



USAID

ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Концептуальні положення планування в сфері теплопостачання

д.т.н. Нікітін Є.Є.



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Актуальність

- Відсутність актуальних схем теплопостачання у більшості населених пунктів
- Методичні рекомендації з розроблення енерго- та екологоефективних схем теплопостачання населених пунктів України (Наказ Мінрегіону від 26.04.2006 N 147) та регіональної програми модернізації систем теплопостачання (Постанова Кабінету Міністрів України від 2 квітня 2009 р. №401) потребують оновлення.



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Централізоване теплопостачання України

Котелень – 32725 (152 тис. МВт)

Котлів – 75830

ТЕС (на балансі ЖКГ) – 4 (1980 МВт(t))

ТЕС (всього >20 МВт(e)) - 48 (25,2 тис. МВт(e))

АЕС – 4 (13,1 тис. МВт (e))

Теплові мережі - 21,5 тис. км (двохтр.)

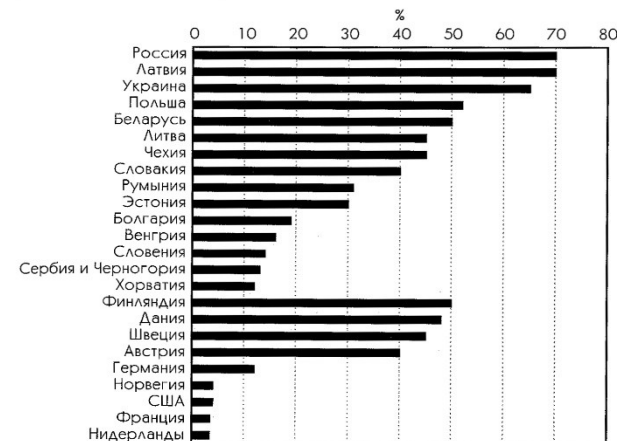
Споживання природного газу – 14%

Частка централізованого теплопостачання - 65%

Частка котелень у виробництві теплоти – 75%

Частка природного газу в котельнях – 67%

Доля централизованного теплоснабжения на рынке
отопления жилого сектора



Примечание: не во всех странах собираются совместимые данные о рынках централизованного теплоснабжения на регулярной основе. В основном, указанные данные относятся к 2001 г., данные по некоторым странам были доступны только за более поздний период. Источники: Eurostat and Power G.

Таблица 1.2.

Крупные системы централизованного теплоснабжения в мире
(в петаджоулях)

Город	Продажи тепловой энергии
Москва	281
Санкт-Петербург	96
Киев	55
Варшава	38
Стокгольм	33
Сеул	32
Берлин	31
Нью-Йорк	28
Хельсинки	24
София	22
Париж	21
Вена	18
Мюнхен	16
Прага	15
Копенгаген ^б	15

Примечания: Таблица основана на данных за отопительный сезон 2001-2002 гг. В России, в частности, имеются другие крупные системы, не включенные в эту таблицу из-за отсутствия данных. Источники: Свен Бернер, "FVB District Energy".



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Основні проблеми

- ❑ Існуючі СЦТ не в повній мірі відповідають базовій ідеї централізованого теплопостачання. Домінування газових котлів
- ❑ Відключення теплових споживачів, ліквідація централізованого ГВП, зниження обсягів вироблення теплової енергії
- ❑ Фрагментарний підхід до модернізації СЦТ
- ❑ Велика зношеність труб ТМ та великі витрати на їх заміну. Низька окупність цих витрат.
- ❑ Високий тариф на теплову енергію для населення.
- ❑ Низька якість послуг централізованого теплопостачання.
- ❑ Брак достовірної інформації про фактичний стан СЦТ.



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Відпуск теплової енергії джерелами централізованого теплопостачання*

Види теплогенеруючих джерел	Обсяги відпуску теплової енергії генеруючими підприємствами						Встановлена теплова потужність					
	2005 р.		2013 р.		2015 р.		2005 р.		2013 р.		2015 р.	
	млн Гкал	%	млн Гкал	%	млн Гкал	%	тис. Гкал/ год	тис. МВт	тис. Гкал/ год	тис. МВт	тис. Гкал/ год	тис. МВт
1. Конденсаційні теплові електростанції (КЕС)	2,14	1,2	1,67	1,1	1,65	1,6	5,41	6,29	5,41	6,29	5,41	6,29
2. Атомні електростанції	1,68	0,8	1,63	1,1	1,5	1,5	2,56	2,98	2,56	2,98	2,56	2,98
3. Теплові електростанції комбінованого виробництва тепла і електроенергії (ТЕЦ)	33,7	17,2	27,6	18,6	25,3	25,5	8,50	9,86	8,49	9,85	6,2	7,2
4. ТЕЦ підприємств	27,4	14,0	16,8	11,3	10,3	10,4	16,36	18,98	17,71	20,52	14,0	16,3
5. Опаповальні котельні	117,3	59,7	89,1	60,0	54,2	54,7	145,9	169,25	114,03	132,27	93,5	108,5
6. Утилізаційні установки	14,0	7,1	11,6	7,9	6,3	6,3	3,4	3,9	2,5	2,9	2,0	2,3
Всього за теплогенеруючими джерелами	196,2	100	148,3	100	99,2	100	182,13	211,26	150,70	174,81	123,67	143,57

* Г.О. КУЦ, канд. техн. наук, ст. наук. співр., О.Є. МАЛЯРЕНКО, канд. техн. наук, ст. наук. співр., В.В. СТАНИЦІНА, канд. техн. наук, О.Ю. БОГОСЛАВСЬКА, канд. екон. наук. Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна
Проблеми загальної енергетики, №4, 2017 р. ОЦІНКА СТАНУ ТА ПРОГНОЗ СТРУКТУРИ ПАЛИВА ТА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ З УРАХУВАННЯМ РЕГІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Дорожня карта EU 27 з централізованого теплопостачання

District Heating Production for Heating Buildings from 2010 to 2050

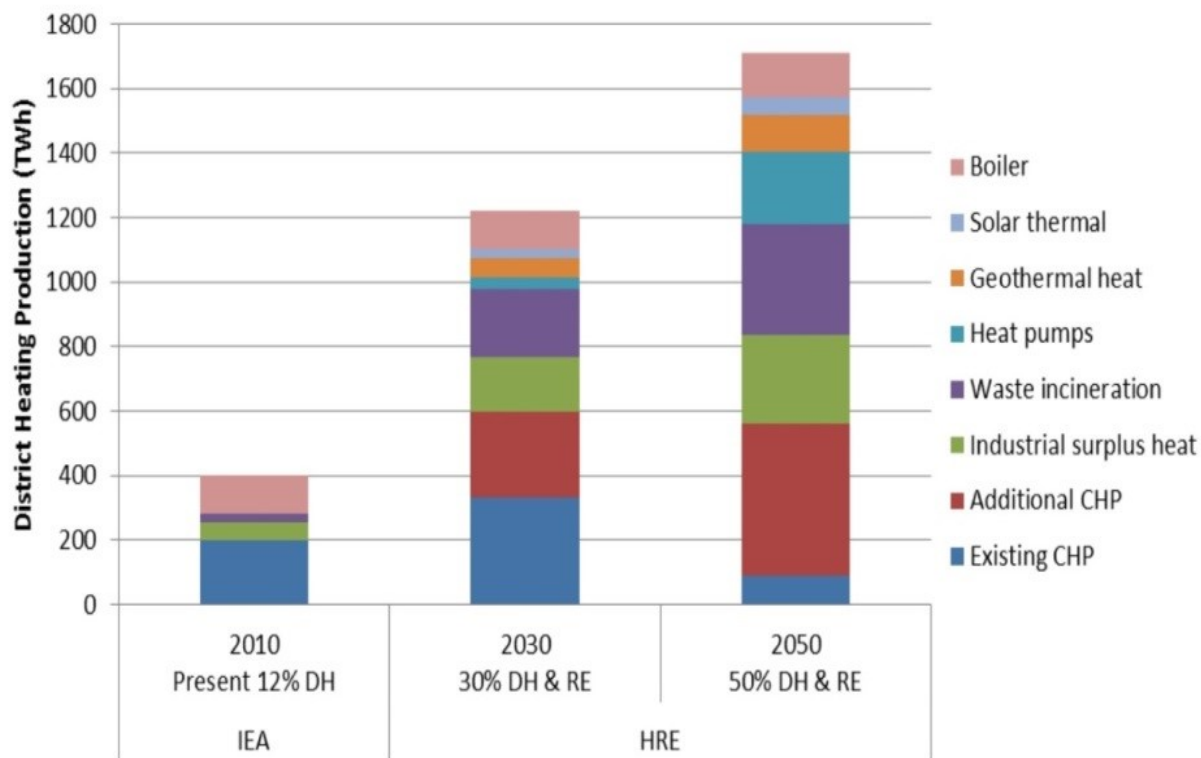


Figure 36: District heating production for the entire EU27 energy system in 2010, 2030, and 2050 under a business-as-usual scenario and if district heating and CHP were expanded to 30% in 2030 and 50% in 2050, in combination with the expansion of industrial excess heat, waste incineration, geothermal, and solar thermal heat for district heating.



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Потенціальні переваги СЦТ

- Виробництво теплової енергії при найнижчих викидах CO₂;
- Багатопаливність, відхід від залежності від одного виду палива, особливо - природного газу;
- Можливість спільного вироблення теплової та електричної енергії;
- Можливість використання сміття, а також скидної теплової енергії;
- Акумулювання теплової енергії в умовах нерівномірності її споживання та виробництва;
- Широкомасштабне використання сонячної енергії для гарячого водопостачання та опалення.



Рис. 1. В централизованном теплоснабжении можно использовать различные источники



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Історія СЦТ

- ❑ Нью-Йорк, 1877 р., теплопостачання густонаселеного району;
- ❑ Копенгаген, 1903 р., використання теплоти сміттєспалювального заводу;
- ❑ Санкт-Петербург, 1903 р., використання теплоти відпрацьованої пари;
- ❑ Ісландія, 1908 р., використання геотермальної енергії.

Резюме: історія виникнення СЦТ пов'язана з використанням скидної теплової енергії



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Концептуальні положення планування в сфері СЦТ

1. Необхідність потужної державної технічної політики у сфері СЦТ
2. Комплексний підхід до модернізації СЦТ, ТМ і будівель.
3. Планування на основі показників поточного стану і довгострокового прогнозування в сфері СЦТ. Впровадження СЕМ в СЦТ .
4. Наявність енергоефективних проектів-лідерів, які забезпечують суттєве зниження питомих витрат умовного палива і (або) енергетичної складової собівартості теплоти у порівнянні з традиційними газовими котлами.
5. Комбінування енергоефективних та інфраструктурних проектів з метою забезпечення прийнятних комплексних показників пакету запропонованих проектів.
6. Оптимізація структури СЦТ. Поєднання інтеграції та децентралізації ТМ.



USAID

ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ



**Велика кількість варіантів модернізації
СЦТ**



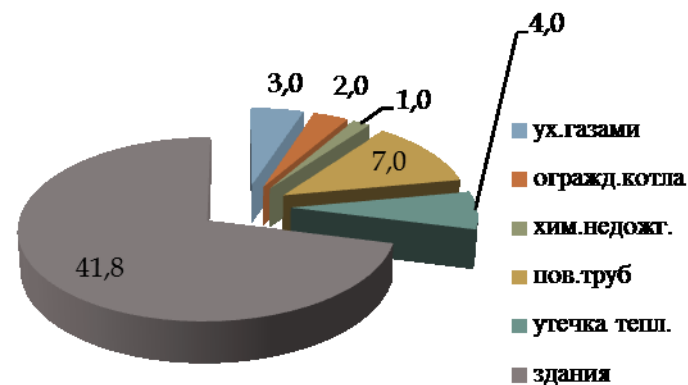
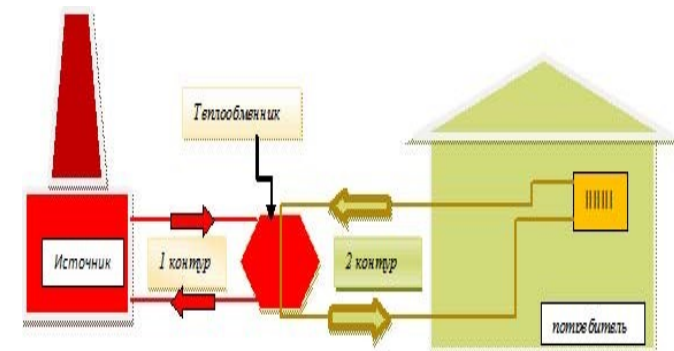
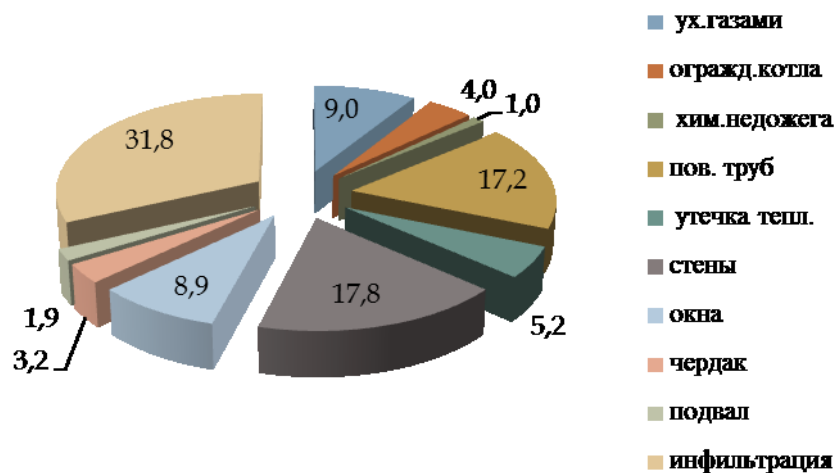
**Розбіжність цільових установок суб'єктів
діяльності в сфері СЦТ**



**Велика ймовірність прийняття незбалансованих
(неоптимальних) управлінських рішень**



**Необхідність сильної державної
політики в сфері СЦТ**

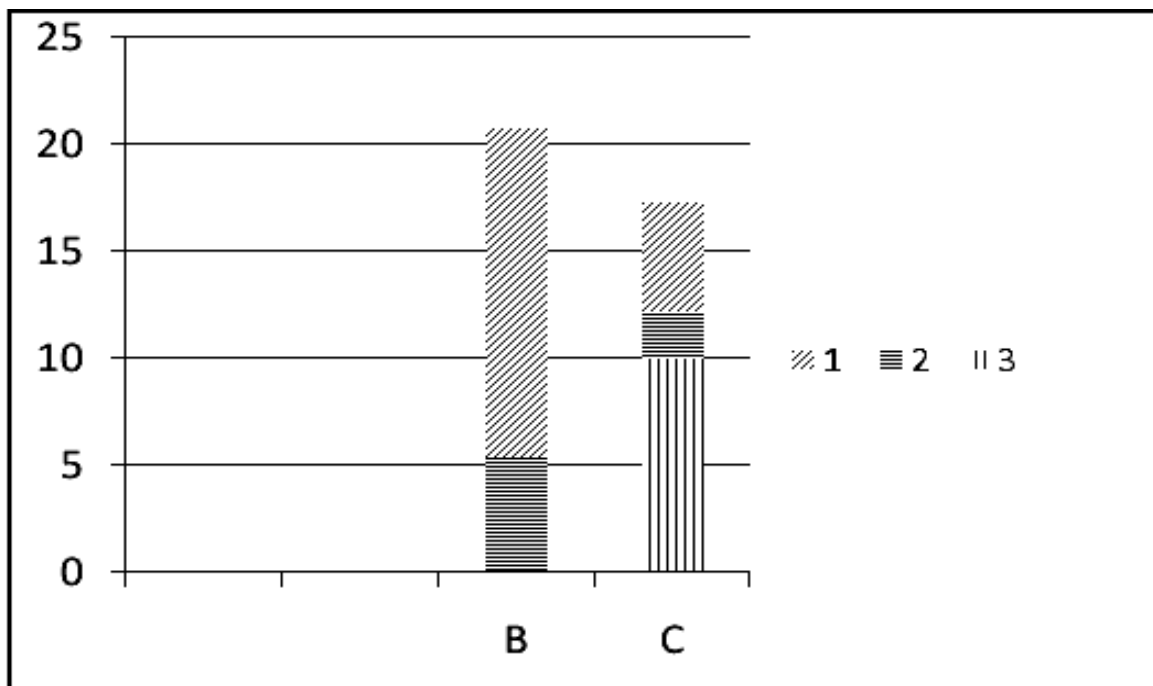


Баланс використання теплоти палива



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Комплексна термомодернізація СЦТ і будівель



Сумарні витрати по варіантам В і С для теплового району 5,6 МВт з тепловою мережею 5 км. Горизонт планування – 30 років. 1 – експлуатаційні, 2, 3 – капітальні витрати для модернізації СЦТ і будівель, млн. \$.



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Показники поточного стану СЦТ

Група показників	Об'єкт		
	ТД	ТМ	Будівлі
Енергоефективність	Комплексний коефіцієнт енергетичної ефективності СЦТ, коефіцієнт ефективності використання палива в СЦТ, питома витрати палива та електроенергії на одиницю опалювальної площі		
	Питома витрата умовного палива на виробництво теплової та електричної енергії	Теплові втрати в ТМ; питома витрата електроенергії на транспортування теплоносія; величина підживлення теплоносія	Питоме споживання теплоти будівлями
Структура	Встановлена потужність та приєднані навантаження; гістограма приєднаних навантажень різних ТД; гістограма інтервалів встановлених потужностей ТД; частка ТЕС, НВДЕ	Питома протяжність ТМ	Характеристика забудови (рік, поверховість, серія); наявність централізованого ГВ; кількість відключень споживачів від СЦТ
Якість теплопостачання	Кореляція між температурою зовнішнього повітря та відпуском теплоти від ТД	Відповідність температури та витрати теплоносія нормативним значенням	Кореляція між температурою зовнішнього повітря та споживанням теплоти в будівлях
Надійність теплопостачання	Наявність резервних ТД. Можливість використання різних видів ПЕР	Кількість пошкоджень у рік на 1 км ТМ	Кількість пошкоджень труб внутрішньо будинкової системи теплопостачання

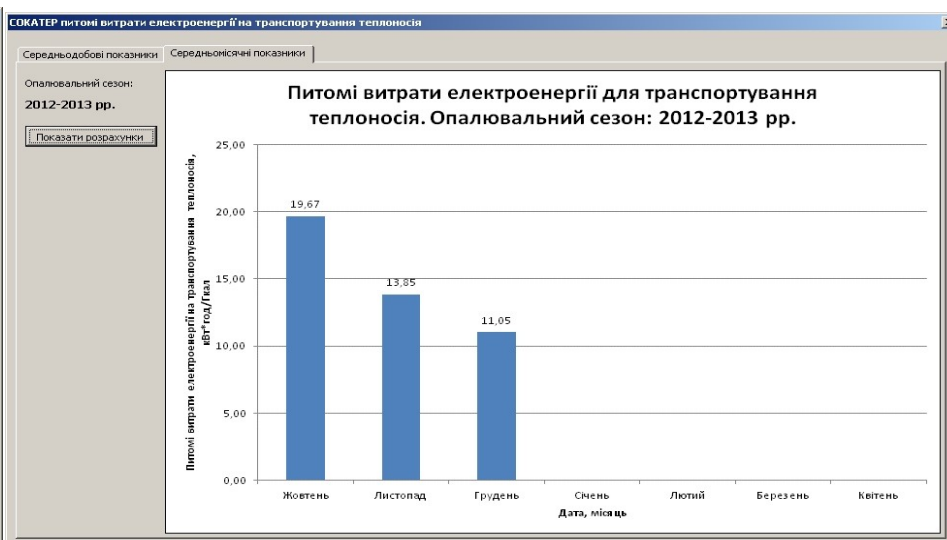
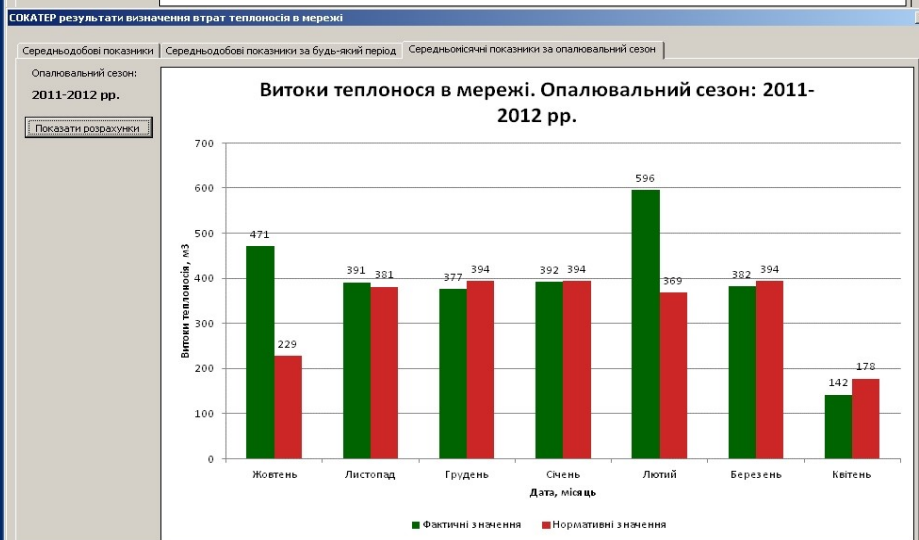
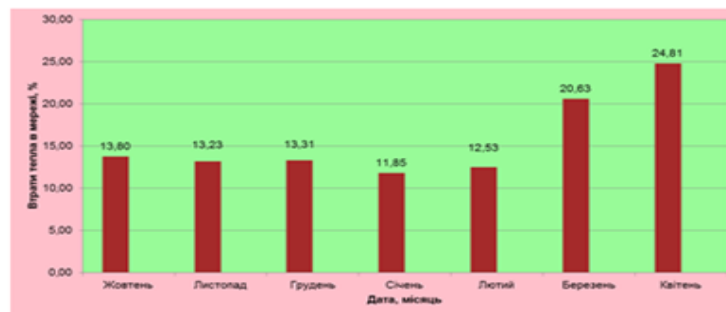


USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Показники енергоефективності



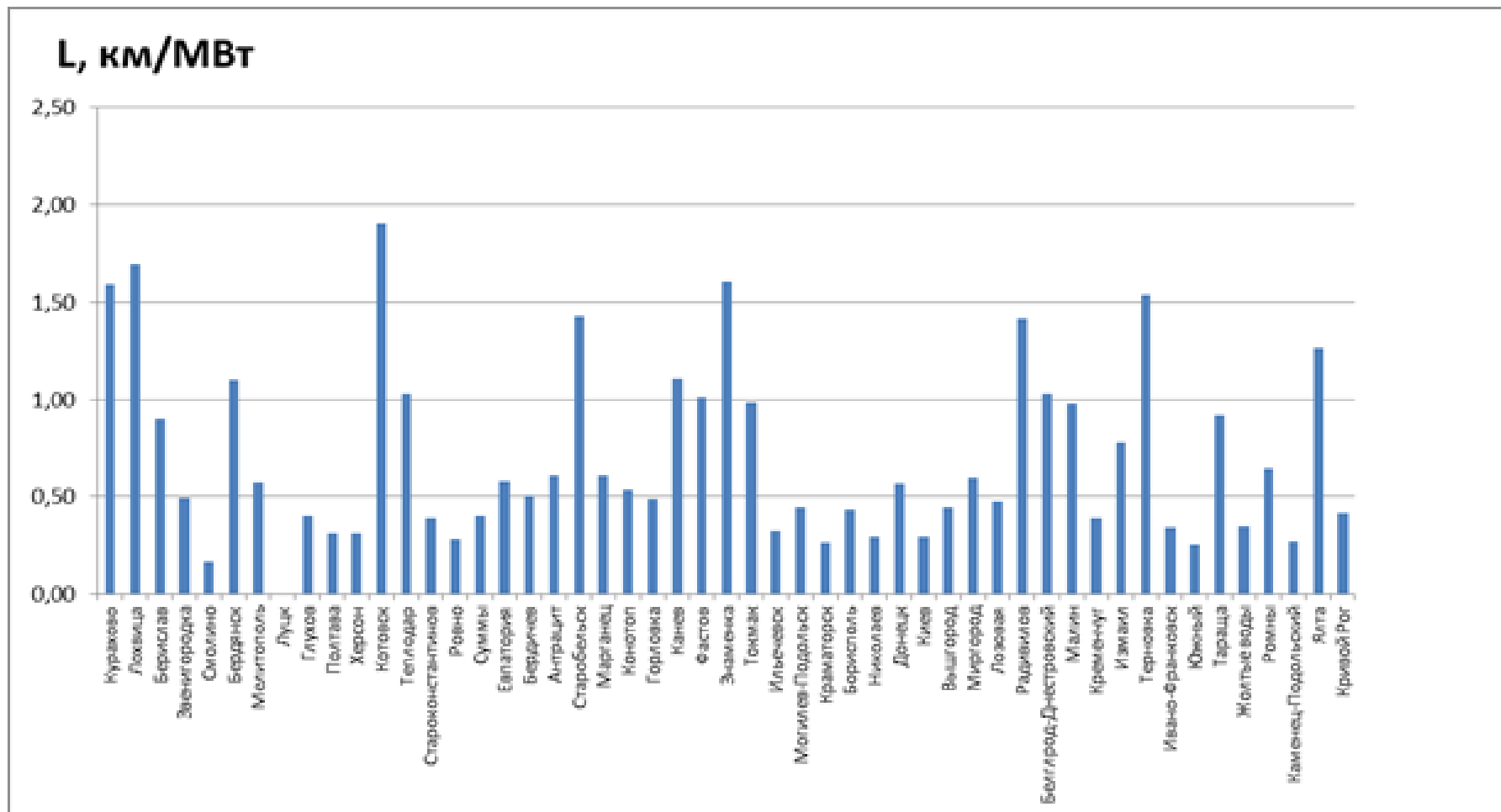
Потери в тепловых сетях





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Питома протяжність ТМ





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Показники якості теплопостачання

СОКАТЕР порівняння фактичного та розрахункового теплоспоживання будинків

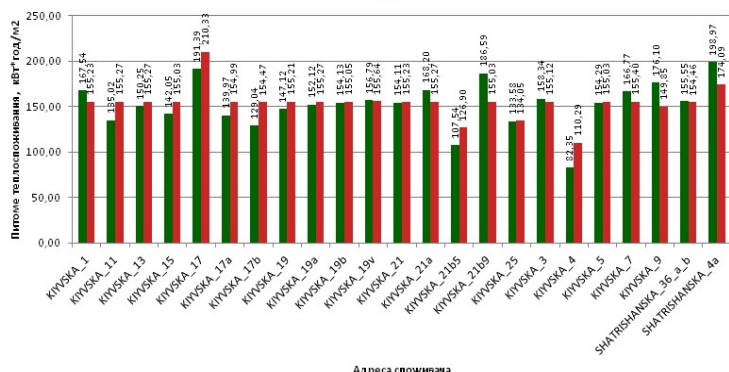
Середньодобові показники за місяць Середньодобові показники за опалювальний сезон Середньомісячні показники всіх споживачів

Опалювальний сезон:

2011-2012 рр.

Показати розрахунки

Порівняння фактичного та розрахункового питомого теплоспоживання будівель. Опалювальний сезон: 2011-2012 рр.



Адреса споживача

СОКАТЕР аналіз відповідності температури та витрати теплоносія

Подавальний трубопровід Зворотній трубопровід Витрата теплоносія

Оберіть дату початку:

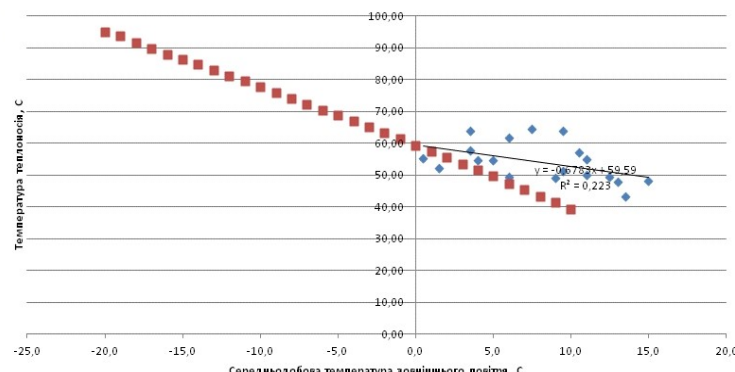
14.10.2012

Оберіть дату закінчення:

01.11.2012

Показати розрахунки

Відношення фактичної та нормативної температури в подавальному трубопроводі, за період: 14.10.2012-01.11.2012



СОКАТЕР аналіз відповідності температури та витрати теплоносія

Подавальний трубопровід Зворотній трубопровід Витрата теплоносія

Оберіть дату початку:

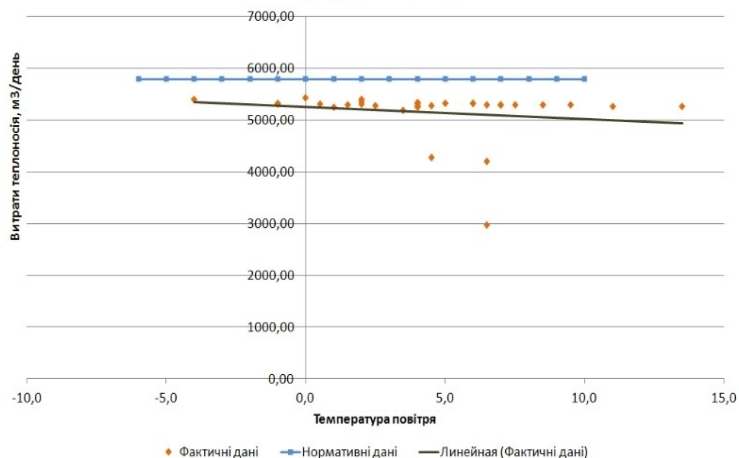
04.11.2012

Оберіть дату закінчення:

04.12.2012

Показати розрахунки

Відношення фактичної та нормативної витрати теплоносія в котельній. Період: 4.11.12-4.12.12



СОКАТЕР аналіз якості погодного регулювання

Показники котельної Показники споживача

Оберіть дату початку:

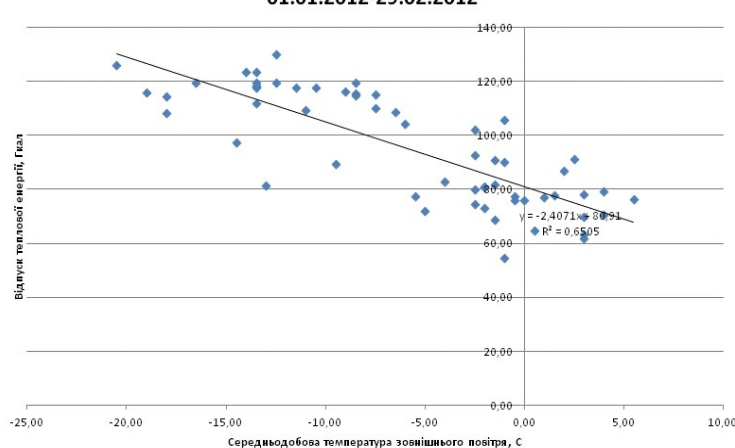
01.01.2012

Оберіть дату закінчення:

29.02.2012

Показати розрахунки

Аналіз якості погодного регулювання в котельній, за період: 01.01.2012-29.02.2012

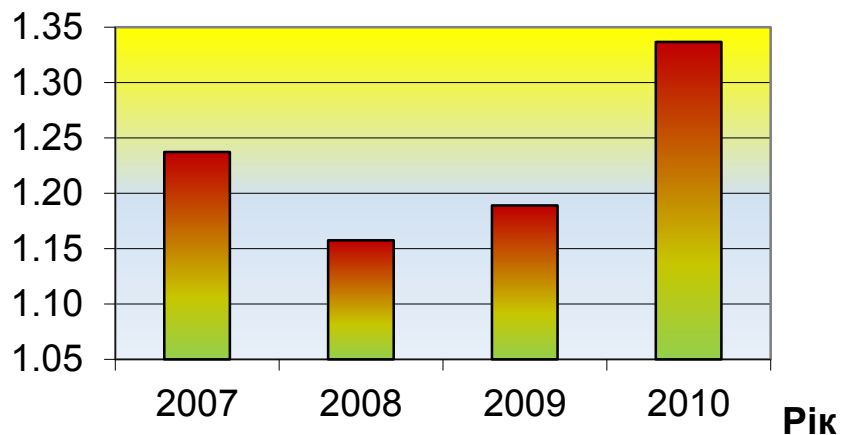




USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Надійність теплових мереж

Трубопроводи			Срок эксплуатации					
Способ прокладки	Длина*		< 5 лет		5 - 15 лет		> 15 лет	
	км	%	км	%	км	%	км	%
Подземный, в каналах и б/к	83	100	32	39	14	17	37	44



Пошкодження ТМ



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Прогнозування параметрів роботи системи тепlopостачання

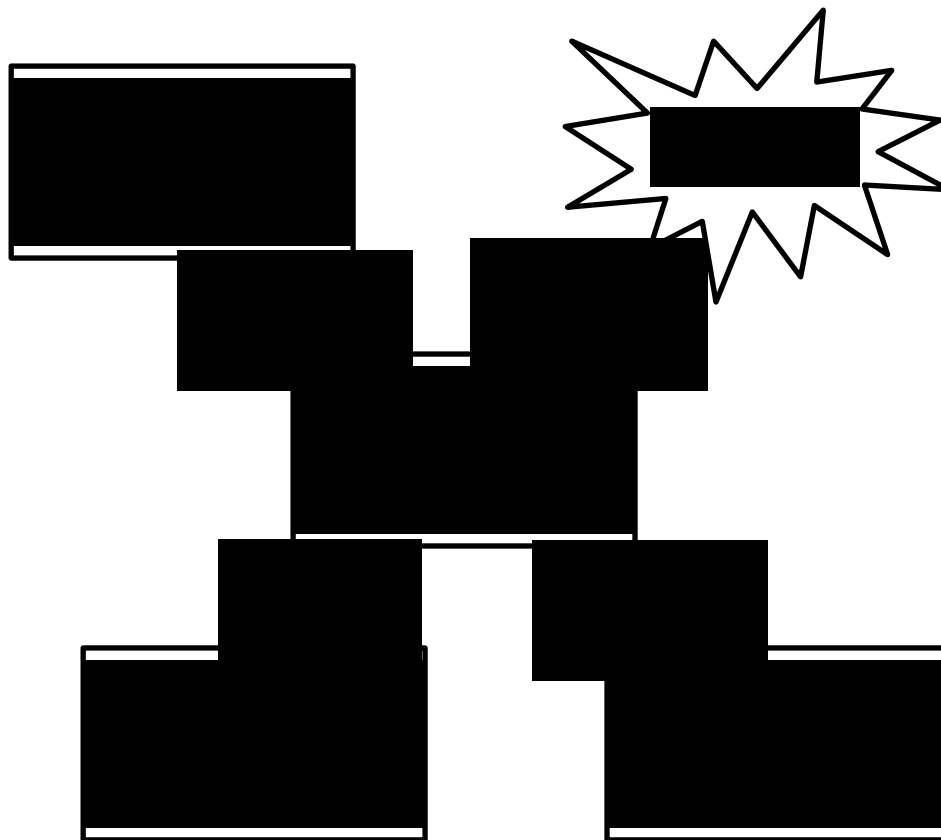
Довгострокове прогнозування пов'язане з вирішенням завдання модернізації і будівництва систем теплозабезпечення на 10 – 20 років. Є необхідність довгострокового прогнозування таких показників:

- обсягів збуту теплової енергії, який, у свою чергу, залежить від обсягів нового будівництва, термомодернізації будівель, зміни чисельності населення, конкуренції на ринку теплової енергії;
- цін на покупні ПЕР та теплову енергію, що відпускається;
- залишкового ресурсу роботи обладнання систем тепlopостачання, насамперед труб теплових мереж.



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Формування переліку проектів





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Енергетична ефективність теплових джерел

№ п/п	Джерело теплоти	Питома витрата умовного палива на виробництво теплоти, кг у.п./Гкал	Паливна складова собівартості теплоти, грн./Гкал
1.	Типова газова котельня	166,2	979
2.	Енергоефективна газова котельня	155,3	915
3.	Конденсаційна котельня на природному газі	140,1	825
4.	ТЕЦ на природному газі	152	895
5.	Биопаливна котельня	164,2	821
6.	ТЕЦ на біопаливі	173	865
7.	Скидна теплота опалювальних параметрів (більш 60°C)	0	240
8.	Теплонасосно-когенераційна установка, яка використовує низькопотенційну скидну теплоту (менш 60°C) і природний газ	78	459



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Утилізація скидної теплової енергії промпідприємств

Утилізація скидної теплової енергії АКХЗ для теплопостачання теплового району котельні «Заводська» в м. Алчевські.

Потужність - 26 МВт.

Річна економія природного газу - 12,9 млн. м³/год.

Термін окупності – 1,7 років.

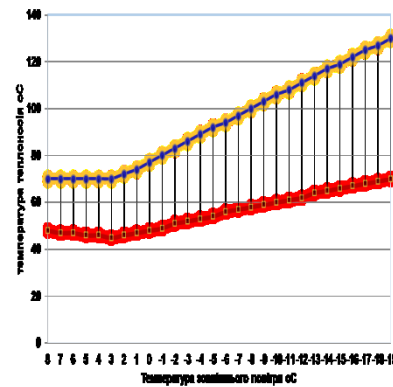
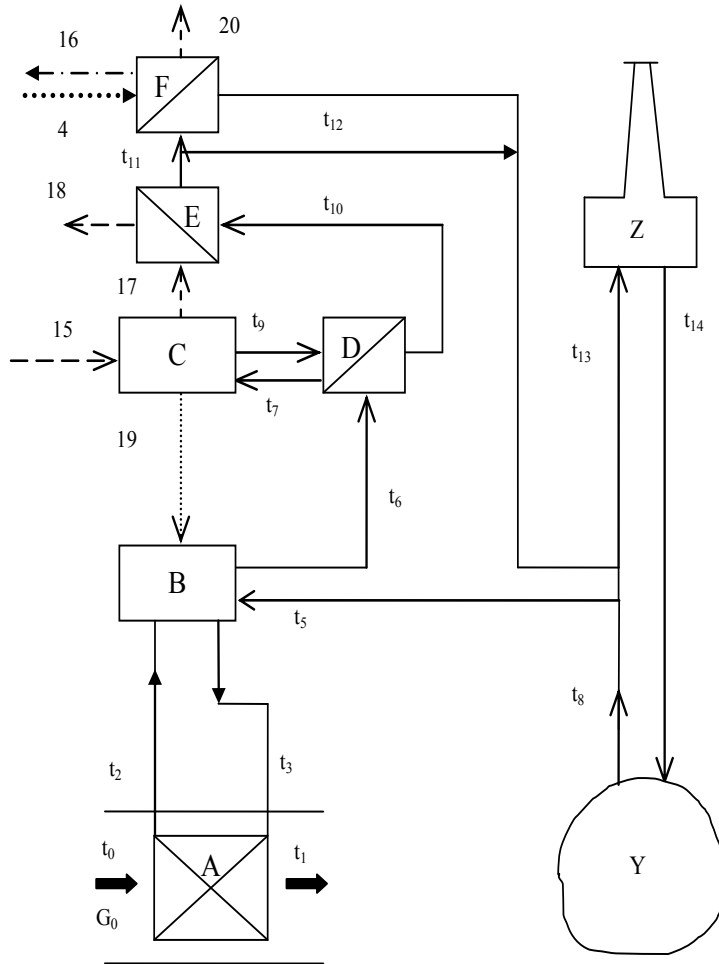
Зниження собівартості теплової енергії в 1,6 рази.





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Використання скидної теплоти КОС (м. Львів)



Кількість днів	Т зовн. повітря			Т2			Т1		
	початок	кінець	середнє	початок	кінець	середнє	початок	кінець	середнє
178	4,0	26,1	16,4	40	42	41	70	70	70
19	2,5	3,5	3,0	44	46	45	70	70	70
87	3,5	12,4	6,4	46	48	47	70	70	70
52	-0,4	2,4	0,9	46	48	47	72	77	74,5
10	-0,5	-1,5	-1,0	48	50	49	77	81	79,0
11	-1,6	-3,4	-2,5	50	52	51	81	86	83,5
3	-3,5	-5,4	-4,3	52	54	53	86	92	89,0
1	-5,5	-6,4	-6,0	54	56	55	92	94	93,0
1	-6,5	-8,4	-8,4	56	58	57	94	100	97,0
2	-8,5	-10,4	-8,7	58	60	59	100	106	103,0
	-10,5	-12,4		60	62	61	106	111	108,5
	-12,5	-13,4		62	64	63	111	114	112,5
1	-13,5	-15,4	-14,9	64	66	65	114	119	116,5



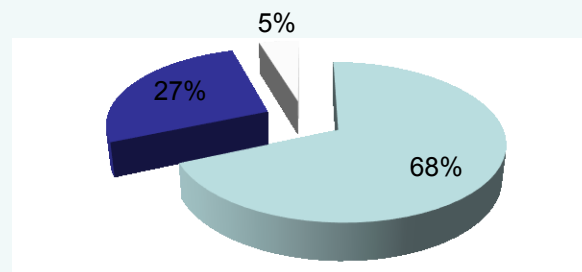
USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

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	м³/год	960,46
Річна тривалість роботи	год	8000,00
Ціна природного газу	грн./1000 м³	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

Структура капітальних витрат

■ ТН ■ КГУ ■ ТС и насос





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Підвищення енергоефективності ГВП

Котельня	Ефективність виробництва ГВ, %	
	травень	червень
Молодіжна, 2	60	63
Курчатова, 8	65	65



№	Показник	№ варіантів				
		1	2	3	4	0
1.	Склад обладнання	ЕК+БА	ЕК+С К+БА	ТН+Б А	ТН+СК +БА	К
2.	Електрична потужність основного ТД, кВт	570	570	163	163	0
3.	Площа СК, м ²	0	100	0	100	0
4.	Ємність БА, м ³	20	20	20	20	0
5.	Капітальні витрати, тис. грн.	722	1497	7097	7871	0
6.	Річна економія, тис. грн.	301	338	704	740	0
7.	Термін окупності кап. витрат, років	2,4	4,4	10,1	10,6	-
8.	Енергетична складова собівартості ГВ, грн./м ³	37,28	34,80	10,44	7,97	57

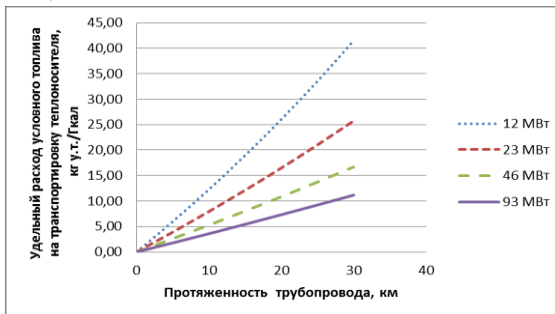


USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Передумови інтеграції або децентралізації теплових мереж

Інтеграція

- Наявність поруч розташованих ТД з різним рівнем енергетичної ефективності та резервом встановленої потужності.
- Потенціальна можливість використання скидної теплової енергії.
- Можливість теплопостачання від ТЕС.
- Потенціальна можливість будівництва теплових джерел на біопаливі.
- Комплексне вирішення проблем теплопостачання та утилізації міських відходів (ТПВ, мулові осади).



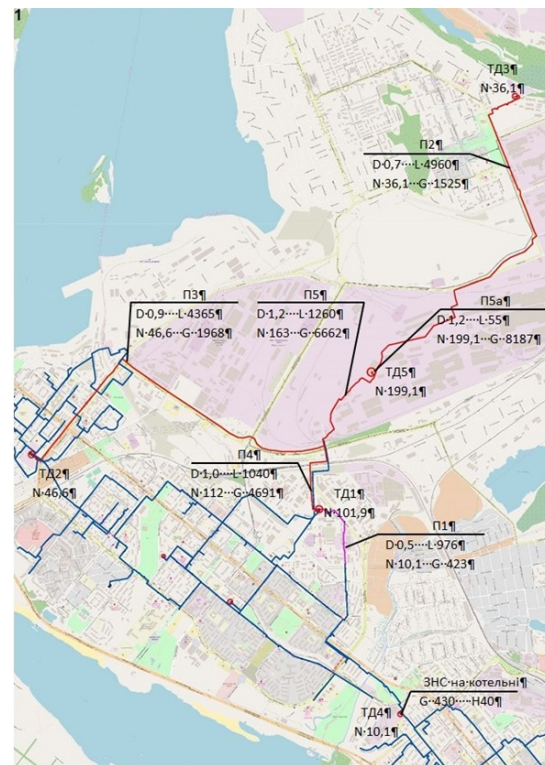
Децентралізація

- Наявність віддалених одиничних теплових споживачів.
- Наявність багатоквартирних будинків, у яких більш 30% мають індивідуальні ТД.
- Вичерпання ресурсу ТМ.
- Експлуатація газових котлів з низьким ККД.
- Щільність теплового навантаження менш 0,11 МВт/га

Приклад інтеграції ТМ

Подавання скидної теплової енергії від заводу «Запоріжсталь» для теплопостачання в опалювальний період споживачів котелень адмірала Нахімова, 4; Металургів, 32; Шкільна, 2а; Ушакова, 251. Створення на заводі «Запоріжсталь» теплонасосно-когенераційної станції потужністю 200 МВт.

Потужність теплонасосно-когенераційної станції, МВт	230
Протяжність додаткових трубопроводів, км	12,7
Питома витрата умовного палива до інтеграції, кг у.п./Гкал	158
Питома витрата умовного палива після інтеграції, кг у.п./Гкал	78
Паливна складова собівартості теплової енергії до інтеграції, грн./Гкал	931
Паливна складова собівартості теплової енергії після інтеграції, грн./Гкал	459
Річна економія витрат на паливо, млн. грн.	341





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Ефективний радіус теплопостачання ТЕС

Протяжність, км	0.1 \$/кг у.п. 1 м/с 4440 год			
	Приєднане навантаження, МВт			
	10	20	40	80
2	19.3/0.68	15.9/1.41	13.6*/2.88	12.0/5.83
4	42.5/0.62	33.8/1.33	28.3/2.76	24..6/5.67
8	>50**/0.49	>50/1.15	>50/2.53	>50/5.36
16	>50/0.24	>50/0.81	>50/2.07	>50/4.74
32	>50/-0.27	>50/0.13	>50/1.15	>50/3.49
Lmax	23.5	37.0	52.0	77.5

	0.4 \$/ кг у.п. 1,5 м/с 8640 год			
2	1.9/0.66	1.5/1.37	1.3/2.83	1.1/5.77
4	4.5/0.56	3.4/1.25	2.7/2.67	2.3/5.56
8	13.5/0.38	8.4/1.01	6.2/2.35	5.0/5.14
16	>50/0.00	32.8/0.52	17.1/1.7	11.9/4.30
32	>50/-0.74	>50/-0.46	>50/0.42	>50/2.63
Lmax	16 км	24.5 км	37.3	57.4



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Висновки

1. Для проведення енергоефективної модернізації СЦТ необхідно посилення державної технічної політики та удосконалення нормативно-методичної бази на принципах, які відповідають світовим тенденціям розвитку СЦТ.
2. Державна технічна політика в сфері модернізації СЦТ повинна базуватися на таких основних принципах:
 - Комплексний підхід до модернізації СЦТ і підключених до них будівель;
 - Формування програм і вибір проектів на основі результатів аналізу уніфікованих показників поточного стану СЦТ, а також прогнозу змінення основних впливаючих факторів;
 - Застосування сучасних технологій, які дозволяють суттєво знизити енергетичну складову собівартості теплової енергії у порівнянні з показниками традиційних газових котлів;
 - Схеми теплових мереж повинні забезпечувати можливість максимально повного використання встановленої потужності найбільш енергоефективних теплових джерел;
 - Теплопостачання як за допомогою СЦТ, так і за допомогою децентралізованих теплових джерел (ДТД). При цьому повинна бути зафіксована довготривала перспектива розвитку зон СЦТ і ДТД.



USAID

ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Дякую за увагу

Thank you for your attention