Implemented by

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

In cooperation with

INTEGRATION environment & energy

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРОЕКТ
ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ

U-LEAD
WITH EUROPE

Обладнання для проведення енергоаудиту

European Union

співпраця з німеччиною
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Швеція
Sverige

Polish aid

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK
Danida

ESTONIA
DEVELOPMENT COOPERATION

THE MINISTRY OF REGIONAL DEVELOPMENT, CONSTRUCTION, HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

Лазерний далекомір

Призначення:

вимірювання геометричних параметрів конструкцій будинків та споруд (ширина, довжина, висота, площа та об’єм)

Корисний, якщо ви хочете перевірити:

Опалювальна площу/об’єм приміщень

Площу поверхонь під утеплення

Довжину не утеплених труб

Тепловізійний інфрачервоний пірометр

Призначення:

Вимірювання інфрачервоної радіації від поверхонь (температури поверхонь)

Створення кольорової карти температур

U-LEAD WITH EUROPE

Тепловізійний інфрачервоний пірометр

Корисний для:

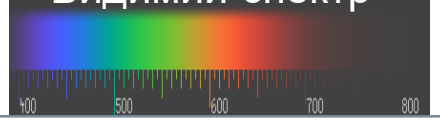
- Візуалізації втрати енергії
- Виявлення відсутньої або несправної ізоляції
- Пошук джерела витоку повітря
- Пошук вологи в ізоляції, в дахах і стінах всередині та зовні
- Виявлення цвілі та погано ізольованих приміщень
- Виявлення теплових мостів
- Пошук інфільтрацію води в плоских дахах
- Виявлення порушень у трубах гарячої води
- Виявлення електричних несправностей

U-LEAD WITH EUROPE

Термографія

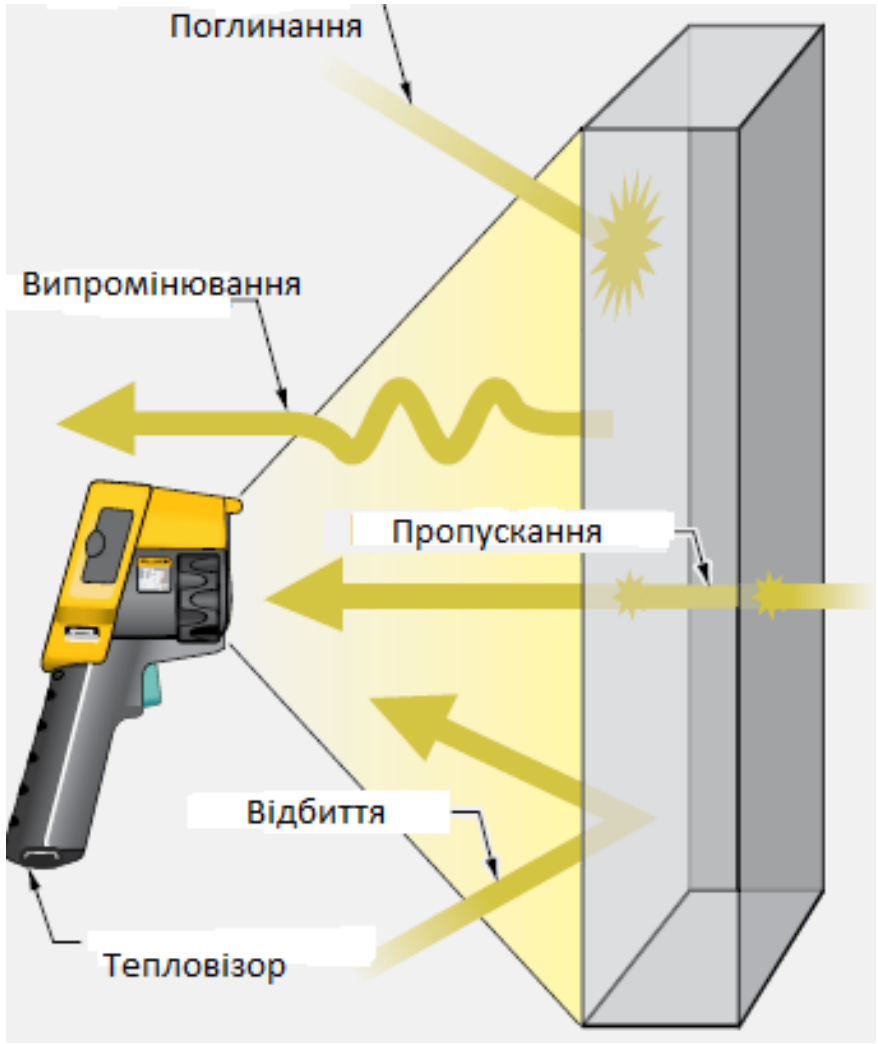
1. Всі об'єкти, температура яких вище абсолютного нуля випромінюють інфрачервоні хвилі.
2. Термографія – це безконтактний метод вимірювання, завдяки якому ми можемо бачити розподіл температури на поверхні досліджуваного об’єкта. Людське око не сприймає інфрачервоне випромінювання, але завдяки спеціальному пристрою – тепловізійній камері, що працює в інфрачервоному спектрі, – ми маємо можливість побачити, як різні зони об’єкта, що досліджується, випромінюють в залежності від температури різнокольорову гаму – від яскраво-червоного та жовтого (високі температури) до блакитного, темно- синього і чорного (низькі температури)

Термографія

Гамма-лучі	Рентген	УФ	Видимий спектр 	ИК	мікро	радіо

U-LEAD WITH EUROPE

Термографія



Випромінювання може передаватись через поверхню - **Пропускання**

- Наприклад, лінзи нашої ІЧ камери
- **Не змінює** температуру поверхні!

Випромінювання може відбиватись від поверхні - **Відбиття**

- Наприклад, скло вікна
- **Не змінює** температуру поверхні!

Випромінювання може поглинатися і повторно випромінюватись - **Поглинання**

- Кількість енергії, що поглинається = енергії, що випромінюється
- **Це те, що ми вимірюємо за допомогою нашої ІЧ камери!**

$$R_{eflected} + A_{bsorbed} + T_{ransmitted} = 1$$

- Відоме, як закон RAT
- Можна також сказати R+E+T=1

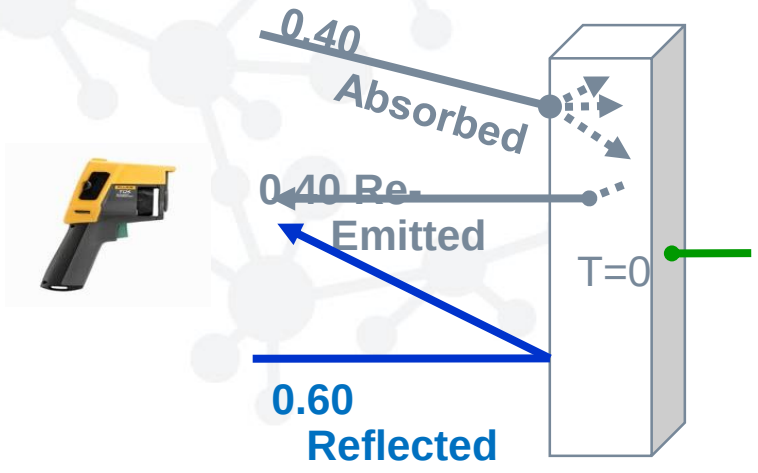
Термографія

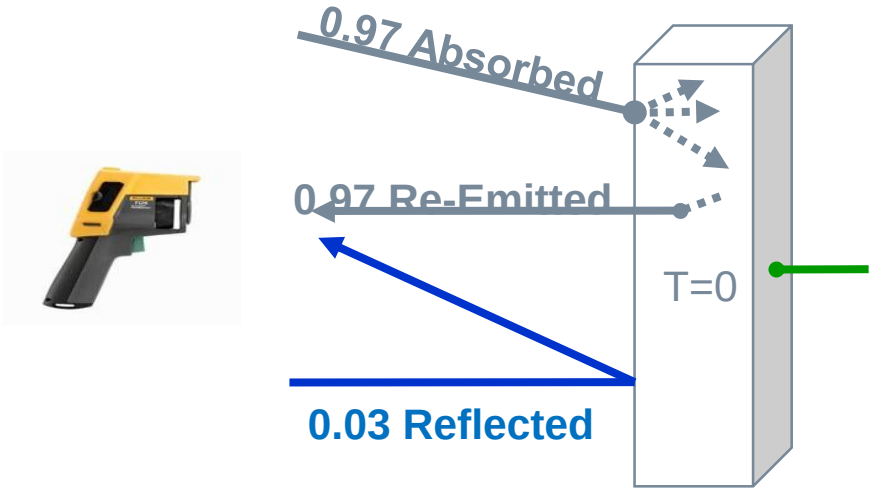
Датчик камери виявляє інфрачервоне випромінювання

Тільки **Re-emitted (повторне випромінювання)** говорить нам про температуру поверхні

Різні поверхні поглинають і випромінюють по-різному - це називається "випромінюваністю"

Регулювання **Absorbed/Re-emitted** та **Reflected** підвищує точність дослідження

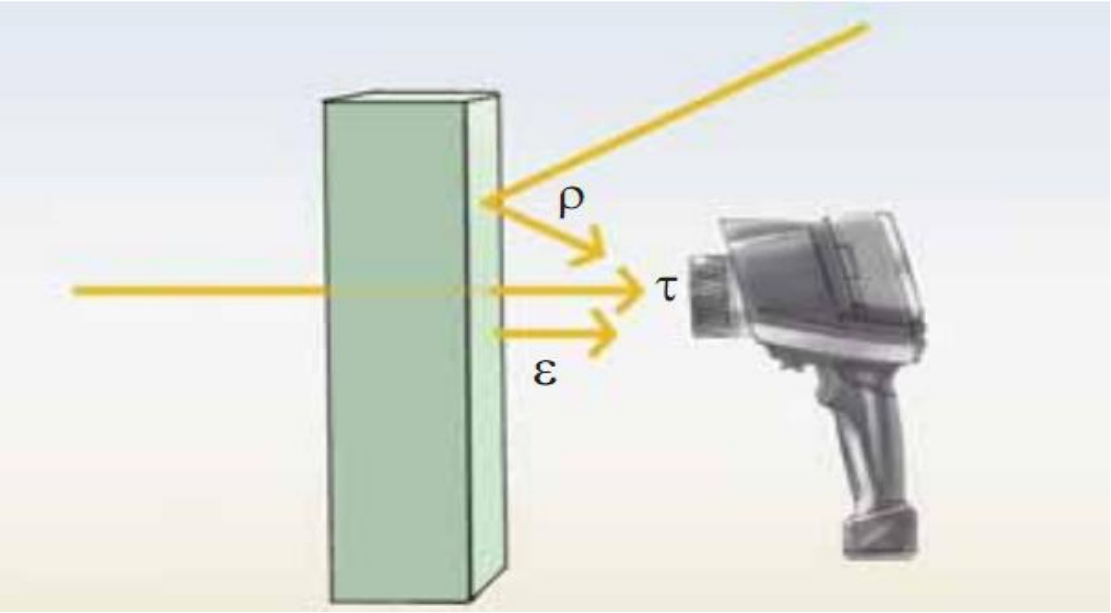




Термографія

Для урахування всіх 3-х складових, що реєструються тепловізійною камерою, необхідно налаштувати відповідні коефіцієнти:

1. Коефіцієнт випромінювання (ε)
2. Коефіцієнт відбиття (ρ)
3. Коефіцієнт пропускання (τ)



Коефіцієнти випромінювання для поширених матеріалів

матеріал	коефіцієнт випромінювання	матеріал	коефіцієнт випромінювання
асфальт	0,90-0,98	тканина (чорна)	0.98
бетон	0.94	шкіра (людини)	0.98
цемент	0.96	шкіра	0,75-0,80
пісок	0.90	вугілля (порошок)	0.96
ґрунт	0,92-0,96	лак	0,80-0,95
вода	0,92-0,96	лак (матовий)	0.97
лід	0,96-0,98	гума (чорна)	0.94
сніг	0.83	пластмаса	0,85-0,95
скло	0,90-0,95	деревина	0.90
кераміка	0,90-0,94	папір	0,70-0,94
мармур	0.94	оксиди хрому	0.81
штукатурка	0,80-0,90	оксиди міді	0.78
будівельний розчин	0,89-0,91	оксиди заліза	0,78-0,82
цегла	0,93-0,96	текстиль	0.90

Тепловізійна зйомка - застереження

Проводиться при різниці температур зовнішньої та внутрішньої температури що найменше 10С

НЕ ПРОВОДИТЬСЯ:

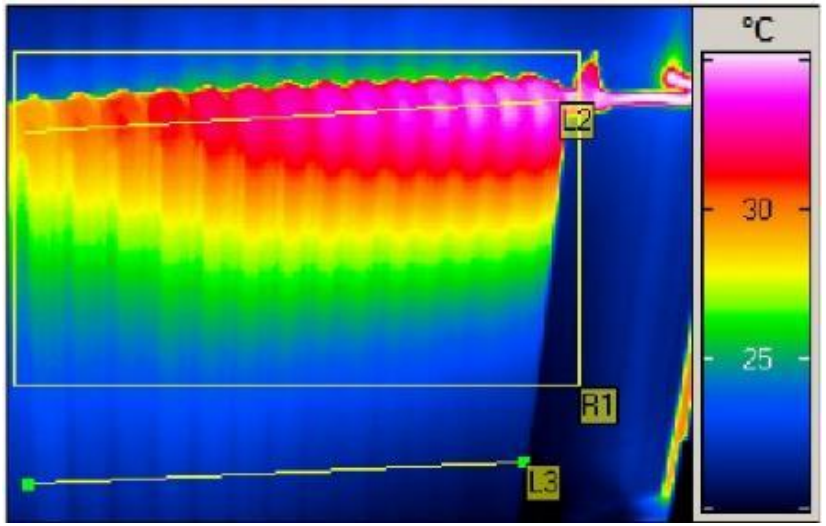
В день – вплив сонячної радіації (кращий час в ночі)

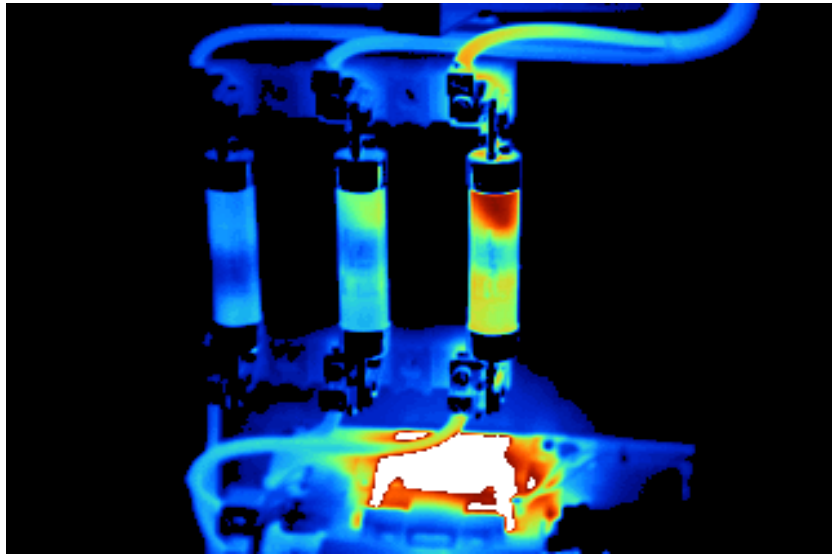
Під час сильного вітру – «видування» тепла з поверхні

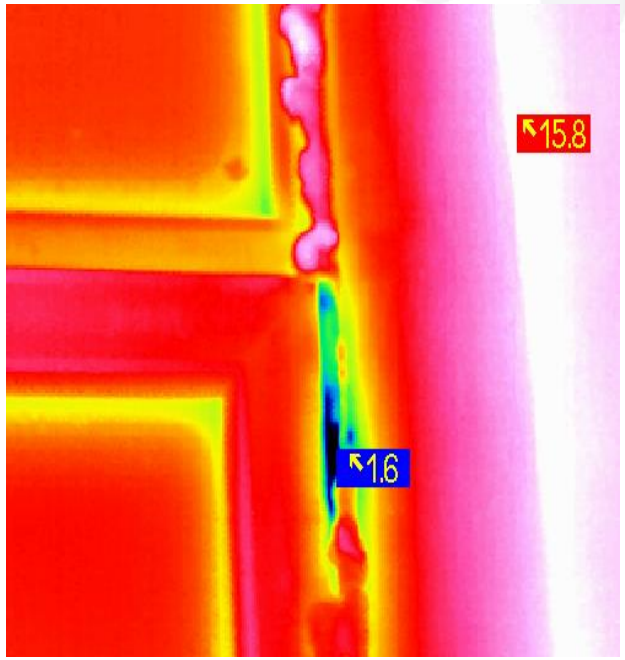
Під час та після дощу – випаровування вологи «забирає» частину тепла

Для утеплених стін з вентильованим прошарком

U-LEAD
WITH EUROPE







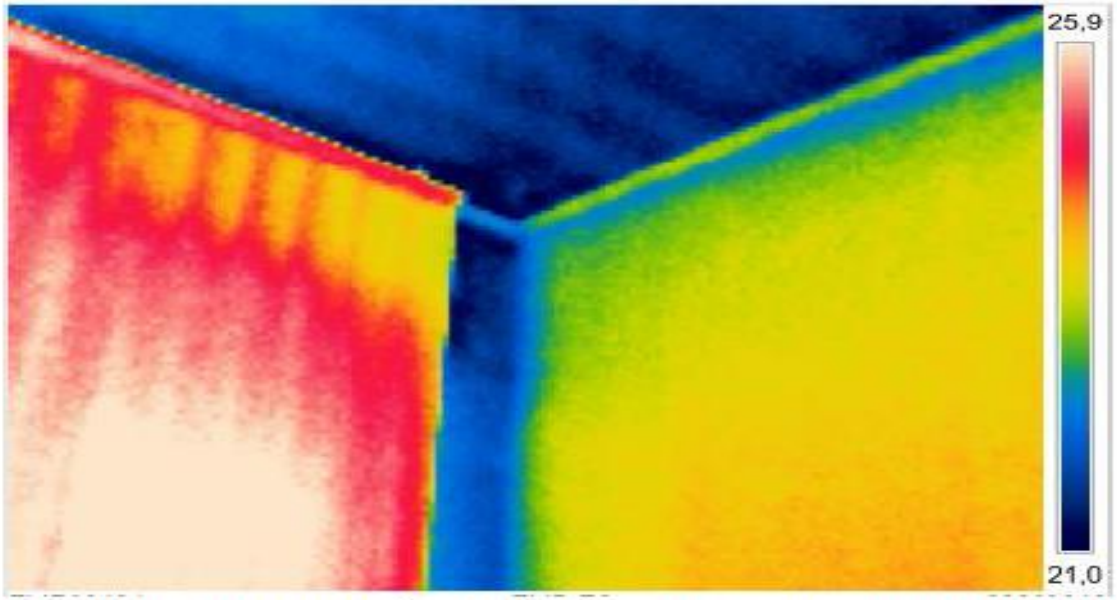
Тепловізійна зйомка - Типові помилки

- Невірний діапазон температур (приклад нижче)
- Тіні (навіть якщо зображення зроблені ввечері)
- Відмінності в теплопровідності матеріалів також можуть призводити до відмінностей у тепловій структурі (Цегла змінює температуру набагато повільніше, ніж деревина)
- відбивання (особливо коли роблять теплові зображення дахів, або відбиття у вікнах)
- Непофарбовані металеві елементи будівлі виглядають більш холодними ніж вони є насправді
- Віддалені поверхні, які візують під більшим кутом, здаються холоднішими за близькі

Тепловізійна зйомка - застереження

Нижче приклад з реального аудиту

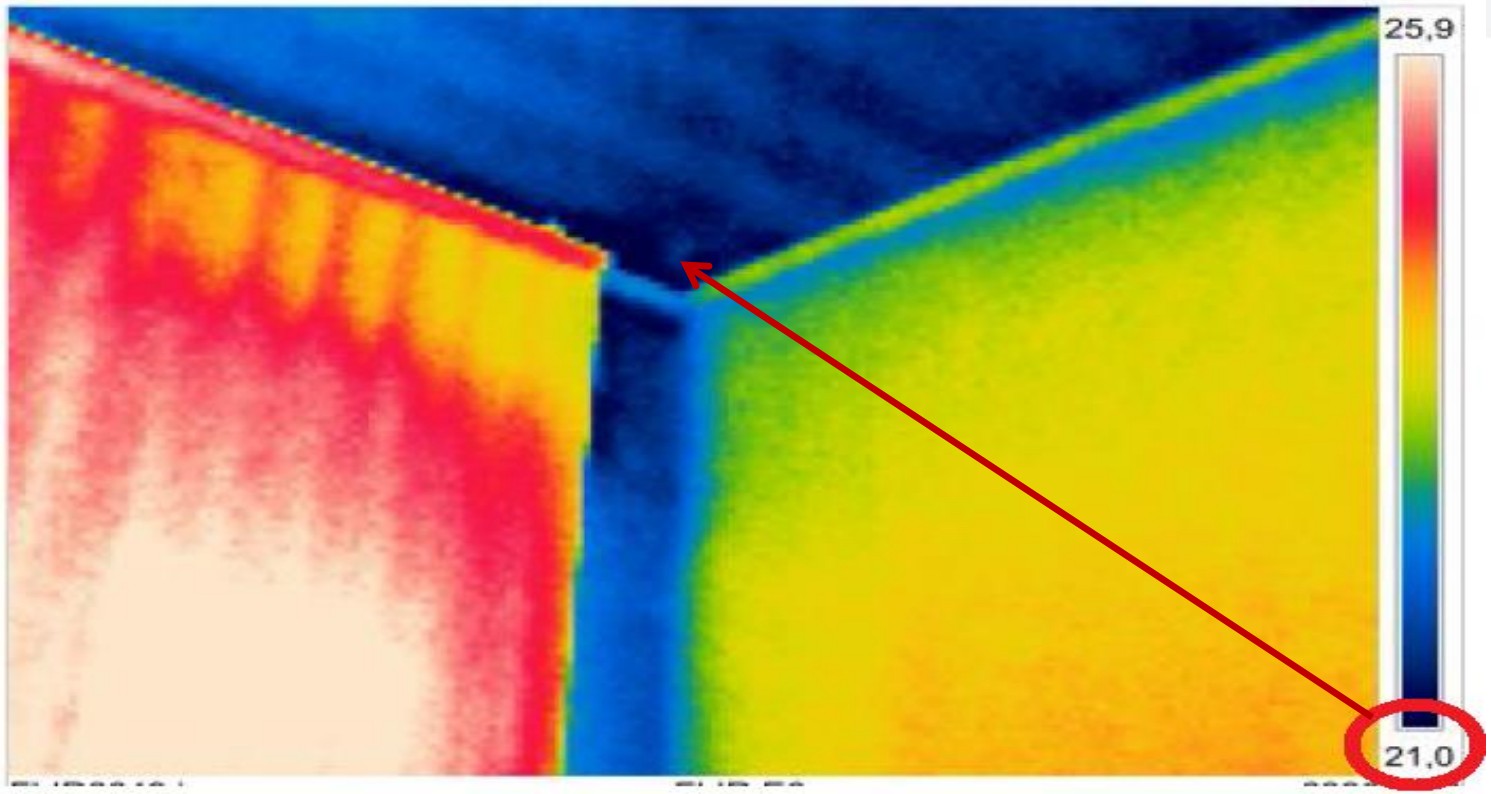
Якщо судити по фото, то через дах виникають великі тепловтрати



Втрати теплової енергії через огороджувальні конструкції (стіни) та дах.

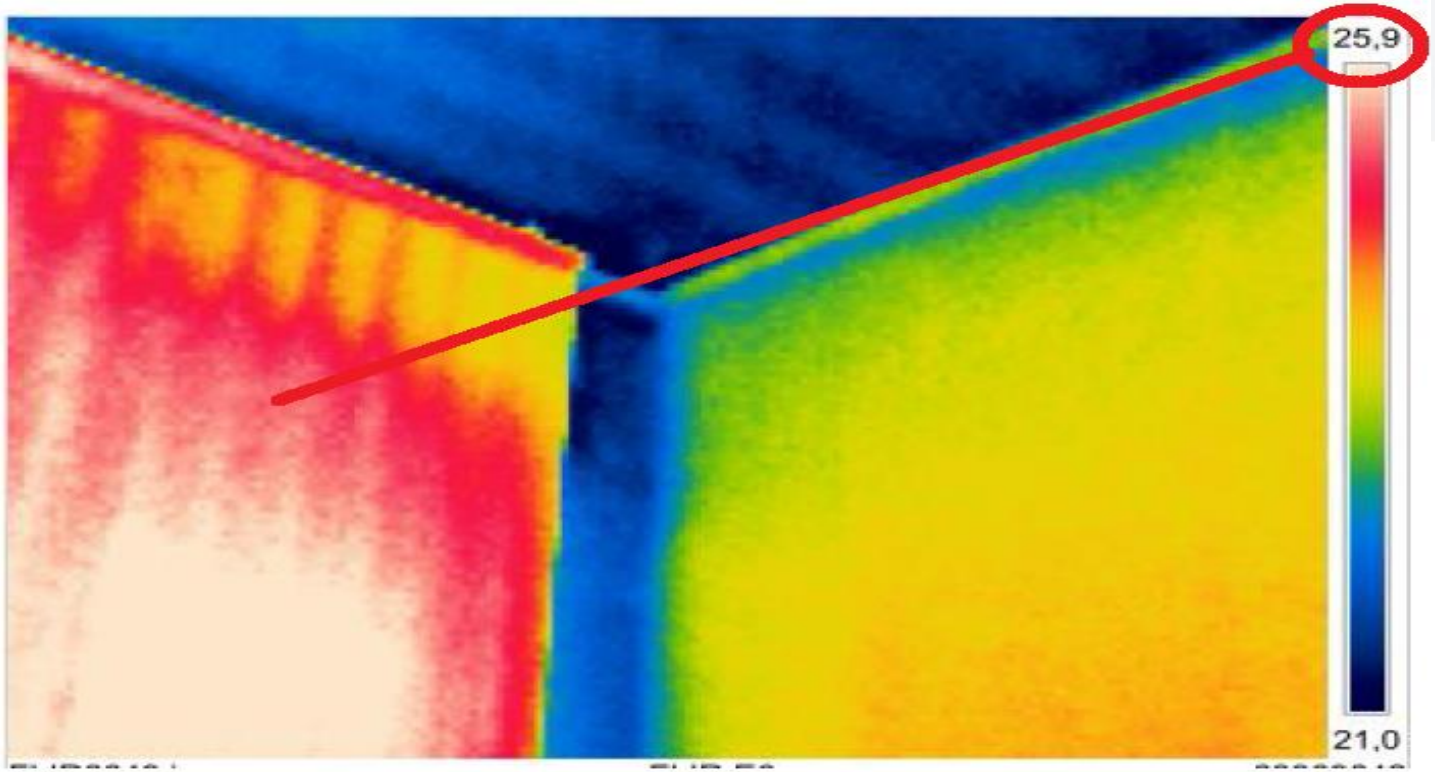
Тепловізійна зйомка - застереження

Але тепловтрати можуть бути обумовлені конструктивними особливостями, та судячи з температури 21 С, це не є проблемою



Тепловізійна зйомка - застереження

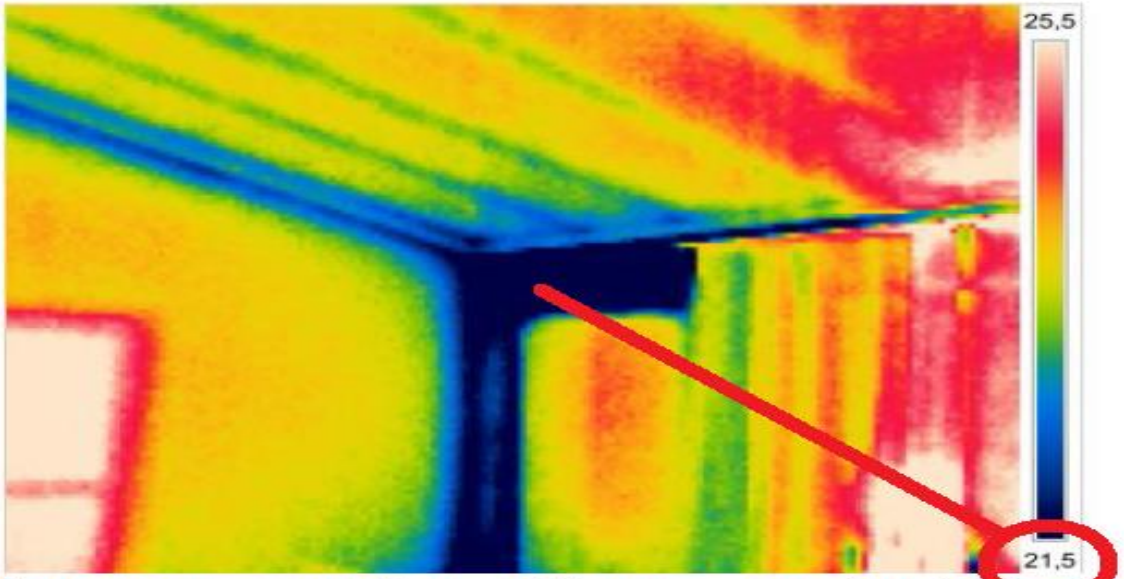
Окрім того висока температура фіранок може свідчити про те, що прилад опалення перекритий фіранкою та все тепло залишається між вікном та фіранкою



Тепловізійна зйомка - застереження

Теж саме, аналізуючи температуру поверхонь можна зробити висновок, що температура в приміщені не нижче 25 С – перегрів.

В звітах немає даних про температуру та вологість в приміщені



Втрати теплової енергії через зовнішні огороджувальні конструкції та дах.

Температура огороджувальних конструкцій

Нормується величина **РІЗНИЦІ** між нормативною внутрішньою температурою в приміщенні і температурою на внутрішній поверхні огороджувальних конструкцій

Δt_{cr}

Це нормований санітарно-гігієнічний (комфортний) параметр, тому що його величина відбивається на інтенсивності теплообміну людини з огорожею за допомогою випромінювання

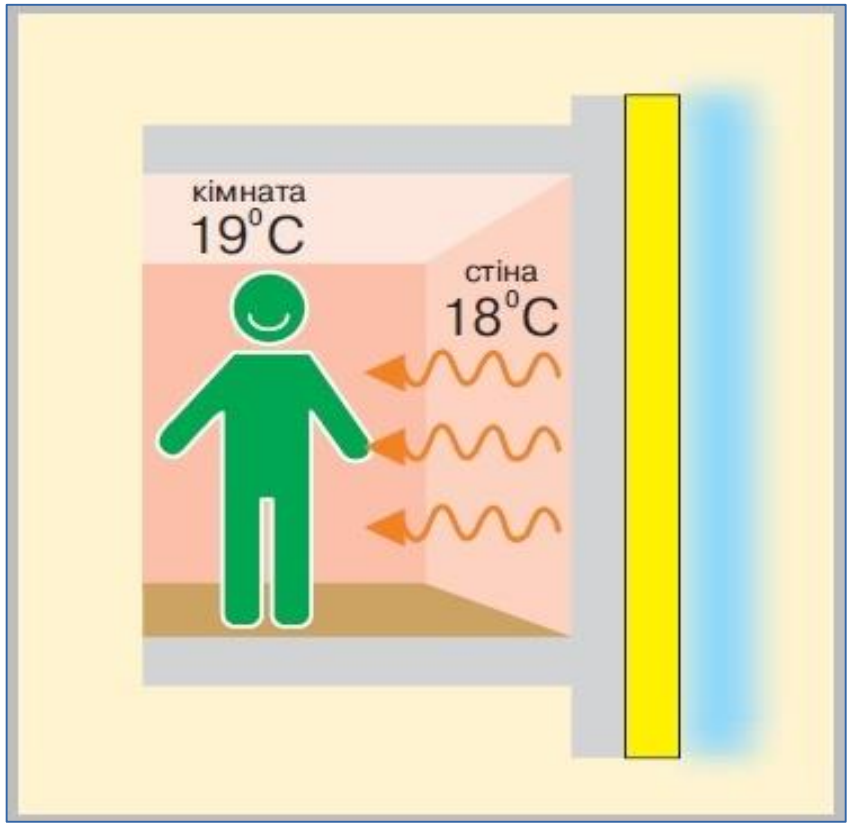
Температура огороджувальних конструкцій

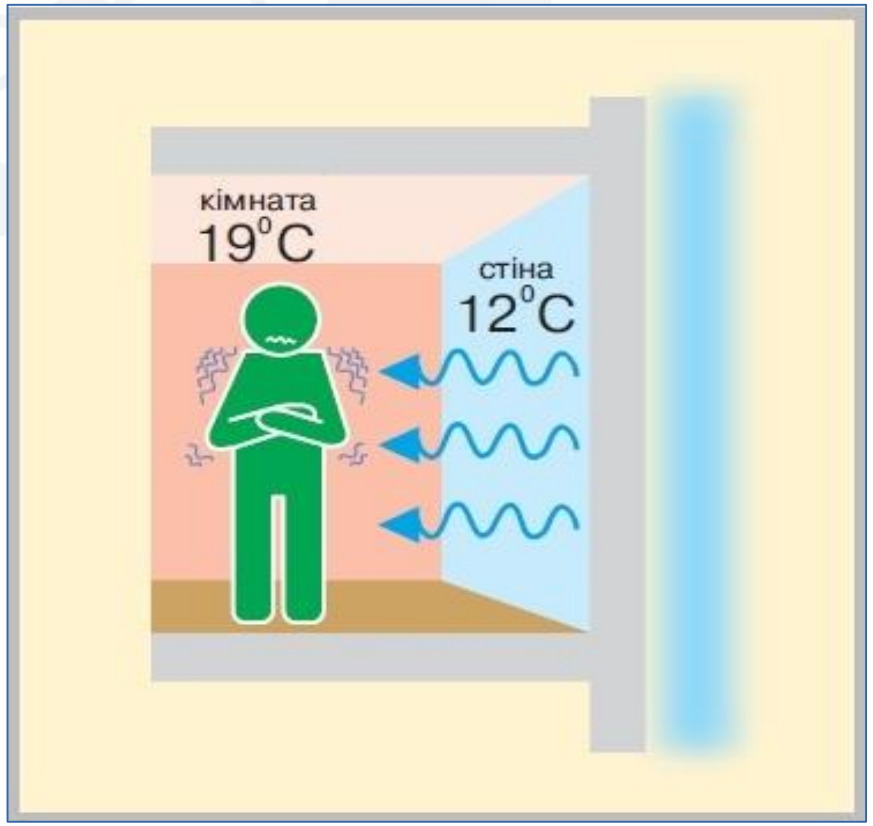
ДБН В.2.6-31:2016 *Теплова ізоляція будівель*

Таблиця 5 – Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції ΔT_{cr}, °C

Призначення будинку	Вид огороджувальної конструкції		
	Стіни (зовнішні, внутрішні)	Покриття та перекриття горищ	Перекриття над проїздами та підвалами
Житлові будинки, дитячі дошкільні заклади, навчальні заклади та заклади охорони здоров'я	4,0	3,0	2,0
Нежитлові будівлі, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за винятком приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	5,0	4,0	2,5
Виробничі будівлі з сухим та нормальним режимом експлуатації	7,0	5,0	
Виробничі будівлі з вологим та мокрим режимом експлуатації	$t_в - t_р$	$0,8\ (t_в - t_р)$	
Виробничі будівлі з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	12	12	

Температура огороджувальних конструкцій





Тепловізійний інфрачервоний пірометр

Температура поверхонь

Завдання:

- Скільки зовнішніх і внутрішніх стін має кімната?
- Виміряйте температуру поверхні всіх стін та вкажіть які це стіни – зовнішні чи внутрішні.
- Виміряйте температуру поверхні першого і останнього радіатора в кімнаті: труби, що підходить до радіатора, самого радіатора та труби, що від нього відходить.

Клас/ кабінет	Кількість стін у кімнаті		Температура зовнішніх стін (°C)			Температура внутрішніх стін (°C)			Температура останнього радіатора (°C)		
	зовнішніх	внутрішніх							Труба перед ним	Радіатор	Труба після нього
Приклад	2	2	12	14		19	20		41	35	34

U-LEAD WITH EUROPE

Портативний цифровий люксметр

Призначення:

Вимірювання рівня освітленості

Корисний для:

Перевірки рівня освітленості:

- На поверхні столів чи парти
- На поверхні шкільної дошки
- На рівні підлоги

Портативний цифровий люксметр

Світловий потік - загальна кількість світла, випромінюваного даними джерелом у видимій області спектра. Одиниця виміру - люмен (лм).

Освітленість - щільність падаючого світлового потоку на поверхні, або відношення світлового потоку, що падає на поверхню, до площі цієї поверхні. Одиниця виміру - люкс (лк).

Світлова віддача - відношення випромінюваного світлового потоку до споживаної потужності. Одиниця виміру - люмен на ват (лм / Вт)

U-LEAD WITH EUROPE

Портативний цифровий люксметр

Детальний опис проведення викладений

ДСТУ Б В.2.2 -6-97 Методи вимірювання освітленості

Важливо:

- Вимірювання освітленості слід виконувати у темні часи доби
- на початку та в кінці вимірювань слід виміряти напругу на щитках розподільних мереж освітлення (при відхиленні напруги мережі від номінальної більше ніж на 5% фактичне значення освітленості уточнюють за формулою)
- на вимірювальний фотометричний датчик не повинна падати тінь
- Вимірювальний прилад не повинен розташовуватись поблизу сильних магнітних полів.

U-LEAD WITH EUROPE

Норми освітленості

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

Приміщення	Площина (Г - горизонтальна, В - вертикальна), нормування освітленості і КПО,	Розряд і підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення					Природне освітлення		Сумісне освітлення	
			Освітленість робочих поверхонь, лк		циліндрична освітленість, лк	показник дискомфорту, не більше	коефіцієнт пульсації, %, не більше	КПО ен , %		КПО ен , %	
			при комбінованому освітленні	при загальному освітленні				при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Установи загальної освіти, початкової, середньої та вищої спеціальної освіти											
12. Класні кімнати, аудито-рії, навчальні кабінети, лабораторії загальноосвіт-ніх шкіл, шкіл-інтернатів, середньо-спеціальних і професійно-технічних установ	В - 1,5 на середині дошки	А-1	—	500	—	—	10	—	—	—	—
	Г - 0,8 на робочих столах і партах	А-2	—	400	—	40	10	4,0[2)]	1,5[2)]	—	—
13. Аудиторії навчальні кабінети, лабораторії в технікумах і вищих навчальних закладах	Г - 0,8 на робочих столах і партах	А-2	—	400	—	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
14. Кабінети інформатики і обчислювальної техніки	В - 1,0 на екрані дисплея	Б-2	—	200	—	—	—	—	—	—	—
	Г - 0,8 на робочих столах і партах	Б-2	500/300	400	—	15	10	3,5	1,2	2,1	0,7
15. Кабінети технічного креслення та малювання	В - на дошці	А-1	—	500	—	40	10	—	—	—	—
	Г - 0,8 на робочих столах і партах	А-1	—	500	—	40	10	4	1,5	2,1	1,3

Портативний цифровий люксметр

Вимірювання здійснюються згідно 2-ї колонки

Г - горизонтальна, В – вертикальна поверхні

Приклад

Г-0,0 – горизонтальна поверхня, рівень підлоги (0 м від підлоги)

Г-0,8 - горизонтальна поверхня, на робочих столах і партах (0,8 м від підлоги)

В-1,5 - вертикальна поверхня, наприклад, дошка(1,5 м від підлоги)

Портативний цифровий люксметр

Освітлення

Завдання:

- Часом освітлення в кімнаті увімкнено, навіть якщо його не треба або треба частково. Занотуйте, чи освітлення було увімкнено, коли ви зайшли до кімнати. Відтак виміряйте освітленість у кімнаті при вимкненому освітленні – біля вікна і протилежної стіни, а також у центрі кімнати перед класною дошкою. Для вимірювання люксметр класти на робочу поверхню парт.
- Увімкніть освітлення та повторіть вимірювання в тих самих точках.
- Перевірте, чи світильники можна вмикати й вимикати окремо.
- Перевірте і занотуйте, які світильники поєднані вимикачем.

Освітленість надворі:
_____люкс

Норми освітлення:
400 люкс - на робочих столах і партах у класних кімнатах
500 люкс - на середині дошки у класних кімнатах
200 люкс - Спортивні зали на рівні підлоги
300 люкс - Кабінети й кімнати викладачів на робочих столах
200 люкс - Актові зали

Клас/кабінет	Тип ламп у світильниках (розжарювання /люмінісцентні /світлодіодні)	Освітленість при увімкненому світлі на столах/партах (люкс)*				Чи можна окремо згасити світильники? (так/ні) + Які світильники вмикаються разом?	Примітки
		Парта біля вікна	Парта в центрі	Парта біля стіни	класна дошка		
Приклад	люмінісцентні	480	492	480	300	так класна дошка + вікно	2 лампи не працюють

Реєстратор температури та вологості

Призначення:

Фіксація та контроль параметрів повітря, а саме температури та відносної вологості

Корисний, якщо ви бажаєте перевірити

Розвиток вимірювань температури та вологості за період (наприклад, одного дня чи тижня)

Чи рівень комфорту є прийнятним

Чи працює регуляція таким чином, як вона повинна працювати

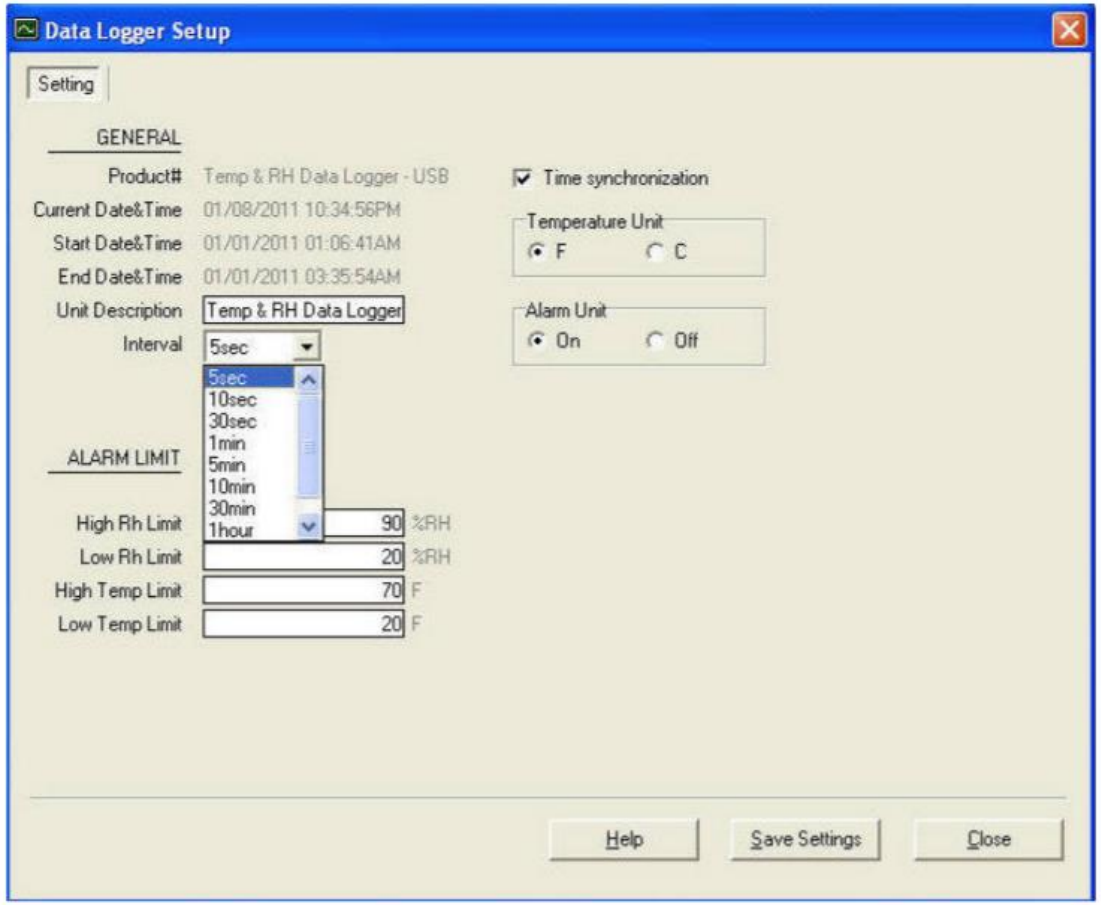
Чи є необхідність у більшій вентиляції повітря?

U-LEAD
WITH EUROPE

Реєстратор температури та вологості

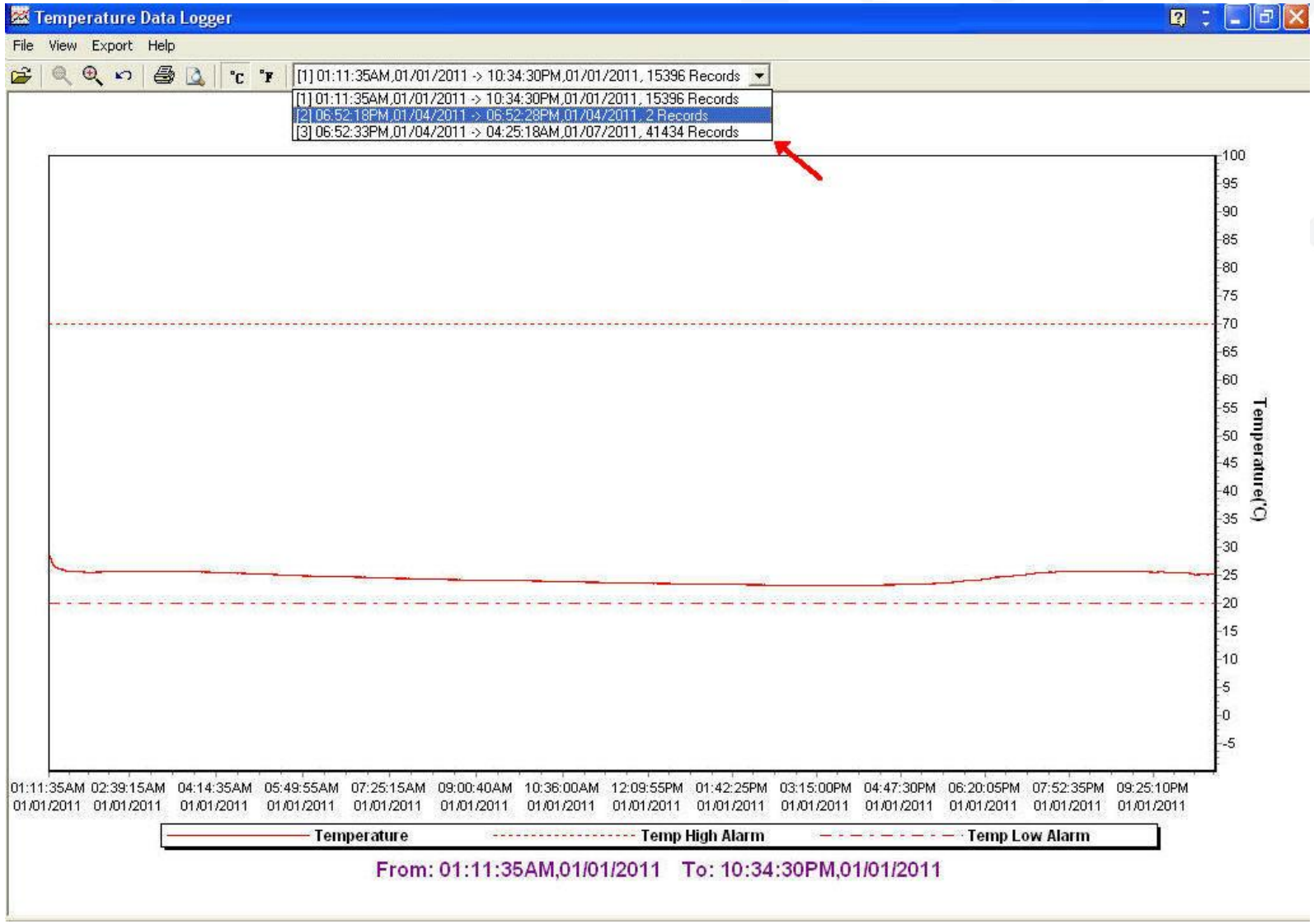
Періодичність запису даних

5 с /10 с /1 хв / 5 хв /10 хв / 30 хв/ 1 год/ 2 год



U-LEAD
WITH EUROPE

Реєстратор температури та вологості



Норми температури та вологості

Дитячі садочки: ДБН В.2.2-4:2018 Заклади дошкільної освіти. Будинки і споруди.
Школи: ДБН В.2.2-3:2018 Заклади освіти. Будинки і споруди
Вологість: 40-60%

Найменування приміщення	Розрахункова температура повітря, °С у кліматичних районах		Повітрообмін за годину	
	I, II, III, V	IV	Приплив	Витяжка
Ігрова, роздягальня:				
– ясельної групи;	22	21	1,5	1,5
– молодшої садової групи;	21	20	1,5	1,5
– середньої та старшої садових груп	20	19	1,5	1,5
Спальня:				
– ясельної групи;	21	20	1,5	1,5
– садової групи	19	19	1,5	1,5
Туалетна:				
– ясельної групи;	22	21	–	1,5

Реєстратор температури та вологості

Температура та вологість повітря

Завдання:

- Запитайте в осіб, присутніх у кімнаті, про їхнє відчуття температури повітря (затепло, захолодно, саме враз). Якщо кімната порожня, спитайте самих себе.
- Виміряйте температуру в усіх кімнатах. У класних кімнатах температуру вимірюйте в центрі приміщення на висоті класної дошки.
- Перевірте, чи на радіаторах є термостатні голівки, і, якщо так, то чи присутні в кімнаті знають, як вони працюють.
- Перевірте, чи є відчинені вікна.

Дата:_____ **записує:**_____

Температура надворі: _____°C **Вологість надворі:** _____°C

Температурні норми
20°C Класні приміщення 1-4-х класів
18 °C у класних кімнатах/кабінетах, в учительській
20°C в туалетах та умивальнях
18°C спортзалі, актовий зал, клас співу та музики
16°C у їдальні, в вестибюлях, коридорах і на сходах.
40-60 % - норма вологості повітря

Клас/кабінет	Температура повітря (°C)	Вологість повітря (%)	Відчинені вікна	Примітки
Приклад	24	55	2	дехто вбраний у футболки

Точка роси

Точка роси - це температура, при якій (або нижче якої) водяна пара, що завжди існує у повітрі, з ненасиченої або простіше кажучи, такої, що може ще увібрати в себе додаткову воду, стає насиченою, і надлишки її випадають у вигляді опадів або конденсату

U-LEAD WITH EUROPE

Точка роси

C°	Точка россы V_S в C_O при относительной влажности воздуха в %													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12	14	15,9	17,5	19	20,4	21,7	23	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15	16,6	18,1	19,5	20,8	22	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,1
21	2,8	5	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6	7,7	9,3	10,7	12	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,3	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	0,6	1,4	3,3	5	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	- 0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,8	-1	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2

Онлайн розрахунок

https://bit.ly/2Uj8Mdt

http://www.dpcalc.org/

U-LEAD WITH EUROPE

Енергометр

Призначення:

Вимірювання потужності електроприладів та вартості використаної електроенергії

Корисний для:

Визначення фактичної потужності електроприладів

Визначення фактичного споживання за період (година/доба/тиждень)

Визначення споживання електроприладами в режимі очікування

Енергометр

Електричні прилади

Завдання:

- Занотуйте, які прилади є в кімнаті (кожен прилад – в окремий рядок таблиці).
- Запитайте присутніх у кімнаті, як часто і як довго вони використовують прилади.
- Виміряйте, скільки електроенергії споживає прилад.
- Перевірте, чи прилад повністю вимкнено, чи він перебуває в режимі очікування.

Дата:_____ **Графік роботи в кімнаті:** Пн-Пт: ___:___-___:___

Хто записує:_____

Клас/кабінет	Прилади в кімнаті	Кількість (шт.)	Потужність приладу (Вт)	Як часто використовується прилад?	Як довго протягом дня прилад працює?	Місячне споживання електроенергії (шт × Вт·год × дні)	В режимі очікування (так/ні)	Примітки
Приклад	комп'ютери	5	450	двічі на тиждень	3 години	5×450×3×8=54000	так	
Приклад	електричний обігрівач	1	1500	щодня	6 годин	1500×6×22=66000	ні	

Налобний ліхтар

Призначення:

Освічування робочої поверхні

Корисний у випадках:

Відвідування не освітлених підвалів та горищ

Необхідно задіяти дві руки, а напарника немає

U-LEAD
WITH EUROPE

Універсальний зарядний пристрій

Призначення:

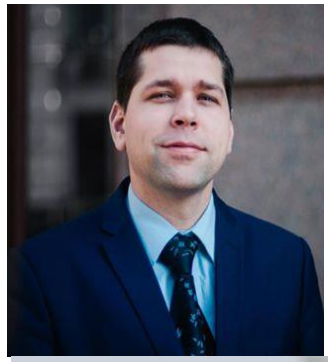
заряджання від 1 до 4 шт. акумуляторів типів АА/ААА або 2-х акумуляторів типу 6F22 (Крона)

Корисний для:

Для відновлення заряду акумулятора

U-LEAD WITH EUROPE

Дякуємо за увагу!



Сакалюк Дмитро
Консультант, Рівне
Тел.: +38 096 78 48 377
Моб: +38 067 363 41 10
dettonn@gmail.com

Барулін Андрій
Консультант, Херсон
Тел.: +38 066 790 23 20
andriibarulin@gmail.com