

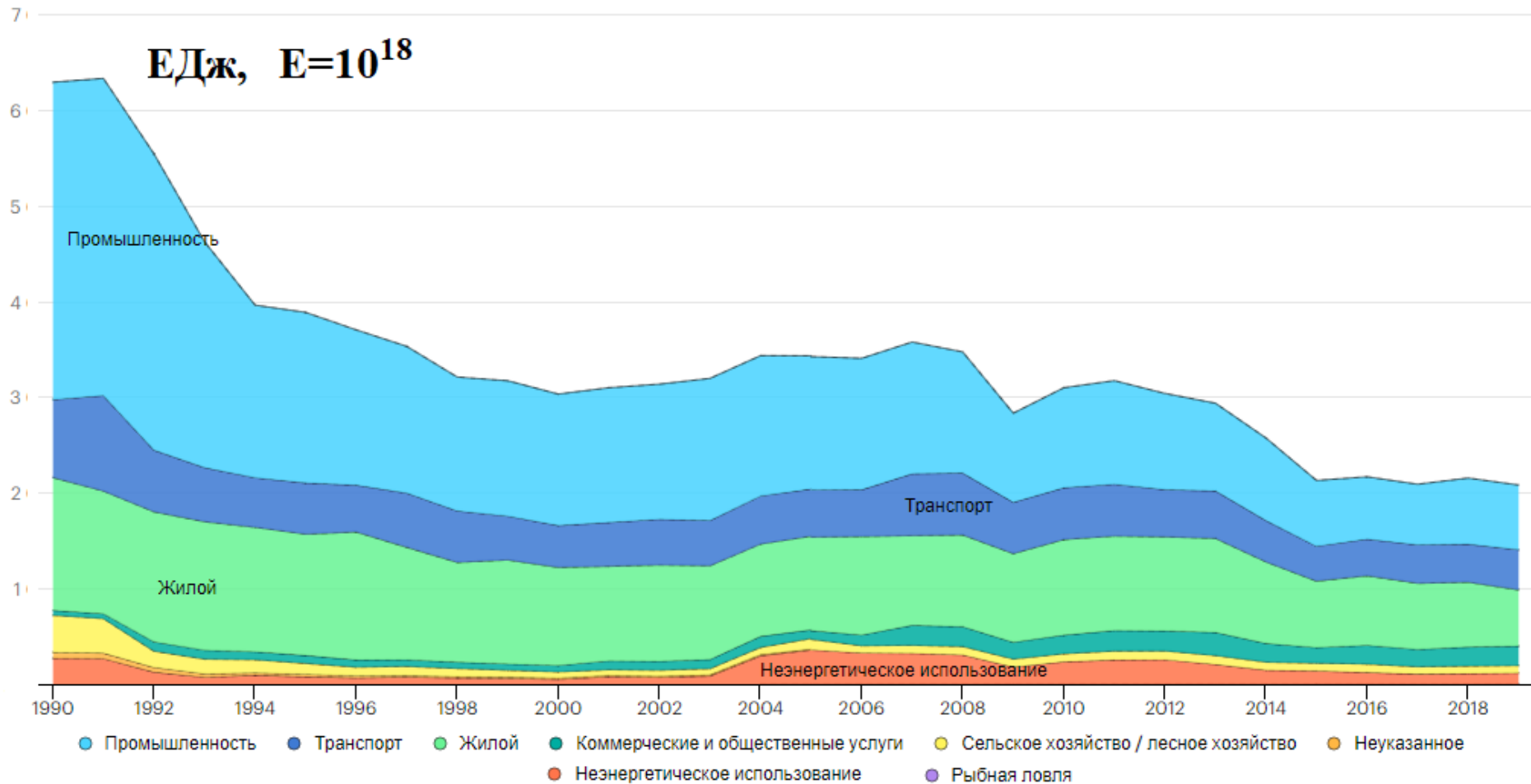
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут технічної теплофізики НАН України

Стратегія термомодернізації будівель до 2050 року – драйвер підвищення енергоефективності (і) економіки України

Борис Басок

КПІ, Київ – 2023

Загальне кінцеве споживання у секторах, Україна 1990-2019 рр.



Загальне кінцеве споживання (ТФС) за секторами, Україна 1990-2019

Рік	2019			1991		
	ТДж	ТДж	Проценти	ТДж	ТДж	Проценти
Сектор економіки	675	675	32,5	3312	3312	52,4
Промисловість	420	420	20,2	997	997	15,8
Транспорт	586	788	37,9	1281	1332	21,0
Житловий сектор	202			51		
Комерційні і комунальні послуги	79	196	9,4	361	629 +56	10,8
Сільське господарство	117			268 +56		
Неенергетичне використання	2079	2079	100		6326	100
Разом						

Загалом, в Україні на енергоспоживання у будівлях припадає близько 40% кінцевої енергії, зокрема 31,7% - на сектор житлових будинків (Мінрегіон України).

Це найбільш енерговитратний сектор економіки України, тому до нього потрібно

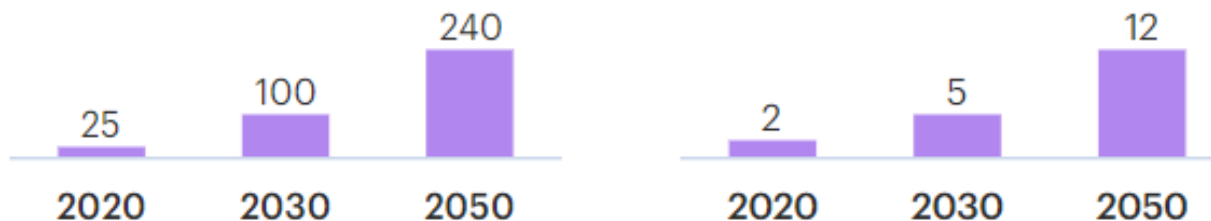
НАЙБІЛЬШЕ УВАГИ

Джерело: МЭА (2022), Браузер даних статистики енергетики, МЭА, Париж <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser>

Частка загального кінцевого споживання (ТФС) за секторами, СВІТ 1990, 2019

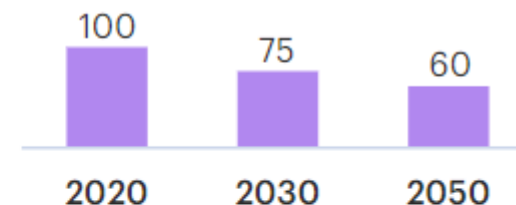
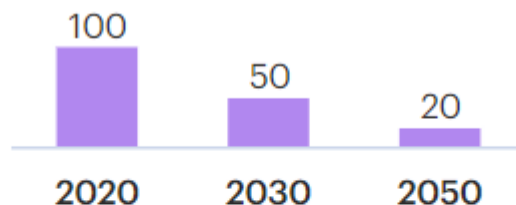
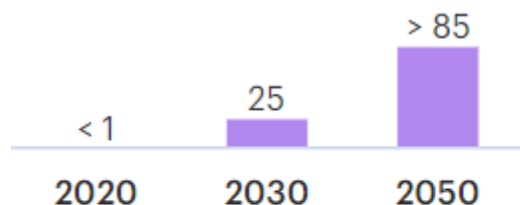
Рік	2019		1990	
	Пета Дж	Проценти	Пета Дж	Проценти
Сектор економіки				
Промисловість	121,0	28,8	75,1	29,0
Транспорт	121,0	28,8	66,0	25,5
Будівлі, різні	121,5	28,9	82,0	31,7
Залишок, різне	56,5	13,5	35,6	13,8
ВСЬОГО	420	100	258,7	100

Світ, чистий нуль в будівлях до 2050 року



Домогосподарства з сонячними панелями на даху (млн.)

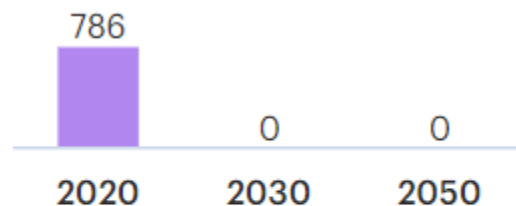
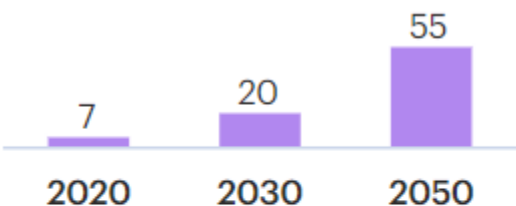
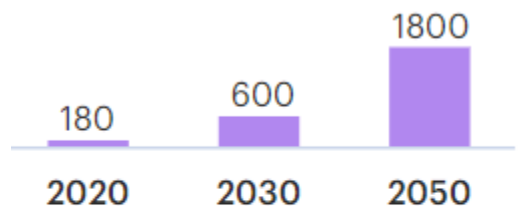
Сонячна та геотермальна енергія в будівлях (%)



Частка будівель з нульовим викидом вуглецю (% від всіх)

Нові будівлі: споживання енергії на опалення та охолодження (індекс 2020=100)

Побутова техніка: одиниця споживання енергії (індекс 2020=100)



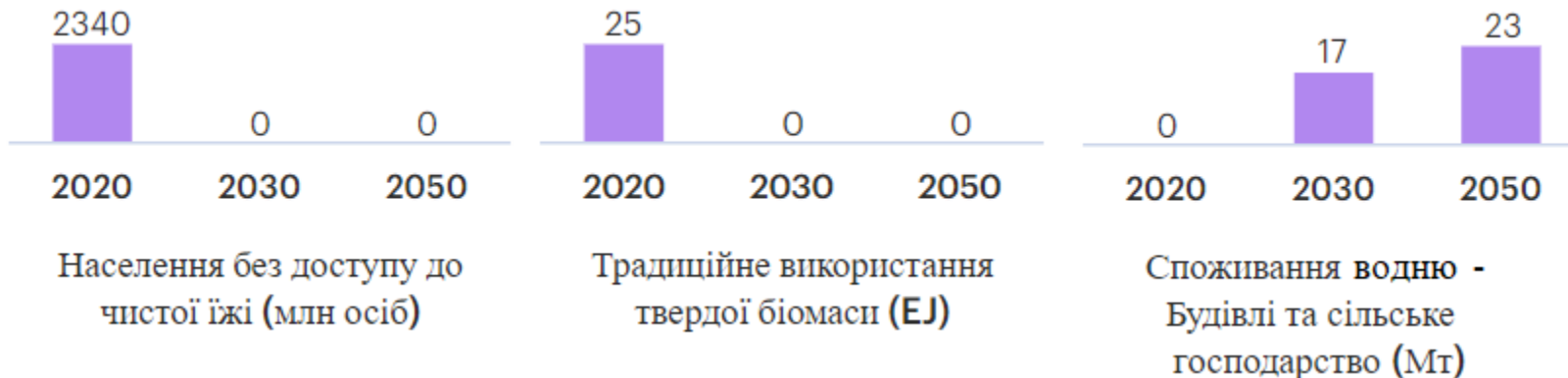
Встановлені теплові насоси (млн одиниць)

Теплові насоси для опалення (% потреби в енергії для опалення)

Населення без доступу до електроенергії (млн осіб)

Чистий нуль до 2050 року. Дорожня карта для глобального енергетичного сектору. Травень, 2021. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

Світ, чистий нуль в будівлях до 2050 року



19-20°C

до 2030 року

Середні температури опалення приміщення

24-25°C

до 2030 року

Середні температури охолодження приміщення

30%

до 2050 року

Зменшення використання енергоємних матеріалів на одиницю площі приміщення

20%

до 2050 року

Відносне збільшення середнього терміну служби будівель

Необхідні етапи для будівель до 2030 року, викладених у сценарії NZE до 2050 року.

- Усі країни повинні бути націлені на розробку до 2030 року кодексів, готових до нульового викиду вуглецю для нових будівель.
- Реконструкція майже 20% існуючого будівельного фонду до нульового рівня викидів вуглецю до 2030 року є амбітною, але необхідною.
- Установка близько **600 млн. теплових насосів**, що покривають 20% потреб в опаленні будівель до 2030 року.
- До 2030 року близько **100 мільйонів домашніх господарств** покладатимуться на сонячну фотоелектричну енергію на даху.
- **Сонячні фотоелектричні та вітрові установки забезпечують близько 40% споживання електроенергії будинками до 2030 року.**
- 350 млн енергоблоків, підключених до районних енергомереж до 2030 року, забезпечать близько 20% потреб у опаленні приміщень
- Сонячні теплові технології розгорнуті приблизно у **400 мільйонах будинків** до 2030 року
- Націленість на 100% продажів світлодіодного освітлення до 2025 року
- Зміна у облаштуванні житлових приміщень призведе до скорочення використання енергії опалення та охолодження до 2030 року
- До 2030 року електромобілі становлять понад 60% автомобілів, що продаються у всьому світі, що потребує адекватного збільшення зарядних пристроїв, встановлених у будинках.

У 2021 році на експлуатацію будівель світу припадало 30% світового кінцевого споживання енергії та 27% загальних викидів енергетичного сектору¹(8% складають прямі викиди в будівлях і 19% непрямі викиди від виробництва електроенергії та тепла, що використовуються в будівлях).

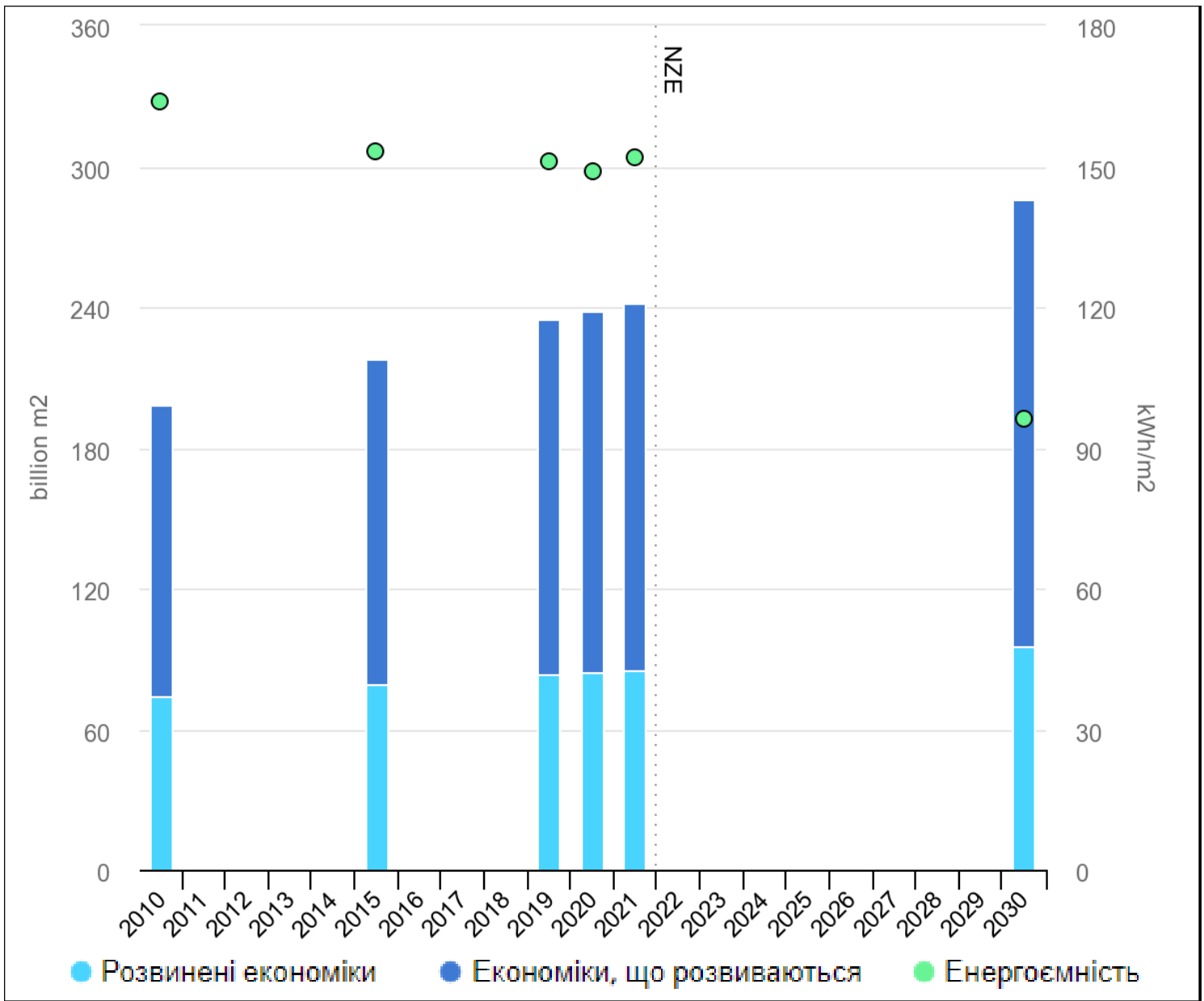
У 2021 році прямі та непрямі викиди від експлуатації будівель відскочили приблизно до 10 Гт, або на 2% вище, ніж у 2019 році, і приблизно на 5% вище, ніж у 2020 році.

Споживання енергії в будівлях зросло зі 115 ЕДж у 2010 році до майже 135 ЕДж у 2021 році, що становить 30% світового кінцевого споживання енергії.

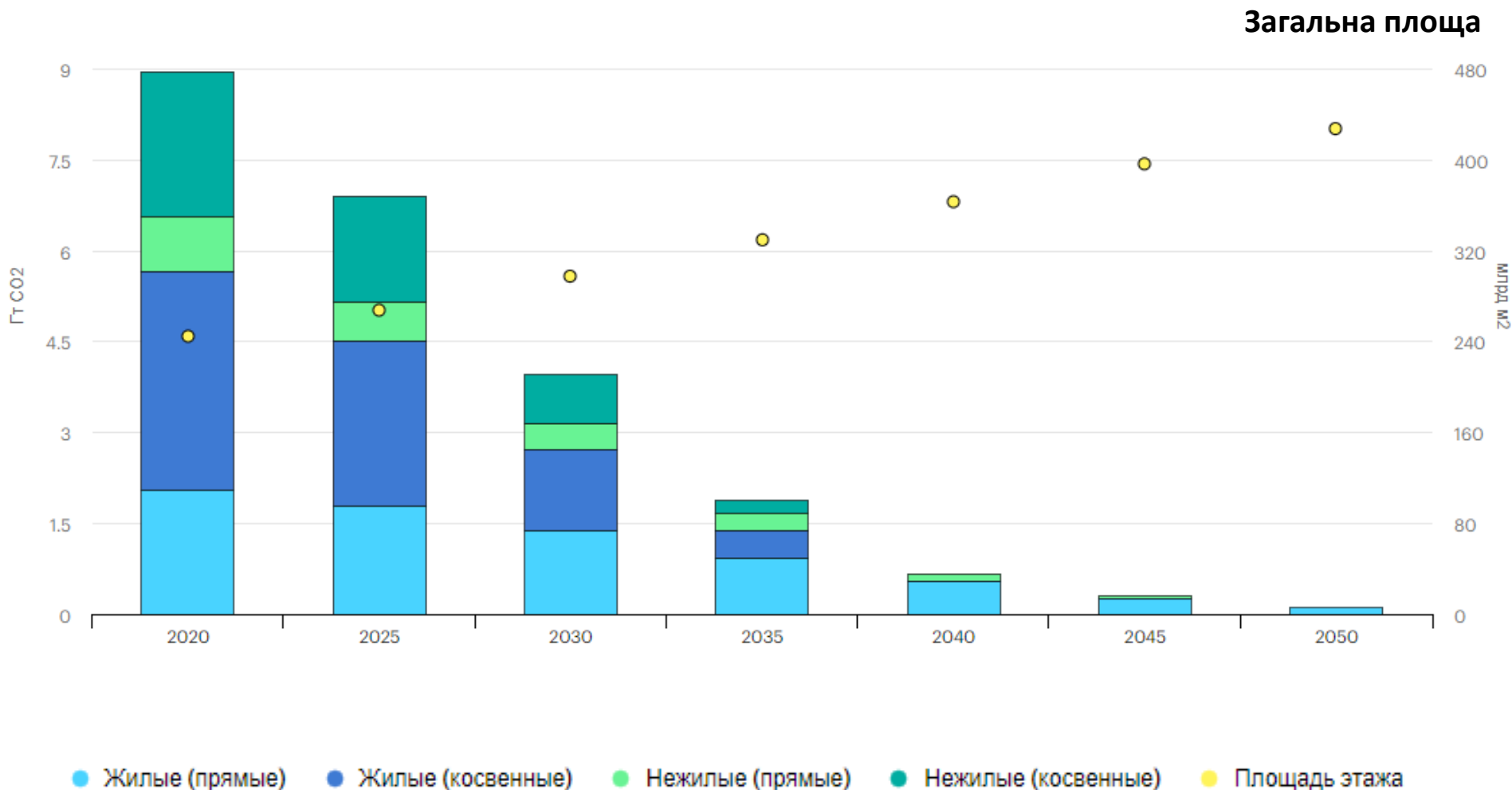
Очікується, що до 2030 року площа зросте приблизно на 20% – більше, ніж уся площа забудови Північної Америки. Очікується, що понад 80% цього приросту площі припадатиме на країни з економікою, що розвивається.

У той же час енергоємність будівельного сектору повинна знизитися майже в п'ять разів швидше протягом наступних десяти років, ніж це було за останні десять років, щоб досягти нульового чистого сценарію. Це означає, що споживання енергії на квадратний метр у 2030 році повинно бути щонайменше на 35% менше, ніж у 2021 році.

Еволюція глобальної площі та енергоємності будівель у сценарії Net Zero, 2010-2030



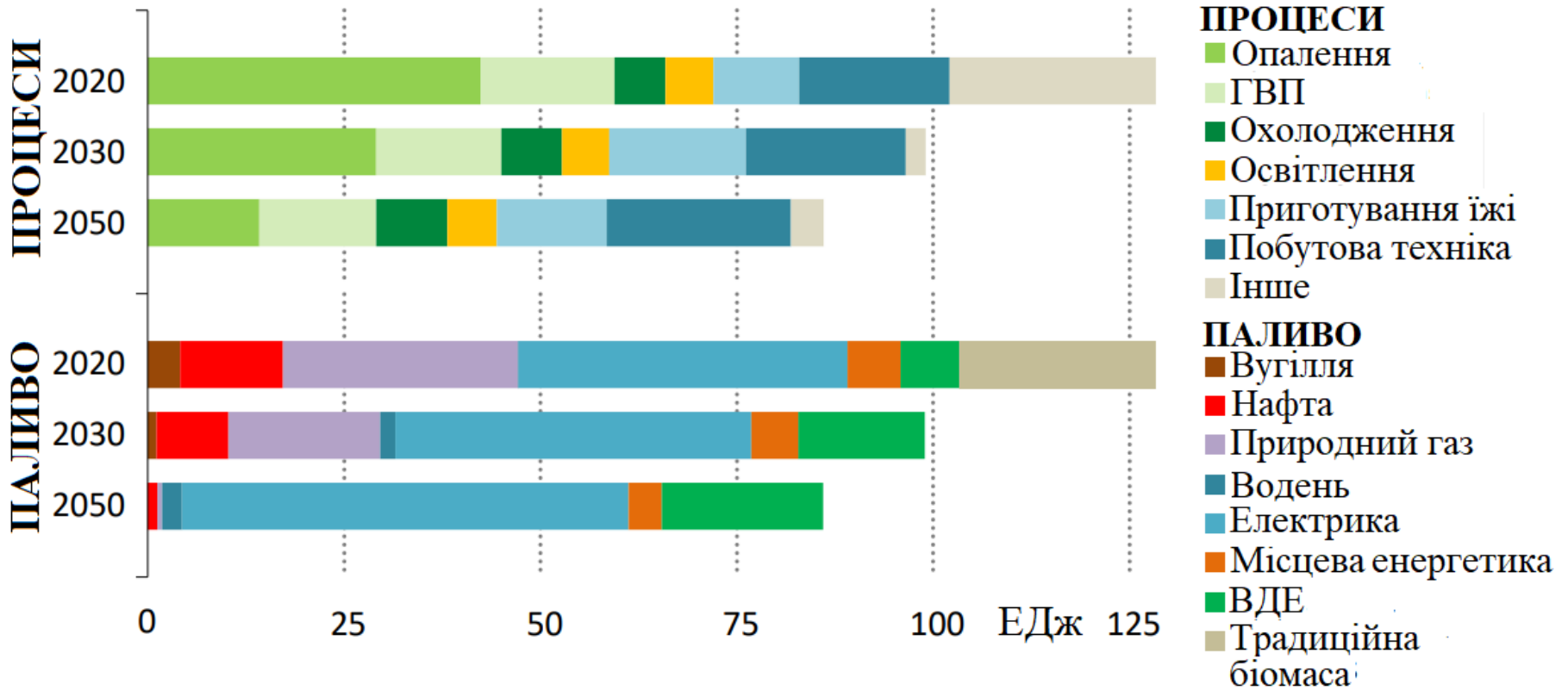
СВІТ, глобальні викиди CO2 у будівельному секторі та загальна площа у сценарії Net Zero, 2020-2050 рр.



МЭА (2022), Технологические и инновационные пути для зданий с нулевым выбросом углерода к 2030 году, МЭА, Париж
<https://www.iea.org/reports/technology-and-innovation-pathways-for-zero-carbon-ready-buildings-by-2030>

Світ, глобальне кінцеве споживання енергії палива і кінцеве використання у будівлях, сценарії NZE, E=10¹⁸

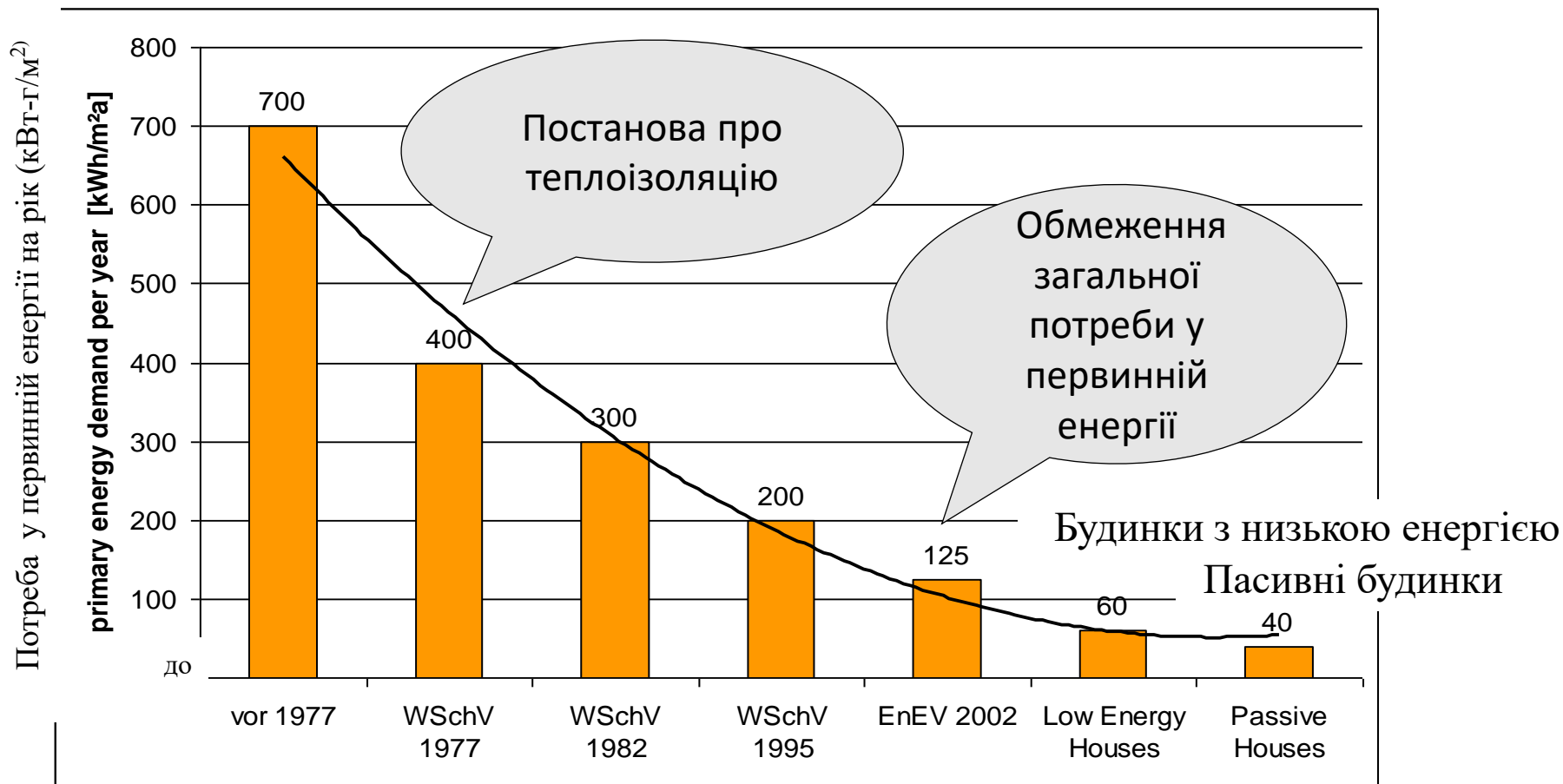
Примітка: Інше включає традиційне використання твердої біомаси



Використання викопного палива в будівельному секторі знизиться на 96%, а потреба в енергії для опалення приміщень на дві третини до 2050 року, в основному завдяки підвищенню енергоефективності

ЄВРОПА, Політика споживання енергії в будівлях, Німеччина

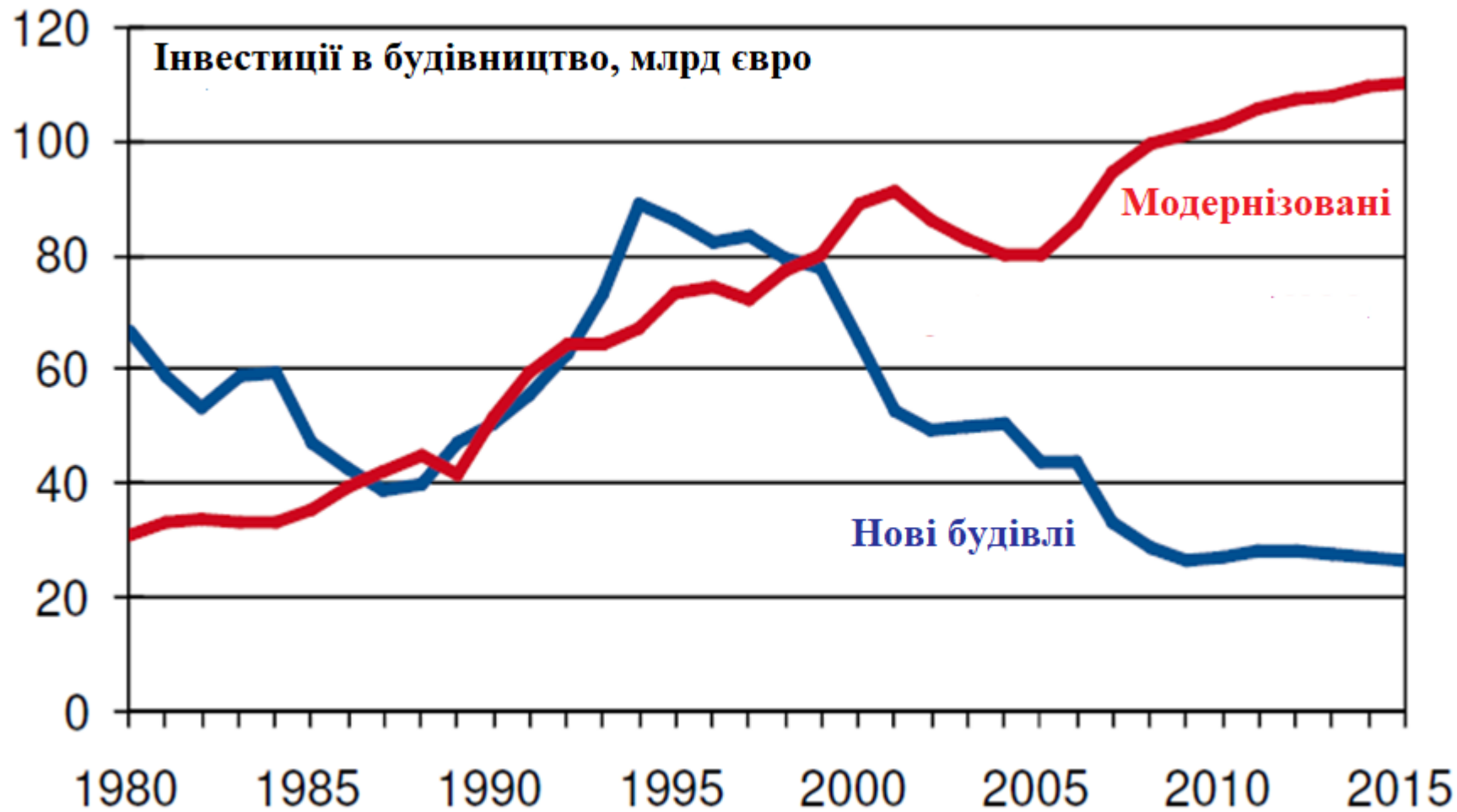
Технічні рішення із застосуванням відновлювальних джерел енергії як правило набагато дорожчі за заходи з енергозбереження. Тому основне правило – **“Спочатку енергоефективність, а потім відновлювальні джерела енергії”** (“EE first, then RES”).



ЗАКОНОДАВЧІ АКТИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ З ЕНЕРГЕТИКИ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ВДЕ

Назва директиви і переклад	Внесені зміни	Анотація
<p><i>DIRECTIVE 2012/27/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC</i></p> <p>2012/27/EU 25.10.2012</p> <p>Директива Європейського парламенту та Ради 2012/27/EU від 25 жовтня 2012 р., що засновує систему встановлення вимог до екологічного проектування продукції, пов'язаної з енергоспоживанням</p>	<p>Натомість 2005/32/EC</p> <p>Нове видання 2012/27/EU 05.11.2012</p>	<p>Щорічні 1,5% зобов'язання дистриб'юторів енергії та/або роздрібних енергозбутових компаній щодо зменшення продажів енергії кінцевим споживачам. Держави-члени мають опцію підрахувати економію енергії, досягнуту в секторах перетворення, розподілу і передачі енергії, включаючи ефективну районну інфраструктуру опалення та охолодження, для досягнення цієї мети. Зобов'язання 3% ремонту (модернізації) від загальної площі опалювальних і/або охолоджуваних будівель в державному секторі, які належать і зайняті центральним урядом. Довгострокова національна стратегія по реконструкції будівель, у тому числі комерційних, житлових, громадських і приватних будівель. Енергетичний аудит і системи управління для великих компаній. Всебічна оцінка потенціалу високоефективної когенерації та ефективного районного опалення та охолодження до 31 грудня 2015 року, оновлені доповіді кожні п'ять років.</p>

Тенденції європейської будівельної галузі. Німеччина

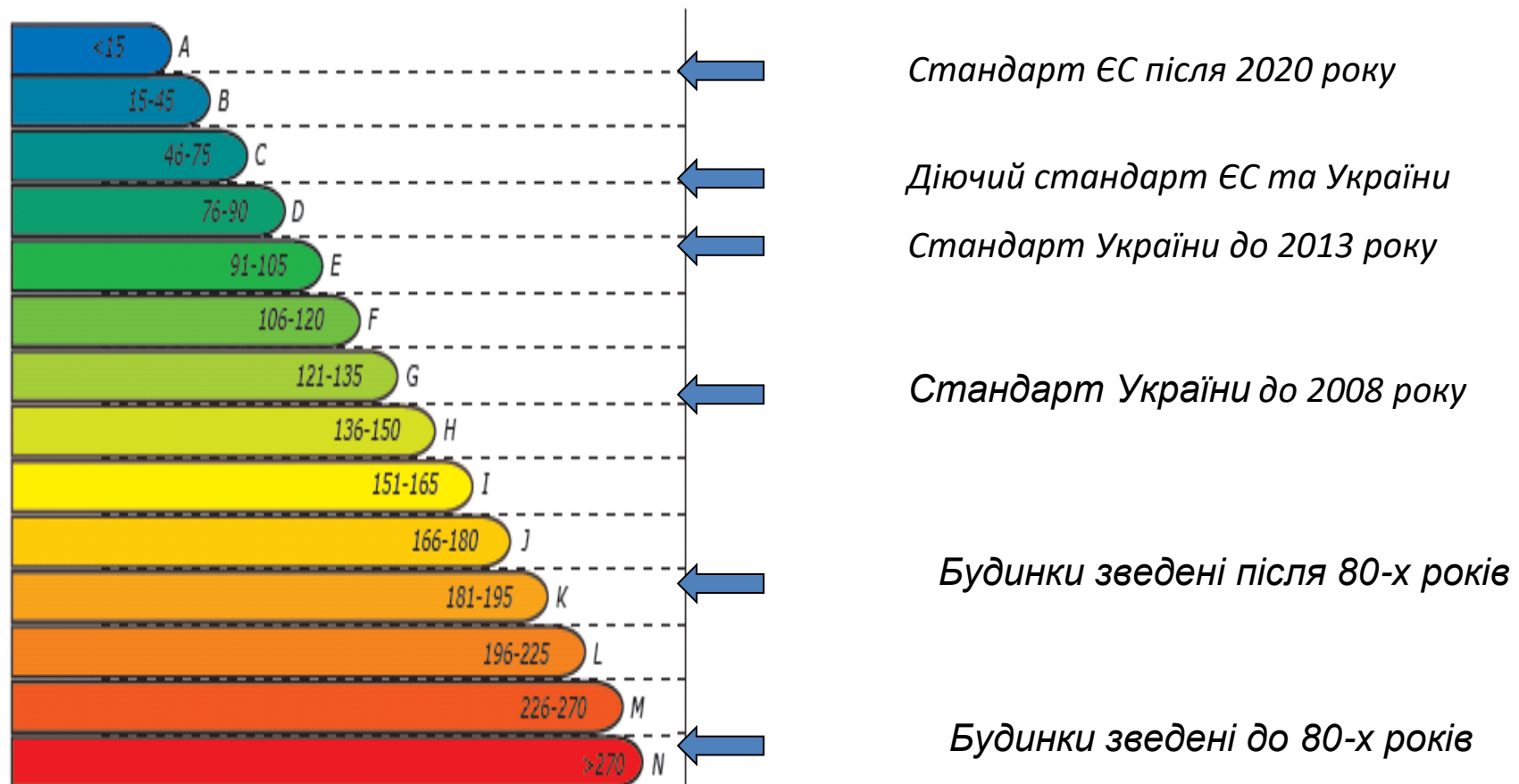


Стан енергоефективності будівель України

Середнє споживання енергії: Україна: **230±30** кВт·годин/м²

ЄС: **90-120** кВт·годин/м², Німеччина: **70** кВт·годин/м²

Витрата теплової енергії, кВт·годин/м² в рік



Україна, законодавство у сфері ефективності будівель

- Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»;
 - Закон України «Про енергетичну ефективність»;
 - Закон України «Про Фонд енергоефективності»;
 - Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації»;
 - Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо усунення бар'єрів для масштабної термомодернізації будівель» (липень 2022 року);
 - Постанова Кабінету Міністрів України від 23 грудня 2021 р. № 1460 про впровадження системи енергетичного менеджменту;
 - Директиви 2012/27/ЄС та 2010/31/ЄС.
-
- Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»
 - Національна економічна стратегія на період до 2030 року, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 3 березня 2021 р. № 179
 - Національний план дій з енергоефективності до 2030 року, схвалений Урядом у грудні 2021 року
 - Оновлений національно визначений внесок України до Паризької угоди, розпорядження КМУ від 30 липня 2021 р. №868-р
 - Національний план збільшення кількості будівель з близьким до нульового споживання енергії, схвалені розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29.01.2020 №88-р, яким передбачено:
 - ✓ скорочення до 2025 року кінцевого споживання енергії в питомих показниках і в абсолютних значеннях у житловому секторі і в громадських будівлях на **1 відсоток щорічно**;
 - ✓ після 31 грудня 2025 року громадські будівлі, а після 31 грудня 2027 року - будівлі всіх категорій (житлові, громадські, комерційні) повинні відповідати вимогам до будівель з **близьким до нульового споживання енергії при введенні в експлуатацію**.

- **ДОВГОСТРОКОВА СТРАТЕГІЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ до 2050 року**
- **ДЕРЖАВНА ЦІЛЬОВА ПРОГРАМА ПІДТРИМКИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ до 2030 року (Концепція)**
- **ДЕРЖАВНА ЦІЛЬОВА ПРОГРАМА стимулювання енергетичної модернізації систем централізованого теплопостачання до 2030 року**
- **НАЦІОНАЛЬНІ ПРОГРАМИ ВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ**
 1. суттєво підвищити якість життя, оновивши національний фонд будівель
 2. посилити енергетичну незалежність України, відмовитися від російського газу
 3. значно збільшити темпи, масштаби та глибину термомодернізації
 4. створити в усіх регіонах України можливості для економічного зростання
 5. надати позитивний сигнал для ринку та міжнародних партнерів

БАЧЕННЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗОВАНИХ БУДІВЕЛЬ В МАЙБУТНЬОМУ:

- Здорові та безпечні
- Теплі та комфортні
- Розумні та енергонезалежні
- Ощадні в обслуговуванні
- Естетичні та довговічні

Мінрегіон України
Офіс підтримки реформ

ЗА РАХУНОК:

1. **Зниження щонайменше в 3 рази енергопотребити житлових і громадських будівель для опалення та охолодження [глибока термомодернізація]**
2. **Повної відмови від природного газу та вугілля для енергозабезпечення будівель [заміщення місцевими відновлювальними джерелами енергії]**

СТРАТЕГІЧНІ ЦІЛІ

- 1. Висока пріоритетність політики підвищення енергоефективності на державному та місцевому рівні**
- 2. Комплексні та інтегровані підходи до термомодернізації будівель**
- 3. Подолання енергетичної бідності, епідеміологічна безпека в будівлях**
- 4. Сприятливе ринкове середовище для масштабної термомодернізації будівель**
- 5. Швидкі темпи масштабної глибокої термомодернізації громадських будівель**
- 6. Стале та цілеспрямоване фінансування термомодернізації**
- 7. Розвиток людського потенціалу, інтелектуалізації, цифровізації та інновацій в сфері термомодернізації**

НАЦІОНАЛЬНІ ПРОГРАМИ ВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

№	Сутність програми	Орієн. вартість
1	Основи відновлення: Зміцнення інституційної ефективності Цифрова держава	<0,1 млрд дол. <0,1 млрд дол.
2	Зміцнення оборони і безпеки	50 млрд дол.
3	Прагнення до інтеграції в ЄС	<1 млрд дол.
4	Відбудова чистого та захищеного середовища	20 млрд дол.
5	Енергетична незалежність та Зелений курс	130 млрд дол.
6	Поліпшення бізнес-середовища	5 млрд дол.
7	Забезпечення конкурентного доступу до капіталу	75 млрд дол.
8	Забезпечення макрофінансової стабільності	60 - 80 млрд дол.
9	Розвиток секторів економіки з доданою вартістю	50 млрд дол.
10	Розширення та інтеграція логістики з ЄС	120 - 160 млрд дол.
11	Відновлення та модернізація житла та інфраструктури регіонів	150 - 250 млрд дол.
12	Відновлення та модернізація соціальної інфраструктури	35 млрд дол.
13	Розвиток системи освіти	5 млрд дол.
14	Модернізація системи охорони здоров'я	5 млрд дол.
15	Розвиток систем культури та спорту	20 млрд дол.
16	Забезпечення ефективної соціальної політики	7 млрд дол.

Національна програма #10: Модернізація регіонів і житла, в т.ч. масштабна програма енергоефективності, є стратегічним пріоритетом

Масштабна програма енергоефективності



Покращення енергоефективності будівель

~60 \$ млрд

вкл. \$1 млрд для локалізація з матеріалів виробництва



Модернізація і оптимізація теплопостачання (централізованого та індивідуального)

~26 \$ млрд

вкл. 18 млрд дол для індивідуальний тепло насоси



Модернізація і оптимізація мереж теплопостачання

~3 \$ млрд

Кращі будівлі і нове планування міст



Нове житло у відповідності з кращими практиками

~41 \$ млрд

вкл. тимчасове житло і відбудову пошкодженого житла



Капітальні ремонти житла

~45 \$ млрд



Пілотування будівель з близьким до нуля споживанням енергії і систем централізованого охолодження

~3 \$ млрд

Модернізація іншої інфраструктури



Модернізація питного водопостачання та обробки стічних вод

~42 \$ млрд

вкл. 11 \$ млрд на нові мережі для забезпечення ширшого доступу



Модернізація і електрифікація міського транспорту

~2 \$ млрд



Інші пріоритетні програми

~8 \$ млрд

вкл. 1,7 \$ млрд для диверсифікації економіки і покращення з інфраструктури монофункціональних міст



Масштабна термомодернізація 2050

до КЛАСУ C

до РІВНЯ NZEB

161,3

209,6

млрд євро загальний
інвестиційний потенціал



БАГАТОКВАРТИРНІ БУДИНКИ

44,5

59,1



ІНДИВІДУАЛЬНІ БУДИНКИ

85,9

109,9



ГРОМАДСЬКІ БУДІВЛІ

12,3

16,1



ІНШІ БУДІВЛІ (НЕ ПРОМИСЛОВІ)

18,5

24,6

За найбільш песимістичних прогнозів, кількість робочих місць, що будуть створені в ході реалізації цієї Стратегії, становитиме від 40 до 90 тисяч на рік.

Заходи з реновації будівель щорічно даватимуть економію витрат на оплату комунальних послуг у житловому секторі від 0,7 до 1,6 млрд. євро на рік.



ДЕРЖАВНА ЦІЛЬОВА ПРОГРАМА - 2030

1

Стимули для термомодернізації житлових будівель

першочергово для індивідуальних будинків

2

Пришвидшення термомодернізації громадських будівель

показова роль, енергоменеджмент, енергосервіс

3

Підтримка обов'язкових супутніх робіт при термомодернізації

ремонти, інклюзивність, блискавкозахист, пожежна безпека тощо

4

Збільшення кількості енергонезалежних будівель (NZEB)

5

Створення сприятливих ринкових умов для масштабної термомодернізації

збільшення виробництва будматеріалів і енергоефективного обладнання, розвиток бізнесу

6

Розвиток компетенцій та кваліфікацій фахівців будівельної галузі

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ВІДНОВЛЕННЯ

Вже в роботі

Фонд енергоефективності

ПОТОЧНІ ПРОГРАМИ

1

Поточні та нові пакети програми «Енергодім»

НОВІ ПРОГРАМИ

2

Нова програма «Малого відновлення житла»

3

Нова програма відновлення громадських будівель, фокус на розміщення на ВПО

Пропонується

заходи у рамках державної програми

ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ ІЗ
УРАХУВАННЯМ ВИМОГ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

1

Відновлення житлових будинків до рівня «енергонезалежних» (NZEB)

2

Відновлення громадських будівель до рівня мінімальних ЕЕ вимог або NZEB

3

Стимулювання встановлення теплових насосів та рекуператорів повітря

4

Стимулювання нових виробництв ЕЕ обладнання та будівельної продукції

5

Супутні роботи та необхідні на них видатки (проектування, укріплення, відходи)

Прогнозні показники термомодернізації будівель України згідно амбітного сценарію довгострокової стратегії

	Од. виміру	ВСЬО- ГО	Індивідуа- льні будинки	Багато- квартирні будинки*	Громад- ські будівлі**
Буде оновлено будівель	шт.	2369130	2275000	62630	31500
Економія газу, щорічно	млрд. м³	3,9	1,8	1,5	0,6
Інвестиції загальні	млрд. євро	58,8	23,9	25,3	9,6
	млрд. грн.	1848	792	120	797
у т.ч. з державного бюджету за перші 3 роки	млрд. грн.	105	46	31	0,1
з державного бюджету всього до 2030 р.	млрд. грн.	309	232	33	0,3

* - з урахуванням проєктів Фонду енергоефективності;

** - з урахуванням програм/проєктів МФО.

ОСНОВНІ ЗАХОДИ ПРОГРАМИ-2030

стимулювання енергетичної модернізації систем централізованого теплопостачання до 2030 року

- 1. Розробка схем теплопостачання**
- 2. Встановлення комерційного і технологічного обліку**
- 3. Встановлення ІТП (силами ТКЕ)**
- 4. Заміна старих і прокладання нових теплових мереж (зниження втрат, підвищення надійності і оптимізація роботи систем ЦТ)**
- 5. Модернізація старих і підключення нових джерел теплової енергії (скорочення споживання і заміщення природного газу скидним теплом, когенерацією, відновлювальними джерелами)**
- 6. Розвиток диспетчеризації і сприяння впровадженню енергетичного менеджменту**



Міністерство розвитку
громад та територій України



ОФІС ПІДТРИМКИ
РЕФОРМ

ЩО ДОСЯГАЄМО у 2030 році

Замінено трубопроводів	км	3 000
Модернізовано котелень	МВт	10 000
Встановлено ІТП	шт.	35 000
Економія газу, щорічно	млрд м ³	1,0
Інвестиції загальні	млрд євро	7,0
	млрд грн	210
в т.ч. з державного бюджету <u>за перші 3 роки</u>	млрд грн	45
з державного бюджету <u>всього до 2030</u>	млрд грн	75

ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ ДБН В.2.6-31:2021

1) [ДСТУ EN ISO 10077-1:2022](#) (EN ISO 10077-1:2017, IDT; ISO 10077-1:2017, Corrected version 2020–02, IDT)

Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальні умови

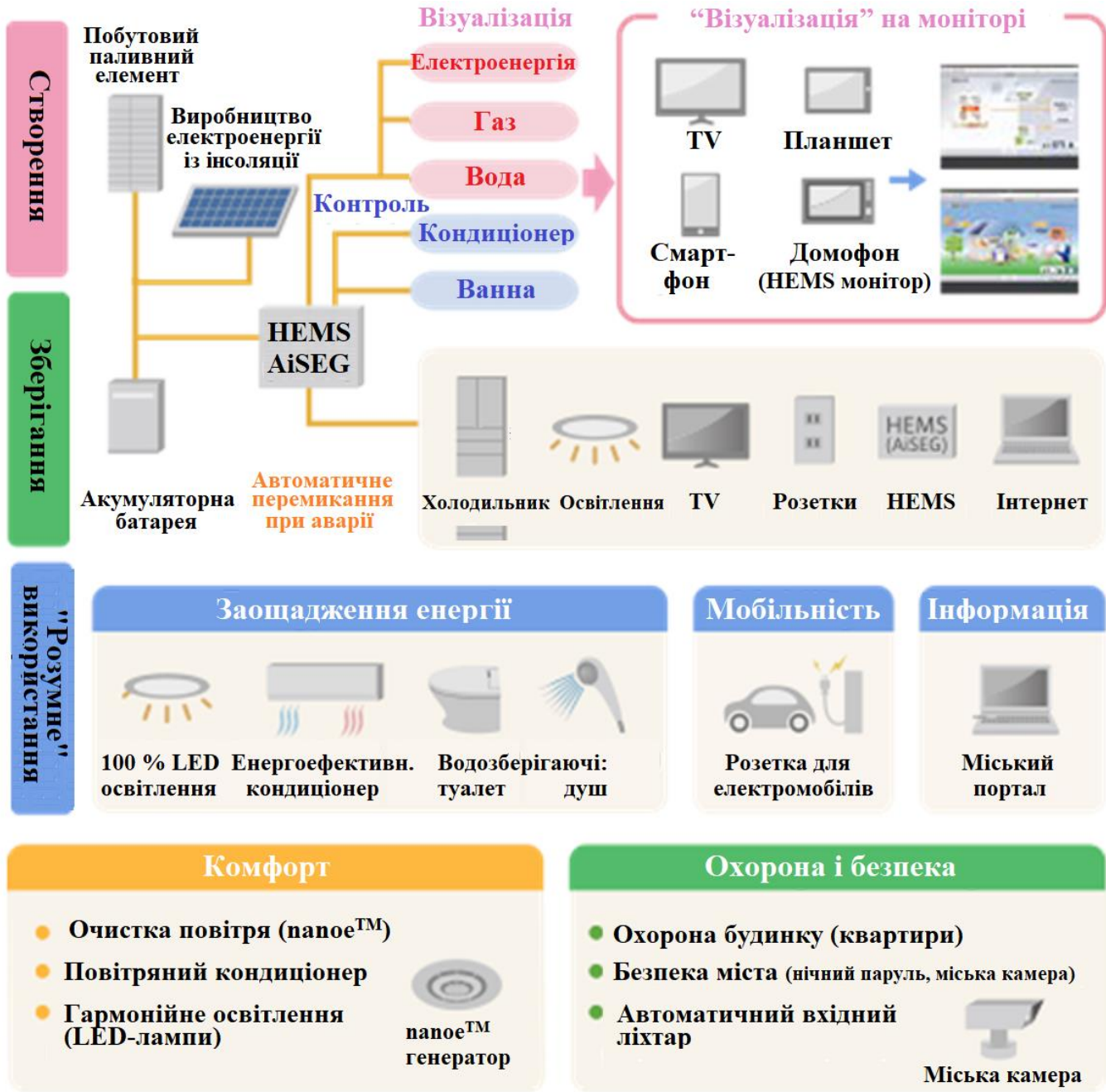
2) [ДСТУ EN ISO 10077-2:2022](#) (EN ISO 10077-2:2017, IDT; ISO 10077-2:2017, IDT)

Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 2. Чисельні методи розрахунку для віконних рам

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель R_{qmin}

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , м ² ·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

„Розумний” будинок



BEMS, HEMS – Building (Home) Energy Management System (домашня енергетична обслуговуюча система)
 AiSEG (домашній інтернет речей (IoT))

LED - Light-emitting diode – світлодіодна лампа

“Розумне” (в сенсі енергетики) місто

Їжа

Робота

Навчання

Розваги

Життя

Виховання

Зібрання

Здоров'я

Зв'язок

Пропозиції для
розумного стилю життя

КОМУНІКАЦІЯ



МОБІЛЬНІСТЬ



ЕНЕРГІЯ

БЕЗПЕКА



ЗДОРОВИЙ
СПОСІБ ЖИТТЯ



Проектування
розумних просторів



Створення розумної
інфраструктури



ІТТФ НАН України, Проблематика будівель

- Будівля як енергетичний об'єкт довготривалого життєвого циклу
- Будівля як енергоспоживач, енергорегулятор ОЕС, енерговиробник і енергоакумулятор
- Будівля як об'єкт енергетичної безпеки, енергонезалежності, енергостійкості і підвищеної живучості в екстремальних умовах
- Будівля як елемент розосереджених, автономних чи індивідуальних енергосистем
- Інноваційні інженерні системи енергоресурсозабезпечення

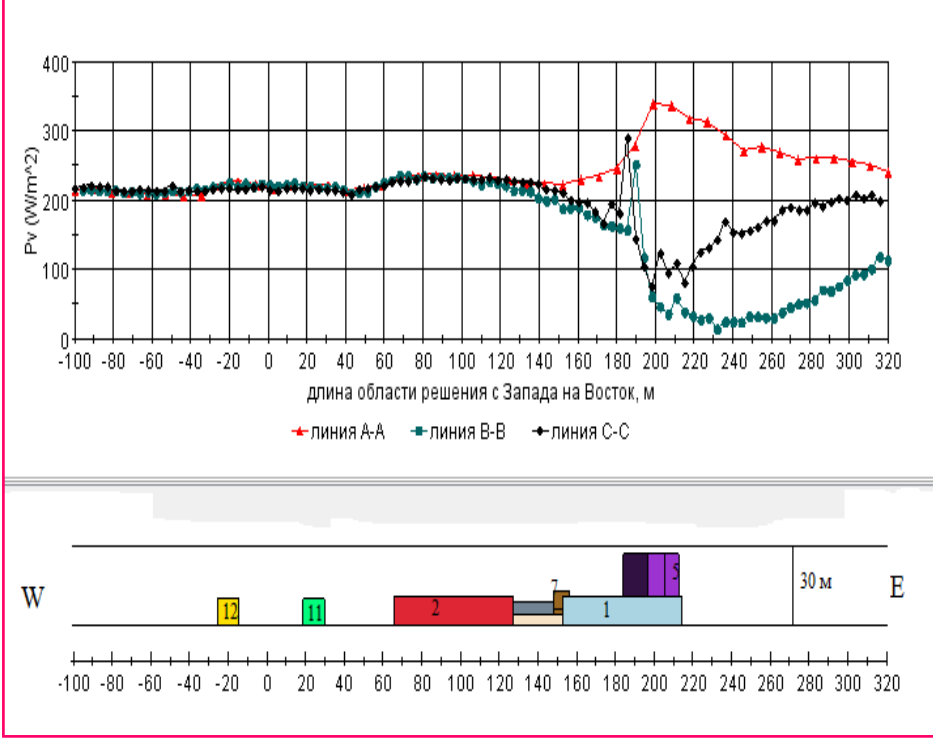
- ✓ Будівлі в Україні – найбільший кінцевий енергоспоживач – до 40% всієї енергії
- ✓ Будівлі в Україні – найбільший споживач природного газу – 14,9 млрд. м³ газу із 28,6 млрд. м³ газу (2021 р.)
- ✓ Будівлі в Україні – це соціальна політика, а мешканці будівель – потенційний електорат.

Створення нового наукового напрямку в ІТТФ НАН України — розробка, комплексні дослідження та реалізація науково-методологічних положень стратегічного, організаційного, інноваційного і економічно обґрунтованого розвитку систем енергоспоживання кінцевого користувача (зокрема, підвищення енергоефективності будівельно-житлової системи та промисловості) на основі використання тренду інтелектуальних низьковуглецевих технологій в тріаді енергетика-економіка-екологія з метою досягнення високого рівня технологічного укладу.

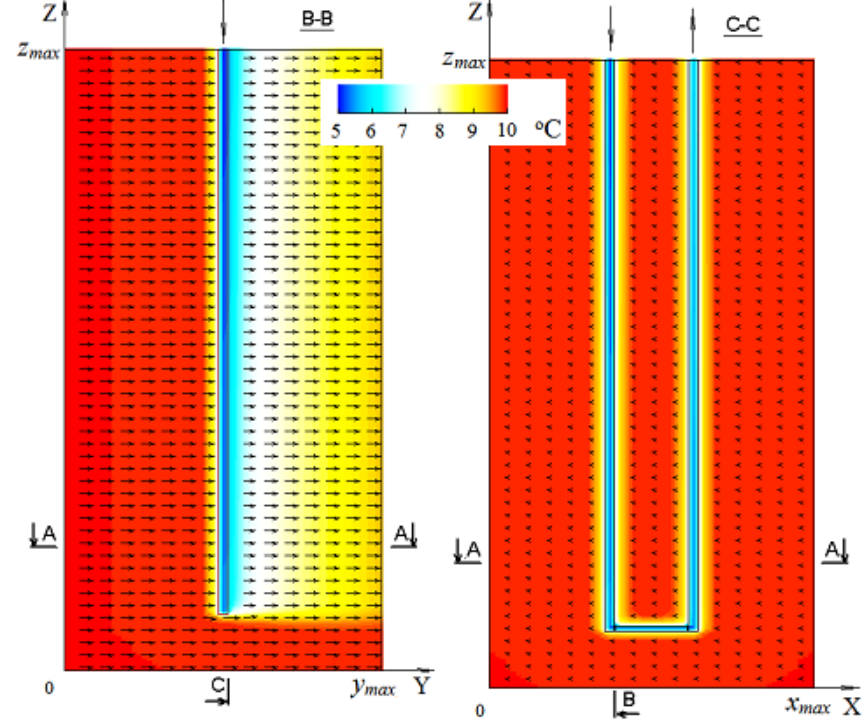
ІТТФ НАН України, Фундаментальні наукові дослідження

- Теплова і аеродинамічна взаємодія із довкіллям
- Дослідження інсоляції і її вплив на будівлю
- Тепломасообмін в пористих середовищах
- Теплообмін, аеро(гідродинаміка і нестійкість потоку теплоносія
- Добове, декадне та сезонне акумулювання енергії, зокрема теплоти
- Загальні аспекти енергоефективності, зокрема будівель та їх систем енергозабезпечення
- Інноваційні технології і інженерні системи енергозабезпечення
- Енергетичні впливи на глобальне потепління клімату

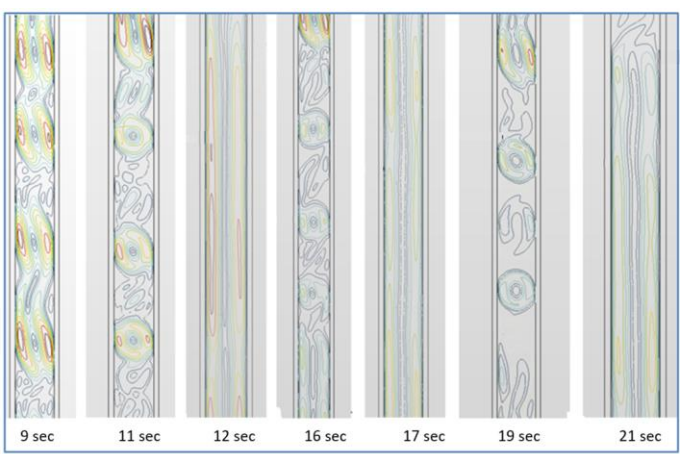
1. Pavlenko A., Basok B., Davydenko B. Energy conversion in local volumes of dispersed media / Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce, Poland. 2021, 308 p.
2. Басок Б.І., Новосельцев О.В., Дубовський С.В., Базєєв Є.Т. Теплозабезпечення населених пунктів. Енергоефективність, інновації, енергоменеджмент – Київ: Наукова думка. – 2020. – 243 с.
3. А.А. Авраменко, Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, В.В. Гоцуленко, А.И. Тыринов, Н.П. Дмиитренко. Термогидродинамическая и термоакустическая неустойчивость потока теплоносителя. Киев. – 2020. - 386 с.
4. Басок Б.И., Гоцуленко В.В., Авраменко А.А. Механизмы теплофизической неустойчивости потоков теплоносителя, Київ, НАН України, ІТТФ НАН України, 2019. – 309 с.
5. Басок Б. І., Новосельцев О.В., Дубовський С.В., Базєєв Є.Т. Модернізація системи тепlopостачання населених пунктів України. Теплофізика, Енергоефективність, Енергоекономіка, Екологія // -Київ. – 2018. – 412 с.
6. Басок Б.І., Веремійчук Ю.А. Оцінка ресурсного потенціалу сонячної електроенергетики у Одеській області // Київ. Видавничий дім «Каліта».-2018.-250 с.
7. Басок Б.И., Накорчевский А.И. Теплофизика влияния солнечного излучения на здания. Киев. Наукова думка. 2016. – 224 с.



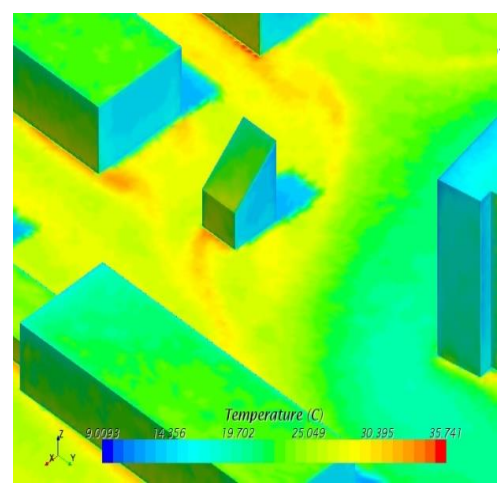
Розрахунок вітрового потоку на території ІТТФ по вул. Будахоського, 2



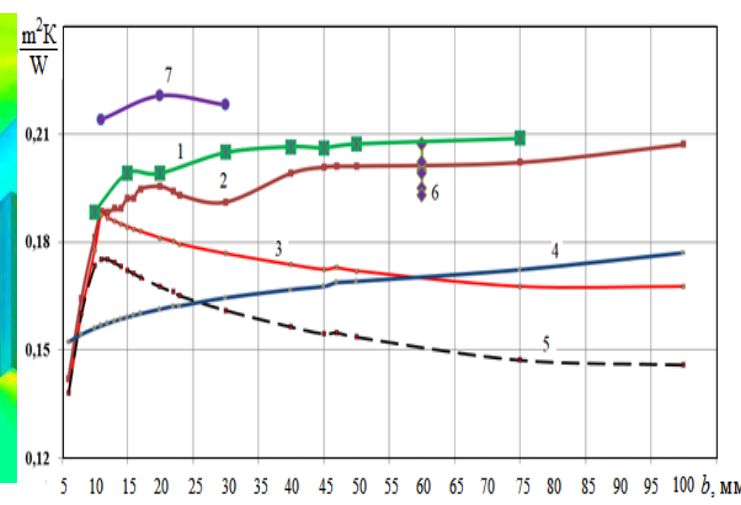
Поля швидкості і температури в ґрунтовому масиві і ґрунтовому теплообміннику



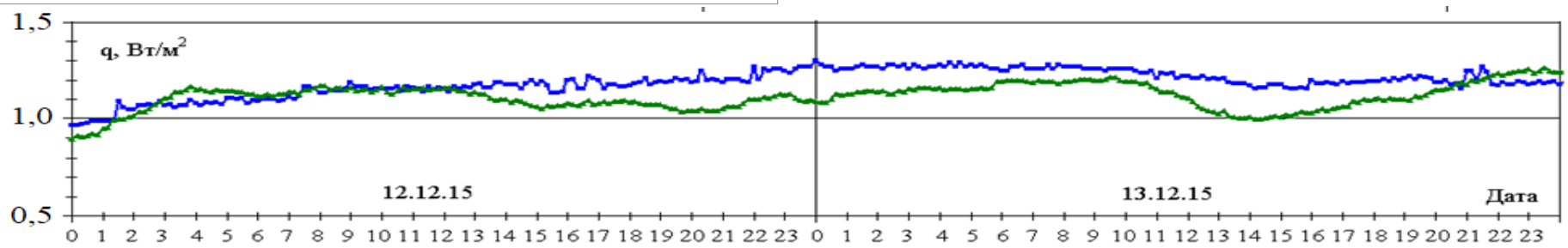
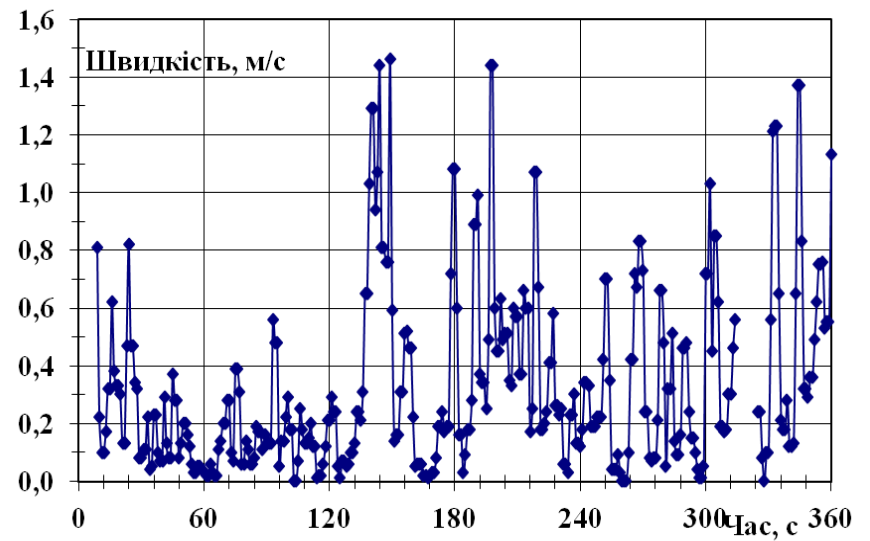
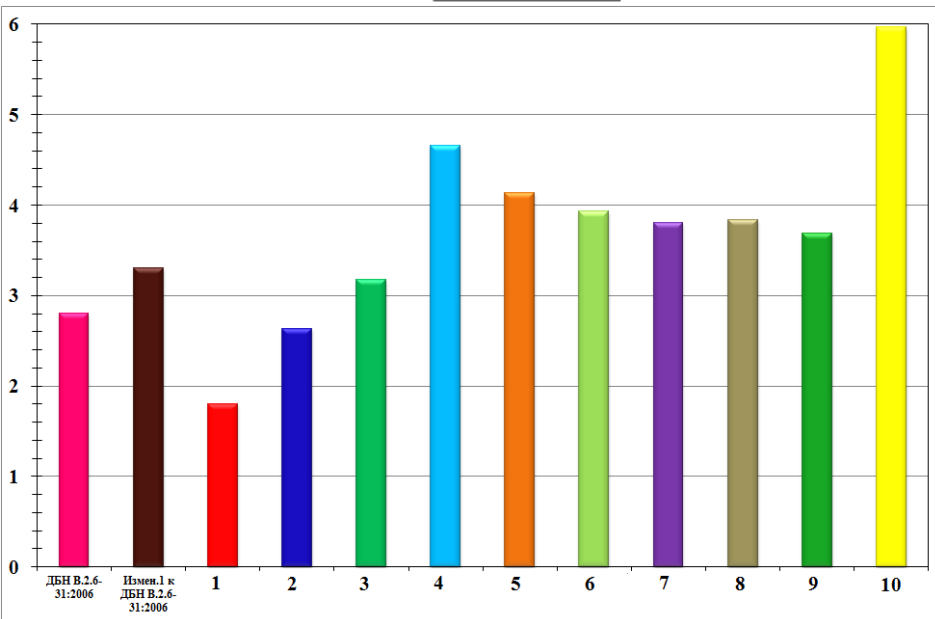
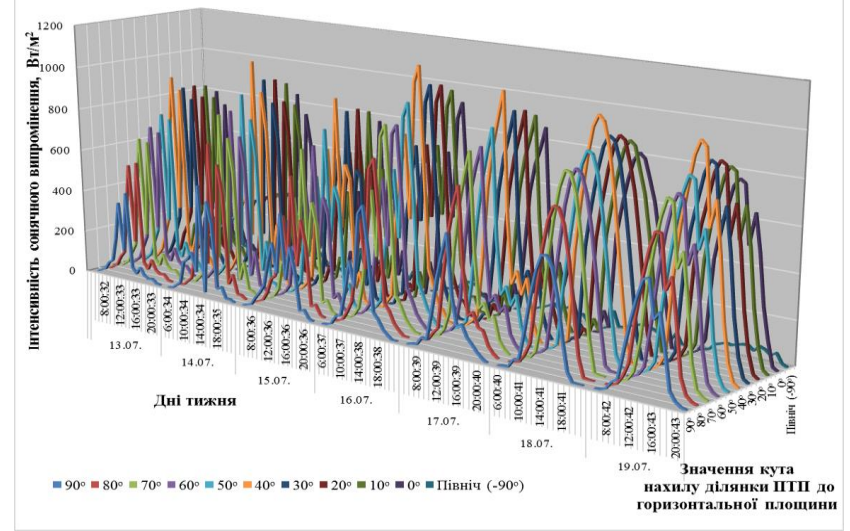
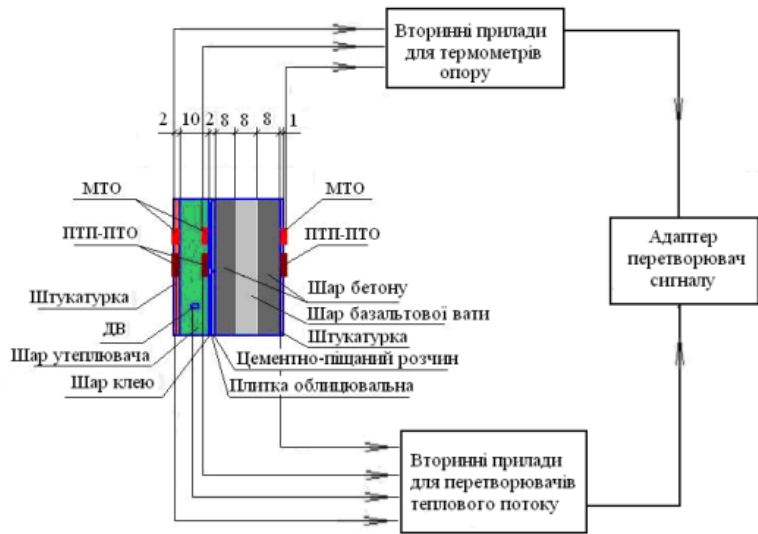
Формування вихорів Релея – Бенара в плоскому каналі



Розрахунок інсоляції на території ІТТФ



Термічний опір однокамерного склопакета



Експериментальний пасивний будинку інтелектуального типу «0-енергії» ІТТФ

НАН України (м. Київ, вул. Булаховського, 2)

Система кліматизації пасивного будинку на базі ТН:

- на основі відновлюваних джерел енергії (теплота ґрунту з полігону ГТО і свердловини);
- потужність опалення- 2,6 кВт; потужність ГВП - 3,4 кВт;
- резервування – твердопаливний котел, пілетний паливник;
- аварійне опалення – повітряне пасивно-конвективне, піч;
- догрів рекупераційного вентиляційного повітря;
- потужність електропостачання – 10 (сонце)+ 5 (вітер) кВт.

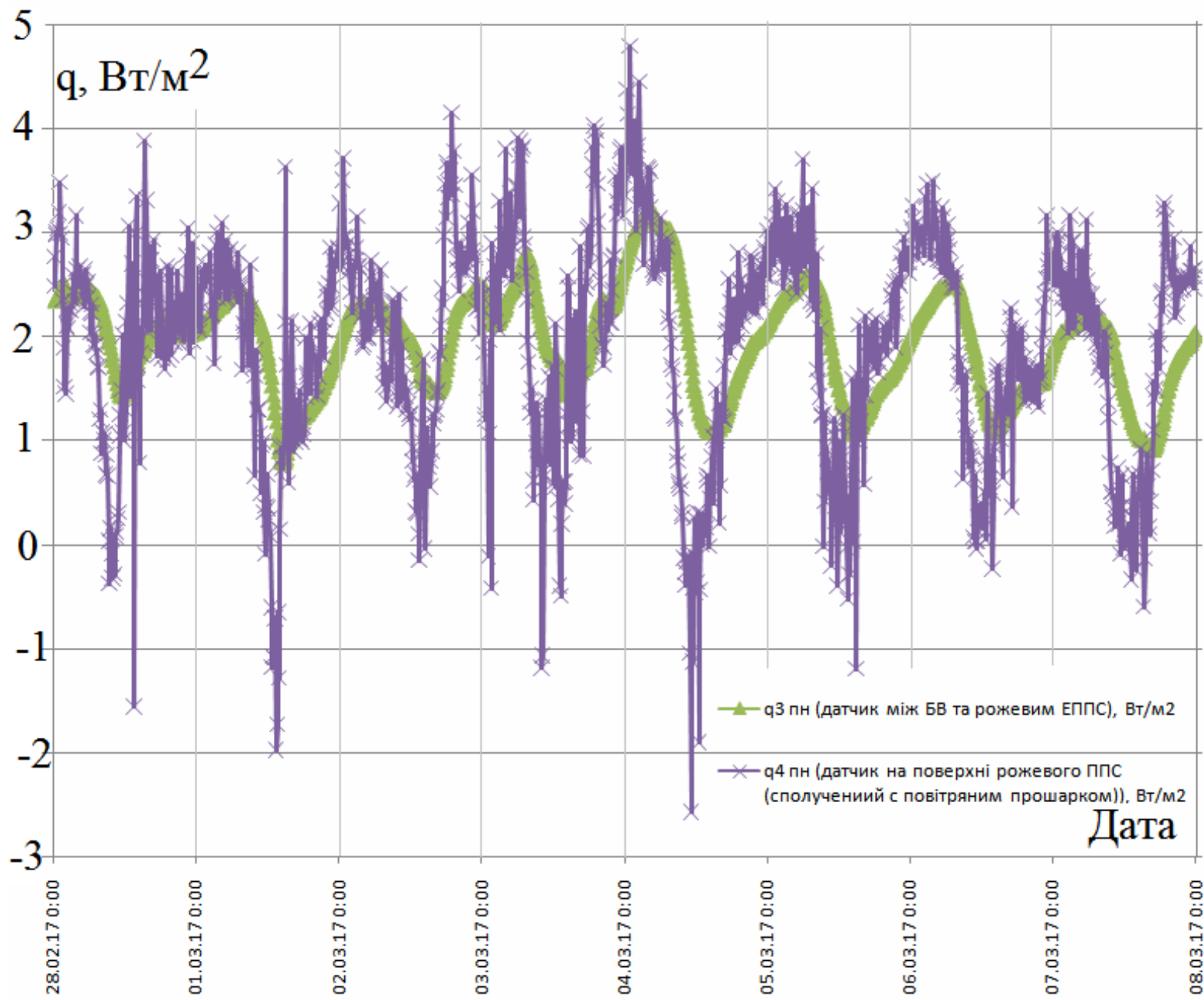
Сфера застосування - сучасні рішення термомодернізації існуючого житлового фонду і новобудов, для проектування і будівництва сучасних енергоефективних будівель (пасивного типу, типу «0-енергії», «розумних») шляхом застосування інноваційних систем автономного енергозабезпечення, які оптимальні з енергетичної, економічної та екологічної точки зору.

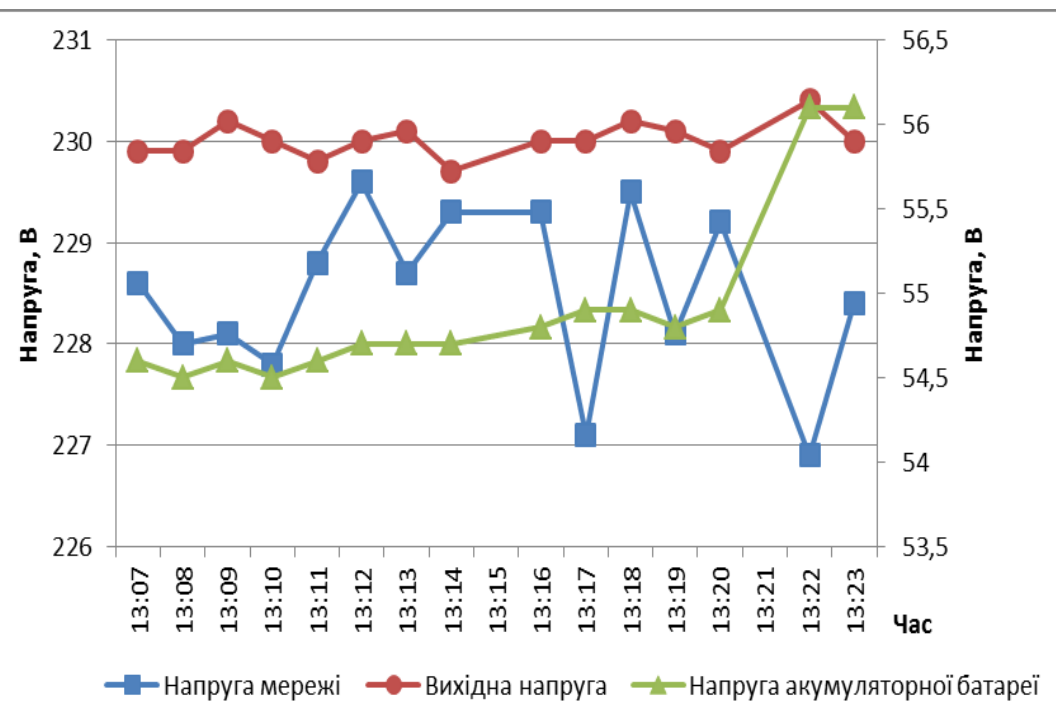
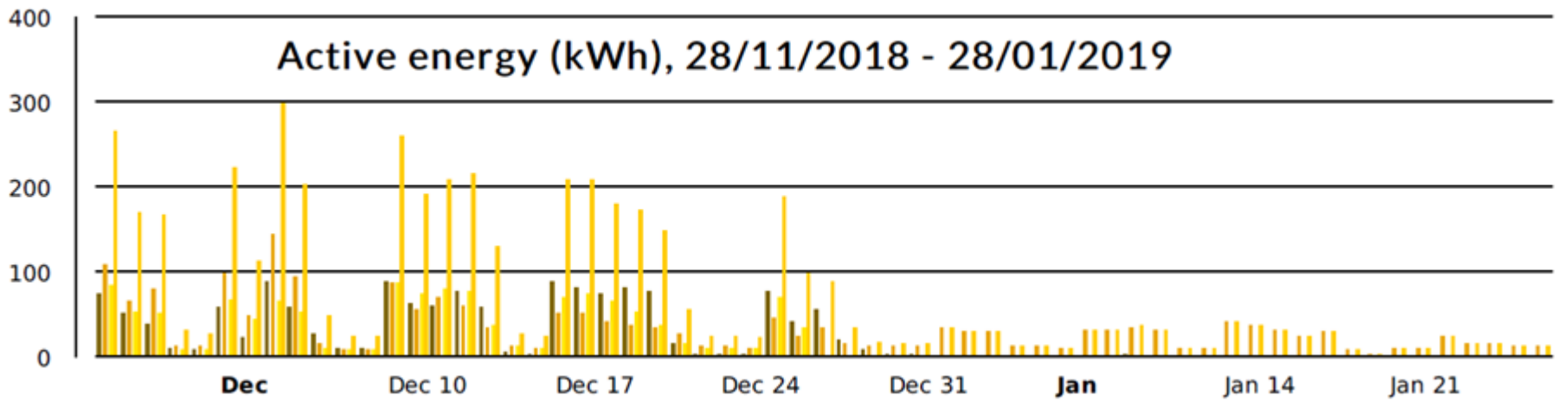


4,5 поверхи загальною площею 306 кв. м.
на опалення - 15 кВт•годин на 1 кв. м в рік

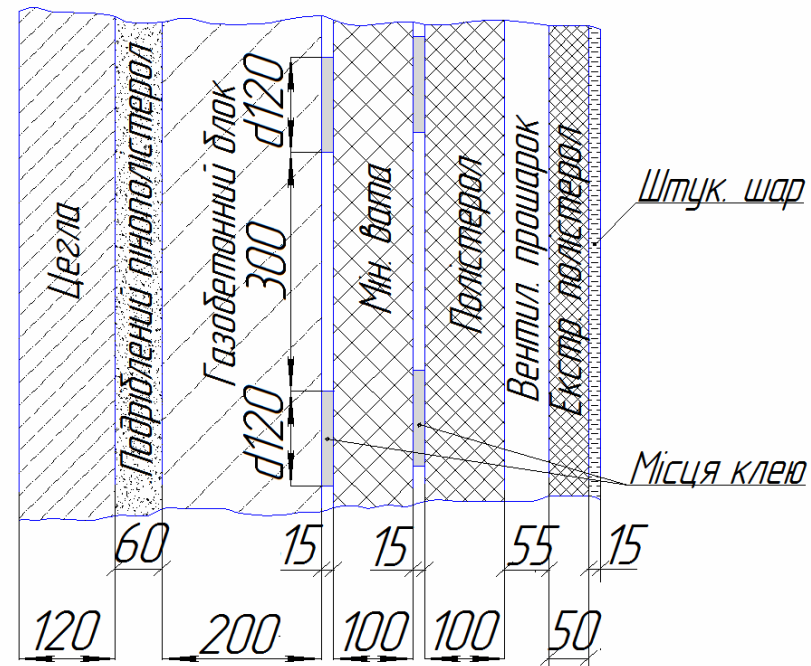
В напрямку дослідження інноваційних науково-технічних заходів із підвищення енергоефективності будівель було розроблено і збудовано на території Інституту технічної теплофізики НАН України унікальний експериментальний пасивний будинок (далі - будинок) типу «нуль-енергії як повномасштабний науково-дослідний і діагностично-демонстраційний стенд для вивчення теплофізичних властивостей перспективних теплоізоляційних будівельних матеріалів в реальних умовах їх експлуатації; надійних будівельних фасадних теплоізоляційних конструкцій із них та інноваційних систем енерго(ресурсо)забезпечення. Загальна опалювана площа становить 306 м², тобто це аналог привабливого котеджу для середнього класу населення. Будинок, як енергетичний об'єкт, та його автоматизовані інженерні системи автономного енергозабезпечення облаштовані численними датчиками (температури, теплового потоку, вологості, тиску, лічильниками енергії тощо) та системою неперервних автоматизованих діагностичних вимірювань і архівування параметрів стану (скvapність вимірювань - раз в 10 хвилин). Діагностика експлуатації будинку впродовж 5 років показала, що експериментальні питомі тепловтрати через стінові фасади будинку при температурі довкілля -10 °С становлять лише 1,2–1,8 Вт/м². а опір теплопередачі стінових фасадних конструкцій зріс до 11,5 м²·К/Вт, що в 3,3 рази вище вимог нині діючих вимог ДБН В.2.6-33:2018. Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій зріс до 2,0 м²·К/Вт, що в 2,7 раз перевищує діючий норматив. Питоме річне теплоспоживання такого пасивного будинку становить 14,8 кВт·годин/(м²·рік) 14,8 при температурі -1,1 °С (нормативна середня температура опалюваного періоду для клімату м. Києва) Зазначимо, що в ЄС при значно сприятливішому кліматі пасивний будинок споживає 15 кВт·годин/(м²·рік). Для опалення та гарячого водопостачання використовується теплонасосна (6 кВт) акумуляційна низькотемпературна система. В якості низькопотенційної енергії використовується природна та/або закумульована теплота ґрунту чи води (в водозабірній свердловині). Для цього на території біля будинку збудований цілий полігон ґрунтових теплообмінників різної геометрії (горизонтальні неглибокого залягання, вертикальні; трубні багатопетлеві, багатоходові, свердловинні; об'ємні насипні; типу ґрунт-вода (рідина), ґрунт-вода-вода, ґрунт-повітря). Як додаткове джерело теплоти використовуються сонячні теплові колектори (плоскі, трубно-вакуумні). Опалювальними приладами є: теплі водяні підлоги різної геометрії укладки, включаючи капілярну підлогу, тепла стіна, теплий простінок, підлогові та настінні фанкойли. Електропостачання реалізується сонячними BAPV панелями загальною площею 80 м² і потужністю 10 кВт (фотомодулі на полікристалічному кремнії та на тонких плівках з телуриду кадмію). Фотовольтаїка доповнена вітроагрегатом «Fortis Montana» потужністю 5 кВт та блоком гелієвокислотних акумуляторних батарей. В будинку облаштована кліматична камера реального клімату, що дозволяє цілорічно проводити діагностику стану вікон, будівельних та теплоізоляційних матеріалів та конструкцій з них.

Залежність густин теплового потоку через ОК (північ. орієнтації) експериментального будинку від часу





Залежність напруги на інверторі в часі



**Загальна товщина стіни – 73 см
Товщина утеплення - 33-34 см.**

Лабораторія для проведення енергоаудиту будівель і їх систем енергопостачання



Комп'ютерні програми для енергоаудиту, сертифікати виконавців

Ліцензійний пакет програми ENSI для проведення енергоаудиту енергооб'єктів

Пакет PV-Syst для розрахунку інсоляції

Програма для розрахунку інтенсивності вітрових потоків для груп будівель в умовах міської забудови

Ліцензійна програма AUDYTOR OZC для енергоаудиту

Енергоаудити

Співробітники пройшли навчання в провідних центрах підготовки (інститут ІЕЕ НТТУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського та закордоном – Польща, Німеччина), отримали відповідні сертифікати.

За останній час проведено більше 90 енергоаудитів енергетичний об'єктів, створено енергетичні паспорти та/або сертифікати, котрі схвалені і зареєстровані в Держеноефективності України. Серед об'єктів сертифікації - ПАТ «Донбасенерго» Слов'янська ТЕС, 2 об'єкти установок комплексної підготовки газу управління «Полтавагазвидобування», ДУ «Національний інституту хірургії та трансплантології імені О.О. Шалімова», система енергопостачання та будівля Мінпраці України, об'єкти соціально-бюджетної сфери, житлові та громадські будівлі.

Проведено численні тепловізійні обстеження.

Станом на 01 липня 2022 року, близько 13 тисяч будівель в Україні пройшли сертифікацію.

“Розумні” індивідуальні теплові пункти



Дуже прикро, що всі майбутні наші творчі плани потрібно реалізовувати в екстремальних умовах війни:

- Безпрецедентно агресивна і ядовита інформаційна світова війна РФ
- Енергетична війна РФ із світом, першочергово із Європою, в т.ч. із Україною
- Дика для цивілізованого світу XXI століття військова агресія проти України і геноцид мирного населення України, руйнування інфраструктури, в т.ч. енергетичної і будівель

Не зважаючи на це ми виконуємо інвестиційний проект по створенню комплексу енергоефективних житлових будівель на території ІТТФ НАН України, безумовно враховуючи наші власні і світові наукові та технічні розробки у цій сфері

Україна і цивілізований світ переможуть !!!

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

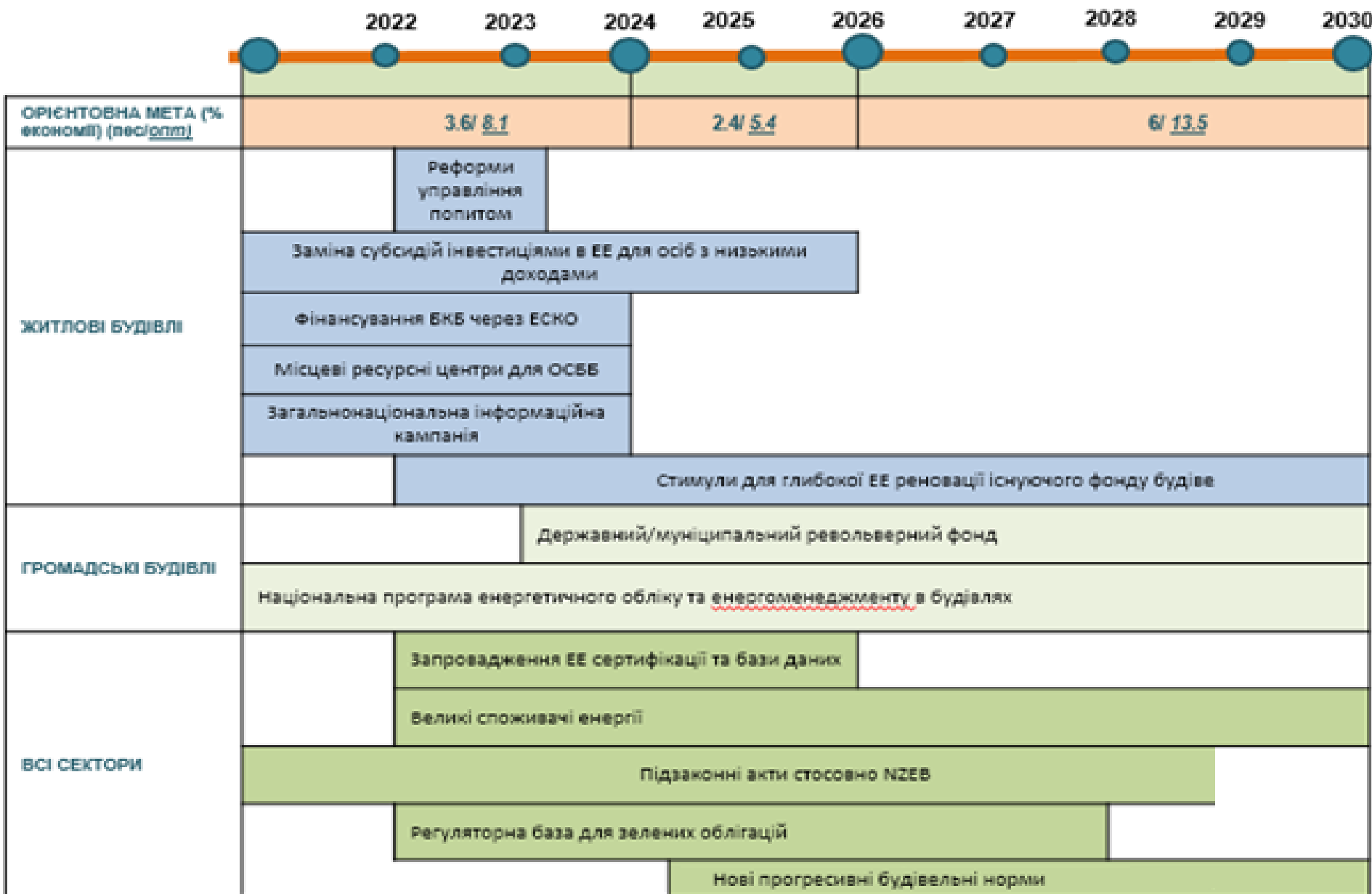
Допоміжні матеріали

Уряд підтримується міжнародними фінансовими організаціями (ЄІБ, KfW, Світовий банк) щодо реалізації заходів у сфері енергоефективності, зокрема:

- проєктом «Енергоефективність громадських будівель в Україні» за підтримки ЄІБ, фінансова угода на суму 300 млн євро для термомодернізації навчальних закладів, лікарень та інших громадських будівель;
 - діяльністю Фонду E5P «Східноєвропейське партнерство з енергоефективності та довкілля» на суму 100 млн євро;
 - проєктом «Енергоефективність у громадах II» за підтримки KfW на загальну суму 25,5 млн євро на термомодернізацію у Житомирі та Запоріжжі;
 - фінансовими угодами «Програма підтримки енергоефективності в Україні – EE4U» та «Програма підтримки енергоефективності в Україні – EE4U-II»;
 - проєктом впровадження енергоефективних заходів у громадських будівлях обсягом 300 млн. доларів США, розробленого за підтримки Світового банку.
- Щорічне фінансування x Фонду енергоефективності - 2 млрд грн . за рік. Розмір відшкодування становить від 40% до 70%, залежно від виду робіт та комплексу передбачених проєктом заходів.

Темпи термомодернізації будівель в Україні (на рівні 0,1% в рік) залишаються надзвичайно низькими та суттєво відстають від аналогічних показників країн ЄС (близько 1%),

Орієнтовна дорожня карта реалізації Першого етапу Стратегії до 2030 року

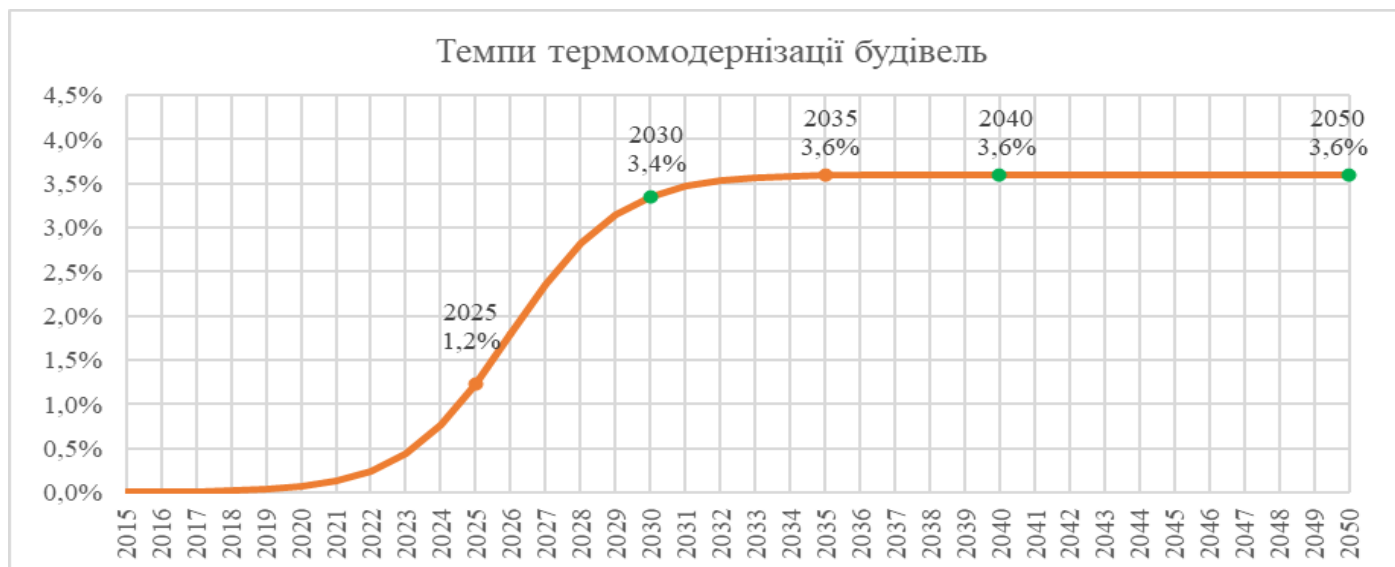


Стратегічна мета полягає у посиленні енергетичної незалежності України (зокрема, від імпорту природного газу російського походження) шляхом повної декарбонізації національного фонду будівель, що відповідає Другому (оновленому) національно-визначеному внеску України до Паризької угоди, який був прийнятий у 2021 році.

Необхідно забезпечити виконання наступних умов:

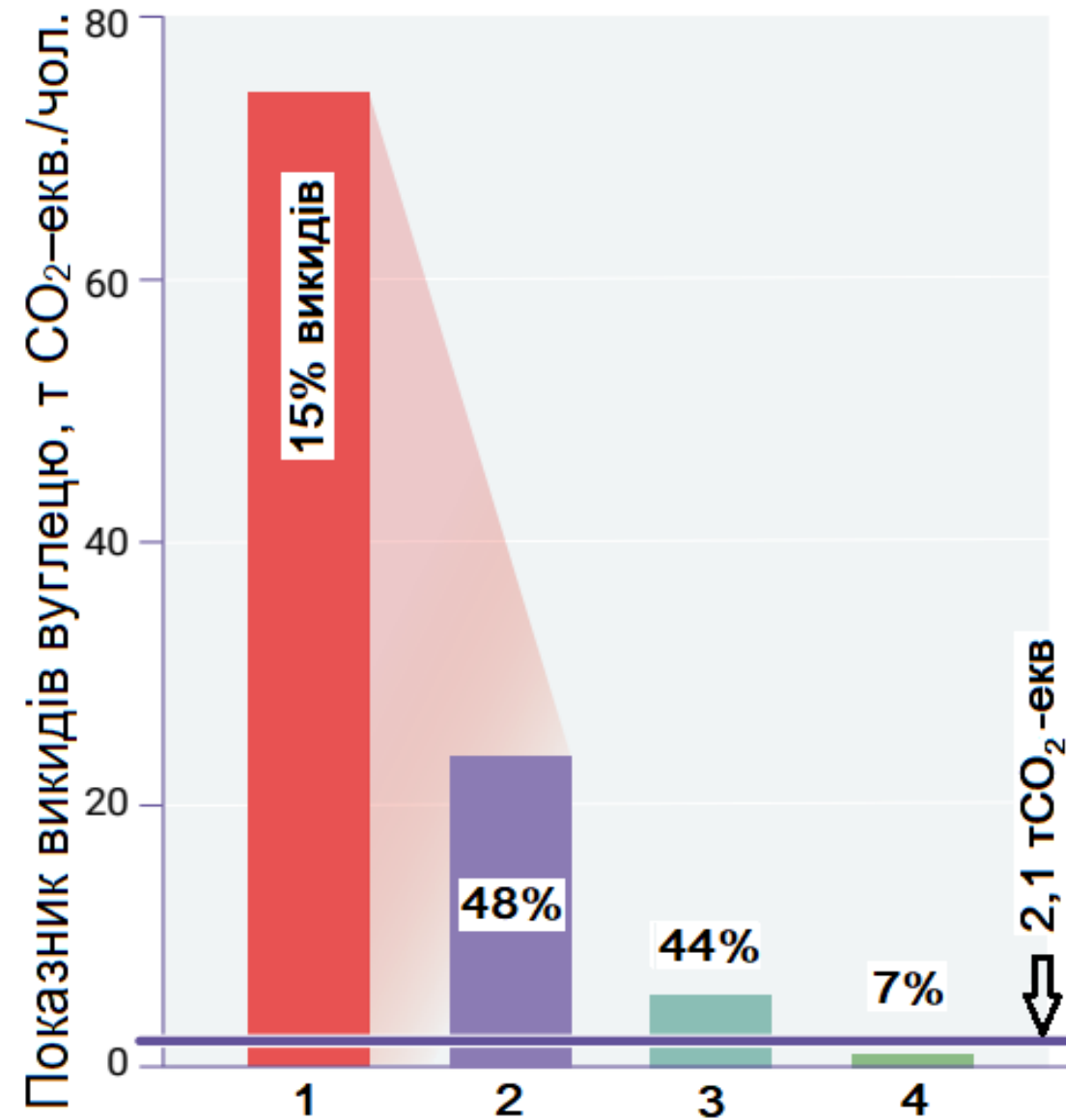
- **зниження щонайменше в 3 рази енергопотреби для опалення та охолодження житлових і громадських будівель шляхом глибокої термомодернізації;**
- **повна відмова від природного газу та вугілля для енергозабезпечення житлових і громадських будівель за рахунок заміщення місцевими відновлювальними джерелами енергії.**
- **завдяки цьому стає можливим у 2-3 рази зменшити витрати коштів на енергію населенням та суб'єктами господарювання, скоротити бюджетні видатки, забезпечити безпечні для здоров'я умови мікроклімату, підвищивши тепловий комфорт та якість повітря в житлових і громадських будівлях.**
- **здійснення масштабної глибокої термомодернізації дозволить суттєво оновити національний фонд будівель, покращивши їх технічний стан і зовнішній вигляд, продовжити строк експлуатації будівель на 40-50 років, забезпечити доступність і посилити стійкість будівель до енергетичних і кліматичних загроз.**

Запланований темп досягнення показників Стратегії термомодернізації



Орієнтовний обсяг необхідних матеріально-технічних ресурсів

Найменування	Од. виміру	Щороку	до 2030 р.	до 2050 р.
теплоізоляційні матеріали	млн м ³	13,2	105,7	369,9
віконне (листоове) скло	тис. т	300	2 400	8 400
віконні та дверні конструкції	млн м ²	9,2	73,5	257,4
індивідуальні теплові пункти	тис. од.	13,5	107,9	-
трубопроводів	млн м	8,1	64,6	-
теплові насоси	млн од.	0,4	3,2	8,9
рекуператори повітря	млн од.	1,3	10,8	37,9



Щорічні показники питомих (на одну особу станом на 2015 рік) світових викидів CO₂ на чотири (1-4) групи залежно від рівня доходу населення світу, 1 - 1% населення з найвищим рівнем доходу, 15% викидів від рівня 35,5 Гт CO₂-екв., 2 - 10% населення (сюди входить і група 1) з високим рівнем доходу, 48% викидів, 3 - 40% населення із середнім доходом, 44% викидів, 4 - 50% населення з низьким рівнем доходу, 7% викидів. Річна ціль у 2,1 тонни еквіваленту CO₂ є бажаним показником глобальних викидів до 2030 року, що дозволить утримати глобальне потепління в межах 1,5 °C

Вегетеріанство – на 0,5 Гт CO₂-екв. на особу; 800 млн. без ел. енергії; 2 млрд. – погана питна вода; короткі перельоти – на поїзді;

Станом на липень 2022 р. згідно [1, 2] близько 4% генеруючої потужності зруйновано під час бойових дій, ще 35% потужності знаходиться на окупованих територіях. Зокрема, Запорізька АЕС (потужність станції складає 43% від загальної потужності усіх українських АЕС) працює в енергосистемі України, але знаходиться під постійним тиском російських окупантів, включаючи її мінування, постійні обстріли і атомно-політичний шантаж. Загалом зруйновано або знаходяться на окупованих територіях близько 50% теплової електрогенерації, 30% сонячної генерації та понад 90% вітрогенерації. Видобуток газу скоротився на 10-12% за час повномасштабного воєнного вторгнення. Не працює жоден НПЗ (власне виробництво забезпечувало близько 30% нафтопродуктів), виникли логістичні складності з постачанням нафтопродуктів. Станом на середину червня 2022 р. прямі збитки, завдані інфраструктурі української енергетики та нафтогазовому сектору, за попередніми оцінками складають 47 млрд. грн. (1,7 млрд. дол. США). Загальні непрямі втрати сектору електроенергетики від початку війни оцінюються у 341,8 млрд. грн. По сектору видобутку, транзиту та розподілення газу оцінка збитків сягає 61 млрд. грн. Для сектору нафтовидобутку та нафтопереробки – 66 млрд. грн.

Згідно матеріалів [3] станом на 10 серпня 2022 р. через війну РФ в комунальній теплоенергетиці України було пошкоджено або зруйновано 300 об'єктів, з яких наразі вже відновлено 158. Серед цих об'єктів – 10 ТЕЦ, на 3-х з них відбулося відновлення.

З 10 жовтня по 10 листопада 2022 р. пошкоджена або зруйнована третина (400 штук) об'єктів енергетичної (електричної, теплової, газової, водопостачання тощо) інфраструктури України.

Станом на 14.06.22 зруйновано/пошкоджено 12900 багатоквартирних будинки (~13,5 млн. м²), 107707 приватних будинки (~1,9 млн. м²) [4]. Наразі (липень 2022 р.) пошкоджено та зруйновано: понад 1000 закладів загальної середньої освіти та понад 600 закладів дошкільної освіти; понад 700 закладів охорони здоров'я; пошкоджено 255 та зруйновано 295 об'єктів культури; пошкоджено 41 та зруйновано 30 закладів соціального захисту населення.

За даними Управління Верховного комісара у справах біженців ООН, лише за перші півтора місяця від початку гарячої фази війни свої домівки залишили 11,4 млн. українців. Станом на 07 червня 2022 року лише в Європі зареєстровано 4 816 923 біженців з України, а всього залишило межі країни 5,5 млн. осіб. Згідно з оцінкою Міжнародної організації з міграції ООН, ще 7,7 млн. громадян України вважаються внутрішньо переміщеними особами, тобто вони залишились у країні, але мусли виїхати з власного будинку [4].

Стан порушених ТЕЦ

Кременчуцька ТЕЦ



Охтирська ТЕЦ



Кременчуцька ТЕЦ

Істотні порушення основного обладнання та будівельних споруд.

Вартість відновлення оцінюється у 500-800 млн. грн.

Без теплоти залишаються близько 180 тис. осіб.

Замість ТЕЦ передбачається побудова двох газових котельнь.

<https://poltava.to/news/65992/>

Чернігівська ТЕЦ

Пошкодження основного обладнання є, але вони не критичні.

Основні проблеми – відновлення ділянок теплових мереж та теплопунктів.

На сьогодні ТЕЦ частково відновила теплопостачання споживачів.

Відновлювальні роботи продовжуються.

Сумська ТЕЦ

Пошкодження стосуються, в основному електротехнічного обладнання – трансформатор ТЕЦ та електропідстанція.

Теплопостачання споживачів відбувається у штатному режимі з 4 березня 2022 р.

<https://sumy.depo.ua/rus/sumy/sumska-tets-pratsyue-u-shtatnomu-rezhimi-pislya-obstriliv-202203041431526>

Охтирська ТЕЦ

В Охтирці ТЕЦ повністю зруйнована

Джерело: <https://biz.censor.net/n3327980>

Охтирська ТЕЦ – єдиний постачальник теплової енергії, гарячого водопостачання для населення, бюджетних установ та інших організацій міста. Об'єкт потребує повного відновлення до початку опалювального сезону 2022/2023. Очікується введення нової котельні на біопаливі.

Світове кінцеве споживання енергії по секторах економіки



Ефективність перетворень в енергетиці

	Рік	ЗПШЕ, млн. т н.е.	Кінцеве споживання, млн. т н.е.	Кінцеве споживання, % від ЗПШЕ	Втрати, %
Світ	2018 р.	13760	9938	72,2	27,8
Україна	2019 р.	89,359	49,665	55,6	44,4
	2020 р.	86,402	47,821	55,3	44,7

Общее первичное энергоснабжение
Мтоэ



14485.75

↑ 65.79% с 1990 года

Конечное потребление электроэнергии
ТВт·ч



25027.28

↑ 129.67% с 1990 года

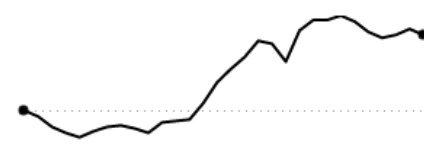
Общие выбросы CO2
Мт CO2



33621.53

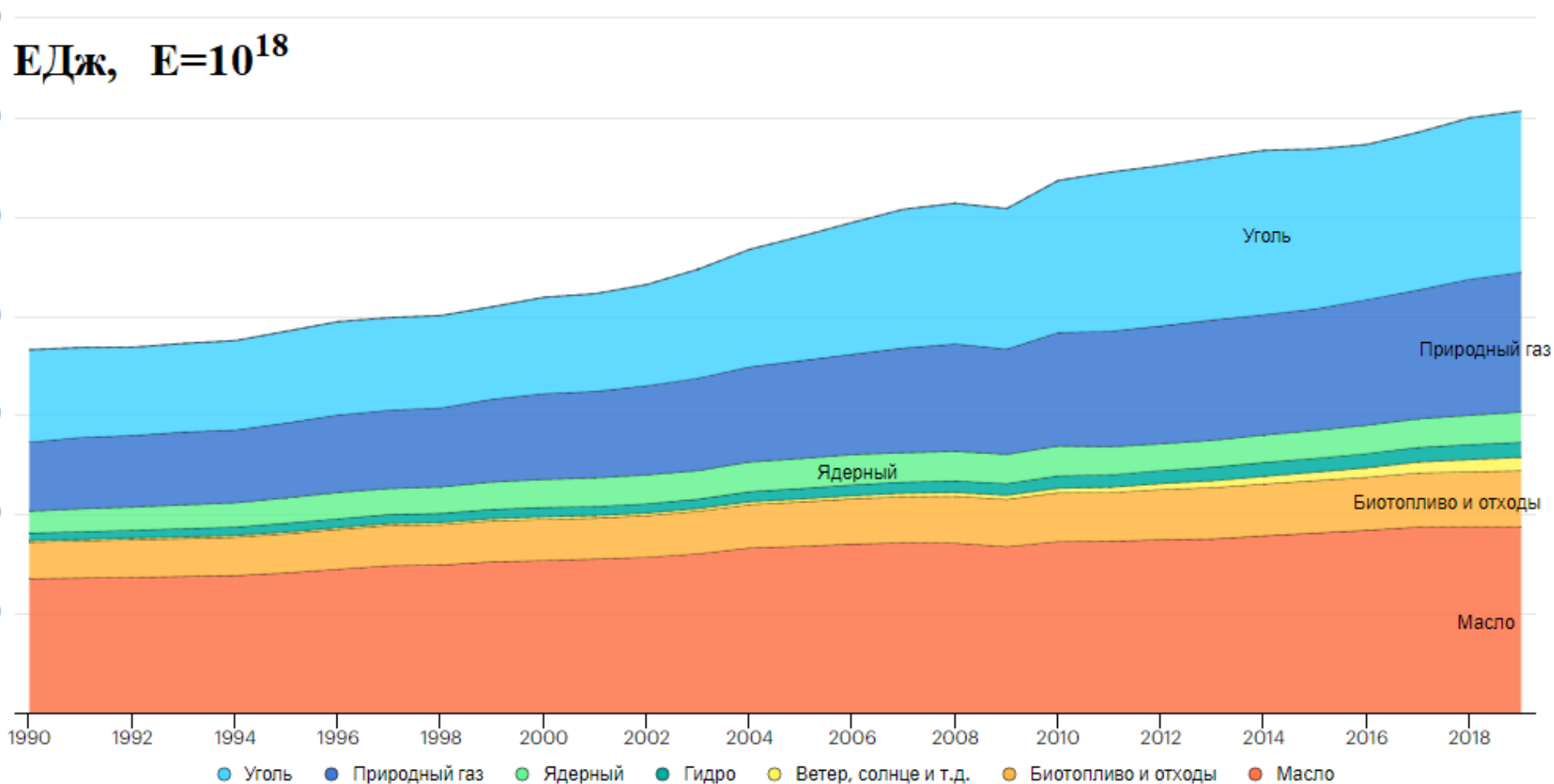
↑ 63.92% с 1990 года

Выбросы CO2 на душу населения
т CO2 на душу населения

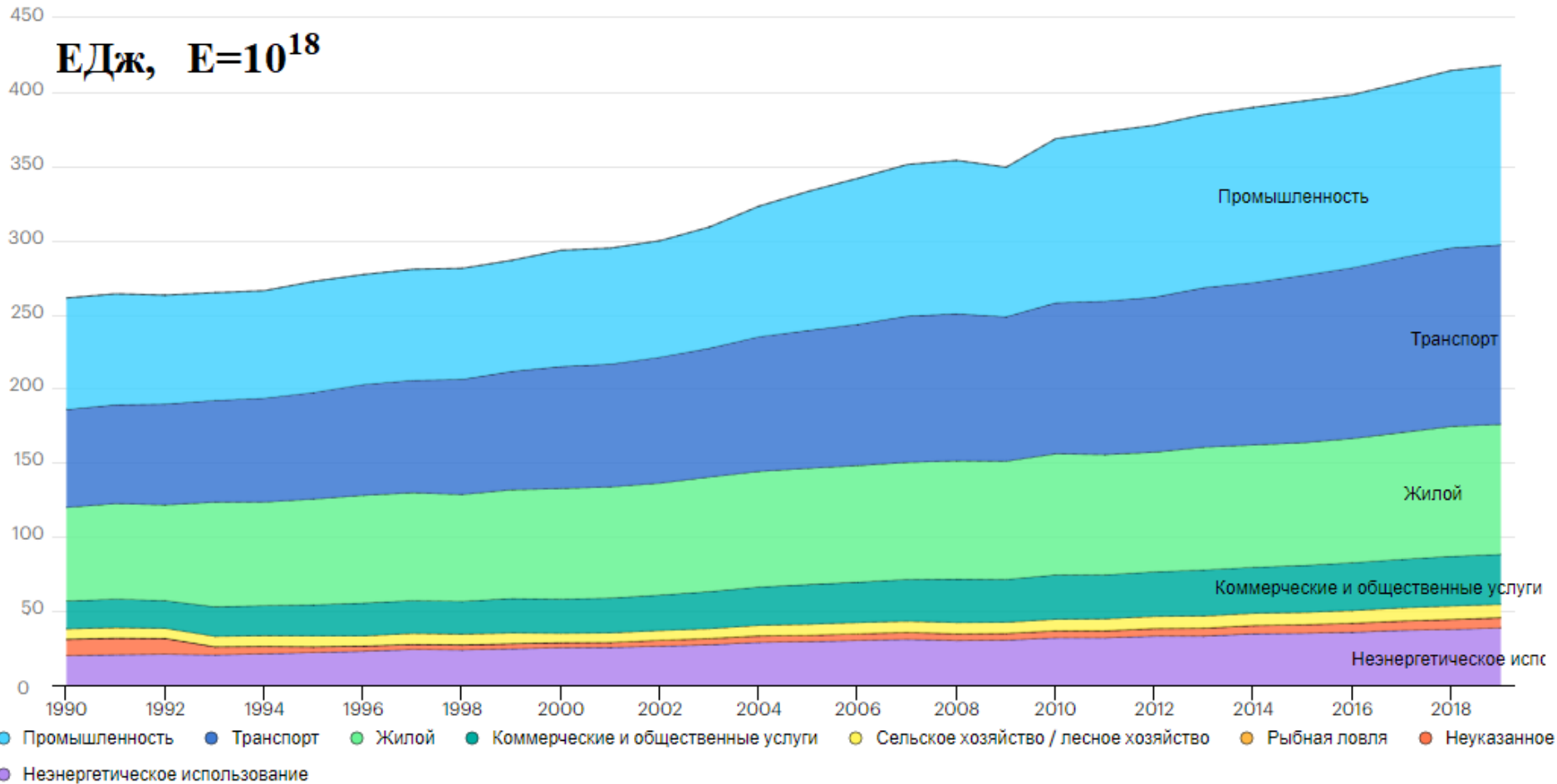


4.39

↑ 13.14% с 1990 года



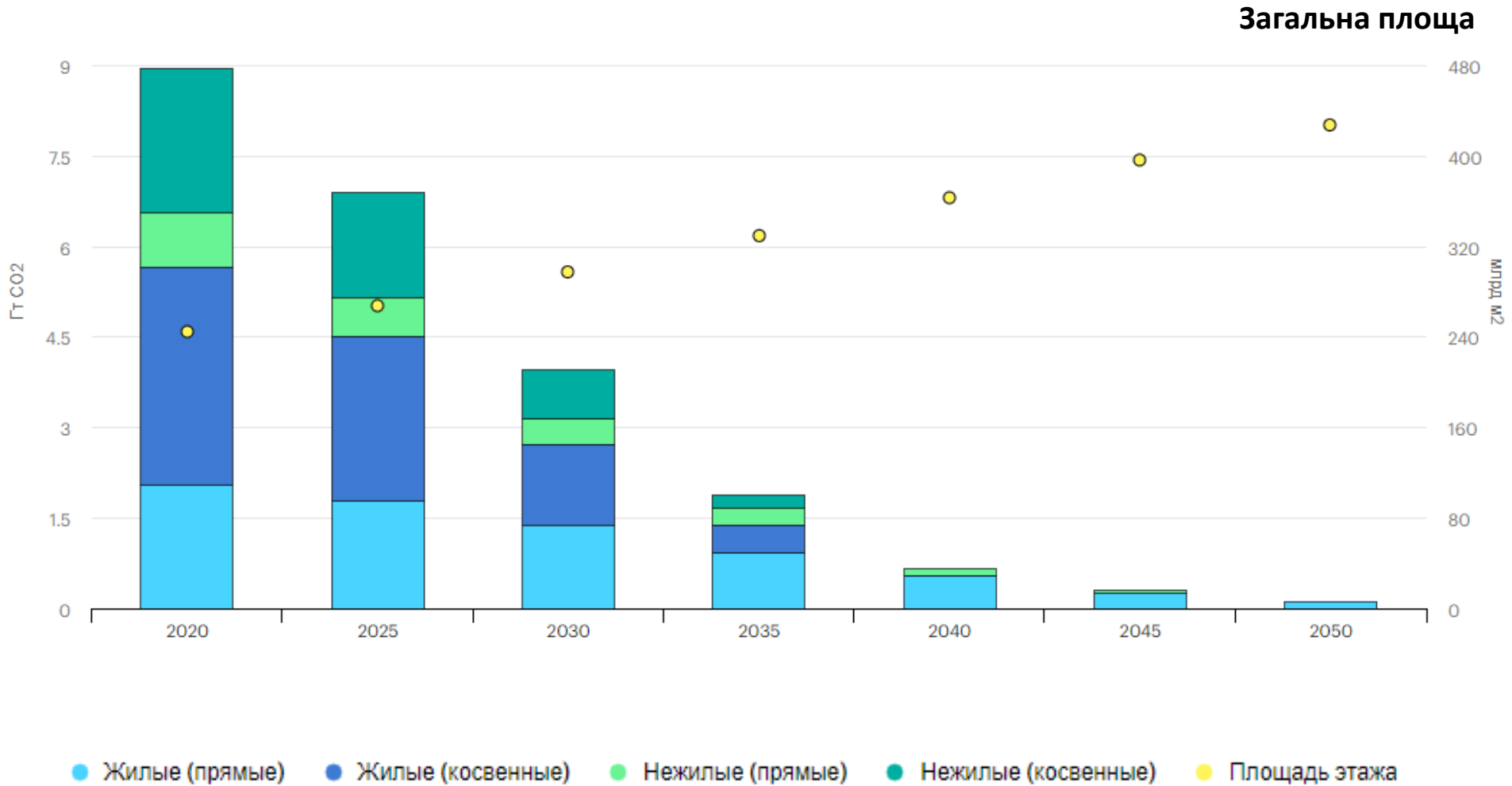
Загальний обсяг первинного енергопостачання за джерелами, світ 1990–2019 рр.



Загальне кінцеве енергоспоживання у секторах, світ 1990-2019 рр.

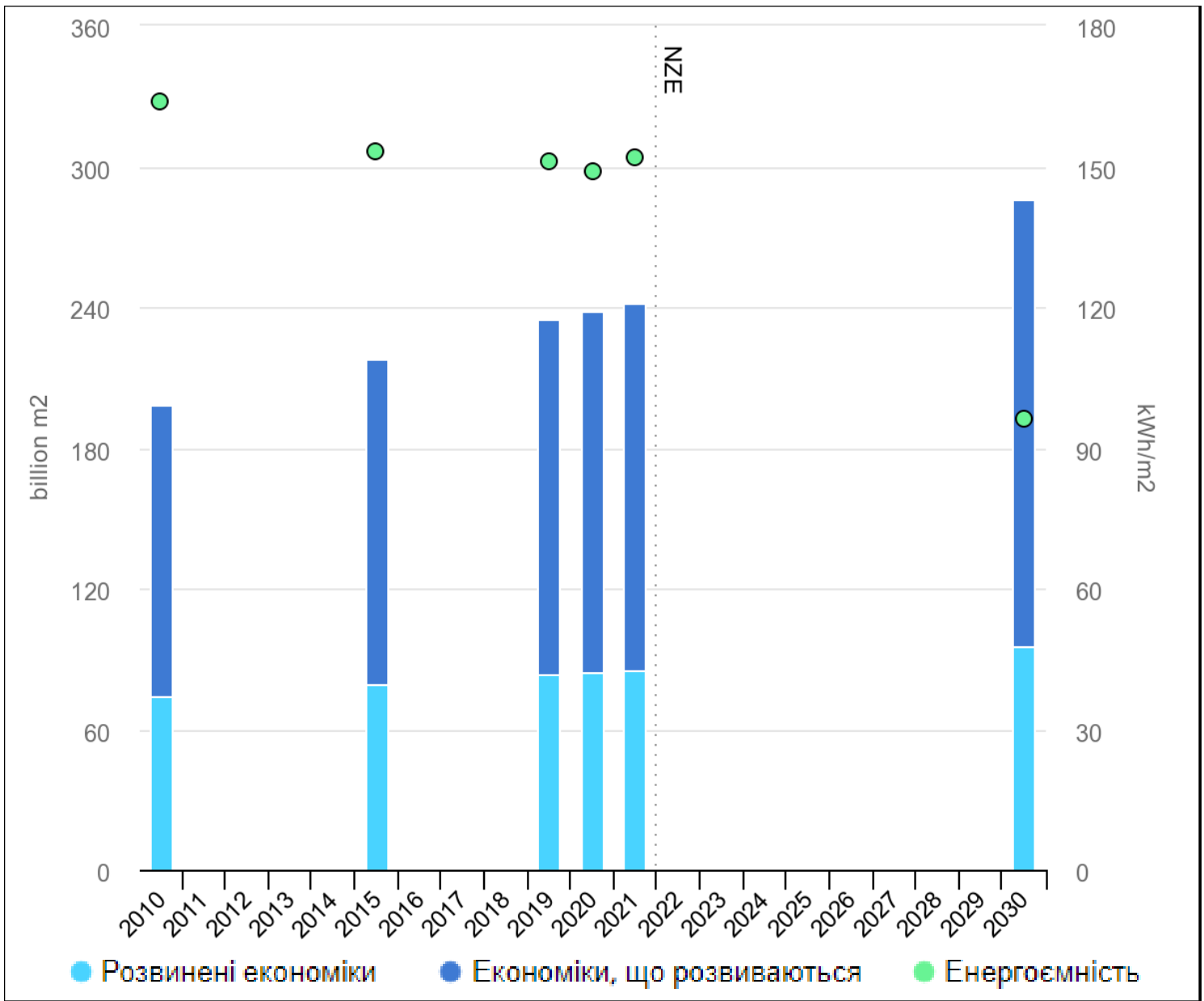
МЭА (2022), Браузер данных статистики энергетики, МЭА, Париж <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser>

Глобальні викиди CO2 у будівельному секторі та загальна площа у сценарії Net Zero, 2020-2050 рр.



МЭА (2022), Технологические и инновационные пути для зданий с нулевым выбросом углерода к 2030 году, МЭА, Париж
<https://www.iea.org/reports/technology-and-innovation-pathways-for-zero-carbon-ready-buildings-by-2030>

Еволюція глобальної площі та енергоємності будівель у сценарії Net Zero, 2010-2030

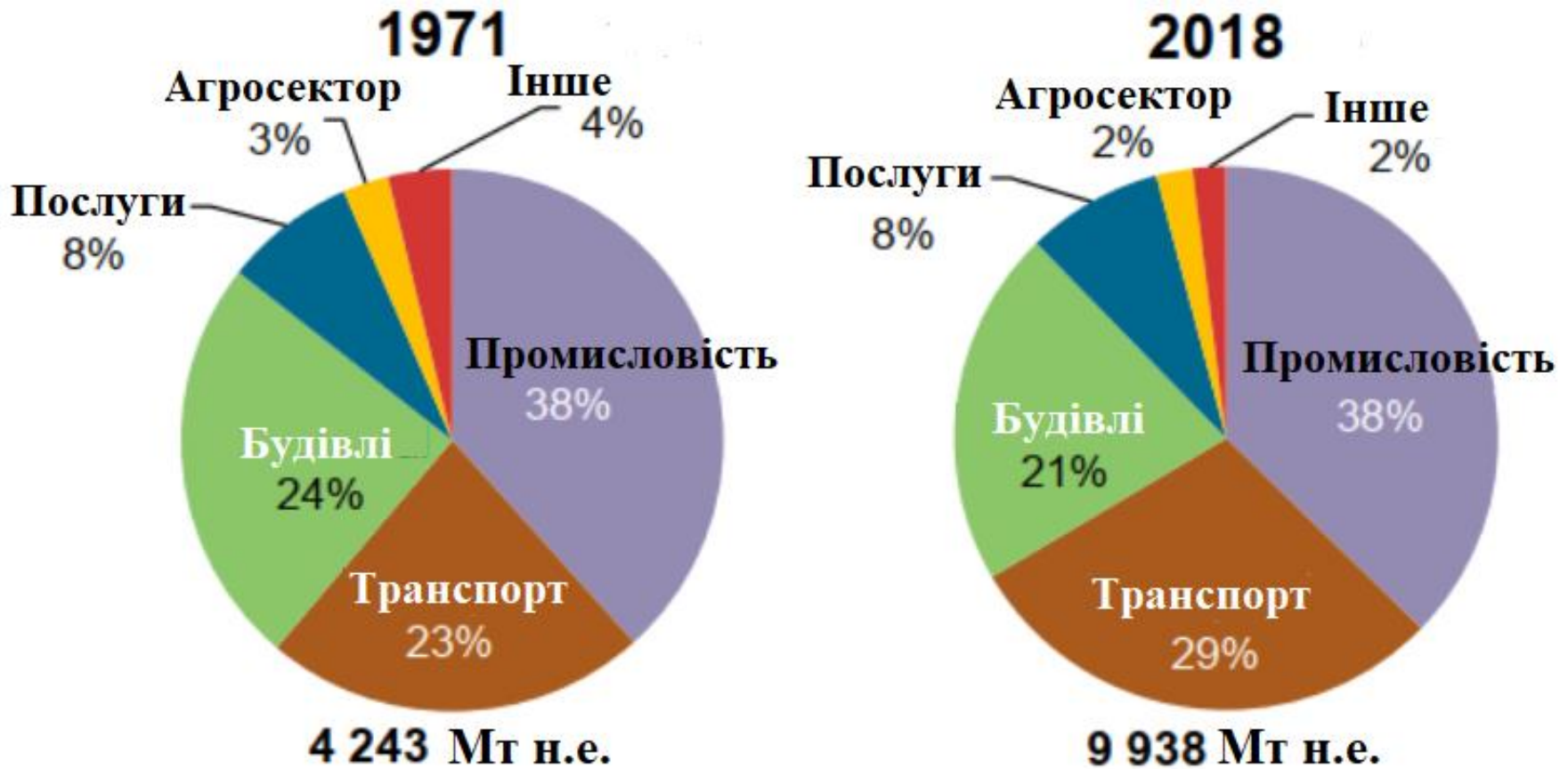


Загальне кінцеве споживання (ТФС) за секторами, Україна 1990-2019

Рік	2019			1991		
	ТДж	ТДж	Проценти	ТДж	ТДж	Проценти
Промисловість	675	675	32,5	3312	3312	52,4
Транспорт	420	420	20,2	997	997	15,8
Житловий сектор	586	788	37,9	1281	1332	21,0
Комерційні і комунальні послуги	202			51		
Сільське господарство	79	196	9,4	361	629 +56	10,8
Неенергетичне використання	117			268 +56		
Разом	2079	2079	100		6326	100

Загалом, в Україні на енергоспоживання у будівлях припадає близько 40% кінцевої енергії, зокрема 31,7% - на сектор житлових будинків (Мінрегіон України).

Світове кінцеве споживання енергії по секторах економіки

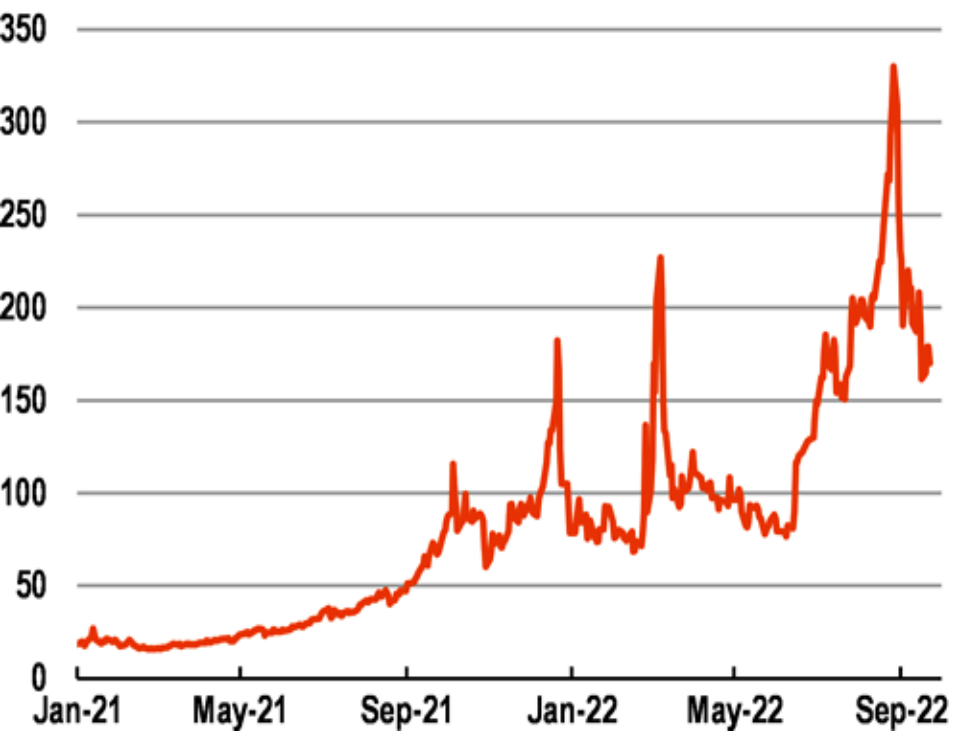


Ефективність перетворень в енергетиці

	Рік	ЗПШЕ, млн. т н.е.	Кінцеве споживання, млн. т н.е.	Кінцеве споживання, % від ЗПШЕ	Втрати, %
Світ	2018 р.	13760	9938	72,2	27,8
Україна	2019 р.	89,359	49,665	55,6	44,4
	2020 р.	86,402	47,821	55,3	44,7

Вартість газу та електроенергії за останній час

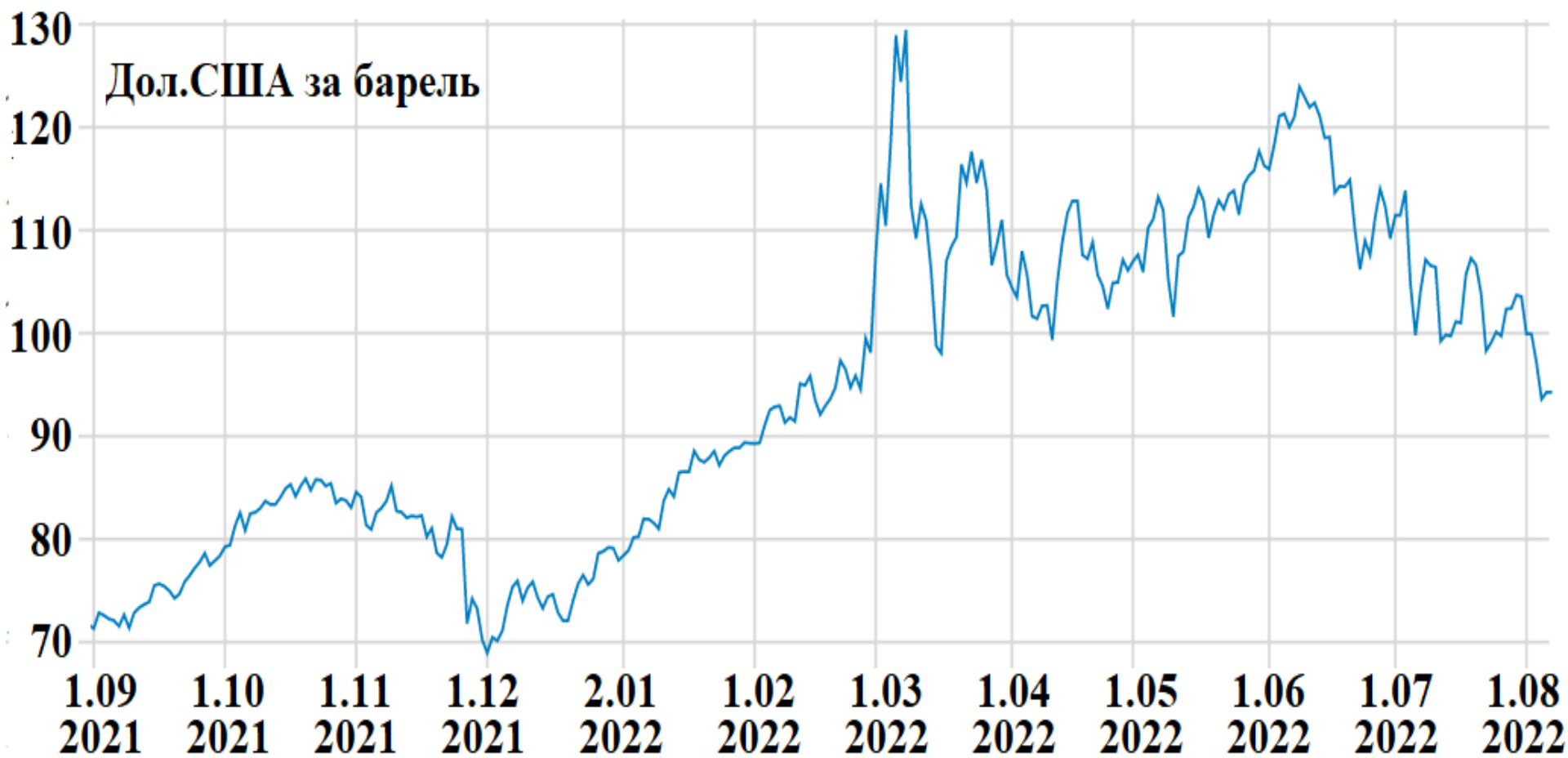
A. Gas
Dutch TTF, EUR/MWh



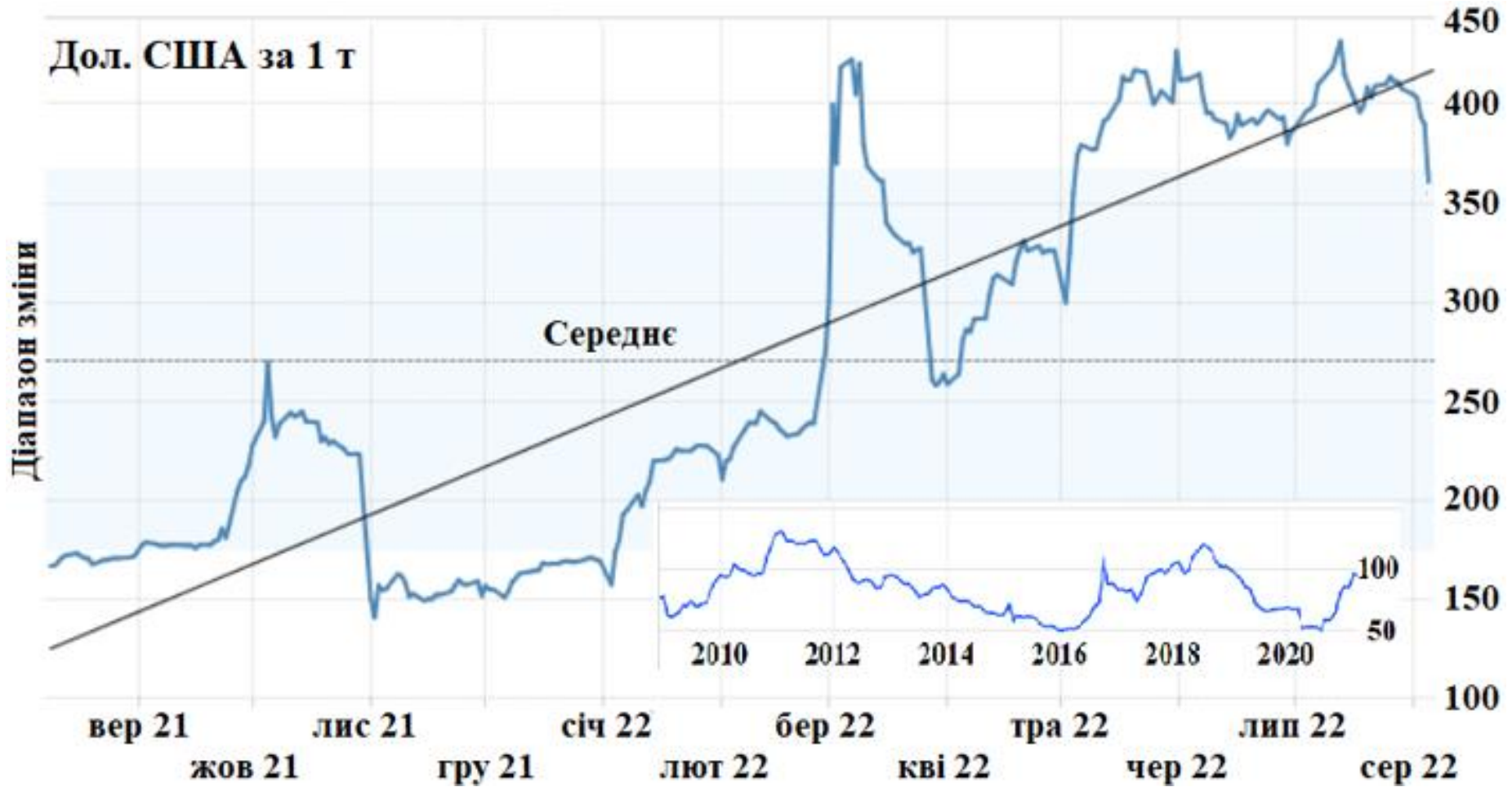
B. Electricity
Germany, EUR/MWh



Вартість нафти за останній рік



Вартість вугілля газу за останній час



СПЛАТА СВІТУ ЗА ВІЙНУ

- Світова економіка постраждала від вторгнення Росії в Україну. Глобальне економічне зростання зупинилося у другому кварталі 2022 року, і показники в багатьох економіках тепер вказують на тривалий період повільного зростання.
- Війна суттєво підняла ціни на енергію та продовольство, посиливши інфляційний тиск у той час, коли вартість життя вже стрімко зростала в усьому світі.
- Прогнозується, що світове зростання сповільниться з 3% у 2022 році до 2¼ відсотків у 2023 році, що значно нижче темпів, які передбачалися до війни. **У 2023 році реальні світові доходи можуть бути приблизно на 2,8 трильйона доларів США нижчими**, ніж очікувалося рік тому (дефіцит трохи більше 2% ВВП у паритеті купівельної здатності).
- Прогнозується, **що річне зростання ВВП різко сповільниться до 0,5 відсотка в Сполучених Штатах у 2023 році та 0,25 відсотка в Єврозоні** з ризиками падіння виробництва в кількох європейських економіках протягом зимових місяців. Прогнозується, що **цього року зростання в Китаї впаде до 3,2%** на тлі припинення роботи через COVID-19 і слабкості ринку нерухомості, але політична підтримка може допомогти відновити зростання в 2023 році.
- Інфляція набула широкомасштабного характеру в багатьох економіках. Жорсткіша монетарна політика та пом'якшення вузьких місць у постачанні мають пом'якшити інфляційний тиск наступного року, але високі ціни на енергоносії та вищі витрати на робочу силу, ймовірно, уповільнять темпи падіння.
- Прогнозується, що загальна інфляція знизиться з 8,2% у 2022 році до 6,5 відсотка у 2023 році в країнах G20 і знизиться з 6,2% у країнах G20 з розвинутою економікою цього року до 4% у 2023 році.
- Значна невизначеність оточує прогнози. **Серйозніший дефіцит палива, особливо газу, може зменшити зростання в Європі ще на 1,5 відсоткового пункту в 2023 році, глобальне зростання знизиться на 0,5 відсоткового пункту та підвищити європейську інфляцію більш ніж на 1,5 відсоткового пункту.**
- Фіскальна підтримка необхідна, щоб допомогти пом'якшити вплив високих витрат на енергію на домогосподарства та компанії. Однак це має бути тимчасовим, зосередженим на найбільш вразливих верствах, зберегти стимули до зменшення споживання енергії та бути скасованим, коли тиск на ціни на енергію зменшиться.
- Уряди повинні забезпечити узгодженість цілей енергетичної безпеки та пом'якшення наслідків зміни клімату. Зусилля щодо забезпечення енергетичної безпеки та доступності в найближчій перспективі за допомогою фіскальної підтримки, диверсифікації поставок і зниження споживання енергії повинні супроводжуватися більш рішучими політичними заходами для збільшення інвестицій у чисті технології та енергоефективність.
- Наслідки війни залишаються загрозою глобальній продовольчій безпеці, особливо в поєднанні з подальшими екстремальними погодними явищами внаслідок зміни клімату. Міжнародна співпраця необхідна для того, щоб зберегти ринки сільськогосподарської продукції відкритими, задовольнити надзвичайні потреби та посилити пропозицію.

Зростання реального ВВП, рік до року, %

Загальна інфляція, %

	2021	2022 Interim EO projections	2023 Interim EO projections
World	5.8	3.0	2.2
G20 ¹	6.2	2.8	2.2
Australia	4.9	4.1	2.0
Canada	4.5	3.4	1.5
Euro area	5.2	3.1	0.3
Germany	2.6	1.2	-0.7
France	6.8	2.6	0.6
Italy	6.6	3.4	0.4
Spain ²	5.5	4.4	1.5
Japan	1.7	1.6	1.4
Korea	4.1	2.8	2.2
Mexico	4.8	2.1	1.5
Türkiye	11.0	5.4	3.0
United Kingdom	7.4	3.4	0.0
United States	5.7	1.5	0.5
Argentina	10.4	3.6	0.4
Brazil	4.9	2.5	0.8
China	8.1	3.2	4.7
India ³	8.7	6.9	5.7
Indonesia	3.7	5.0	4.8
Russia	4.7	-5.5	-4.5
Saudi Arabia	3.4	9.9	6.0
South Africa	4.9	1.7	1.1

	2021	2022 Interim EO projections	2023 Interim EO projections
G20 ¹	3.8	8.2	6.6
Australia	2.8	6.1	4.4
Canada	3.4	6.9	4.5
Euro area	2.6	8.1	6.2
Germany	3.2	8.4	7.5
France	2.1	5.9	5.8
Italy	1.9	7.8	4.7
Spain ²	3.0	9.1	5.0
Japan	-0.2	2.2	2.0
Korea	2.5	5.2	3.9
Mexico	5.7	7.9	4.9
Türkiye	19.6	71.0	40.8
United Kingdom	2.6	8.8	5.9
United States	3.9	6.2	3.4
Argentina	50.9	92.0	83.0
Brazil	8.3	10.8	6.6
China	0.8	2.2	3.1
India ³	5.5	6.7	5.9
Indonesia	1.6	4.1	3.9
Russia	6.7	13.9	6.8
Saudi Arabia	3.1	2.5	3.2
South Africa	4.6	6.7	5.9