КП «Південно-західні тепломережі» на вул. Хотовицького 4/1 із встановленням дублюючої потужності на біопаливі.	5900	8481	2	27440	84%	4,65	232			679	12	6710		3571	1370	
1.2.1	Заміна мережевих насосів на котельні КП «Південно-західні тепломережі» по вул. Курчатова 8/1г	540	1398	1	5810	253%	10,76	2076					966	966	1412	1121	
1.2.2	Заміна мережевих насосів на котельні КП «Південно-західні тепломережі» по вул. Молодіжна 2	626	1207	1	4858	187%	7,76	1546					834	834	1219	968	
1.2.3	Заміна мережевих насосів на котельні КП «Південно-західні тепломережі» по вул. Хотовицького 4/1	180	737	1	3168	405%	17,60	3283					509	509	745	591	
1.2.4	Заміна мережевих насосів на котельні КП «Південно-західні тепломережі» по вул. Тернопільська 14/3.	480	1398	1	5870	286%	12,23	2335					966	966	1412	1121	
1.3.1	Заміна пальників на котлах ПТВМ-30М-4 та встановлення частотних перетворювачів на електричних джерелах на котельні КП «Південно-західні тепломережі» по вул. Курчатова 8/1 г	1905	3497	2	12076	110%	6,34	425				250	268	2729	1698	810	
1.4.1	Заміна зношених теплових мереж, які знаходяться на балансі КП «Південно-Західні тепломережі»	68504	8046	10	-34303	7%	-0,50	26			8912		8912		5467	1800	
1.5.2	Реконструкція центральних теплових пунктів, які знаходяться на балансі КП «Південно-Західні тепломережі»	17018	8638	4	17349	37%	1,02	107				638	475	6767	4033	1826	
	Хмельницьктеплокомуненерго	49669	19147	28	29329	542%	19,19	4242	0	0	3367	929	3134	15660	0	11505	6171
1.2.5	Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. С. Бандери 32/1 (велика)	1080	254	5	75	21%	0,07	189					176	176	257	204	
1.2.6	Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. Зарічанська 30	1080	254	5	75	21%	0,07	189					176	176	257	204	
1.2.7	Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. Кам'янецька 46/1	540	635	1	2347	112%	4,35	943					439	439	642	509	
1.2.8	Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по просп. Миру 99/101	540	572	1	2058	101%	3,81	849					395	395	578	459	
1.2.9	Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. Гречко 10/1	540	572	1	2058	101%	3,81	849					395	395	578	459	
1.2.10	Заміна мережевих насосів на котельні МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» по вул. Свободи 44	540	635	1	2347	112%	4,35	943					439	439	642	509	
1.4.2	Заміна зношених теплових мереж, які знаходяться на балансі МКП «Хмельницьктеплокомуненерго»	33212	3040	12	-20291	4%	-0,61	20			3367		3367		2066	680	
1.5.1	Реконструкція центральних теплових пунктів, які знаходяться на балансі МКП «Хмельницьктеплокомуненерго».	12137	13184	2	40662	71%	3,35	259				929	1114	10272	6487	3147	

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА РЕФОРМА В УКРАЇНІ

№ згідно каталогу	Проектна пропозиція	Інвестиції всього, тис. грн	Середня економія (15 років)	Окупність	NPV	IRR, %	NPVQ	Скорочення CO2 на інвестиції, кг CO2/тис. грн	Ефективність заходу					Зменшення витрат енергоресурсів, МВт	Грошова економія (зменш. експл. витрат, скор. персоналу)	Грошова економія (енергоносія на 01.05.15.), тис грн	Зменшення викидів CO2 (т/рік)
									Скорочення витрат бензину, т	Скорочення витрат ДП, т	Скорочення витрат ТЕ, МВт/год	Скорочення витрат газу, тис. м3	Скорочення витрат ЕЕ, МВт/год				
Водопостачання та водовідведення																	
	Всього по сектору	720574											6405	6678	1324	10995	7498
3.1.1	Реконструкція трьох артезіанських свердловин на ВНС-10	4655	376	13	-2877	2%	-0,62						260	260		446	302
3.1.2	Реконструкція КНС-2	1080	147	8	-384	10%	-0,36						102	102		175	118
3.1.3	Реконструкція КНС-7	840	195	5	81	22%	0,10						135	135		231	156
3.1.4	Реконструкція КНС-11	1260	175	8	-433	11%	-0,34						121	121		208	140
3.1.5	Реконструкція КНС-12	1344	598	3	1485	45%	1,10						414	414		710	480
3.1.6	Реконструкція ТП-456 по вул. Трудова, 6	1974	2349	1	9139	129%	4,63						1625	1625		2789	1884
3.1.7	Реконструкція/Модернізація каналізаційних очисних споруд продуктивністю 80 тис.м3/добу	709421		8,0	142,3	0,1	0,0002		22				3750	4023	1324	6437	4418
Транспорт																	
	Всього по сектору	450298	31444							20951	4469		4261	340340	3000	2684	80552
4.3	Переведення існуючого автобусного складу на біодизельне паливо	0	0			-	-				2650			31534		0	8420
4.1.2	Встановлення лічильників електроенергії на рухомому складі та стимулювання водіїв до економії електроенергії	480	2166	0	8357	301%	17,41	3027					1253	1253		789	1453
4.4	Впровадження зон платного паркування та автоматизованої системи управління транспортом (АСУТ)	27732	-	-	-	-	-	1342	12155					149500		0	37226
4.6	Будівництво заїздних кишень на вул. Каменецька, вул. Подільська, вул. Зарічанська, вул. Інститутська	6600	-	-	-	-	-	663	1429					42777		0	4376
4.5	Будівництво тунельного переходу з вул. Старокосянтинівське шоссе до вул. Льва Толстого	23384	-	-	-	-	-	456	3478					42777		0	10651
4.1.1	Ремонт тролейбусів зі встановленням електронної системи керування потужністю	1752	884	2	1856	39%	1,06	339					512	512		322	593
4.1.5	Будівництво контактної мережі, силової підстанції та відкриття тролейбусних маршрутів від вул. Купріна через вул. Чорновола до вул. Льва Толстого	62000	7688	8	-28316	8%	-0,46	20		422				5017		0	1223
4.1.3	Придбання нових тролейбусів на заміну старих	162000	7316	22	-130006	-4%	-0,80	18					2497	2497	3000	1573	2896
4.1.4	Заміщення автобусів класів А, В, на тролейбуси на маршрутах загального користування	108000	13391	8	-49325	8%	-0,46	12		1250				14871			1331
4.2	Заміщення автобусів класу А, В на автобуси класу І	21350	-	-	-	-	-				148						471
4.7	Створення та розвиток велосипедної інфраструктури в м. Хмельницький	37000	-	-	-	-	-	322	3889					47840			11912
Зовнішнє освітлення																	
	Всього по сектору	45165											6024	6024	500	2585	6988
	Модернізація системи зовнішнього освітлення (заміна світильників)	45165	8383	7	-9440	15%	-0,21						6024	6024	500	2585	6988
Громадські будівлі																	
	Всього по сектору	220790	38931									22268		22268		31218	5903
	Заклади ЗНЗ (30 одиниць) 1 пакет	10200	6905	2	20300	58%	1,99				3949			3949		5537	1133
	Заклади ЗНЗ (30 одиниць) 2 пакет	9600	3069	4	3956	28%	0,41				1755			1755		2461	236
	Заклади ЗНЗ (30 одиниць) 3 пакет	1230	1502	2	5406	102%	4,39				859			859		1205	161
	Заклади ЗНЗ (15 одиниць) 4 пакет	58050	7912	9	-23102	10%	-0,40				4525			4525		6344	827
	Заклади ДЗ (40 одиниць) 1 пакет	9800	2549	5	1458	23%	0,15				1458			1458		2044	372
	Заклади ДЗ (40 одиниць) 2 пакет	8400	1133	9	-3396	10%	-0,40				648			648		908	155
	Заклади ДЗ (40 одиниць) 3 пакет	1520	1315	2	4290	73%	2,82				752			752		1055	272
	Заклади ДЗ (25 одиниць) 4 пакет	49750	2336	16	-39430	-4%	-0,79				1336			1336		1873	678

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА РЕФОРМА В УКРАЇНІ

№ згідно каталогу	Проектна пропозиція	Інвестиції всього, тис. грн	Середня економія (15 років)	Окупність	NPV	IRR, %	NPVQ	Скорочення CO2 на інвестиції, кг CO2/тис. грн	Ефективність заходу					Зменшення витрат енергоресурсів, МВт	Грошова економія (зменш. експл. витрат, скор. персоналу)	Грошова економія (енергоносія на 01.05.15.), тис грн	Зменшення викидів CO2 (трік)
									Скорочення витрат бензину, т.	Скорочення витрат ДП, т.	Скорочення витрат ТЕ, МВт/год	Скорочення витрат газу, тис. м3	Скорочення витрат ЕЕ, МВт/год				
	Заклади охорони здоров'я (20 одиниць) 1 пакет	5260	2821	3	7203	46%	1,37				1614			1614		2262	309
	Заклади охорони здоров'я (20 одиниць) 2 пакет	2600	1254	3	2939	42%	1,13				717			717		1006	129
	Заклади охорони здоров'я (20 одиниць) 3 пакет	880	2963	1	12206	274%	13,87				1694			1694		2376	473
	Заклади охорони здоров'я (20 одиниць) 4 пакет	63500	5173	13	-40651	2%	-0,64				2959			2959		4148	1158
Житлові будинки																	
	Всього по сектору (бюджетні кошти/ кошти мешканців), тис. грн	378495 (60597,5 / 317897,5)									88638	19970	7797	96435		56747	74361
	Житлові будівлі - 1 пакет охоп 350 буд.	53 865 (26935,2/ 26935,2)	немає	2	194599	82%	3,61				58021		7759	65780		39584	25653
	Житлові будівлі - 2 пакет маловитратні охоп 200 буд	10 030 (5015 /5015)	немає	3	10012	39%	1,00				5889			5889		3294	1690
	Житлові будівлі - 3 пакет - термомодернізація охоп 60 будівель	114 600 (28650 / 85950)	немає	7	-30188	13%	-0,26				24728		38	24766		13869	7141
	Перехід на альтернативне паливо у приватному секторі (10000 будинків)	200000 (0/200000)										19970		0			39878
Озеленення																	
	Всього по сектору (кошти міста та інвесторів)	54710						473									8098
6.1	Відновлення рослинності на ділянках загального використання з метою покращення та реконструкції існуючих зелених зон міста	36100	-	-	-	-	-	208									7500
6.2	Реконструкція та створення нових зелених насаджень на території міського парку ім. Чекмана	3010						40									120
6.3	Благоустрій та створення нових зелених насаджень на території парку «Подільський»	7700						2									18
6.4	Впровадження проектів вертикального озеленення та зелених покривів на територіях щільної забудови м. Хмельницький.	3200	-	-	-	-	-	47									150
6.5	Створення очисних споруд для побутових стічних вод в рекреаційній та водоохоронних зонах з використанням фітотехнологій (зелених насаджень)	3500	-	-	-	-	-	43									150
6.6	Створення паркової зони в заплаві р. Південний Буг та створення нових скверів в межах міста.	1200	-	-	-	-	-	133									160
Альтернативні Джерела Енергії																	
	Всього по сектору	56800										448	10200	14629	0	6728	12727
	Створення біопаливної когенераційної установки	17800	9922	3	23851	44%	1,34					448	3000	7429		6728	4375
	Утилізація звалищного газу	39000	10418	5	8320	24%	0,21						7200	7200			8352
	Всього по всім секторам	2074654							20951	4469	123185	22982	41865	531110	4824	142392	212053

