

Потенціал управління попитом споживачів в балансуванні енергостеми України

Робоча група експертів українського національного комітету СІГРЕ



cigre

For power system expertise

Керівник Сергій Кучер

17.10.2023

Протягом 2022-23 років робоча група СІГРЕ-Україна робила аналіз міжнародного досвіду з сучасних організаційних схем та технічних рішень, що використовуються в розвинутих країнах. Робота фокусувалася на технічних аспектах, оскільки зараз ціни на енергоносії в світі є нестабільними і рішення, які є окупними сьогодні, завтра можуть стати збитковими. І навпаки. А практика регулювання цін на електроенергію в Україні дає дуже великий розбіг трендів і сценарії при прогнозуванні.

Головними висновками дослідження сучасної світової практики є, те що

управління попитом має найбільший діапазон і потенціал, в тих місцях де одночасно:

- 1) в ланцюгу поєднується виробництво і споживання теплоти;**
- 2) має місце два, а ще краще три і більше джерела енергії,** наприклад: природний газ; децентралізоване виробництво електроенергії на ВДЕ, електроенергія від енергосистеми, спалювання побутових відходів;
- 3) наявна інфраструктура для інтеграції виробництва і споживання в електричну мікромережу,** в оптимальному варіанті цією інфраструктурою виступає **smart grid** (слід акцентувати увагу, що трактування мікромережі в європейському і українському регуляторних полях дещо відмінні).

На підставі світового досвіду розгортання програм стимулювання управління попитом зроблено висновок, що найбільший потенціал джерела гнучкості для енергосистеми мають побутовий споживач і котельня на природному газі, модернізована з встановленням газопоршньової когенераційної установки. Ці типові споживачі в світовій практиці мають тисячі успішних проектів впровадження і мають всі технічні підстави для легкого впровадження в Україні



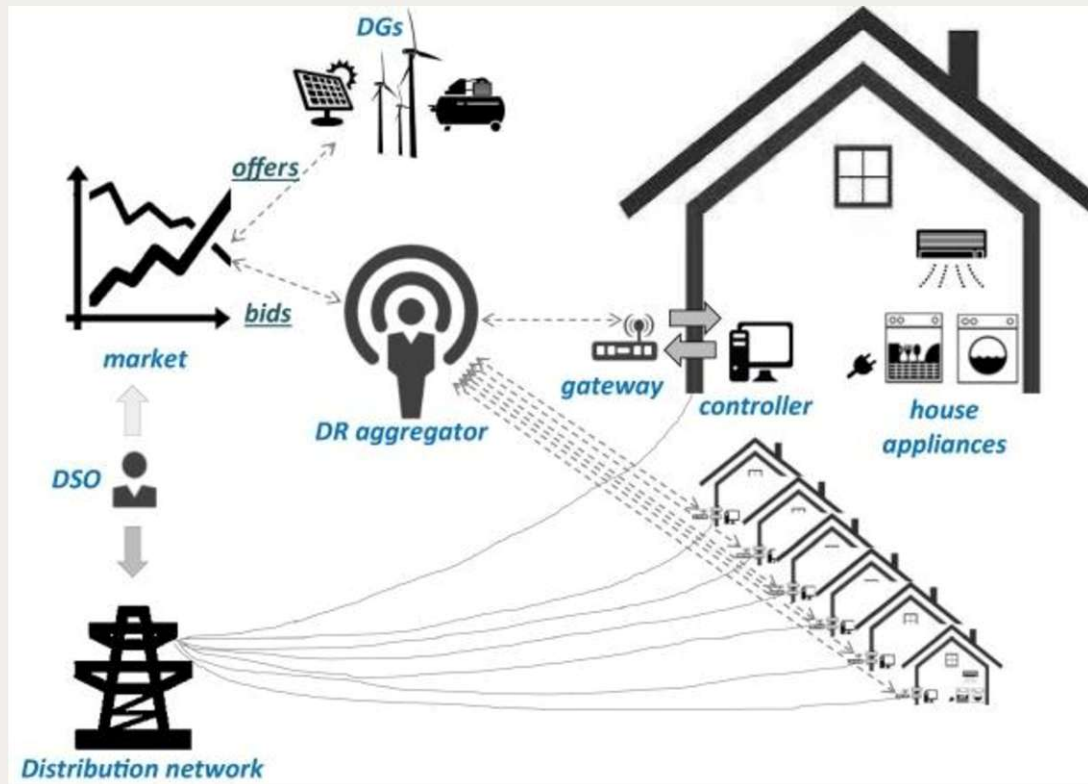
Побутовий споживач

1. Перенесення споживання з пікових годин на години профіцитів шляхом створення відповідних цінових зон (без зовнішньої диспетчеризації)
2. Підключення бойлера та іншої енергоємної побутової техніки через агрегатора до системи диспетчерського управління ОЕС України

Когенераційна котельня

1. Встановлення на котельні когенераційної установки та бака накопичувача теплоти для можливості роботи по непов'язаним між собою графіками теплового навантаження і генерації електроенергії. Таким чином котельня може виступати в залежності від ринкових цін як споживачем так і генеруючою одиницею

Диспетчеризовані побутові системи енергоменеджменту (HEMS)

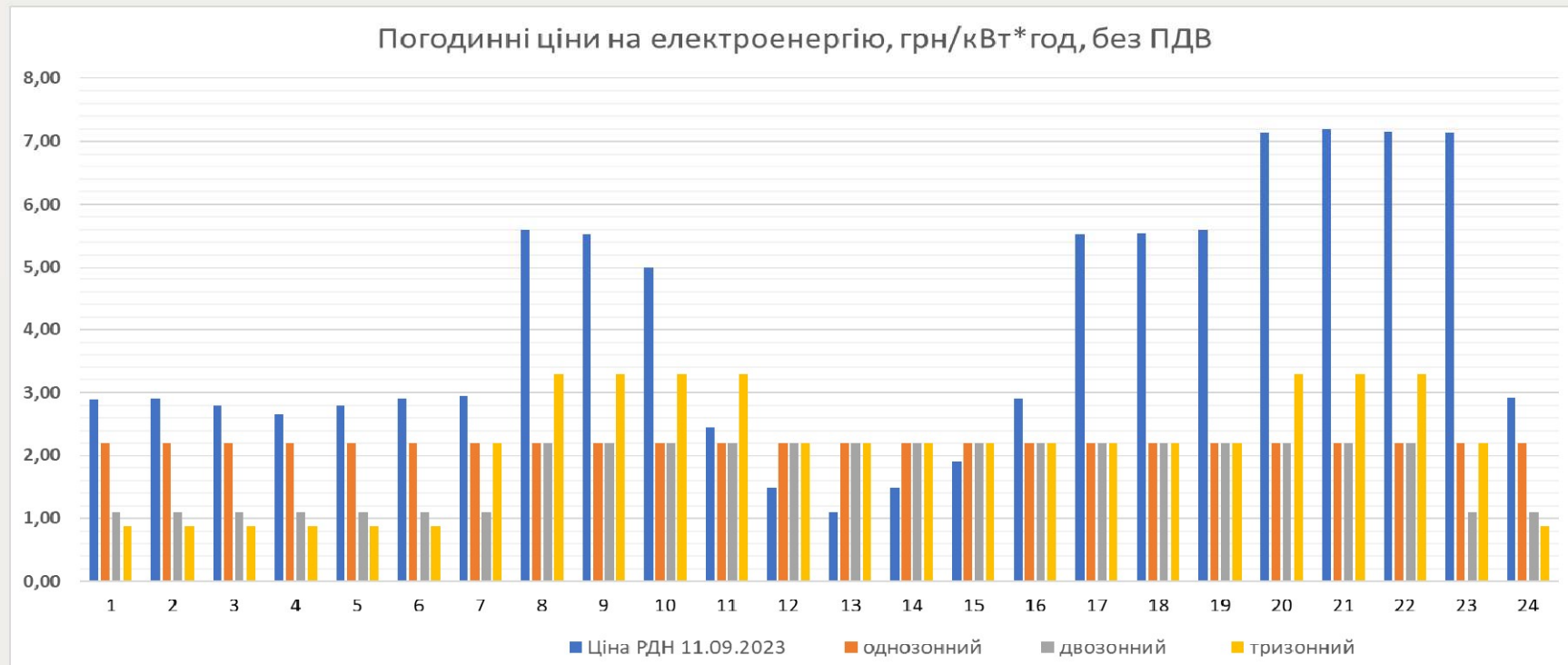


HEMS — це цифрова система, яка відстежує та контролює виробництво, зберігання та споживання енергії домогосподарством.

HEMS зазвичай оптимізується для досягнення таких цілей як скорочення витрат електроенергії, максимізація автономії від зовнішніх енергомереж або мінімізація викидів від спалювальних установок.

Зі збільшенням впровадження електричної мобільності та опалення, а також побутових панелей фотовольтаїки зростає потенціал економіки і динамічні тарифи HEMS стають все більш популярними.

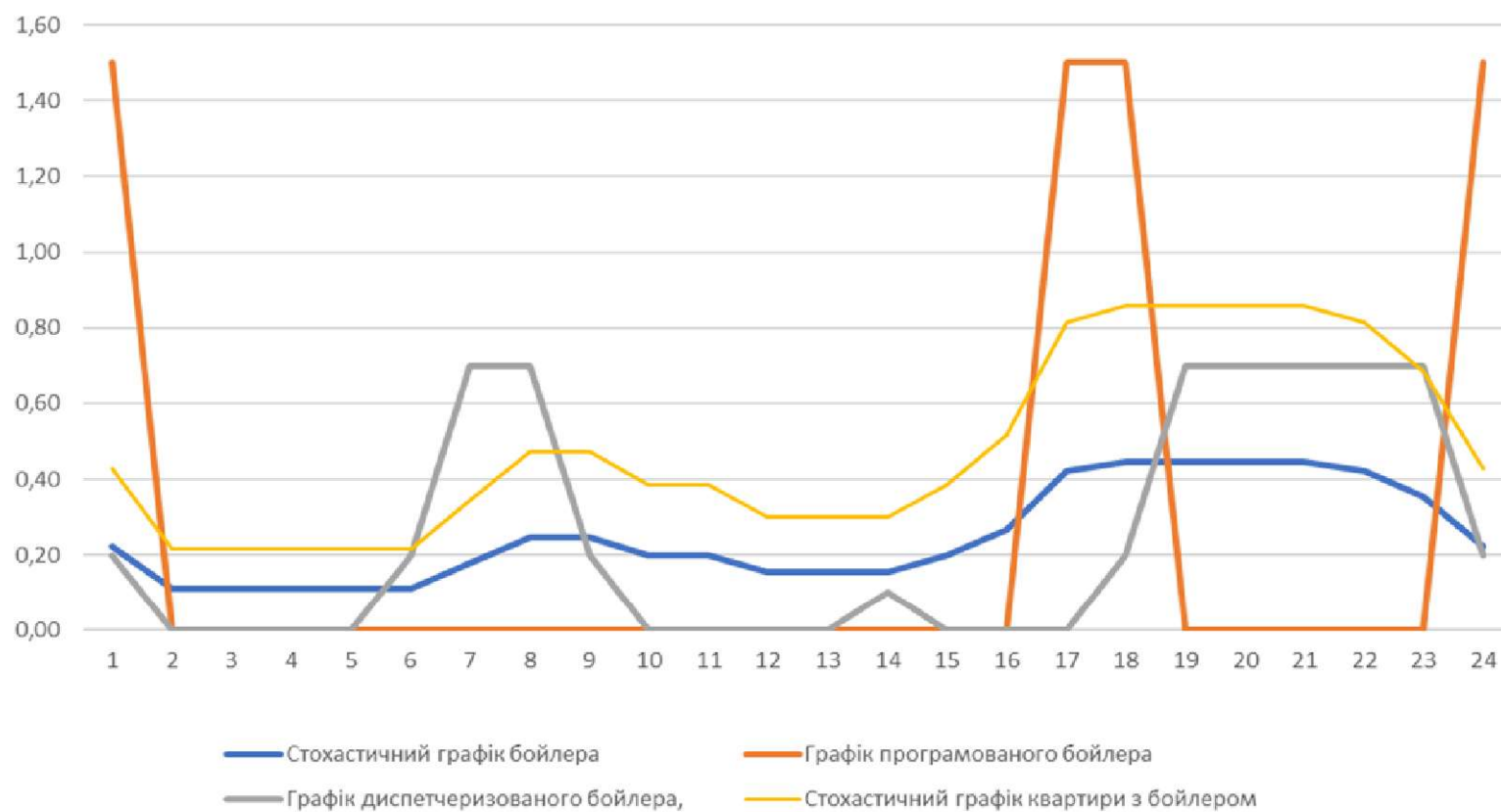
Співставлення ринкових цін і тарифів для населення



Таким чином основним технічним завданням управління попитом на державному рівні є зменшення розриву між можливостями дешевого виробництва електроенергії в пікові години і активного споживання, в першу чергу побутовим споживачем. Ціновий розрив між ринковою вартістю і фіксованими тарифами, який наразі покривається за рахунок покладання PSO на Енергоатом та Укргідроенерго ілюструє добові зони, в яких критично необхідно зблизити графіки ринкових можливостей генерації і споживання.

Наразі покриття піків в вечірні години відбувається за рахунок включення ТЕС на газі та аварійної допомоги.

Добовий графік споживання електроенергії побутовим споживачем, кВт



Шляхи подальшого розвитку гнучкості побутового споживача

Серед проблем, що супроводжують впровадження управління попитом українського побутового споживача є наступні:

- 1) Взаємна і повна конкуренція побутового бойлера із локальною когенераційною установкою.
- 2) Вартість смарт бойлера

Оскільки і бойлер і когенераційна установка оперують з одним і тим самим енергоносієм для кінцевого побутового споживача, то вибір споживачем однієї з технологій автоматично забирає цей потенціал у другої технології. Територіально вони конкурують в населених пунктах міського типу і містах, особливо мегаполісах. В сільській місцевості конкуренція смарт-бойлеру відсутня.

Управління попитом для побутового споживача має потенціал, але в обмежених фінансових і інвестиційних можливостях України повинно на першому етапі відбуватись не через агрегаторів і надання допоміжних послуг, а через перенесення споживання в часі, наприклад шляхом всеохоплюючим встановленням у споживачів смарт-лічильників з дистанційним обмеженням потужності споживання на певних годинних інтервалах.

В цьому випадку, в межах встановленого або обраного на договірних умовах ліміту, побутовий споживач самостійно набирає в домогосподарстві персональну критичну інфраструктуру – холодильник, освітлення, зв'язок, медичні прилади та ін.

Основні складові такої програми:

- a) розповсюдження смарт-лічильників з обмеженням потужності споживання за командою диспетчера або за тарифним графіком
- b) затвердження портфелю побутових тарифів, в яких буде відбуватися зближення цін в побутових тризонних тарифах з погодинними цінами на РДН.

Тепер не районна котельня. Тепер Енергетичний хаб

Концепція енергетичного хабу була змодельована в 2020 році на наступні 20–30 років. Енергетичний хаб класифікується як технічний посередник між різними входами та виходами носіїв енергії, а також їх перетворенням і зберіганням.

Тому локальний мультиенергетичний хаб є основною складовою мульти енергетичної системи.

Основними концептуальними положеннями і висновками досліджень перспектив мультиенергетичного хабу були:

- визнання необхідності руху до мультиенергетичних систем для отримання комплексної переваги від наявності кількох видів енергоносіїв.
- енергетичні системи потребують впровадження неієрархічних структур.
- енергетичні системи потребують більших взаємозв'язків і більшої інтеграції.

Етапи модернізації станцій централізованого тепlopостачання в Європі

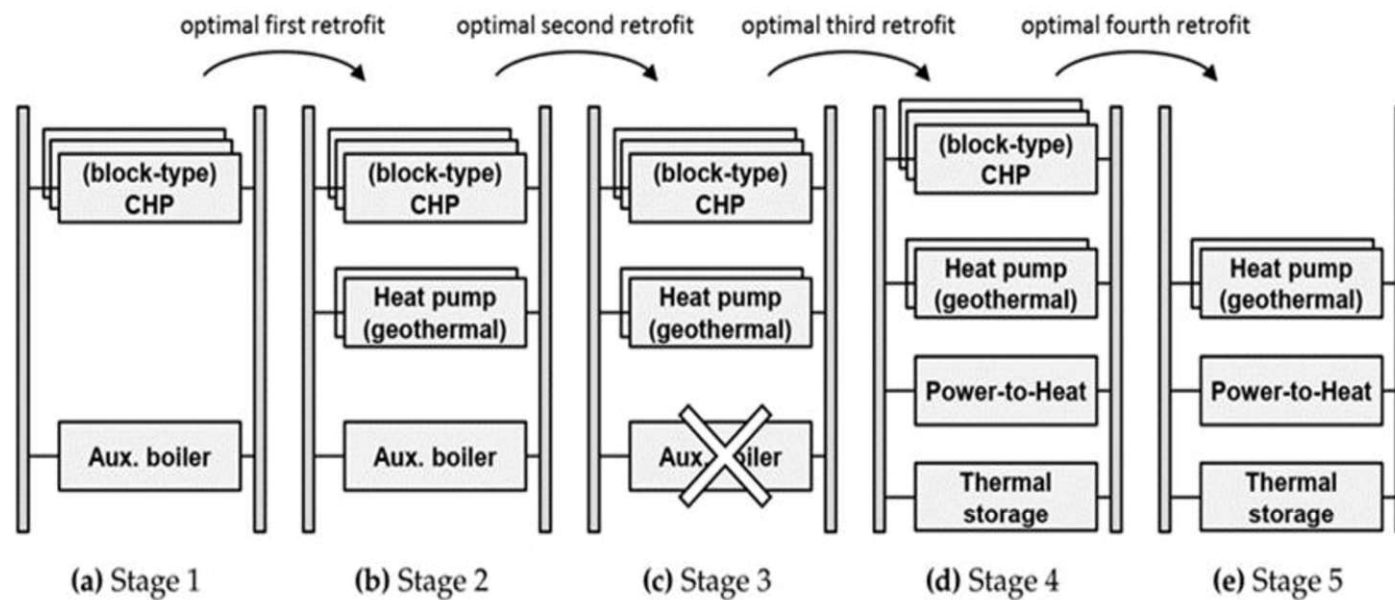
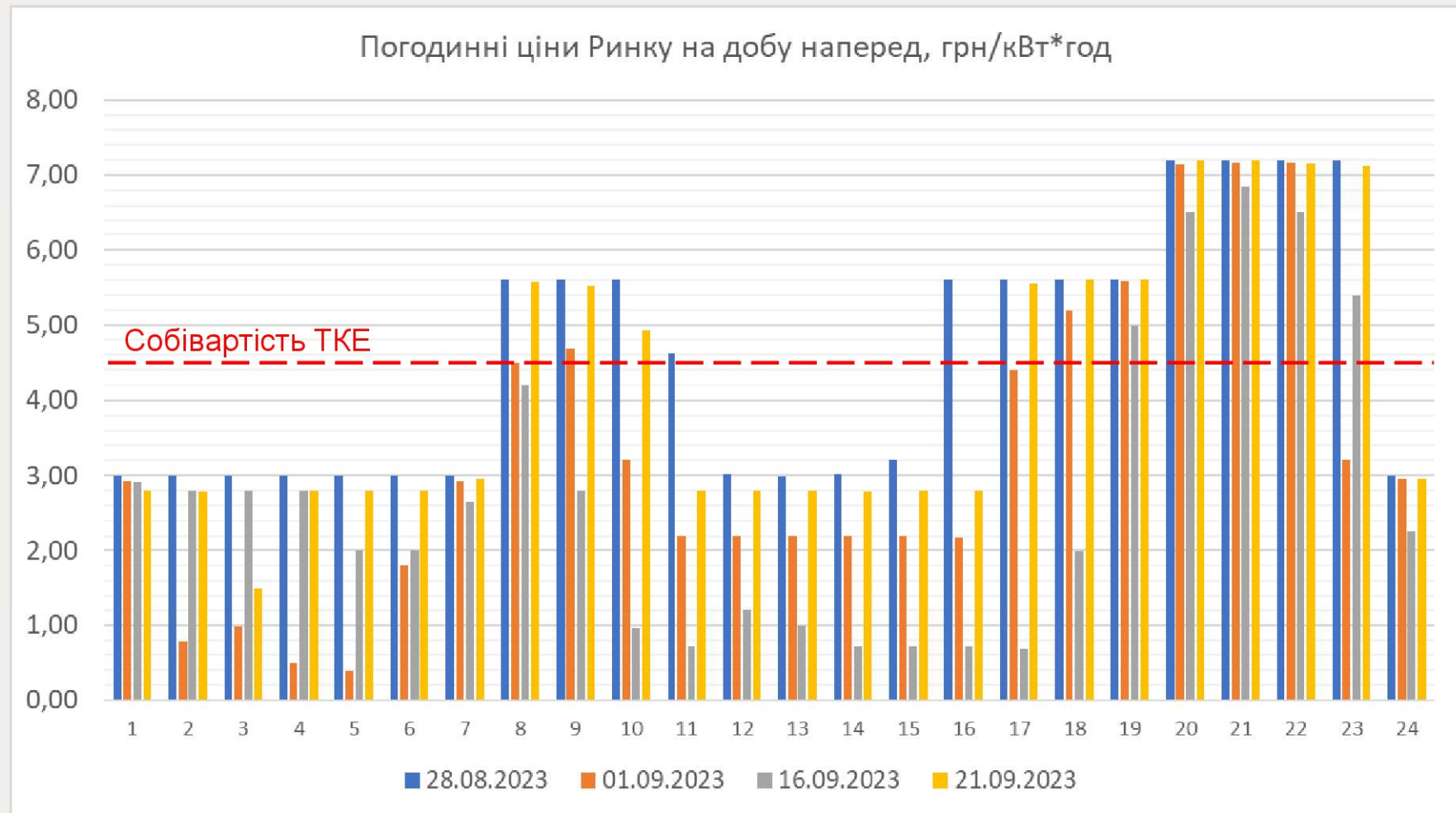


Figure 7. Assumed evolution of a configuration over years and decades

Всередині доби вартість електроенергії що купується в ринку змінюється на 100-200%





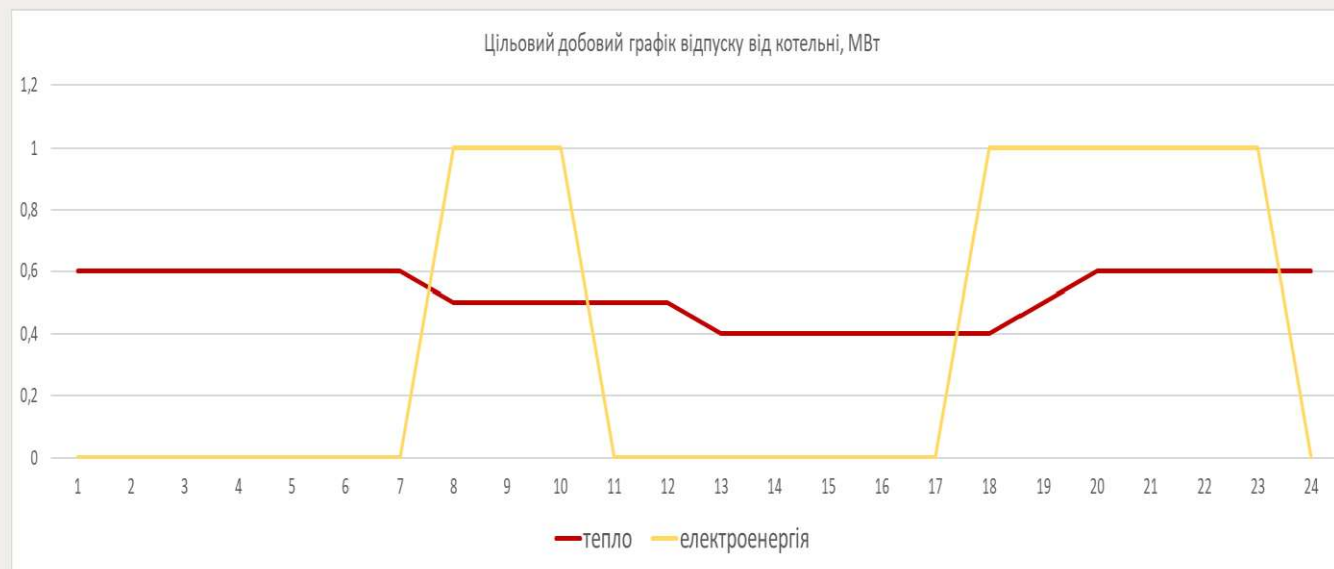
Когенераційна установка
1-2 МВт



Бак термоакумулятор
100-200 м3



Водогрійний котел



Фотовольтаїка



Загальні висновки щодо потенціалу управління попитом як джерела гнучкості

Розрахунковий ефект пікової потужності, що може змінюватися українськими промисловими і побутовим споживачами для довготермінового планування оцінюється:

- 2 ГВт для побутових споживачів
- 6 ГВт для підприємств теплокомуненерго, що рамках програми розвитку когенерації будуть модернізувати свої котельні з встановленням газопоршньових двигунів на природному газі.

Вищенаведені цифри є верхньої межею, для досягнення якої необхідно впровадити комплекс взаємопов'язаних програм і заходів на державному рівні.

Межею гнучкої роботи в щоденних комерційних режимах є приблизно 40% від діапазону робочої потужності. Таким чином базовою оцінкою буде **потенціал зміни навантаження від управління попитом:**

- 0,8-1 ГВт для побутових споживачів
- 2,4 ГВт для підприємств теплокомуненерго

З точки зору консервативних оцінок, фізичний потенціал впровадження таких систем на рівнях інфраструктури міст і великих промислових підприємств може дозволювати змінювати потужність споживання на 5-10% від графіку загального споживання ОЕС України, тобто до 1 ГВт (сукупно в диспетчеризованих і недиспетчеризованих проектах).

При цьому, навіть досягнення 5% гнучкості зі сторони споживачів сьогодні не має економічного обґрунтування, оскільки діапазоні цін на куповану електроенергію, можливі платежі від оператора системи передачі за надані послуги диспетчеризованої зміни потужності, графіки споживання, відсутність систем накопичення енергії у споживача і вартість впровадження систем управління попитом не дозволяють сьогодні говорити про велику кількість проектів.

ОДИН НЕСПОЖИТИЙ КВТ ЕКВІВАЛЕНТЕН ДВОМ НЕВИРОБЛЕНИМ !

Технічні вимоги до генеруючих об'єктів, які приєднуються до системи передачі або впливають на режими роботи системи передачі

Технічна вимога	Тип А до 1 МВт	Тип В від 1 МВт до 20 МВт	Тип С від 20 МВт до 75 МВт	Тип D вище 75 МВт
Діапазони частоти	+	+	+	+
Режим з обмеженою чутливістю до частоти - знижена частота			+	+
Режим нормованого первинного регулювання частоти			+	+
Дистанційне відключення/включення	+	+		
Керованість активною потужністю		+		
Регулювання активної потужності			+	+
Режим з обмеженою чутливістю до частоти - знижена частота (LFSM-U)			+	+
Режим нормованого первинного регулювання частоти			+	+
Керованість активною потужністю		+		
Регулювання активної потужності			+	+
Схеми управління та параметри налаштування		+	+	+
Релейний захист та протиаварійна автоматика та параметри налаштування		+	+	+
Контрольно-вимірювальна апаратура			+	+
Автономний пуск			+	+
Участь в острівному режимі роботи			+	+
Система регулювання напруги		+	+	+



cigre

For power system expertise

Дякуємо за увагу!

CIGRE UKRAINE

Кучер Сергій

Email: cigre.ukraine@ukr.net