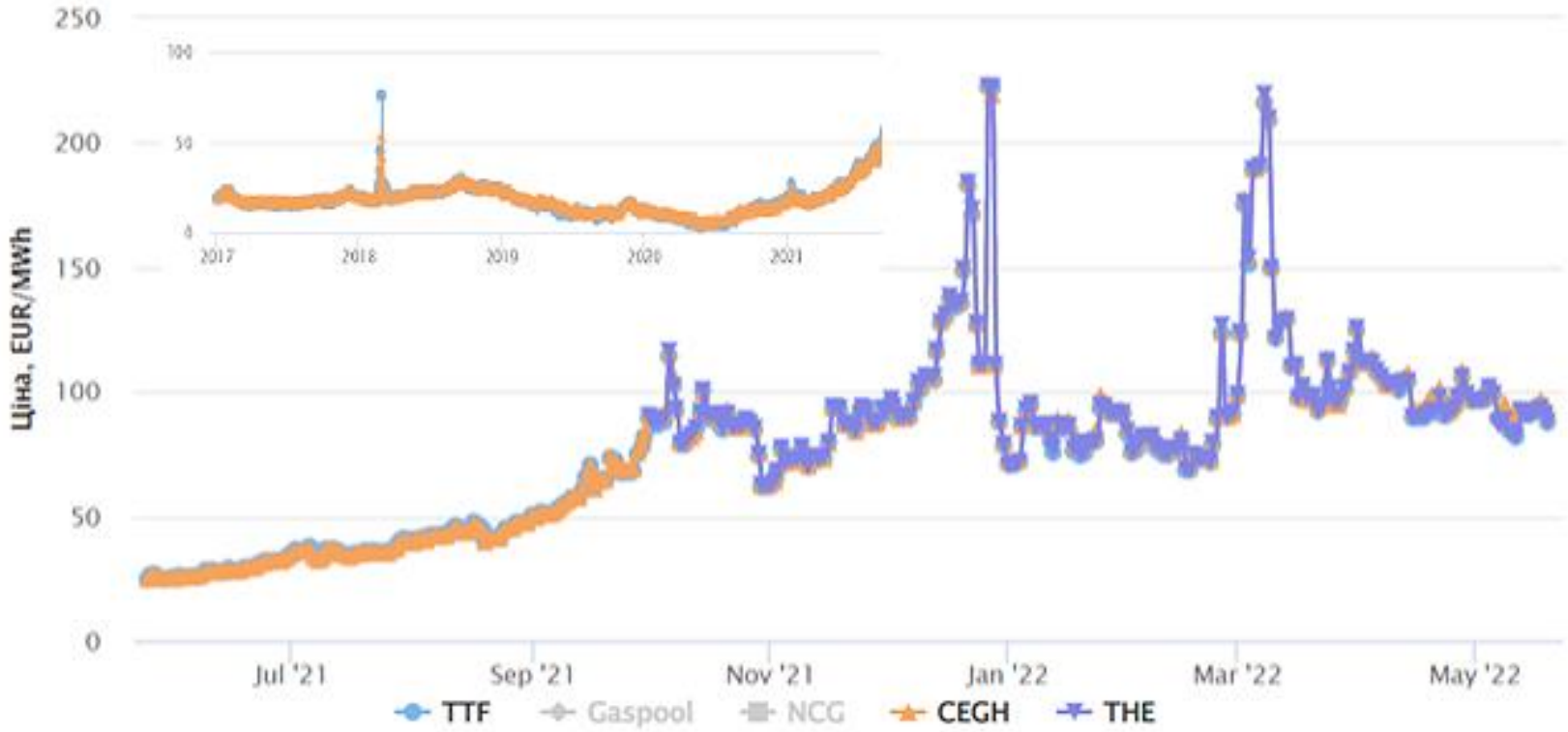
Теплозабезпечення населення України: енергетична безпека і незалежність, воєнні виклики, створення (відбудова) енергоефективного інноваційного житла

Борис Басок

Київ – 2022

Сучасний стан та світові тенденції в енергетиці



27-28 грудня 2021 р. макс. ціна становила 222,5 - 223, 5, а другий пік 08 березня 2022 р. – 219,5 євро/МВт·годину

Ціна на газ як індикатор майбутнього колапсу, газмагеддон. Динаміка цін на газ в Європі , ttps://expert.ru/expert/2021/45/gazmageddon-naoborot
Приведена вартість природного газу на європейських хабах (Day-Ahead) до кордону України на 20 травня 2022 р. становила 36…37 тис. грн

Енергоатомна живучість. Використовуючі потужності атомної електрогенерації. Джерело: https://expert.ru/expert/2021/45/gazmageddon-naoborot/

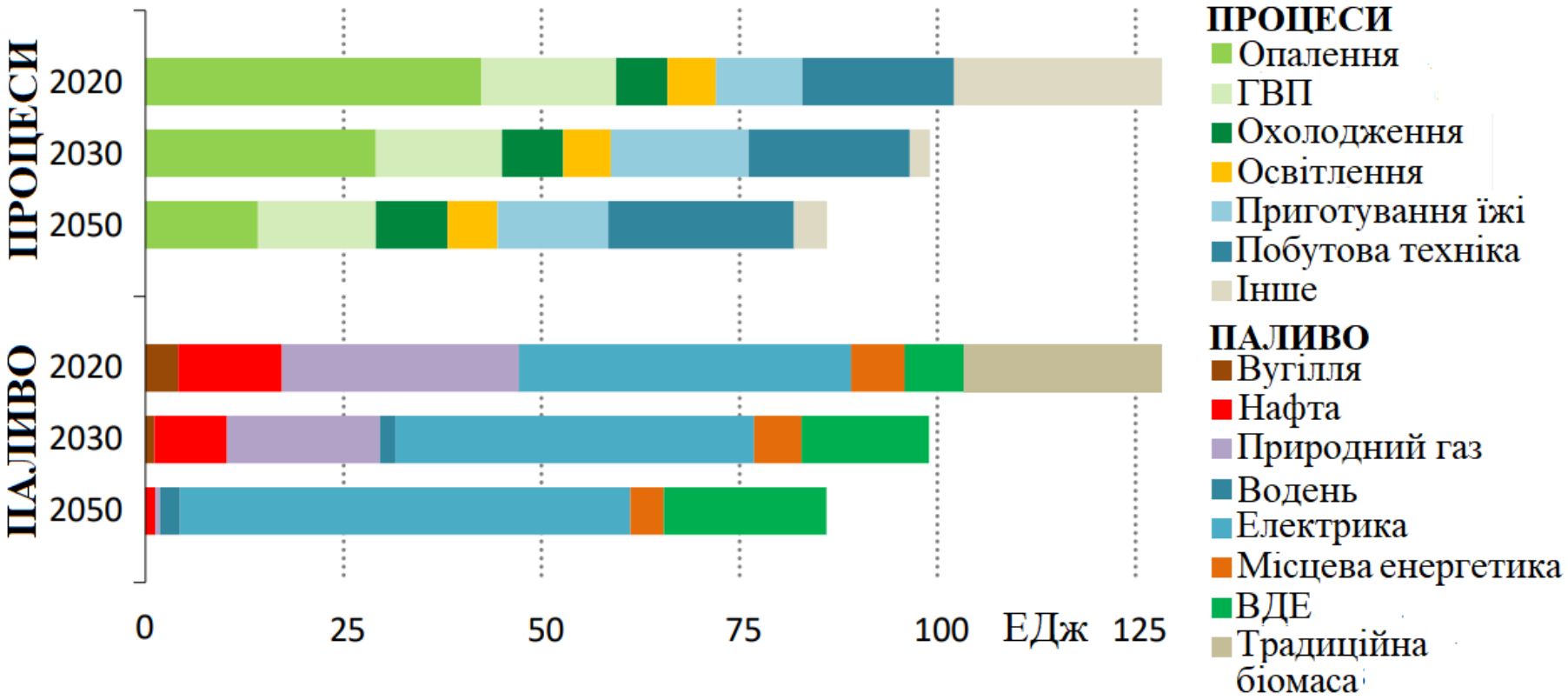
Відновлення вугілля ? Чи ренесанс? І ціна - до 300 $/тн.

Рост цен на пшеницу

Источник: Еврокомиссия, Международный совет по зерну, France Agrimer

Глобальне кінцеве споживання енергії палива і кінцеве використання у будівлях, сценарії NZE, $E=10^{18}$.

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

Джерело : Iea. Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector. May 2021. 224 p.

Точка біфуркації і надій енергетики України

1. Поступовий свідомий відхід від газу і вугілля
2. ВДЕ, місцеві види палива, розосереджена енергетика
3. Енергоефективність
4. Атомна електрогенерація
5. Кризовий та стратегічний енергоменеджмент
6. Все це робити зараз – під час війни і в ближньому повоєнному часі. Далі буде пізно і може не вдатися.

Енергетичний потенціал біомаси в Україні (2020 р.)

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн. т	Потенціал, доступний для енергетики (економічний)		
		Частка теоретичного потенціалу, %	млн. т н.е.	
Солома зернових культур	33,1	30	3,39	
Солома ріпаку	4,6	40	0,63	
Побічні продукти (ПП) виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	39,4	40	3,01	43%
Побічні продукти вир-ва соняшника (стебла, корзинки)	24,9	40	1,43	
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшника)	2,2	100	0,92	
Деревна біомаса (паливна деревина (дрова), порубкові рештки, відходи деревообробки)	6,7	95	1,57	
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи ОВБСН)	8,8	45	1,02	
Біодизель (з ріпаку)	-	-	0,36	
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	-	-	0,67	
Біогаз з відходів та побічної продукції агропромислового комплексу	2,8 млрд $м^3$ CH_4	42	0,99	
Біогаз з полігонів твердих побутових відходів	0,6 млрд $м^3$ CH_4	29	0,14	
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	0,4 млрд $м^3$ CH_4	28	0,09	
Енергетичні рослини:				
- верба, тополя, міскантус (1 млн. га*)	11,5	100	4,88	
- кукурудза на біогаз (1 млн. га*)	3,0 млрд $м^3$ CH_4	100	2,57	34%
ВСЬОГО	-	-	21,68	

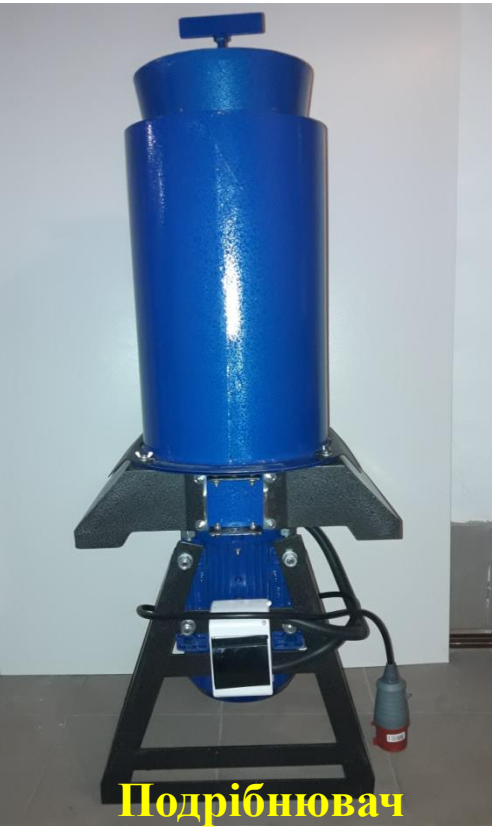
** За умови вирощування на 1 млн. га незадіяних сільськогосподарських земель.*

UABIO

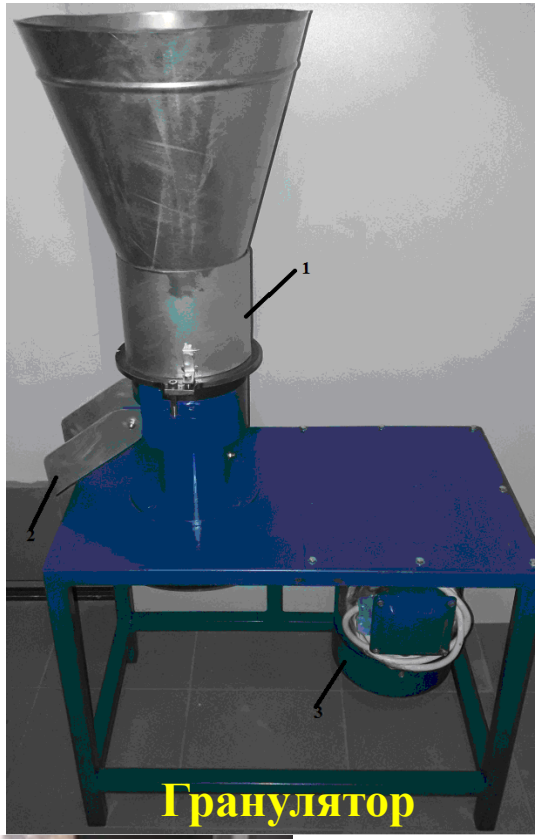
Порівняння вартості одиниці енергії в енергоносіях в Україні, травень 2022 р.

Вид палива або енергоносія	Середня вартість з транспортом і ПДВ, (на травень 2022 р.)		Нижча теплотвор на здатність		Вартість одиниці енергії, грн/ГДж з ПДВ
	А		Б		А/Б
Природний газ для населення	**10000**	грн/тис. м3	33,5	МДж/м3	**299**
Природний газ для бюджетної сфери	**31300**	грн/тис. м3	33,5	МДж/м3	**934**
Природний газ для промисловості	**40000**	грн/тис. м3	33,5	МДж/м3	**1194**
Вугілля	5200	грн/т	25	МДж/кг	208
Мазут	12700	грн/т	42	МДж/кг	302
Електроенергія для населення	1,68	грн/кВт·год	-		467
Електроенергія для непобутових споживачів	3,5	грн/кВт·год	-		972
Електроенергія для непобут. спож. через тепловий насос з COP = 2,3	3,5	грн/кВт·год	-		423
Деревна тріска	**2000**	грн/т	12	МДж/кг	**167**
Гранули з деревини	**6000**	грн/т	17	МДж/кг	**353**
Гранули з лушпиння	**5000**	грн/т	17,5	МДж/кг	**286**
Тюки соломи чи стебел кукурудзи	**1500**	грн/т	14,6	МДж/кг	**103**
Агробрикети ???					

Рослинні агропелети



Подрібнювач

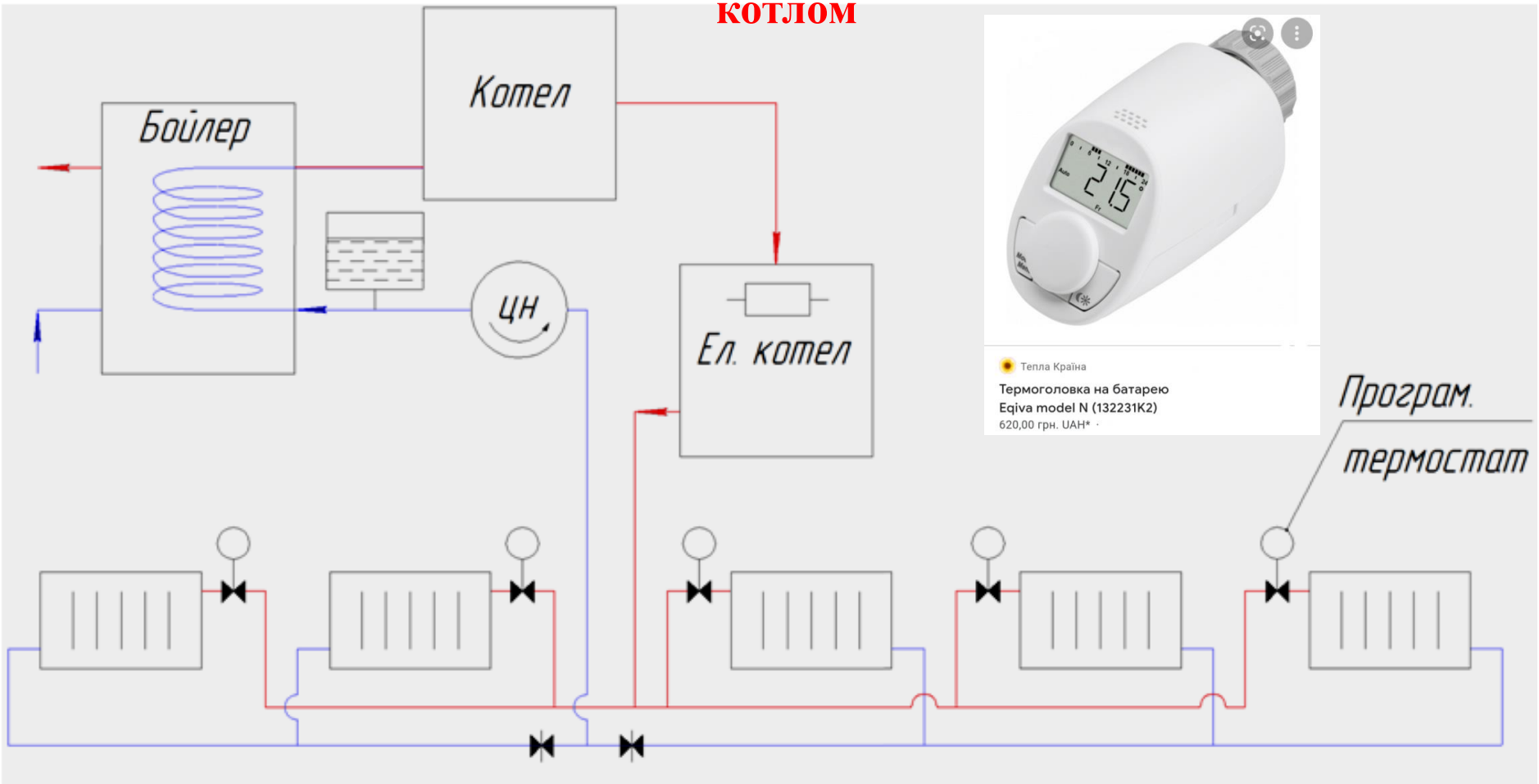


Гранулятор

Автоматизований пелетний пальник, що встановлений в твердопаливному котлі «Viadrus»

“Розумні” індивідуальні теплові пункти

Модернізація системи квартирного опалення з індивідуальним газовим котлом



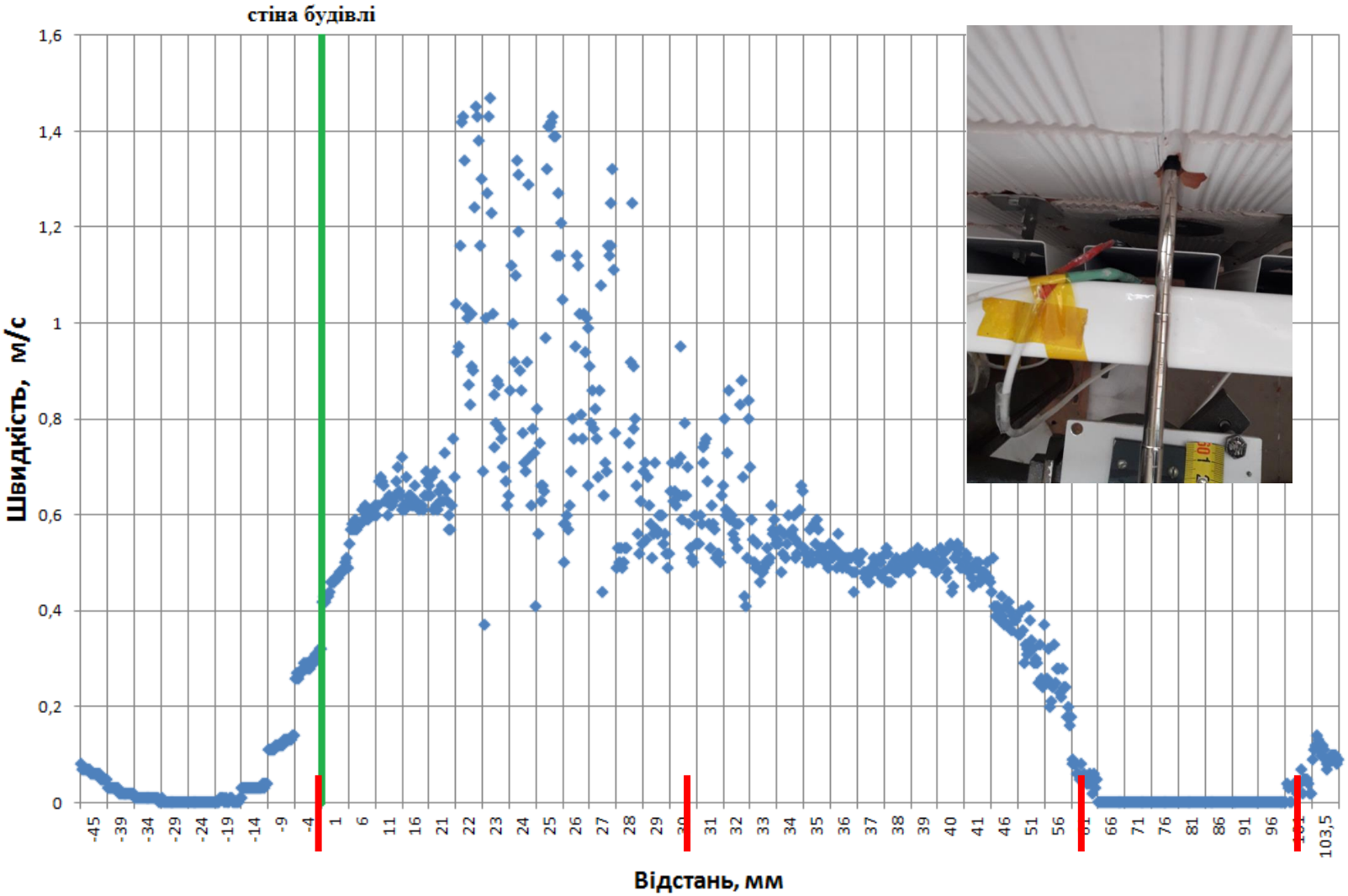
Розумне керування:

- Опаленням кожної кімнати
- ГВП
- Вентиляцією ванни, туалету, кухні
- Освітленням
- АСКОЕ

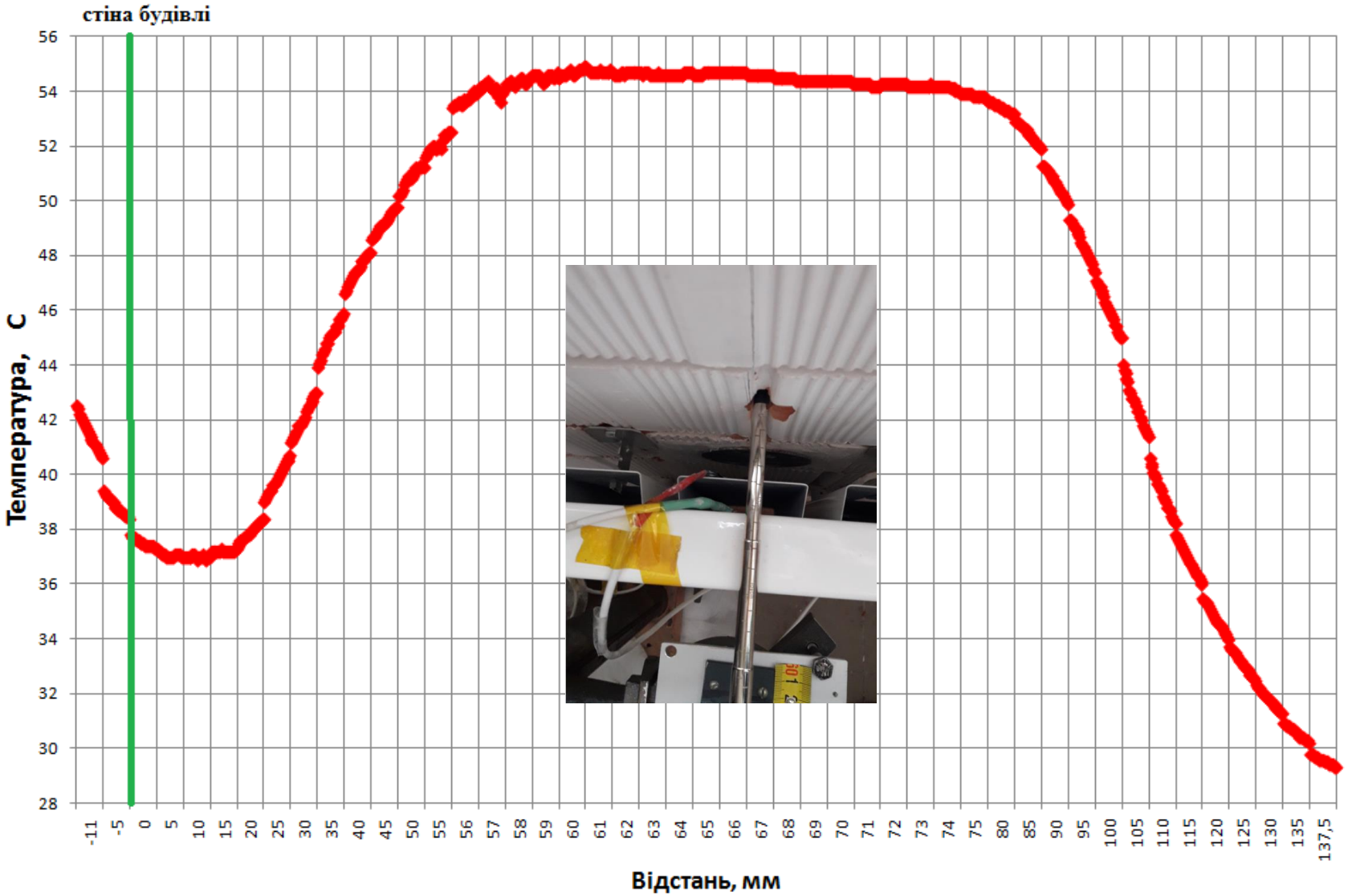
Експериментальні дослідження панельного електричного настінного обігрівача GTR 300

Робоче тіло – вуглекислий газ

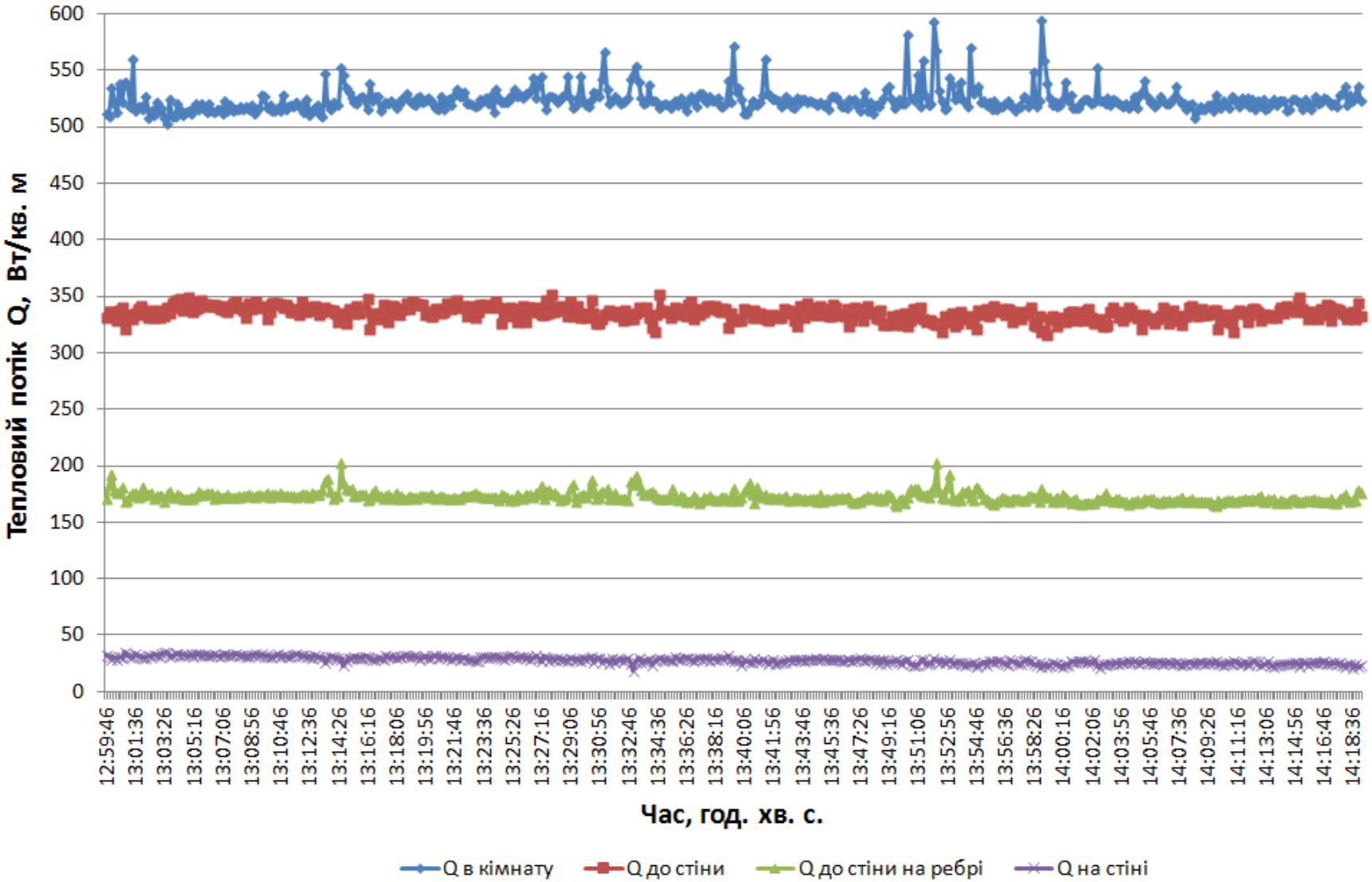
Залежність швидкості конвекції повітря повідстані від стіни будівлі



Залежності температури повітря по відстані від стіни будівлі



Значення теплового потоку від різних поверхонь радіатора (під час проведення експерименту з термоанемометром)

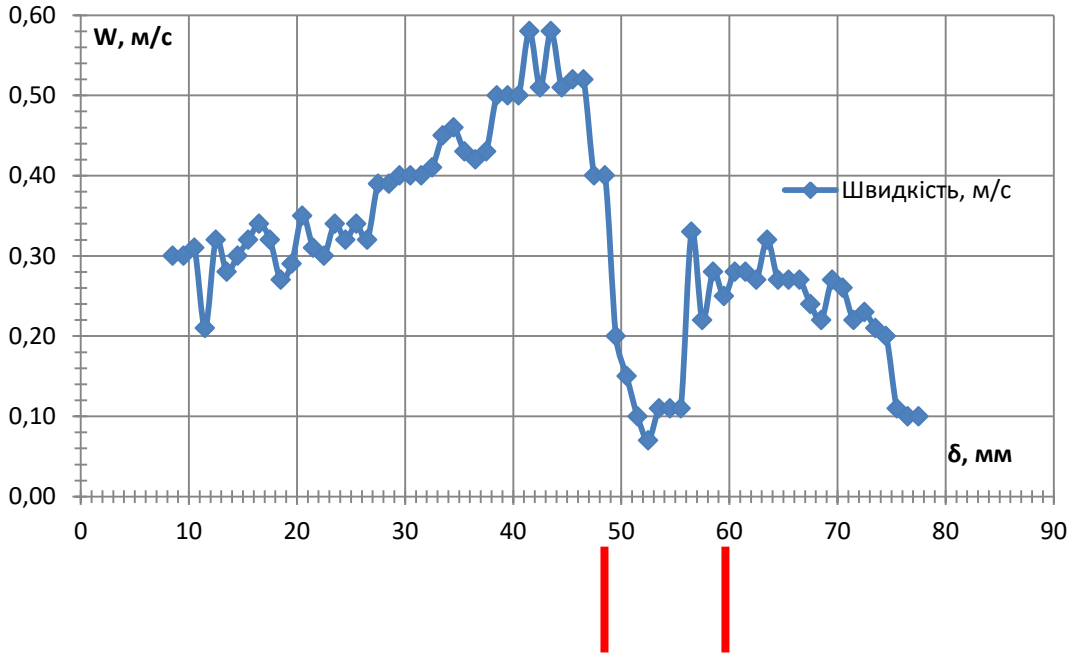


Обігрівач настінний електричний керамічний «Теплокамінь» із системою датчиків для вимірювання температури та швидкості та термоанемометром.

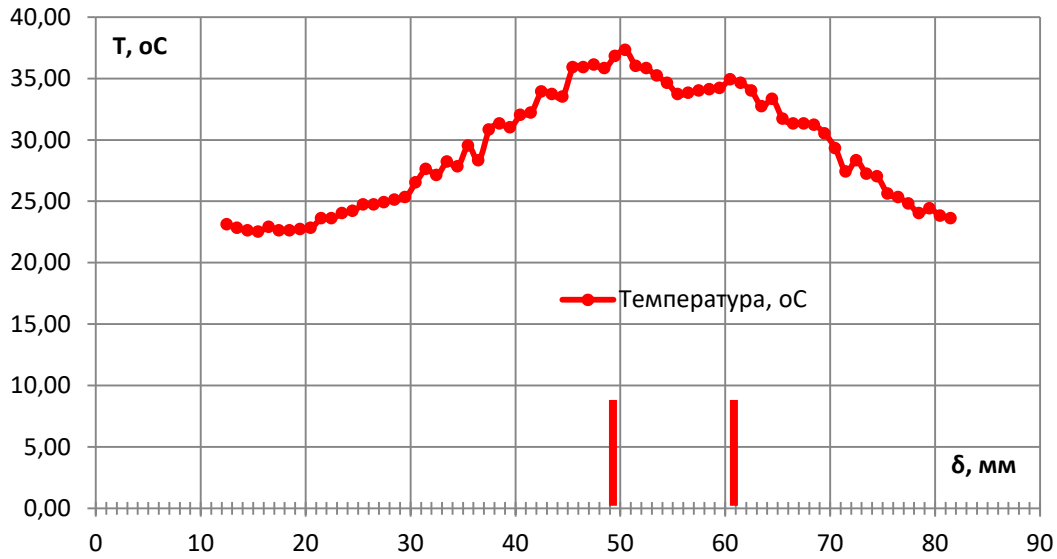
Основні теплотехнічні характеристики опалювальної керамічної панелі

Номінальна потужність одиничного обігрівача, кВт	3
Кількість обігрівачів у комплекті, од.	5
Номінальна електрична напруга, В	220±10%
Номінальний електричний струм, А	13,3
Максимальна температура нагрівання поверхні, °С	70
Час нагрівання поверхні до 70°С, хв.	20
Витрата еленктричної енергії, кВт/год.	0,23 ÷ 0,26
Габаритні розміри, мм	1195 x 595 x 9
Маса, кг	16

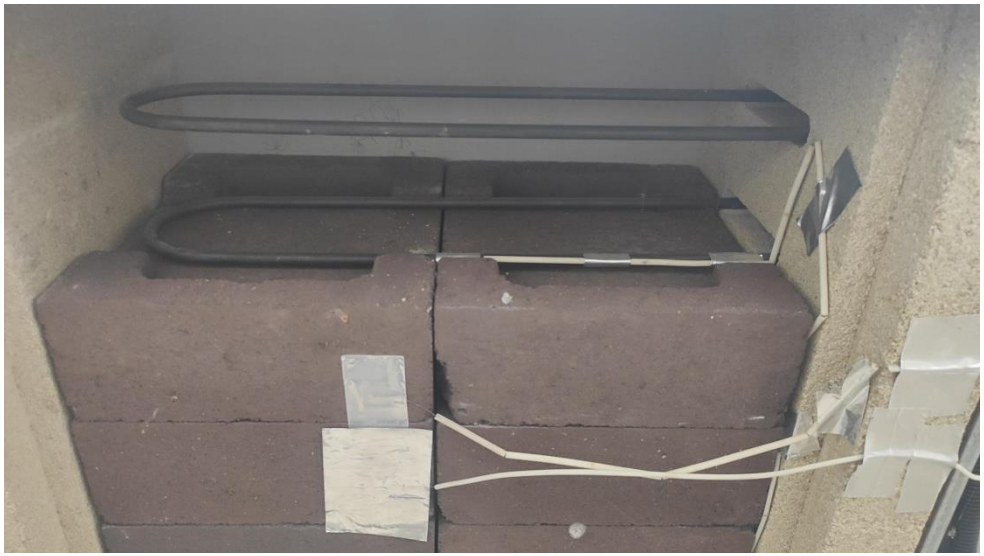
Швидкість, м/с

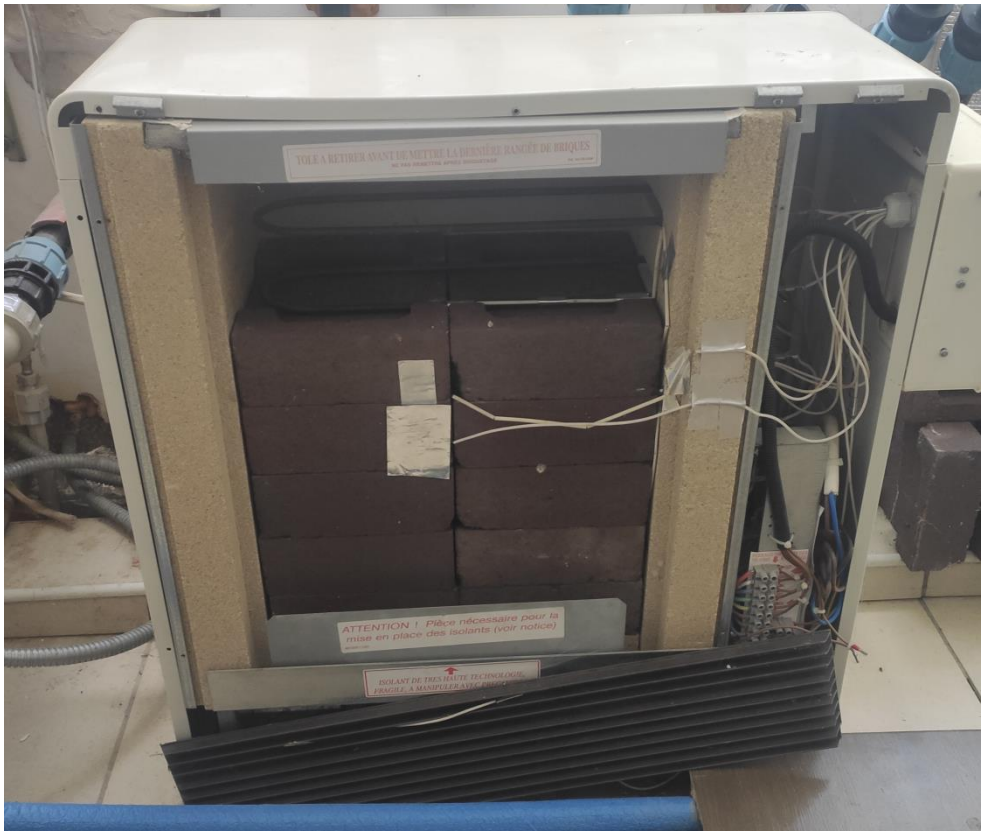


Температура, оС

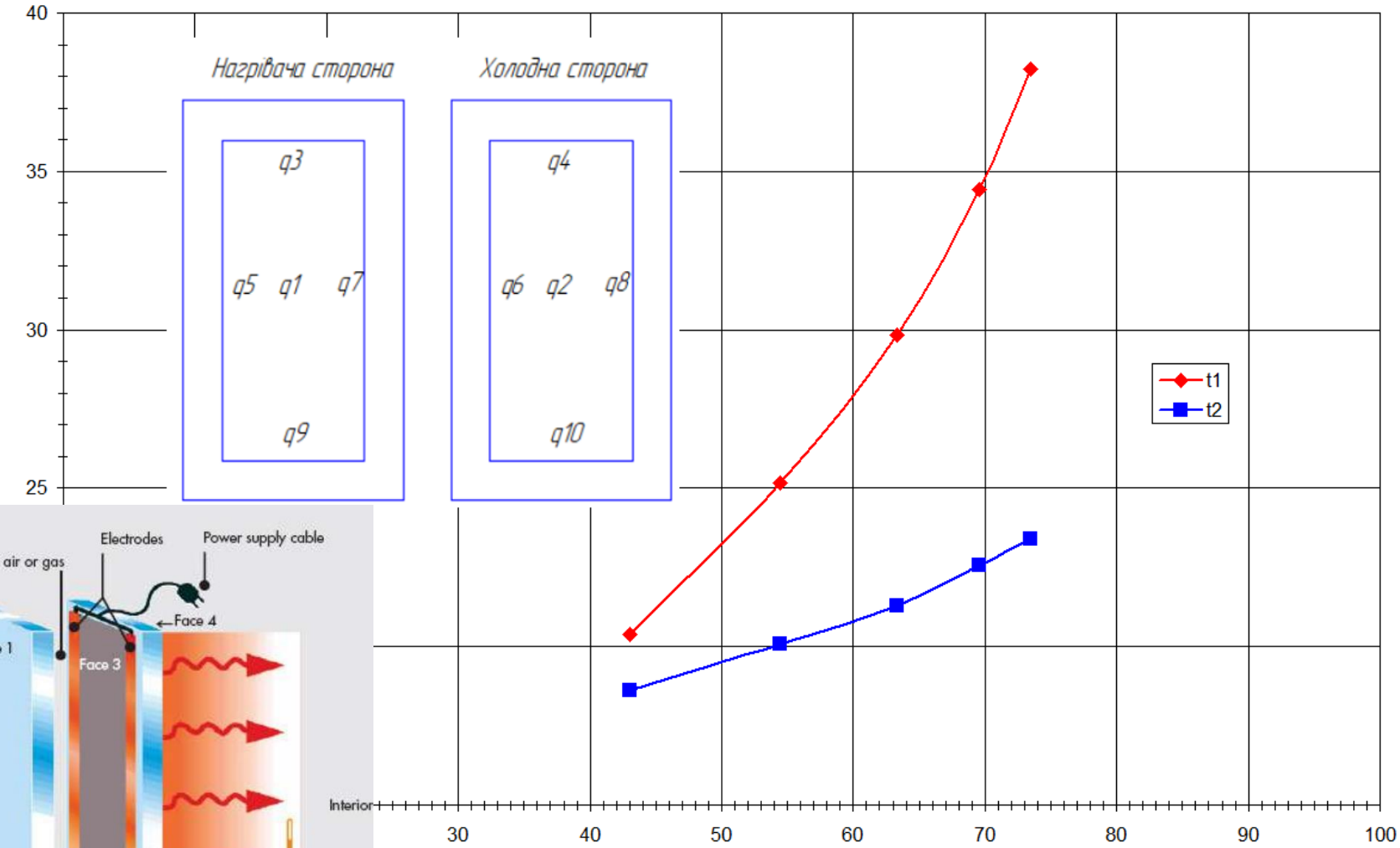


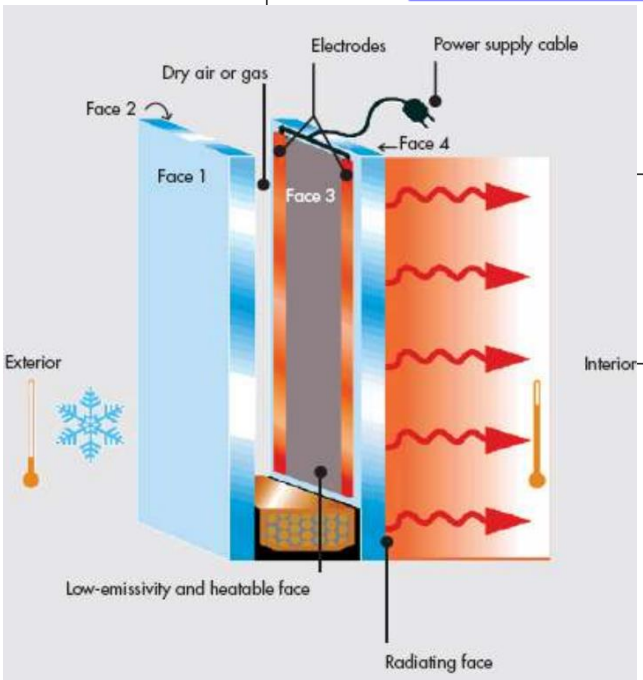
Електричний твердотільний добовий теплоакумулятор на магнезитній кераміці





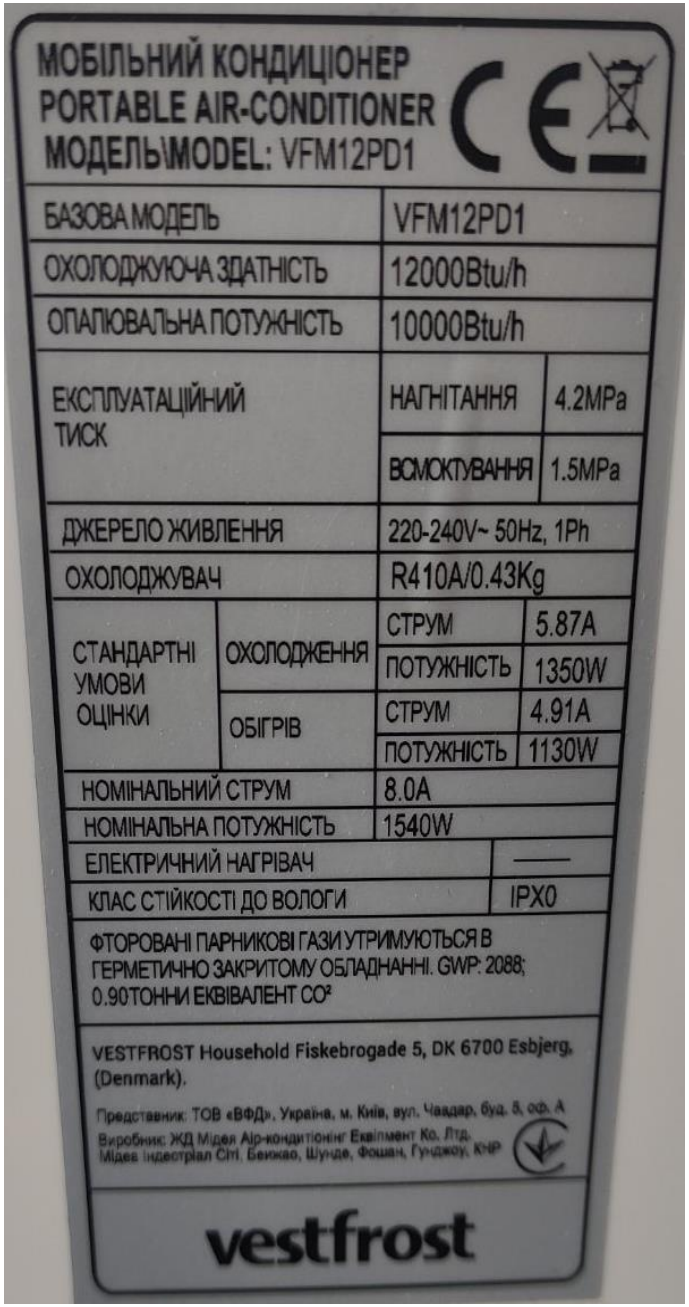
Залежність середніх значень температур центральних датчиків від напруги (склопакет з електрообігрівом)





Переносний тепловий міні-насос потужністю до 3…5 кВт

Британська теплова одиниця, 1 BTU= 1055,05 Дж



МОБІЛЬНИЙ КОНДИЦІОНЕР
PORTABLE AIR-CONDITIONER
МОДЕЛЬ\MODEL: VFM12PD1

БАЗОВА МОДЕЛЬ		VFM12PD1	
ОХОЛОДЖУЮЧА ЗДАТНІСТЬ		12000Btu/h	
ОПАЛЮВАЛЬНА ПОТУЖНІСТЬ		10000Btu/h	
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ТИСК		НАГНІТАННЯ	4.2MPa
		ВСМОКТУВАННЯ	1.5MPa
ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ		220-240V~ 50Hz, 1Ph	
ОХОЛОДЖУВАЧ		R410A/0.43Kg	
СТАНДАРТНІ УМОВИ ОЦІНКИ	ОХОЛОДЖЕННЯ	СТРУМ	5.87A
		ПОТУЖНІСТЬ	1350W
	ОБІГРІВ	СТРУМ	4.91A
		ПОТУЖНІСТЬ	1130W
НОМІНАЛЬНИЙ СТРУМ		8.0A	
НОМІНАЛЬНА ПОТУЖНІСТЬ		1540W	
ЕЛЕКТРИЧНИЙ НАГРІВАЧ		——	
КЛАС СТІЙКОСТІ ДО ВОЛОГИ		IPX0	

ФТОРОВАНІ ПАРНИКОВІ ГАЗИ УТРИМУЮТЬСЯ В ГЕРМЕТИЧНО ЗАКРИТОМУ ОБЛАДНАННІ. GWP: 2088; 0.90ТОННИ ЕКВІВАЛЕНТ CO^2

VESTFROST Household Fiskebrogade 5, DK 6700 Esbjerg, (Denmark).

Представник: ТОВ «ВФД», Україна, м. Київ, вул. Чаадар, буд. 5, оф. А
Виробник: ЖД Мідея Аір-кондитіонінг Еквіпмент Ко. Лтд.
Мідея Індестріал Сіті, Бейжао, Шунде, Фошан, Гунджоу, КНР

vestfrost

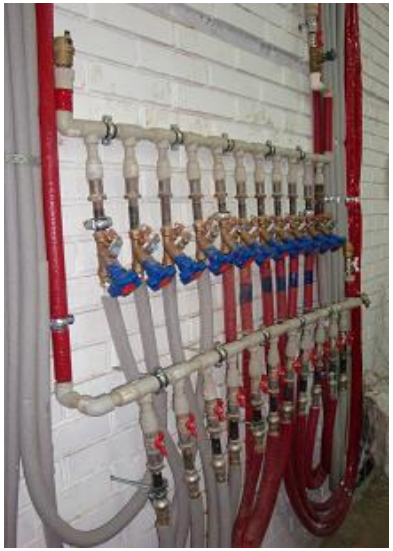
Загальний вигляд пасивного будинку ІТТФ НАН України (різні ракурси)

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 грунту з полігону ГТО і свердловини);**
- **потужність опалення- 2,6 кВт; потужність ГВП - 3,4 кВт;**
- **резервування – твердопаливний котел, пілетний пальник;**
- **аварійне опалення – повітряне пасивно-конвективне , піч;**
- **догрів рекуперативного 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 те екологічної точки зору.



4,5 поверхи загальною площею 306 кв. м.

на опалення - 15 кВт•годин на 1 кв. м в рік

Концепція будинку:

Будинок, як науково-технічна та технологічна теплофізична лабораторія;

Послідовна реалізація – будинок високої енергоефективності (75 кВт•годин/м^2 в рік) – пасивний будинок (15 кВт•годин /м^2 в рік) – будинок 0-теплової енергії – 0 тепл. та 0 елект. енергії – Micro Smart-Grid-0-Energy будинок;

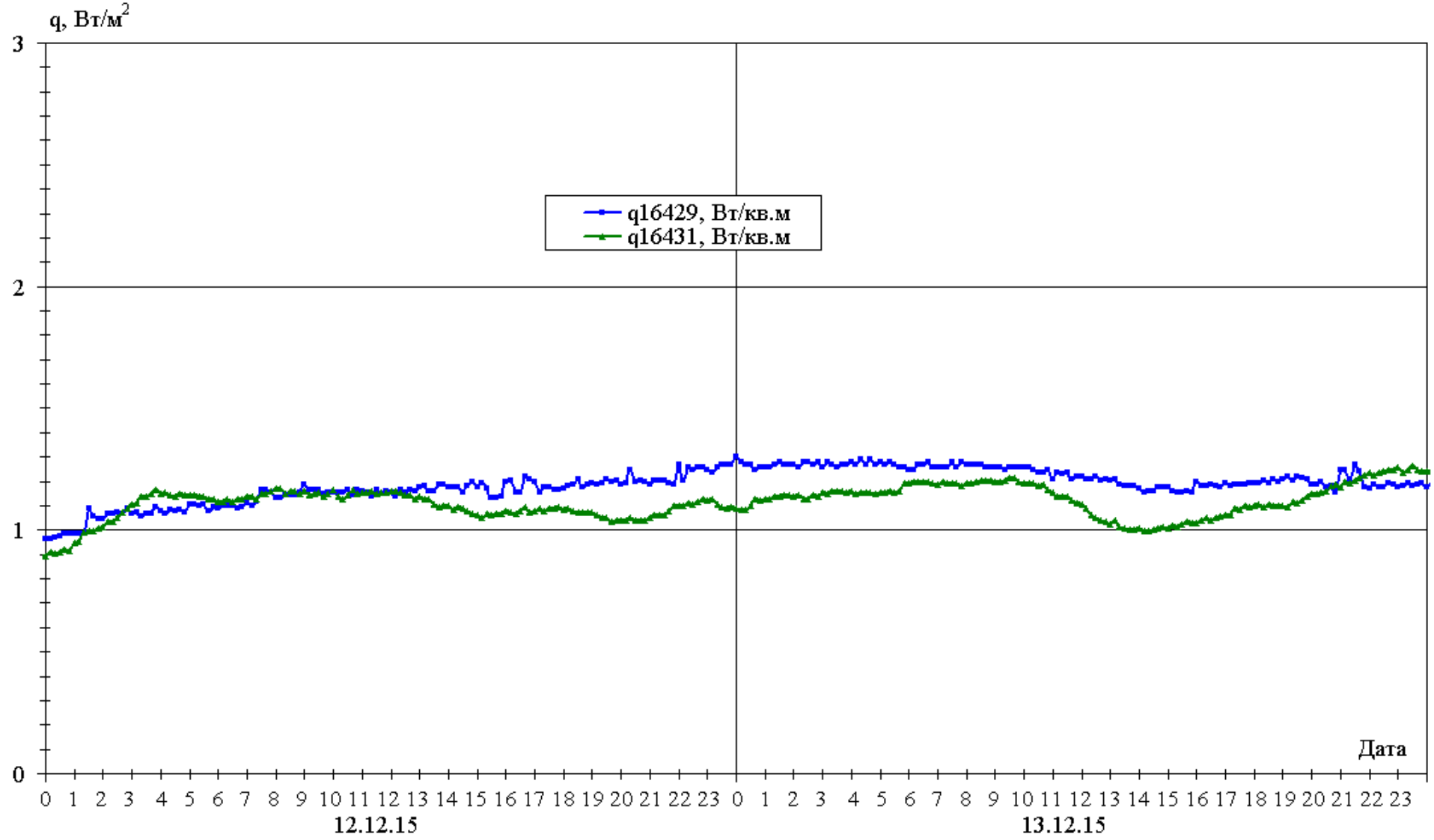
На відновлювальній екологічно чистій енергії довкілля і перспективних технологіях автоматизації та інформатизації .

Будинок полегшеного типу без втрат міцності (полегшені стіни; полегшені плити перекриття)

Мета проекту - визначення енергетично, економічно та екологічно оптимального комплексу заходів для оптимізації енергоспоживання будівлі до рівня будинку пасивного типу та будинку “0-енергії”

«нуль енергії» - це повна автономність і незалежність від централізованих енергетичних мереж при створенні належного рівня комфорту проживання або праці

Розподіл густин теплових потоків, що проходять через ОК північного фасаду енергоефективного будинку пасивного типу з 12 грудня по 13 грудня 2015 року



Комбінована теплонасосна система теплопостачання енергоефективного будинку

Теплі водяні підлоги сухого монтажу

УТЕПЛЕННЯ:

- ✓не лише високий опір теплопередачі, а і належний вологісний стан;
- ✓товщина – до 15…20 см базальтової вати, піноскла;
- ✓фасадне опорядження клеєвими сумішами “Хенкель” (Henkel)
- ✓регульована механічна заслінка нижнього входу в прошарок мінівентильованого утеплення фасаду
- ✓відкритий верхній вихід мінівентильованого утеплення фасаду

(1) (2) (3)

1. Пасивний будинок (ID: 6397). Багатоквартирний житловий комплекс, висотою у 22 поверхи, (Нью-Йорк, США) 140 квартир, квартири студії та двокімнатні. У спільному користуванні мешканців тераси на даху, вітальня, фітнес-центр і місце для зберігання велосипедів. Комплекс складається з двох окремих секцій. Тип конструкції: ізольовані бетонні форми.

2. 30-поверхова сертифікована пасивна будівля (ID: 6234) в місті Тяньцзінь, Китай. Всього 120 квартир (по 4 на кожному поверсі), площа кожної квартири становить близько 90 м^2, корисна площа - близько 60 м^2. Зовнішня стіна будівлі залізобетонна, немає зовнішнього балкона, що знижує теплові втрати. У кожній квартирі розміщені децентралізовані системи вентиляції з рекуперацією тепла.

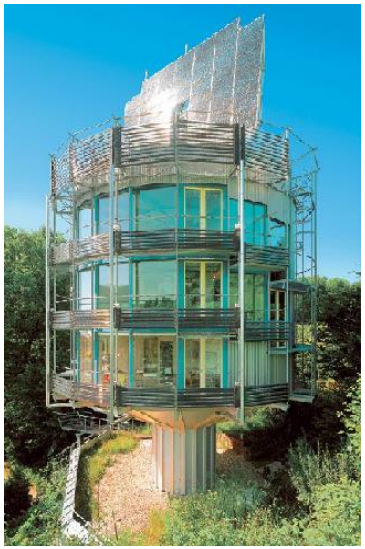
3. Місто Кольмар (Франція, ID: 6158). Реконструкція житлового будинку 60-х років за пасивним стандартом (на фото вигляд до реконструкції і після). Частину будівлі зруйнували, а решту реабілітували, отримавши 48 житлових сертифікованих приміщень пасивного типу у 7-поверховій будівлі.

Основні характеристики будинків

Номер	1	2	3
Характеристики			
Рік будівництва	2019	2019	1966
Площа, $м^2$(оброблена за стандартами PHPP-Passive House Planning Package)	9258	7992	3552
Річні витрати на опалення, кВт·год/($м^2$ на рік)	12	15	15
Потреба в первинній енергії на опалення, гаряче водопостачання, побутову електроенергію і допоміжну електроенергію, кВт·год/($м^2$ на рік)	122	116	103
Герметичність, n50/годину	0,6	0,1	0,54

Енергоефективний житловий район ЕКО-VIIKKI в Гельсінкі (Фінляндія) [Viikki – Ecological Housing and Planning in Helsinki . Режим доступу: https://www.integratedstormwater.eu › files ›]

Енергоефективний житловий район Вобан (Vauban, «Сонячний квартал»), Фрайбург, Германія (Экспериментальные эко-районы. Вобан в Германии. https://cheaptrip.livejournal.com/23122927.html)



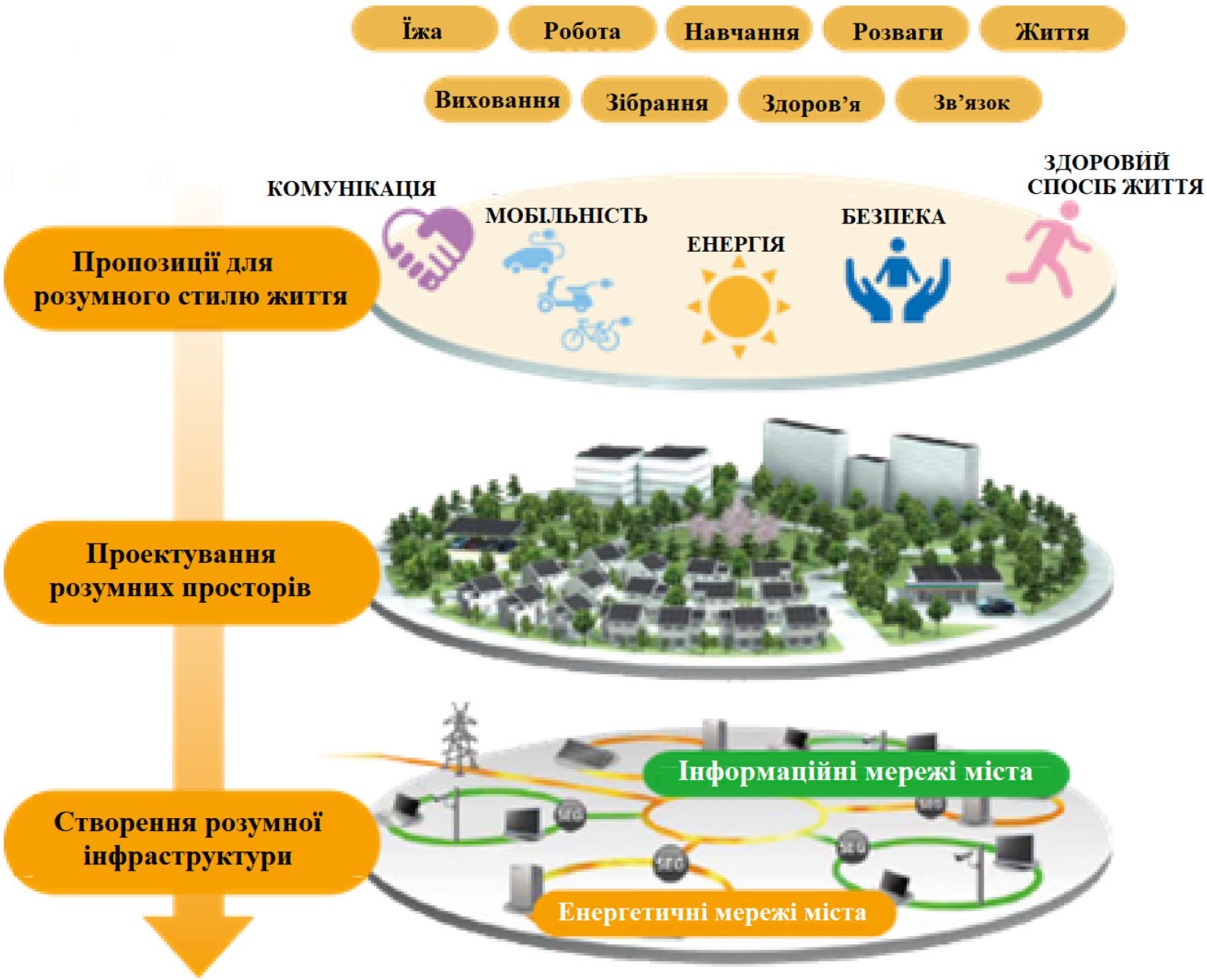
Будинок “Геліотроп” - це перший в світі будинок, який виробляє енергії більше, ніж витрачає [Michler A.Heliotrope: The World’s First Energy Positive Solar https://inhabitat.com/heliotrope-the-worlds-first-energy-positive-solar-home/].

Екологічно чистий мікрорайон

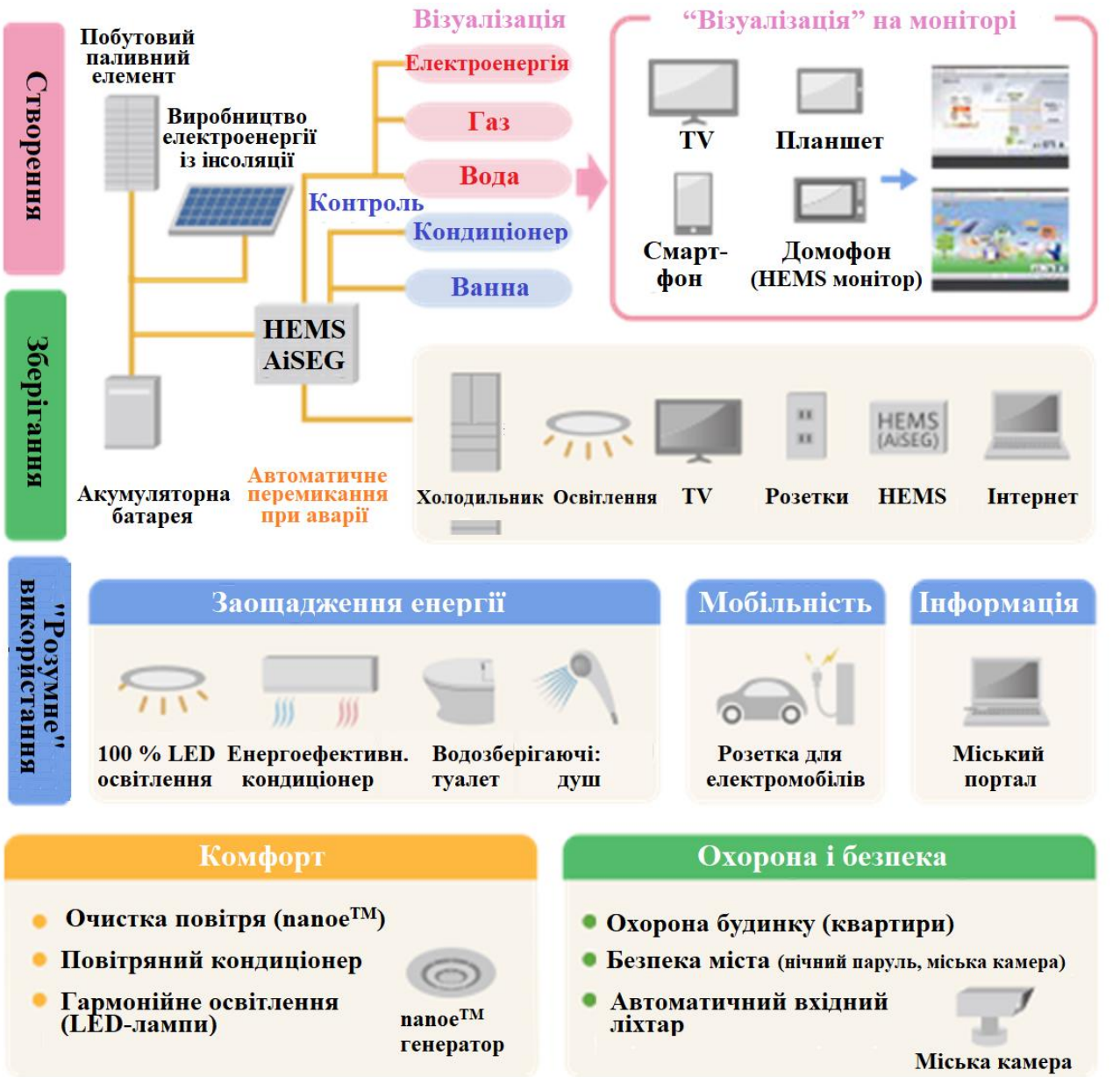
В Окленді, Каліфорнія (США) протягом дуже короткого терміну було зведено цілий житловий комплекс з 77 будинків на 80 квартир кожен. Весь він функціонує як єдине ціле, а за рахунок грамотно підібраного набору рослин всередині забудови завжди чисте і свіже повітря

«Я зобов'язуюсь зібрати найкращі уми з найкращими планувальними, архітектурними, дизайнерськими та інженерними навичками у світі для відродження міста Харкова. У дусі об'єднання планетарної поінформованості з місцевими діями я прагну поєднати найкращі українські таланти зі світовим досвідом та порадами.»

архітектор, лорд Норман Фостер на перемовинах із Ігорем Тереховим



Рівні проектування міста Фудзісава



BEMS, HEMS – Building (Home) Energy Management System (домашня енергетична обслуговуюча система)
AiSEG (домашній інтернет речей (IoT)) LED - Light-emitting diode – світлодіодна лампа

Вироблення, зберігання та «розумне» використання енергії у місті Фудзісава

Як пережити опалювальний сезон 2022-2023 рр:

- **В загальнодержавній і політичній площині:**
  1.Визначитися зі стратегією по споживанню природного газу
  2.Визначити можливості власного видобутку природного газу (де, хто, як і з якою собівартість) – строгий контроль об'ємів
  3.Визначити шляхи постачання в Україні «не російського газу»...(без газу ми поки-що не зможемо, чи війна, чи перемога).
- **В нормативній/законодавчій базі:**
  1.Знизити нормативну температуру внутрішнього повітря для опалення приміщень до 18...19°С.
  2.Запропонувати виконання утеплення фасадів типових будинків по кошторисній документації (пояснення нижче).
  3.Запустити біржу біопалива (зараз хаос в цій сфері).
  4.Нормативи на розрахункову температуру, максимальний тиск устаткування, кліматичні зони
- **В умовах воєнних дій (в прифронтових областях):**
  1. По максимуму евакуювати людей, організації та підприємства, відповідно для забезпечення теплопостачання та електропостачання буде потрібно менше потужностей, ніж ті, що були до війни;
  2. Підготувати модульні/пересувні котельні на місцевих видах палива (вугілля, дрова, с/г відходи); такі, щоб можна було перевозити й швидко встановлювати/демонтувати (можливо на шасі-прицепах).
  3. Доречно робити модульні/передвижні когенераційні установки – можливо для лікарень
  4. На об'єктах з централізованим теплопостачанням ОБОВ'ЯЗКОВО забезпечити підключення через ІТП з електрокотлами потужністю 10-20% від максимального теплового навантаження об'єкту (для аварійного режиму);
  5. Забезпечити склади труб, арматури, матеріалів для аварійного відновлення систем теплопостачання та котелень;
  6. Забезпечувати генераторами, буржуйками, пальним прифронтові райони.

- **В тилових областях:**

1. Термомодернізація:

   1.«Відшліфувати» процедуру термомодернізації - почати фінансувати «наперед» роботи по утепленню житлових багатоквартирних будинків (механізм є через Фонд Енергоефективності – але він не досконалий та існує затримка по фінансуванню – 3-6 місяців після завершення робіт). Перед війною розроблявся механізм через державні гарантії по так званій «Великій термомодернізації» з фінансуванням через РДА – і на лютий 2022 року вже було проведено роботу по збору інформації з усієї України по першочергових об'єктах (які мають проектну документацію);

   2.Спростити процедуру по проектуванню (типові будівлі – типові проектні рішення – ВСЕ ЗВОДИТЬСЯ ДО ОБРАХУНКІВ ОБСЯГІВ РОБІТ та виготовлення кошторисної документації), пропонується запровадити виконання утеплення типових будинків через виготовлення лише кошторисної документації для прискорення процедури утеплення.

   3.Основне - утеплити фасад (вікна в квартирах майже всі замінені) та встановити ІТП;

   4.Задіяти спрощені механізми по фінансуванню та виготовленню ІТП в заводських умовах (буде швидше) – на об'єкті тільки збирання. Об'єкти з централізованим теплопостачанням ОБОВ'ЯЗКОВО забезпечити підключення через ІТП з електрокотлами потужністю 50-70% від максимального теплового навантаження об'єкту. ІТП має бути обов'язково з незалежною схемою (з теплообмінником) та з погодозалежним регулюванням.

   5.Вже зараз налагодити спрощене (без мита) постачання матеріалів для утеплення фасадів будівель від країн-партнерів (Польща, Литва, Румунія).

   6.При оперативному фінансуванні та постачанні матеріалів з травня по листопад 2021 року було утеплено 6 п'ятиповерхових будинків (24 під'їзди) – власний досвід.

2. Швидкий перехід на електроопалення:

   1.Забезпечити доступ громадян/організацій до безвідсоткових кредитів для теплових насосів повітря/повітря – можливо залучити партнерів з Китаю (швидко монтується, вимагають меншого навантаження на систему електрозабезпечення ніж звичайне електроопалення- в межах виділених на квартиру – до 3 кВт);

2. Можливий варіант з «мобільним кондиціонерами» моноблочного типу (зв'язок з зовнішнім повітрям через патрубок у вікні) – не потребує складного монтажу/проф.персоналу, легко переміщується.

3. Налагодження виробництва електричних теплоакумуляторних опалювальних приладів (з магнезитовими акумуляторами), що дозволить споживання електроенергії в часи «просадки» графіка споживання.

1.Забезпечити доступ громадян/організацій/виробників до безвідсоткових кредитів для твердопаливних котлів та монтажу їх на об’єктах (в основному для сільської місцевості/райцентрів);

2.Надати дозвіл для населення/організацій збирання та заготівлю сухостою в лісах тилових областей. Розробити відповідний механізм (в лісі дров повно – зараз ліси закриті, а зима скоро)…

- **Відновлювана енергетика:**

1.забезпечити населення/організації безвідсотковим кредитуванням для влаштування сонячних та вітрових мініелектростанцій;

2.Взяти досвід Польщі за основу для взаємодії мініелектростанцій з Об’єднаною енергетичною системою України (2 кВт в систему/1кВт з системи)…

- **На перспективу:**

1.Будівництво заводів піно/газоблоків;

2.Будівництво заводів скла (виробництво вікон);

3.Будівництво заводів утеплювачів (мінвата, пінополістирол);

4.Налагодження поставок сталей для котельного виробництва…

5.Запуск біржі біопалива;

6.Будівництво заводів по гранулюванню і брекетуванню біомаси (деревина, с/г відходи);

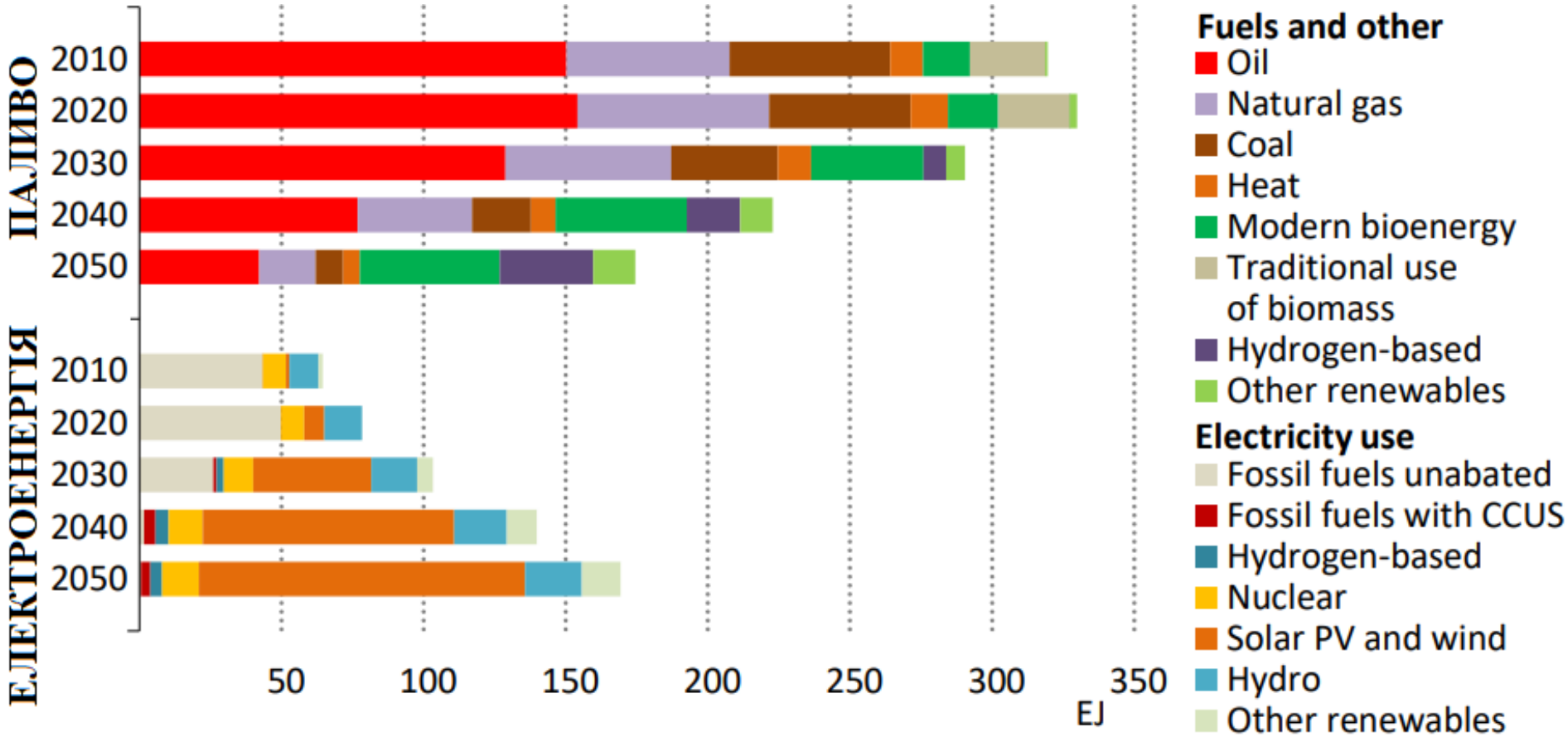
7.Будівництво заводів біоетанолу і біометану

Дякую за увагу !

СЛАВА УКРАЇНІ !

basok@ittf.kiev.ua; borys.basok@gmail.com

Світове загальне кінцеве споживання палива в сценарії NZE-2050, MEA



Джерело : Iea. Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector. May 2021. 224 p.