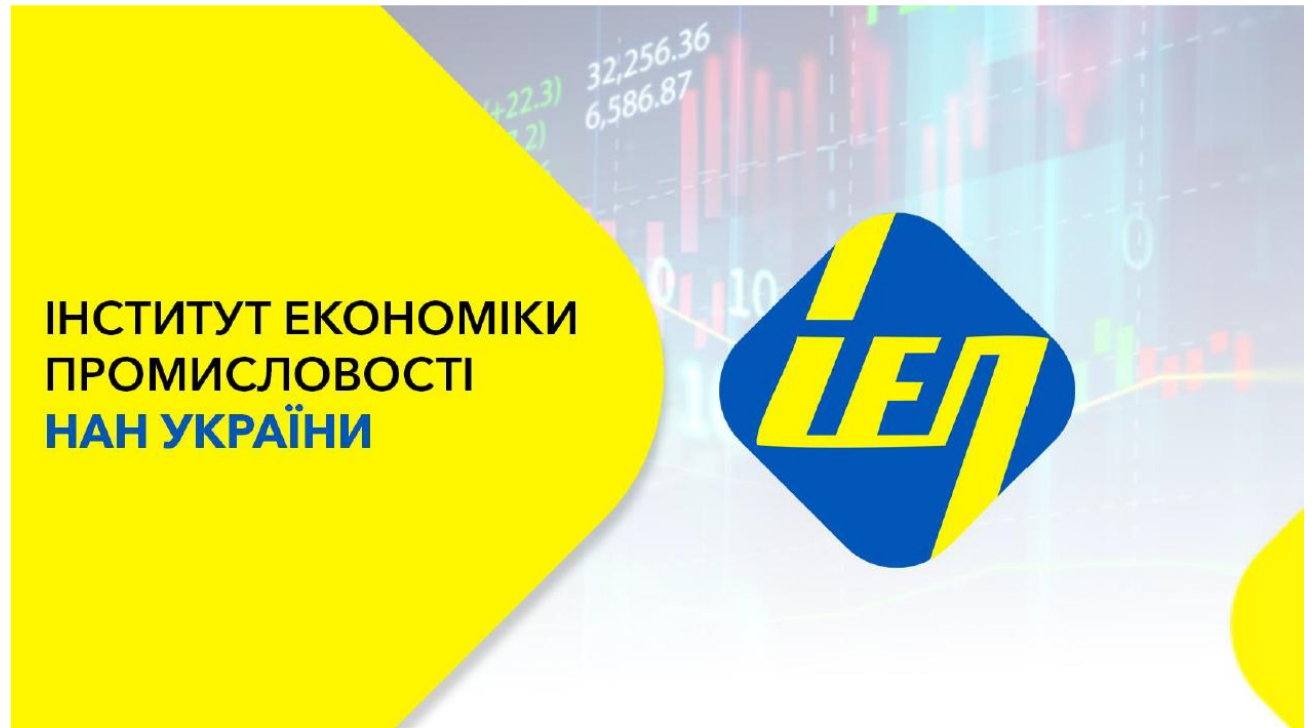


Доктор економічних наук  
Данило Череватський

# Заходи та Проекти децентралізації електрогенерації





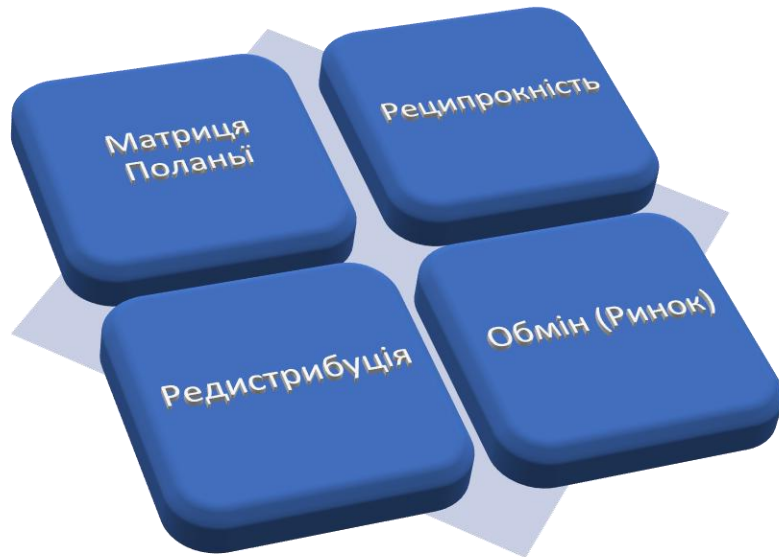
Традиційна модель  
VS  
Децентралізація енергетики  
&  
Розподілена генерація

- Традиційна централізована модель ≡ вся влада й потужності - у великих електростанціях і центральних диспетчерських.
- Децентралізація ≡ «хто приймає рішення» і «хто контролює систему»
- Розподілена генерація ≡ “де” і “як” виробляють електроенергію.



# Енергетика просьюмерів

## Матриця К. Поланьї



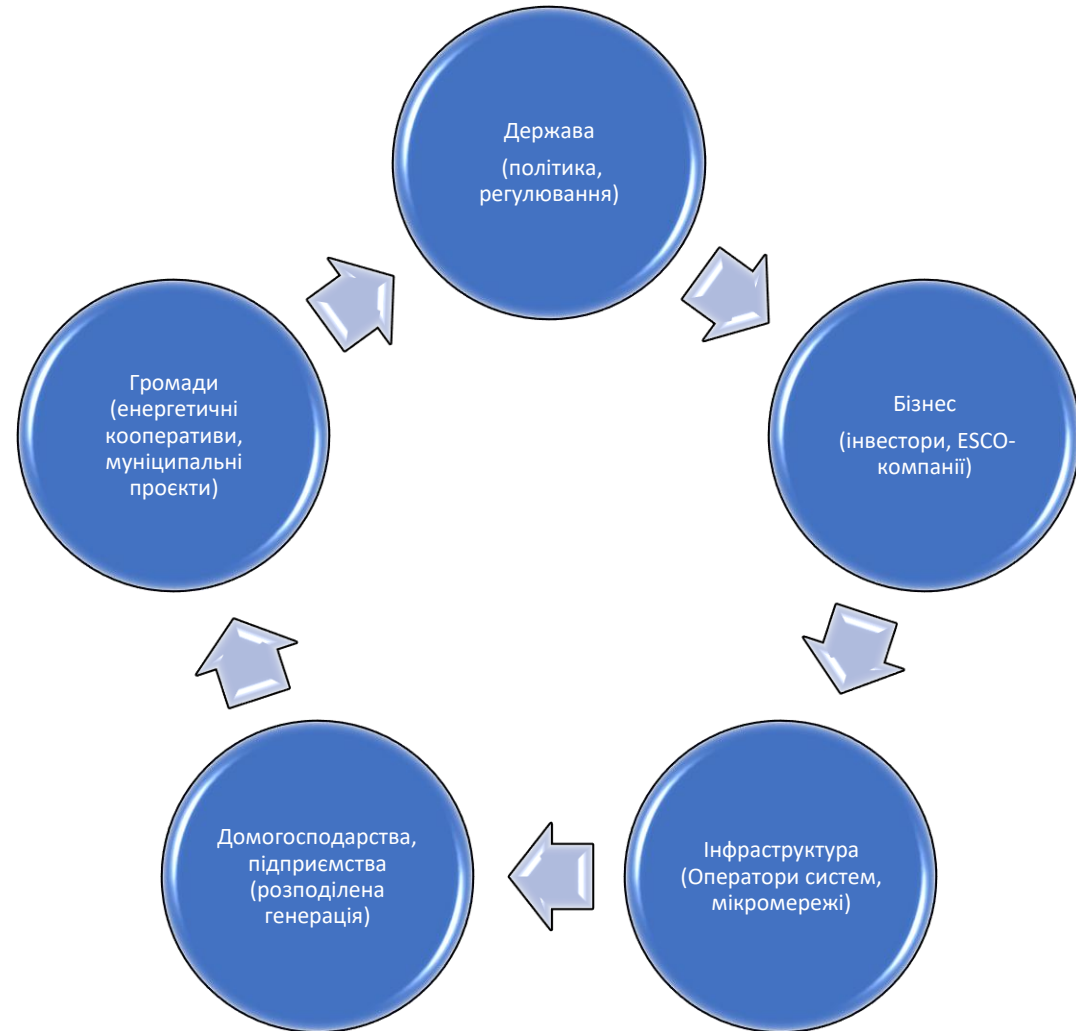
## R2P Енергетика з горизонтальними зв'язками





## Екосистема децентралізованої енергетики

- Просьюмер (Producer+Consumer) – виробник і споживач в одній особі
- Автопродюсер (від англ. Autoproducer) ≡ просьюмер
- Конгрес місцевих та регіональних влад при Президентові України 20.08.2024 р. у м. Кропивницький – Меморандум про взаємодію у сфері підвищення енергетичної стійкості громад України (Міненерго, Мінрозвитку, Держенергоефективність, Асоціація міст України).



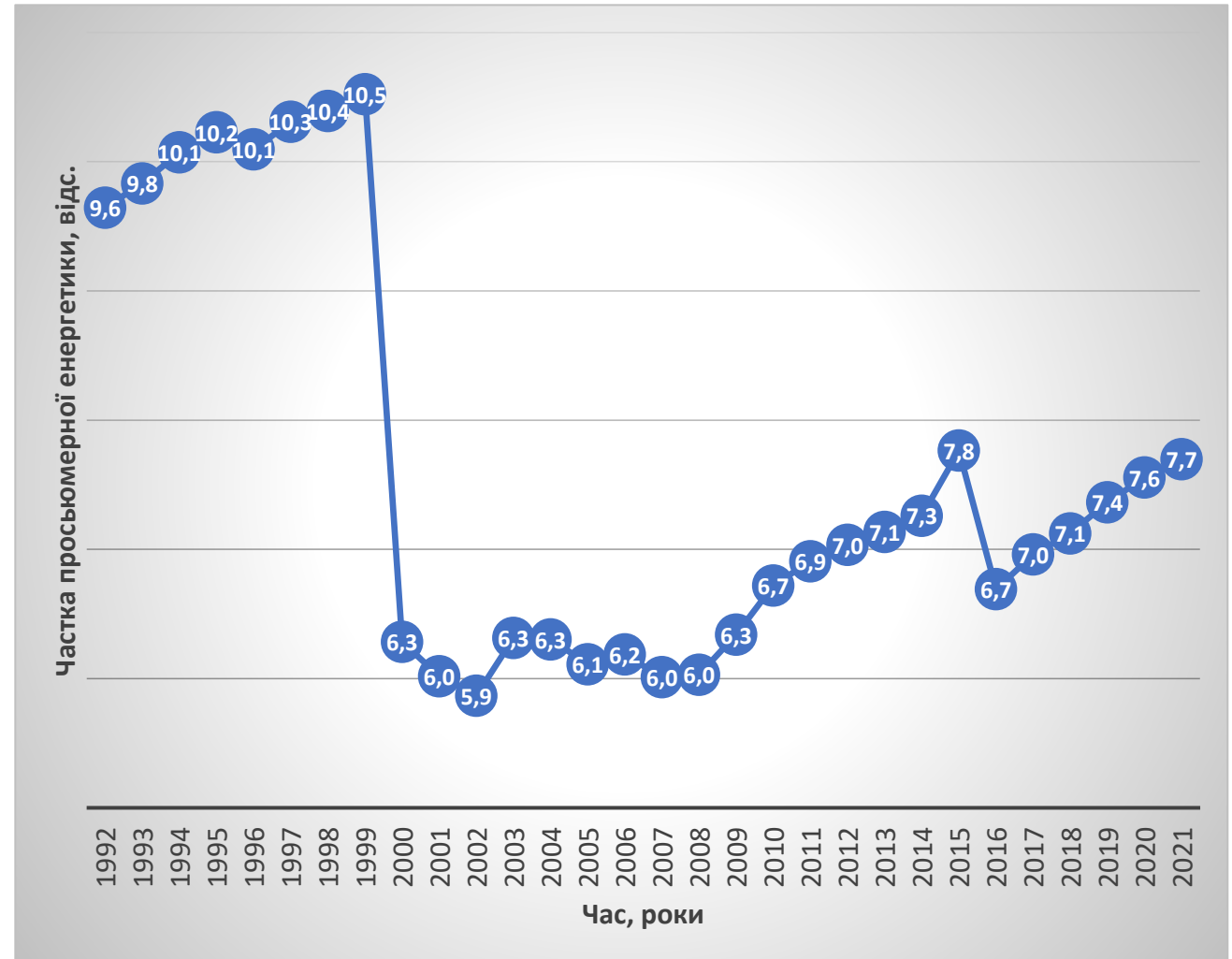


## Динаміка частки автопродюсерної електроенергетики в Європі

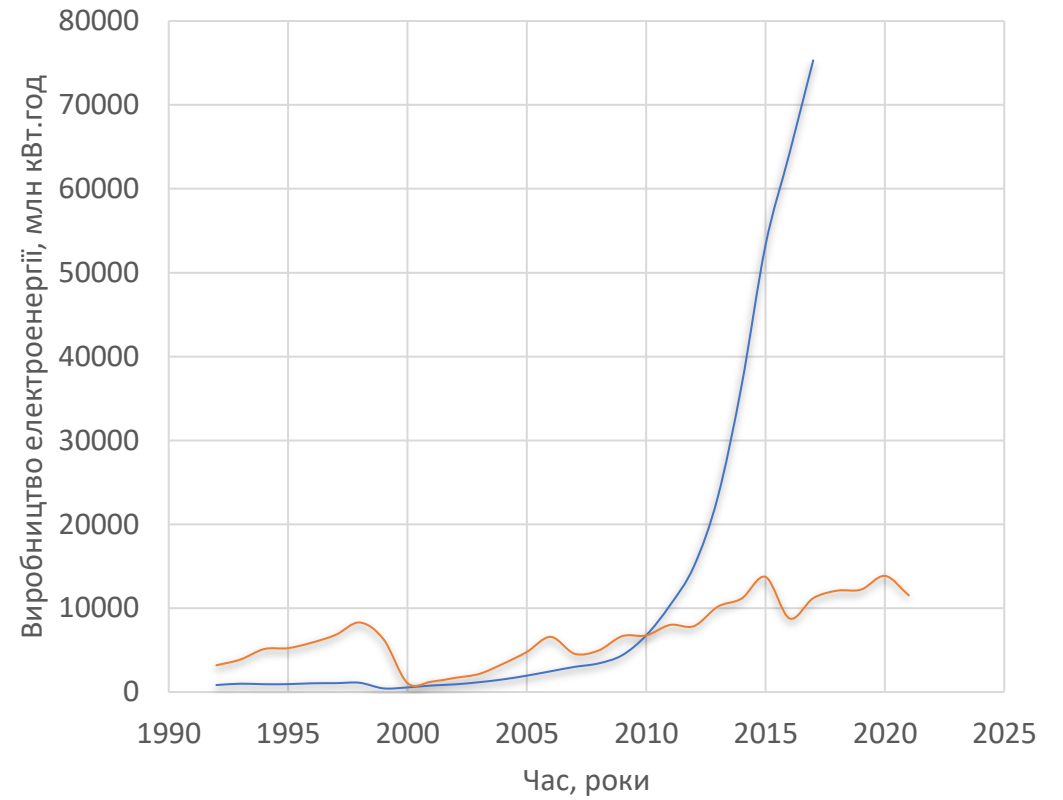
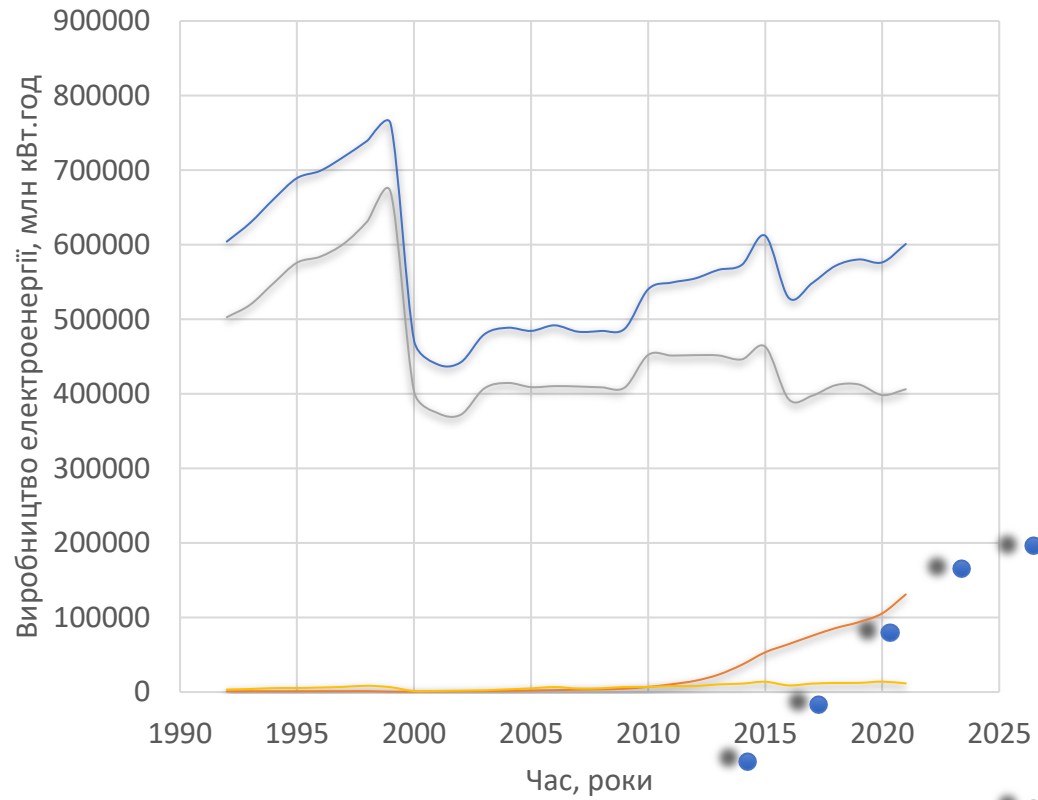
Німеччина: залізниця, концерн BASF та ін. – автопродюсери.

Максимум просьюмеризму 10,5% (1999 р.)

Кінець ХХ сторіччя – ринкове реформування електроенергетики з розподілом вертикально-інтегрованих монополій.



# Зміни автопродюсерної генерації в Європі



● EAP\_tot ● Solar ● Thermal ● Wind

● Solar ● Wind



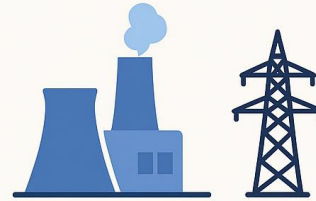
## Регламентация розвитку розподіленої генерації в Україні

- **Розпорядження КМУ від 18.07.2024 р. №713-р «Про схвалення Стратегії розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024-2026 роках» .** Кабмін схвалив стратегію розвитку розподіленої генерації до 2035 року. URL: <https://uaprom.info/news/kabmin-skhvalyv-stratehiiu-rozvytku-rozpodilenoj-heneratsii-do-2035-roku/>.
- **Розпорядження КМУ від 13.08.2024 р. №761-р «Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року» .** Розпорядження КМУ від 13 серпня 2024 р. № 761-р "Про затвердження Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-p#Text>.

# Проблеми побудови нового генеруючого фонду

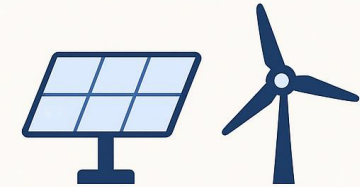
- Створення великої потужності (3,5-4,0 ГВт)
- Великі капіталовкладення (6 млрд дол. США )
- Складність кредитування (енергетика)
- Поширення просьюмеризму у промисловості і комунальному секторі
- Низька якість енергоресурсів

Чому електроенергія, яку виробляє електростанція в просьюмерному режимі, має низьку якість?



## Велика електростанція

- Висока інерція генерації
- Чиста синусоїда
- Стабільна частота 50 Гц
- Симетрична напруга



## Просьюмер

- Мала інерція генерації
- Гармонічні спотворення
- Коливання частоти
- Не симетрична напруга

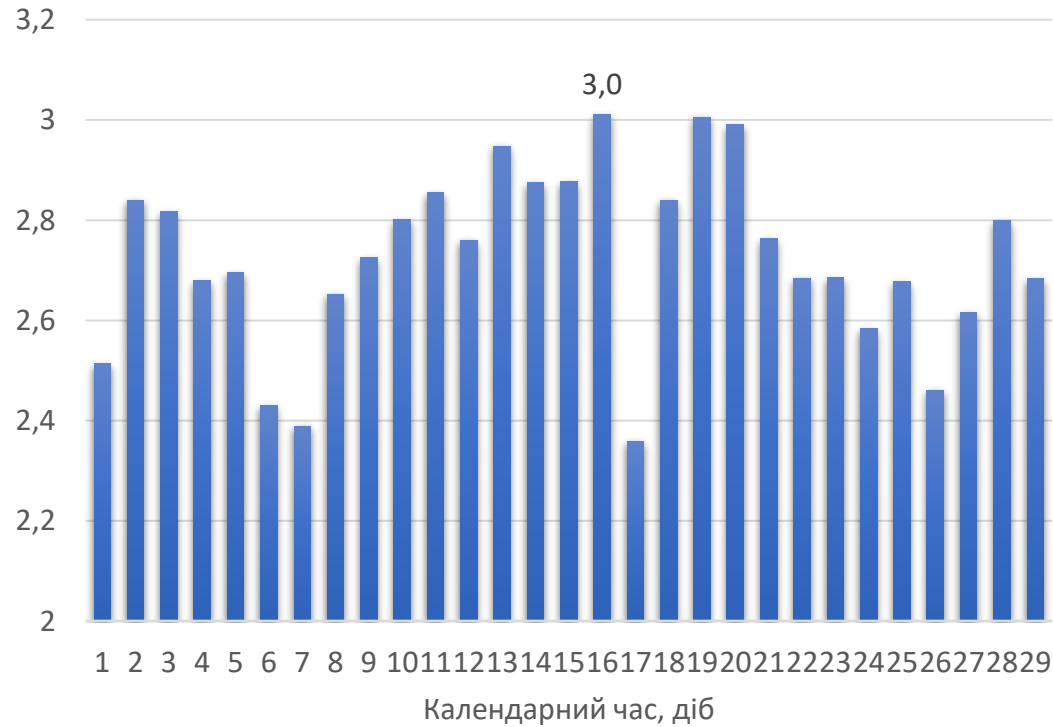


# Вироблення електроенергії когенераційним модулем ШУ «Покровське»

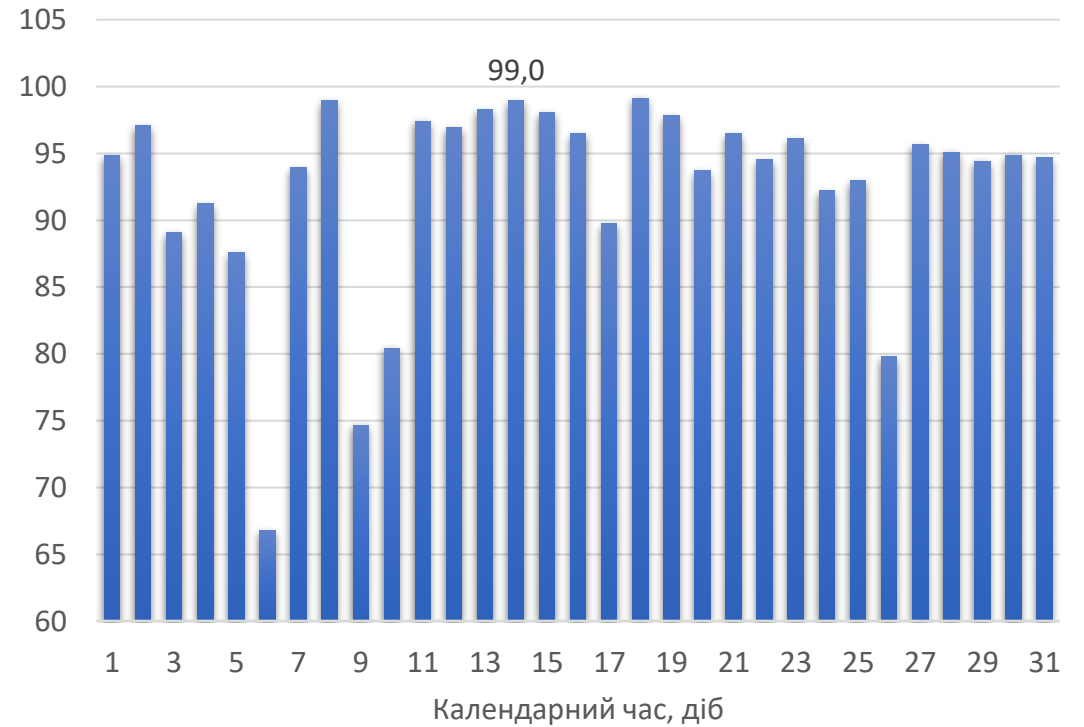
МВт.год

Дослідження ІЕП НАНУ

## 1-30 квітня 2024 р.



## 1-31 серпня 2024 р.



## Виробнича функція генеруючого фонду

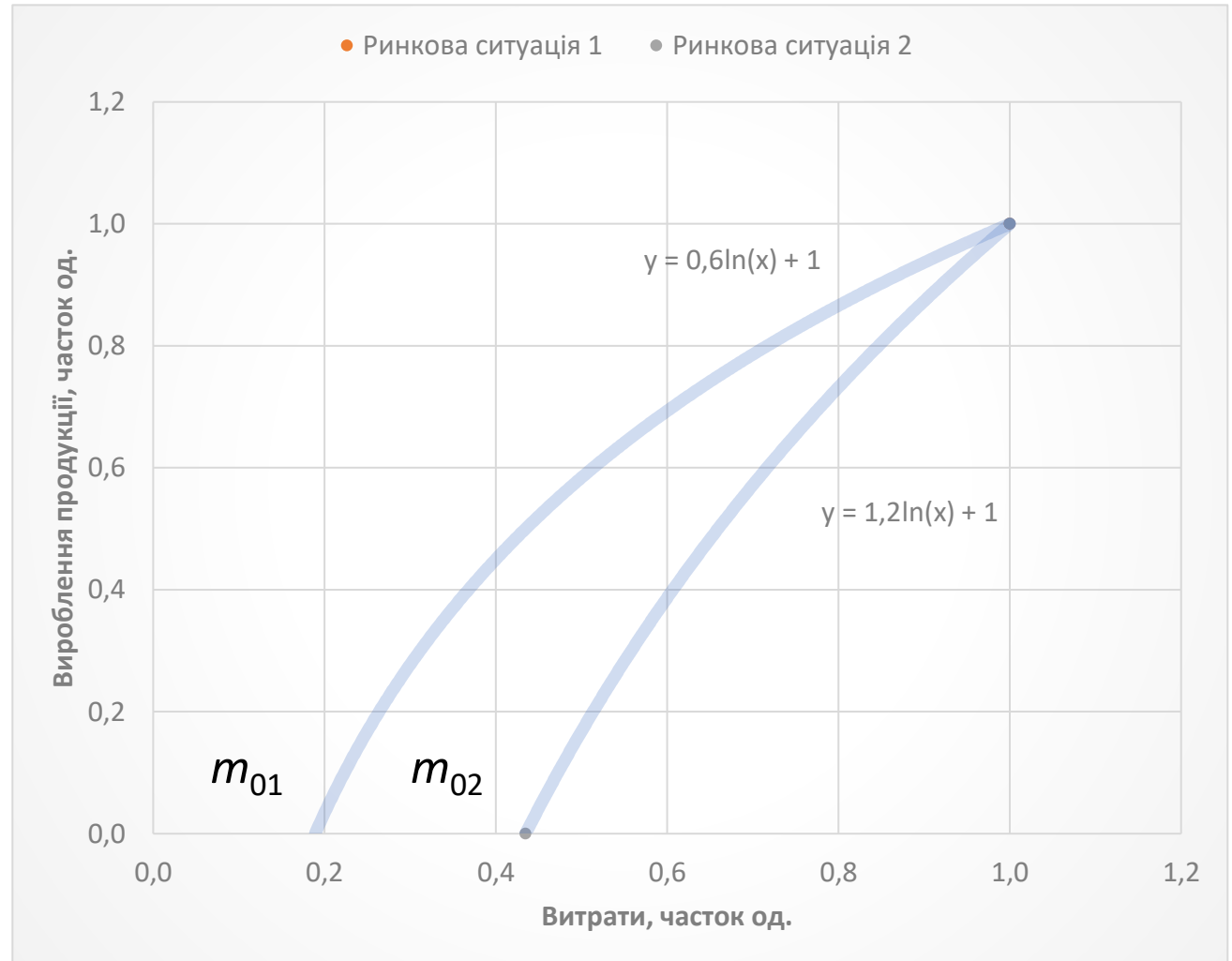
$$y = k \cdot \ln(m) + 1,$$

де  $y$  – річний випуск ринкової продукції у стандартизованому вимірі, часток одиниці;

$k$  – коефіцієнт логарифмічної функції;

$m$  – витрати з вироблення продукції, часток одиниці;

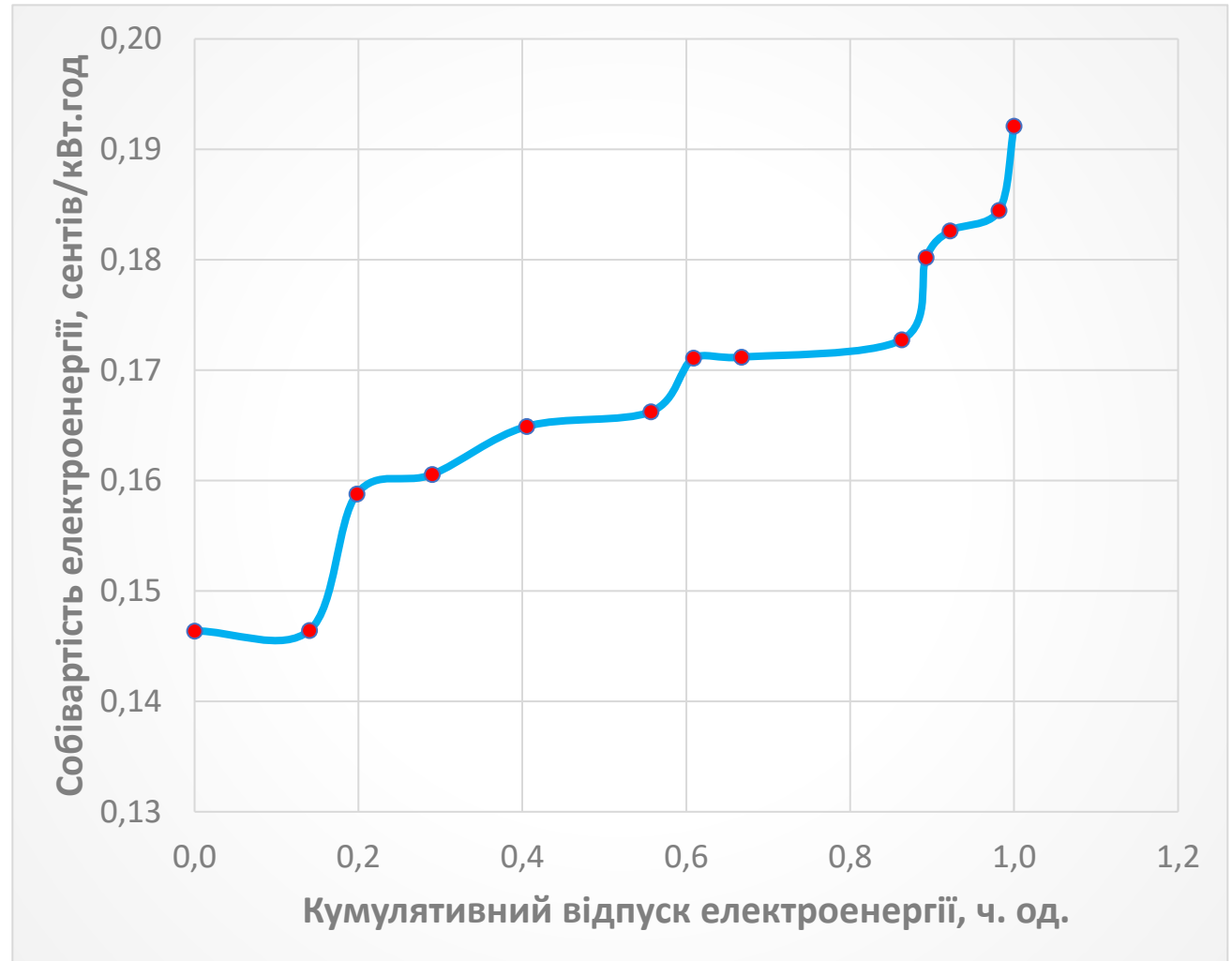
$m_0$  – просьюмерна частка.





## Кумулятивна крива собівартості ТЕС України

Зменшення попиту -  
ліквідація економічно  
найнеефективніших  
електростанцій



# Просьюмери та енергосистема

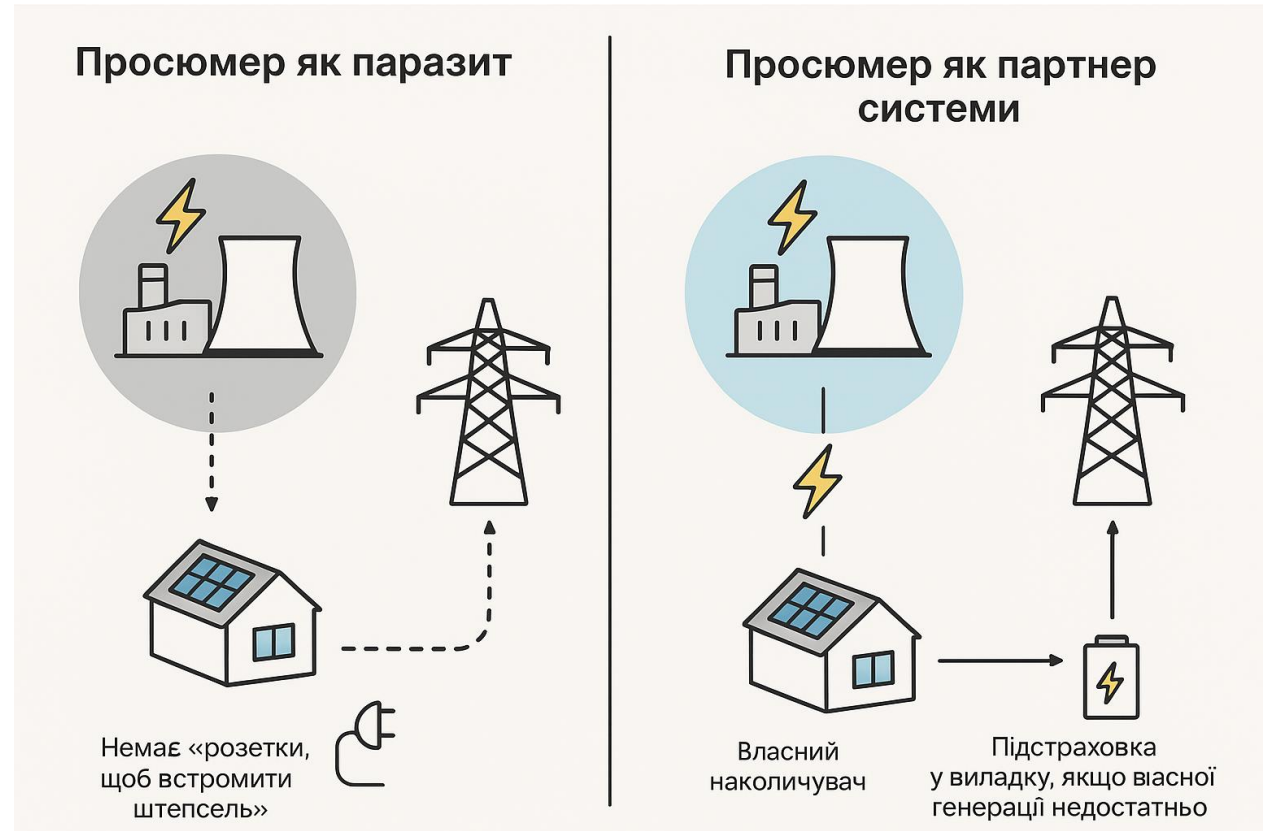
Просьюмери розглядають Об'єднану енергосистему як своє енергетичне сховище

«Тихі просьюмери»

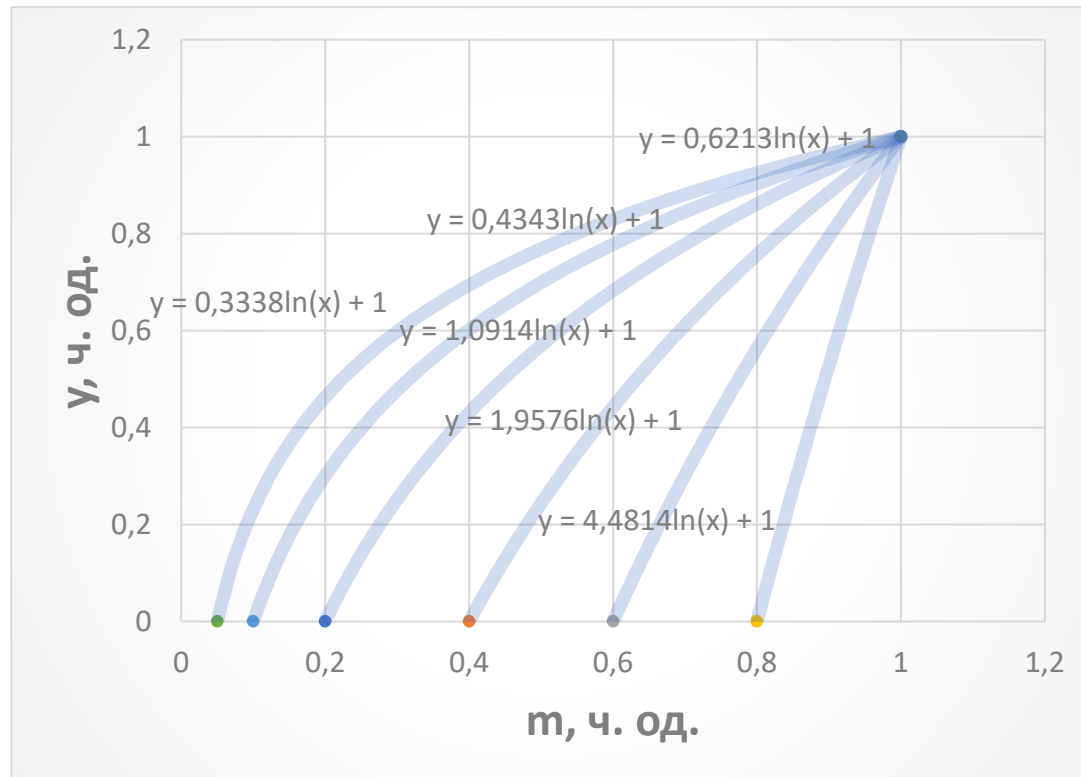
На транспорті -

2020 р., Львівська залізниця, рекуперативне гальмування – 6,9 млн кВт.год  $\equiv$  2,4 тис. т у. п.  
Потенціал по країні майже 2млрд кВт.год на рік (до 50% від витраченої електроенергії)

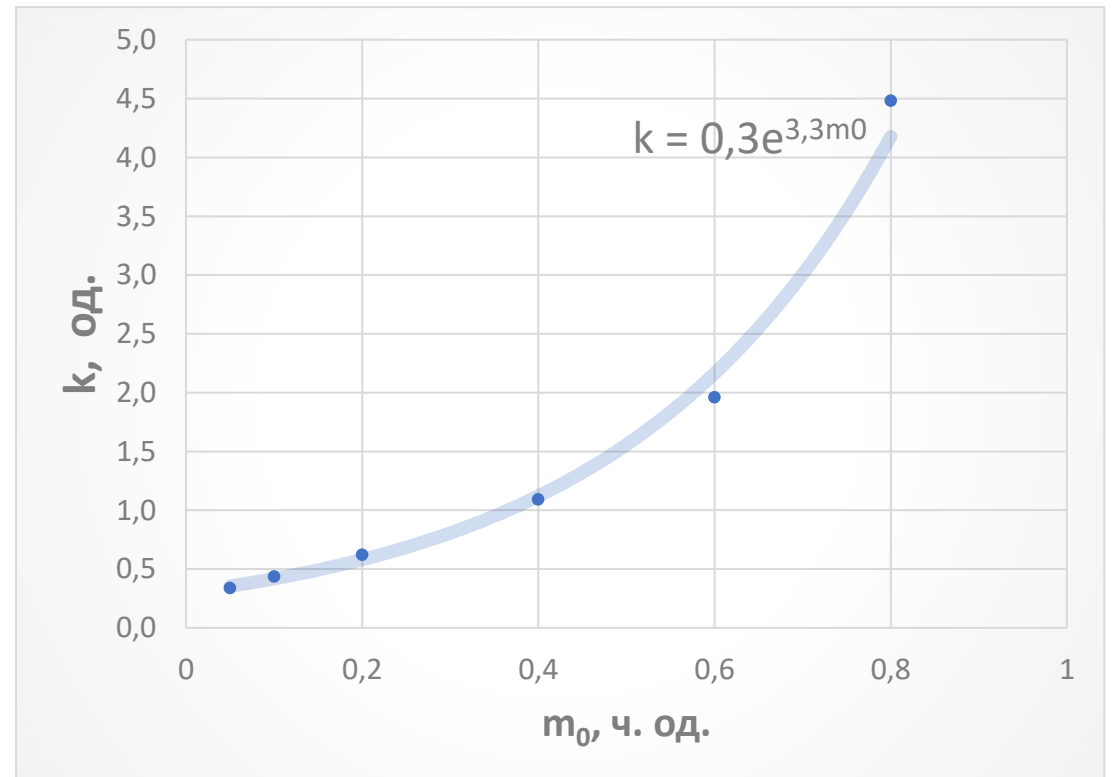
Рудник «Суха балка», 2 клітьових і 2 скіпових підйоми, 400 кВт.год/добу  $\equiv$  СЕС площею 700 кв. м.



## Розвиток просьюмеризму та еластичність виробничих функцій



## Залежність коефіцієнту $k$ від $m_0$





## Оптимізація генерації суб'єктом-ринкової діяльності

- $\pi = p_1 y - m,$

де  $\pi$  – прибуток;  
 $p_1$  – ціна одиниці виробленої електроенергії.

- $\frac{\pi}{p_1} = k \cdot \ln(m) + 1 - \frac{m}{p_1} \mapsto \max_{m>0}$

- $\frac{d(\frac{\pi}{p_1})}{dm} = \left[ k \cdot \ln(m) + 1 - \frac{m}{p_1} \right]' = 0.$

- $m_{opt} = k p_1,$

де  $m_{opt}$  – витрати за умов оптимальності.

- $m_{opt} = 0,3 e^{3,3 m_0} p_1.$

- $\frac{p_1}{m_{opt}} = \frac{1}{0,3 e^{3,3 m_0}} = r_{opt},$

де  $r_{opt}$  – оптимальна рентабельність.

- $m_0 = 0,365$  за умов  $r_{opt} = 1,0$   
(беззбитковість)



## Взаємодія просьюмерів і ринковиків

У період трансформації інституціональної матриці обидва репрезентативні суб'єкти потребують встановлення між собою за допомогою суспільства реципрокних відносин.





# Досвід Німеччини

- Німеччина, 2020 р. 1,4 млн домогосподарств мають СЕС.
- Із лютого 2025 р. безкоштовна обов'язкова реєстрація нових СЕС у Центральному реєстрі сертифікатів агрегатів та компонентів (ZEREZ).
- Місцеві кооперативи просьюмерів на рівні громад на засадах Strom Cloud (хмарних сховищ енергії).
- Енергетична компанія - комплексний пакет обладнання (фотоелектричні панелі, акумуляторні батареї та власне послуга Solar Cloud за щомісячну плату).
- Solarstrom in der Stromcloud speichern. URL: <https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-technik/energiespeicher-photovoltaikanlagen/stromcloud>

## «Відчуття кворуму» як підхід до забезпечення реципрокності

Інформаційні платформи за принципом алгоритму «Відчуття кворуму» як вирішення проблеми налагодження реципрокних стосунків між репрезентативним суб'єктом-просьюмером і репрезентативним суб'єктом ринкової діяльності

Досвід: Торрент, Uber та ін.





Удвох бути краще, ніж одному,  
бо, коли впадуть, один одного піднімуть,  
але горе, якщо один упаде, а щоб підняти його  
немає іншого

(Екклезіяст 4: 9-12)