



# ЗМІСТ:

- ❖ Визначення
- ❖ Критерії
- ❖ Історія Пасивного будинку
- ❖ Перші приклади
- ❖ Розповсюдження стандарту Пасивного Будинку
- ❖ Класифікація будівель за їх енергоощадністю
- ❖ Конструкція пасивного будинку
- ❖ Теплоізоляція
- ❖ Теплові містки
- ❖ Герметичність
- ❖ Вікна та двері Пасивного Будинку
- ❖ Регулювання мікроклімату
- ❖ Вентиляція
- ❖ Проектування з Сонцем
- ❖ Вартість Пасивного Будинку
- ❖ 10 міфів щодо Пасивного Будинку
- ❖ Приклади пасивних та енерговигідних екобудинків в Україні
- ❖ Вирішальні переваги на користь пасивного будинку.

# ВИЗНАЧЕННЯ

Пасивний будинок (нім. *Passivhaus*, англ. *passive house*) — енергоефективний будівельний стандарт, який створює комфортні умови проживання, одночасно є економічним і надає мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище.

Точне визначення стандарту Пасивного Будинку (РНІ): «Пасивний Будинок — це будівля, в якій тепловий комфорт (ISO 7730) досягається виключно за рахунок додаткового попереднього підігріву (або охолодження) маси свіжого повітря, необхідного для підтримання в приміщеннях повітря високої якості, без його додаткової рециркуляції».

# КРИТЕРІЯМИ ДЛЯ ПАСИВНОГО БУДИНКУ В ЄВРОПІ Є:

- ❖ Питома витрата теплової енергії на опалення, визначена розрахунками в програмі "Пакет планування Пасивного Будинку" (PHPP), не повинна перевищувати  $15 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$ ;
- ❖ або навантаження на опалення  $\leq 10 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$
- ❖ Спеціальні вимоги попиту охолодження будівлі  $\leq 15 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$
- ❖ Щорічний період перегріву (температура в приміщенні вище  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ )  $\leq 10\%$
- ❖ Результат тесту на герметичність (N50)  $\leq 0,6$  зміни повітря/ год
- ❖ Загальне споживання первинної енергії для всіх побутових потреб (опалення, гаряча вода й електрична енергія), не повинно перевищувати  $\leq 120 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ .

# ІСТОРІЯ ПАСИВНОГО БУДИНКУ

Концепція Пасивного Будинку виникла в травні 1988 року з розмови між професором Бо Адамсоном з Лундського університету (Швеція), і Вольфгангом Файстом - засновником Інституту Пасивного Будинку в місті Дармштадт(Німеччина), який працював на той час в Institut für Wohnen und Umwelt (Інститут Житла та Навколишнього середовища). Під час проектування та будівництва першого Пасивного Будинку цей метод був адаптований до спеціальних граничних умов для будівель з високоякісною ізоляцією, що більше не вимагають стандартної системи опалення. Ця концепція була розроблена на основі низки науково-дослідницьких проектів, спираючись на фінансову допомогу від німецької землі Гессен.



# ПЕРШІ ПРИКЛАДИ



Спираючись на свої дослідження, і за допомогою архітекторів Bott і Ridder, Бо Адамсон і Вольфганг Файст розпочали в 1991 році будівництво в Дармштадті/Німеччина першого в світі пасивного будинку. Саме цей проект став прикладом будівництва майбутнього - високоефективний будинок з найвищим рівнем комфорту та мінімальним споживанням енергії. І сьогодні, терасний будинок, де проживають чотири родини, підтверджує свою ефективність та потребує менше 15 кВт • год/(м<sup>2</sup> • рік) вже чверть століття.

# РОЗПОВСЮДЖЕННЯ СТАНДАРТУ ПАСИВНОГО БУДИНКУ

Оцінки числа пасивних будинків в усьому світі в кінці 2008 року становила від 15000 до 20000 будівель. На той час переважна більшість пасивних будинків була побудована в німецькомовних країнах у Європі та Скандинавії.



За станом на травень 2011 року налічувалося близько 32000 таких сертифікованих конструкцій всіх типів в Європі, у той час як у Сполучених Штатах було всього 13, з декількома десятками більше в стадії будівництва.

# КЛАСИФІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ЗА ЇХ ЕНЕРГООЩАДНІСТЮ

**В Європі існує наступна класифікація будівель за їх енергоощадністю:**

- ❖ «Старі будівлі» (будівлі до 1970-х років) — потребують для свого опалення, як правило близько трьохсот кіловат-годин на метр квадратний на рік:  $300 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ .
- ❖ «Нові будівлі» (ті що будувалися до 2000 року) —  $150 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ .
- ❖ «Будівля низького споживання енергії» (з 2002 року не можна будувати нові будівлі за нижчим стандартом)—  $60 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ .
- ❖ «Пасивна будівля» (є закон, відповідно до якого з 2019 року в Європі не можна буде будувати будівлі за нижчим стандартом, ніж пасивна будівля) —  $15 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ .
- ❖ «Будівля нульової енергії» (будівля, що зовсім не потребує додаткової (крім тієї, що сама виробляє енергії на опалення) —  $0 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ .
- ❖ «Будівля плюсової енергії» (тобто така, що виробляє за допомогою встановлених на ній сонячних батарей, колекторів, рекуператорів, теплових pomp, тощо більше енергії, ніж сама потребує).



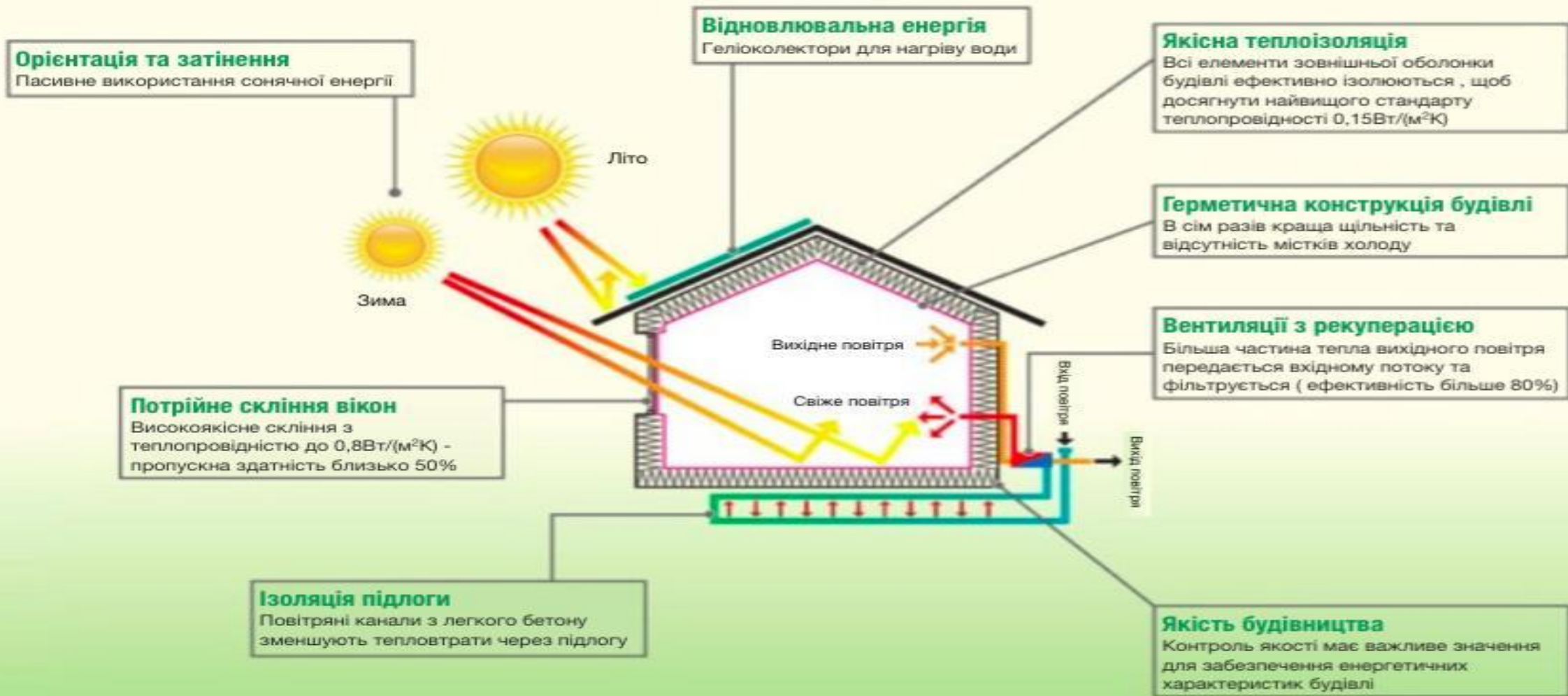
# КОНСТРУКЦІЯ ПАСИВНОГО БУДИНКУ

## 5 Важливих складових пасивного будинку:

- ❖ Виключно високий рівень теплоізоляції;
- ❖ Добре ізольовані віконні рами з потрійним низько енергетичним склом;
- ❖ Конструкція вільні від теплових містків;
- ❖ Герметична оболонка будівлі;
- ❖ Комфортна вентиляція з високо ефективною рекуперацією тепла.

# КОНЦЕПТ ПАСИВНОГО БУДИНКУ

Розроблений в 1996 році Dr V.Feist - став стандартом сучасного будівництва для створення будівель з найвищою енергоефективністю

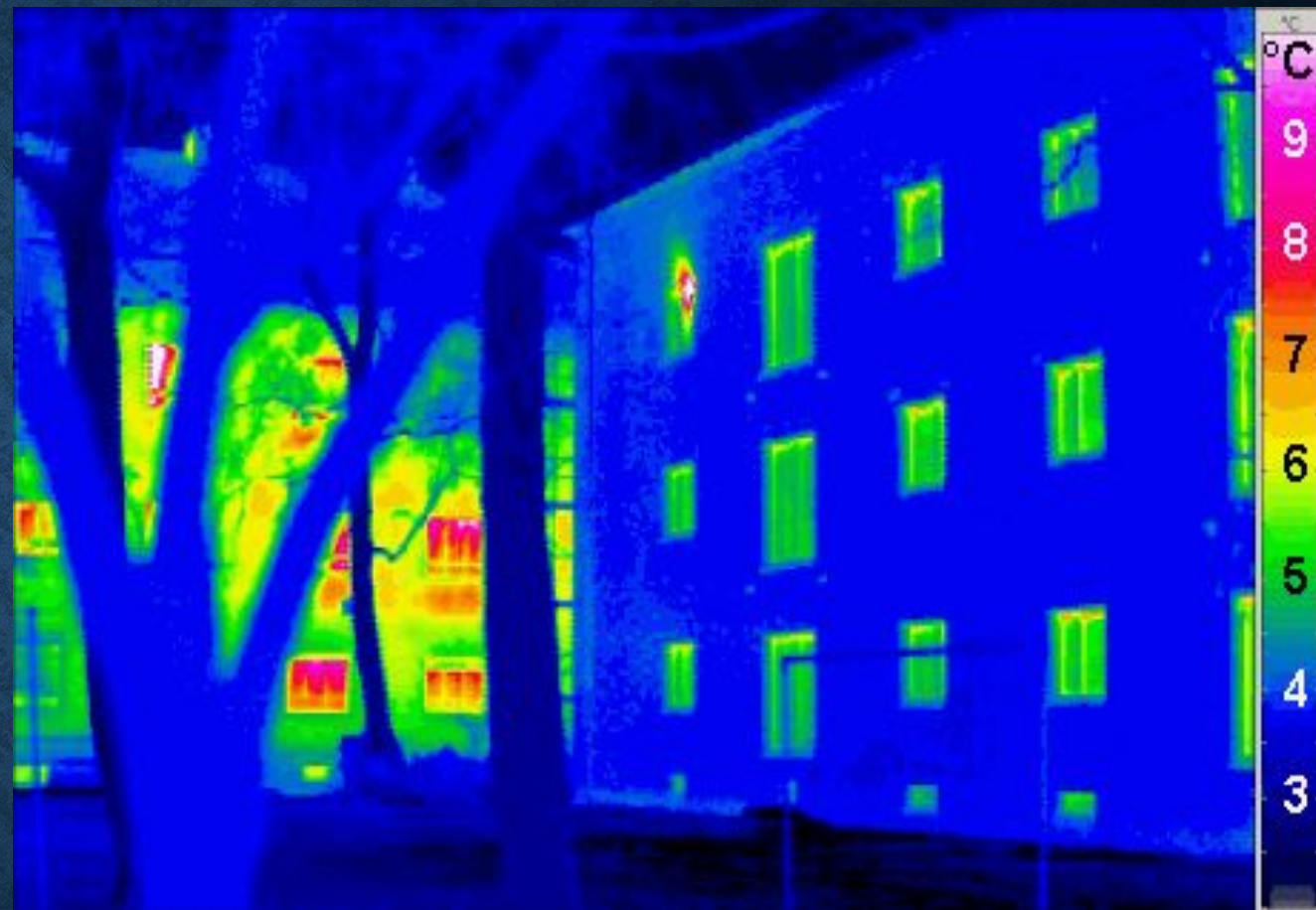


Огороджувальні конструкції (стіни, вікна, дах, підлога), стандартних будинків мають досить великий коефіцієнт теплопередачі. Це призводить до значних втрат: наприклад, тепловтрати звичайного цегляного будинку - 250 - 350 кВт • год з м<sup>2</sup> опалювальної площі на рік.

**ТЕ  
ПЛ  
ОІЗ  
ОЛ  
ЯЦІ  
Я**

Технологія пасивного будинку передбачає ефективну теплоізоляцію всіх огороджувальних поверхонь - не тільки стін, але і підлоги, стелі, горища, підвалу і фундаменту. У пасивному будинку формується кілька шарів теплоізоляції - внутрішня і зовнішня. Це дозволяє одночасно не випускати тепло з будинку і не впускати холод всередину нього. Також проводиться усунення містків холоду в огороджувальних конструкціях. У результаті в пасивних будинках тепловтрати через огороджувальні поверхні не перевищують 15 кВт • год з 1 м<sup>2</sup> опалювальної площі на рік (для кліматичних умов Центральної Європи) - практично у 20 разів нижче, ніж у звичайних будинках.

Найважливішим принципом для заощадження енергії дійсно є саме теплоізоляція, а не акумулювання тепла. Високий рівень теплоізоляції завжди доводить свою ефективність. В існуючих будівлях на втрати тепла через зовнішні стіни та дахи припадає понад 70% від загальних теплових втрат. Таким чином, покращення теплоізоляції є найбільш ефективним способом економії енергії. Водночас це також допомагає поліпшити тепловий комфорт і запобігти пошкодженням будівельних конструкцій.



Фотографія в інфрачервоних променях показує, наскільки ефективна теплоізоляція пасивного будинку (праворуч) порівнюючи зі звичайним будинком (ліворуч)

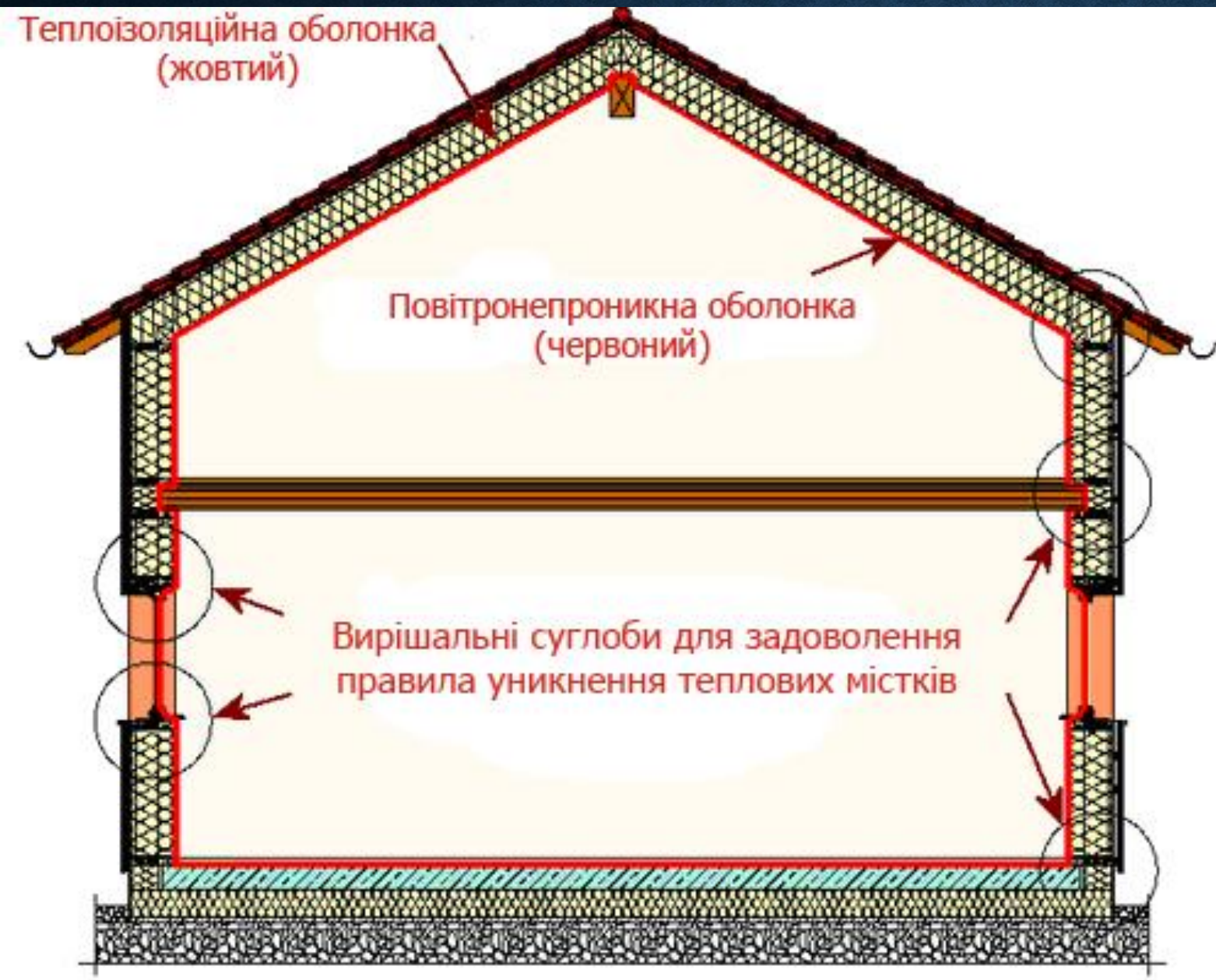
# ТЕПЛОВІ МІСТКИ

Тепло (тепловий потік) має напрямок з опалювального приміщення назовні. При цьому воно вибирає шлях найменшого опору. Тепловий потік не повинен обов'язково мати направлення, нормальне до поверхні огороджувальної конструкції. Часто тепловий потік викривляється, обтікаючи ділянки, заповнені малотеплопровідним матеріалом. У таких випадках фахівці говорять про «ТЕПЛОВІ МІСТКИ» (або містки холоду).

## Теплові містки мають наступні негативні наслідки:

- ❖ Змінені, часто знижені значення температури на внутрішніх поверхнях зовнішніх стін. У гіршому випадку це може призвести до зволоження будівельних конструкцій і росту цвілі;
- ❖ Змінені, часто підвищені значення тепловтрат.

У Пасивному Будинку ці негативні впливи можуть бути уникнені, причому температури на всіх зовнішніх стінах залишаються досить високими, що не може більше призвести до негативного впливу вологи, також додаткові тепловтрати зневажливо малі. Якщо тепловтрати від теплових мостів менше ніж граничне значення лінійного коефіцієнта теплопередачі, встановлене  $0,01 \text{ Вт / м}^2$ , то така конструкція задовільняє критеріям “конструювання без теплових містків”.



Конструювання без теплових містків істотно покращує якість конструкцій. Завдяки цьому підвищується довговічність конструкцій, і відбувається економія теплової енергії на опалення.

У Пасивному Будинку тепловтрати через теплові містки також сильно скорочені. Дуже часто вони скорочені настільки, що їх не потрібно враховувати.

# ГЕРМЕТИЧНІСТЬ

Традиційне уявлення про будівництво будинку ніколи не передбачає герметичність, як питання. Сьогодні досягнення стандарту пасивного будинку критично переплітається з його герметичністю. Герметичність впливає на ефективне використання енергії та комфорту в будинку.

## Офіційне пояснення герметичності будівлі є:

Герметичність житла, або її повітропроникність, виражається в термінах витoku повітря в кубічних метрів на годину на квадратний метр площі конверту (оболонки) будинку, коли будівля піддається перепаду тиску 50 Паскаль ( $\text{м}^3/(\text{год} \cdot \text{м}^2)$ ).

За вимогами Стандарту Пасивного Будинку, неконтрольовані витoki повітря через зовнішню оболонку будівлі мають бути не більші, ніж  $0,6 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{м}^2)$ .

Наслідками поганої герметичності є прості втрати тепла за рахунок конвекції. Метою Пасивного Будинку є усунення втрат повітря і, таким чином, скорочення тепловтрат. Це дуже важливо у будівельному процесі, особливо коли йдеться про контроль якості.



# ВІКНА ТА ДВЕРІ ПАСИВНОГО БУДИНКУ

Вікна пасивного будинку мають три характерні особливості:

- ❖ Потрійне скління з двома низькоемісійними покриттями і заповненням інертним газом або споріднені аналоги (наприклад, вікна з двома стулками з подвійним склінням у кожній);
- ❖ Теплоізоване з'єднання скління з віконною рамою, застосування спеціальних дистанційних рамок по краях склопакетів («теплий край»);
- ❖ Теплоізовані віконні рами.

Згідно з європейськими нормами (EN 10077) коефіцієнт теплопровідності для теплих вікон повинен становити менше ніж  $0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  (або  $R_0$  близько  $1,25 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ).



Профіль вікна пасивного будинку повинен відповідати теплотехнічним стандартам.

Само собою зрозуміло, що поряд з суперізованними енергоефективними вікнами, Пасивний Будинок вимагає також **двері** з відповідними коефіцієнтами теплопровідності. Температура поверхні дверей повинна бути досить високою, так, щоб зберігалось тепло від сонячних променів, та одночасно холодне повітря не могло проникнути у простір перед дверима. При розробці дверей Пасивного Будинку повинно бути досягнуто середнього коефіцієнту теплопровідності  $U$ -значення  $0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . (відповідно до EN 10077).



# РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ

На сьогоднішній день технології будівництва пасивних будинків далеко не завжди дозволяють відмовитися від активного опалення або охолодження, особливо в регіонах з постійно високими або низькими температурами, або різкими перепадами температур, наприклад, в зонах з континентальним кліматом. Тим не менш, органічною частиною пасивного будинку є система обігріву, кондиціонування і вентиляції, що витрачає ресурси більш ефективно, ніж у звичайних будинках.



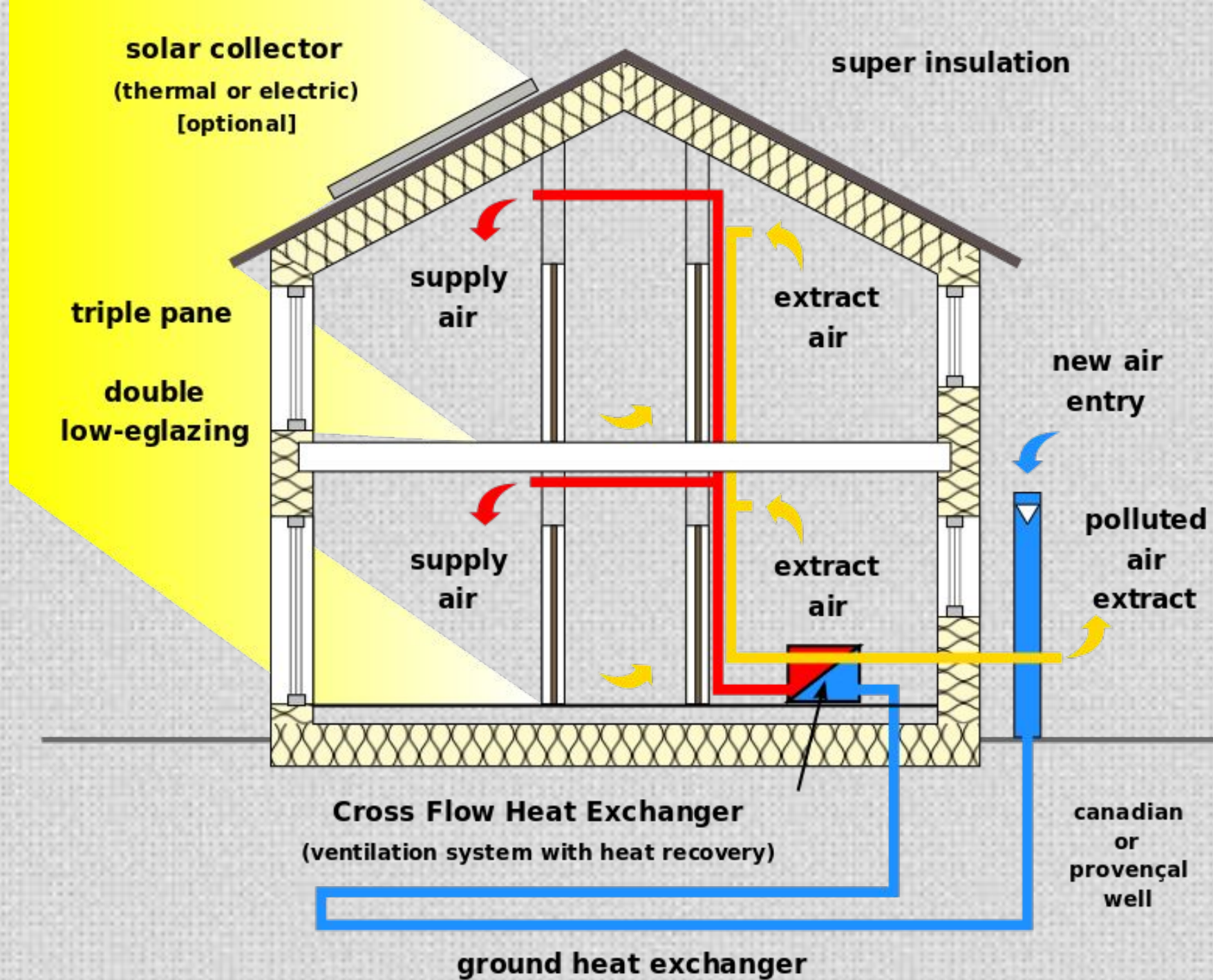
# ВЕНТИЛЯЦІЯ

У звичайних будинках вентиляція здійснюється за рахунок природного спонукання руху повітря, який зазвичай проникає в приміщення через спеціальні пази у вікнах і віддаляється пасивними вентиляційними системами, розташованими в кухнях і санвузлах.

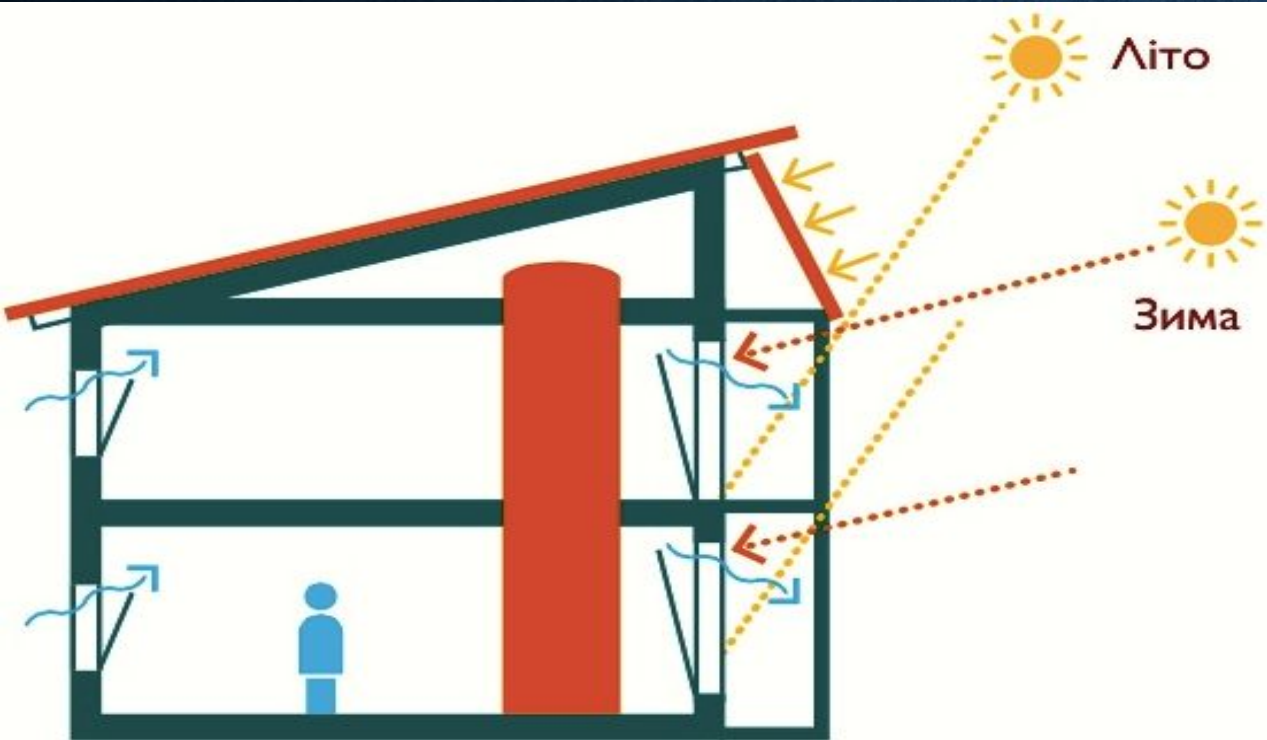
У енергоефективних будівлях використовується складніша система: замість вікон з відкритими пазами використовуються звукоізолюючі герметичні склопакети, а припливно-витяжна вентиляція приміщень здійснюється централізовано через установку рекуперації тепла. Додаткового підвищення енергоефективності можна домогтися, якщо повітря виходить з дому і надходить у нього через підземний повітропровід, забезпечений теплообмінником. У теплообміннику підігріте повітря віддає тепло холодному повітрю.

Взимку холодне повітря входить в підземний повітропровід, нагріваючись там за рахунок тепла землі, і потім надходить в рекуператор. У рекуператорі відпрацьоване повітря, яке видаляється з приміщень, нагріває свіже повітря, а потім видаляється зовні. Нагріте свіже повітря, що постачається у будинок, в результаті має температуру близько 17 °С.

Влітку гаряче повітря, надходячи в підземний повітропровід, охолоджується там від контакту з землею приблизно до цієї ж температури. За рахунок такої системи в пасивному будинку постійно підтримуються комфортні умови. Лише іноді буває необхідно використання малопотужних нагрівачів або кондиціонерів (тепловий насос) для мінімального регулювання температури.

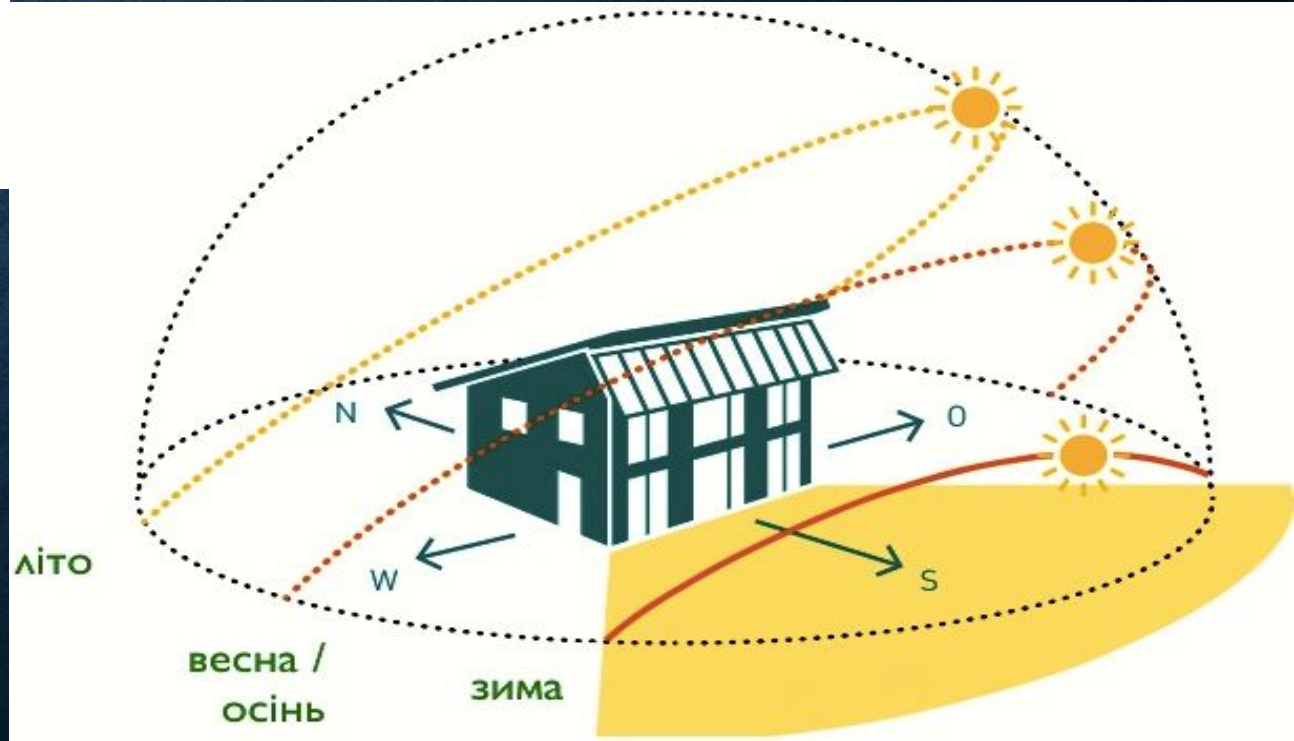


# ПРОЕКТУВАННЯ З СОНЦЕМ



При проектуванні пасивного будинку особлива увага приділяється геліоархітектурі - орієнтуванню будівлі відносно сонця та максимальному використанню пасивного сонячного тепла.

Також особливу увагу слід приділяти ретельному плануванню вікон, їх розташуванню та розмірам. Для більшості кліматичних зон, в ідеалі, максимальна площа скління повинна бути орієнтована в сторону екватора.



# ВАРТІСТЬ ПАСИВНОГО БУДИНКУ



На сьогодні, вартість спорудження енергоефективного будинку приблизно на 8-10% більше середніх показників для звичайної будівлі. Додаткові витрати на будівництво окупаються протягом 7-10 років. При цьому немає необхідності прокладати всередині будівлі труби водяного опалення, будувати котельні, ємності для зберігання палива і т. д.

# 10 МІФІВ ЩОДО ПАСИВНИХ БУДИНКІВ

## МІФ 1.

У Пасивних Будинках не можна відкривати вікна.

За рекомендацією РНІ (Інститут Пасивного Будинку, Дармштадт, Німеччина), кожен Пасивний будинок має вікна, які можна відкривати. Проте, якщо навіть ви не відкриваєте вікна протягом тривалого періоду, наприклад, у холодну пору року або у пору дощів, технічні системи вентиляції постачають свіже повітря так, що в Будинку ніколи не буде задушливого, спертого повітря.

## МІФ 2.

### Внаслідок контрольованої вентиляції у житловому приміщенні виникають протяги.

Вентиляція житлового приміщення постачає стільки свіжого повітря скільки необхідно згідно з санітарними нормами. Найкраще улаштувати припливні та витяжні отвори повітроводів на висоті, під стелею. У такому випадку вже на відстані 30 см від повітряного потоку помітних коливань повітря спостерігатись не буде. Перебуваючи в будь-якому Пасивному Будинку ви ніколи не будете відчувати ніяких протягів.



## МІФ 3.

### Пасивний Будинок не потребує опалення.

Пасивний будинок не є “Будинком з нульовим енергопостачанням» (Zero-Energy Home). Але, як правило, йому потрібна лише невелика кількість енергії на опалення.

## МІФ 4.

### Пасивні Будинки завжди досить “незграбні”.

Існує думка, що Пасивні Будинки однотипні та не привабливі. Але є тисячі цих будинків різноманітних форм та розмірів: від Будинків з шатровими дахами до Будинків з дахами у вигляді усічених куполів та конусів і навіть з Ванкель-поршневыми формами дахів. Існують Пасивні Будинки з великим різноманіттям будь-яких архітектурних форм.

## МІФ 5.

### Технології Пасивних Будинків поки що в стадії доопрацювання.

Пасивний будинок не потребує застосування такої кількості технологій, як звичайні Будинки! Тут задіяні тільки спеціальні технології необхідної Пасивному Будинку вентиляції з рекуперацією тепла. В Канаді та Скандинавії вже понад 50 років успішно використовуються технології Пасивного Будинку.

## МІФ 6.

Пасивний Будинок можна будувати тільки в місцях з можливістю отримання сонячних надходжень.

Ця думка може виникати внаслідок плутання технологій Пасивного Будинку з “Пасивним Сонячним” методом. Можна знайти Пасивні Будинки, споруджені в містах зі щільною забудовою, з головним фасадом, зорієнтованим на північ. Для будівництва Пасивного Будинку затінена ділянка не є перешкодою.

## МІФ 7.

### Пасивний Будинок набагато дорожчий за звичайний, він не окупається.

Останнє дослідження показало, що будівництво Пасивного Будинка у порівнянні зі звичайним будинком потребує на 5-7% інвестицій більше тільки на початковому етапі. Водночас у вас є можливість отримати урядову фінансову допомогу за позитивні екологічні характеристики Пасивного Будинку. (На жаль, в Україні ще не існує подібної практики). Найбільш вагомий результат приходить пізніше: мешканці Пасивного Будинку будуть економити від 800 до 1500 євро поточних витрат щороку (Це приблизно від 15000 до 20000 гривень). Раціональний розрахунок з огляду на перспективу свідчить, що з економічної точки зору вибір на користь Пасивного Будинку є найвигіднішим найоптимальнішим.

## МІФ 8.

### У Пасивному Будинку завжди холодно.

Єдине, що можна порадити — завітайте до Пасивного Будинку. Мешканці Пасивних Будинків люблять тепло. Дослідники заміряли температуру в приміщеннях: взимку вона була від + 22 до + 24 °С. Пасивний Будинок — це дуже затишне житло; водночас його опалення буде коштувати недорого.

## МІФ 9.

У приміщеннях Пасивного Будинку не можуть підтримуватись автономні температури.

Все залежить від побажань мешканців будинку: нікому не потрібні кімнати з холодними боковими стінами, навіть якщо утримання їх теплими коштуватиме дещо дорожче. За потреби в Пасивний Будинок також можна вбудувати і прохолодний винний льох. Можливо майже все.

## МІФ 10.

### Не можна перебудувати старий будинок у Пасивний Будинок.

Зазвичай це так. Але це тільки частина правди: в процесі реконструкції старої будівлі ви можете втілити технології Пасивного Будинку. Для цього знадобляться дуже гарна ізоляція зовнішніх стін, енергоефективні вікна з потрійним заскленням та вентиляція з рекуперацією тепла. Ви не досягнете енергетичного Стандарту Пасивного Будинку з питомим споживанням енергії 15 кВт-год /м<sup>2</sup>, але показники від 20 до 35 кВт-год/ м<sup>2</sup> отримаєте. Будьте в цьому впевнені, тому що дійсно за стандартом Пасивного Будинку можна перебудувати навіть набагато більші будівлі, ніж односімейні будинки.



# ПРИКЛАДИ ПАСИВНИХ ТА ЕНЕРГОВИГІДНИХ ЕКОБУДИНКІВ В УКРАЇНІ

Перший пасивний екобудинок (Дім „Сонця“) в Україні був споруджений у 2008 р.: «Пасивний житловий будинок в Києві» в базі даних Інституту Пасивного Будинку в Дармштадті. У 2010 р. таких будівель в різних містах та селах України стало вже 9.





**„Дім сонця“, пасивний екобудинок в Києві**



# Пасивний будинок у Чернігові



„Солітер“, пасивний будинок у Василькові



„Екодім у пагорбі“, пасивний дитячий будинок сімейного типу під Каневом



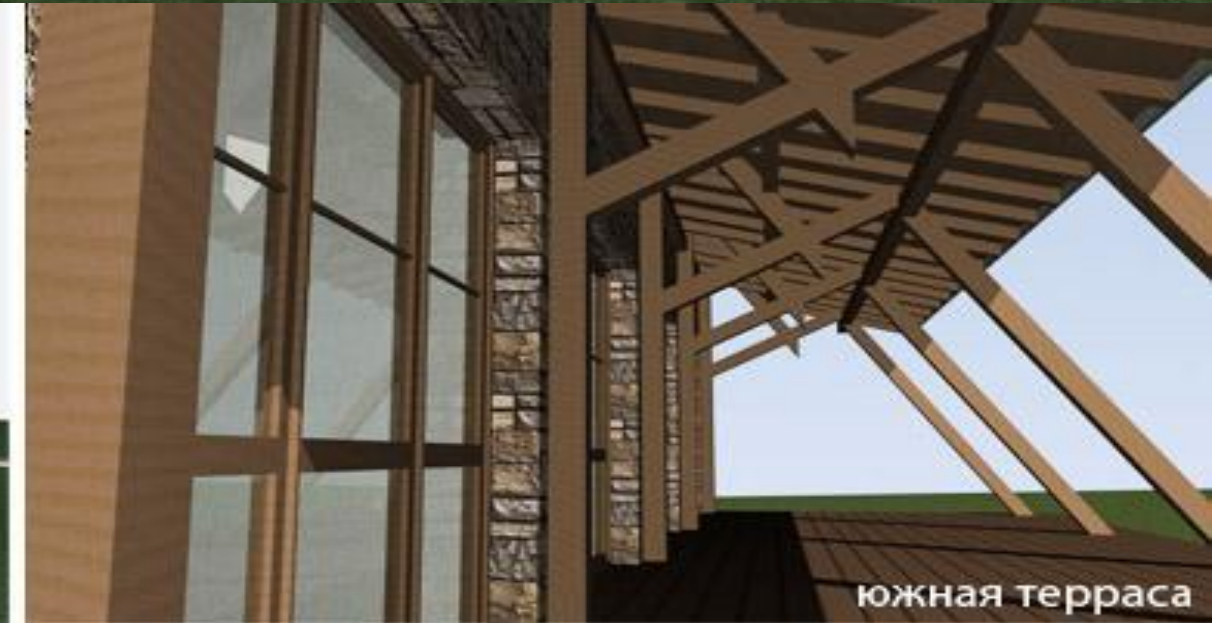
Пасивний екобудинок, в Одесі



юго-восточный фасад

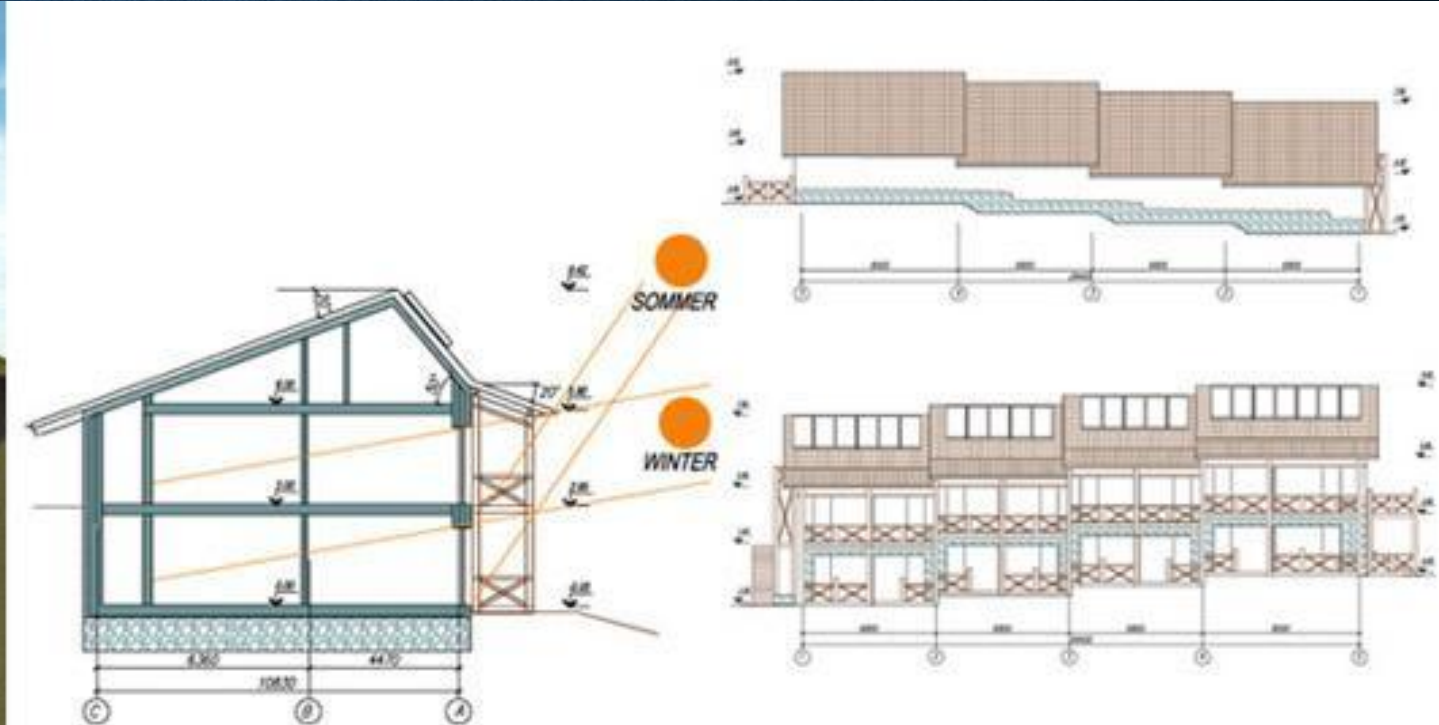


восточный фасад



южная терраса

Пасивний екобудинок, у м. Яворів (під Львовом)



Багатоквартирний пасивний екобудинок  
„Таунхауз“





**„Пасивний екобудинок у стилі органічної архітектури“ у Сімферополі**

# **ВИРІШАЛЬНІ ПЕРЕВАГИ НА КОРИСТЬ ПАСИВНОГО БУДИНКУ:**

- ❖ Високий рівень комфорту
- ❖ Чисте та свіже повітря в будівлі протягом року
- ❖ Структура будівлі забезпечує відсутність вологості та цвילі
- ❖ Надзвичайно низькі енергетичні витрати, незважаючи на постійне зростання цін на енергоносії.
- ❖ Зниження викидів CO<sub>2</sub>.

**Пасивний будинок це набагато більше, ніж просто ефективна будівля ...**