

15 червня 2021 року

Коментарі щодо можливих конкурсних пропозицій

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

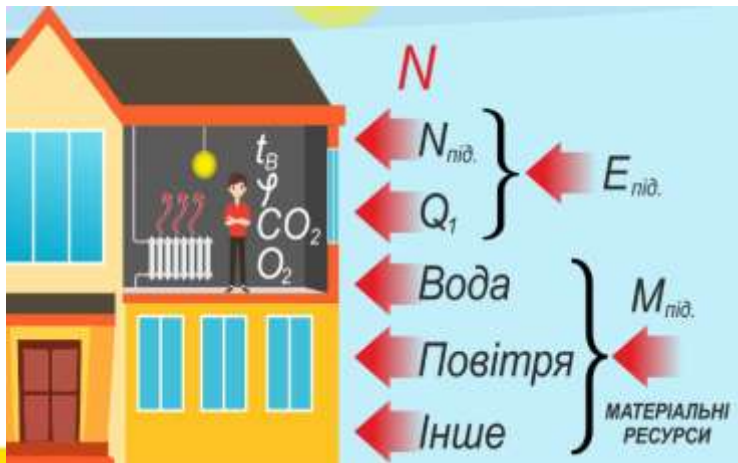


Конкурсна пропозиція №1. Енергоефективна система вентиляції класного приміщення. Мета – забезпечення необхідних параметрів мікроклімату і економія теплової енергії на нагрівання зовнішнього повітря.

Пошук компромісу між якістю повітря у класах і витратами теплової енергії для шкіл. Відповідно до будівельних нормативів, температура повітря в класі повинна бути

+ 18 °С, вологість близько 60%, і концентрація CO₂ близько 1000ppm.

На кожного учня необхідно подавати 16-20 м³/ год свіжого повітря і видаляти забруднене.



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

ДБН В.2.2-3: 2018 Заклади освіти.

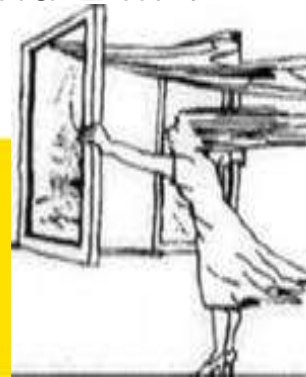
1 учень під час уроку виділяє: 87 Вт теплоти, 52 г вологи і 0,03 кг CO₂ протягом години. 30 учнів – 2610 Вт, 1560 г вологи і 0,9 кг CO₂.

Системи вентиляції повинні видалити забруднене повітря і замінити його на нагріте свіже повітря. Витрати повітря – 600 м³ за годину (0,17 м³ за сек). На нагрівання холодного повітря буде витрачено

$Q_{ін.} = c_{пов.} \cdot V_{пов.} \cdot (t_2 - t_1) = 1,22 \cdot 0,17 \cdot (20 + 2) = 4,6 \text{ кВт теплоти.}$ За опалювальний період – 2,5 МВт для одного класу. Це близько 3,5 тис. грн.

Надходження свіжого повітря через нещільності у вікнах

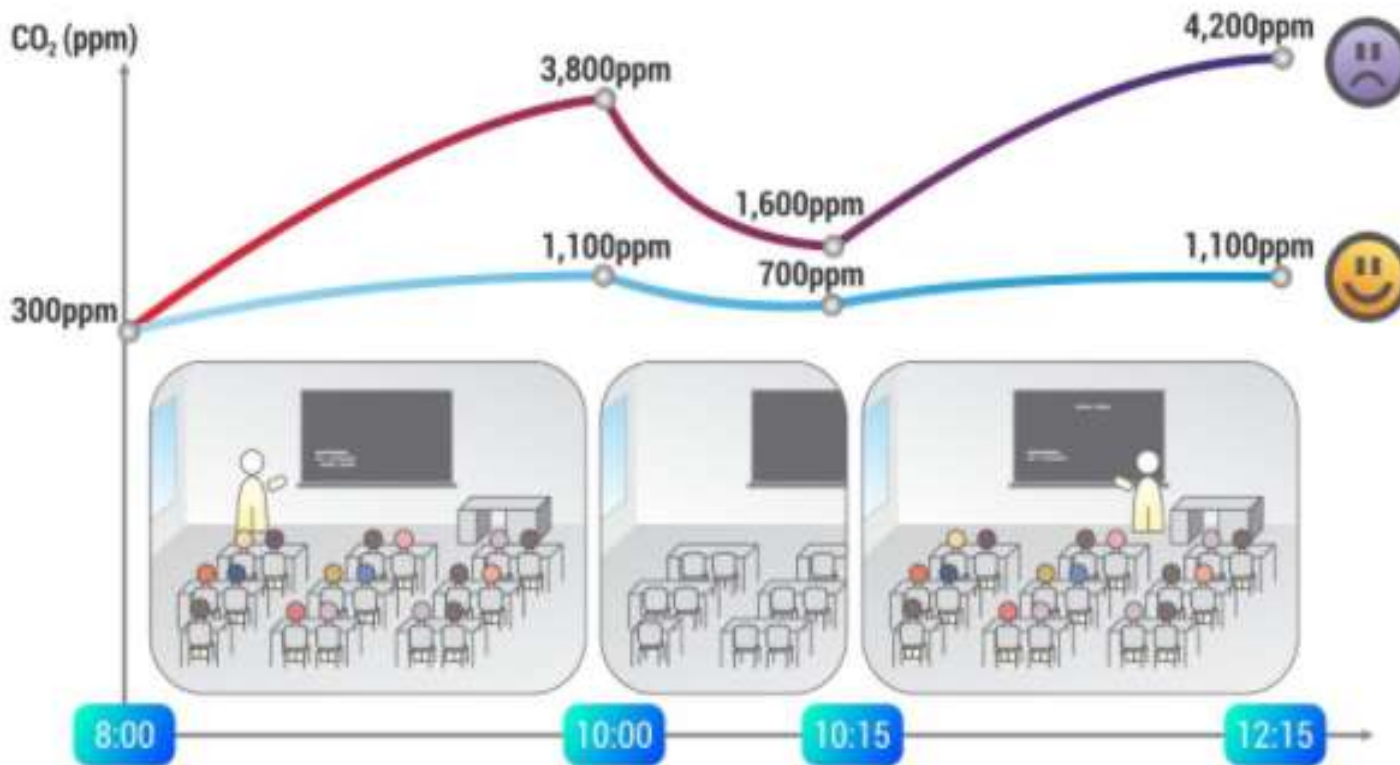
Але склопакет практично не пропускає повітря — від 3 до 50 м³ за годину на 1 м².



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

За відсутності вентиляції концентрація CO₂ і вологи збільшується, виділення теплоти учнями сприяє збільшенню температури внутрішнього повітря, зовнішня теплота не використовується.

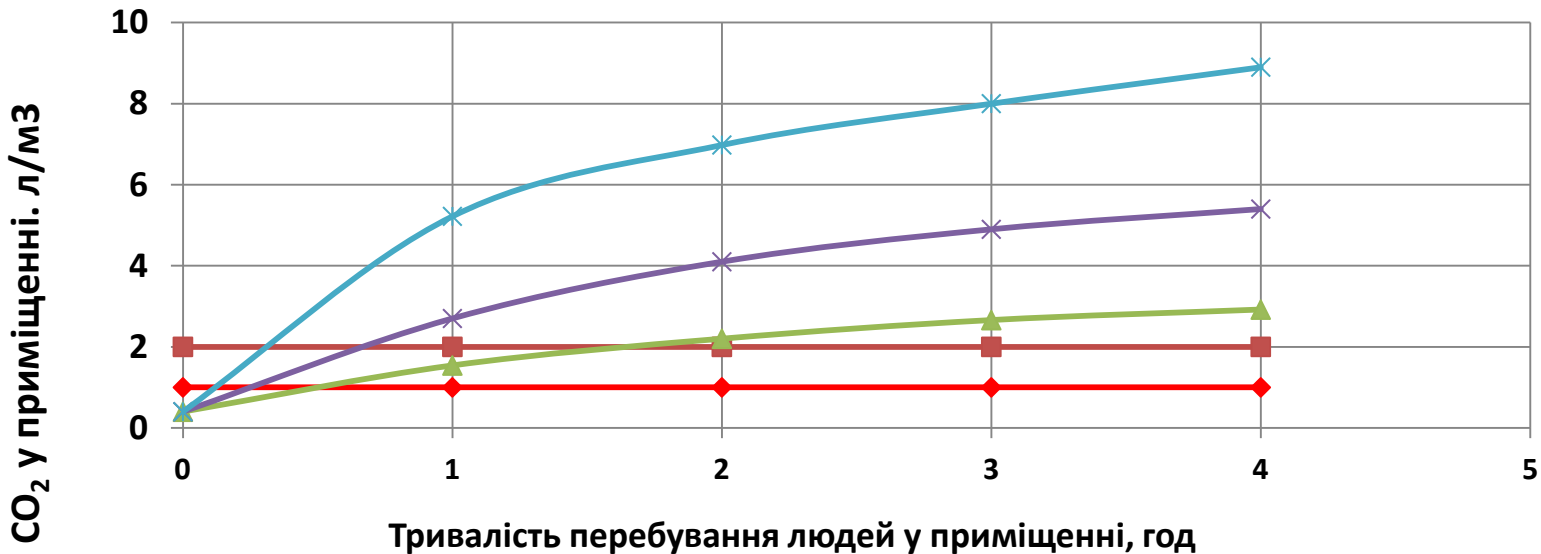


Зміна концентрації CO₂ у класі з припливно-втяжною вентиляцією і без вентиляції.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

Зміна концентрації CO₂ у приміщенні класу



- ◆ - допустима концентрація CO₂ для місць постійного перебування людей
- - місце короточасного перебування людей.
- ▲ - повітрообмін кратною к = 1
- × - повітрообмін к=0,5
- * - повітрообмін к= 0,3





Результат збільшення концентрації CO_2 – головний біль, втрата уважності, збільшення ризику захворюваності, втома.

Суть пропозиції – заміна 2-3 вікон у класі на енергоефективний 2-камерний склопакет у металопластиковому плетінні із встановленням

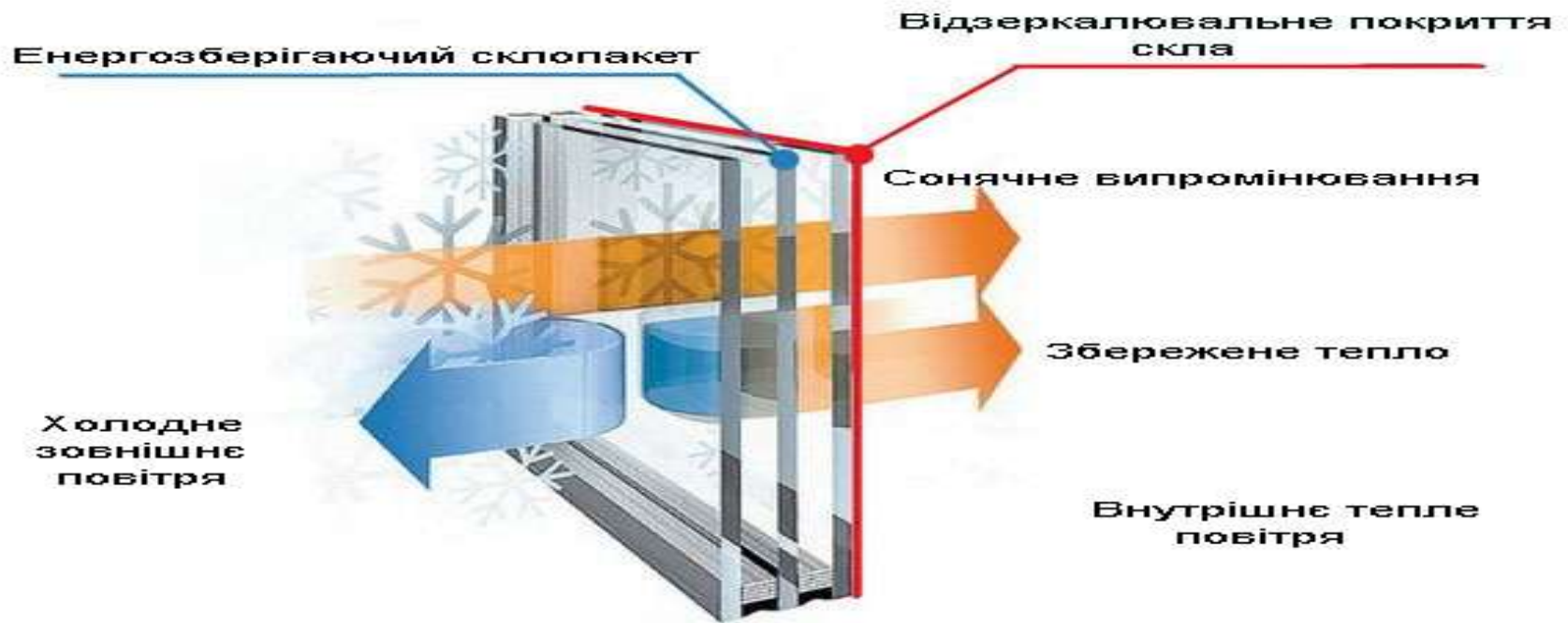
рекуператора для нагрівання припливного повітря за рахунок теплоти витяжного відпрацьованого повітря. Приладовий контроль за концентрацією CO_2 у класі, забезпечення ефективної припливно-витяжної вентиляції у класі і нормованих параметрів внутрішнього повітря. Скорочення витрат теплової енергії на нагрівання повітря. Поліпшення умов проведення навчального процесу, зменшення ризиків захворювання.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Енергоефективне вікно забезпечує проникність у приміщення сонячного випромінювання і пасивне опалення, необхідний повітрообмін і економію теплоти.

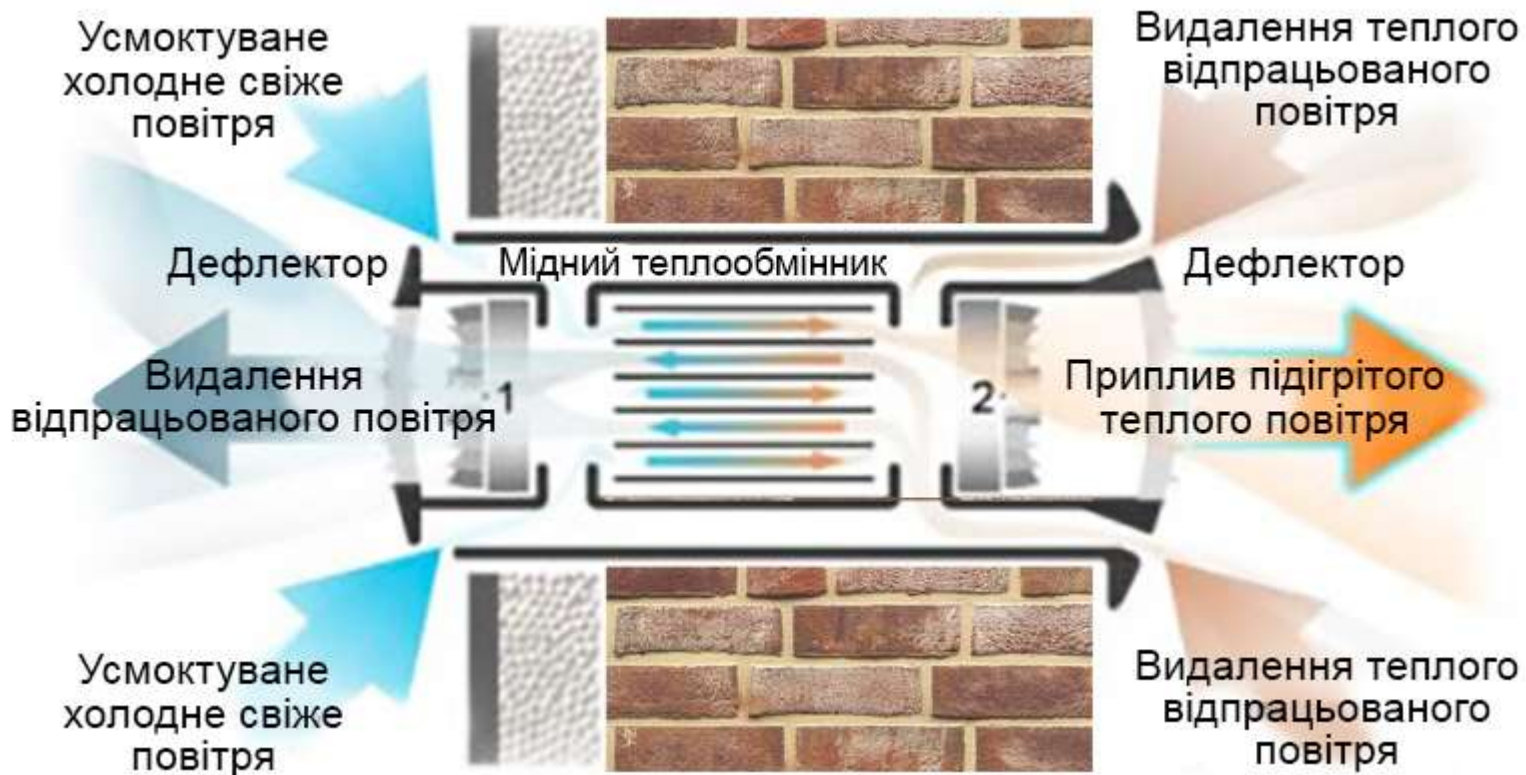


**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Принципова схема влаштування рекуператора



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Приклади встановлення рекуператора у класі



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Скорочення витрат теплоти на опалення у зв'язку із заміною наявних вікон у дерев'яних плетіннях на склопакети у металопластиковому плетінні.

Скорочення витрат теплоти визначається залежністю, котра характеризує процес передачі теплоти через вікно:

$Q = K \cdot F (t_v - t_z)$, (2), кВт, де k – коефіцієнт теплопередачі, для наявного вікна прийняти 3,3 Вт/м² град, а для склопакета – 1,33 Вт/м² град. F – площа вікон, котрі були замінені; t_v – температура внутрішнього повітря; t_z – середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду, прийняти -2⁰С.

Розрахунок втрат теплоти необхідно виконати для двох випадків:

А) для наявних вікон; Б) для вікон після реконструкції



Після цього відняти від більшого числа менше. Таким чином отримаємо зменшення теплового потоку — ΔQ у Вт. Для визначення річного скорочення витрат теплоти необхідно помножити отриману величину на тривалість опалювального періоду – 4000 годин.

$$\Delta Q_{\text{річн.}} = \Delta Q \cdot 4000.$$

Приклад. $F = 8 \text{ м}^2$.

Тепловий потік через вікно до реконструкції: $Q = 3,3 \cdot 8(20+2) = 580 \text{ Вт}$

Тепловий потік після реконструкції: $Q = 1,3 \cdot 8(20+2) = 228 \text{ Вт}$

$\Delta Q = 580 - 228 = 352 \text{ Вт}$. Річне скорочення витрат теплоти через вікна:

$\Delta Q_{\text{річн.}} = \Delta Q \cdot 4000 = 352 \cdot 4000 = 1408000 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 1,4 \text{ МВт} \cdot \text{год}$.

Загальна економія складається із отриманої величини і кількості теплоти, котра буде отримана за рахунок впровадження рекуператора: $1,4 + 2,5 = 3,9 \text{ МВт} \cdot \text{год}$.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



При розробленні конкурсної пропозиції №1 необхідно подати інформацію, яка характеризує вихідні дані для її розроблення.

№	Назва показника об'єкта	Од. вим.	Величина показника
1	Розміри приміщення, для якого пропонується впровадження пропозиція №1 (внутрішні розміри приміщення – ширина · довжина · висота)	м	
2	Назва приміщення, поверх		
3	Площа зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій приміщення: - стіни - підлога (лише для приміщень 1-го поверху) - стеля (лише для приміщень останнього поверху)	м ²	
4	Розміри світлопрозорих огорожень (вікон) (ширина і висота одного вікна) Вид заповнення світлопрозорих огорожень (спарені вікна у дерев'яних плетіннях; інше	м	
5	Кількість світлопрозорих огорожень (вікон) у приміщенні		
6	Загальна площа світлопрозорих зовнішніх огорожень (вікон) у приміщенні, для якого складається конкурсна пропозиція	м ²	
7	Кількість учнів або персоналу, котрий постійно знаходиться у приміщенні		

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

Конкурсна пропозиція №2. Впровадження енергоефективної системи освітлення у школі. Мета – скорочення витрат електричної енергії за рахунок використання енергоощадних освітлювальних приладів.

проект реалізується шляхом заміни ламп розжарювання або люмінесцентних ламп на LED-світильники.



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

Порівняння потужності приладів освітлення, Вт

Потужність лампи розжарювання	Потужність люмінесцентної лампи	Потужність LED-світильника
25	6	3
40	9	4
60	11	6
75	16	8
100	18	10

95% споживаної енергії в лампах розжарювання переходить в теплову енергію.

Світловіддача ламп:

- лампи розжарювання – 7...19 лм/ Вт
- люмінісцентні лампи – до 75 лм/ Вт
- LED-світильники — 70...140 лм/ Вт.

Заміна однієї лампи розжарювання потужністю 100 Вт дає економію близько 40 кВт·год.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Автоматизація роботи системи освітлення за допомогою датчиків руху в коридорах, холах дає можливість додаткової економії близько 20%. Вартість одного датчика руху – до 300 грн. Вартість одного стельового світильника – до 350 грн.

Річне споживання електричної енергії = $0,001 \cdot N \cdot n \cdot \tau$, кВт·год.

N — потужність лампи, Вт; n — кількість ламп; τ — тривалість роботи системи освітлення.

Заміна однієї лампи розжарювання потужністю 100 Вт дає економію близько 40 кВт·год.



Для підготовки конкурсної пропозиції №2 необхідно здійснити збір таких вихідних даних:

№	Назва показника об'єкта	Од. вим.	Величина
1	Назва приміщення, де впроваджується пропозиція		
2	Загальна електрична потужність токоприймачів, розміщених у школі	кВт	
3	Кількість приладів освітлення, із них: - ламп розжарення; - люмінесцентних світильників; - LED-світильників	шт.	
4	Потужність одного приладу освітлення, із них - ламп розжарення; - люмінесцентних світильників; - LED-світильників	Вт	
5	Загальна потужність приладів освітлення у вибраних приміщеннях	кВт	

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Конкурсна пропозиція №3. Впровадження в навчальний процес комплекту лабораторних робіт з дослідження фотоелектричних елементів трансформації світлової енергії в електричну.
Мета – можливість дослідження процесів трансформації енергії.
Підвищення якості підготовки учнів з фізики.



Річна кількість енергії що надходить на поверхню землі від сонячного випромінювання, кВт·год.
Еквівалент 1000 кВт·год – спалювання 110 м³ природного газу.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

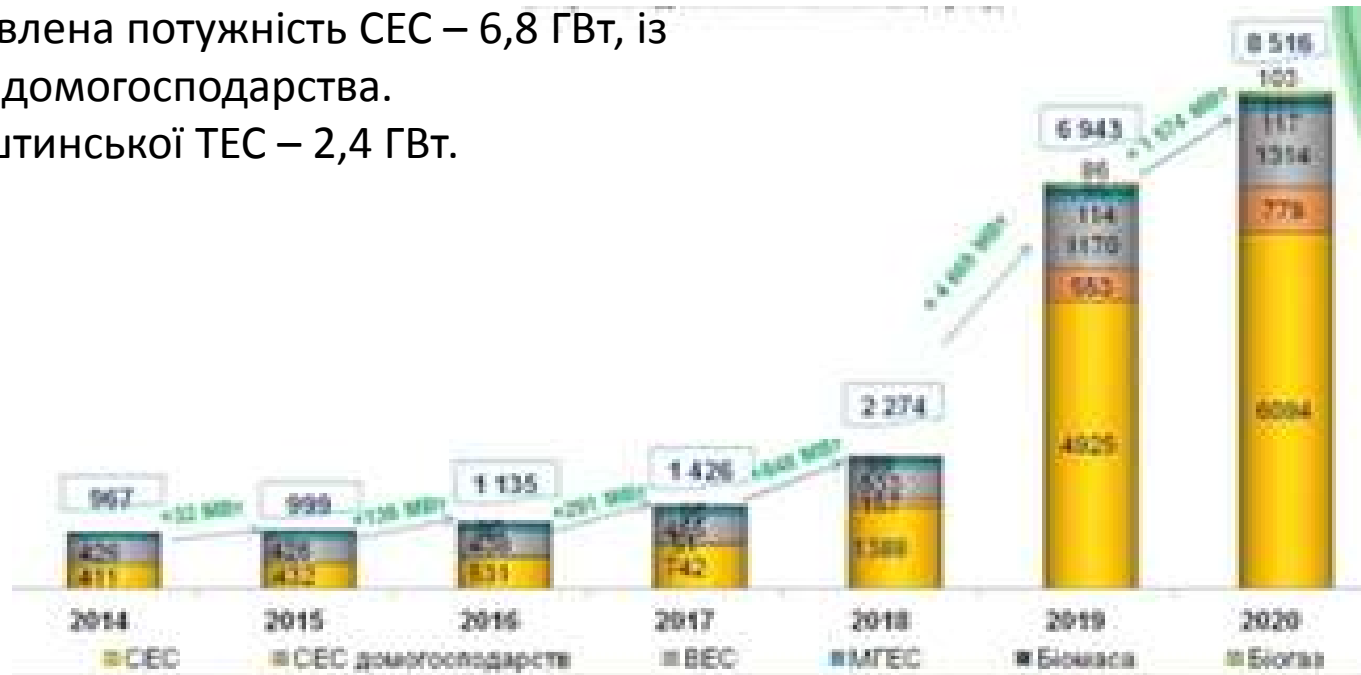


Потужність об'єктів відновлювальної енергетики, МВт

81% — сонячна енергія

Загальна встановлена потужність СЕС – 6,8 ГВт, із них — 0,78ГВт – домогосподарства.

Потужність Бурштинської ТЕС – 2,4 ГВт.

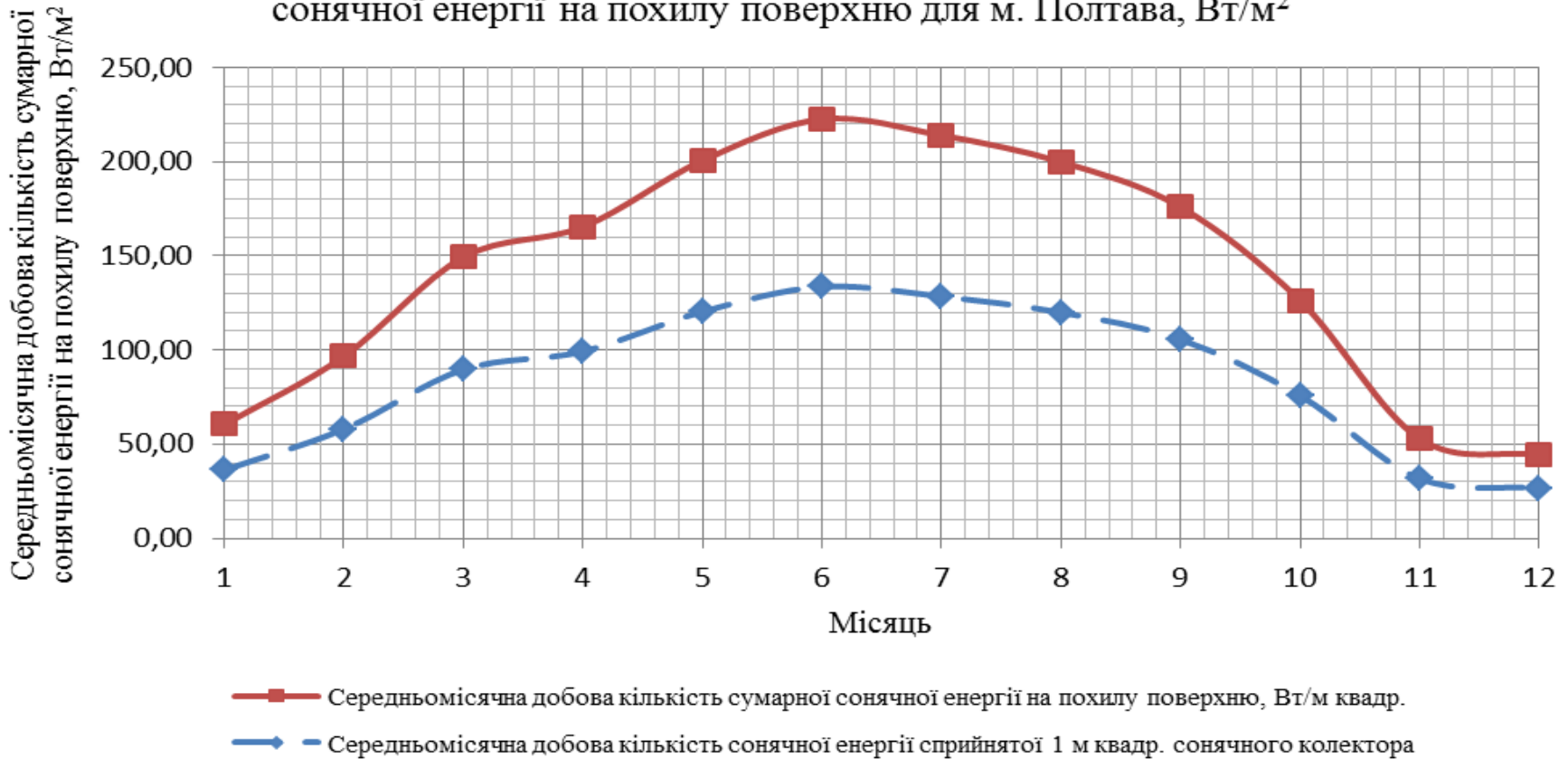


**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Графік зміни протягом року середньомісячної добової кількості сумарної сонячної енергії на похилу поверхню для м. Полтава, Вт/м²



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Питома кількість енергії, яка може генеруватись фотоелектричними панелями на широті 55° , коливається у межах від 7 до 30 Вт/м^2 сонячної панелі. Величина річної генерації енергії за допомогою сонячних панелей становить $170\text{-}179 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^2$ (еквівалент природного газу — 18 м^3).

Мета пропозиції – пересвідчитись шляхом проведення досліджень, що перетворенням світлової енергії можна вирішити проблему енергозабезпечення.

Спосіб реалізації – включення в навчальний процес лабораторного стенду “Фотоелектричні перетворювачі”.



Можливості станду: вивчення способів фотоелектричного перетворення випромінювання Сонця в електричну енергію, визначення ККД і характеристик перетворювачів.



Перелік лабораторних робіт:

1. Ознайомлення із принципом дії сонячних елементів.
2. Вивчення характеристик сонячного елемента.
3. Способи з'єднання сонячних елементів у групи.
4. Робота сонячної батареї при затіненні окремих модулів.
5. Енергетичні характеристики сонячних батарей.
6. Характеристики сонячних батарей залежно від інтенсивності опромінення, кута падіння променів і температури.
7. Сонячна акумуляторна батарея.

Лабораторний Стенд
"Фотоелектричні перетворювачі"
НТЦ-20.03

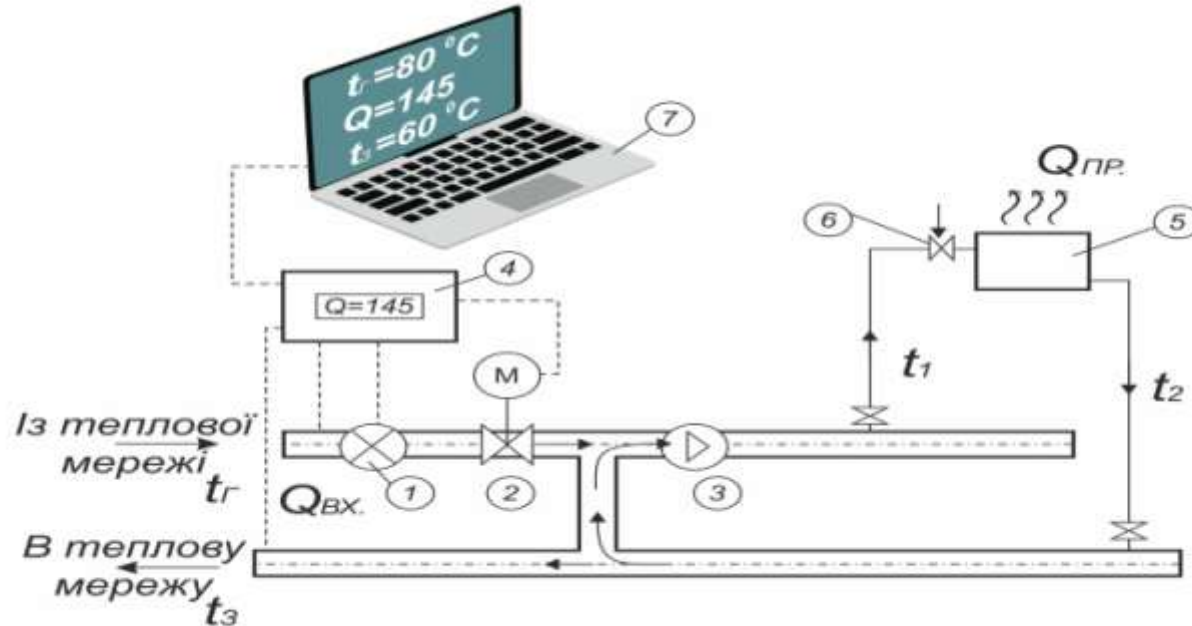
https://spectrolab.com.ua/ua/g9867041-laboratornye-stendy/page_13

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



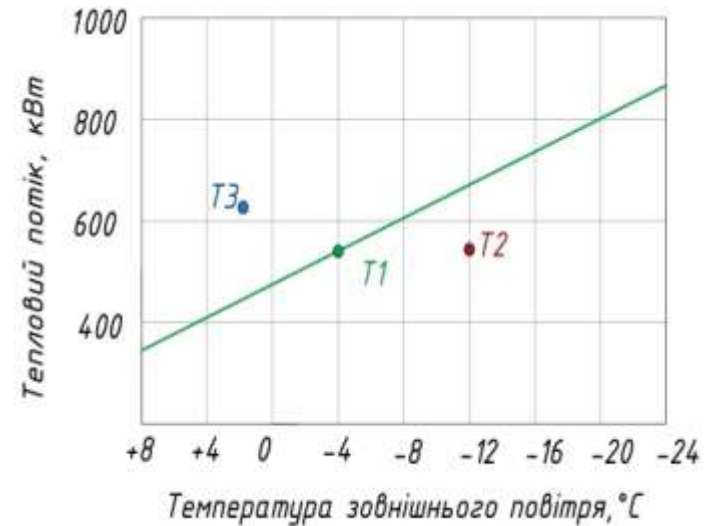
Конкурсна пропозиція №4. Впровадження інтелектуальної системи моніторингу і регулювання подачі теплової енергії у будівлю школи залежно від температури зовнішнього повітря. Мета – унеможливлення подачі надлишкової кількості теплоти, скорочення непродуктивних втрат теплоти.



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

Кількість теплоти, що подається до будівлі школи, повинна відповідати потребі у теплоті і залежить від температури зовнішнього повітря. T_2 — недостатня кількість теплоти погіршення параметрів мікроклімату, T_3 — надлишкова кількість теплоти, перевитрати теплоти і збільшення видатків на комунальні послуги. T_1 — оптимальна подача теплоти. Регулювання подачі теплоти до будівлі школи необхідно виконувати постійно.

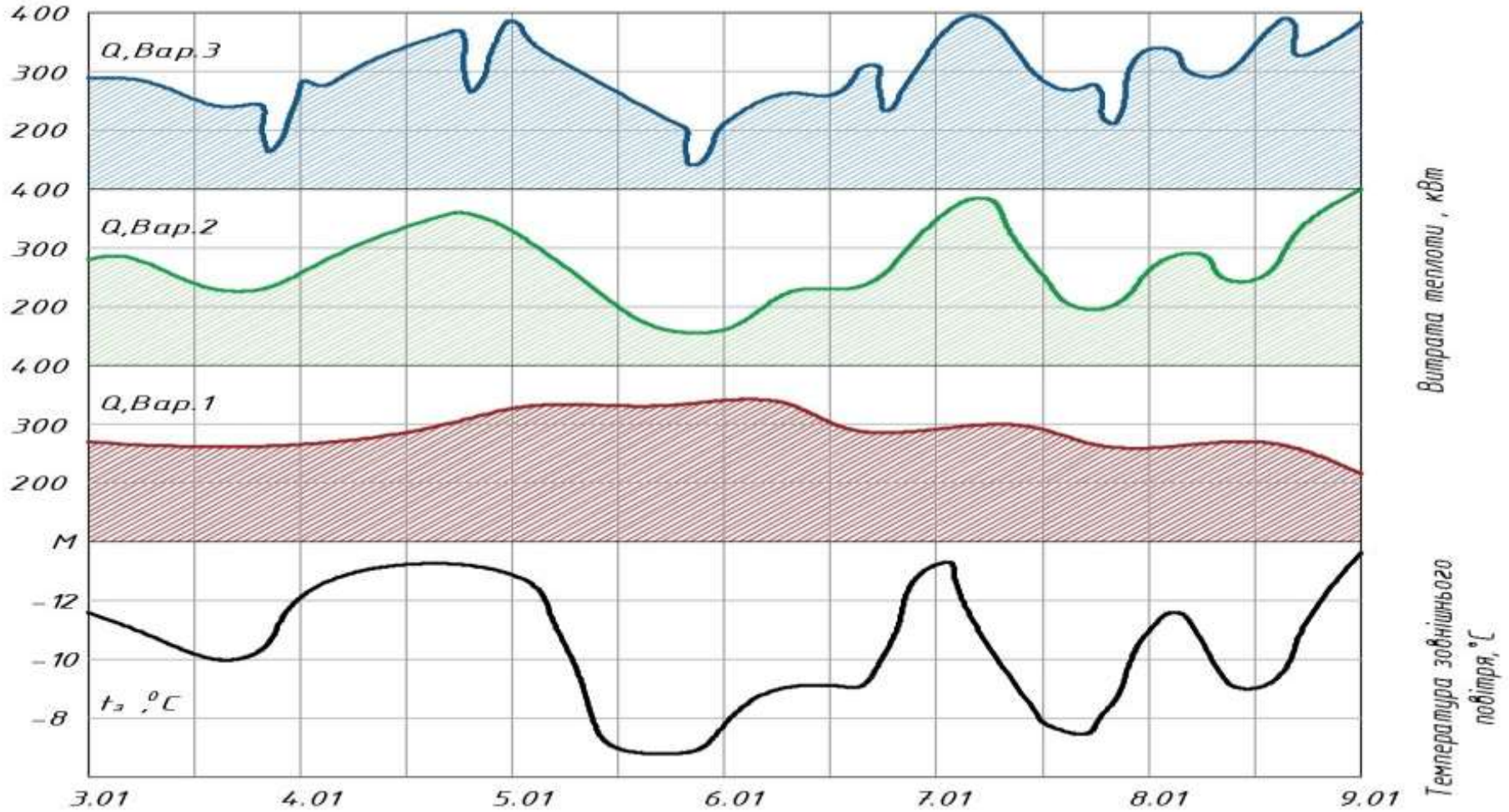


**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



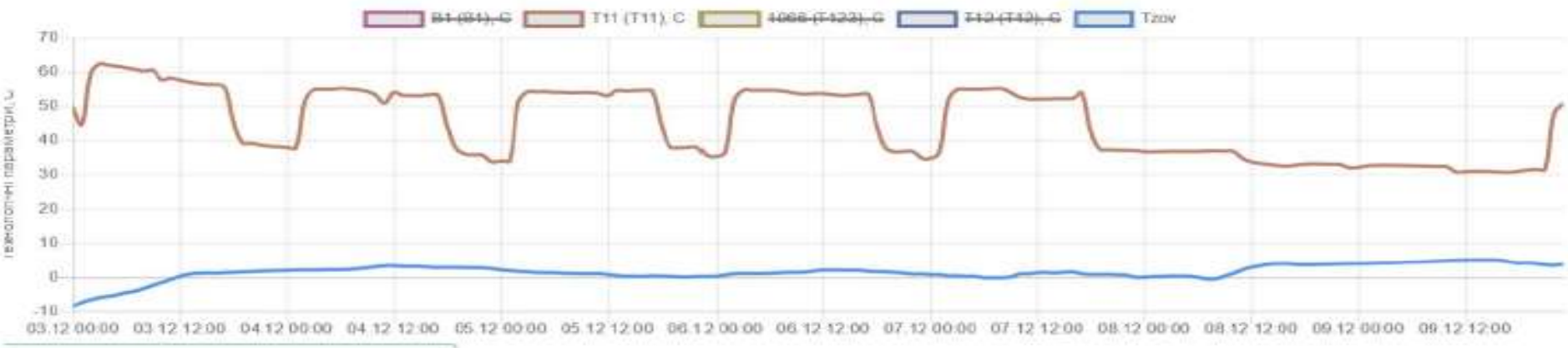
Регулювання відпуску теплоти



нова генерація

Зробимо країну енергоефективною разом!

Постійний моніторинг витрат теплоти на потреби опалення і можливість здійснювати програмне управління відпуску теплоти дає змогу скоротити загальні річні витрати теплоти на опалення будівлі школи на 5-7% від наявних витрат, що фіксуються вузлами обліку теплоти.



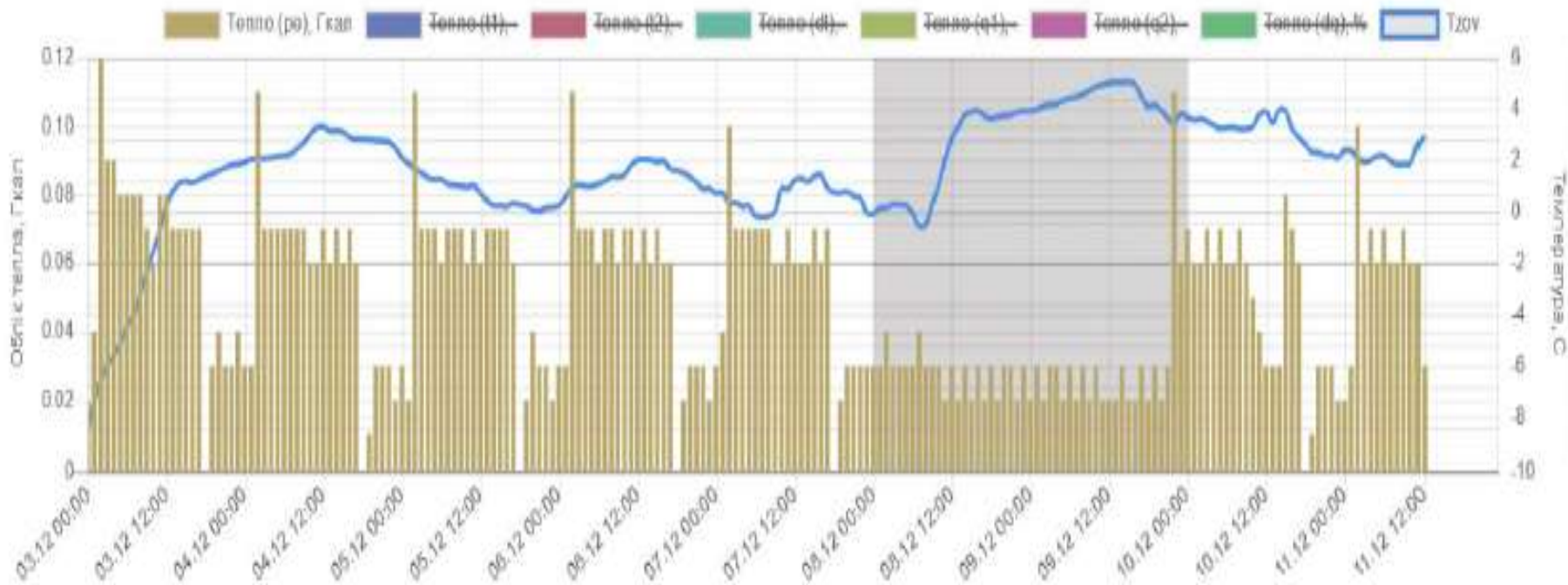
**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Реєстрація даних про регулювання відпуску теплоти

Облік тепла



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Вихідні дані для конкурсної пропозиції №4

№	Назва показника об'єкту	Од. вим.	Величина
1	Опалювальний об'єм будівель школи: <ul style="list-style-type: none"> будівля №1 будівля №2 будівля №3 	м ³	
2	Кількість поверхів у будівлі: <ul style="list-style-type: none"> будівля №1 будівля №2 будівля №3 		
3	Назва обладнання вузла обліку теплоти у школі: тип витратоміра, тип обчислювача		
4	Річні витрати теплоти, що були зафіксовані витратоміром протягом року: <ul style="list-style-type: none"> 2019 рік 2020 рік 	Гкал	

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



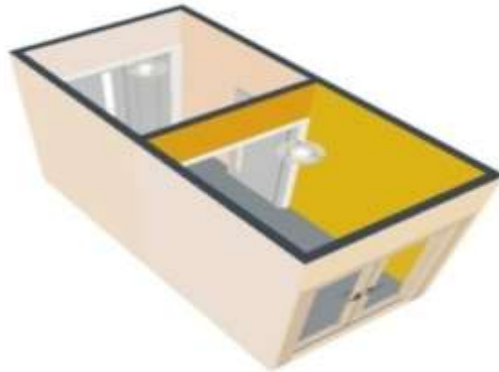
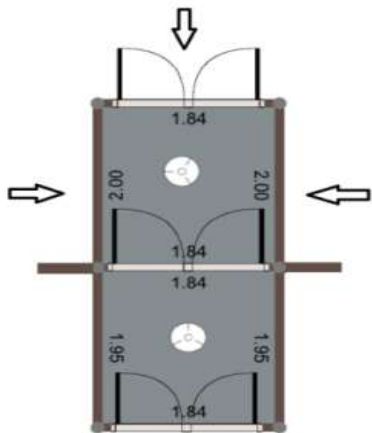
Конкурсна пропозиція №5. Реконструкція вхідної групи до будівлі школи за рахунок влаштування тамбуру або теплової завіси. Мета – скорочення витрат теплоти через вхідні двері до будівлі школи. Втрати теплоти через вхідні двері школи у разі відсутності тамбура становлять 3-4% від загальних витрат теплоти, що фіксуються вузлами обліку теплової енергії (втрати теплоти на інфільтрацію). Наявність тамбура або теплової завіси суттєво скорочує втрати тепла. Втрати на нагрівання повітря, яке надходить через вхідні двері, згідно з нормативами, визначаються за залежністю:

$$Q_{\text{інф.}}^{\text{д}} = 0,7 \cdot V \cdot (H + 0,8 P) \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{зовн.}}) \cdot 0,001, \text{ кВт},$$

де H – загальна висота будівлі, м; P – кількість людей у будівлі, осіб; V – коефіцієнт, який залежить від кількості вхідних тамбурів.



Для одного тамбура (двоє дверей) $V = 1$, для двох послідовних тамбурів (троє входних дверей) $V = 0,6$; якщо тамбур взагалі відсутній, то $V = 2,0$.



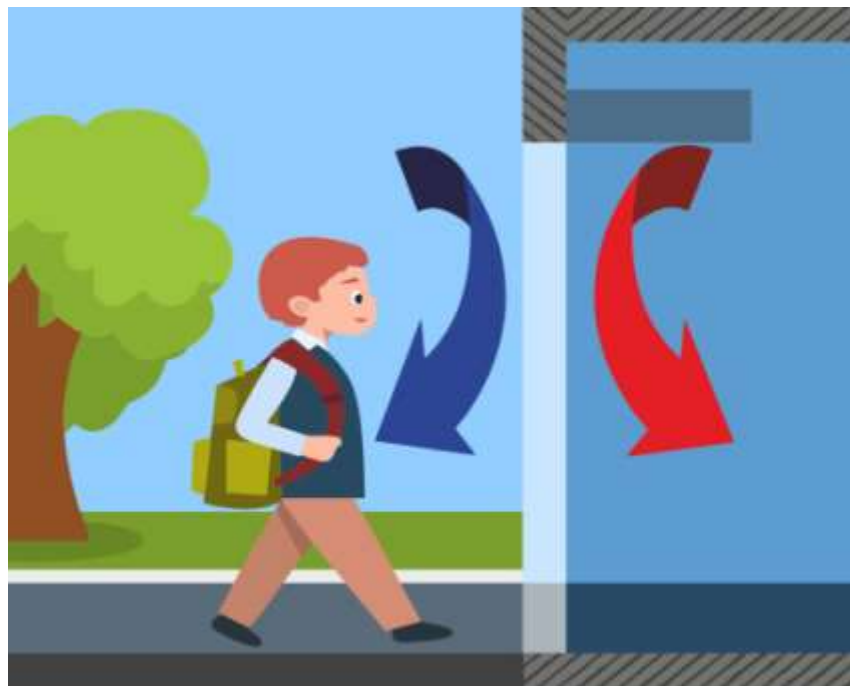
Річні витрати теплової енергії визначаються з урахуванням тривалості опалювального періоду:

$$Q_{\text{рік}} = Q_{\text{інф.}}^{\text{Д}} \cdot 4488$$

За неможливості влаштувати тамбур входні двері до будинку необхідно обладнати пристроєм для автоматичного закривання дверей (доводчиком) або теплоповітряними завісами.



Влаштування теплової завіси – пристрою для подачі низхідного потоку теплого повітря, який відсікає проникнення холодного зовнішнього повітря до приміщень школи.



Для школи на 1000 учнів з витратами тепла на потреби опалення згідно з показаннями лічильника 850 Гкал/рік економія за рахунок реконструкції вхідних дверей становитиме близько 25 Гкал.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



№	Назва показника об'єкта	Од. вим	Величина
1	<p>Розміри відокремленої будівлі школи (ширина · довжина · висота). Висота визначається від рівня землі до рівня перекриття верхнього поверху. Ширина і довжина – за зовнішніми обмірами. Якщо школа має декілька окремих опалювальних будівель, то розміри визначаються за кожною:</p> <ul style="list-style-type: none"> - будівля №1 - будівля №2 	м	
2	<p>Опалювальний об'єм, обчислений за результатами визначення розмірів, наведених вище для кожної будівлі:</p> <ul style="list-style-type: none"> - будівля №1 - будівля №2 	м ³	
3	<p>Кількість поверхів у будівлі:</p> <ul style="list-style-type: none"> - будівля №1 - будівля №2 		
4	<p>Наявність тамбура на вході до школи</p>		
5	<p>Наявність теплової завіси на вході до школи</p>		



Конкурсна пропозиція №6. Реконструкція системи зовнішнього освітлення школи за рахунок використання фотоелектричних елементів. Мета — зменшення витрат електричної енергії на зовнішнє освітлення.

Для зовнішнього освітлення використовують, як правило, потужні освітлювальні прилади – ртутні, натрієві, металогалогенні (потужністю 200-300 Вт кожна). Річні витрати електричної енергії такою однією лампою становлять:

$$N_{\text{рік.}} = 0,001 N_{\text{лампи}} \cdot \tau = 0,001 \cdot 200 \cdot 6 \cdot 250 = 300 \text{ кВт год.}$$

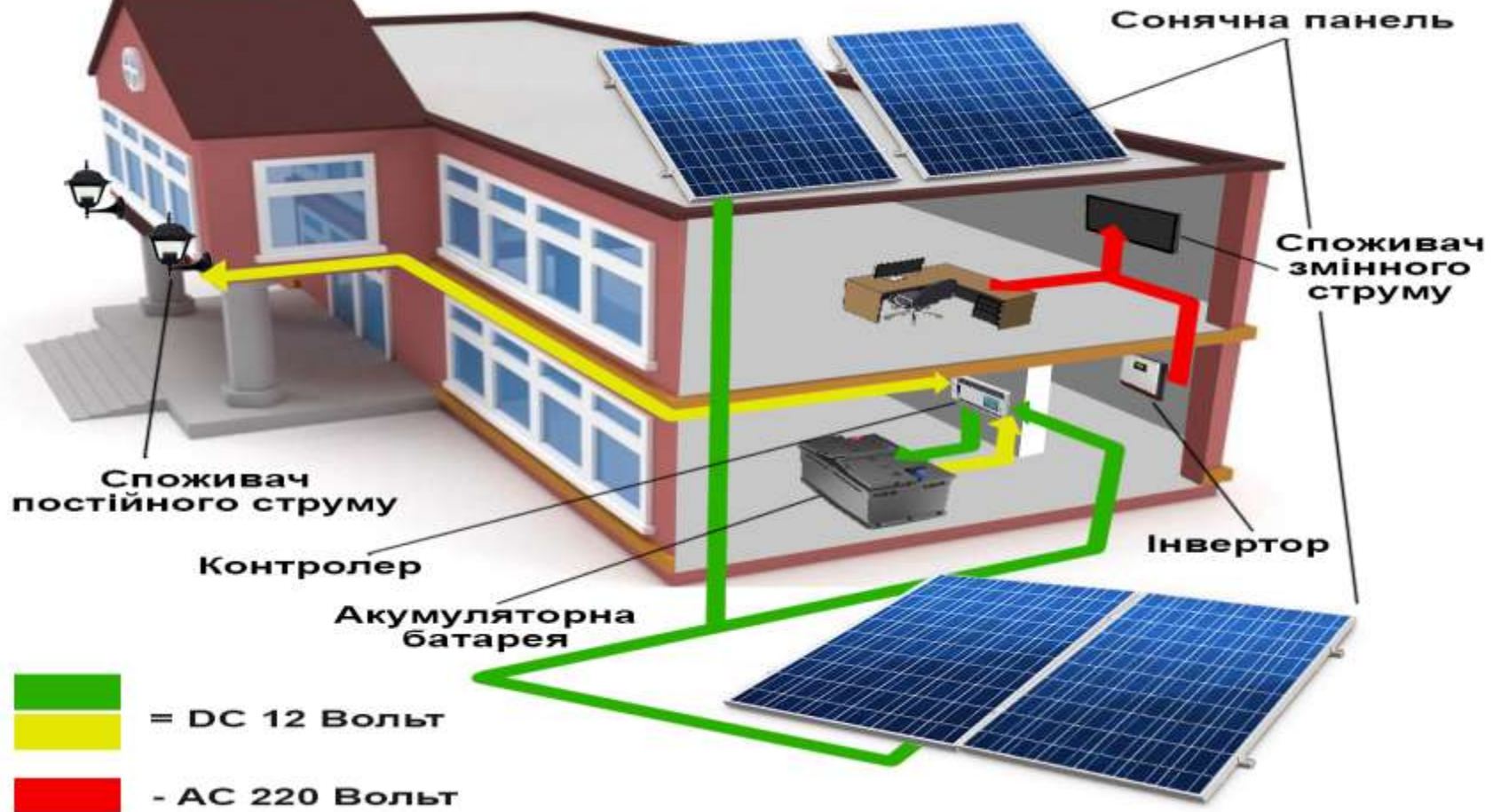
Заміна традиційних ламп на світлодіодні дає можливість зменшити одиничну потужність до 40-50 Вт. Місячна економія — 75 кВт·год. Впровадження систем автоматичного управління та моніторингу освітлювальних систем – додатково 10-15% економії.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Схема реконструкції системи зовнішнього освітлення



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

Місце встановлення	Кількість	Потужність одиниці, Вт	Еквівалент, Вт	Загальна потужність, Вт
Система зовнішнього освітлення, 3000 Лм	4	50	400	200

Прожектор світлодіодний **EPLED** на 50 Вт, 4 шт.

<http://elektrotovary.te.ua/led/led-street-lighting/led-spot.html>

Вартість 8000 грн.

Лампа світлодіодна, Electrum LED A50 6W E27 3000 PA LD-7 (A-LD-0437), 20 шт.

http://rozetka.com.ua/electrum_a_ld_0437/p60972

Вартість 1600 грн.



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



2. Датчики руху FERON - SEN8 (LX118). 360 грн. за 1 шт. Усього 24 шт.

Загальна вартість – 12 000 грн.

Кут 140° , відстань виявлення – 12 м.

3. Сонячний модуль потужністю 200-250 Вт. Розмір 1665 * 997 * 40 мм

Випускається київським заводом Квазар

http://www.kvazar.com/index.php?option=com_content&task=view&id=141&Itemid=205 сонячний елемент KV 220-255 М.

Вартість 10500 грн.

Свинцево-кислотний акумулятор Sunlight 24V-2

Pz. 1700, 120 Ah

Загальна вартість 4 акумуляторів — 7500 грн.



Контролер на 24 В TP SolarVS 2024 N, 1450 грн.

<http://prel.prom.ua/g3916331-shm-ontrolerizaryadu?bss0=24887>

Напругу з 24 постійного струму до 220 В змінного струму буде перетворювати інвертор. Luxeon 1500 Le 2200 грн.

<http://prel.prom.ua/g949226-nvertori-peretvoryuvach-naprugi>

Загальна вартість — 10800 грн.

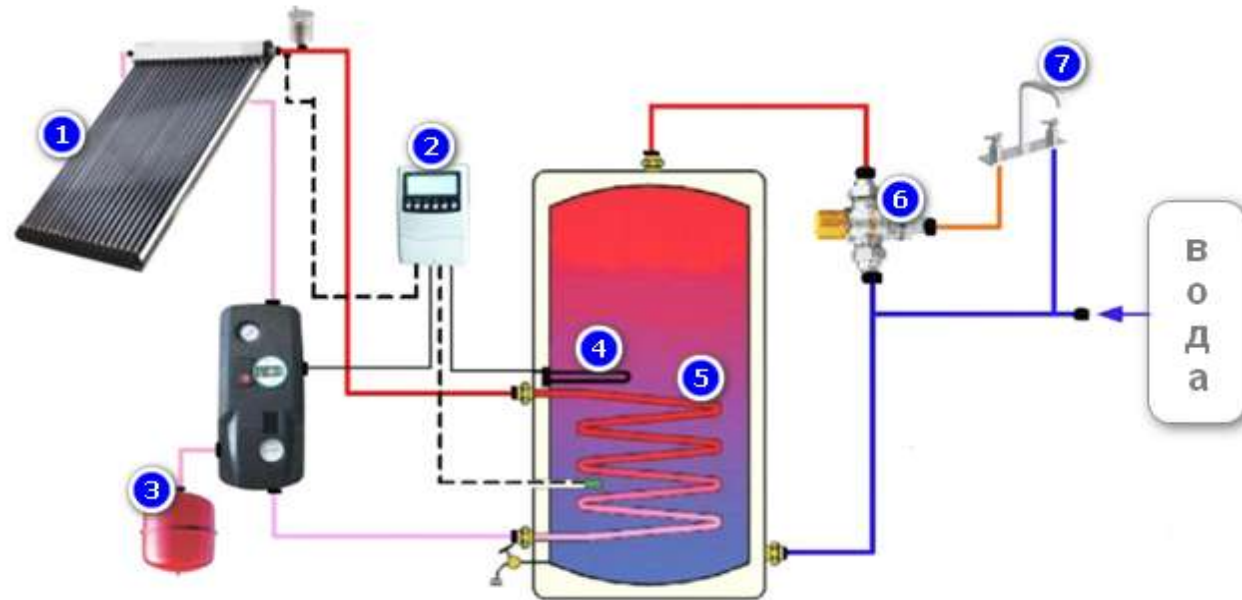
№	Назва показника об'єкту	Од.вим	Величина
1	Кількість ламп зовнішнього освітлення школи	шт	
2	Сумарна встановлена потужність лам зовнішнього освітлення	Вт	
3	Вид ламп		
4	Вид перекриття будівель школи: горищне, технічний поверх, безгорищне суміщене покриття.		
5	Річні витрати електричної енергії для приладів зовнішнього освітлення		

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

Конкурсна пропозиція №6. Часткова реконструкція системи гарячого водопостачання з використання сонячної енергії за рахунок використання фотоелектричних елементів. Мета — зменшення витрат на приготування гарячої води.

1 — вакуумний колектор; 2 — контролер; 3 — розширювальний бак; 4 — електричний нагрівач; 5 — теплообмінник для нагрівання води; 6 — регулятор температури; 7 — водорозбірні прилади



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Нормативні витрати гарячої води з одного водорозбірного приладу – 7-8 л за хв. (0,12 л за с).

Потужність, котра необхідна для нагрівання води від початкової температури +10 °С до 55 °С: $Q = c M (t_k - t_n) = 4,2 \cdot 0,12(55-10) = 23$ кВт (при роботі у проточному режимі). $(23/60) \cdot 10 = 4$ кВт при нагріванні у бойлері протягом 10 хвилин.

При встановленні 4 вакуумних колекторів за рахунок сонячного випромінювання буде отримано 6970 кВт·год енергії, що на 60% зменшить витрат електричної енергії на приготування гарячої води. Розрахунки виконано для умов витрат води 280 л за добу.



Місяць року, колектори по 2.2 м ²	Середньогодинна кількість сонячної енергії сприйнятої сонячними колекторами, Вт	Середньомісячна добова кількість сонячної енергії сприйнятої сонячними колекторами, кВт·год	Середня за місяць кількість сонячної енергії, сприйнятої сонячними колекторами, кВт·год	Потреба в тепловій енергії на гаряче водопостачання <i>Q місⁱ</i> , кВт·год
I	3432	8,2	247	869
II	548	13,1	394	869
III	847	20,3	610	869
IV	938	22,5	675	869
V	1138	27,3	819	869
VI	1263	30,3	909	869
VII	1214	29,1	874	869
VIII	1134	27,2	816	869
IX	998	23,9	718	869
X	716	17,1	515	869
XI	300	7,2	216	869
XII	251	6,0	180	869

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Вартість одного вакуумного колектора – 15 тис.
грн.



Бойлер комбінований – 8 тис. грн.



Бак розширювальний — 32 тис. грн.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



№	Назва показника об'єкта	Од. вим	Величина
1	Призначення системи гарячого водопостачання (кухня, медичний кабінет, столова)		
2	Витрати води у системі гарячого водопостачання з сонячним колектором	л за добу	
3	Кількість вакуумних колекторів у системі	шт.	
4	Скорочення витрат енергії в результаті впровадження системи гарячого водопостачання	кВт·год	

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Конкурсна пропозиція №7. Підвищення теплозахисту перекриття верхніх поверхів будівлі, скорочення втрат теплоти через перекриття. Мета – зменшення втрат теплової енергії через перекриття.

Термомодернізація будинку – один з дієвих заходів скорочення витрат теплоти у будинках.

Обмеження – вартість:

200-800 грн/1м² – горищне перекриття;

1600-1800 грн/1м² – рулонна покрівля;

1900-2200 грн/1м² – вікно;

1000-1400 грн/1м² – фасад.

Максимальні інвестиції за проектом – 50 тис. грн.



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

Втрати теплоти залежать від якості теплової ізоляції на перекритті даху.

Пропозицію за проектом можна впроваджувати лише для горищного перекриття або технічного поверху.

Визначення економічного ефекту виконується за результатами розрахунку втрат теплоти через перекриття на поточний стан і після його утеплення:

$$Q = 0,001 \cdot k \cdot F (t_2 - t_1) \tau, \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

k — коефіцієнт теплопередачі, Вт/м² град; F — поверхня переносу теплової енергії (площа перекриття), м², $(t_2 - t_1)$ — різниця температур у приміщеннях верхнього поверху (+ 20°C) і середньою температурою зовнішнього повітря (- 1°C); τ — тривалість опалювального періоду, год (4000 год).

Величину коефіцієнта теплопередачі K прийняти:

- до впровадження заходу на поточний стан – **1 Вт/м² град;**

- після впровадження заходу і нанесення теплової ізоляції товщиною 200 мм, щільність вати 50 кг/м³ – **0,25 Вт/м² град.**

Різниця розрахунків ΔQ до і після заходів дає скорочення витрат теплоти в кВт·год. Переведення в Гкал: **$10^{-6} \cdot \Delta Q \cdot 860$.**



Щільність мінеральної вати — 50 кг / м³. Стяжка, пароізоляція, гідроізоляція, містки для проходу.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!





Ремонт покрівлі, захист від зволоження теплоізоляційного матеріалу.

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Підготовка вихідних даних

№	Назва показника об'єкта	Од. вим.	Величина
1	Вид перекриття будівель школи: горищне, технічний поверх, безгорищне суміщене покриття		
2	Вид і якість теплової ізоляції на перекритті		
3	Площа перекриття для реконструкції	м ²	
4	Вид перекриття (дерев'яні балки, залізобетонна панель)		
5	Необхідність обслуговування комунікацій на горищі		



Конкурсна пропозиція №8. Зменшення вологості огорожень у приміщеннях басейнів для скорочення непродуктивних втрат теплоти через огороження. Мета – зменшення втрат теплової енергії, поліпшення умов мікроклімату у приміщеннях.

Особливість експлуатації будівель басейнів – підвищена вологість в умовах незадовільної роботи систем вентиляції.

У результаті відбувається зволоження матеріалу огорожень.

Зволоження призводить до збільшення коефіцієнту теплопровідності матеріалу і різкого збільшення втрат теплоти через такі огороження.

Спосіб реалізації конкурсної пропозиції — встановлення у басейнах осушувачів повітря, які працюють за принципом конденсації водяної пари на поверхні теплообмінників з температурою, меншою за точку роси.



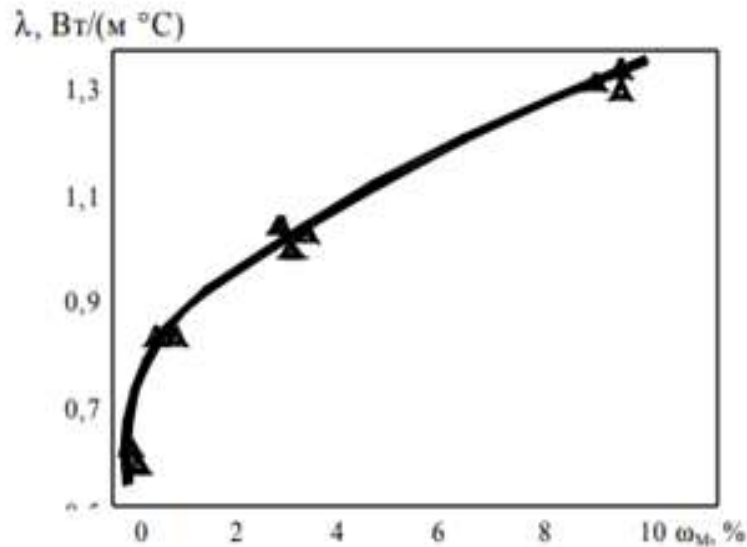
Наслідки підвищеної вологості огорожень



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!





Залежність теплопровідності
керамічної цегли від вологості

Вода заміщає повітря у порах матеріалу. У результаті коефіцієнт теплопровідності збільшується. Коефіцієнт теплопровідності води 0,55 Вт/м град, а повітря 0,026 Вт/м град. Кількість теплоти, котра передається теплопровідністю через огороження:

$$Q = (\lambda / \delta) \cdot (t_1 - t_2) F, \text{ Вт,}$$

де λ — коефіцієнт теплопровідності матеріалу стін; δ — товщина огорожень, м; $(t_1 - t_2)$ — різниця температур на поверхнях стін — внутрішньої і зовнішньої; F — поверхня огорожень, м².

Температури на поверхнях огорожень прийняти на 3 град С меншими за температури внутрішнього і зовнішнього повітря, відповідно + 19 і 0 град С.

Розрахунки за наведеною залежністю виконати для сухого і зволоженого (10% мас.) матеріалу (цегли). Значення прийняти згідно із графіком.

Визначити річні втрати теплоти через сухі і зволожені огороження відповідно до залежності:

$Q_{\text{річ}} = 0,001 \cdot Q \cdot \tau$, кВт·год. Переведення в Гкал: $10^{-6} \cdot Q_{\text{річ}} \cdot 860$.

Різниця річних витрат через сухі і зволожені огороження і є річним скороченням витрат теплоти в результаті впровадження конкурсної пропозиції.





Додатково	Осушувач повітря Cooper&Hunter CH-D025WD NEW
Вага	50.0(кг)
Рівень шуму	46.0(дБ)
Ширина, мм	890.0(мм)
Глибина, мм	255.0(мм)
Поток повітря	2.5(літр/сек)

Енергоефективні школи: нова генерація

Зробимо країну енергоефективною разом!



Осушувач повітря в автоматичному режимі здійснює контроль вологості у приміщенні і його осушку для забезпечення комфортних параметрів мікроклімату.

Працює за принципом холодильної машини і забезпечує низьку температуру теплообмінника, на поверхні якого відбувається конденсація водяної пари.

Конденсат відводиться у систему водовідведення.

Для басейну з поверхнею огорожень 850 м^2 , товщиною стін $0,5 \text{ м}$ скорочення втрат теплоти становить:

$$Q = (0,001 \cdot F \tau (t_1 - t_2) / \delta) (\lambda_{\text{вл}} - \lambda_{\text{сх}}) = 0,001 \cdot 850 \cdot 4000 (19-0) (1,3-0,7) = 38760 \text{ кВт}\cdot\text{год} = 33 \text{ Гкал за опалювальний період.}$$



Вихідні дані для підготовки пропозиції

№	Назва показника об'єкта	Од. вим.	Величина
1	Наявність басейну у школі		
2	Розміри приміщення басейну (ширина, довжина, висота)	м	
3	Режим використання басейну (год за добу, місяць)		
4	Стан зовнішніх огорожень будівлі басейну		
5	Товщина зовнішніх огорожень (зовнішніх стін і перекриття)	м	
6	Площа непрозорих зовнішніх огорожень басейну	м ²	
7	Середня температура зовнішнього повітря у басейні	град С	



Конкурсна пропозиція №9. Підвищення теплозахисту трубопроводів системи опалення у неопалювальних приміщеннях, нанесення теплової ізоляції на такі трубопроводи для скорочення непродуктивних втрат теплової енергії.

У неопалювальних приміщеннях школи (підвал, горище) прокладено значну кількість трубопроводів колекторів системи опалення (до 1000-1500 м). Їх прокладено по периметру. Теплова ізоляція на поверхні таких трубопроводів часто відсутня.

Товщина теплової ізоляції на поверхні трубопроводів повинна бути рівною діаметру трубопроводів.

У разі відсутності такої ізоляції доцільно передбачити проєкт з їхнього утеплення. Це дає суттєве скорочення непродуктивних втрат теплоти після теплового лічильника.



Ізоляція на поверхні трубопроводів відсутня

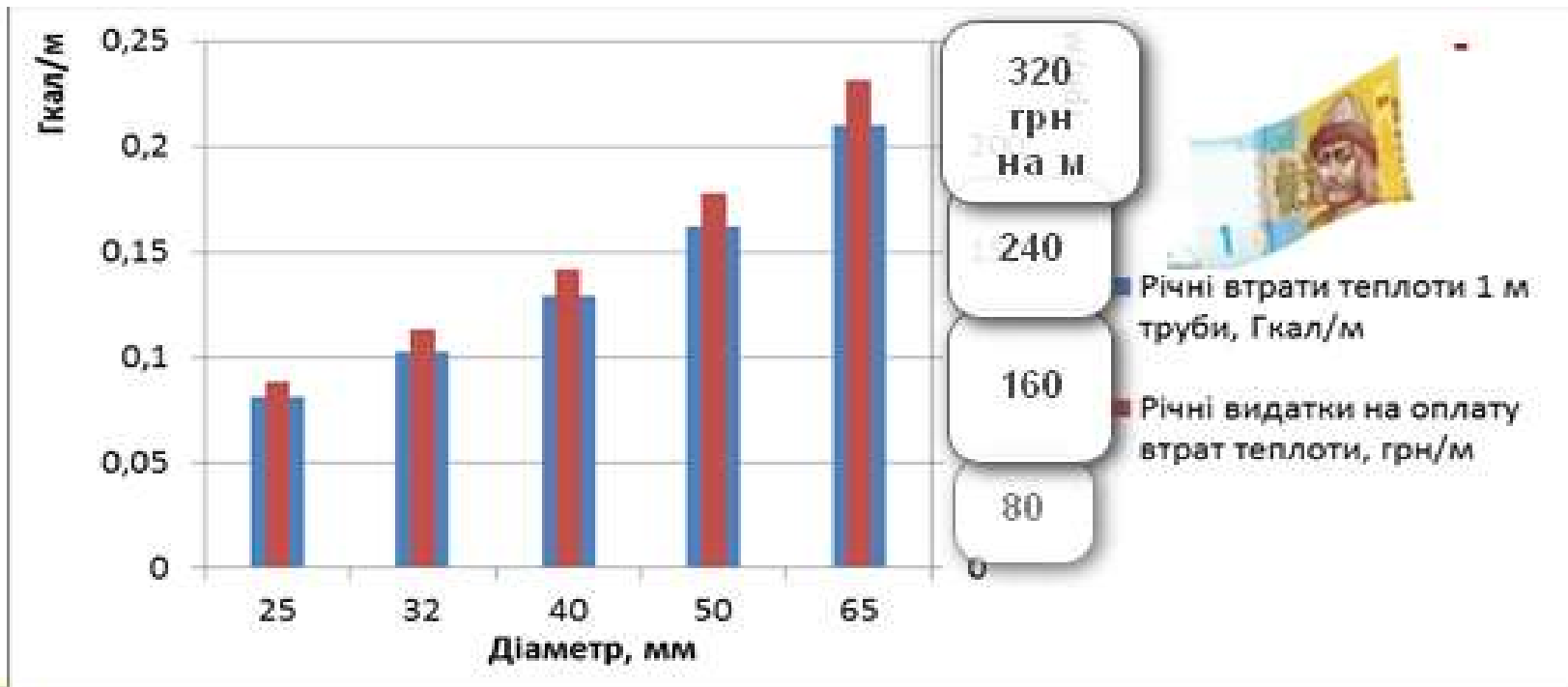


**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТОМИХ НЕПРОДУКТИВНИХ ВТРАТ ТЕПЛОТИ



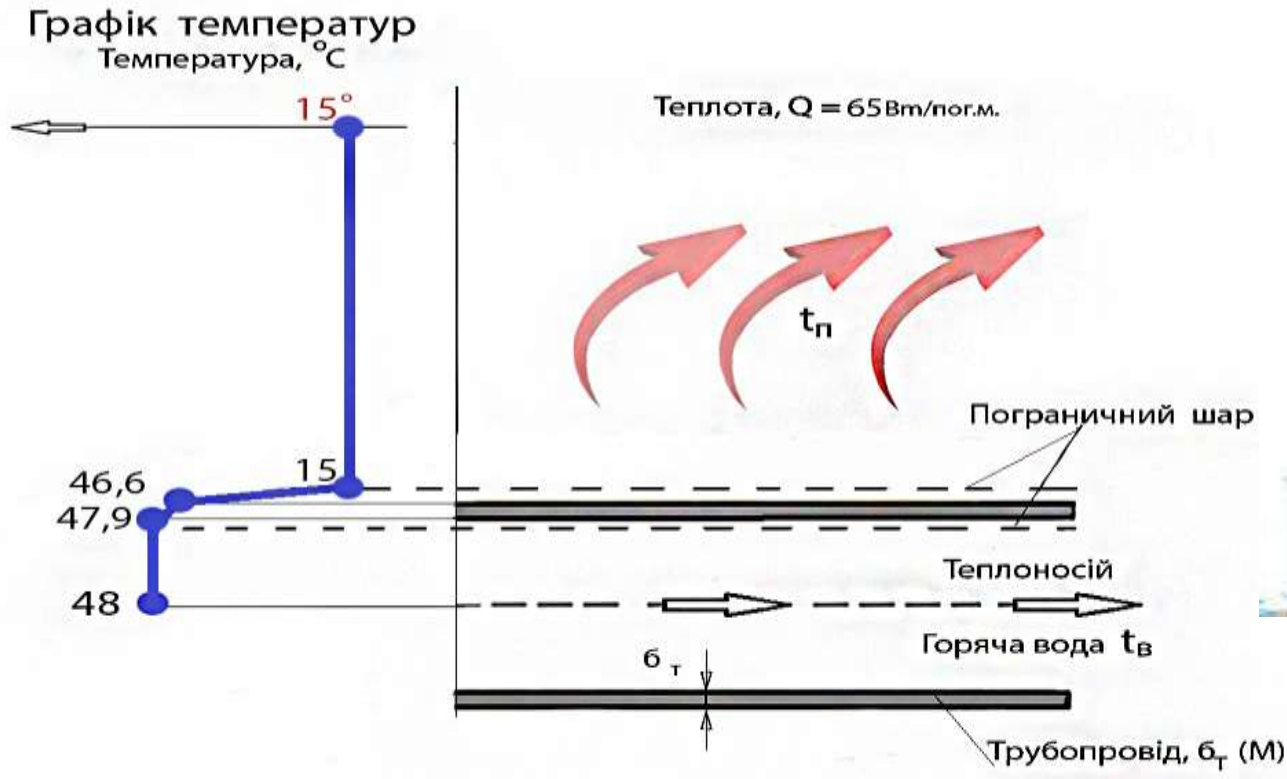
Непродуктивні втрати з поверхні неізольованих трубопроводів становлять 80-400 грн з кожного 1 м труби (0,05 – 0,25 Гкал за год)

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Втрати теплоти до нанесення теплової ізоляції



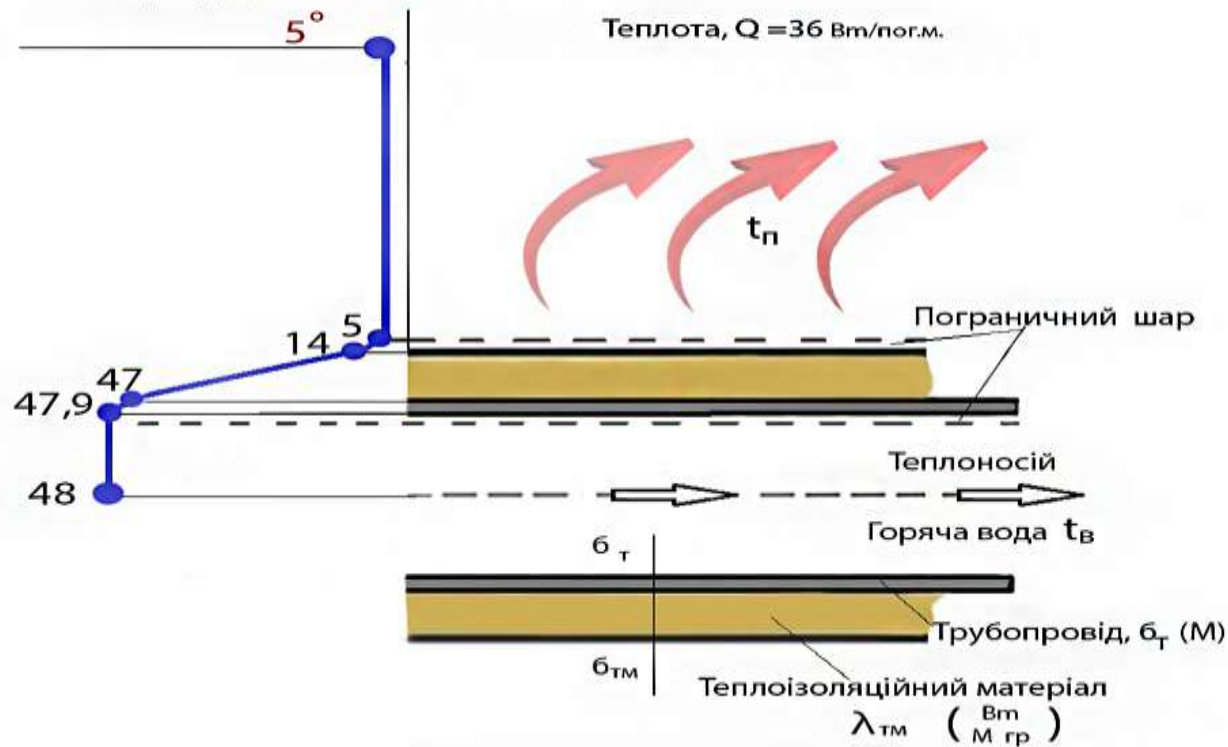
**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Втрати теплоти після нанесення теплової ізоляції

Графік температур
Температура, °C



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Кількість теплоти, яка втрачається з поверхні неізолюваної труби (коефіцієнт тепловіддачі) $\alpha = 9 \text{ Вт з } 1 \text{ м}^2 \text{ на кожний } 1^\circ \text{ С}$ перепаду температури $Q = \alpha F (t_{\text{тр}} - t_{\text{пов}})$, Вт/м.

Загальні втрати теплоти 10 м труби $D = 50 \text{ мм}(0,05 \text{ м})$

$$Q = 9 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 10 (55 - 8) = 664 \text{ Вт} / 10 \text{ м труби.}$$

За рік втрати теплоти становлять $0,664 \cdot 4848 = 3219$
кВт·год = 3,2 МВт·год = 2,7 Гкал (4320 грн)

Після теплової ізоляції: $Q = 9 \cdot 3,14 \cdot 0,07 \cdot 10 (30 - 8) = 435 \text{ Вт} / 10 \text{ м}$
труби.

За рік з 1 м труби: 2100 кВт год = 2,1 МВт·год = 1,8 Гкал (2880 грн)

Скорочення втрат теплоти для будівлі школи з довжиною
трубопроводу 1000 м:

$$(2,7 - 1,8) \cdot 100 = 90 \text{ Гкал (144 тис. грн)}$$



Характеристика матеріалу для теплової ізоляції

Спінений поліетилен: середня ціна — 95 грн за 1 пог. м.

- стійкий до вологи, хімічна стійкість;
- низьке водопоглинання – 1%;
- високі теплоізоляційні властивості 0,035 - 0,04 Вт/ м² гр;
- низька паропроникність;
- категорія горючості Г2 (низької горючості);
- зручність монтажу.



Перелік вихідних даних для розроблення конкурсної пропозиції

№	Назва показника об'єкта	Од. вим.	Величина
1	Загальна довжина трубопроводів колекторів, прокладених у неопалювальних приміщеннях школи (неопалювальний підвал, горище, технічний поверх)	м	
2	Середній діаметр трубопроводів колекторів, прокладених у неопалювальних приміщеннях	мм	
3	Наявність і якість утеплювального матеріалу на поверхні трубопроводів.		
4	Середня температура в неопалювальному приміщенні	град С	
5	Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією з поверхні труби	Вт/м ² гр	
6	Середня температура теплоносія у трубопроводах системи опалення		



Конкурсна пропозиція №10. Реконструкція систем примусової припливно-витяжної вентиляції у приміщеннях зі значними виділенням шкідливостей у вигляді вологи, газів, теплоти. Мета – зменшення витрат електричної енергії.

У приміщеннях кухонь, вбиралень і інших приміщеннях з примусовою витяжкою повітря часто встановлено витяжні вентилятори із завищеною потужністю двигунів. Це призводить до збільшення витрат електричної енергії. **Електричний двигун 2 кВт при тривалості роботи 3 год. за добу споживає 1200 кВт год.** Проєктною пропозицією передбачається заміна таких вентиляторів і перехід на вентилятори зі зменшеною потужністю.



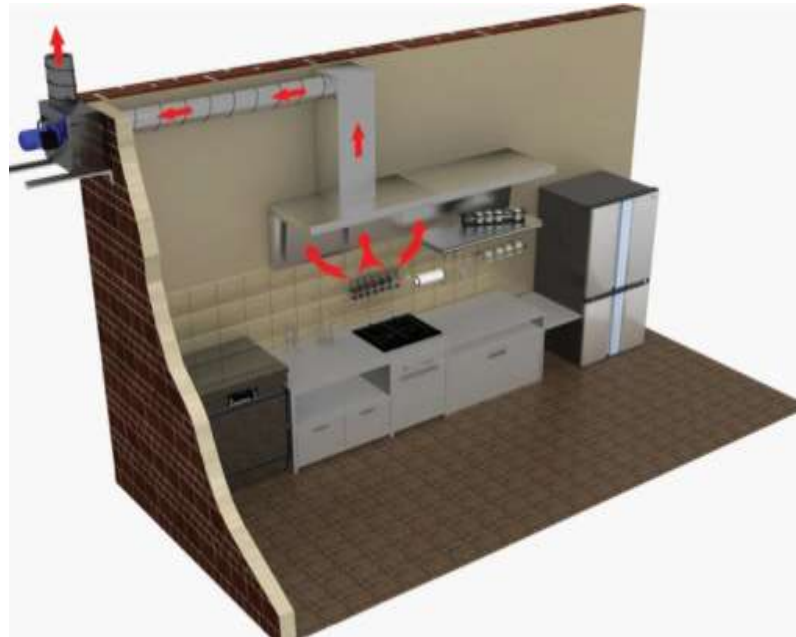
Послідовність реалізації пропозиції:

1. Визначитись із встановленою поточною потужністю електричних двигунів на вентиляторах (вказано на двигуні).
2. Визначити нормативні витрати повітря, котре необхідно видаляти
 - доготівельний цех столової $V_{\text{пов.}} = 4 V_{\text{цех.}}, \text{ м}^3 \text{ за год};$
 - туалет — 50 м³ за год для 1 унітазу;
 - інші — ДБН В 2.2- 3: 2018.
3. Визначити оптимальну електричну потужність двигуна вентилятора:

$$N_{\text{в}} = 1,1 \cdot V_{\text{пов}} \cdot P_{\text{п}} / (\eta_{\text{в}} \cdot 10^3), \text{ кВт, де } P_{\text{п}} \text{ — тиск повітря, Па}$$
4. Вибрати необхідний тип вентилятора, визначити зменшення споживання електричної енергії.



Приклад вентилятора https://nikovent.com.ua/p1379468324-kuhonnyj-ventilyator-vents.html?gclid=Cj0KCQjw8laGBhCHARIsAGIRRYqXbu1PMV9qDk6X0dMlsg98iU3uXrsDa51tn-ymS1T16Ta6shBGmUoaApF0EALw_wcB



**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Підготовка даних для конкурсної пропозиції

№	Назва приміщення із встановленим витяжним вентилятором	Тип вентилятора і наявна потужність двигуна, кВт	Необхідна кількість витяжного повітря, м ³ за год	Рекомендований тип вентилятора і його потужність, кВт	Річне скорочення витрат енергії, кВт
1					
2					

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!



Дякую за увагу!
Колієнко Анатолій Григорович,
старший консультант із технічних питань,
к.т.н, професор

**Енергоефективні школи:
нова генерація**

Зробимо країну енергоефективною разом!

