



Проект  
Енергетичної  
Безпеки

# Навчальний семінар «Розробка схем теплопостачання населених пунктів України»

---

18-19 лютого 2021 року

# МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ГРОМАД ТА ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ

## НАКАЗ

02.10.2020 № 235

Зареєстровано в Міністерстві  
юстиції України  
18 листопада 2020 р.  
за № 1144/35427

Про затвердження Методики розроблення схем теплопостачання населених пунктів  
України

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1144-20#Text>

**Мета семінару:** надання допомоги в розробці схем тепlopостачання містам України згідно з вимогами нової методики «Розроблення схем тепlopостачання населених пунктів України» (далі – Методика)

**Схема тепlopостачання населеного пункту** – документ, що містить технічне та економічне обґрунтування будівництва, реконструкції (розширення, технічного переоснащення) та модернізації об'єктів у сфері тепlopостачання з урахуванням перспективи розвитку населеного пункту, а також заходи щодо забезпечення енергоефективного, якісного, безпечного, екологічного та надійного функціонування системи тепlopостачання населеного пункту, який погоджується центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері житлово-комунального господарства та затверджується відповідним органом місцевого самоврядування.

# Зміст курсу

**Тема 1. Структура методики.**

**Тема 2. Аналіз проблем в сфері централізованого теплопостачання.**

**Тема 3. Європейські тенденції розвитку теплопостачання.**

**Тема 4. Концептуальні положення методики.**

**Тема 5. Послідовність (етапи) розробки схеми.**

**Тема 6. Перспективні заході з модернізації та розвитку СЦТ.**

**Тема 7. Інструменти розробки схеми теплопостачання.**

# ТЕМА I. СТРУКТУРА МЕТОДИКИ

- I. Загальні положення**
- II. Загальні вимоги до розроблення схем теплопостачання**
- III. Порядок розроблення та затвердження схеми теплопостачання**
- IV. Зміст та форма схеми теплопостачання населеного пункту**
- V. Показники, що використовуються при розроблені схеми теплопостачання**

Додаток

**ПАСПОРТ**

**схеми теплопостачання населеного пункту**

# I. Загальні положення

## Призначення

Методика встановлює вимоги до розроблення схем теплопостачання населених пунктів, їх змісту, форми, порядку розроблення та затвердження.

## Область застосування

Методика застосовується при розробленні схем теплопостачання населених пунктів з кількістю жителів більш як 20 тисяч

## Термінологія

Розглядається далі у кожному розділі

## II. Загальні вимоги до розроблення схем теплопостачання

- Основою для розроблення схеми теплопостачання є генеральний план населеного пункту.
- Схеми теплопостачання розробляються за принципом оптимального поєднання різних типів систем теплопостачання на території населеного пункту з використанням методу аналізу витрат і вигід.
- Довгострокове планування теплопостачання населеного пункту спрямовується на розвиток ефективних систем централізованого теплопостачання, з поступовим заміщенням традиційних джерел теплової енергії з використанням природного газу.
- При розробці схем теплопостачання визначаються зони застосування систем централізованого, автономного та індивідуального теплопостачання.
- Використовується система показників стану теплопостачання населеного пункту.
- Проекти в схемі теплопостачання спрямуються на досягнення цільових показників стану теплопостачання населеного пункту. Для кожного проекту Розробник виконує аналіз витрат і вигід з розрахунку на строк 20 років.

### III. Порядок розроблення та затвердження схеми теплопостачання

- Орган місцевого самоврядування (Замовник) забезпечує розроблення схеми теплопостачання відповідного населеного пункту на період 10 років.
- Об'єктами дослідження є джерела теплової енергії, теплові мережі, насосні станції, центральні теплові пункти, індивідуальні теплові пункти споживачів теплової енергії, підключених до системи централізованого теплопостачання.
- В технічному завданні містяться значення цільових (перспективних) показників стану теплопостачання населеного пункту, які встановлюються Замовником.
- Замовник долучає організації сфери теплопостачання населеного пункту та / або фахівців галузі (за згодою) до розробки технічного завдання.
- Використовуються інструменти електронного моделювання, у тому числі геоінформаційна система (далі – ГІС) у разі її наявності.
- Погодження схеми відповідно до Порядку затвердженого наказом Мінрегіону № 403
- Затверджується схема теплопостачання органом місцевого самоврядування після її погодження з Мінрегіоном.



## IV. Зміст та форма схеми тепlopостачання населеного пункту

### Склад схеми тепlopостачання:

- пояснювальна записка;
- графічна частина;
- паспорт схеми тепlopостачання;
- перелік проектів;
- план фінансування та реалізації проектів;
- зведений аналіз впливу на довкілля;
- додатки.

## Пояснювальна записка містить у своєму складі:

- загальну інформацію про населений пункт;
- опис та аналіз базового сценарію теплопостачання населеного пункту;
- опис поточної структури теплопостачання;
- аналіз показників існуючого та прогнозного попиту на теплову енергію (теплове навантаження);
- визначення й обґрунтування зон застосування систем теплопостачання;
- аналіз доступності та потенціалу використання традиційних паливно-енергетичних ресурсів;
- аналіз доступності та потенціалу використання відновлювальних та альтернативних джерел енергії, місцевих видів палива;
- аналіз поточних показників стану теплопостачання;
- визначення та аналіз цільових показників стану теплопостачання населеного пункту;

## Пояснювальна записка (продовження)

- альтернативні сценарії теплопостачання населеного пункту.
- порівняння альтернативних сценаріїв та обґрунтування вибору рекомендованого сценарію теплопостачання населеного пункту;
- детальний опис рекомендованого сценарію;
- аналіз цінових (тарифних) наслідків для рекомендованого сценарію теплопостачання;
- аналіз ризиків та рекомендації щодо мінімізації їх наслідків.

## Графічна частина схеми тепlopостачання за рекомендованим сценарієм включає план населеного пункту з нанесенням на ситуаційній схемі:

- існуючої та перспективної забудови населеного пункту;
- зон застосування систем тепlopостачання із зазначенням інформації про щільність теплового навантаження кожної зони;
- приєднане теплове навантаження споживачів;
- місце розташування та основні характеристики існуючих та перспективних джерел теплової енергії із зазначенням інформації про встановлену теплову потужність;
- існуючі та перспективні теплові мережі.

## Паспорт схеми теплопостачання

включає основні показники базового та рекомендованого сценарію теплопостачання. Форма паспорта схеми теплопостачання населеного пункту наведена у додатку.

## Перелік проектів схеми теплопостачання

- опис та визначені на основі аналізу витрат і вигід техніко-економічні показники проектів.
- для кожного проекту виконується аналіз чутливості до потенційних змін впливових факторів (ціни та / або тарифу на паливно-енергетичні ресурси, очікуваний обсяг споживання паливно-енергетичних ресурсів, вартість капітальних інвестицій, макроекономічні показники тощо, які значно впливають на очікуваний результат розрахунків).

## Зведений аналіз впливу на довкілля для рекомендованого сценарію

- оцінку потенціалу скорочення викидів забруднюючих речовин та викидів парникових газів для рекомендованого сценарію розвитку системи теплопостачання населеного пункту;
- у випадку розроблення схеми теплопостачання населеного пункту з будівництвом нових потужностей для виробництва пари і гарячої води тепловою потужністю 50 мегават і більше з використанням органічного палива, оцінка впливу на довкілля для рекомендованого варіанту схеми теплопостачання здійснюється за процедурою, передбаченою у відповідності до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля»;
- необхідність проведення стратегічної екологічної оцінки визначається у відповідності до критеріїв, визначених у статті 2 Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку».

## V. Показники, що використовуються при розроблені схеми теплопостачання

- Структура теплопостачання.
- Енергетична ефективність.
- Надійність.
- Якість теплопостачання.
- Екологічні показники.



## ТЕМА 2. ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТ УКРАЇНИ

За окремими підсистемами СЦТ проблеми можна розділити на:

- проблеми генерації;
- проблеми транспортування;
- проблеми в сфері постачання теплової енергії;
- проблеми, що відносяться до системи теплопостачання в цілому.

# Проблеми генерації

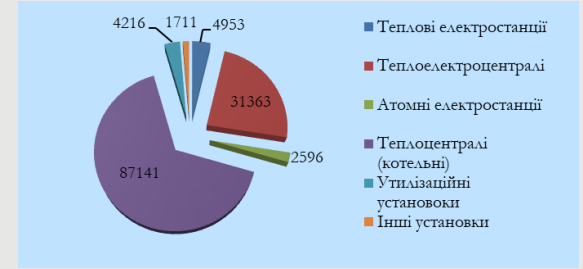
- Низька частка енергоефективних теплових джерел (75% не конденсаційні газові котли)
- Проблеми котельного парку:
  - старіння і знос обладнання
  - Дані що до ефективності використання природного газу в котлах потребують уточнення
  - низький рівень автоматизації
  - встановлена потужність котлів, як правило, в декілька разів перевищує приєднане теплове навантаження



# Сучасні виклики для ТЕЦ на ринку електричної та теплової енергії

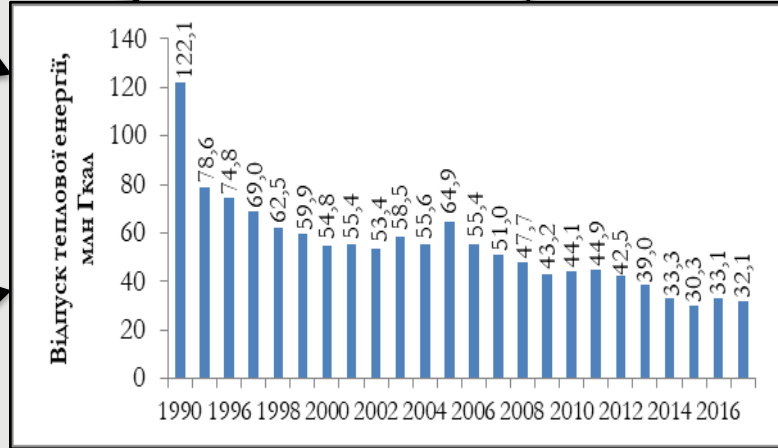
Конкурентоспроможність газових ТЕЦ в порівнянні з вугільними ТЕС і АЕС функціонування на ринку електроенергії

Конкурентоспроможність з котельними в системах теплостачання населених пунктів в контексті розподілу витрат палива між електричної та теплової енергії



Забезпечення маневреного функціонування на ринку електроенергії при необхідності підтримки стабільної теплового навантаження

Фізичний і моральний знос. Більшість ТЕЦ України експлуатуються впродовж 45–55 років і більше.



Поганий стан і велика протяжність теплових мереж

Знижена теплове навантаження ТЕЦ (часто нижче 15% проектної)

Екологічні виклики

## Проблеми транспортування

- З 20 тис. км ТМ, які експлуатуються в Україні, – 38% знаходяться у ветхому та аварійному стані. Практично в усіх населених пунктах України вік експлуатації понад 50% труб ТМ перевищує 20 років
- Середні втрати в ТМ, визначені розрахунковим шляхом, становлять 19% при середньому нормативному значенні 13%.
- Значний вік ТМ призводить до високого рівня їх пошкоджуваності.
- Конфігурація ТМ потребує оптимізації за критерієм щільності теплового навантаження й врахування інших факторів
- У літній період, коли теплове навантаження ЦТ, пов'язане тільки з гарячим водопостачанням, знижується в 3 – 4 рази, відносні теплові втрати в ТМ істотно збільшуються і досягають 40%
- Необхідність залучення значних фінансових ресурсів, які в багато разів перевищують бюджети розвитку населених пунктів. Великі терміни окупності капітальних витрат, які становлять 10 – 20 років



## Проблеми в сфері постачання теплової енергії

- високе співвідношення ціна / якість теплової енергії .  
Незадоволеність споживачів послугами ЦТ
- Низька якість погодного регулювання температури в будівлях, підключених до ЦТ.
- Несвоєчасне включення ЦТ в осінній період і так звані «перетопи» у весняний перехідний період.
- Хаотичне відключення споживачів від систем централізованого опалення.
- Відключення споживачів від систем централізованого гарячого водопостачання
- Наявність будівель, де доля індивідуального опалення складає 50% та більш.



## Проблеми, що відносяться до системи теплопостачання в цілому

- Відсутність систем енергетичного менеджменту у теплопостачальних компаніях. Втрати в теплових мережах визначаються, як правило, тільки розрахунковим шляхом. Відсутність контролю за теплотворною здатністю природного газу, який одержують котельні. Відсутність практики складання фактичного теплового балансу СЦТ.
- Відсутність методології та практики оцінки прогнозних значень приєднаних теплових навантажень з урахуванням різноспрямованих впливових факторів.
- Відсутність теорії та практики забезпечення конкурентного доступу до теплових мереж теплових джерел. Застосовувана в більшості СЦТ променева конфігурація тепломереж, на відміну від кільцевої, призначена для роботи переважно з одним тепловим джерелом.
- Проведення «фрагментарної модернізації» окремих елементів СЦТ без урахування комплексної ефективності проведеної модернізації для системи теплопостачання в цілому.
- Низький рівень реалізації схем теплопостачання населених пунктів.

# ТЕМА 3. ЄВРОПЕЙСЬКІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

## Директива 2012/27ЄС «Про енергоефективність»

введене терміни ефективне централізоване тепlopостачання і охолодження – система централізованого тепlopостачання або охолодження, що використовує мінімум 50% відновлювальної енергії, 50% скидного тепла, 75% тепла від когенерації або 50% сукупності такої енергії та тепла.

## Стратегія інтеграції енергетичної системи ЄС

[[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/energy\\_system\\_integration\\_strategy\\_.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/energy_system_integration_strategy_.pdf) ]

Важливою тенденцією є інтеграція окремих секторів енергетики. Одним з важливих позитивних ефектів цілісного підходу до енергетики є підвищення збалансованості вироблення і споживання енергії в умовах домінуючої ролі сонячних та вітрових електростанцій, потужність яких змінюється в залежності від природних умов. При цьому централізоване тепlopостачання розглядається як важливий системоутворюючий елемент в цілісній енергетичній системі.

Нова дорожня карта ЄС (HRE4) для декарбонізації сектору опалення та охолодження [<https://www.euroheat.org/news/roadmap-eu-green-new-deal-broader-supply-chain-view-energy-efficiency/>]. Досягнення кліматичних цілей Європейського Союзу (ЄС) – скорочення загальних викидів парникових газів (ПГ) на 80 – 95% до 2050 року у порівнянні з рівнями 1990 року – вимагає повної трансформації енергетичної системи. Однією з основних проблем в досягненні цієї цілі є декарбонізація сектора опалення та охолодження, на який припадає близько 50% кінцевого попиту на енергію в ЄС і який в основному залежить від викопного палива.

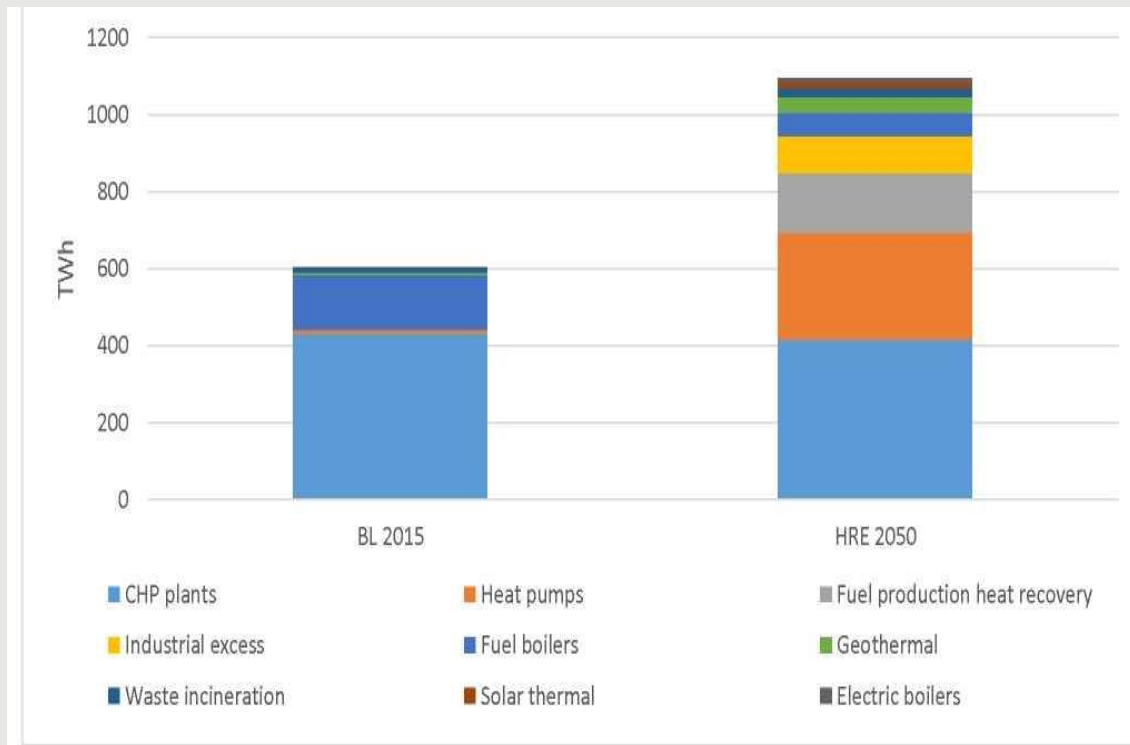
# Системи централізованого опалення повинні інтегруватися з іншими частинами енергетичної системи.

## Це відбувається завдяки:

- Гнучкому виробництву енергії на ТЕЦ, які доповнюють коливаюче виробництво відновлюваної електроенергії.
- Використання відпрацьованого тепла від промисловості та послуг.
- Використання електроенергії у великомасштабних теплових насосах та електричних котлах протягом годин високого виробництва коливальних відновлюваних джерел енергії.
- Акумуляванню теплової енергії



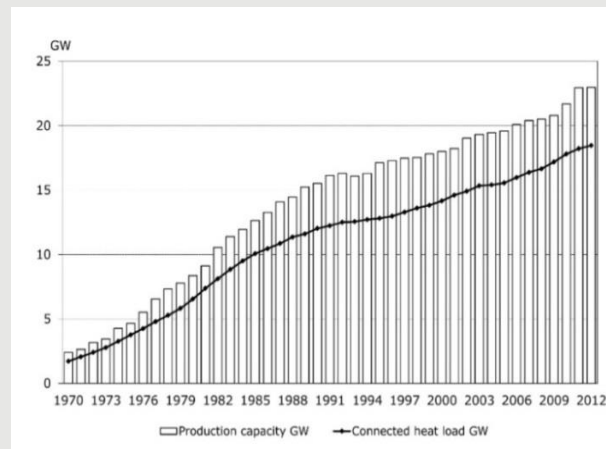
# Щорічне виробництво централізованого опалення за базовим сценарієм та сценарієм HRE 2050



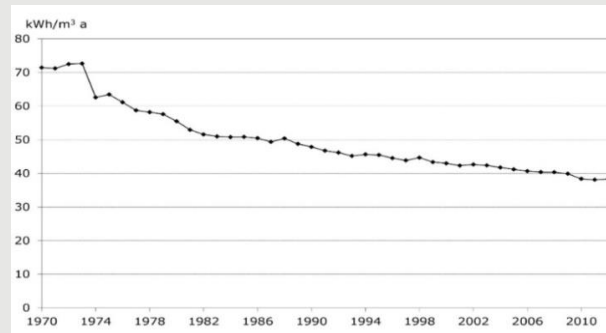
# Термомодернізація будівель розглядається в комплексі з модернізацією СЦТ

Термомодернізація будівель і зниження енергоспоживання на 30% запланованого на 2050 рік є одним з важливих концептуальних положень НРЕ4. Заходи з термомодернізації будівель (установка ЦТП, модернізація внутрішньобудинкових систем теплопостачання, перехід на знижений температурний графік, використання скидної теплоти будівель) розглядається в комплексі з модернізацією теплових мереж і теплових джерел.

## Приклад Фінляндії

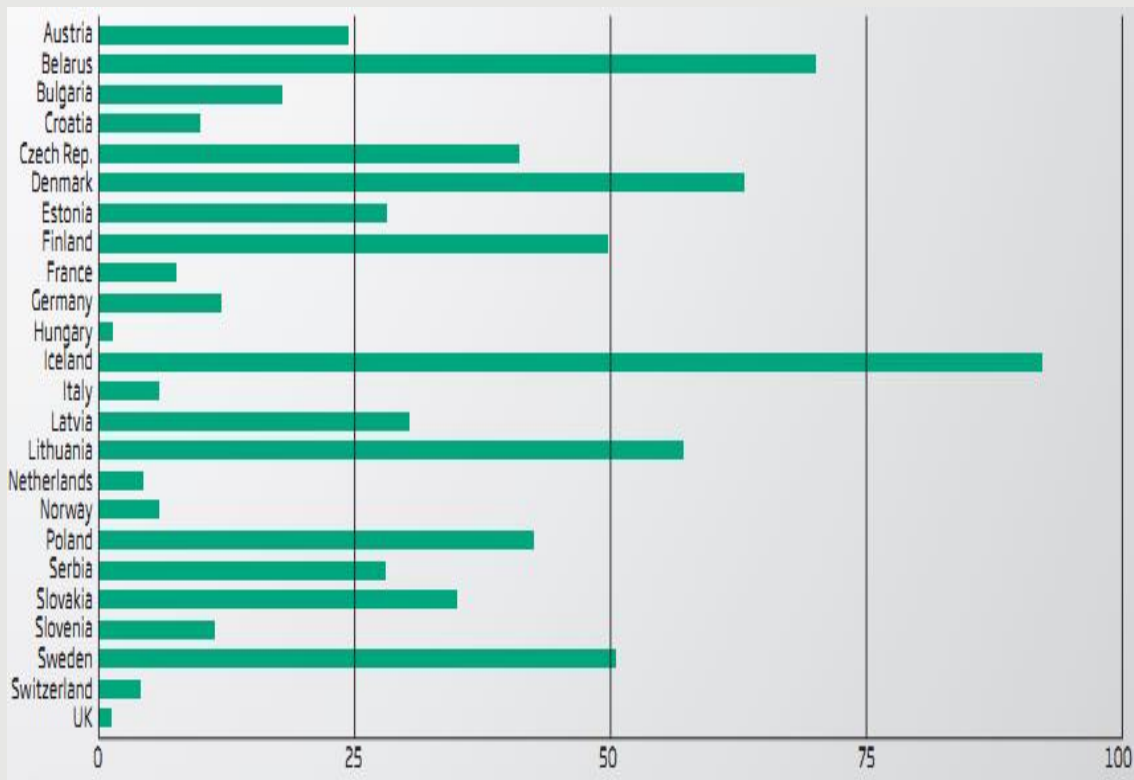


Ріст встановленої потужності та приєднаного навантаження

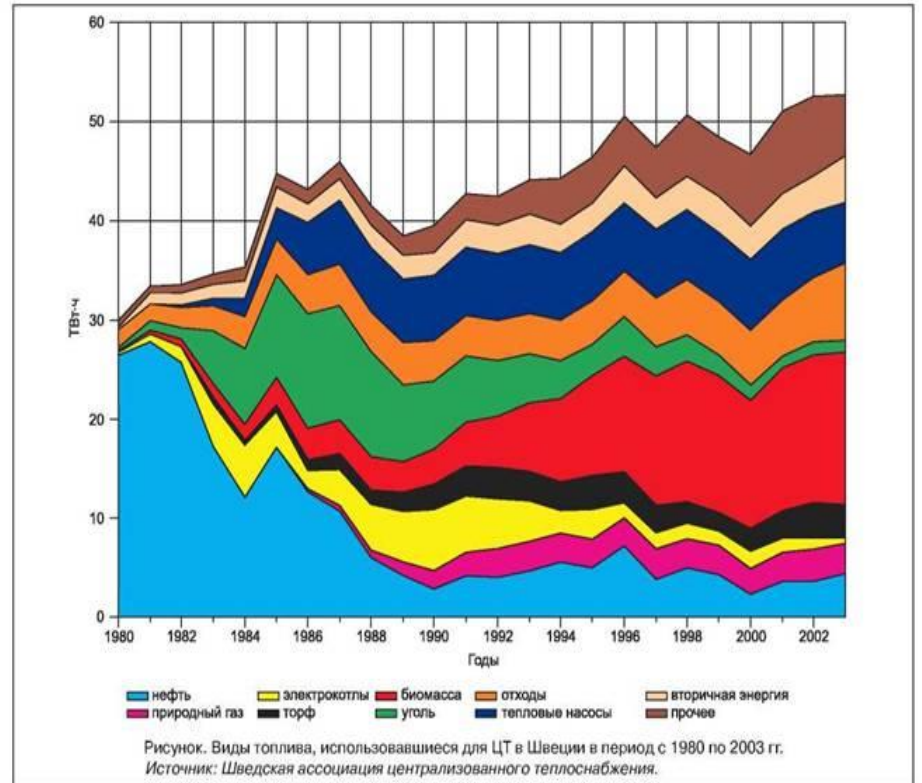
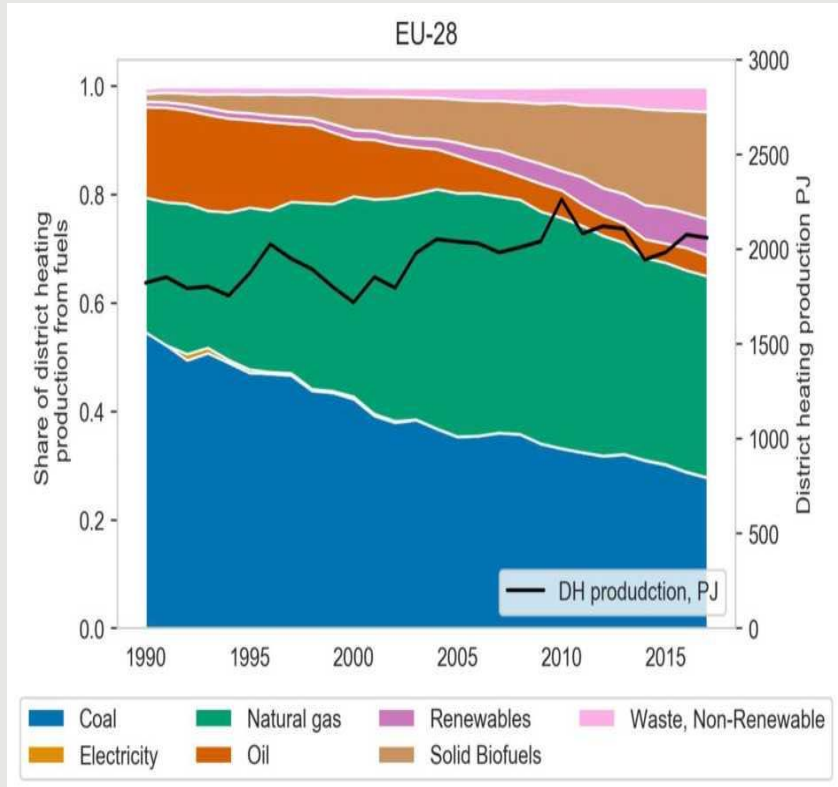


Зниження питомого теплоспоживання будівель

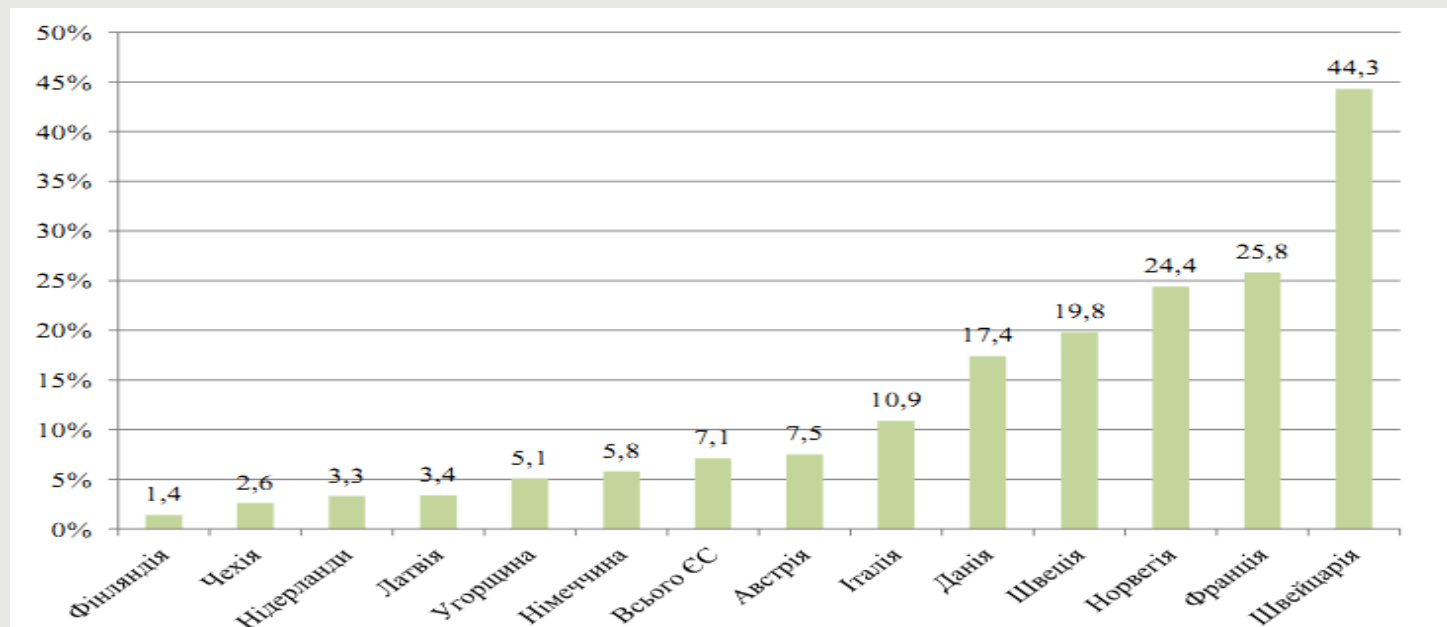
# Частка громадян різних країн Європи, які обслуговуються системами ЦТ (%)



# Види палив для ЦТ в EU-28 і Швеції

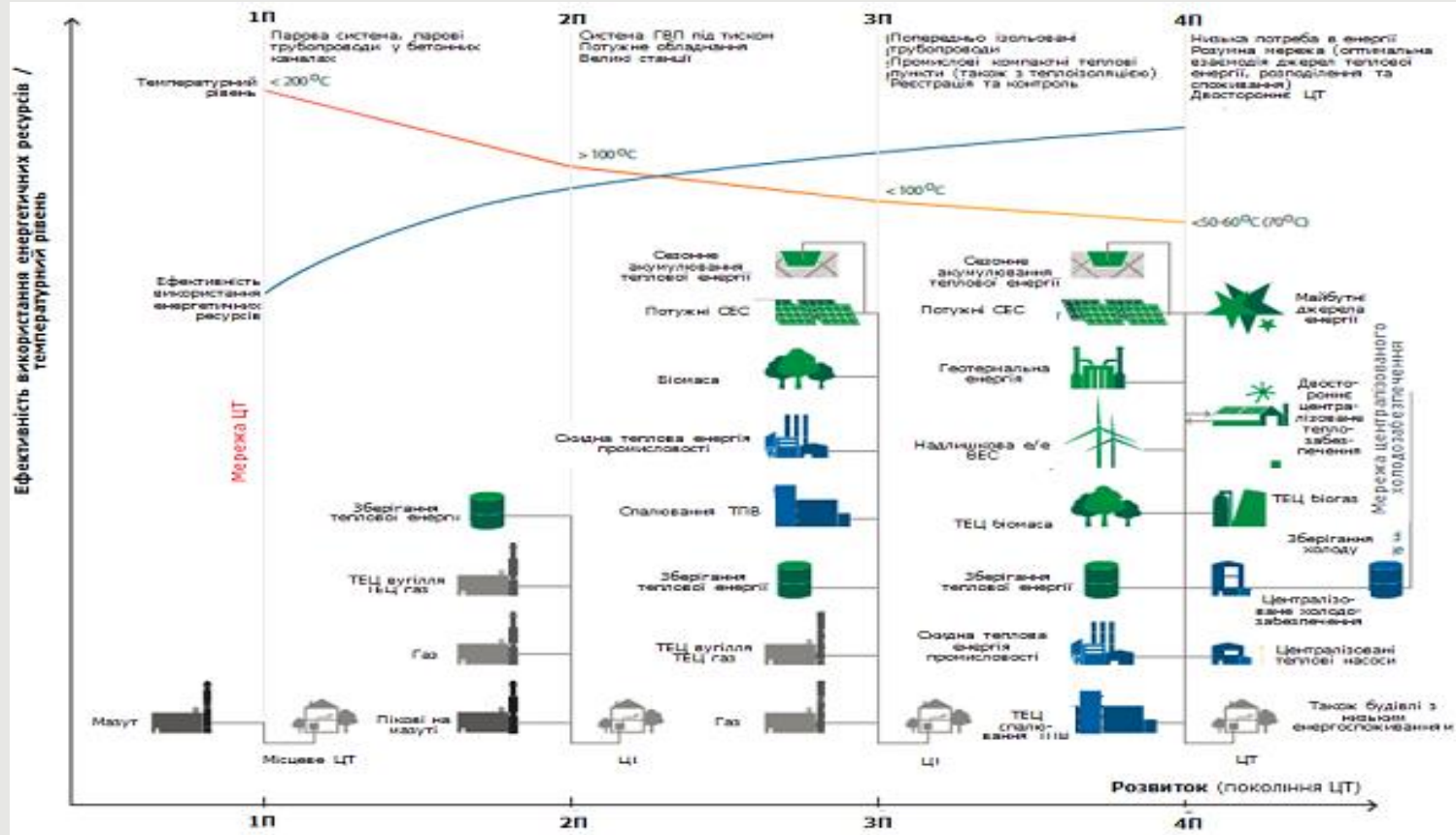


## Частка відходів, що використовуються у загальному паливному балансі сектору ЦТ у деяких країнах Європи



**В країнах ЄС частка спалювання відходів в загальному секторі ЦТ становить понад 7%**

# Етапи розвитку технологій централізованого теплостачання

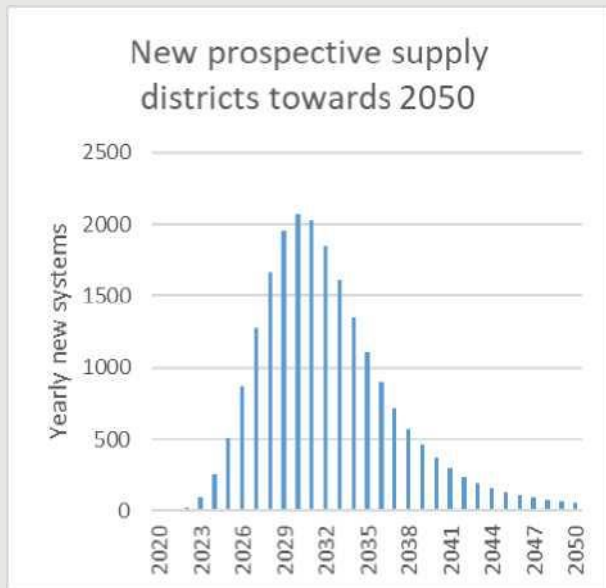


# Характерні риси систем ЦТ четвертого покоління

- ✓ Можливість використання низькотемпературного централізованого тепlopостачання для опалення приміщень і гарячого водopостачання (ГВП) в існуючі будівлі, в реконструйовані будівлі та нові енергoефективні будівлі.
- ✓ Ще більше об'єднання відновлювальних джерел теплової енергії та надлишкової і скидної теплоти з різних джерел.
- ✓ Здатність використання тепла від низькотемпературних джерел та інтегрування відновлювальних джерел тепла, таких як сонячне і геотермальне тепло.
- ✓ Збереження енергії та динамічна взаємодія між виробниками та споживачами.
- ✓ Забезпечення подальшої гнучкості та ефективності в системі.
- ✓ Можливість бути інтегрованою частиною інших інтелектуальних енергетичних систем (електричних, газових та теплових мереж), в тому числі систем охолодження 4-го покоління.
- ✓ Здатність забезпечити відповідні структури інформацією щодо планування, витрат і режимів роботи, а також щодо стратегічних інвестицій для перетворення існуючих систем у сталі енергетичні системи.

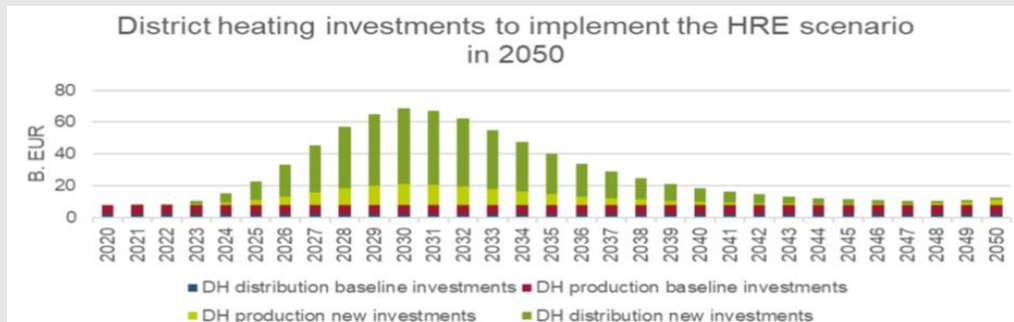


# Інвестиції в інфраструктуру централізованого тепlopостачання ЄС



Приблизна сума нових систем централізованого опалення в 14 країнах HRE

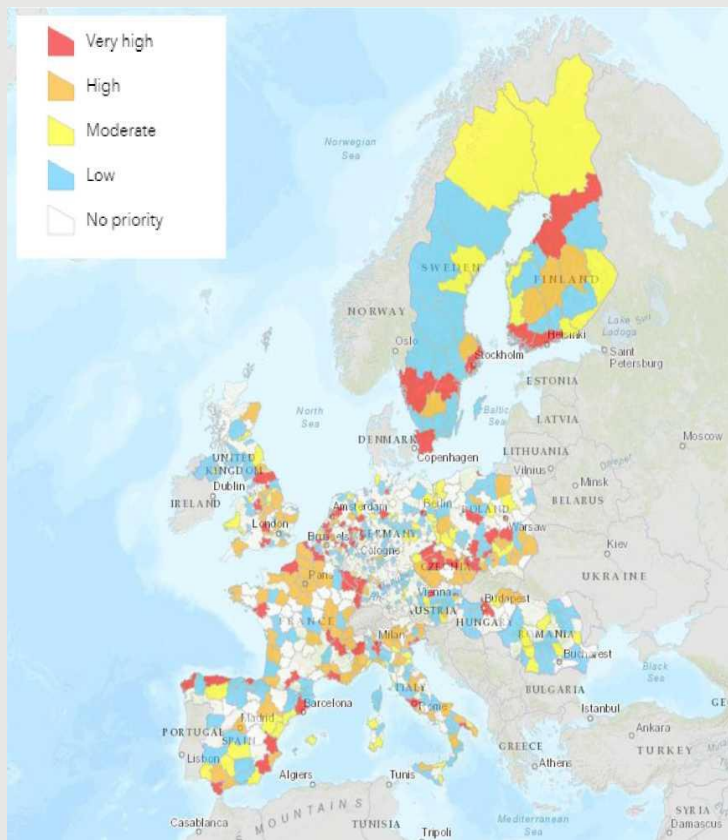
Інвестиції в нові районні теплові потужності і в нову інфраструктуру розподілу тепlopостачання району мають досягти піку в 13,2 млрд євро на теплові джерела і 47,6 млрд євро на теплові мережі в 2030 році. Інвестиції в енергоефективний будівельний фонд є життєво важливими і повинні досягти максимуму в 427,3 млрд євро в 2030 році.



Оцінка розподілу інвестицій у централізоване тепlopостачання для досягнення сценарію HRE 2050



## Зони перспективних районів теплопостачання ЄС.



За допомогою Загальноєвропейського термального атласу (РЕТА) виявлені зони перспективних районів теплопостачання (PSD), які можуть бути забезпечені СЦТ. Вони оцінюються з використанням максимальних річних інвестиційних витрат на розподільчу мережу в розмірі 4 євро/ГДж та мінімальної щільності потреби в теплі 20 ТДж/км<sup>2</sup>. Це призводить до потенціалу близько 25 000 PSD в ЄС, що відповідало б цільовому рівню НРЕ щодо 50% частки централізованого теплопостачання до 2050 року.

# Основні етапи та політичні рекомендації

## 2020 – 2030 роки

- Встановлення національних та місцевих потенціалів та планів централізованого тепlopостачання та охолодження. Створення інструментів та встановлення чітких процесів для належної оцінки потенціалу централізованого тепlopостачання та складання детального плану, як його реалізувати.
- Збільшити інвестиції у покращення енергоефективності в будівлях шляхом створення сприятливих політичних рамок (наприклад, за допомогою будівельних норм та стратегій реконструкції). Загалом, 30% економії на потребі тепlopозабезпечення порівняно з сьогodнішньою потребою.
- Припинити інвестиції в нові індивідуальні опалювальні потужності на викопному паливі, такі як газові котли, і замість цього перейти на теплові насоси, які можуть використовувати відновлювану електроенергію та центральну енергію.
- Розгортання заходів у взаємодії з місцевим рівнем: у своїх оцінках та планах країни повинні включати способи активізації місцевих органів влади та муніципалітетів. Важливо забезпечити координацію між національним та місцевим рівнями.
- Покращення доступності даних. Для інвестування в системи централізованого опалення важливо мати детальні знання про потреби у теплі, стан будівельного фонду та наявність джерел тепла, а також про ефективність існуючих систем централізованого опалення.
- Ринки, інвестиції, регулювання, податки та тарифи повинні бути скориговані для просування технологій, які вписуються в низьковуглецеве та енергоефективне майбутнє. Оскільки значна частина переходу, ймовірно, буде зумовлена ринком, життєво важливо забезпечити правильні стимули та сигнали.
- Існує потреба оцінити синергію між секторами. Це включає використання секторів централізованого тепlopостачання та охолодження, щоб забезпечити гнучкість для електроенергетичного сектору.

## ТЕМА 4. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ

- Види систем теплопостачання (централізовані, автономні, індивідуальні).
- Показники стану системи теплопостачання міста.
- Зонування систем теплопостачання міста.
- Аналіз альтернативних джерел енергії.
- Проекти і варіанти схеми теплопостачання.
- Комплексний підхід до модернізації теплових джерел, теплових мереж і будівель.
- Прогнозування при розробці схем теплопостачання.

## Види систем теплопостачання

- **система централізованого теплопостачання (СЦТ)** – сукупність джерел теплової енергії, магістральних та місцевих (розподільчих) теплових мереж, що об'єднані між собою та використовуються для теплозабезпечення споживача, населеного пункту, яка включає системи децентралізованого та помірно-центрального теплопостачання;
- **система помірно-центрального теплопостачання** – сукупність джерел теплової енергії потужністю від 3 до 20 Гкал/год, магістральних та / або місцевих (розподільчих) теплових мереж;
- **система децентралізованого теплопостачання (СДЦ)** – сукупність джерел теплової енергії потужністю від 1 до 3 Гкал/год, місцевих (розподільчих) теплових мереж;
- **система автономного теплопостачання** – внутрішньобудинкова система опалення, яка використовується для теплозабезпечення окремого багатоквартирного будинку;
- **система індивідуального теплопостачання (СІТ)** – система опалення квартири у багатоквартирному будинку або індивідуального будинку.

# Порівняння систем теплопостачання багатоквартирних житлових будинків

Критерій порівняння	СЦТ	СДЦ	СІТ
Ефективність теплового джерела	+	+	-
Втрати в теплових мережах	-	+	+
Вирішення проблеми модернізації теплових мереж у місті	-	+	+
Можливість індивідуального регулювання тепло споживання і теплового комфорту	-/+	+	+
Екологічні показники	+	-/+	-
Показники безпеки експлуатації	+	+	-
Можливість використання ВДЕ	+	-	-
Можливість використання СНР	+	-	-
Можливість використання ТПВ	+	-	-
Відповідальність ОМС за модернізацію та експлуатацію СЦТ	-	-	+
Оплата за опалення	-/+	+	+
Проблема ГВП у літку	-	+	+
Питомі капіталовкладення на котли	+	+	-
Капіталовкладення на ТС	-	+	+

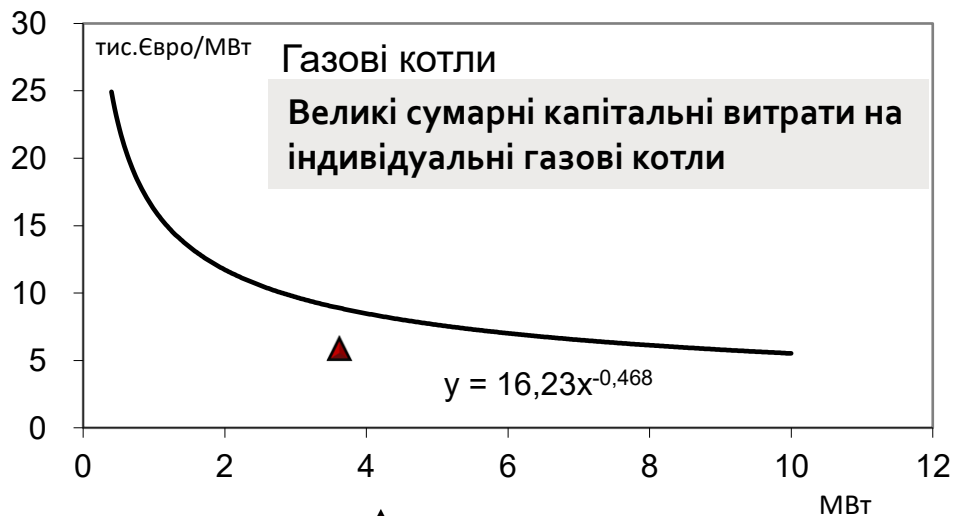


## Особливості індивідуального опалення багатоквартирних житлових будівель

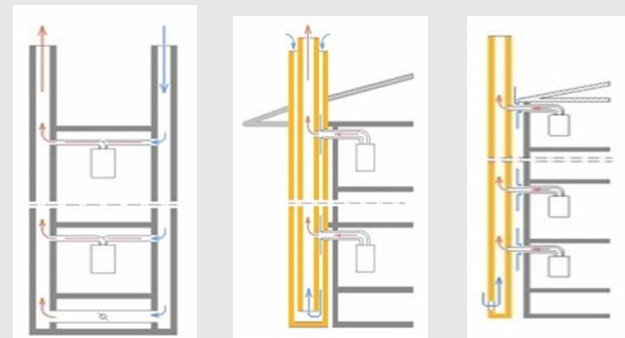
Висока вартість  
еклектичного  
опалення  
1,68 грн./кВт\*ч  
1949 грн./Гкал

Підвищена  
небезпека  
квартирних  
газових котлів

Проблема відводу димових газів та  
підводу повітря газового  
індивідуального опалення



Варіанти технічних рішень



# Показники стану системи тепlopостачання міста

## Структура тепlopостачання (загальні, джерела, мережі, споживачі)

- частка централізованого тепlopостачання;
- зони застосування систем тепlopостачання;
- щільність теплового навантаження
- встановлена потужність теплових джерел СЦТ;
- частка теплової енергії, виробленої з відновлювальних джерел енергії;
- частка теплової енергії, виробленої з використанням скидної теплової енергії;
- частка теплової енергії, виробленої в результаті комбінованого виробництва теплової та електричної енергії;
- питома протяжність теплової мережі;
- рівень інтеграції теплових мереж населеного пункту;
- приєднане теплове навантаження;
- кількість під'єднаних до СЦТ споживачів;
- кількість від'єднаних від СЦТ споживачів;
- кількість ЦТП та ІТП.

## Показники ефективності виробництва теплової енергії

- питомі витрати умовного палива на виробництво теплової енергії, кг у.п./Гкал;
- питома вартість виробництва теплової енергії, грн./Гкал (в цінах на час розроблення схеми);
- чисельність виробничого персоналу на 1 тис. Гкал відпущеної з джерел теплової енергії.



## Показники ефективності транспортування теплової енергії

- втрати теплової енергії в мережах, %;
- питомі витрати води на підживлення теплових мереж, %;
- чисельність виробничого персоналу, безпосередньо залученого до технологічного процесу транспортування теплової енергії на 10 км теплових мереж;
- питомі витрати електроенергії на транспортування 1 Гкал теплової енергії, кВт · год/Гкал;
- питома вартість транспортування теплової енергії, грн./Гкал (в цінах на час розроблення схеми).

## Показники надійності теплопостачання

- частка аварійних ділянок труб теплових мереж, %;
- питома пошкоджуваність трубопроводів теплових мереж по окремим зонам застосування системи теплопостачання, кількість пошкоджень на рік на 1 км теплових мереж;

## Показники якості теплопостачання

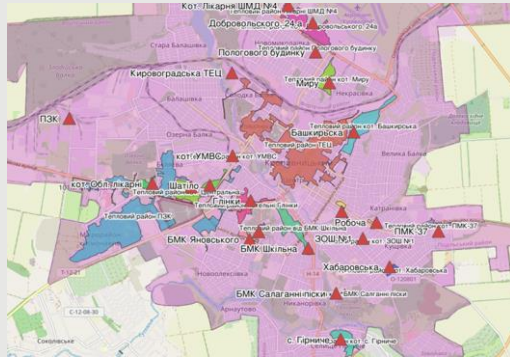
- відповідність (кореляція) між споживанням палива і температурою зовнішнього повітря;
- загальна кількість незапланованих (аварійних) перерв у транспортуванні теплової енергії з вини теплопостачальної організації, тривалість яких понад 6 годин;
- загальна тривалість незапланованих (аварійних) перерв у транспортуванні теплової енергії з вини теплопостачальної організації, тривалість яких менше 6 годин;
- кількість зареєстрованих виконавцем послуги звернень споживачів теплової енергії / послуги з постачання теплової енергії з питань невідповідності якості постачання теплової енергії / наданої послуги з постачання теплової умовам договорів.

## Екологічні показники

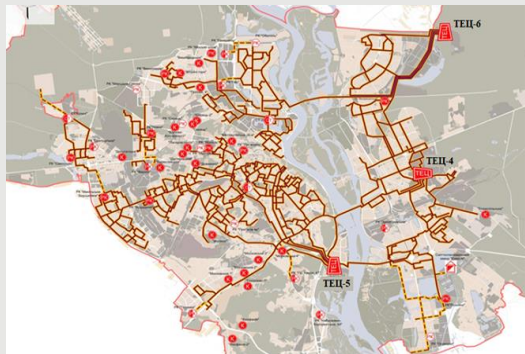
- питомі викиди оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ) на 1 ГДж відпущеної теплової енергії;
- питомі викиди діоксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ) на 1 ГДж відпущеної теплової енергії;
- питомі викиди речовин у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом (пилу) на 1 ГДж відпущеної теплової енергії;
- питомі викиди діоксиду вуглецю  $\text{CO}_2$ , оксиду азоту  $\text{NO}$ , діоксину азоту  $\text{N}_2\text{O}$ , метану  $\text{CH}_4$  на 1 ГДж відпущеної теплової енергії;
- питомі викиди оксиду вуглецю ( $\text{CO}$ ) на 1 ГДж відпущеної теплової енергії.

# Показники поточного стану СЦТ. Приклади.

## Кропивницький



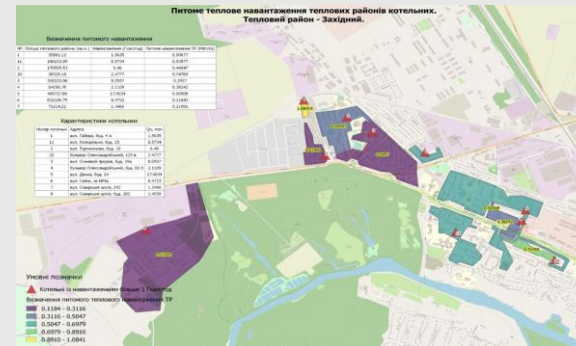
## Київ



## Одеса



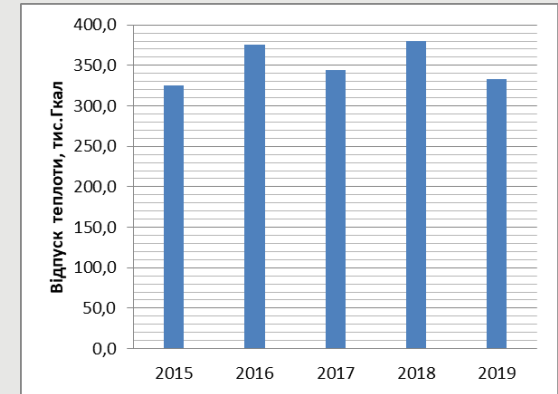
## Біла Церква



# Показники структури.

## Теплові навантаження. Кропивницький.

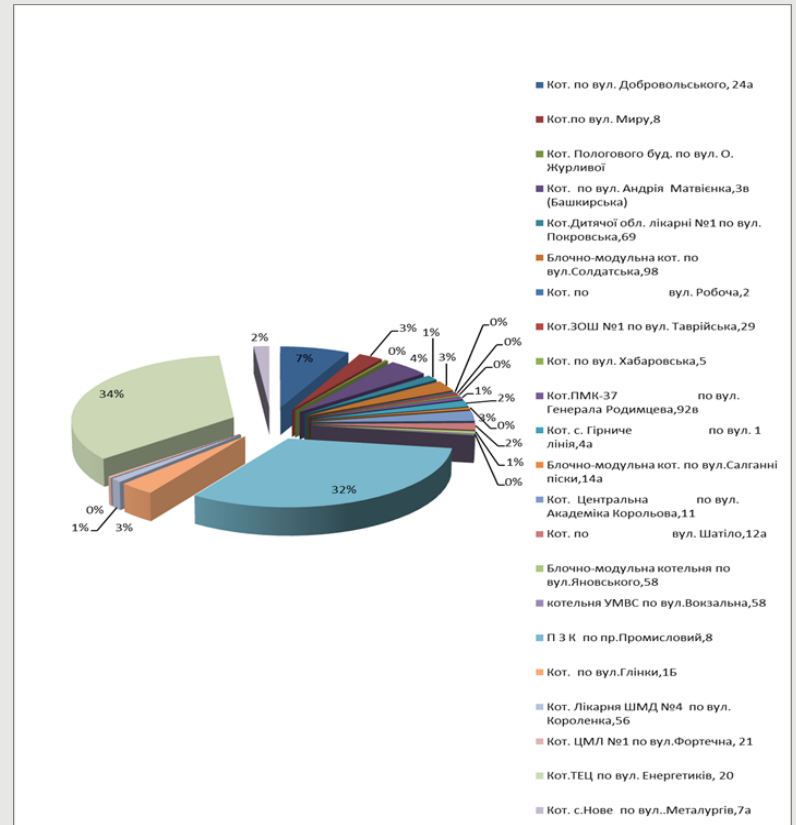
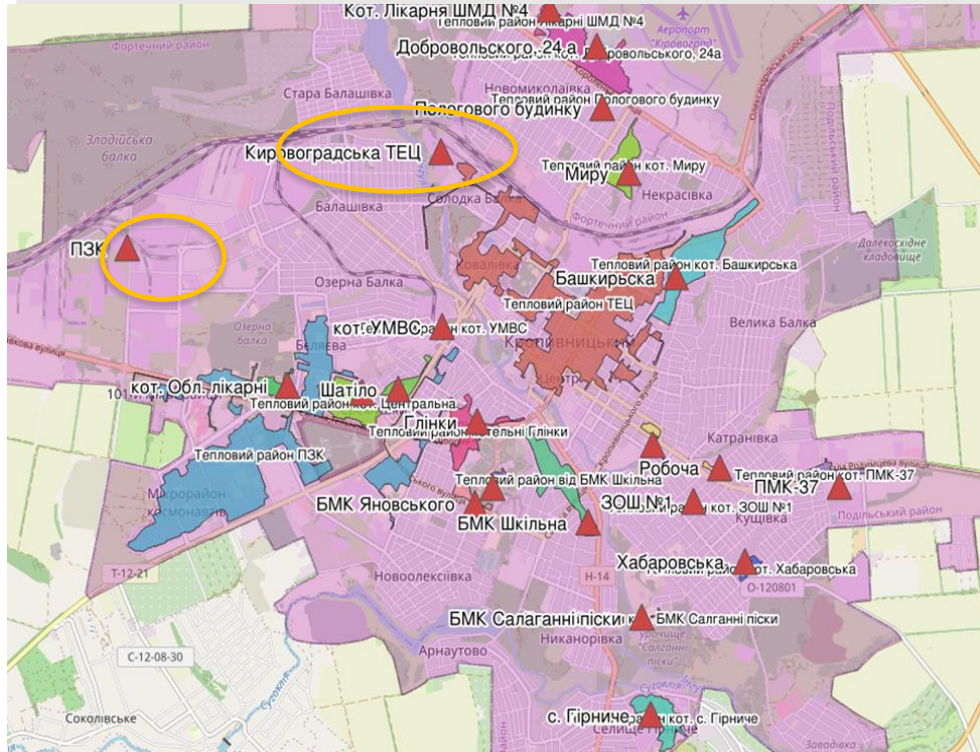
Назва організації	Адреса, тел.,e-mail	Встановлена теплова потужність, МВт	Приєднана теплова потужність, МВт	Кількість теплових джерел (котельні /ТЕЦ)	Протяжність теплових мереж, км (двух-тр.)	Кількість підключених будівель	Площа підключених будівель, тис. м2
КП "Теплоенергетик"	вул. Сергія Гришина, 23/16 E-mail: VP_TEC@ukr.net	944,0	171,0	Котельних 22, ТЕЦ -1	164,5	1230	1965,2



Середнє навантаження -90 МВт

Середнє теплове навантаження більш ніж в 10 разів менше ніж встановлена потужність

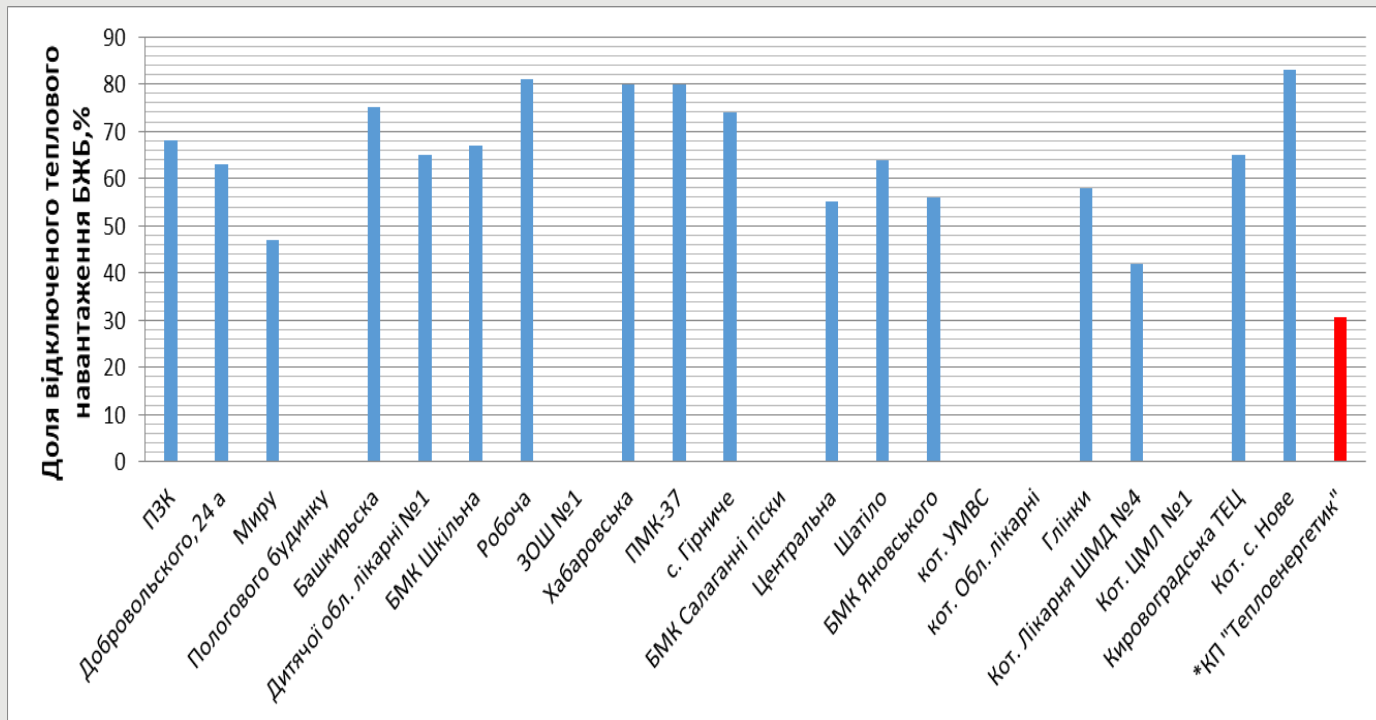
# Розташування та навантаження теплових джерел



**Великі теплові джерела (ТЕЦ та ПЗК) видалені від теплових споживачів**

<http://dhgisihorkomkov.nextgis.com/resource/110/display?base=osm-mapnik&lon=32.2541&lat=48.5069&angle=0&zoom=13&styles=105,107,109>

# Відключення теплового навантаження багатоквартирних житлових будинків (%)

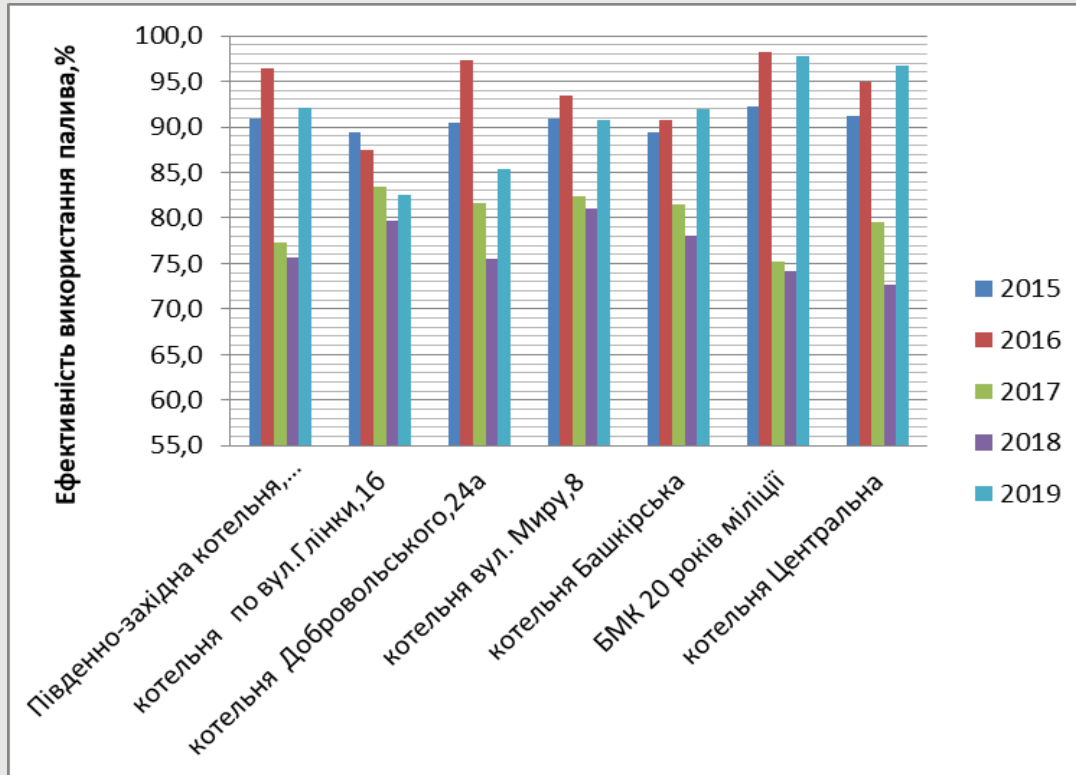


Відключення теплового навантаження від СЦТ в багатоквартирних житлових будинках становить 42-84%. У ПКЗ-68%, ТЕЦ -65%.

\*КП «Теплоенергетик» - % від загального підключеного теплового навантаження



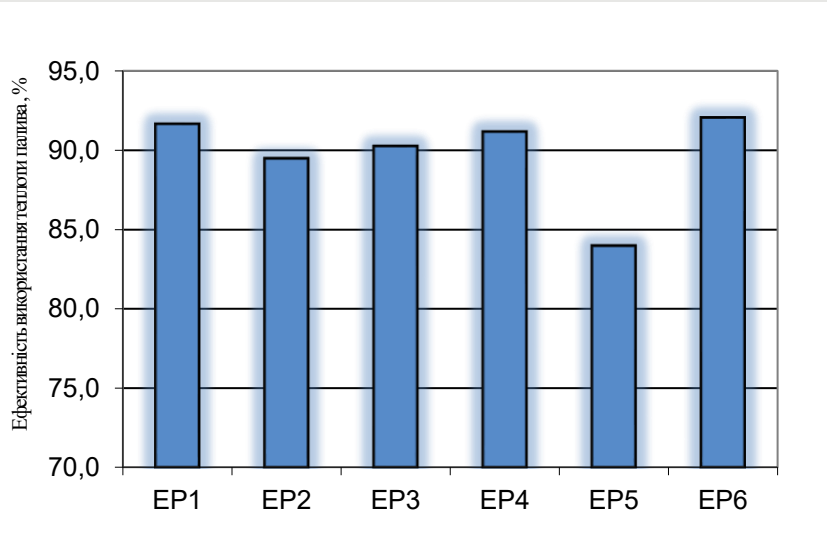
## Енергетична ефективності найбільших котелень (Кропивницький)



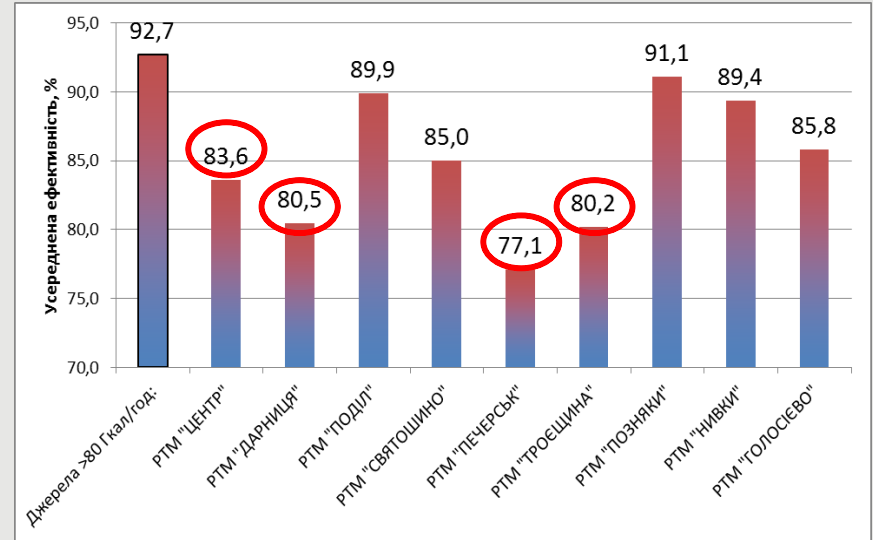
Розрахункова ефективність використання природного газу на котельнях досягає 90% і більше. Потрібно уточнення причин істотного змінення ефективності використання природного газу в часі.

# Ефективність використання палива

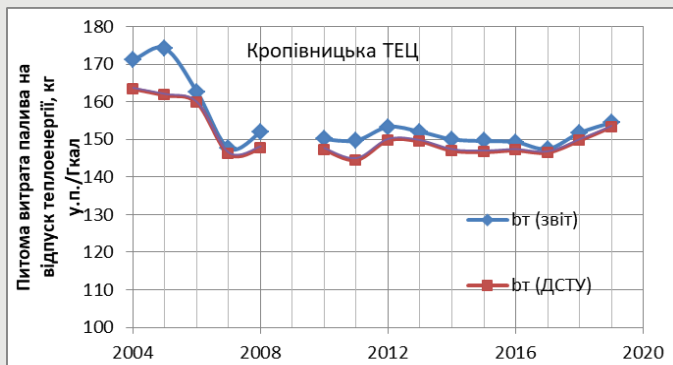
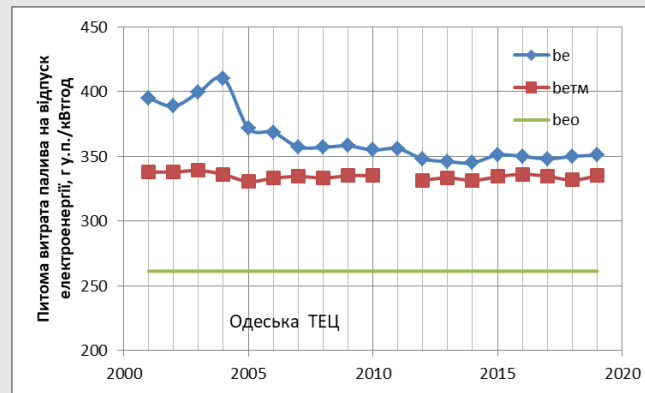
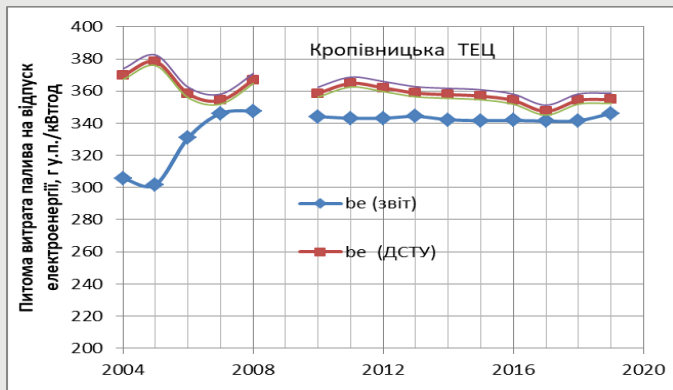
## Одеса



## Київ



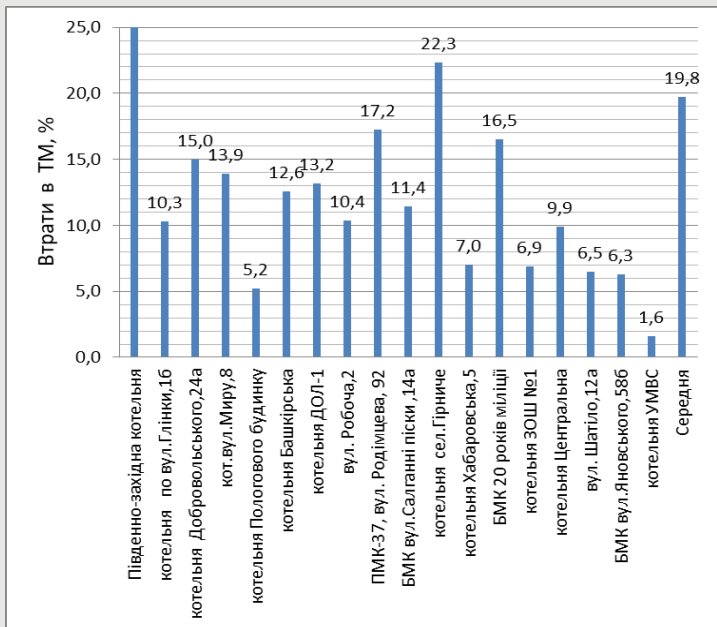
# Енергетична ефективність Кропивницької ТЕЦ



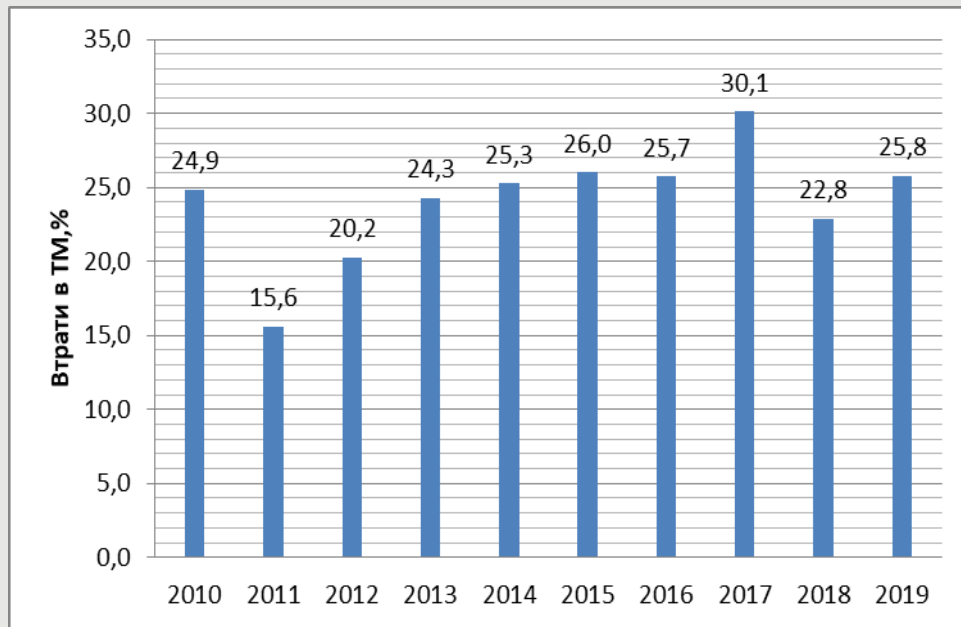
- ❑ Питомі витрати палива на відпуск теплової енергії становлять у 2019 р. 153,5 кг.у.п./Гкал , що дещо нижче, ніж відповідні показники великої газової котельної порівняння, які становлять близько 159,5 кг.у.п./Гкал.
- ❑ З врахуванням втрат теплової енергії при її транспортуванні питома витрата палива на відпуск теплової енергії від ТЕЦ оцінюється у 215-220 кг.у.п./Гкал. За цим показником ТЕЦ не складає економічну конкуренцію децентралізованим джерелам теплової енергії з тепловим ККД вище 65% .
- ❑ Конкурентні можливості ТЕЦ на лібералізованому ринку електричної енергії обмежені внаслідок доволі високого рівня питомих витрат палива на відпуск електричної енергії на фоні профіцитності Дніпровської електроенергетичної системи, до складу якої входить ТЕЦ.

# Втрати в теплових мережах (Кропивницький)

## Котельні

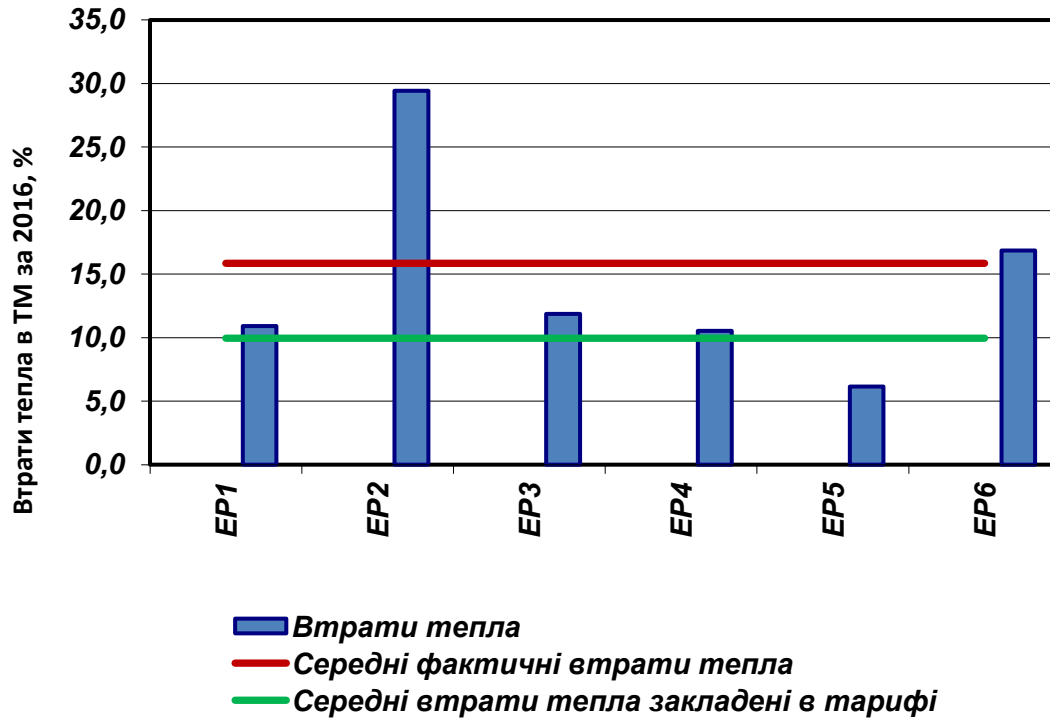


## ТЕЦ

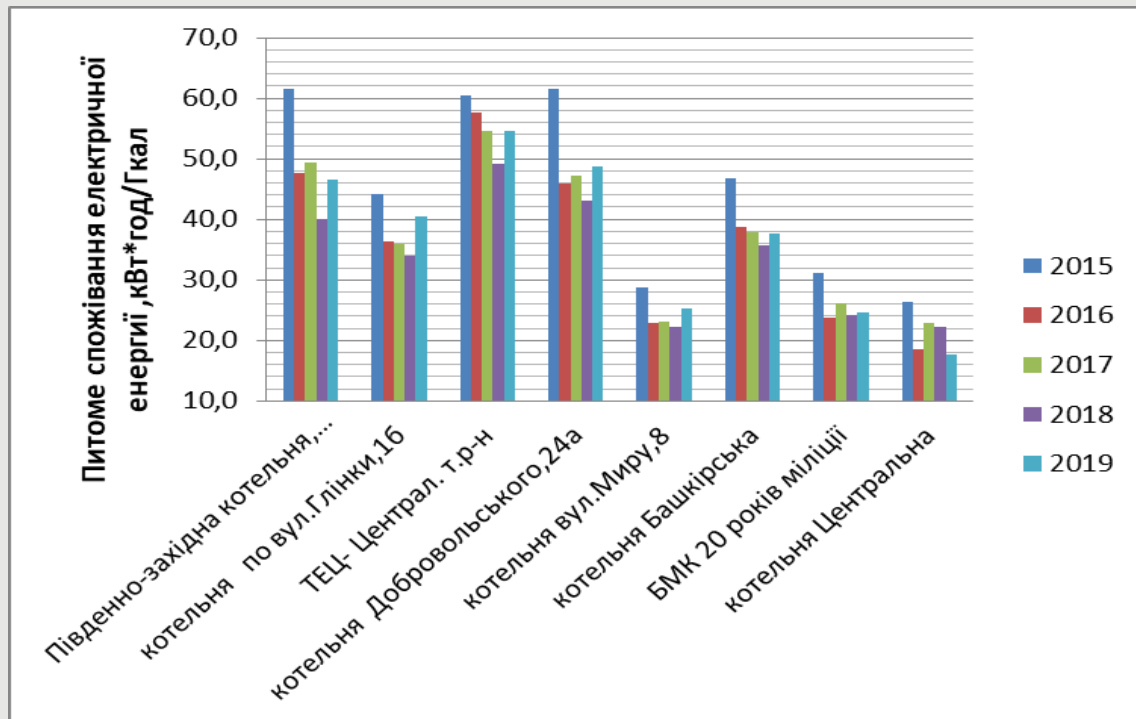


Великі втрати в ТМ спостерігаються на ПЗК (25%) та ТЕЦ (до 30%)

## Втрати тепла в ТМ (Одеса)

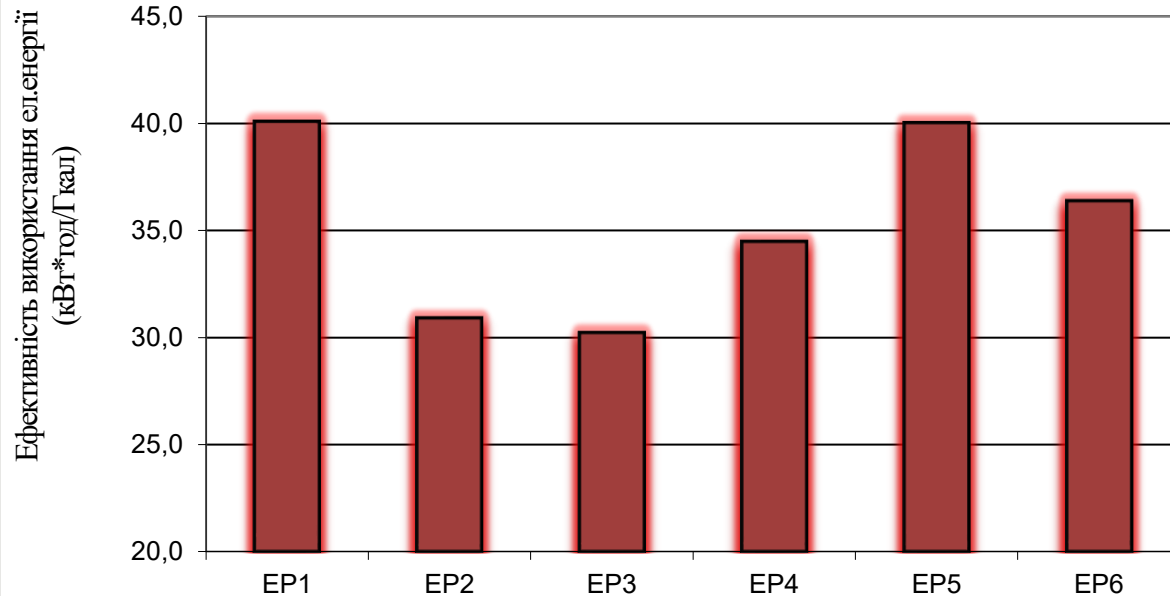


## Питоме споживання електричної енергії на транспортування теплоносія (Кропивницький)

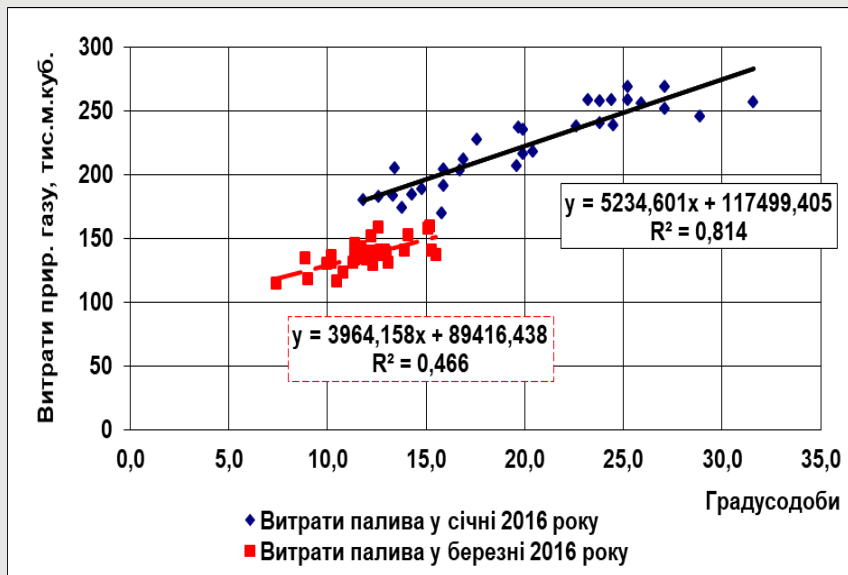


Питоме споживання електричної енергії на транспортування теплоносія сягає 60 кВт\*час/Гкал. Середнє значення по Україні - 30 кВт\*час/Гкал. Потрібно уточнення причин істотного змінення питомого споживання електричної енергії в часі.

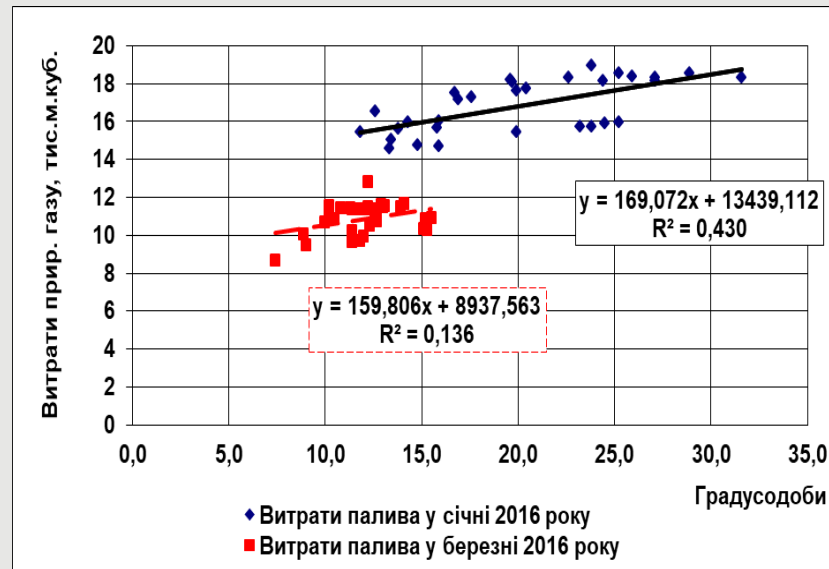
# Питоме споживання електричної енергії на транспортування теплоносія (Одеса)



## Якість погодного регулювання (Одеса)



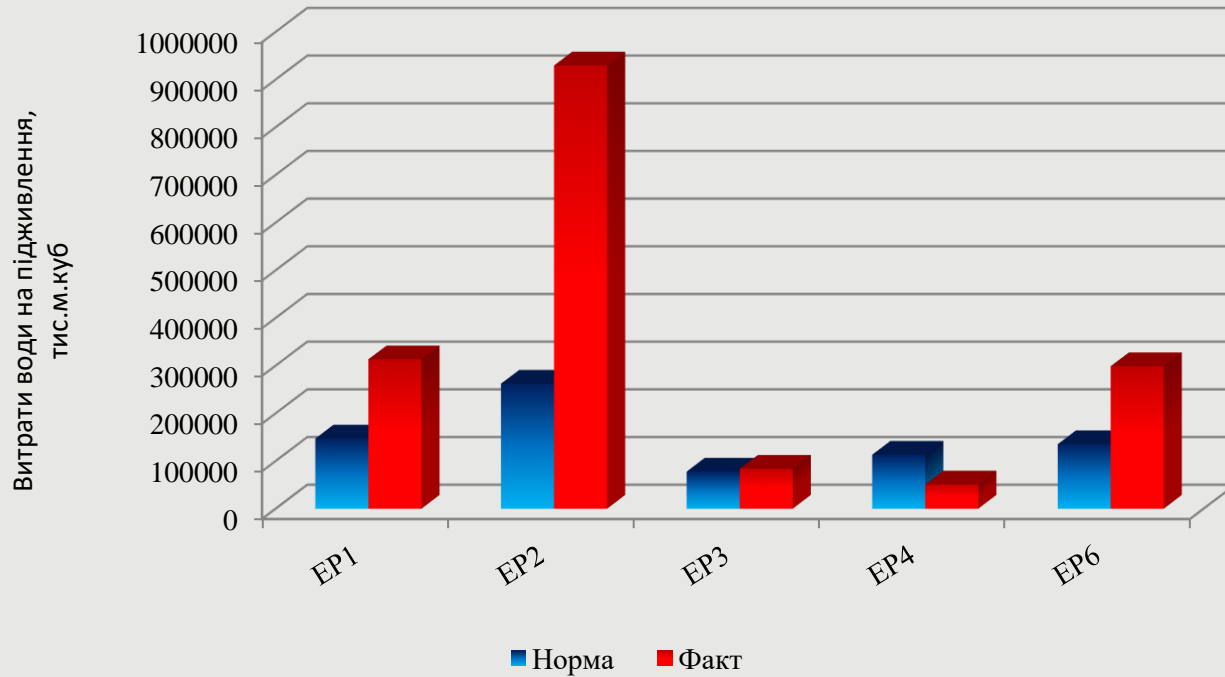
Катальня «Північна-1»



Котельня Черняхівського

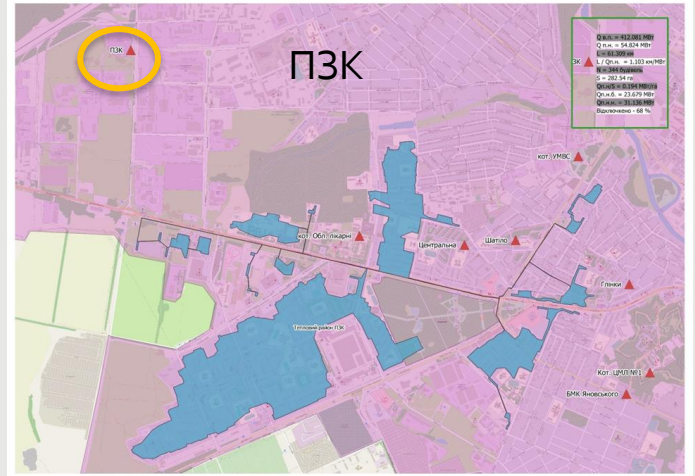
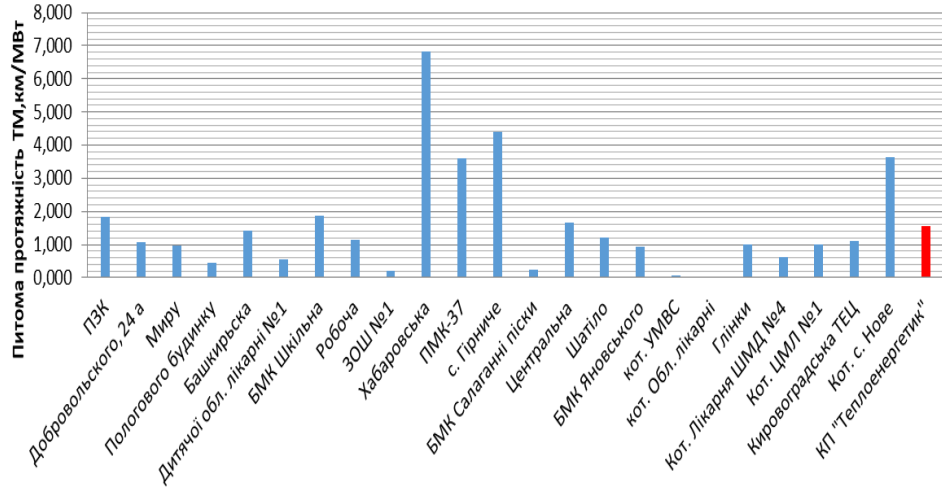


# Витрати води на підживлення (Одеса)

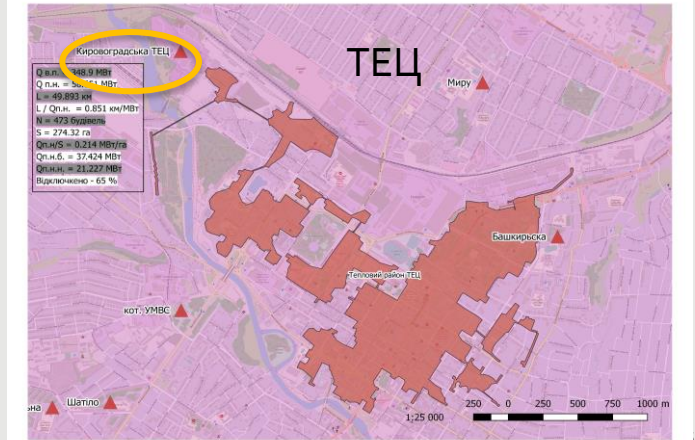
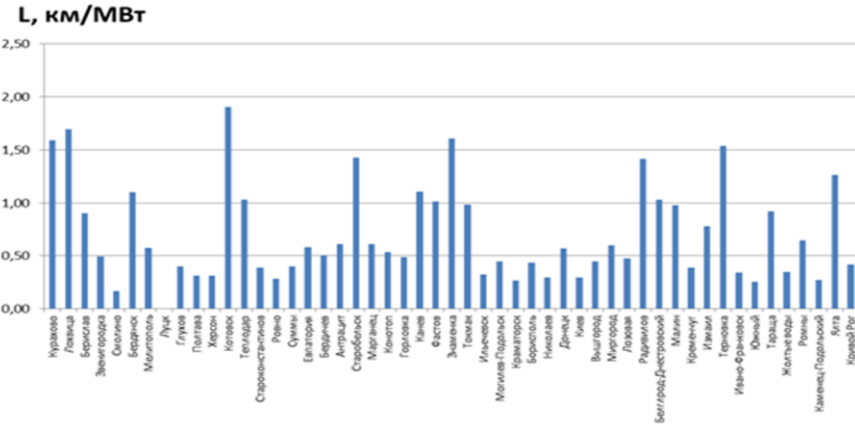


# Питома протяжність теплових мереж

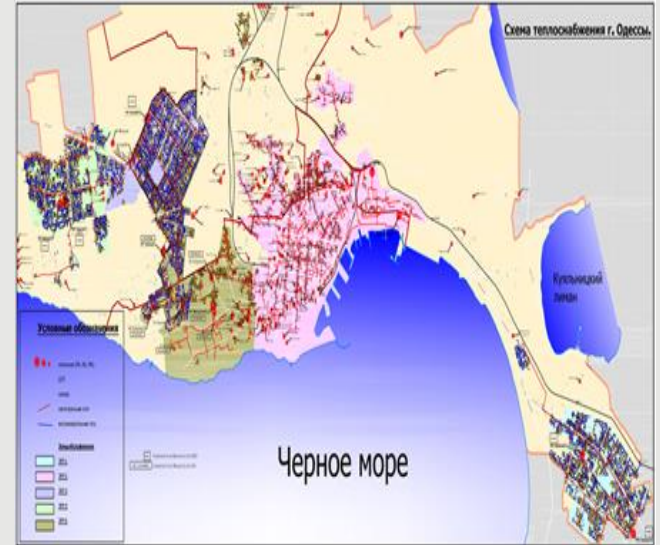
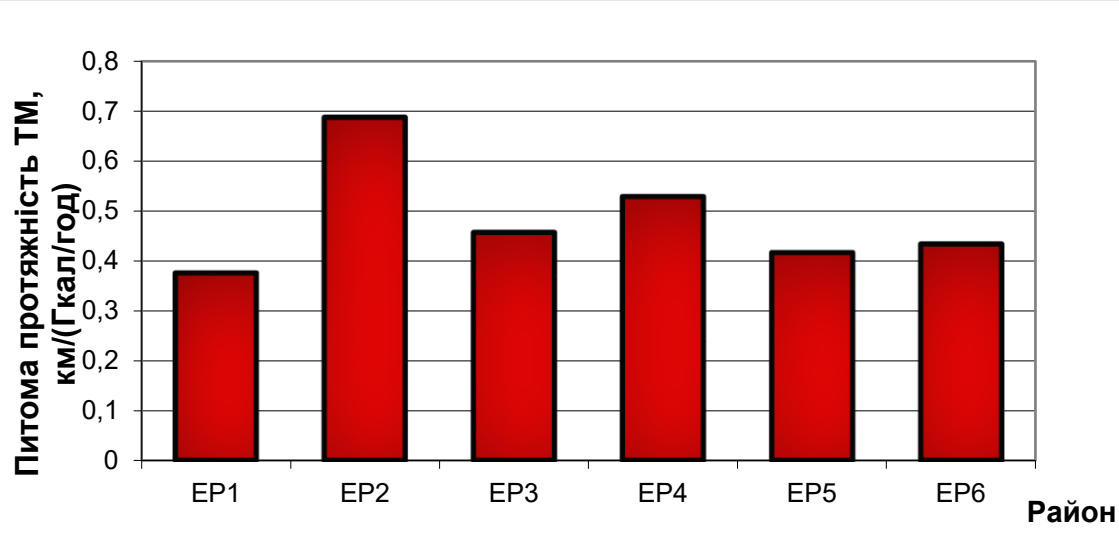
Кропивницький



Міста України

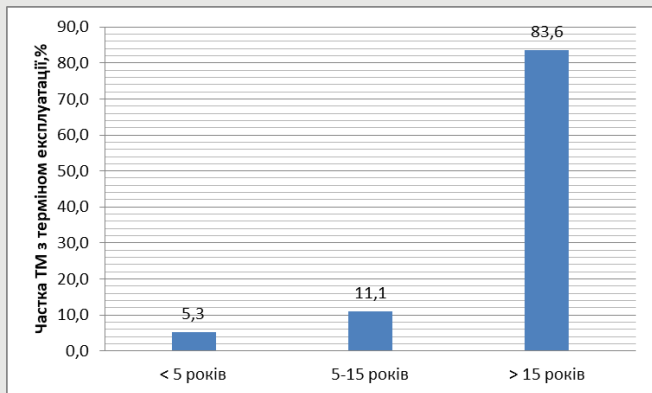


# Питома протяжність теплових мереж м. Одеси

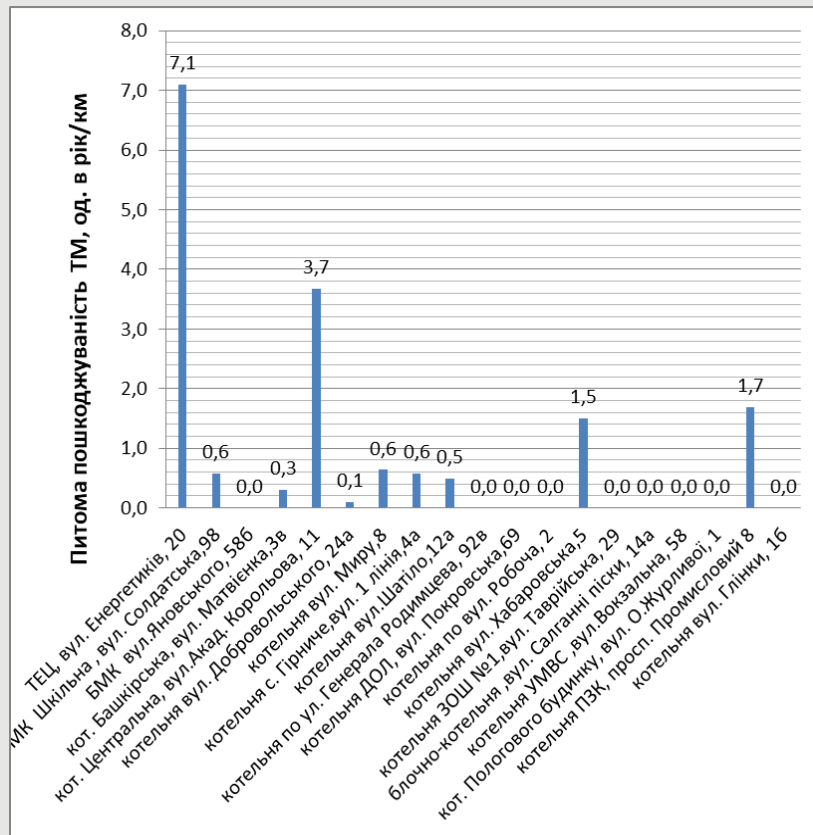


# Надійність теплових мереж (Кропивницький)

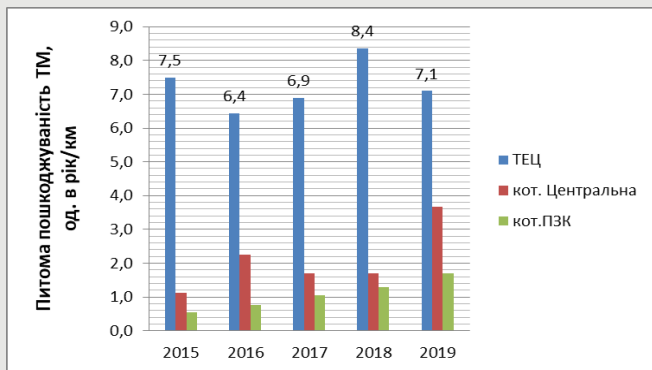
## Великий термін експлуатації ТМ



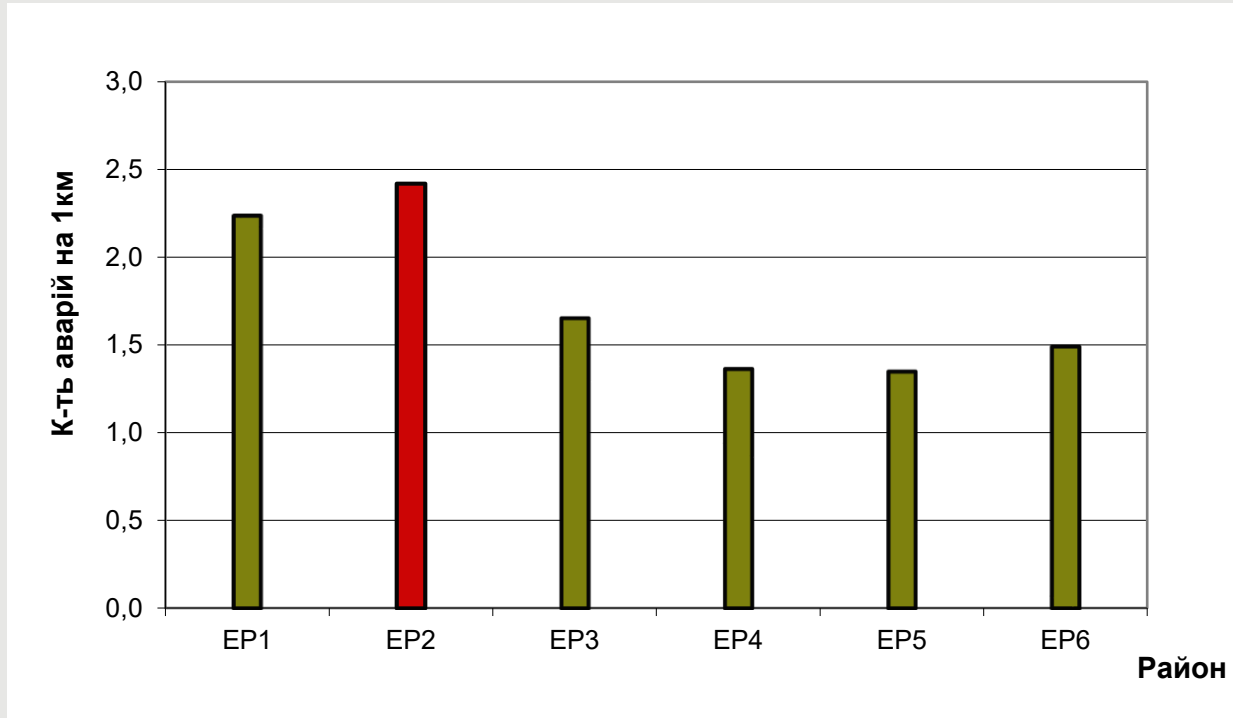
## Висока питома пошкоджуваність ТМ (2019 рік)



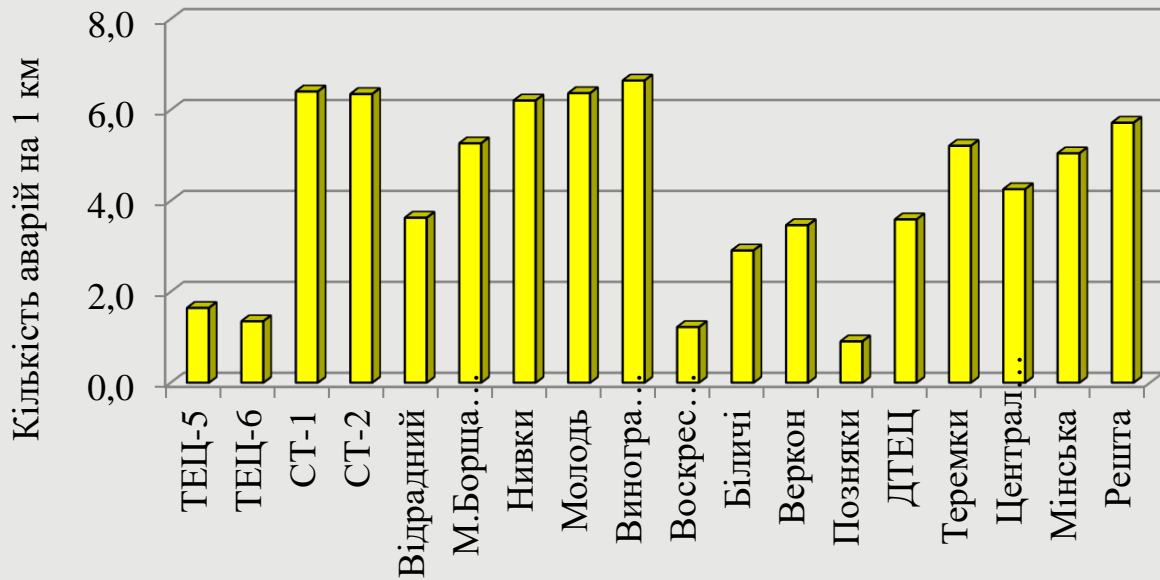
## Динаміка питомої пошкоджуваності найбільш зношених ТМ



## Кількість пошкоджень теплових мереж (Одеса)



# Кількість пошкоджень ТМ (Київ)



# Карта поривів теплових мереж (Київ).

Статистика поривів ТМ на мапі міста. Джерело - ТЕЦ 6

- Все объекты

Статистика поривів ТМ на мапі міста. Джерело - ТЕЦ 5

- Все объекты

Статистика поривів ТМ на мапі міста. Джерело - СТ 1

- Все объекты

Статистика поривів ТМ на мапі міста. Джерело - СТ 2

- Все объекты

Статистика поривів ТМ на мапі міста. Джерело - ДТЕЦ

- Все объекты

Статистика поривів ТМ. Котельня "Біличі"

- Все объекты

Статистика поривів ТМ. Котельня "Нивки"

- Все объекты

Статистика поривів ТМ. Котельня "М.Борщагіва"

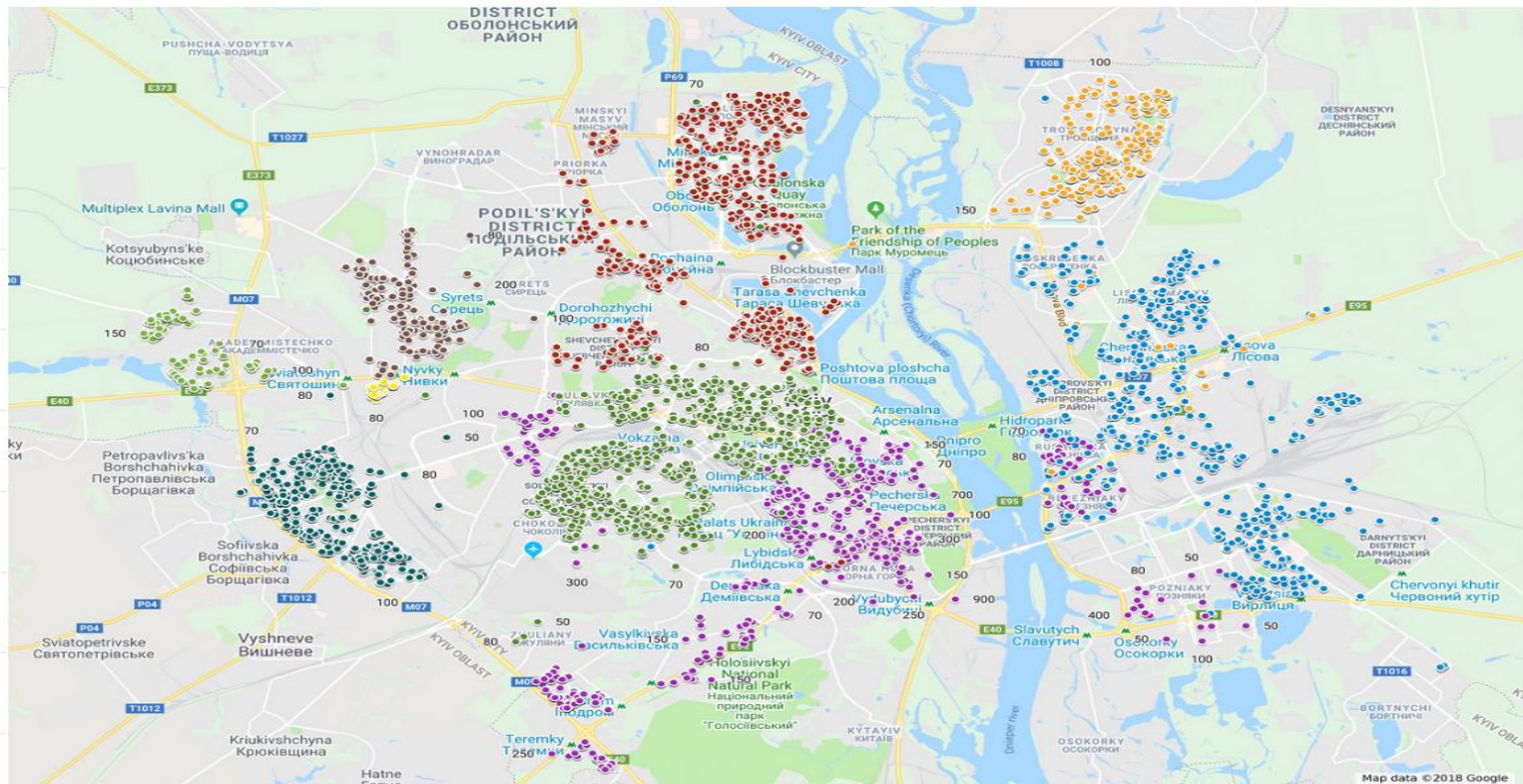
- Все объекты

Статистика поривів ТМ. Котельня "Молодь"

- Все объекты

Статистика поривів ТМ. Котельня "Веркон"

- Все объекты



Пориви теплових мереж за належністю до джерел теплової енергії. Звіт за 2015 рік.

## Висновки що до стану СЦТ (Кропивницький)

Найбільшим тепловим джерелом є Кропивницька ТЕЦ та Південно-західна котельня (ПЗК), приєднане теплове навантаження яких складають відповідно 34 та 32% від загального. Вісім теплових джерел з двадцяті трьох мають приєднане теплове навантаження більш 3% від загального:

- ТЕЦ – 34%.
- ПЗК – 32%.
- Котельня Добровольського, 24а – 7%.
- Котельня Башкірська – 4%.
- Котельня по вул. Глінки, 1б – 3%.
- Котельня вул. Миру, 8 – 3%.
- БМК 20 років міліції – 3%.
- котельня Центральна – 3%.

Сумарне теплове навантаження цих теплових джерел складає 89% від загального. Стан саме цих теплових джерел та їх теплових мереж найбільшою мірою визначає стан системи теплопостачання міста в цілому, а саме:

- Установлена потужність теплових джерел більш, ніж в 10 разів перевершує середнє фактичне теплове навантаження. Це, в свою чергу, призводить до надмірності обсягів (діаметрів) теплових мереж.
- Зараз основу теплового навантаження СЦТ міста становить бюджетна сфера – 62%, а з урахуванням відомчого житла та госпрозрахункових споживачів – 75%.
- Через зношеність обладнання і низьких параметрів пари ТЕЦ не є конкурентоспроможною на ринку електричної енергії. За ефективністю виробництва теплової енергії ТЕЦ порівняна по ефективності з локальною котельнею з ККД 68%.
- Мають місце великі втрати в теплових мережах, особливо на великих теплових джерелах – ПЗК (25%) та ТЕЦ (до 30%).
- Першочергової уваги потребує вирішення питання надійності теплових мереж. Термін експлуатації 86% теплових мереж перевищує 15 років. Питома пошкоджуваність теплових мереж в десятки разів перевищує рівень, прийнятний для європейських СЦТ.
- Відключення теплового навантаження від СЦТ в багатоквартирних житлових будинках становить 42 – 84%, а у самих великих теплових районах: ПКЗ – 68%, ТЕЦ – 65%.



# Цільові показники (Кропивницький)

## Показники структури

- Частка централізованого теплопостачання.
- Питома протяжність теплових мереж.
- Частка встановленої потужності когенераційних установок.
- Частка встановленої потужності теплових джерел на альтернативних видах палива.
- Частка встановленої потужності теплових джерел, які використовують скидну теплову енергію.
- Частка приєднаного теплового навантаження багатоквартирних житлових будівель, які мають більше 50% індивідуальних систем теплопостачання.

## Показники енергетичної ефективності

- Питома витрата умовного палива на вироблення теплової енергії.
- Питома витрата умовного палива на вироблення електричної енергії (при наявності когенераційних установок).
- Питома витрата електроенергії на транспортування теплоносія.
- Відносні втрати теплоти в теплових мережах.
- Енергетична складова собівартості теплової енергії.

# Цільові показники (продовження)

## Показники якості теплопостачання

- Кореляція між температурою зовнішнього повітря та споживанням палива на опалення за опалювальний сезон.
- Загальна тривалість незапланованих (аварійних) перерв у транспортуванні теплової енергії з вини ліцензіата, тривалість яких понад 6 годин.
- Кількість зареєстрованих звернень споживачів теплової енергії з питань невідповідності якості послуг умовам договорів.

## Показники надійності

- Співвідношення встановленої потужності та приєднаного навантаження.
- Частка труб теплових мереж, що знаходяться в експлуатації більше 15 років.
- Питома кількість пошкоджень труб теплових мереж.

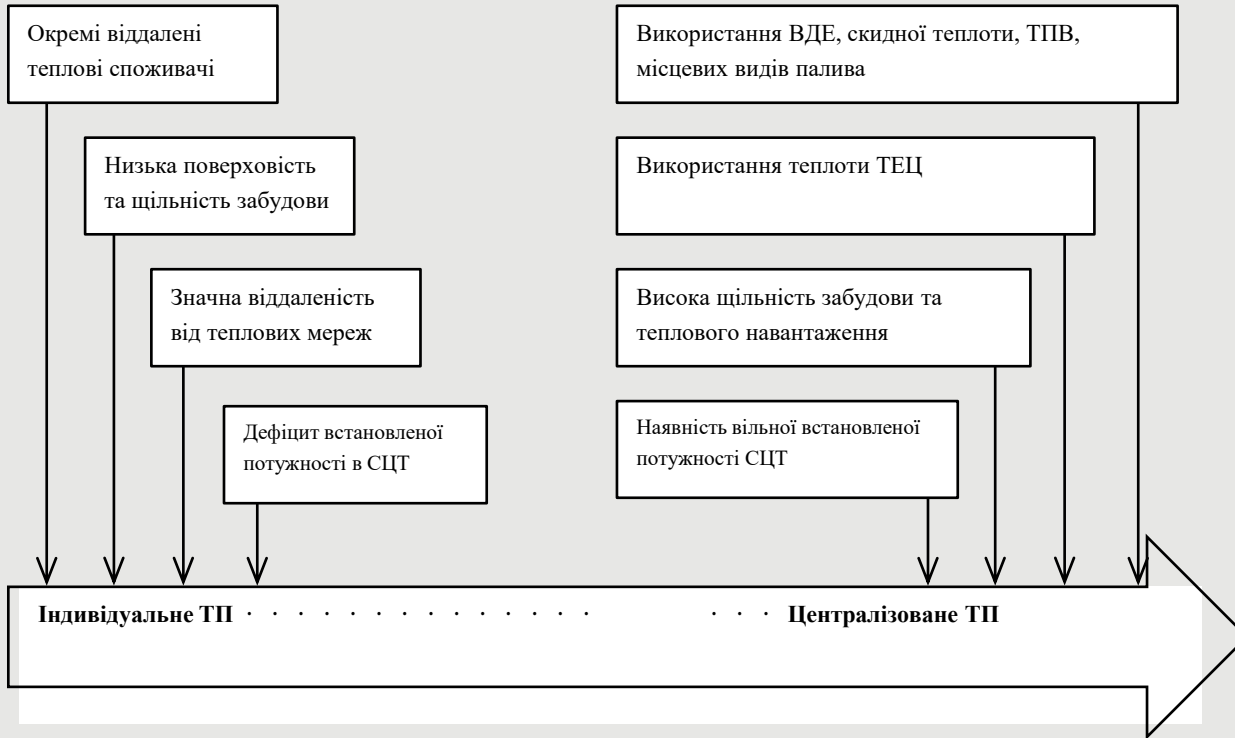
## Екологічні показники

- Питомі викиди оксидів азоту на 1 Гкал відпущеної теплової енергії.
- Питомі викиди оксидів сірки на 1 Гкал відпущеної теплової енергії.
- Питомі викиди твердих частинок на 1 Гкал відпущеної теплової енергії.
- Питомі викиди парникових газів на 1 Гкал відпущеної теплової енергії.
- Інтегральний показник токсичності викидів димових газів відносно нормативних.

**Цільові показники, які будуть досягнуті після реалізації заходів, запланованих в схемі теплопостачання міста за розрахунковий період, повинні бути зіставлені з аналогічними показниками базового року.**

## **ТЕМА 4. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ (ПРОДОВЖЕННЯ)**

# Зонування тепlopостачання міста



**Фактори, що впливають на ступінь централізації тепlopостачання населених пунктів**

## Формуванням зон теплопостачання

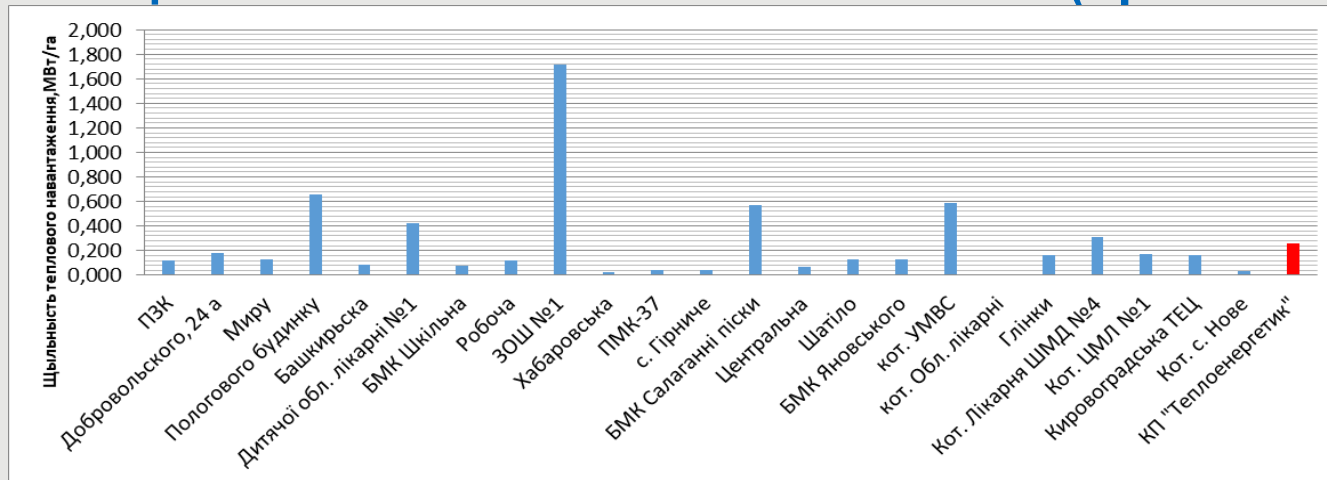
- Здійснюється з використанням методу аналізу витрат і вигод
- Попередній аналіз може бути виконаний на підставі розгляду індикатору щільності теплового навантаження, який пов'язань з поверховістю забудови населеного пункту

Переважаюча поверховість	24	16	9	7	6	5	4	3	2	1
Щільність теплового навантаження, МВт/га	1,1-1,7	1-1,45	0,75-0,92	0,58-0,82	0,47-0,64	0,29-0,47	0,17-0,23	0,1-0,15	0,05-0,08	0,03-0,05

**Щільність теплового навантаження** – відношення приєднаного та / або прогнозованого теплового навантаження споживачів на потреби опалення, вентиляцію та приготування гарячої води до площі території житлової та громадської забудови, на якій розташовуються існуючі та / або будуть розташовані нові споживачі.

При значеннях щільності теплового навантаження 0,5 МВт/га і вище, що відповідає переважній поверховості, яка дорівнює 3 або більше, реконструйовані СЦТ виграють по економічними характеристиками у систем індивідуального теплопостачання. В діапазоні 0,3 – 0,5 МВт/га для визначення доцільного ступеню централізації необхідно проводити техніко-економічні дослідження на основі використання методу аналізу витрат та вигод. При щільності теплового навантаження менше 0,3 МВт/га більш переважним є системи індивідуального або автономного теплопостачання.

# Щільність теплового навантаження (Кропивницький)



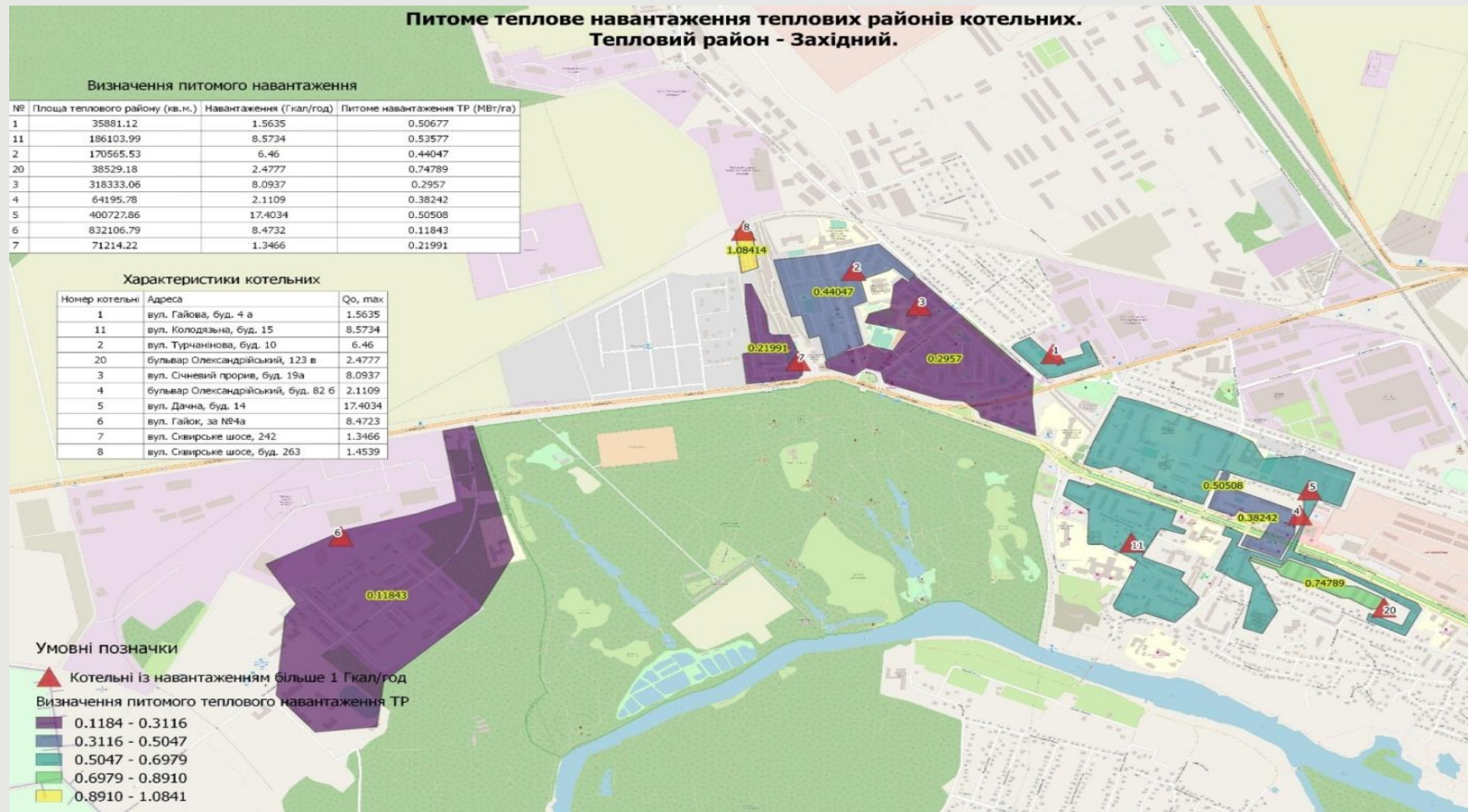
Низька щільність теплового навантаження ПЗК, ТЕЦ та деяких інших котелень

## Індикативна (рекомендована) щільність теплового навантаження

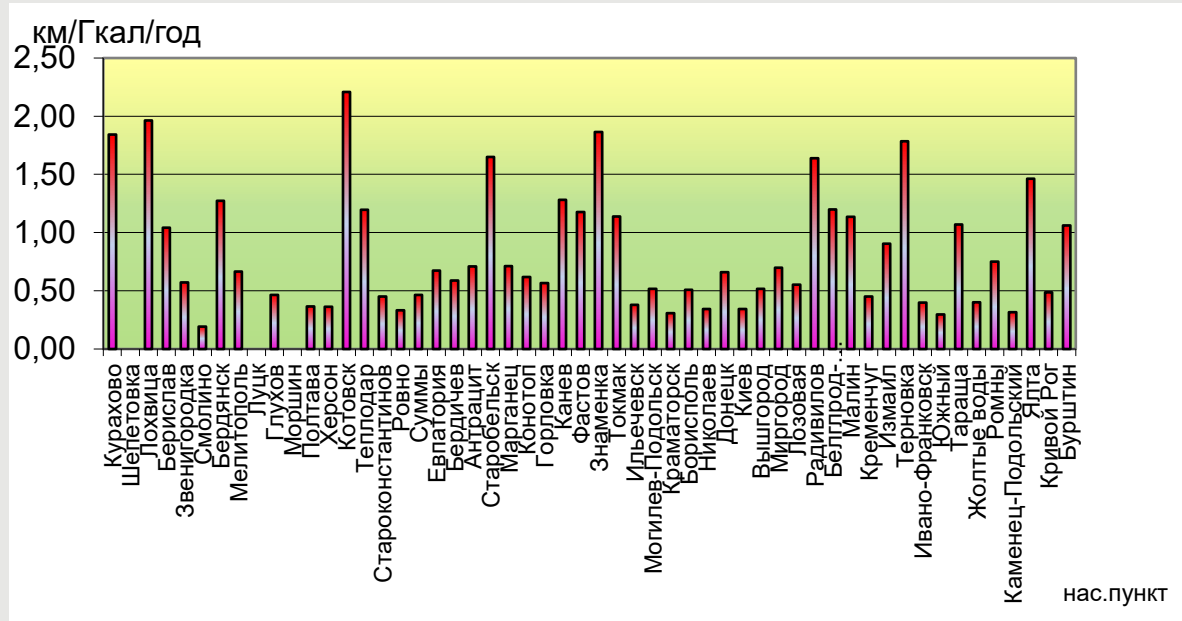
Переважна поверховість	24	16	9	7	6	5	4	3	2	1
Щільність теплового навантаження, МВт/га	1,1-1,7	1-1,45	0,75-0,92	0,58-0,82	0,47-0,64	0,29-0,47	0,17-0,23	0,1-0,15	0,05-0,08	0,03-0,05

- централізоване тепlopостачання
- централізоване або індивідуальне
- індивідуальне тепlopостачання

# Питоме теплове навантаження зон котелень (Біла Церква)



# Питома протяжність теплових мереж



$$\lambda = L / Q_{\text{сум}}^p, \text{ км}/(\text{Гкал}/\text{год}),$$

де:  $Q_{\text{сум}}^p$  – сумарне теплове навантаження в зоні дії джерела теплоти (теплової потужності), приєднане до теплових мереж цього джерела, Гкал/год;

L – сумарна довжина трубопроводів теплової мережі, яка утворює зону дії джерела теплоти, м.



# Аналіз альтернативних джерел енергії

№	Найменування	Необхідна інформація для аналізу	Можливості використання
1.	Тверді побутові відходи (ТПВ)	Кількісний та якісний склад ТПВ. Наявність сортувальних станцій. Можливості виробництва RDF-палива. Розташування полігону ТПВ і можливого майданчика для будівництва сміттєспалювального заводу	Сміттєспалювальний завод з виробництвом теплової та електричної енергії. Подача теплової енергії в теплову мережу. Підмішування RDF-палива в невеликих кількостях до палива котельні
1.1.	Звалищний газ з полігону ТПВ	Об'єм та роки заховання ТПВ. Потенціал звалищного газу. Розташування полігону ТПВ відносно найближчих котельні	Будівництво когенераційної установки на полігоні ТПВ. Подача теплової енергії до теплової мережі найближчої котельні
2.	Біопаливо (тріска, пелети, відходи сільськогосподарської переробки)	Перелік постачальників біопалива в районі населеного пункту. Ціни на біопаливо	Установка біопаливних котлів і подача теплової енергії в теплову мережу
2.1.	Енергетичні плантації	Наявність відповідних територій та агрокліматичних умов для енергетичних плантацій	Поставка біопалива для котлів, підключених до СЦТ
2.2.	Відходи міського зеленого господарства	Кількість відходів міського зеленого господарства, включаючи обрізку дерев та прибирання листя.	Поставка біопалива для котлів, підключених до СЦТ
3.	Каналізаційні стоки		
3.1.	Теплота каналізаційних стоків	Розташування каналізаційних очисних споруд (КОС) і каналізаційних насосних станцій (КНС). Графіки вимірювань витрат та температур неочищених та очищених каналізаційних стоків	Створення теплонасосних станцій на КОС і КНС, подача теплової енергії в теплову мережу
3.2.	Мулові осади	Кількість та якісний склад осадів. Наявність проблеми захоронення мулових осадів	1. Зброджування мулових осадів та виробництво біометану. Подача біометану в газову мережу, когенераційні установки або котли 2. Виробництво біопалива з мулових осадів з використанням сонячних теплиць. Додавання біопалива з мулу до твердого палива ТЕЦ

4.	<b>Відходи підприємств і транспорту</b>		
4.1.	Тепла скидна вода (системи охолодження компресорів і технологічного обладнання, ставки-охолоджувачі ТЕС)	Графіки змінення витрат і температур теплої скидної води. Розташування джерел теплої скидної води відносно теплових мереж	Безпосереднє використання теплої скидної води як теплоносія (при температурі понад 50°C) або використання за допомогою теплових насосів (при температурі 15 – 49°C)
4.2.	Тверді відходи (горючі відходи, відпрацьовані автомобільні шини)	Назва та адреса підприємства, кількість відходів, графік виходу відходів, якісний склад	Спалювання горючих відходів в топках котлів. Переробка автомобільних шин з використанням технології газифікації або піролізу. Використання отриманого газу або рідкого палива в котлах
4.3.	Рідкі відходи (відпрацьовані харчові та моторні масла, інші рідкі горючі відходи)	Назва та адреса підприємства, кількість відходів, графік виходу відходів, якісний склад	Використання в котлах для спалювання рідкого палива
4.4.	Газоподібні відходи (супутні гази технологічних процесів)	Назва та адреса підприємства, кількість газів, графік виходу газів, якісний склад	Будівництво нових або використання існуючих котелень (когенераційних установок) для спалювання супутніх газів технологічних процесів
5.	Скидна теплова енергія вентиляційних викидів (торгівельно-розважальні, офісні, комп'ютерні, холодильні центри)	Назва та адреса підприємства, кількість скидного повітря, графік виходу вентиляційних викидів та їх температура	Виробництво теплоносія опалювальних параметрів з використанням теплових насосів
6.	Сонячна енергія	Інтенсивність сонячного випромінювання для даної місцевості (по місяцях). Розташування майданчиків для розміщення сонячних колекторів	Сонячне гаряче водопостачання в опалювальний і неопалювальний період. Сонячне опалення з використанням сезонного акумулювання гарячої води
7.	Теплова енергія морів і водойм (Чорне море, інші природні водойми)	Сезонна температура води на різних глибинах	Теплонасосні та теплонасосно-когенераційні технології виробництва теплової енергії

## Проекти і варіанти схеми теплопостачання

**Проект** з будівництва, реконструкції (розширення, технічного переоснащення) та модернізації об'єктів у сфері теплопостачання (далі – проект) – один або декілька взаємодоповнюючих технічних, організаційно-технічних, екологічних заходів, спрямованих на досягнення нових показників енергетичної ефективності, надійності, екологічної безпеки, якості системи теплопостачання населеного пункту, для яких визначені об'єкти впровадження, сума капітальних інвестицій, чиста приведена вартість та інші технічні, **економічні, екологічні показники, соціальні та інші вигоди.**

**Сценарій теплопостачання** – сукупність узгоджених між собою проектів з будівництва, реконструкції (розширення, технічного переоснащення) та модернізації об'єктів у сфері теплопостачання, спрямованих на підвищення енергоефективності, надійності, екологічності та якості теплопостачання населеного пункту на кінець розрахункового періоду.

**Базовий сценарій теплопостачання населеного пункту** – сценарій, що відображає звичайний хід діяльності системи теплопостачання та не передбачає будь-яких радикальних змін її технологічної структури, в якому враховані можливості заміни певних елементів системи теплопостачання відповідно до графіка ремонту та реконструкцій без удосконалення технологій, з яким порівнюються альтернативні сценарії теплопостачання.

**Альтернативний сценарій теплопостачання населеного пункту** – сценарій, що відображає показники стану систем теплопостачання населеного пункту на кінець розрахункового періоду за результатами реалізації всіх проектів передбачених цим сценарієм.

**Рекомендований сценарій теплопостачання** – обраний за результатами аналізу вигід та витрат сценарій теплопостачання населеного пункту, який, у порівнянні з іншими альтернативними сценаріями, має найбільшу чисту приведену вартість при забезпеченні високої надійності, екологічності та якості теплопостачання населеного пункту.

## Вибір проектів базується на двох основних інформаційних блоках.



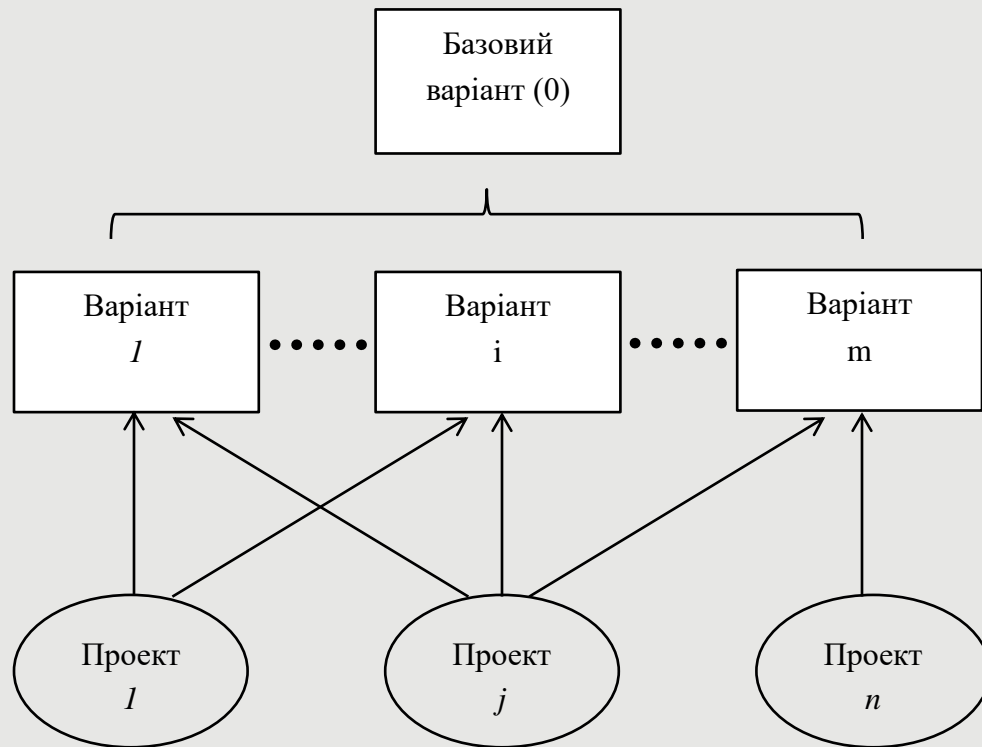
Показник стану	Проекти модернізації СЦТ
Велика питома витрата умовного палива в котельні	Заміна котла, заміна пальників, встановлення теплоутилізатора, автоматизація процесу горіння
Великі витрати теплової енергії в тепловій мережі	Заміна зношених ділянок труб теплових мереж
Велика кількість поривів труб теплових мереж	
Велика питома витрата електроенергії на транспортування теплоносія	Заміна мережних насосів більш ефективними насосами з ЧРП. Використання якісно-кількісного регулювання теплового навантаження.
Велика питома протяжність теплових мереж	Відключення віддалених теплових споживачів від СЦТ. Встановлення локальних теплових джерел
Низька якість погодного регулювання. «Перетопи» і «Недотопи» в будівлях	Встановлення ІТП
Великі втрати в теплових мережах в неопалювальний період (приготування гарячої води)	Встановлення локальних систем ГВП (сонячні колектори, біопаливні котли)

## Додаткові впливові фактори

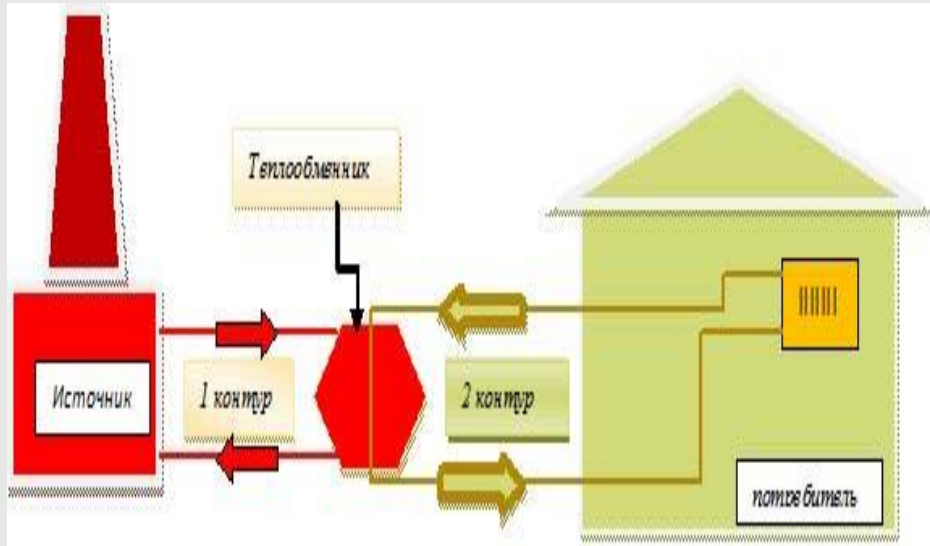
- Запланований рівень термомодернізації будівель міста ;
- Прогнозований попит на теплову енергію;
- Прогнозовані ціни на енергоносії;
- Прогноз розвитку міста ;
- Взаємний вплив проектів;
- Фінансові обмеження
- Місцеві фактори ( наявність промислових підприємств, пов'язаних з виробництвом енергетичного обладнання, палива, інше).

Список проектів повинен бути **ранжований по термінам окупності**. Проекти з високим терміном окупності повинні бути видалені з подальшого розгляду.

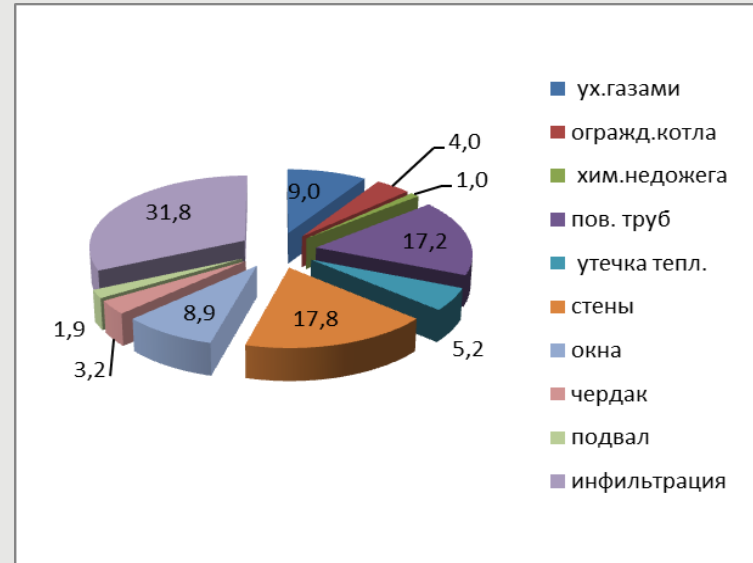
## До формування альтернативних варіантів



## Комплексний підхід до модернізації теплових джерел, теплових мереж і будівель



Теплові джерела, теплові мережі та будівлі –  
єдина технічна система



Приклад балансу використання теплоти  
палива в СЦТ

# Капітальні та експлуатаційні затрати для різних варіантів модернізації теплового району СЦТ

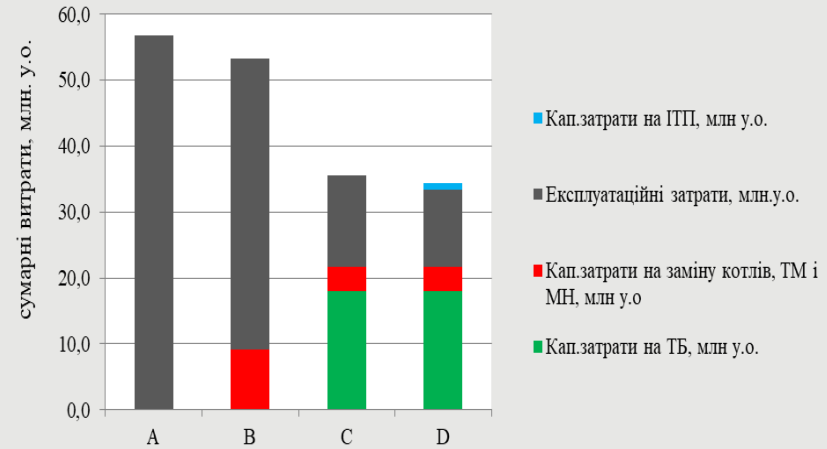
Розглянемо тепловий район з газовими котлами, опалювальною площею 18000 м<sup>2</sup>, приєднаним тепловим навантаженням 10 МВт до і 2,8 МВт після термомодернізації будівель, протяжністю теплової мережі 5 км (у двотрубному обчисленні). Горизонт планування прийнятий 10 років.

**А)** базовий сценарій – без капіталовкладень. Всі витрати йдуть на енергоресурси при існуючих потребах тепла, експлуатацію існуючого обладнання, ліквідації аварій в ТМ, заробітну плату персоналу.

**В)** Модернізація СЦТ із заміною котлів, теплових мереж, мережних насосів і збереженням існуючих приєднаних навантажень, встановленої потужності теплового джерела і діаметрів труб теплових мереж.

**С)** Модернізація СЦТ із заміною котлів, теплових мереж, мережних насосів, а також повна термомодернізація будівель з утепленням фасадів, встановленням енергоефективних вікон. При цьому зменшується приєднане теплове навантаження будівель, встановлена потужність котлів і діаметри труб теплових мереж, а також потужність мережевих насосів (МН).

**Д)** Модернізація СЦТ із заміною котлів, теплових мереж, мережних насосів, а також повна термомодернізація будівель з утепленням фасадів, встановленням енергоефективних вікон, індивідуальних теплових пунктів (ІТП). При цьому зменшується приєднане теплове навантаження будівель аналогічно варіанту С, встановлена потужність котлів і діаметри труб теплових мереж. Крім того, за рахунок встановлення ІТП з погодозалежним регулюванням теплоносія досягається додаткова економія теплової енергії.



**На горизонті планування 10 років економічно більш доцільним є комплексна модернізація ТД, ТМ із заміною МН та термомодернізація будівель з встановленням ІТП**



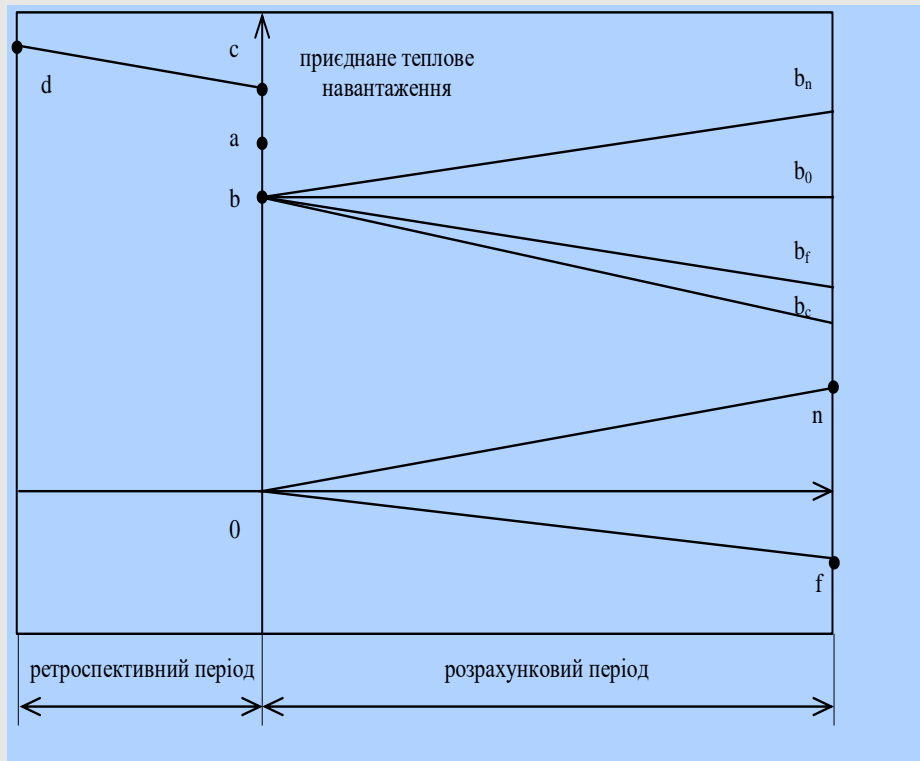
## Прогнозування при розробці схем теплопостачання

- Приєднані теплові навантаження
- ціни на паливо
- ціни на електроенергію
- ціни на обладнання
- тенденції науково-технічного прогресу в сфері енергетики

## Дані для прогнозування приєднаних теплових навантажень за окремими зонами дії теплових джерел

- уточнені дані про приєднані теплові навантаження за окремими споживачами теплової енергії;
- ретроспективна статистична інформація про фактичне споживання палива та відпуск теплової енергії тепловим джерелом;
- дані про підключення нових споживачів теплової енергії відповідно до перспективного плану розвитку населеного пункту та іншої документації, яка містить плани забудови територій;
- дані про термомодернізації будівель, підключених до теплового джерела;
- дані про відключення споживачів від СЦТ;
- ретроспективні та прогнозні дані про зміну чисельності населення.

## Спрощений підхід до оцінки прогнозованого приєднаного теплового навантаження



**Ретроспективний період** – це минулий період часу, протягом якого можна простежити динаміку зміни величин, які нас цікавлять (3 – 5 років).

**Розрахунковий період** – це період часу в майбутньому, в перебігу якого необхідно оцінити зміни прогнозованої величини, який може становити 10 років.

$(b; b_0)$  – **нульовий сценарій**

$(b; b_e)$  – **статистичний сценарій**, Лінія  $(b; b_e)$  паралельна лінії  $(d; c)$ , яка характеризує зміни величини відпуску теплової енергії тепловим джерелом на ретроспективному періоді;

$(b; b_f)$  – **сценарій термомодернізації** Лінія  $(b; b_f)$  паралельна лінії  $(0; f)$ ;

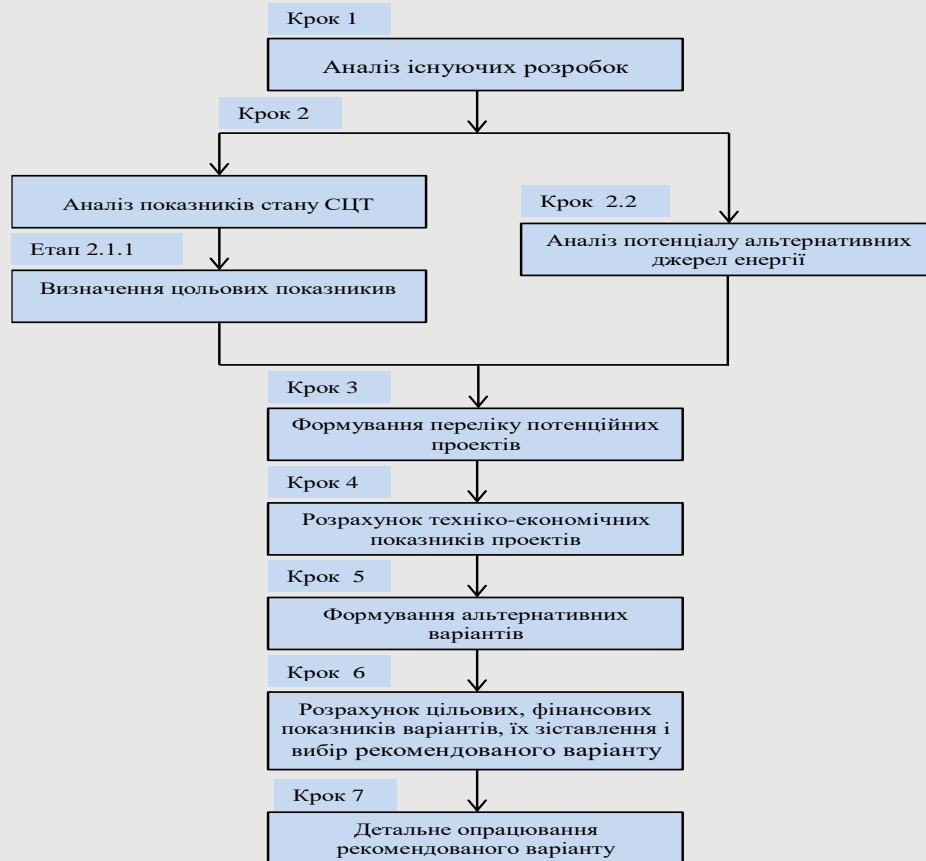
$(b; b_n)$  – **сценарій розвитку**. Лінія  $(b; b_n)$  паралельна лінії  $(0; n)$ .

## Тема 5. Послідовність (етапи) розробки схеми тепlopостачання

### ПОРЯДОК РОЗРОБЛЕННЯ ТА ЗАТВЕРДЖЕННЯ СХЕМИ

- проведення початкової робочої наради з питання розробки схеми тепlopостачання населеного пункту за участю представників органів місцевого самоврядування, тепlopостачальних організацій, Розробника;
- розробка опитувальних листів і збір вихідних даних для визначення основних та ключових показників стану тепlopостачання населеного пункту;
- аналіз, визначення або уточнення показників стану тепlopостачання населеного пункту для базового року;
- розробка потенційних проектів з модернізації (розвитку) систем тепlopостачання населеного пункту;
- визначення показників стану тепlopостачання на кінець розрахункового періоду;
- проведення робочої наради з метою обговорення проміжних результатів розроблення схеми тепlopостачання;
- розробка рекомендованого варіанту схеми тепlopостачання;
- підготовка пояснювальної записки та графічної частини;
- погодження схеми тепlopостачання населеного пункту відповідно до Порядку погодження Мінрегіоном схем тепlopостачання населених пунктів
- затвердження схеми тепlopостачання органом місцевого самоврядування після її погодження з центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері житлово-комунального господарства.

# Алгоритм розробки пояснювальної записки



## Тема 6. Перспективні заході з модернізації та розвитку СЦТ.

## СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАХОДІВ З МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ СЦТ

Виробництво	Транспортування	Споживання
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Модернізація газових котлів (пальники, утилізатори, теплоізоляція, регульований електропривід, САР «паливо - повітря» та ін.)</li> <li>- Конденсаційні газові котли</li> <li>- ТЕС і котли на біопаливі</li> <li>- Сміттєспалювальні заводи з комбінованим виробництвом теплової та електричної енергії</li> <li>- Автоматизовані котли на вугіллі</li> <li>- Газогенератори на біопаливі та вугіллі</li> <li>- Газопоршневі когенераційні установки</li> <li>- Теплові насоси</li> <li>- Геліосистеми ГВП</li> <li>- Індивідуальні (квартирні, будинкові) газові котли</li> <li>- Теплові акумулятори</li> <li>- Електрокотли та електроопалювальні прилади</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Попередньо ізольовані труби</li> <li>- Заміна мережних, циркуляційних і підживлювальних насосів</li> <li>- Перехід на якісно-кількісне регулювання</li> <li>- Регульований електропривід</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Утеплення фасадів, горючих перекриттів, підвалів</li> <li>- Системи погодного і програмного регулювання теплоспоживання будівель</li> <li>- Забезпечення можливості квартирної обліку та регулювання в багатоквартирних будівлях</li> <li>- Енергоефективні вікна</li> <li>- Теплоутилізатори скидного повітря в системах вентиляції</li> <li>- Відновлення централізованого ГВП</li> <li>- Установка радіаторних відбивачів</li> <li>- Промивання внутрішньобудинкових систем опалення.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оптимізація конфігурації теплових мереж (об'єднання котельень, переведення віддалених споживачів на індивідуальне теплопостачання, змінення розташування котельень та ін.)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Встановлення приладів обліку ПЕР.</li> <li>- Впровадження ефективних систем управління, диспетчеризації та балансування.</li> <li>- Створення системи енергоменеджменту (СЕМ)</li> <li>- Впровадження систем централізованого опалення з автономними системами ГВП.</li> </ul>		

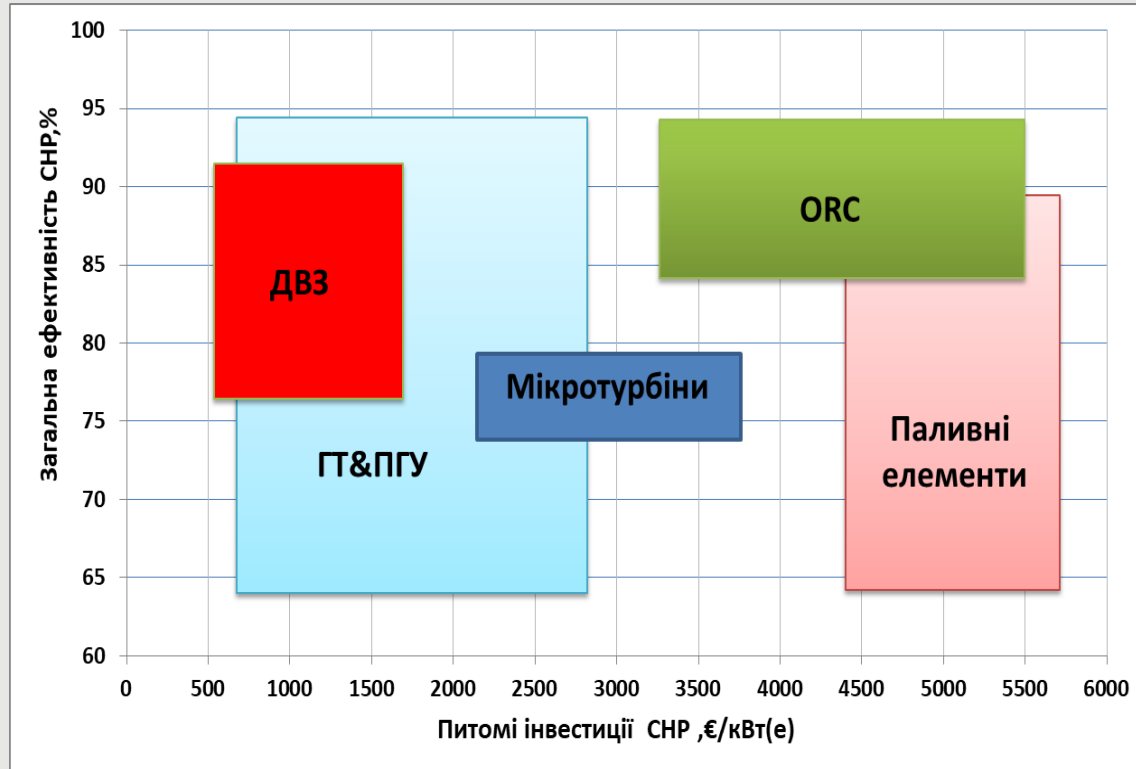
# МАЛА РОЗПОДІЛЕНА КОГЕНЕРАЦЯ

## ВИГОДИ І БАР'ЄРИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ

ВИГОДИ	БАР'ЄРИ
<ul style="list-style-type: none"><li>• максимальна наближеність до споживачів енергії. Гарантоване наявність теплових споживачів при спільній виробленні теплової та електричної енергії</li><li>• зниження витрат на модернізацію (створення) теплових та електричних мереж</li><li>• висока маневреність. Можливість використання КГУ для покриття піків електричного навантаження.</li><li>• підвищення надійності електропостачання населених пунктів</li><li>• підвищення рівня енергетичної самозабезпечення населених пунктів.</li><li>• підвищення конкурентності ринку електричної енергії</li><li>• відносно невеликі разові інвестиції.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• великі відносні витрати для забезпечення диспетчеризації при взаємодії з ОЕС</li><li>• складнощі підключення до електричних мереж</li></ul>



# КОМЕРЦІЙНО ДОСТУПНІ ВИДИ СНР ТЕХНОЛОГІЙ



<https://www.vgb.org/vgbmultimedia/FE398-p-12476.pdf>

ДВЗ- двигуни внутрішнього згорання  
*Reciprocating internal combustion engines (Recip. ICEs)*

ПТ- парові турбіни  
*Steam turbines (ST)*

ГТ&ПГУ- газові турбіни та парогазові установки  
*Gas turbines and combined cycle plants (GT & CC)*

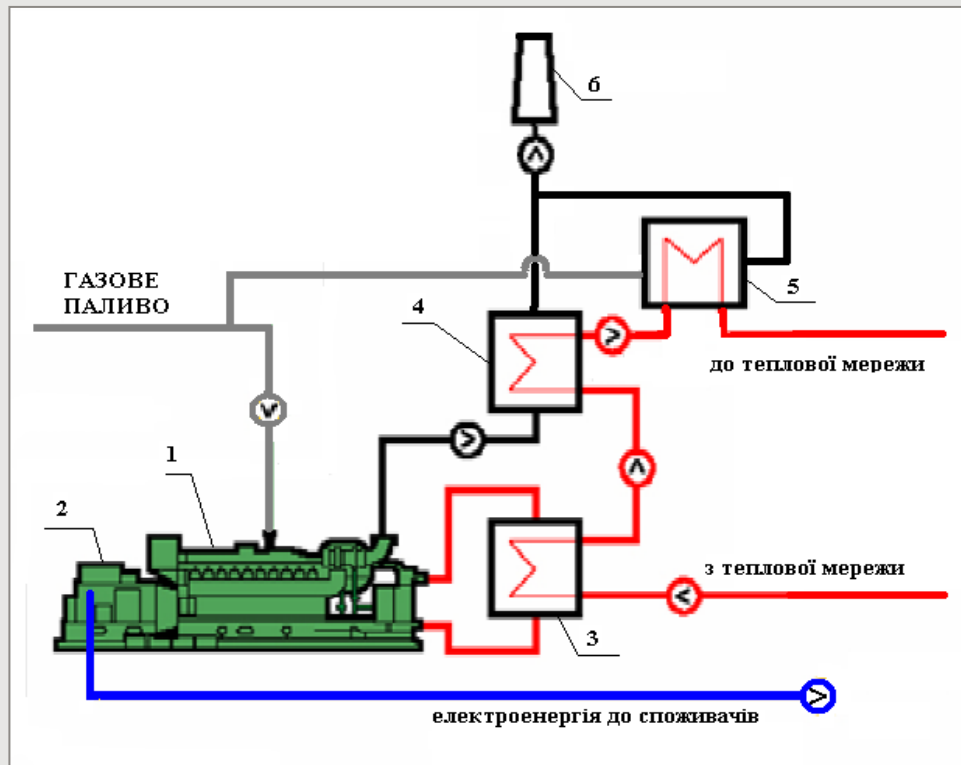
Мікротурбіни  
*Micro-turbines ( $\mu T$ )*

Органічний цикл Ренкіна і двигуни Стерлінга – ОРС  
*ORC and Stirling engines ( $\mu$ -CHP)*

Паливні елементи  
*Fuel cells (FC)*

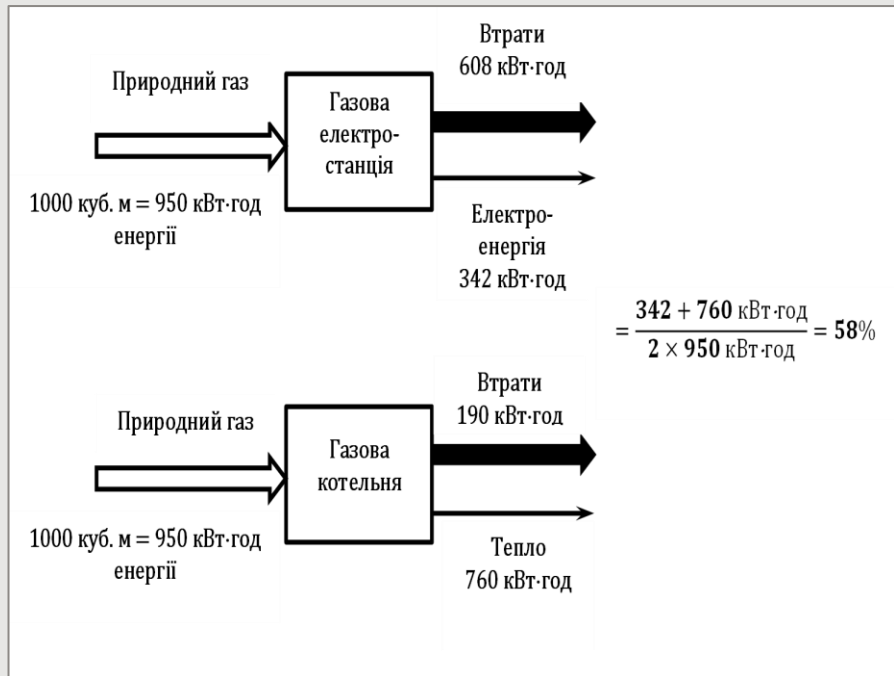
# СТРУКТУРНА СХЕМА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ І ТЕПЛОВОЇ ГАЗОПОРШНЕВОЮ КОГЕНЕРАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ

- 1 – газопоршневої двигун;
- 2 – електричний генератор газопоршневої когенераційної установки;
- 3 – утилізатор внутрішніх тепловиділень газопоршневого двигуна;
- 4 – теплообмінник – утилізатор теплоти вихідних газів;
- 5 - піковий котел
- 6 – пристрої очищення та відведення вихідних газів.

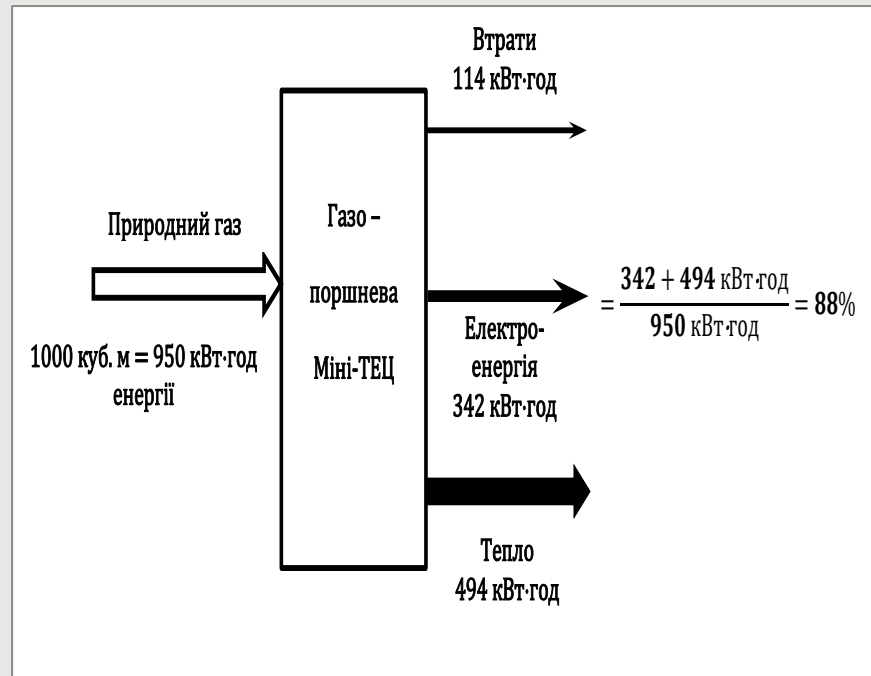


# ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЗОПОРШНЕВИЙ МІНІ-ТЕЦ

## Роздільне виробництво електроенергії та тепла



## Спільне виробництво електроенергії та тепла



# ДІЮЧИ МАЛИ КГУ В ТЕПЛОПОСТАЧАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ (2015р.)

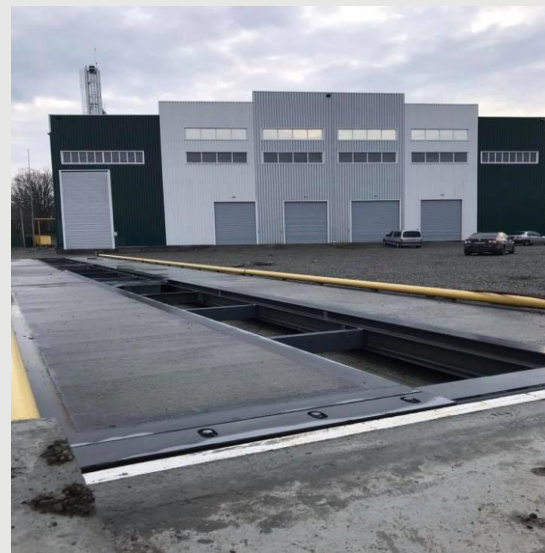
Область	Назва підприємства	Адреса	Тип установки	Встановлена теплова потужність, Гкал/год.	Встановлена електрична потужність, МВт	Рік
Івано-Франківська	ДМП "ІФТКЕ"	котельня на вулиці Довга,68а	АГП-360С-Т400-2Р	0,5	0,5	2011 рік
Івано-Франківська	ДМП "ІФТКЕ"	котельня на вулиці Федьковича,91а	G3516	1,0	1,2	2004 рік
Івано-Франківська	ДМП "ІФТКЕ"	котельня на вулиці Симоненка,3а	ДвГ1А-500-1	0,6	0,7	2009 рік
Івано-Франківська	ДМП "ІФТКЕ"	котельня на вулиці Симоненка,3а	ДвГ1А-500-1	0,6	0,7	2009 рік
Рівненська	ТОВ «Рівнетеплоенерго»	Котельня по вул.Макарова,41	CATERPILLAR G3516	1,1	1,1	2004
Черкаська	КПТМ "Черкаситеплокомуненерго"	Котельня по Руськополянський проїзд, 27, м.Черкаси	газовий двигун G3520В	1,5	1,5	2006
Черкаська	КПТМ "Черкаситеплокомуненерго"	Котельня по вул. Онопрієнка, 8, м.Черкаси	газовий двигун G3512Е	1,1	1,2	2015
Черкаська	КПТМ "Черкаситеплокомуненерго"	Котельня по вул. Сумгаїтська, 8, м.Черкаси	газовий двигун G3512Е	1,1	1,2	2015
Черкаська	КПТМ "Черкаситеплокомуненерго"	Котельня по вул. Красовського, 10, м.Черкаси	газовий двигун G3520В	1,5	1,4	2015
Кіровоградська	КП "Теплокомуненерго".ОМР	м.Олександрія, вул. 50 років Жовтня, 32 а	Generac SG130	0,1	0,2	2012
Кіровоградська	СП ТОВ "Світловодськпобут"	Котельня №2 м. Світловодськ, вул. Бойко, 15	Tedom Quanto C500	0,5	0,5	2008
Кіровоградська	СП ТОВ "Світловодськпобут"	Котельня №3 м. Світловодськ, вул.	ДВГ-1-А-630	0,5	0,6	2005
Кіровоградська	СП ТОВ "Світловодськпобут"	Крупської, 2а	ДВГ-1-А-630	0,6	0,7	2008

Область	Назва підприємства	Адреса	Тип установки	Встановлена теплова потужність, Гкал/год.	Встановлена електрична потужність, МВт	Рік
Хмельницька	КП "Міськтепловоденергія"	м.Кам'янець-Подільський вул.Чкалова, 56	КГУ ДвГ2А-630-1	0,8	0,9	2012
Хмельницька	КП "Міськтепловоденергія"	м.Кам'янець-Подільський вул.Чкалова, 56	КГУ ДвГ2А-630	0,8	0,9	2013
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”	м.Хмельницький вул. Рибалка, 32/1	ДвГ1А-500-1	0,6	0,5	2003
Хмельницька			ДвГ1А-500	0,6	0,5	2009
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”	м.Хмельницький вул. Свободи, 44	ДвГ1А-500-1	0,6	0,5	2004
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”	м.Хмельницький вул. Майборського, 5	ДвГ1А-500	0,5	0,4	2004
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”	м.Хмельницький пр. Миру, 99/101	ДвГ1А-500-1	0,6	0,5	2005
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”		ДвГ1А-500	0,6	0,5	2011
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”	м.Хмельницький вул. Водопровідна, 48	ДвГ1А-500-1	0,6	0,5	2005
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”	м.Хмельницький вул. Гречка, 10/1	ДвГ1А-630	0,8	0,6	2008
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”	м.Хмельницький вул. Кам'янецька, 46/1,48/1	ДвГ1А-420	0,6	0,4	2008
Хмельницька	МКП „Хмельницьктеплокомуненерго”	м.Хмельницький вул.	ДвГ1А-500-1	0,8	0,5	2012
Хмельницька	КП «Південно-Західні тепломережі»	Зарічанська, 30	КГУ	0,4	0,4	2004
Хмельницька	КП «Південно-Західні тепломережі»	м.Хмельницький вул.Молодіжна,2	КГУ	0,6	0,5	2008
Київська	КП "УЖКГ", м.Славутич	Кленовий проїзд,1	КГУ Petra 1250 CDH №1	1,0	1,2	2004

28 КГУ Теплова потужність – 20 Гкал/ч Електрична потужність -20 МВт

# ТЕЦ НА БІОПАЛИВІ

Назва біо-ТЕЦ	Потужність електрична, МВт	Постачання в СЦТ, потужність теплова, МВт	Рік
Муниципальна ТЕЦ у Кам'янці-Подільському (ORC цикл)	4	45	2018
ООО «Біогазэнерго», Іванків (Київська область)	18	-	2015
АПК Евгроіл (Миколаїв)	5	-	2014
ПАТ «Кировоградолія» (Кировоград)	1,7	-	2009
ТОВ «Комбінат Каргілл»	2	-	
ТОВ "Корюківська ТЕС"	4	-	2016
ООО «Смилаенергопромтранс» (Сміла, Черкаська область).	8,5	-	2013
ТЕС «Аякс — Дніпро», завод з виробництва соняшникової олії "Потоки", місто Дніпро	16	-	2020



З 8 ТЕЦ на біопаливі загальною встановленою електричною потужністю 59,2 МВт тільки одна ТЕЦ в Кам'янці-Подільському постачає теплову енергію в міську систему тепlopостачання

# КОГЕНЕРАЦІЙНІ УСТАНОВКИ НА ЗВАЛИЩНОМУ ГАЗІ

	Підприємство	Регіон	Рік	Потужність, MW
1	ТОВ "АЕУ Енерго"	Вінницька область	2015	0,999
2	ТОВ «Біогаз Енерджі»	Місто Хмельницький	2017	0,659
3	ТОВ «Чиста Енергіяі»	Івано-Франківська область	2016	0,660
4		Харківська область		1,063
5		Харківська область		0,845
6		Дніпропетровська область		1,063
7		Волинська область		0,659
8		Дніпропетровська область		1,318
9	ТОВ «Чиста Енергія -Кременчук»	Полтавська область	2017	0,845
10		Полтавська область		1,003
11	ТОВ «Чиста Енергія - Чернігів»	Чернігівська область	2017	1,131
12	ПП "МПП" Латекс "	Закарпатська область	2014	0,600
13	ТОВ "LNK"	Київська область	2011	1,063
14		Київська область		2,126
15		Київська область		0,885
16		Житомирська область		1,063
17		Миколаївська область		1,063
18		Черкаська область		0,600
19	ТОВ "Мастеренерго Інвест"	Рівненська область	2017	0,500
20	ТОВ «Міжнародний центр газових технологій»	Хмельницька область	2018	0,500
		Місто Кам'янець-Подільський		
21	ТОВ "ГІС Еко"	Місто Маріуполь	2011	0,200
<b>Всього</b>				<b>18,845</b>



Теплова енергія не використовується через віддаленості теплових споживачів і істотних додаткових капітальних витрат на будівництво теплової мережі.

# ПІЛОТНИЙ ПРОЕКТ «ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРИЧНОЇ І ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ З ПІДГОТОВЛЕНОЮ ДЕРЕВНОЇ ТРІСКИ (ЖИТОМИРСЬКА ОБЛАСТЬ)»



**Об'єкт:** міні-ТЕЦ з виробництва електроенергії і деревного вугілля

**Склад обладнання:**

- ділянку прийому та зберігання твердого палива;
- ділянку газифікації, очищення та підготовки газу;
- ділянка виробництва електричної енергії з утилізацією теплової енергії;
- автоматику безпеки і регулювання обладнання.

**Вихідні дані:**

- потужність комплексу по електроенергії, кВт	1000
- виробництво деревного вугілля, кг / кВт · г од (ел.)	0,091
- ціна тріски для комплексу, грн. / т	1000
- ціна електроенергії (зелений тариф), грн. / МВт · год.	3,35
- вартість деревного вугілля, грн. / т	2000
- час експлуатації комплексу, години	8000
- виробництво теплової енергії Гкал / МВт * год.	1,38
- використання теплової енергії	на власні потреби

**Коефіцієнт корисної дії:**

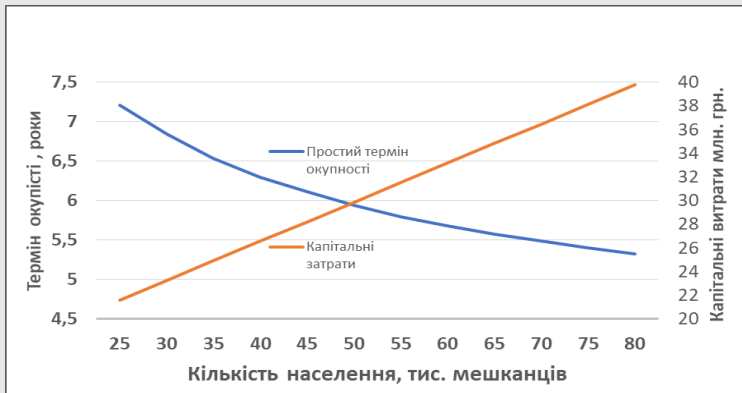
- з виробництва електричної енергії:	$0,75 \cdot 0,33 \cdot 100 = 25\%$
- з виробництва теплової енергії:	$0,75 \cdot 0,40 \cdot 100 + 10 = 40\%$
- собівартість електроенергії, грн. / МВт * год:	910

**Техніко-економічна ефективність:**

- капітальні витрати, тис. євро:	1065
- річний прибуток, тис. Євро:	669
- термін окупності капітальних витрат, років:	1,6

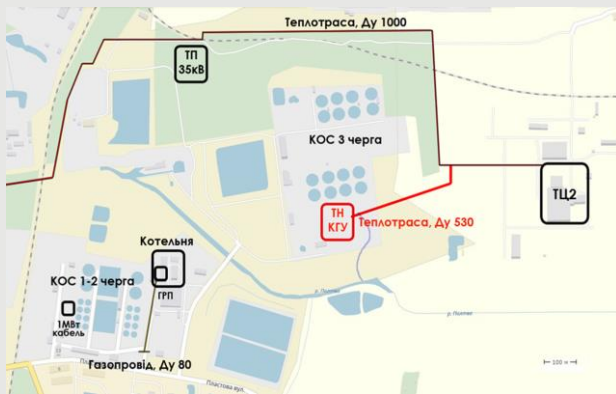


# Енергетично-екологічного комплексу з виробництва електричної та теплової енергії на основі утилізації мулу каналізаційних стоків



<b>Вихідні дані</b>		
Курс валюти	32	грн/€
	28,00	грн/\$
Кількість населення	100	тис. мешканців
Обсяг стоків КОС	425,00	т/добу
Вологість стоків КОС	98	%
Ціна електричної енергії з ПДВ	1,68	грн/кВт*год.
Заробітна плата	15000	грн/міс.
Кількість обслуговуючого персоналу ЕЕК	5	чоловік
Вологість палива після сушки	12	%
Питома вартість теплиці	3500	грн/м <sup>2</sup>
Ціна ворушильної машини	200 тис.	€
Ціна пресу	5,00	млн. грн.
Ділянка сушки (прес)	1	шт.
Розміри теплиці	75 x 12 м	
Обсяг осаду після сушки	9,66	т/добу
Площа одної теплиці	900,00	м <sup>2</sup>
Необхідна сумарна площа теплиць	3526	м <sup>2</sup>
Кількість теплиць	4	шт.
Електрична потужність обладнання	вентилятори теплиці	37 кВт
	прес та ін.	50 кВт
Вартість пресів	5,00	млн. грн.
Вартість теплиць	12,33	млн. грн.
Вартість системи газифікації та когенераційної установки	12,14	млн. грн.
Вартість обладнання (Разом):	29,48	млн. грн.
Проектні роботи	(к= 1,05 )	1,47 млн. грн.
Монтажні та пусконаладжувальні роботи	(к= 1,2 )	5,9 млн. грн.
Інші роботи та затрати (ризик)	(к= 1,1 )	2,95 млн. грн.
<b>Капітальні затрати</b>		<b>39,80 млн. грн.</b>
Обсяг спожитої електричної енергії ЕЕК	1707,67	МВт*год./рік
Вартість спожитої електричної енергії ЕЕК	2,56	млн. грн/рік
Заробітна плата	0,90	млн. грн/рік
<b>Експлуатаційні затрати</b>		<b>3,46 млн. грн./рік</b>
<b>Аналіз економічних показників</b>		
Відпускна ціна електроенергії	1,50	грн/кВт*год
Відпускна ціна теплової енергії	1200,00	грн/Гкал
Електрична потужність ЕЕК	0,36	МВт
Теплова потужність ЕЕК	0,58	МВт
Виробництво електричної енергії	3164,84	МВт*год./рік
	5114,89	МВт*год./рік
Виробництво теплової енергії	4398,81	Гкал/рік
Чистий річний дохід	7,46	млн. грн
<b>Простий термін окупності ЕЕК</b>	<b>5</b>	<b>років</b>

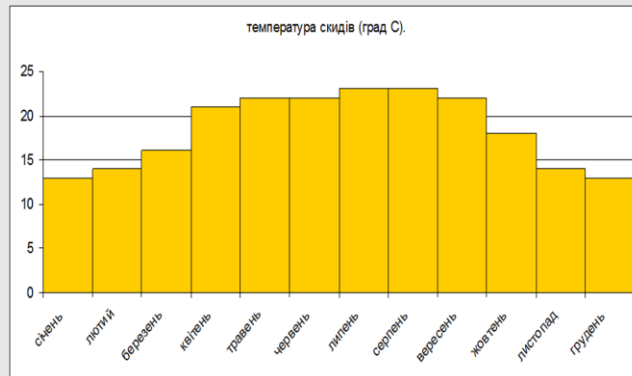
## Будівництво теплонасосної станції на КОС ( м. Львова)



Місце розташування ТНКС



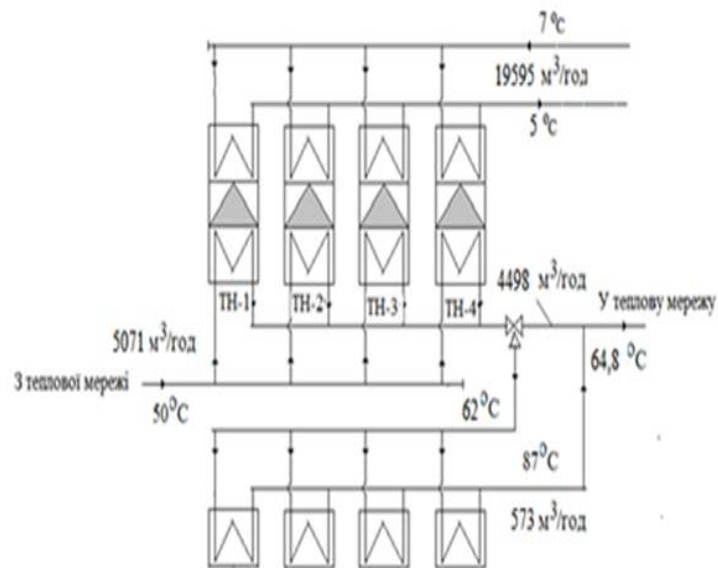
Конструкція теплообмінного блоку дозволяє занурювати його в лоток



Графік річних коливань температури стічних вод



## Принципова схема теплонасосної станції з електроживленням від когенераційної електростанції.



## Доступные тепловые насосы большой мощности.

Модель ТН	Мощность (нагрев), кВт	Температура нагреваемой воды, °C	Товарный знак, производитель
MaxE™ Model YK	до 8800	50-68	YORK®, Johnson Controls Company
MaxE™ Model CYK HP	2500-7000	50-70	YORK®, Johnson Controls Company
Titan™ Model OM HP	5000-20000	60-90	YORK®, Johnson Controls Company, США
Unitop® 50 FY	9000-20000	60-90	Friotherm AG, Цюрих, Швейцария (главный офис)
Star NeatPump	350-8000	60-90	Star Refrigeration, Глазго, Шотландия



## Техніко-економічна ефективність впровадження ТНКГС

Найменування величини	Розмірність	Величина
Потужність скидного теплового потоку	МВт	8,70
Електрична потужність ТН	МВт	3,48
Теплова потужність ТН	МВт	12,18
Теплова потужність КГУ	МВт	4,58
Потужність ТН + КГУ	МВт	16,76
ККД котла і	-	0,88
Коефіцієнт трансформації	-	3,50
Електричний ККД КГУ	-	0,38
Тепловий ККД КГУ	-	0,50
Годинна витрата газу	м <sup>3</sup> /год	960,46
Річна тривалість роботи	год	8000,00
Ціна природного газу	грн./1000 м <sup>3</sup>	6809,64
Ціна електроенергії	грн./кВт·год	2,17
Питомі капітальні витрати на ТН	\$/кВт(т)	300,00
Питомі капітальні витрати на КГУ	\$/кВт(е)	534,00
Питомі капітальні витрати на теплообмінник	\$/кВт(т)	24,00
Всього капітальні витрати	млн.\$	8,7(6,3)
Річна економія грошових коштів	млн.\$	2,04
Простий термін окупності	років	4,26(8,13)
Питома витрата умовного палива в котлі	кг у.п./Гкал	162,34
Питома витрата умовного палива в КГУ + ТН	кг у.п./Гкал	78,06

# Встановлення теплоутилізаторів (Київ)



Ефективність конденсаційних теплоутилізаторів становить від 7 до 11%

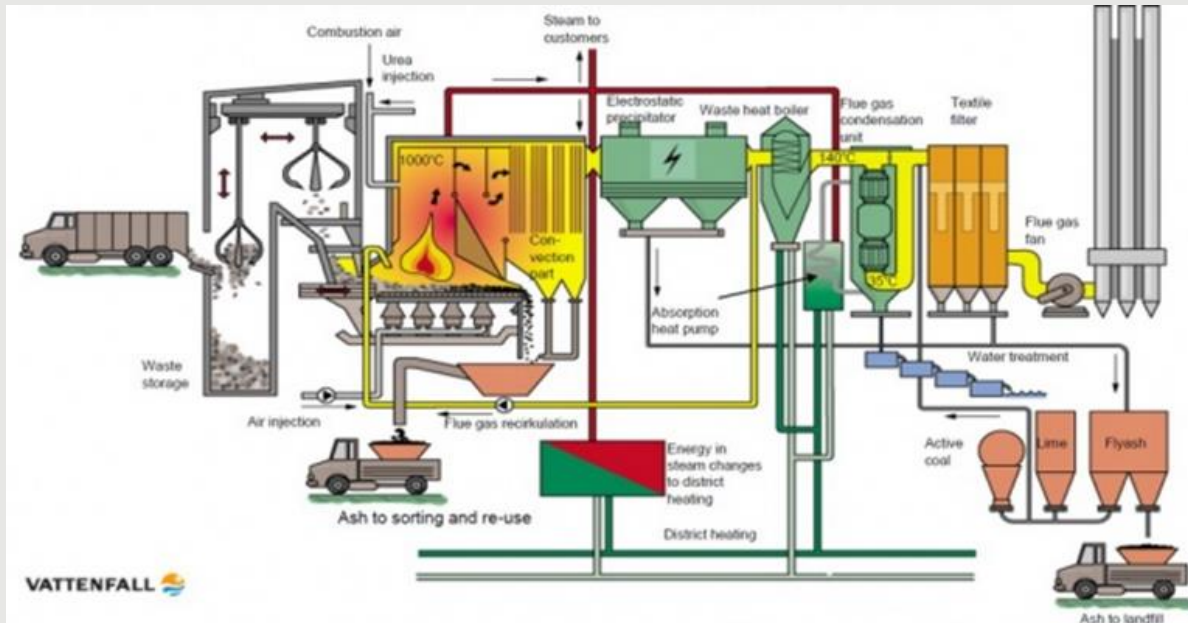
Типи котлів, за якими рекомендується встановлення теплоутилізаторів	Кількість котлів, за якими рекомендується встановлення теплоутилізаторів
КВГМ-180	1 (впроваджено у 2018 р.)
КВГМ-100	2
ДЕ-16-14ГМ	1
КВГМ-10	1
ДКВР-10/13	8
ТВГ-8М	18
КВГ-7,56	12
ДКВР-6,5	3
ТВГ-4р.	2
КВГ-4,65	2
Е-1,0-9	1
КСВа-1Г-0,86	2

Рекомендується впровадження **53-х** утилізаторів теплоти димових газів у **29** теплоджерелах

Вартість впровадження теплоутилізаторів від 130 до 700 тис. Євро за 1 МВт потужності ТУ

## Смітєспалювальний завод у м. Уппсала (Швеція)

Ведений в експлуатацію у 2008 році знаходиться, як і більшість ССЗ, у державній власності. Завод забезпечує дві третини потреб міста чисельністю близько 160 тис. мешканців у електроенергії та теплі. ССЗ знаходиться на відстані 300 м від житлової забудови. Завод переробляє місцеве сміття та надає послуги по утилізації сміття, завезеного з Великобританії. За переробку однієї тонни британського сміття завод одержує 70 євро.



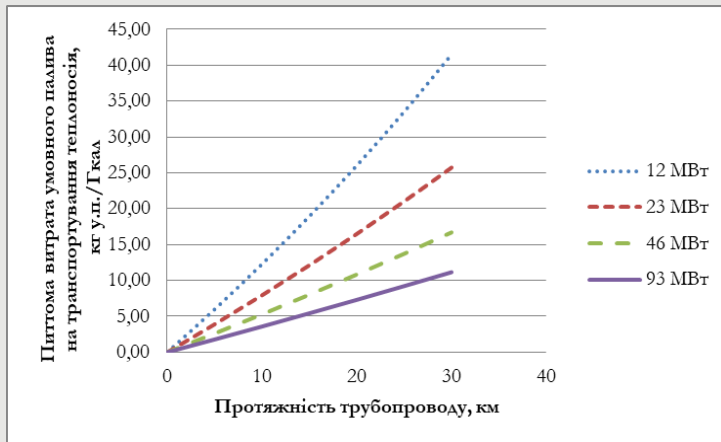
## Особливості технології

- У собівартості перероблення відходів біля 40 % становлять витрати на заходи екологічної безпеки
- На заводі в Уппсалі відсортовуються лише харчові відходи, з яких виробляється біогаз, а з нього – біометан, на якому працює муніципальний транспорт. Всі нехарчові відходи спалюються разом. Далі з шлаку магнітами вилучається метал, на ситах просіюються залишки скла; кінцевий залишок, кількість якого близько 1 %, використовується як дешевий будівельний матеріал.
- У наведеному прикладі сусідство житла з заводом нікого в місті не хвилює, тому що при спалюванні витримується технологія, насамперед температура спалювання. Токсини утворюються при температурах біля 650 °С, а стандартна температура при спалюванні становить 1200 °С. При її зниженні нижче 850 °С система безпеки автоматично припиняє спалювання.
- Навіть при самих досконалих технологіях переробка сміття не може вийти навіть на собівартість. Необхідні кошти забезпечуються населенням: середнє домогосподарство сплачує біля 83 євро в рік за утилізацію ТПВ та ще 23 євро за харчові відходи, що в перерахунку на гривні на травень 2019 р. становить 265 грн на місяць. В умовах України тариф на утилізацію сміття для населення був би суттєво меншим відповідно до різниці у оплаті праці. В 2018 році середній затверджений тариф на поводження з ТПВ складав в Україні 102 грн/м<sup>3</sup>.
- У наведеному прикладі ССЗ у Швеції технологія мінімізації шкідливих викидів достатньо складна. Вона включає селективне відновлення оксидів азоту шляхом інжекції аміаку у топковий простір, рециркуляцію димових газів, подвійну фільтрацію димових газів у електро- та тканинних фільтрах.

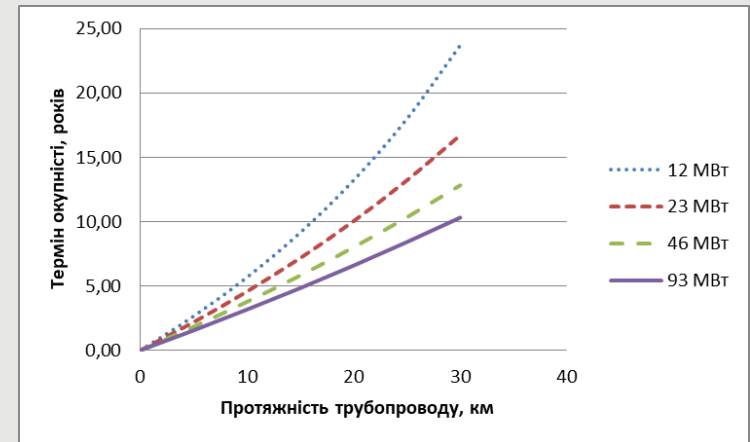
## Врахування втрат і витрат на транспортування теплоносія

Припустимо, що витрата умовного палива на базовій котельні 164 кг у.п./Гкал. Можливо розглянуті такі енергоефективні теплові джерела, які заміщують теплову енергію базової котельні:

- скидна тепла енергія промислового підприємства ( $b_1 = 0$ );
- теплонасосно-когенераційна станція ( $b_1 = 78$  кг у.п./Гкал);
- енергоефективна котельня з конденсаційними котлами ( $b_1 = 135$  кг у.п./Гкал,  $\eta = 106$  %);
- ТЕЦ на природному газі ( $b_1 = 155$  кг у.п./Гкал).



Залежність питомих витрат палива на транспортування теплоносія від протяжності трубопроводу та потужності теплового потоку



Залежність терміну окупності витрат на перемичку від її протяжності та потужності потоку скидної теплової енергії



## Збільшення теплового навантаження ПАТ «Білоцерківська ТЕЦ»

На ТЕЦ встановлене основне обладнання:

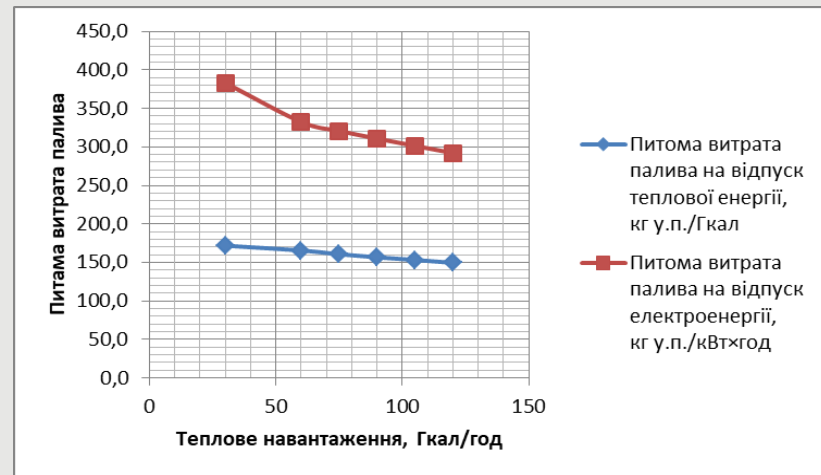
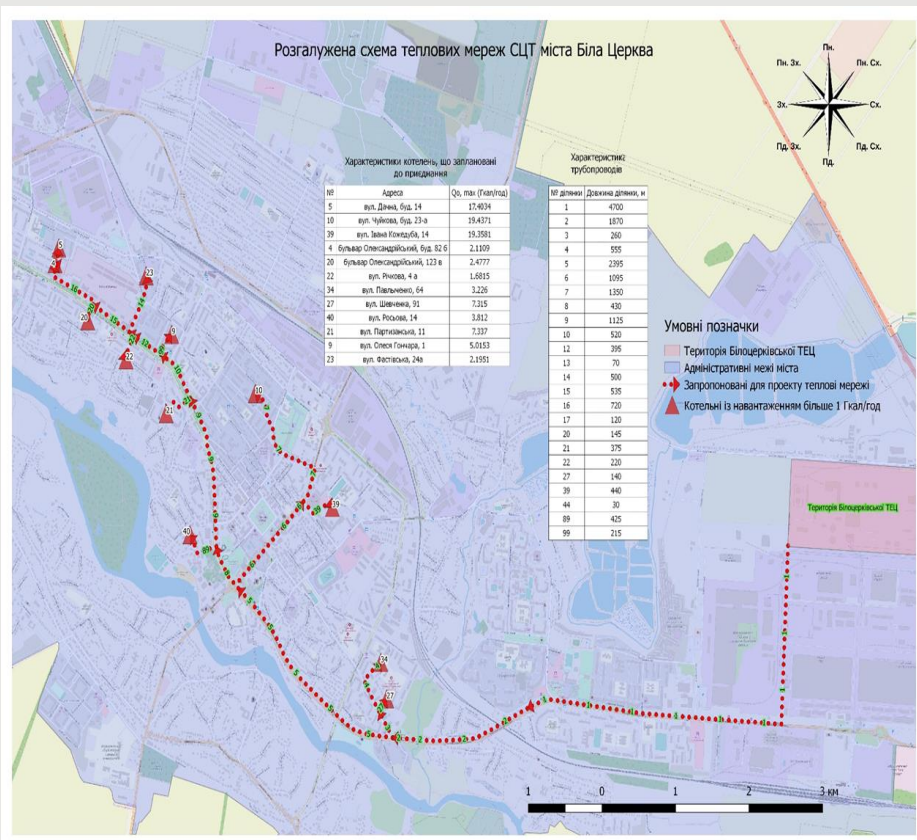
- 1 паровий енергетичний котел типу БКЗ-360-140 ПТ (ст. №1);
  - 2 парових енергетичних котли типу БКЗ-320-140 ГМ (ст. №№2, 3);
  - 2 парові турбіни типу ПТ-60-130/13 (ст. №№1, 2);
  - 2 водогрійних котли типу ПТВМ-180 (ст. №№1, 2);
  - 2 електричних генератори типу ТВФ-60-2 (ст. №№1, 2).
- 
- Встановлена електрична потужність - 120 МВт,
  - Потужність теплофікаційних відборів парових турбін – 120 Гкал/год
  - Потужність водогрійних котлів -360 Гкал/год
  - Приєднене теплове навантаження – 30 Гкал/год (житловий масив Леваневського).



## Розрахунок техніко-економічних показників БЦ ТЕЦ

Назва показника, одиниця виміру	Позначення	Значення параметрів
Розрахунковий рівень теплового навантаження, Гкал/год	Q <sub>жм</sub>	30 (факт)
Питома витрата палива на відпуск електроенергії, кг у.п./кВт·год	b <sub>e</sub>	383,0
Питома витрата палива на відпуск теплової енергії, кг у.п./Гкал	b <sub>те</sub>	171,9
Повний ККД ТЕЦ, %	η	40,9
Електричний ККД, %	η <sub>e</sub>	26,5
Тепловий ККД, %	η <sub>т</sub>	14,4
Питома економія палива від комбінованого виробництва, %	φ	0,2
Питома витрата палива на відпуск електроенергії термодинамічна, кг у.п./кВт·год	b <sub>e</sub> <sup>™</sup>	401,1
Питома витрата палива на відпуск електроенергії термодинамічна, кг у.п./Гкал	b <sub>т</sub> <sup>™</sup>	133,2

# Технико-економічні показники розширення зони постачання теплової енергії від ТЕЦ

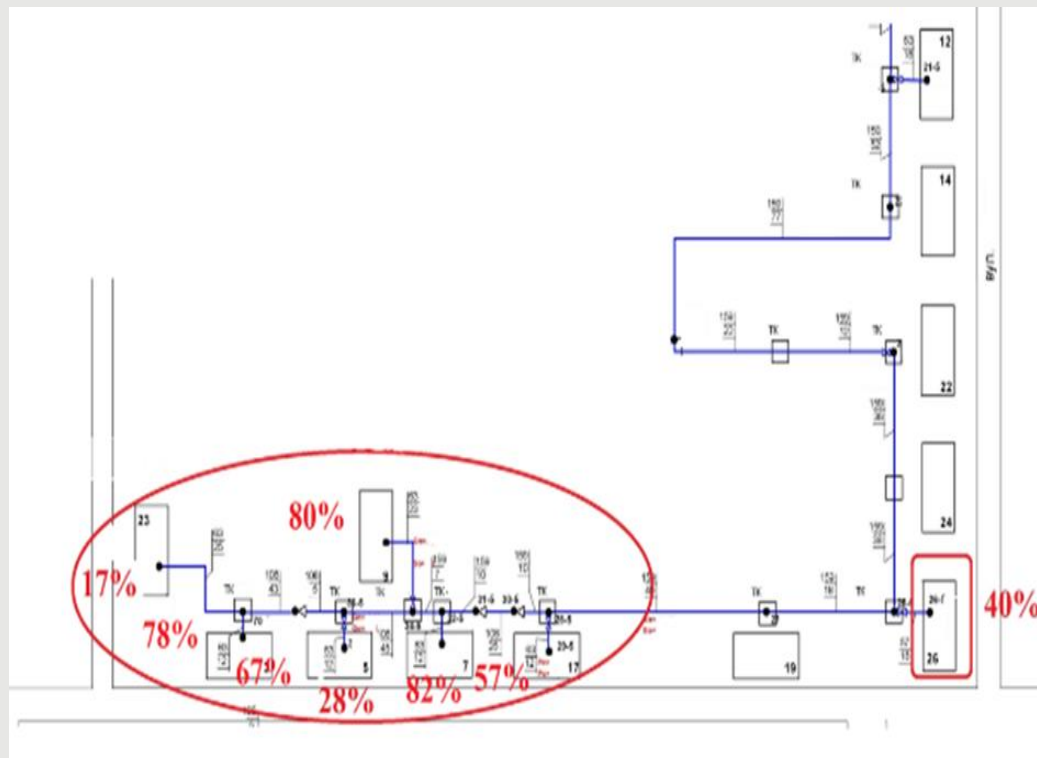


- Сумарне розрахункове навантаження – 225 Гкал/год
- Можливість забезпечення споживачів тепловою енергією до температурі повітря -7 °С
- Загальна протяжність нових трубопроводів - 18,6 км.
- Сумарні капітальні витрати на нові трубопроводи - 282 млн. грн.
- Економія коштів на природний газ – 55 млн. грн.
- Простий термін окупності проекту - 5,2 роки

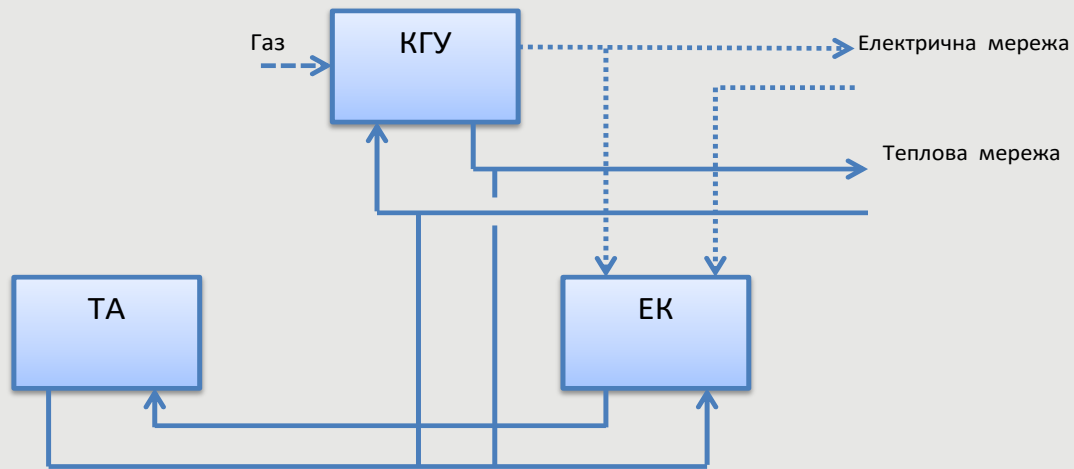
## Відключення окремих віддалених будинків від СЦТ

Пропонується відключити від СЦТ 7 обраних житлових будинків, та облаштувати решту споживачів індивідуальними системами опалення.

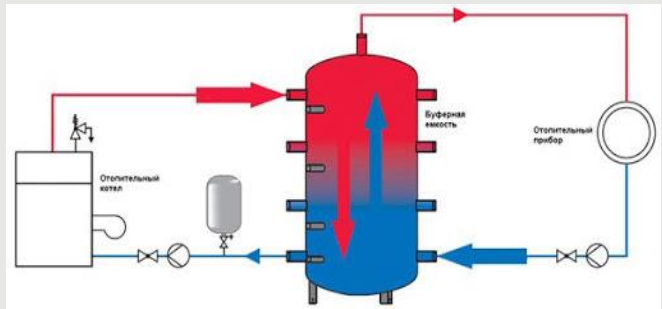
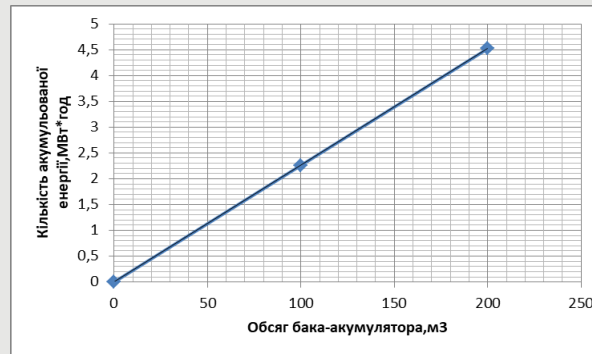
- Вартість облаштування однієї квартири електродотом з урахуванням облаштування зовнішніх мереж електропостачання оцінюється у 12000 грн.
- Економічний ефект цього заходу буде досягнутий за рахунок зниження втрати теплової енергії в теплових мережах, що відключаються.
- Крім того буде зменшено споживання електроенергії на транспортування теплоносія мережними насосами.
- Орієнтовний термін окупності такого заходу становить 1 – 2 роки.



# ПРИНЦИПОВА СХЕМА КГУ С ЕК И ТА

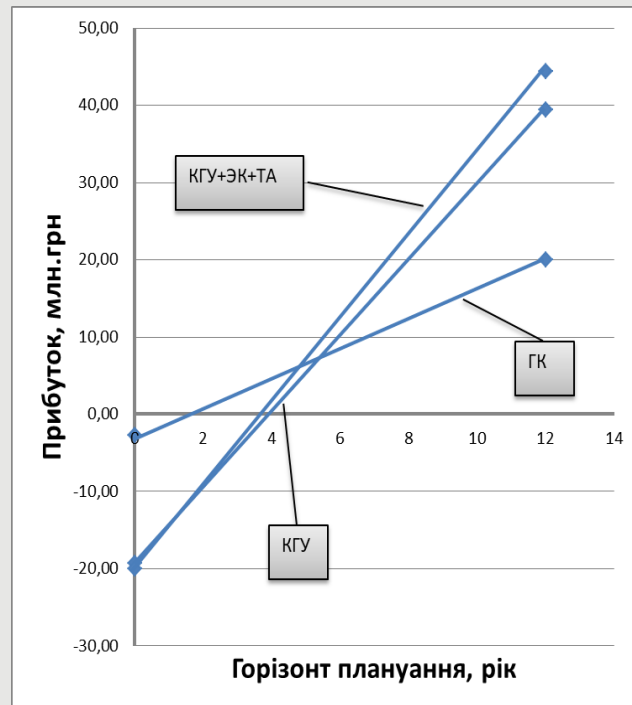


$$Q_{ак} = c * M * (T_1 - T_2) = 1 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C} * 1000 \text{ кг} * (90 - 70) = 20000 \text{ ккал}$$



# ПОРІВНЯЛЬНА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЗОВОГО КОТЛА (ГК), КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ (КГУ) І КОМПЛЕКСУ КГУ З ЕЛЕКТРОКОТЛОМ (ЕК) І ТЕПЛОВИМ АКУМУЛЯТОРОМ (ТА)

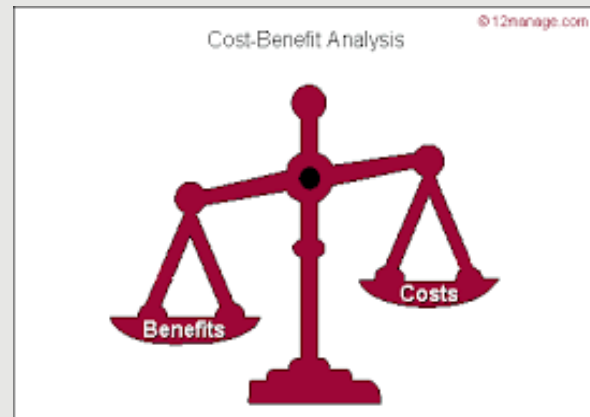
Параметр	Одиниці	Теплове джерело		
		ГК	КГУ	КГУ+ЭК+ТА
Теплова потужність	кВт	1000,00	1000,00	1000,00
Річна тривалість роботи	годин	4000,00	4000,00	4000,00
Вартість палива	грн/1000 м3	5000,00	5000,00	5000,00
Електричний к.к.д.		-	0,50	0,50
Теплові к.к.д.		0,90	0,42	0,42
Ціна покупної електричної енергії	грн/кВт*ч	1,68	1,68	1,68
Ціна пікової електричної енергії	Грн./кВт*ч	-	-	2,50
Електрична потужність	кВт	0,00	1190,48	1190,48
Паливна складова електричної енергії	грн/кВт*ч	0,00	0,58	0,58
Паливна складова теплової енергії	грн/Гкал	1197,32	1171,29	1171,29
Питомі капітальні витрати на ГК або КГУ	\$/кВт	100,00	600,00	600
Додаткові капітальні витрати на ЕК та ТА	млн.грн	-	-	0,75
Загальні капітальні витрати	млн.грн	2,70	19,29	20,04
Всього річні витрати	млн.грн/год	2,45	5,96	5,76
Річний дохід (теплова енергія)	млн.грн/год	4,12	4,03	4,73
Економія електроенергії для муниципал.	млн.грн/год	0,00	5,22	3,13
Додатковий дохід від продажу е. е. в ОЕС	млн.грн/год	0,00	0,00	1,59
Загальний річний економічний ефект	млн.грн/год	4,12	9,25	9,45
Річний прибуток	млн.грн/год	1,67	3,29	3,70
Термін окупності капітальних витрат	лет	1,62	5,86	5,42
Розрахунковий період	лет	12	12,00	12,00
Чистий дохід за розрахунковий період	млн.грн	19,98	39,46	44,36



## ТЕМА 7. ІНСТРУМЕНТИ РОЗРОБКИ СХЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

### Метод аналізу витрат та вигод

**Аналіз вигод і витрат (cost-benefit analysis)** є системним підходом до оцінки сильних і слабких сторін альтернативних варіантів інвестиційних проектів, управлінських рішень, раціональним методом ухвалення рішень, згідно з яким перевага надається альтернативам з вигодами, що перевищують витрати.



При аналізі витрат і вигод при розробці схем теплопостачання слід враховувати такі складові: **капітальні та експлуатаційні витрати, економічні, екологічні, соціальні вигоди і додаткові (непрямі) вигоди розглянутих проектів.**

## Витрати

### Капітальні витрати:

- підготовка проектів
- розробка проектної документації
- основне та допоміжне обладнання і матеріали
- монтаж і введення обладнання в експлуатацію

На стадії розробки проектів здійснюється попередня оцінка капітальних витрат по **індикативним показникам**.



### Експлуатаційні витрати:

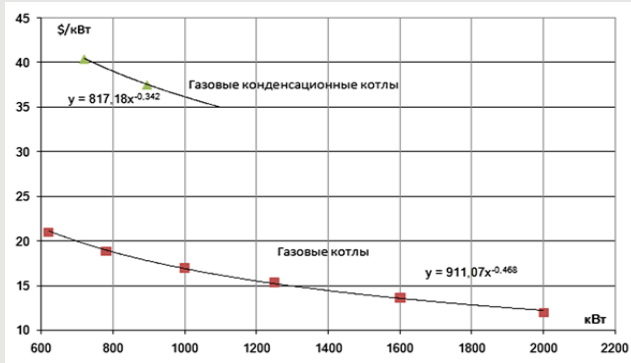
- паливо
- електроенергію,
- заробітну плату персоналу
- технічне обслуговування обладнання
- транспортні витрати (при використанні твердого та рідкого палива)
- інші витрати



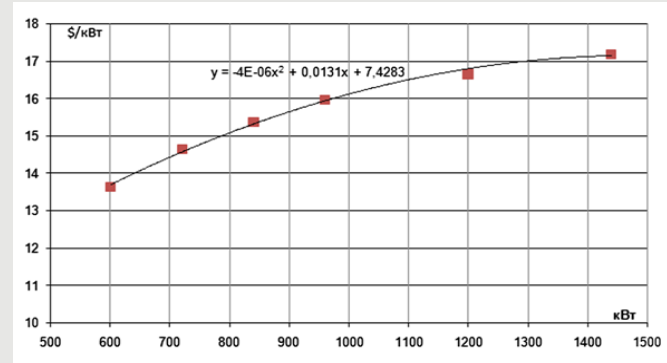


# Індикативні показники капітальних витрат

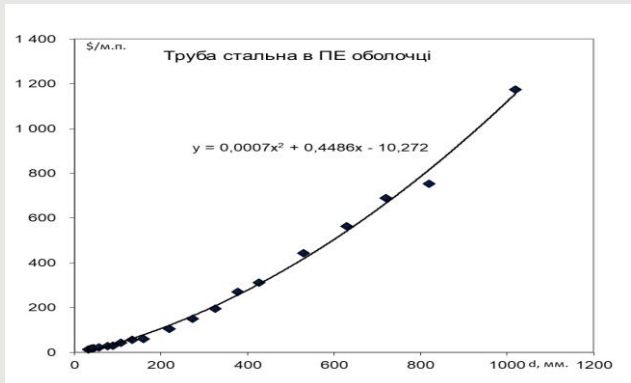
## Газові котли



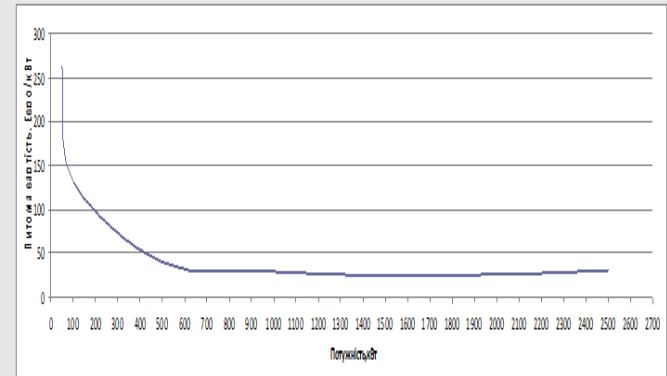
## Електричні котли



## Попередньо ізольовані труби



## Індивідуальні тепlopункти



# Вигоди

- Економічні вигоди
- Екологічні вигоди
- Соціальні вигоди
- Додаткові (непрямі) вигоди



## Економічні вигоди

Містять у своєму складі **зниження витрат** на виробництво теплової та електричної енергії, а також **отримання додаткового доходу** від вироблення цих видів енергії.

- **Зниження витрат** на виробництво теплової та електричної енергії досягається за рахунок підвищення ефективності використання палива в теплових джерелах, зниження втрат теплової енергії в теплових мережах, зниження витрат електроенергії на транспортування теплоносія, а також за рахунок переходу на інші, більш дешеві, види палива та енергії, включаючи альтернативні джерела енергії.
- **Додатковий дохід** може бути отриманий за рахунок встановлення нових високоефективних теплових джерел, включаючи джерела спільного вироблення теплової та електричної енергії.



## Екологічні вигоди

Досягаються за рахунок підвищення ефективності використання палива й електроенергії та полягають у зниженні викидів парникових газів і шкідливих викидів в атмосферу. Екологічні вигоди можуть досягатися також за рахунок спеціальних екологічних інвестицій, наприклад, систем очищення продуктів згорання твердого палива та відходів.



CO<sub>2</sub> NO NO<sub>2</sub>

Зола Шлак

## Соціальні вигоди

- Підвищенні комфортності теплового режиму будівель
- Зниженні (стабілізації) оплати за спожиту теплову енергію.
- Підвищення надійності, безпеки теплопостачання
- Підвищення енергетичної незалежності населеного пункту за рахунок використання місцевих та альтернативних джерел енергії.



## Додаткові (непрямі) вигоди

Можуть бути отримані не тільки теплопостачальними компаніями і споживачами теплової енергії, а й населеним пунктом або регіоном в цілому. Такого роду вигоди можуть бути досягнуті за рахунок **створення нових робочих місць** на підприємствах, які виробляють біопаливо, місцеві види палива і сучасне енергетичне обладнання. В кінцевому підсумку це призводить до **поліпшення соціально-економічної ситуації в населеному пункті та регіоні.**



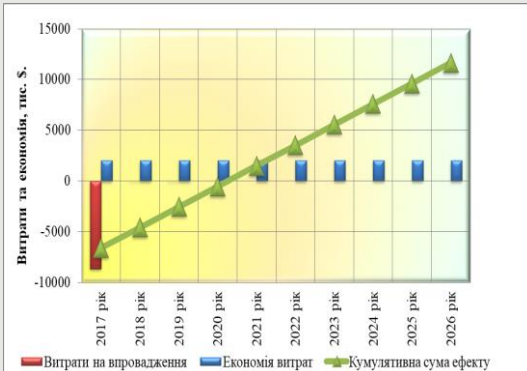
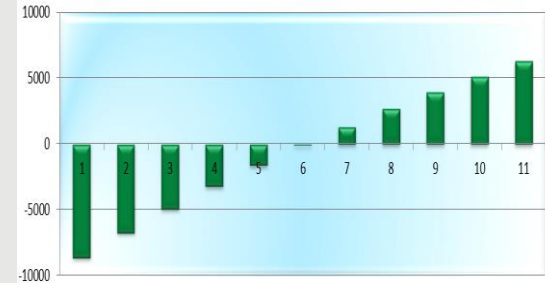
# Показники що використовуються для оцінки економічних вигод

- капітальні інвестиції (K);
- чиста річна економія (S);
- чиста приведена вартість (NPV);
- внутрішня норма рентабельності (IRR);
- дисконтований термін окупності (DPP).

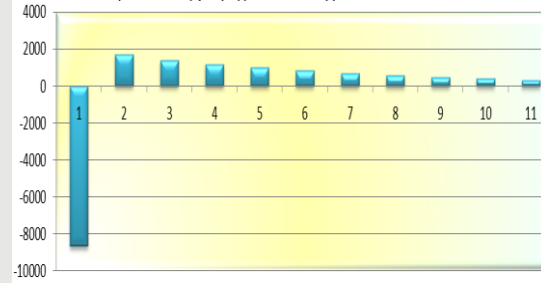
## Приклад

Реалізація заходу впровадження ТНКС на КОС м. Львова вимагає капіталовкладень в обсязі 8,7 млн.\$ При цьому простий термін окупності становить 4,3 роки, дисконтований термін окупності – 5,1 років при ставці дисконтування 6%, внутрішня ставка прибутковості інвестицій - 19,5%. Чистий дисконтований прибуток складе приблизно 6,3млн.\$ за період 10 років.

Дисконтований строк окупності проекту (5,1 років)  
у період з 2017 по 2026 рр. NPV = 6280,6 тис.\$, RD = 19,5



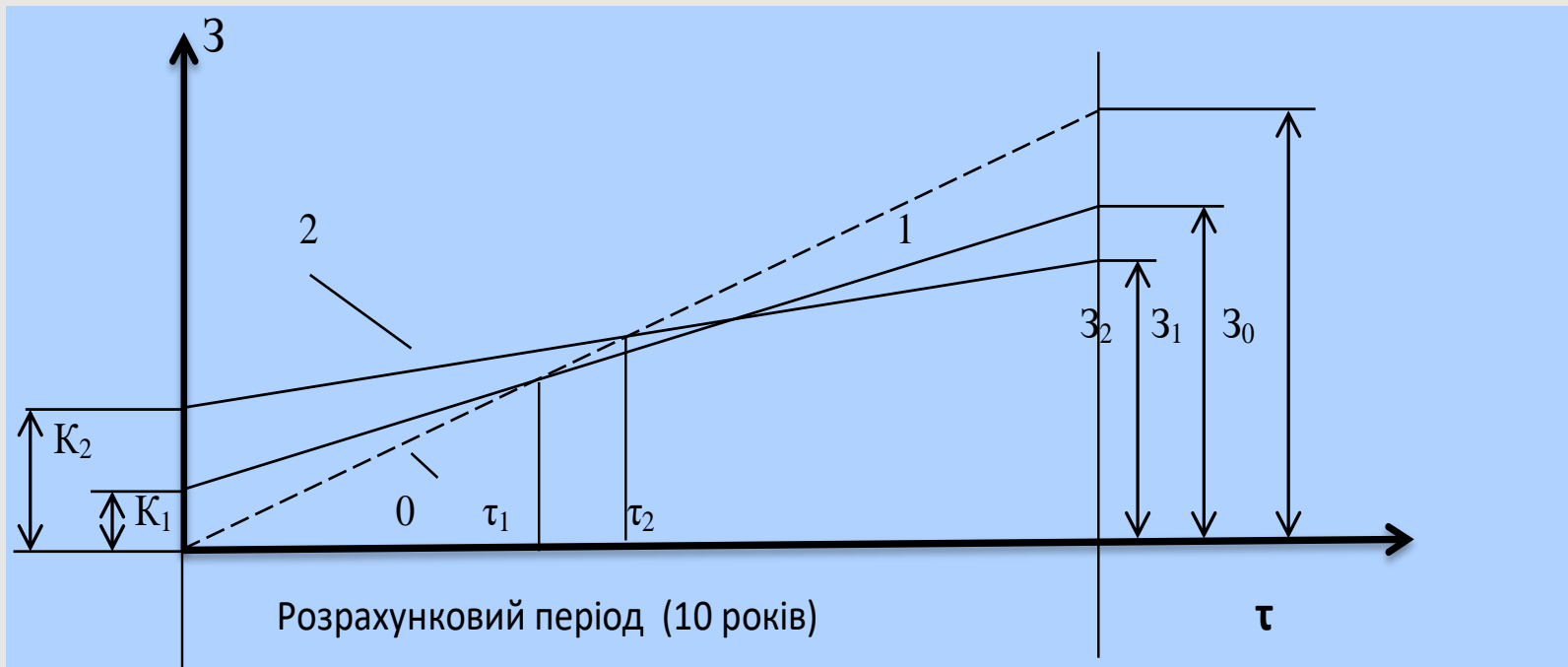
Внутрішня ставка прибутковості інвестицій  
(IRR = 19,5 %) у період 2017по 2026 рр. NPV = 6280,6 тис.\$



Чистий дисконтований дохід  
(NPV = 6280,6 тис.\$) у період з 2017по 2026 рр.

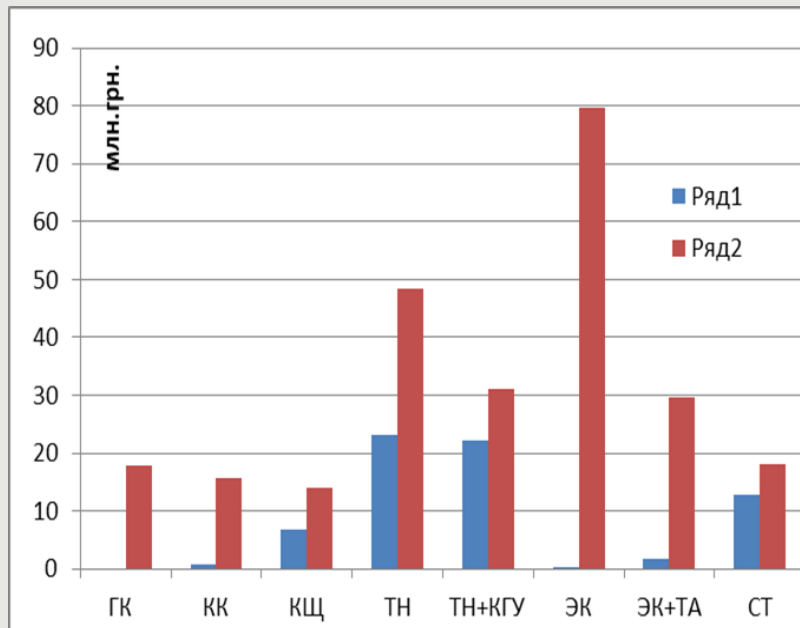


В простому випадку (разові капітальні витрати, без урахування вартості коштів у часі) можливо застосовувати показник сумарних витрат





## Співставлення капітальних та сумарних витрат



Капітальні (1) та сумарні (2) витрати (за 10 років) для різних теплових джерел потужністю 1 МВт

За десятирічний період експлуатації частка капітальних витрат для електрокотлів і газових котлів не перевищує 5%, для автоматизованих котлів на трісці, теплових насосів і комбінованих теплових джерел в складі теплових насосів та когенераційних установок частка капітальних витрат більш істотна, але не перевищує 37%. Для всіх теплових джерел визначальним фактором формування сумарних витрат є не величина капітальних витрат.

## Додаткові міркування аналізу витрат та вигод

- У грошовому еквіваленті досить просто можуть бути виражені капітальні витрати й економічні вигоди. Екологічні та соціальні вигоди в грошовому еквіваленті можуть бути виражені тільки частково і з певною часткою умовності. Для врахування у цих вигод при порівнянні варіантів і проектів можуть бути додатково використані **методи експертних оцінок**.
- Необхідно брати до уваги **фінансові обмеження**, які повинні формулюватися з урахуванням бюджету розвитку населеного пункту. Загальний підхід полягає в тому, щоб ранжувати проекти за терміном окупності і відсікати проекти з найбільшим терміном окупності.



# Джерела фінансування проектів з модернізації та розвитку СЦТ

- Власні кошти теплопостачальних організацій. Тарифи на теплову енергію.
- Бюджетні кошти різних рівнів (міський, обласний, державний)
- Фінансові кошти приватних інвесторів
- Еско-схеми
- Банківські кредити



**Тарифи на теплову енергію повинні покривати експлуатаційні та капітальні витрати**

# Геоінформаційні системи (ГІС)

**Геоінформаційна система** — сучасна комп'ютерна технологія, що дозволяє поєднати модельне зображення території (електронне відображення карт, схем, космо-, аерозображень земної поверхні) з інформацією табличного типу (різноманітні статистичні дані, списки, економічні показники тощо). Також, під геоінформаційною системою розуміють систему управління просторовими даними та асоційованими з ними атрибутами.



## Етапи побудови ГІС



Для отримання достовірної інформації про роботу системи теплопостачання математична модель обов'язково калібрується по напірно-витратним характеристикам (відповідність фактичним показанням в контрольних точках) та погоджується з Замовником.

# Функції ГИС

## Теплогідравлічні розрахунки

Невід'ємною частиною ГИС є наступні основні теплогідравлічні розрахунки

**Повірочний розрахунок** - розрахунок діючого фактичного положення системи тепlopостачання відповідно до заданого режиму роботи;

- Пошук перевантажених ділянок мереж, які лімітують пропускну здатність трубопроводів;
- Щорічний аналіз та оцінка ефективності роботи теплових мереж;
- Моделювання переливань, оцінка їх впливу на систему;
- Моделювання аварійних ситуацій, обґрунтування заходів щодо мінімізації їх наслідків;
- Оцінка впливу на систему тепlopостачання збільшення або зменшення споживання теплової енергії.

**Налагоджувальний розрахунок** - розрахунок рекомендованих дроселюючих пристроїв (елеваторів, шайб) для розподілу тепла відповідно з необхідним розрахунковим навантаженням, підбір і визначення місць їх встановлення.

- ✓ Встановлення рекомендованих дроселюючих пристроїв в системі тепlopостачання без реконструкції мереж дозволить уникнути розбалансування системи та скоротити витрати теплоносія на його підготовку та перекачування, а також домогтись зменшення наявних напорів.

ГИС відіграє значну роль у створенні нових оптимальних схем централізованого тепlopостачання міст та визначенні стратегії розвитку міста в цілому.

ГИС дає можливість в найкоротші терміни розробити моделі оптимізованих схем і виконати всі необхідні термічні, гідравлічні і техніко-економічні розрахунки.

## Порівняння ГІС

Характеристика	Neplan	Ortep	TGID	Globema	Planora
Український (або російський) інтерфейс	0	0	1	1	1
WEB-інтерфейс	1	1	1	1	1
Модуль управління інвестиціями	1	1	0	1	1
Імпорт / Експорт MS Office	1	1	1	1	1
Якість відповідей на запит*	2	1	2	0	1
Впровадження в Україні *	0	0	2	1	0
Загальна оцінка	5	4	7	5	5

# Проект Енергетичної Безпеки

Цей документ став можливим завдяки підтримці американського народу через Агентство США з міжнародного розвитку (USAID). Tetra Tech ES, Inc. несе повну відповідальність за зміст цього документу. Викладений зміст не обов'язково відображає позицію USAID або Уряду Сполучених Штатів.

