

## КЛАСТЕРНІ ЦЕНТРОЇДИ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА ХАРАКТЕРОМ ОПАЛЕННЯ

**Вступ.** За оцінками моніторингового звіту індикаторів сталого розвитку в Україні 2021 року, навіть у період до масштабного вторгнення 2022 року, 7 з 14 цілей індикаторів сталого розвитку, що стосувались енергоефективності, не були досягнуті. Енергетична стратегія України змінювались тричі впродовж 11 років, причому, у Першій та Другій стратегіях застосовувався підхід прогнозування попиту на енергоносії за трьома сценаріями економічного зростання (середньорічного зростання ВВП), у Третій стратегії застосовувався метод складання алгоритмів заради досягнення бажаних результатів. Ключовими орієнтирами у напрямку розвитку енергетики України є зниження імпортозалежності нафтопродуктів, газу та атомних продуктів, поліпшення екологічної ситуації, що можуть бути досягнуті шляхом впровадження енергоефективних заходів модернізації систем виробітку та розподілу енергії, будівель, Євроінтеграції та розвитку відновлювальних джерел енергії та альтернативних видів палива. Остання Енергетична стратегія, що була затверджена у липні цього року, стосується концепції «Зеленого переходу», цілі ЄС стати нейтральним до викидів CO<sub>2</sub> континентом до 2050 року. Часті зміни Енергетичних стратегій потребують посилення енергетичної стратегії нашої країни за допомогою регіональної оцінки. Світова практика застосовує секторальні підходи до оцінювання рівня енергоефективності країн, причому, в середині кожного сектору може бути виділена оцінка підсектора. Саме тому, у даному дослідженні було виділено оцінювання енергоефективності регіонів України, а саме підсектору споживання на опалення сектору домогосподарств, оскільки він є найбільшим з підсекторів споживання домогосподарств та має найбільші перспективи до модернізації.

**Метою** даного дослідження є підвищення рівня енергоефективності України шляхом виявлення особливостей кластерних груп схожих регіонів та вироблення відповідних енергетичних стратегій для цих груп.

Оцінювання здійснювалось за критеріями наявності централізованого ресурсопостачання, споживання різних видів ресурсів, фінансових складових та кількості населення. Кластерний поділ регіонів виконувався чотирма методами, два з них з попереднім зазначенням кількості кластерів (к-середніх, ієрархічна кластеризація), два – без попереднього зазначення кількості кластерів (кластеризація за щільністю (DBSCAN), афініативна кластеризація (affinity clustering)). Додатково, було застосовано метод лінійного дискримінантного аналізу, метод головних компонент та метод критерія Акаїке (AIC – Akaike information criterion). Найкращою моделлю для цього набору даних виявилась ієрархічна кластеризація із виключенням м. Київ з переліку регіонів, оскільки, даний регіон відобразив найбільшу несхожість серед інших, тому він має розглядатися як окрема одиниця при виробленні енергетичних стратегій. Для інших регіонів було сформовано кластерні групи, описано їх кластерні центроїди та сформовані стратегії для цих груп.

### **Висновки:**

**Кластер 0.** Переважно найнижчий рівень центрального теплопостачання, що утримується в середньому на відмітці до 30%. Наявність центрального газопостачання у даному кластері має найнижчий рівень серед інших, та утримується у діапазоні 73-77%, споживання газу при цьому здебільшого на низькому рівні, у діапазоні 320-560 м<sup>3</sup>/житло, що відповідає рівню центрального газопостачання. Середня температура опалювального періоду переважно знаходиться на середньому рівні. Споживання теплоенергії різниться крізь роки, проте здебільшого має найвищий рівень серед регіонів, що може вказувати на не зовсім енергоефективне використання теплової енергії. Використання електроенергії знаходиться на низькому рівні, в середньому діапазоні 32-65 кВт·год/житло, що може вказувати на переваги іншим ресурсам енергії. Споживання вугілля також на низькому рівні та становить від 1 до 5 тонн/житло. Середньомісячна зарплата у цих регіонах також найменша, при чому, ВРП/особу має середній рівень, що може вказувати на благополуччя населення,

а загальний ВРП знаходиться на низькому рівні. Населення у цих регіонах також найменше серед інших регіонів, що може вказувати на кореляцію із рівнями споживання, окрім неенергоефективного використання теплової енергії. **Доцільно застосувати для даних регіонів заходи з модернізації центрального теплопостачання з переходом на розсосереджені джерела енергії та розглядом альтернативних джерел енергії (оскільки температура середня серед інших регіонів – можливий розгляд біогазових установок та вітрогенераторів).** Регіони-представники: Вінницька обл., Волинська обл., Житомирська обл., Запорізька обл., Івано-Франківська обл., Кіровоградська обл., Львівська обл., Миколаївська обл., Одеська обл., Рівненська обл., Сумська обл., Харківська обл., Херсонська обл., Хмельницька обл., Черкаська обл., Чернігівська обл.

**Кластер 1.** Найвищий рівень центрального теплопостачання, що утримується у діапазоні 35-43%, при цьому здебільшого найменший рівень теплоспоживання, що утримується у середньому діапазоні 5,5-7 Гкал/житло. Наявність централізованого газопостачання на високому рівні, та утримується у діапазоні 92-93%, при цьому споживання газу природного також переважно на найвищому рівні серед інших регіонів та утримується від 450 до 670 м<sup>3</sup>/житло. Найнижчий рівень середньої температури опалювального періоду. Найвищий рівень споживання електроенергії серед інших регіонів. Рівень середньої зарплатні, ВРП регіону та ВРП/особу знаходиться на найвищій відмітці серед регіонів, що вказує на благополуччя населення. Кількість населення на середньому рівні. Споживання вугілля на середньому рівні. Тобто, у даній групі регіонів достатньо ефективно використовується центральне теплопостачання, проте спостерігається найбільший попит електроспоживання. **Доцільно у даних регіонах розглянути проектні рішення щодо переходу до розсосереджених джерел електричної енергії, оскільки температура найменша – доцільно встановлювати вітрогенератори у комбінації з водневими установками.** Споживання газу відображає баланс між централізованим газопостачанням. Регіони-представники: Дніпропетровська обл., Київська обл., Полтавська обл.

**Кластер 2.** Переважно середній рівень центрального теплопостачання та середньо-високий рівень теплоспоживання. Наявність центрального газопостачання на середньому рівні, при чому, споживання газу на житло переважно на середньо-низькому рівні, що відповідає балансу між наявністю центрального газопостачання та ефективністю споживання. Середня температура опалювального періоду найвища серед інших регіонів. Використання електроенергії має середній рівень, проте використання вугілля для опалення одиниці житла має найвищий рівень. Середній рівень заробітної плати має середній рівень, при цьому, ВРП/особу на низькому рівні, а ВРП переважно на середньому рівні. У даному кластері спостерігається найбільший рівень населення. Тобто, рівень благополуччя у даному регіоні середній, разом з низькою економічною активністю. У даному кластері спостерігається неенергоефективне використання вугілля для опалення одиниці житла, що також погано впливає на довкілля. Оскільки, це регіони із сприятливим кліматом, варто розглянути проекти з опаленням від комбінованих установок з вітрогенераторами, сонячними панелями та водневими установками. Регіони-представники: Донецька обл., Луганська обл.

Індивідуальна система опалення практично в усіх регіонах однакова та становить в середньому від 48 до 56%. Для всіх регіонів доцільно розглянути перехід від опалювальних установок з використанням газу до установок з використанням альтернативних видів палива (як паливо з пластикових та гумових відходів та біогазу). Кластерну нестабільність мають 3 регіони: Закарпатська, Тернопільська та Чернівецька області. Вони або знаходяться у 2му, або у 0му кластерах. Дані зміни могли бути спричинені змінами рівнів центрального газопостачання у Закарпатській та Тернопільській областях, зміна рівня споживання електроенергії у Чернівецькій області та температурні коливання в усіх областях. Причини зміни рівнів центрального газопостачання потребують детальнішого аналізу.