



УТЕПЛЕННЯ БУДИНКУ:
КОМФОРТ І ЕКОНОМІЯ



Ця публікація підготовлена в рамках проекту «Розвиток місцевого потенціалу для побутового сонячного опалення та підігріву води і термоізоляції у сільських та віддалених районах в країнах Східної Європи та Кавказу (СЕК)» («Building local capacity for domestic solar heating, hot water and Insulation for rural and remote areas in the EEC region»), за фінансової підтримки Європейського Союзу. Відповідальність за зміст публікації несе Міська молодіжна громадська організація «Екоclub». Зміст публікації не може розцінюватись як такий, що відображує точку зору Європейського Союзу.

Автори: Ніколь Шольтишик (Nicole SCHOLTYSIK), Марк Глас (Marc GLASS), Сіріл Ярний (Cyril JARNY).

Верстка: Надтока Вікторія.

Схеми і фотографії: GERES, Ecosclub, WECF.

За експертної підтримки:

Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarites (GERES)

Поштова адреса: 2, cours Foch, 13400, Aubagne, France

Телефон/факс: +33 4 42 18 55 88, +33 4 42 03 01 56

Електронна пошта: contact@geres.eu

Веб-сторінка: www.geres.eu



Партнери проекту в Україні:

Міська молодіжна громадська організація «Екоclub»

Поштова адреса: а/с 73, 33023, м.Рівне, Україна

Телефон/факс: +38 0362 26 78 91

Електронна пошта: office@ecoclubrivne.org

Веб-сторінка: www.ecoclubrivne.org



Діяльність Екоclubу

підтримується фондом

ім. Гайнріха Бьоля



Національний екологічний центр України

Поштова адреса: а/с 306., 01032, м.Київ-32, Україна

Телефон/факс: +38 044 238 62 60, +38 044 238 62 59

Електронна пошта: nescu@nescu.org.ua

Веб-сторінка: www.nescu.org.ua



Татарбунарська районна громадська екологічна організація «Відродження»

Поштова адреса: вул. Тимошенка, 19, 68100, м.Татарбунари

Ця публікація стала можливою за підтримки Фонду Дональда Куена (the Donald Kuenen Foundation) з розвитку екологічної експертизи в Центральній та Східній Європі

www.wecf.eu

WECF Germany
St. Jakobsplatz 10
D-80331 München
Germany

Tel: +49/89/ 23 23 938 0

Fax: +49/89/ 23 23 938 11

wecf@wecf.eu

WECF The Netherlands
Biltstraat 445

3572 AW Utrecht

P. O. Box 13047, 3507 LA Utrecht

The Netherlands

Tel: +31/30/ 231 03 00

Fax: +31/30/234 08 78

wecf@wecf.eu

WECF France

BP 100

74103 Annemasse Cedex

France

Tel: +33/450/49 97 38

Fax: +33/450/ 49 97 38

wecf@wecf.eu

Якщо Ви хочете фінансово підтримати нашу роботу, використовуйте, будь-ласка, цей рахунок:

WECF e. V., Account no.: 13139050, BLZ: 701 500 00, Stadtsparkasse München, Germany

IBAN: DE68 7015 0000 0013 1390 50, BIC/SWIFT: SSKMDEMM

Про WECF

WECF – це міжнародна мережа, що об'єднує більше 100 жіночих організацій та організацій із захисту довкілля з 40 країн, які здійснюють проекти і ведуть по всьому світові пропаганду за здорове довкілля для всіх. Демонстраційні проекти WECF зі стабільного енергозабезпечення здійснюються в регіоні СЕКЦА (Східна Європа, Кавказ і Центральна Азія).



ЗМІСТ

Вступ	4
Зміна клімату: причини й наслідки	5
Парниковий ефект.....	5
Причини зміни клімату	5
Наслідки зміни клімату: неоднорідний розподіл впливу.....	8
Вичерпування палива	8
Переваги теплоізоляції	10
Зменшити витрати енергії.....	10
Зберегти здоров'я.....	10
Підвищити комфорт.....	10
Зменшити залежність від енергії.....	12
Основи теплового розрахунку	13
Теплопровідність.....	13
Конвекція.....	15
Радіація.....	16
Термальна маса.....	17
Концепція теплоізоляції	18
Ізоляція стін	18
Методи утеплення.....	22
Утеплення вікон.....	26
Контроль вологості	27
Рекомендації	30
Період окупності	31
Вибір матеріалів	31

Вступ

Загально визнано, що саме традиційна енергетика найбільше впливає на довкілля і спричинює зміни клімату, наслідки яких стають все відчутнішими в різних куточках планети. Звичайно, найбільша відповідальність лежить на енергоспоживанні у промисловості, однак житлово-комунальне господарство також високими темпами нарощує споживання природних ресурсів та шкідливі викиди в атмосферу.

Стрімке зростання ціни на енергоресурси зробило питання енергозбереження актуальним і близьким для кожного жителя України. Особливо гострим воно є для власників приватних будинків – зростання цін на газ усе суттєвіше відбивається на сімейних бюджетах. В результаті формується попит на енергозберігаючі заходи, зокрема утеплення будинків. Однак утеплення, виконане з порушенням спеціальних технологічних вимог, може призвести до сумних наслідків: від зниження комфорту проживання в оселі аж до руйнування будинку.

У цьому посібнику представлена інформація, за допомогою якої ви зможете кваліфіковано й якісно утеплити свій будинок власними силами. Він розроблений французькою організацією GERES, яка займається розвитком та вдосконаленням різноманітних технологій утеплення в багатьох країнах. Крім надання практичних порад, експерти пояснюють зв'язок між охороною довкілля, споживанням енергії та утепленням будинків.

Основна частина посібника присвячена детальному поясненню теоретичних основ теплоізоляції. Тож ви отримаєте знання і зможете більш фахово розрахувати необхідну товщину ізоляції для вашого будинку та обрати найбільш відповідний матеріал. Окрема увага приділена утепленню природними матеріалами, які за своїми властивостями не поступаються штучним та є безпечними для здоров'я людей і довкілля.

Посібник розроблений за результатами виконаного у 2011–2012 роках експертного дослідження щодо ефективності використання енергоресурсів для обігріву осель в Україні та Грузії, проведеного в рамках проекту «Розвиток місцевого потенціалу для побутового сонячного опалення та підігріву води і термоізоляції у сільських та віддалених районах в країнах Східної Європи та Кавказу (СЕК)».

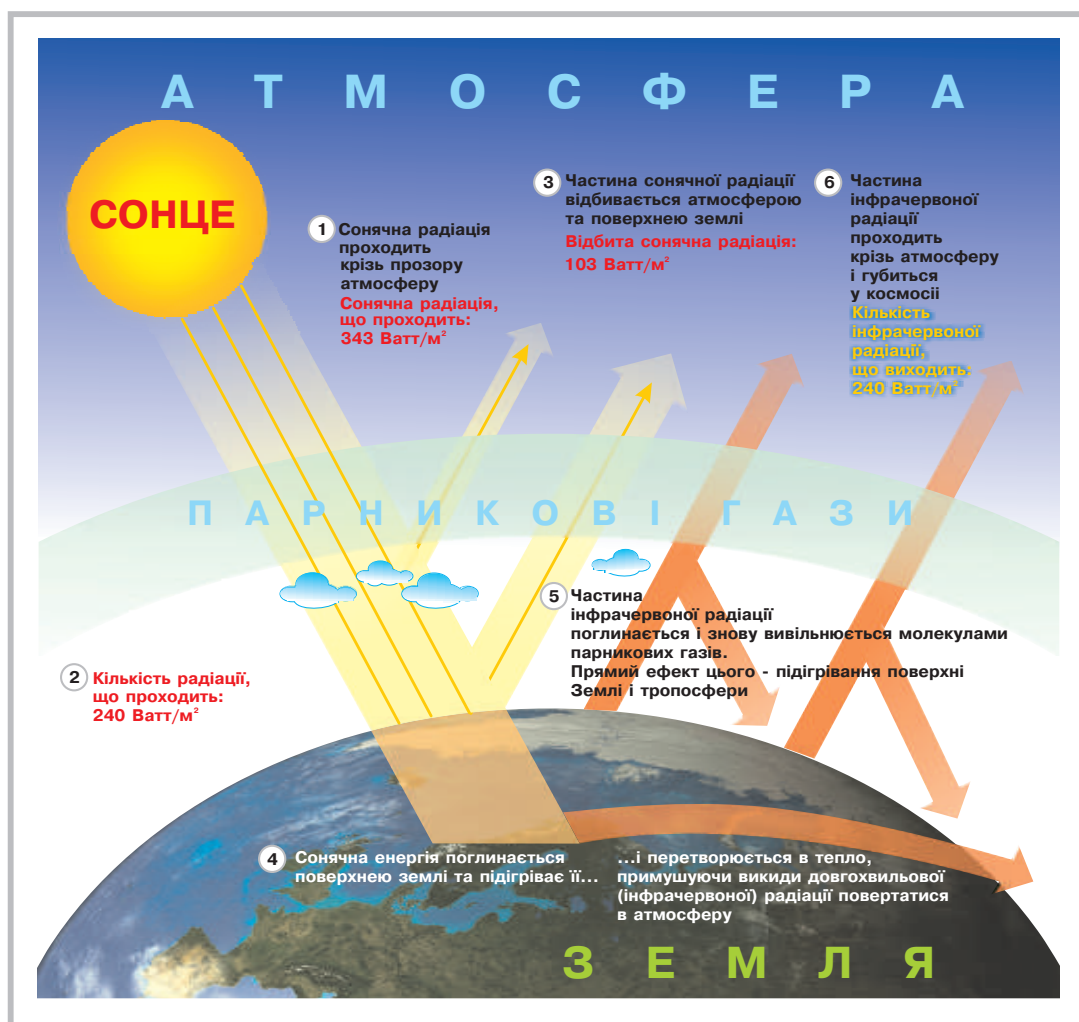


Зміна клімату: причини й наслідки

Насправді процеси змін у кліматі старі, як наша планета. Загальна тенденція глобальної температури за період геологічних змін показує, що клімат був переважно спекотним за винятком п'яти льодовикових періодів. Останній з них відбувся в Четвертинному періоді, в якому ми зараз живемо. Але сучасні зміни у кліматі не можуть вважатися звичайними. Через масштабність та швидкість нинішнє потепління можна описати як екстраординарне в історії нашої планети.

Парниковий ефект

Стиль нашого життя та характер щоденного споживання призводить до викидів великої кількості парникових газів. Парникові гази, які утворюються в результаті діяльності ТЕЦ, транспорту, сільського господарства, промисловості, а також лісових пожеж, викликають посилення парникового ефекту в атмосфері, що веде до підвищення середньої температури на планеті. Посилення парникового ефекту відіграє важливу роль у зміні клімату. Кожен із нас повинен зрозуміти, що викиди парникових газів необхідно зменшити.



Джерело: кафедра Географії університету Оканаган, Канада; відділення географії університету Оксфорд; Міністерство екології США; Наука зміни клімату: матеріали робочої групи 1 для другої оціночної доповіді міжурядової робочої групи зі змін клімату UNEP і WMO, віддруковано в університеті Кембридж у 1995р.

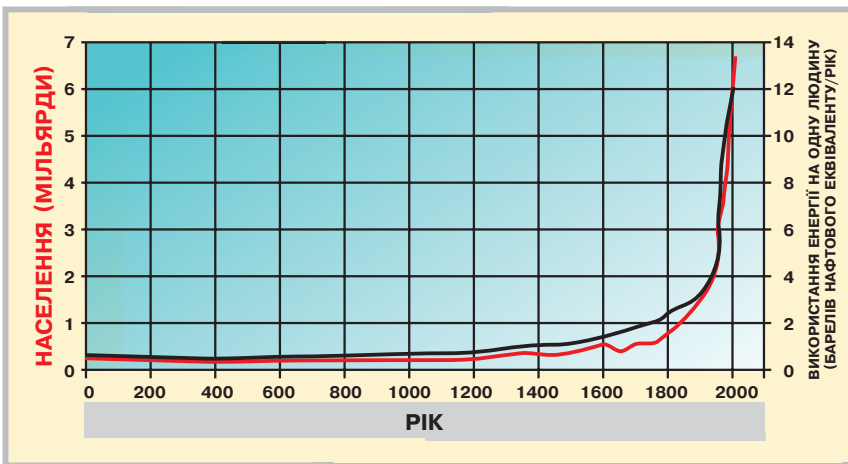
Причини зміни клімату

Сучасна зміна клімату, в основному, пов'язана саме з викидами парникових газів, що є результатом діяльності людини.

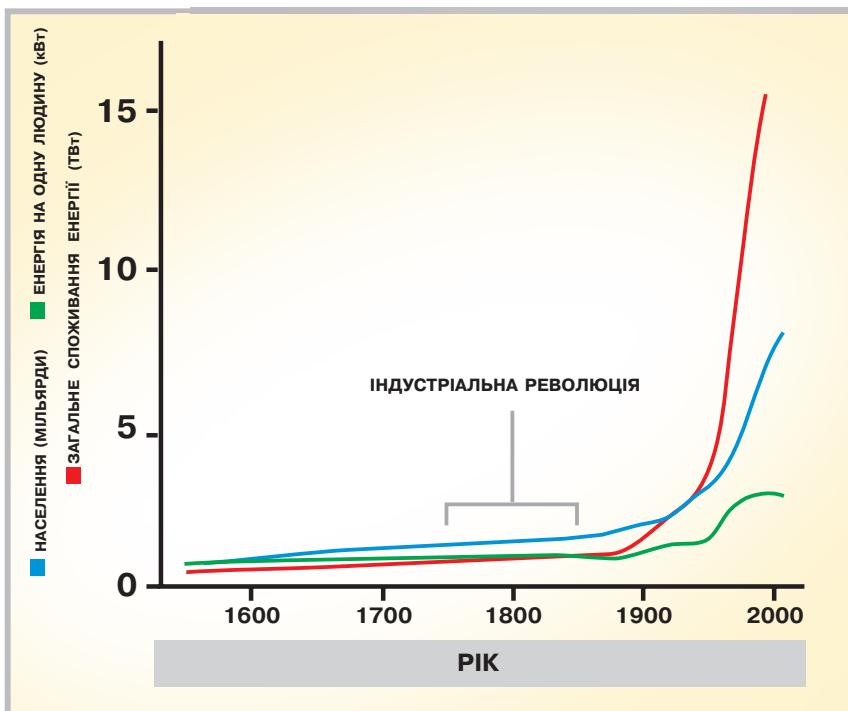


Показове стрімке зростання населення з першої половини XX століття. Це був справжній стрибок у історії людства.

Джерело «Населення світу: вперед до наступного століття», Population Reference Bureau, 1994.

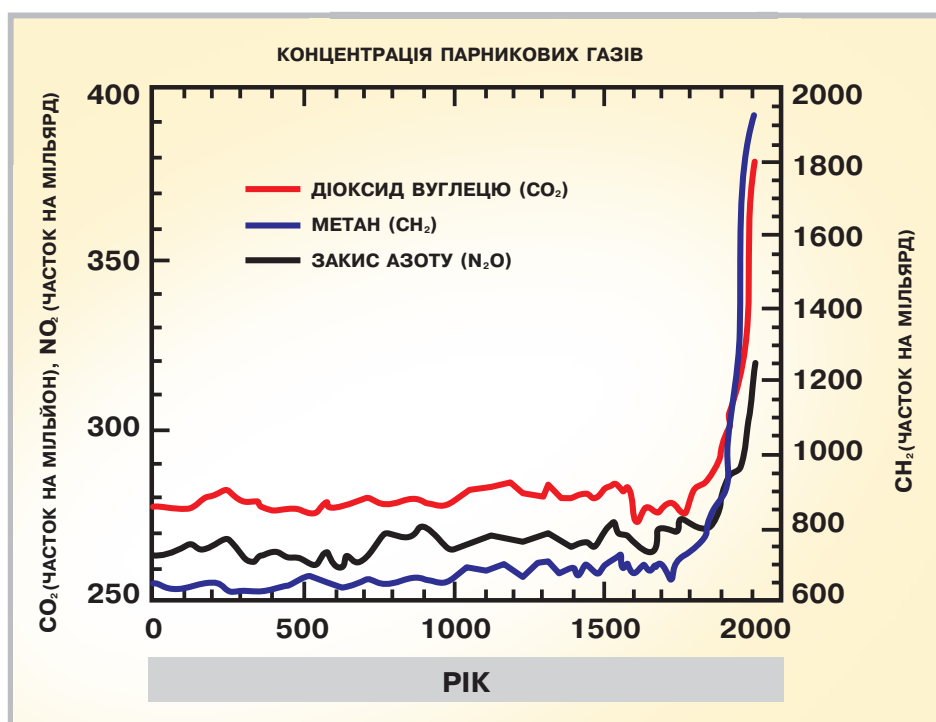
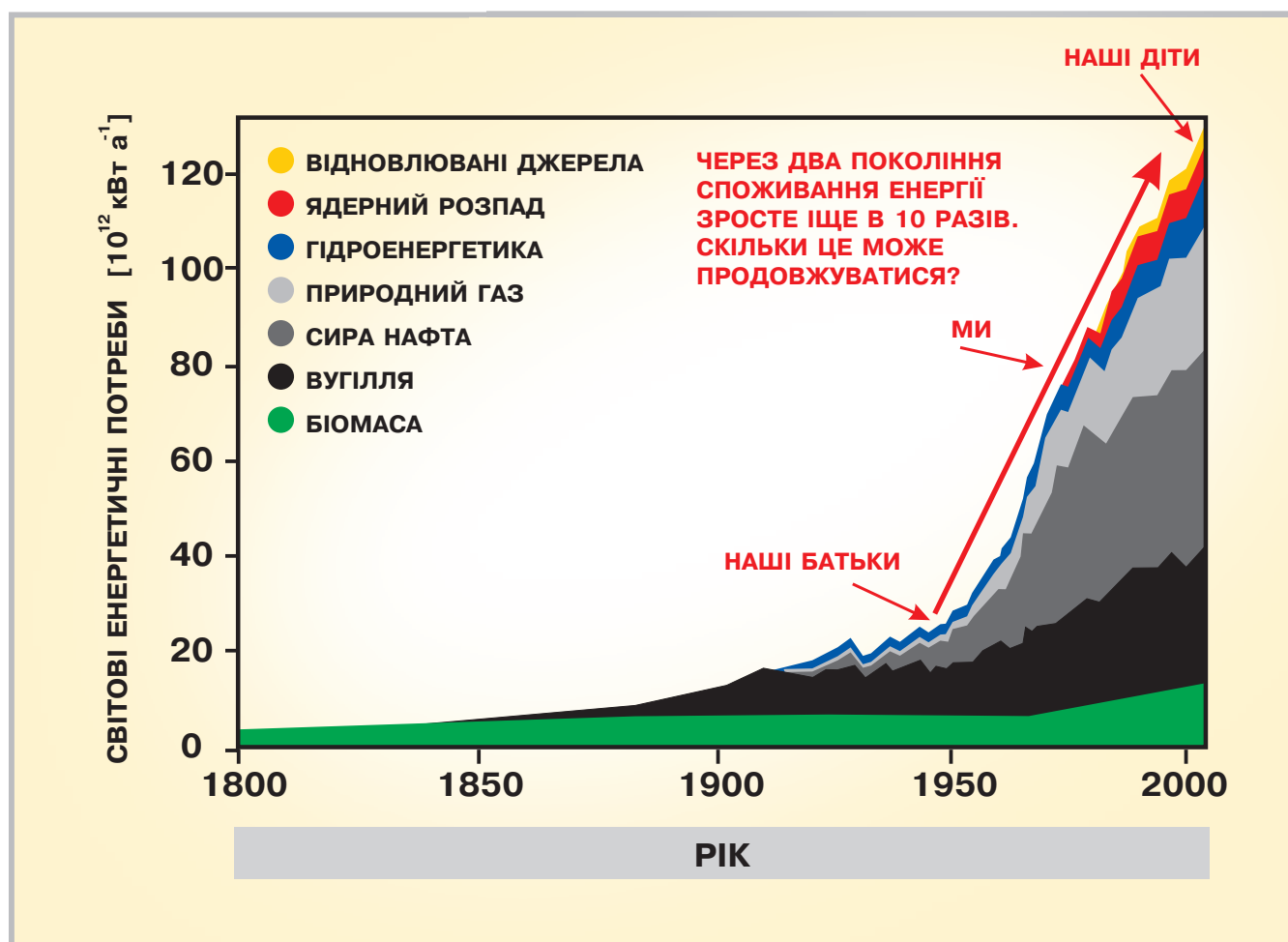


Дуже швидко зростає глобальне споживання енергії на душу населення. Цей процес пов'язаний із винаходом палива з нафти, що є основою західної економіки. Кожен мешканець Заходу споживає у 1000 разів більше енергії, ніж у інших частинах світу.



Враховуючи зростання кількості населення вдвічі та обсягів споживання енергії на людину, можна зробити логічний висновок про вагоме зростання загального споживання енергії в світі.

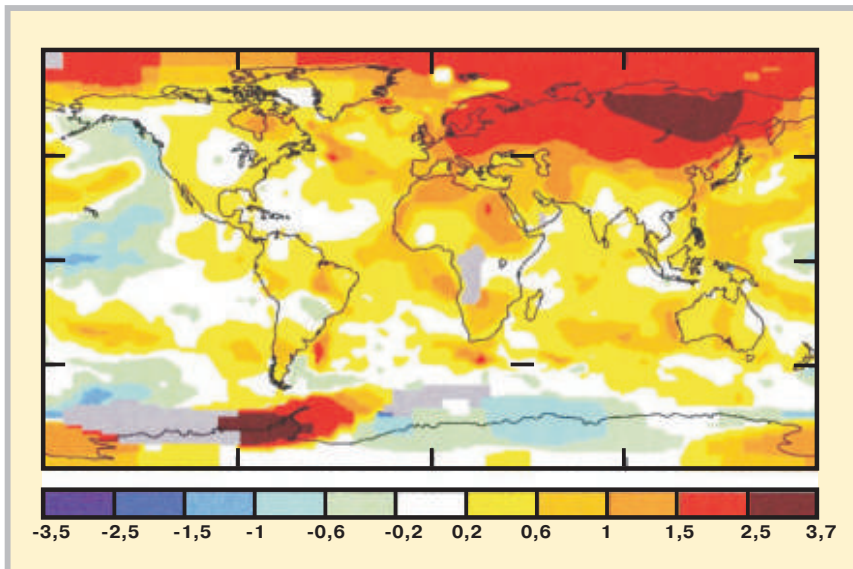
За два покоління, від наших батьків до дітей, споживання енергії в світі збільшилося у 10 разів! Наскільки довго ми зможемо рухатися в цьому напрямку?



Результатом такого зростання споживання викопного палива є те, що викиди парникових газів збільшуються у тій самій пропорції.

Викиди антропогенного походження відповідають за більш як 3/4 викидів діоксиду вуглецю (CO₂). Споживання викопного палива (виробництво енергії, паливо для транспорту, опалення домівок, промисловість) є основною причиною цього явища. Також ми не повинні забувати, що зміни в землекористуванні, включаючи знеліснення, посідають друге місце серед причин, що відповідають за всесвітнє підвищення викидів парникових газів (17% від загальної кількості).

Наслідки зміни клімату: неоднорідний розподіл впливу



Глобальне потепління поглиблює нерівність між різними географічними регіонами планети. Населення найбільш бідних країн світу є більш вразливим до змін клімату, незважаючи на те, що воно найменш відповідальне за нього. Країни, що розвиваються, не здатні захистити себе від впливу цього феномена або пристосуватися до нього. Зміна клімату підвищує небезпеку для найбільш вразливого населення (території проживання, доступність харчових продуктів, медичного обслуговування, води й енергії, житла...), збільшуючи соціально-економічну прірву.

Жителі найбільш вразливих країн стають першими жертвами сучасних та майбутніх кліматичних змін. Це пов'язано з розташуванням, низькими доходами, браком ресурсів та інституційної спроможності, а також із тим, що економіка цих країн найбільше спирається на сектори, залежні від клімату, як-от, сільське господарство.

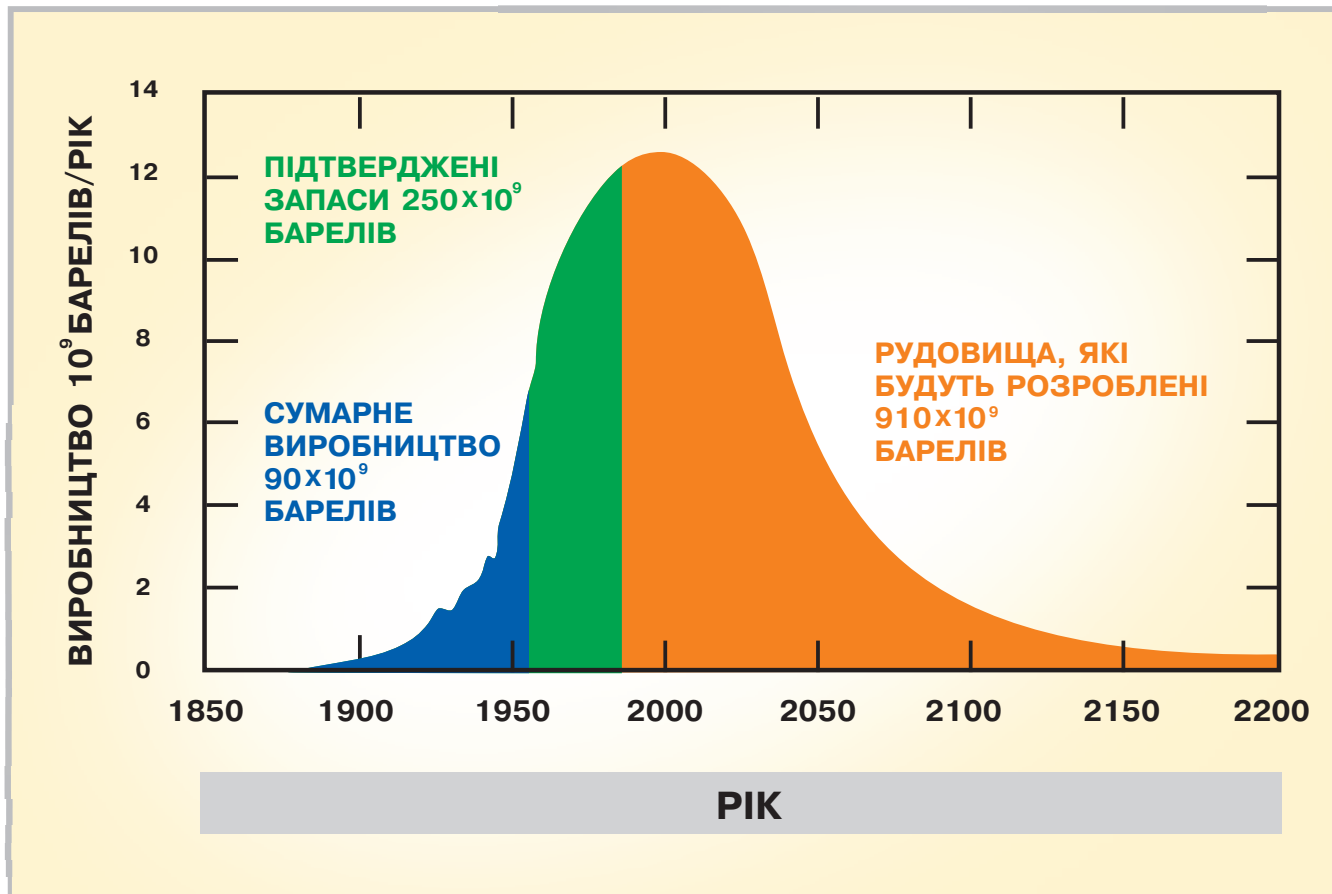
Навіть для Європи наслідки будуть різними для кожної окремої території. Загалом, наслідками можна вважати наступні зміни: підвищення рівня океану, танення льодовиків, збільшення сили та частоти природних катастроф, спустелювання.

У Східній Європі вчені передбачають зникнення льодовиків, зменшення снігового періоду, зсування ареалів розповсюдження дерев на північ, значну втрату біорізноманіття, зростання кількості зсувів, зменшення врожайності, збільшення ерозії ґрунтів, підвищення рівня моря, підвищення солоності внутрішніх морів.

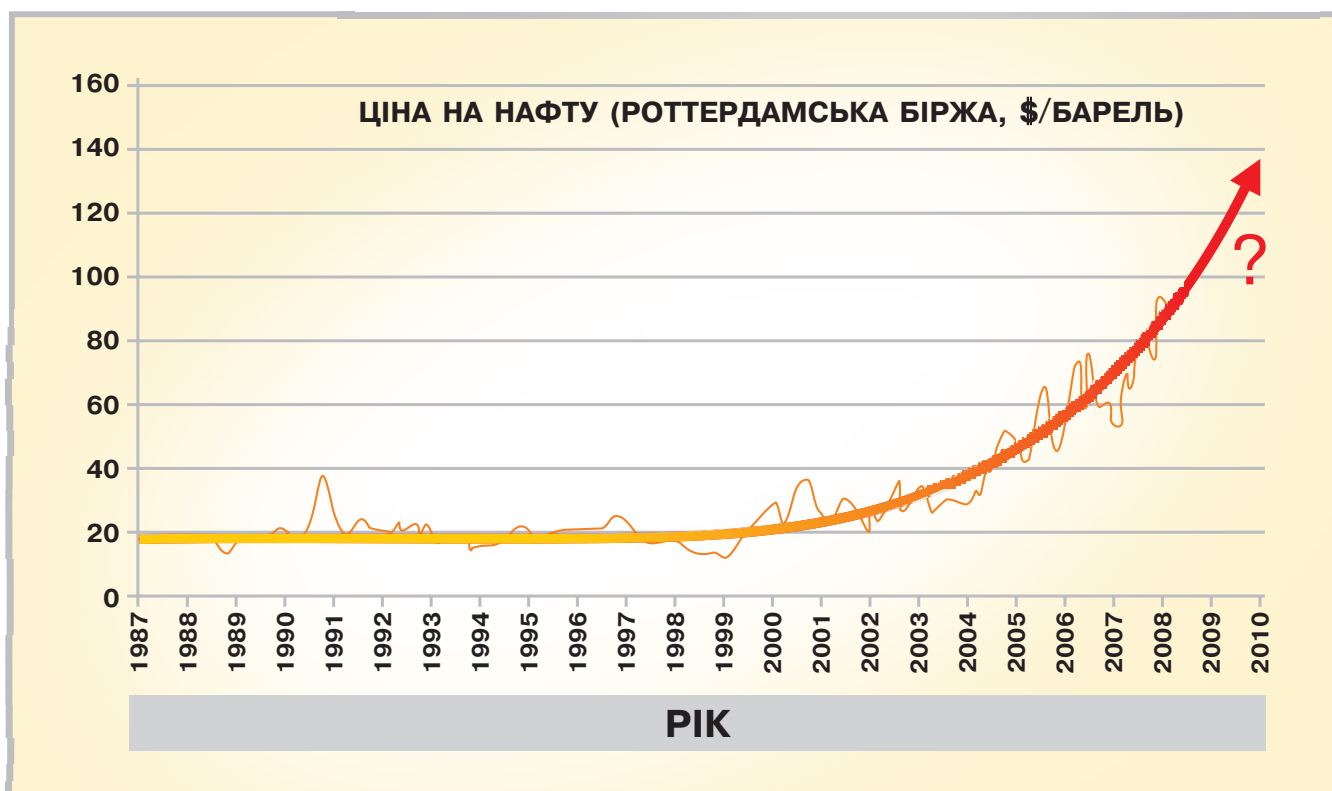
У Східній Європі вчені передбачають зникнення льодовиків, зменшення снігового періоду, зсування ареалів розповсюдження дерев на північ, значну втрату біорізноманіття, зростання кількості зсувів, зменшення врожайності, збільшення ерозії ґрунтів, підвищення рівня моря, підвищення солоності внутрішніх морів.

Вичерпування палива

Іще одним наслідком підвищення споживання викопного палива є його вичерпування. Між цими даними існує зв'язок. Нафта, газ та вугілля, які називають викопним паливом, формувалися протягом усього періоду існування нашої планети та не можуть бути відтворені людиною. Земля має певну кількість такого палива, але за сучасного рівня споживання ці ресурси скоро не зможуть задовольнити потреб людства. Енергетичну кризу постачання у майбутньому визнають не лише вчені, але й експерти нафтових та енергетичних компаній. У цьому контексті часто вживають термін «пік нафти», яким називають максимальну кількість нафти, що ми можемо добути. Нафтові компанії наводять різні оцінки того, коли вони досягли свого піку нафти, але наблизивши ці дані до середнього, можна сказати, що зараз ми знаходимося саме на піку (див. діаграму).



Не дивно, що за умов такої високої потреби в енергії ціни на нафту будуть постійно зростати (див. діаграму внизу) до повного вичерпання ресурсу. Стрілка на діаграмі показує середню вартість протягом останнього часу.



Переваги теплоізоляції

Тож, парникові гази, у тому числі CO₂, є основним фактором прискореного підвищення глобальної температури. CO₂ утворюється під час виробництва енергії з викопного палива, такого як вугілля, газ і нафта. Щоб досягти значного скорочення викидів CO₂, необхідно:

- зменшити споживання енергії;
- розвивати та використовувати відновлювані енергоносії.

Вважається, що 80% усієї енергії витрачається на «паливо» для нашої щоденної діяльності: керування автомобілем, приготування їжі, освітлення, прання, підігрівання води та інше, і більше ніж 60% з них іде на опалення наших будинків. Тому опалення є найвагомим пунктом енергозбереження. Окрім екологічних причин, існують також інші аргументи на користь поліпшення стандартів утеплення.

Зменшити витрати енергії

Місцеві дослідження показали, що на енергію витрачається до 25% доходів середньостатистичної української родини. Кількість енергії, що витрачається на опалення, в основному, залежить від утеплення будівлі. Чим краще утеплена споруда – тим менше споживання енергії. Зменшення витрат енергії на опалення будинку означає, що можна купувати менше деревини, вугілля, газу чи нафти.

Отже, інвестиція в теплоізоляцію дозволить економити гроші кожного року в довготривалій перспективі і навіть збільшити економію, якщо врахувати заплановане підвищення цін на енергоносії в наступні роки.

Зберегти здоров'я

Підвищення цін на пальне вже примусило більшість родин відмовитися від центрального опалення та перейти на індивідуальні печі. Такі печі на твердому паливі (дрова, торф, вугілля тощо) зазвичай є низькоефективними і задимлюють приміщення, принаймні при розпалюванні, а іноді й довше. Цей дим шкідливий, тому чим його менше – тим здоровіші мешканці.

Водночас утеплення робить приміщення теплішим і менш вологим, що значно поліпшує житлові умови і зменшує ризик багатьох захворювань.

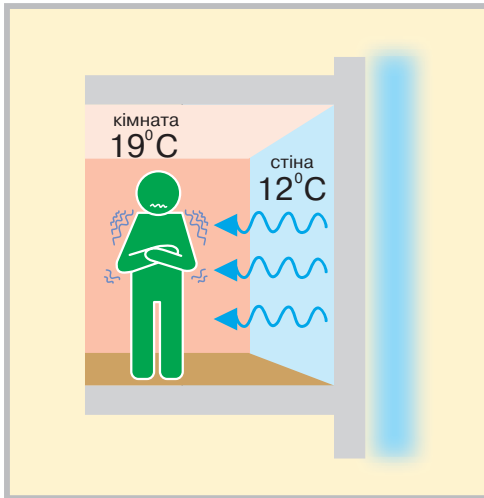
Підвищити комфорт

Теплоізоляція будинку дозволяє не лише економити енергію, але й підвищує комфорт за рахунок підвищення температури повітря й стін, уникнення потоків повітря із зовні, можливості опалювати більше кімнат взимку.

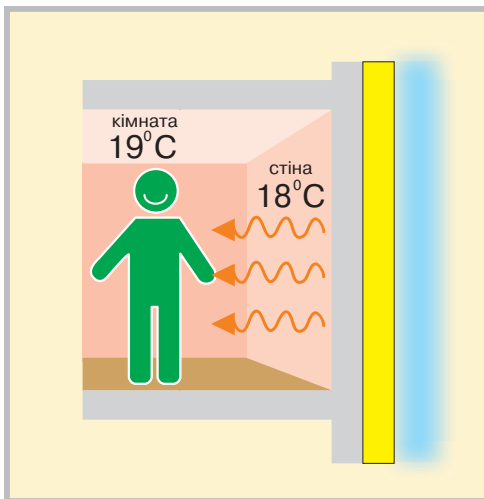


Температура, яку відчуває людина, залежить від теплообміну із середовищем. Тому навіть якщо повітря в кімнаті прогріте до 19°C, а стіни холодні, людина відчуватиме більш низьку температуру і мерзнутиме.

Приклади того, як ми відчуваємо температуру:



Приклад 1: температура повітря в приміщенні 19°C, температура зовнішньої стіни 12°C, температура, яку ми відчуваємо – 15,5°C. Наслідок: прогріти повітря до 26°C, щоб відчути комфортну температуру 19°C.



Приклад 2: температура повітря в приміщенні 19°C, температура зовнішньої стіни 18°C, температура, яку ми відчуваємо – 18,5°C. Температура ізолюваної стіни вища, тому 19°C достатньо, щоб людина почувалася комфортно.

Висновок: теплоізоляція дозволяє зберегти енергію, менше обігрівати повітря всередині приміщення й підвищити комфорт.

Інші параметри комфорту

Якість повітря

Якщо в закриті приміщення потрапляє недостатньо свіжого, збагаченого киснем, повітря, то воно стає несвіжим, перевантаженим запахами та вуглекислим газом. Тому будинок необхідно регулярно провітрювати. Водночас провітрювання дозволяє позбутися вологості, яка разом із забрудненням становить небезпеку для здоров'я мешканців.

Вологість

Занадто вологе повітря в приміщенні не є комфортним. Надмірна вологість впливає, як на наші організми, так і на будинки. Вона змінює сприйняття температури в теплі й холодні пори року. У надто вологому приміщенні нам холодніше взимку і спекотніше влітку, через те, що волога впливає на здатність потіти, яка є природною охолоджуючою системою організму. Тривала вологість може послабити тепловий опір та структурні показники будівельних матеріалів. Деякі матеріали у вологості створюють сприятливе середовище для бактерій та грибків, небезпечних для здоров'я мешканців.

Потік повітря

Потоки повітря підвищують теплообмін за рахунок конвекції. Чим більший потік, тим холодніше ви почуваетесь. Віконна рама, крізь яку «витікає» тепле повітря взимку, це негативний приклад. Можливість перехресної вентиляції влітку – позитивний.

Стабільність температури повітря

У неутепленому будинку із неконтрольованою системою опалення температура буде змінюватися часто, більше того, у кожній точці будинку температура може бути різною. Обидва явища викликають дискомфорт.

Зменшити залежність від енергії

Оскільки більшість споживачів не виробляють енергію самостійно і не є власниками первинних енергоресурсів, вони повинні купувати паливо (деревину, вугілля, торф...) для опалення своїх будинків. Ця ситуація робить споживача залежним від постачальника енергії та ринку. Якщо ціни піднімаються або паливо стає недоступним, споживач страждає.

Тому чим менше енергії ви споживаєте, тим менше залежите від її постачальників!



Основи теплового розрахунку

Тепло – це енергія, яка переходить від одного джерела до іншого, якщо їхня температура відрізняється. Передача тепла відбувається трьома шляхами: теплопровідність, конвекція і радіація. Характер і якість передачі тепла будуть залежати від різних параметрів кожного зі шляхів передачі: рівня температури, характеристики матеріалів, вітру тощо.

Приклад із чашечкою кави

Вода закипає при температурі 100°C і наливається у чашку для того, щоб заварити чай або каву. Коли ми поставимо чашку на стіл, вода вже буде нижчої температури (приблизно 90°C). Якщо ми забудемо про неї, то вона охолоне до кімнатної температури. Вона не залишиться теплою, але і не стане холоднішою, ніж температура в кімнаті. Тепло гарячого джерела (чашки) було передано холодному джерелу (повітрю кімнати).



Тепло завжди рухається від теплішого джерела до більш прохолодного. Гарячі предмети у прохолодній кімнаті охолонуть до кімнатної температури. Холодні предмети у теплій кімнаті нагріються до кімнатної температури. Нижче ми опишемо декілька шляхів руху тепла, які можуть бути відповідно виміряні.

Теплопровідність

Теплопровідність – це передача тепла через масу матеріалу. Теплопровідність виникає, коли енергія безпосередньо переходить від одного предмета до іншого. Якщо ви розмішуєте суп у каструлі на плиті металеву ложку, то ложка нагріється. Тепло передається з більш гарячої зони (супу) до більш холодної (ложки). Метали – відмінні провідники теплової енергії. Деревина та пластик – ні. Такі «погані» теплопровідники називаються ізоляторами. Саме тому сковорідка, зазвичай, зроблена з металу, тоді як ручка – із деревини чи пластику.

Здатність матеріалів передавати тепло визначається їх теплопровідністю і позначається літерою λ (лямбда). Чим менше цей показник, тим більшу ізоляційну властивість має матеріал.

Давайте розглянемо поняття «опору», що є протилежним до «провідності», і означає здатність матеріалу або набору матеріалів протидіяти передачі тепла.

Опір може вважатися характеристикою ефекту ізоляції. Він залежить від двох основних параметрів: провідності й товщини матеріалу. Це означає, що ефект ізоляції буде залежати від характеристики матеріалу та його товщини.

R : тепловий опір ($\text{m}^2\text{C}/\text{Ватт}$)

t : товщина матеріалу (м)

λ : термальна провідність ($\text{Ватт}/\text{m}^2\text{C}$)

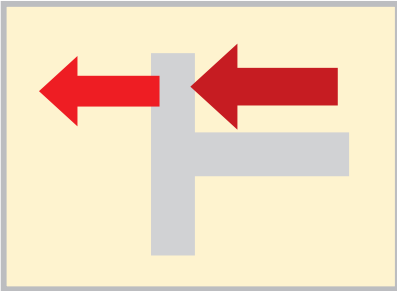
Отже, гарний утеплювач має низьку провідність і високий опір.

$$R = \frac{t}{\lambda}$$

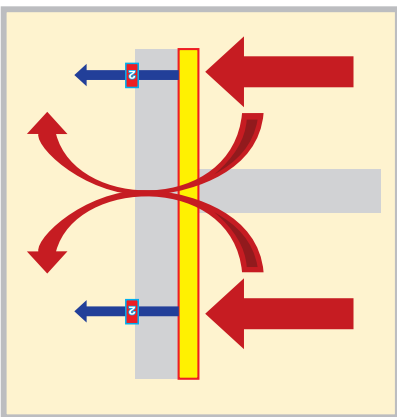
Втрата тепла крізь термальний міст шляхом теплопровідності

Кожен матеріал може бути класифіковано за його здатністю проводити тепло або чинити тепловий опір. При будівництві провідник, такий як метал, використовують для забезпечення стійкості конструкції, але для досягнення гарних термальних результатів він не повинен торкатися інших частин будівлі, які є добрими провідниками тепла. Пряме поєднання будівельних

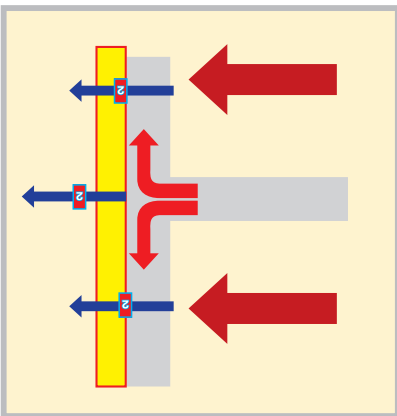
елементів, внутрішньої частини приміщення із зовнішньою, що мають високу провідність, називають **термальним мостом**, тому що він у прямому сенсі допомагає теплу переходити із одного місця в інше.



Приклад: тепло із будинку «тікає» шляхом провідності через неізольовану стіну.



Внутрішня теплоізоляція будівлі допомагає швидше обігріти приміщення. Це означає, що для досягнення комфортної температури в кімнаті буде потрібно менше енергії. Але це не забезпечує так званої термальної маси і призводить до того, що зовнішні стіни швидко охолоджуються вночі. Тепло буде шукати свій шлях крізь неізольовані стіни, що поєднанні із зовнішніми, доки не «втече» через термальні мости.



За умови **зовнішньої теплоізоляції** для досягнення комфортної температури у кімнаті потрібно більше часу. Але відбувається підвищення термальної маси, що, за умови правильного облаштування, залишає менше можливостей для термальних мостів. Це призводить до більш герметичної оболонки будівлі і кращої загальної енергоефективності, оскільки стіни будуть тримати тепло всередині довше.

Приклади різних рівнів теплопровідності

За допомогою технічного пристрою **тепловізора** можна побачити втрату тепла крізь різні будівельні матеріали. На прикладі

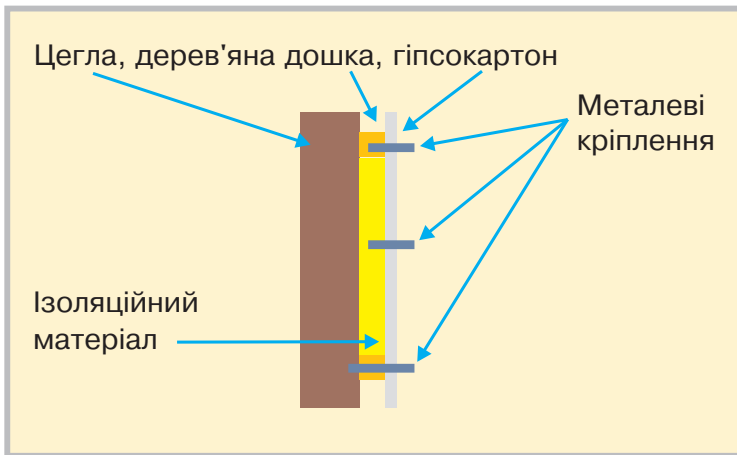
нижче зображено будинок, який було частково модернізовано із покращенням теплоізоляції. Камера надає кольорове зображення різних температур: більш теплі ділянки позначені «теплыми» кольорами (від жовтого до червоного). Холодні ділянки позначені «холодними» кольорами (від зеленого до синього).

У цьому випадку синій колір означає, що добре ізольовані стіни ззовні холодні і тепло НЕ виходить у зовнішній простір. Жовтий колір показує гарячі стіни, які не було утеплено, тому тепло виходить назовні.



Тепло завжди проходить крізь будівельний матеріал із найнижчим R-показником (опором). У зв'язку з цим стіна завжди складається із декількох різних матеріалів. Потрібно уникати матеріалів, які мають низький R-показник.

Приклад:



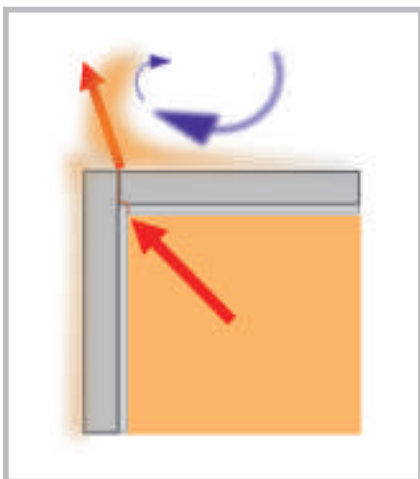
високі R-показники	низькі R-показники
Деревина	Цегла
Ізоляція	Металеві кріплення
Гіпсокартон	



Серед використаних матеріалів саме металеві кріплення спричиняють появу термального мосту і втрати тепла. Декілька металевих деталей не завдадуть багато втрат, але якщо їх більше, це може стати проблемою.

Конвекція

Конвекція – це передача тепла шляхом руху молекул у рідинах та газах. Шляхом конвекції гази та рідини рухаються з холодної зони до більш теплої. Наприклад, якщо каструля для супу зроблена зі скла, то ми зможемо побачити рух конвекційних потоків. Гарячіший суп рухається з нижньої зони, що підігрівається, наверх, де холодніше. Більш холодний суп рухається, щоб зайняти місце гарячого. Цей рух має круговий характер.



У будівлі також відбувається рух тепла за рахунок конвекції: всередині кімнати, між внутрішнім повітрям і стіною, між стіною і зовнішнім повітрям.

Чим сильніший вітер, тим швидше відбувається передача тепла шляхом конвекції. Тому взимку сильний вітер збільшує втрати тепла.

У більшості споруд кути між двома стінами або місця з'єднання недосконалі. Це означає, що на таких ділянках можуть утворюватися незначні потоки повітря.

Як зазначено вище, чим більше доступ до зовнішнього потоку повітря, тим скоріше втрачається тепло. Доведено, що зменшення кількості слабких місць (менше кутів у будівлі) та увага до деталей при оновленні вікон і використанні ізоляційних матеріалів виправдовується у довготривалій перспективі, враховуючи збереження енергії і термальний рівень комфорту.

Радіація

Радіація – це передача тепла через електромагнітні хвилі.

Усі об'єкти з температурою випромінюють тепло.

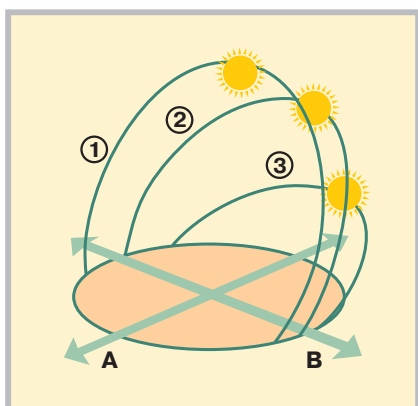
Радіації не потрібна ніяка матеріальна основа для його передачі. Радіацію випромінюють багато різних джерел. Найбільш важливі для помешкань типи радіації – це сонячне теплове й світлове випромінювання, зокрема парниковий ефект, який воно спричинює.

Радіація може поглинатися й відбиватися. Ці параметри залежать від характеристики матеріалів, особливо від кольору та типу поверхні.



Вплив радіації на будівлі та їхнє проектування

Сонячний цикл змінюється протягом усього року. Влітку сонце стоїть високо у небі, а взимку знаходиться низько.



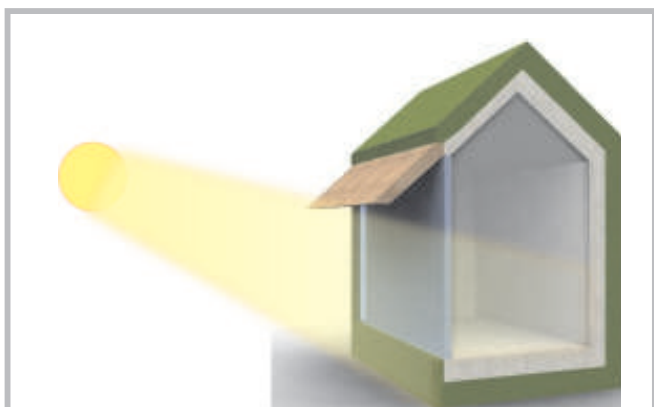
А - Північ

В - Захід

① Червень

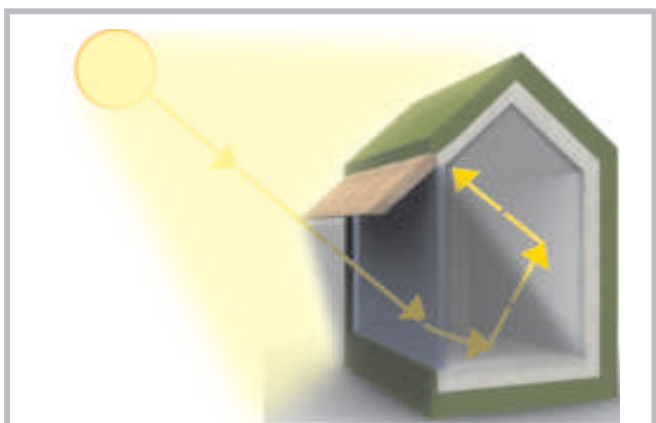
② Вересень/Березень

③ Грудень



Взимку сонце знаходиться нижче, і сонячні промені можуть потрапляти в будинок крізь вікна.

Сонячна радіація – це безкоштовний енергетичний ресурс, що допомагає обігрівати помешкання.



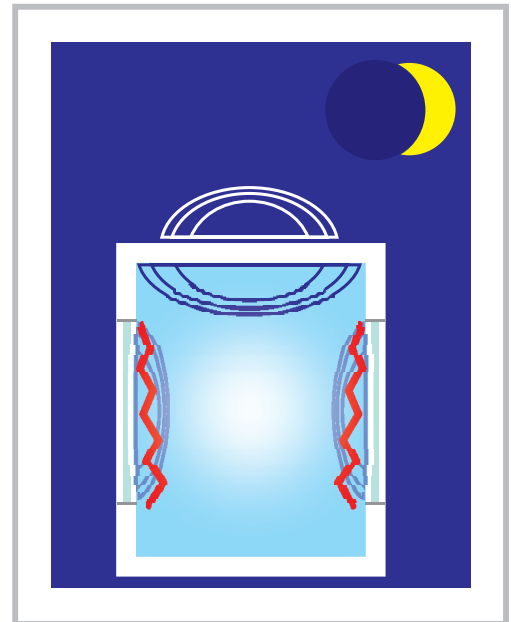
Влітку сонце знаходиться вище, тому до будівлі потрапить менша його кількість. Оскільки обігрів не потрібен, захист від сонця поверх вікон дозволить обмежити доступ сонячних променів і запобігти перегріву.

Сезонні рослини, наприклад широколисті дерева, це іще одна можливість створити тінь влітку. Коли дерева втратять листя взимку, для сонячного світла не залишиться ніяких перепон.

Нічна радіація

Вночі перенесення тепла шляхом радіації здійснюється від теплого будинку до холодного зовнішнього середовища крізь вікна. Це також прояв втрати тепла. Цьому легко можна запобігти, якщо використовувати жалюзі або непрозорі штори, щоб закрити вікна вночі. Це заощадить до 10% енергії.

U_w (Ватт/м ² * °С)	НЕМАЄ ШТОР	Є ШТОРИ
ЗВИЧАЙНЕ СКЛО	5	4
ПОДВІЙНЕ СКЛО	2,9	2,3



Термальна маса

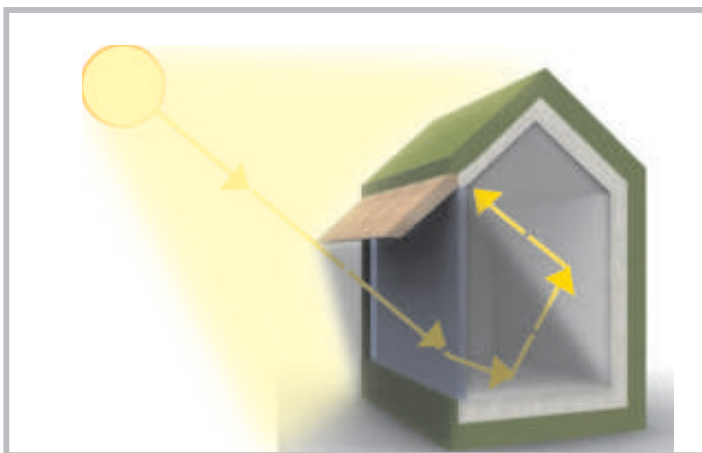
Це термін, що характеризує здатність зберігати тепло в матеріалі. Цей параметр може бути використано для регулювання рівня температури всередині будівлі. Чим більша термальна маса, тим триваліше вона може протидіяти втраті тепла. Ця здатність майже повністю залежить від маси матеріалів та їхньої питомої ваги. Чим більша питома вага, тим вища термальна маса.

День:

тепло накопичується у матеріалі.

Ніч:

збережене тепло вивільняється з матеріалу.



Це стає особливо актуальним у спекотні літні місяці, коли додаткове сонячне тепло створює навантаження на огорожуючі конструкції будівлі. Вдень тепло накопичується у матеріалах, а всередині приміщення зберігається комфортна температура. Вночі температура в приміщенні знижується, і тепло, що зберігалось у матеріалах, вивільняється й підтримує комфортну температуру. Чим більша термальна маса, тим пізніше буде вивільнена додаткова теплова енергія.

Концепція теплоізоляції

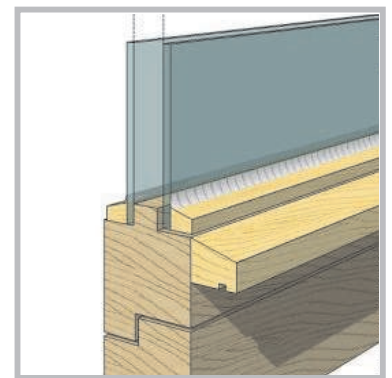
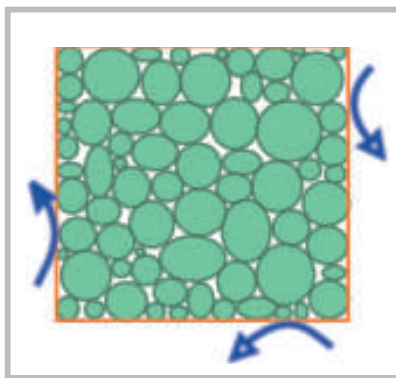
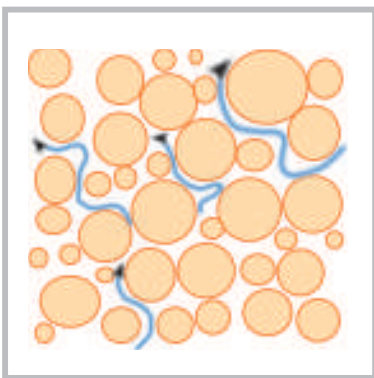
У попередніх розділах ми розглянули, якими шляхами може транспортуватися тепло. Тепер ми навчимося запобігати теплопередачі й утримувати тепло всередині будівель. Ми це називаємо теплоізоляцією (утепленням). Теплоізоляція – це уникнення або скорочення переходу тепла із приміщення назовні. Для того, щоб досягти ефективної ізоляції, ми повинні пам'ятати про три шляхи втрати тепла.

Ізоляція стін

Коли ідеться про стіни, то тепло втрачається, в основному, шляхом теплопровідності у матеріалах. Тому метод ізоляції передбачає зміцнення існуючої стіни матеріалом, що не є провідником.

Нам потрібен матеріал, що не проводить тепло. Найкращий ізолятор – це вакуум, який запобігає контакту між атомом матеріалу і атомами повітря. Але абсолютного вакууму на Землі немає, його створюють лише в умовах спеціальних наукових дослідів.

Метою ізоляційного матеріалу має бути, наскільки це можливо, наближення до стану вакууму. Для цього ми спробуємо затримати повітря всередині маленького об'єму, наприклад, у пінопласті, у соломі чи в подвійному скло-пакеті.



Ефективний ізоляційний матеріал повинен мати малу питому вагу.

Кожен матеріал має різний ізоляційний ефект, який залежить від його характеристик.

Для визначення характеристик ви можете звертатися до маркування виробників або до зведеної таблиці «Ілюстрована книга матеріалів», що наведена у додатках.

Порівняння матеріалів

Давайте розглянемо ізоляційні властивості різних матеріалів. Вище згадувалося, що визначити ефективність ізоляційного матеріалу можна за допомогою теплового опору R.

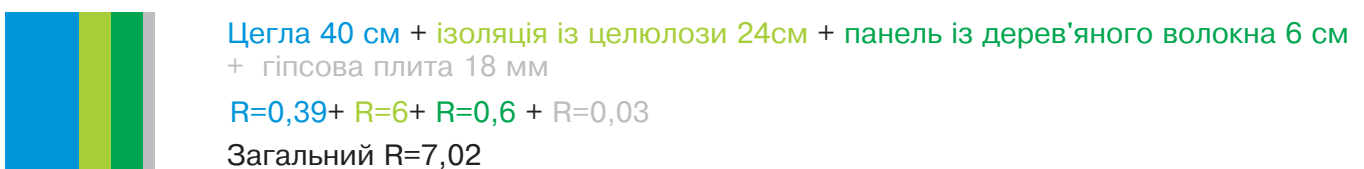
Для прикладу припустимо, що нам необхідна стіна з тепловим опором $R=5 \text{ m}^2\text{C}/\text{Ватт}$. Таблиця нижче показує, яка товщина матеріалу потрібна для досягнення бажаного показника.

МАТЕРІАЛ	ТОВЩИНА СТІНИ, ПОТРІБНА ДЛЯ R=5	
ЦЕМЕНТ	T=5,0м	
ЦЕГЛА	T=2,5м	
СОЛОМА	T=0,5м	
НАТУРАЛЬНА ВОВНА	T=0,21м	
ПІНОПЛАСТ	T=0,2м	

Розрахунки багатошарових стін

Зазвичай стіни складаються з шарів матеріалів із різною теплопровідністю. Для того щоб підрахувати загальну енергоефективність стіни, необхідно порахувати тепловий опір кожного шару і потім додати результати.

Візуальна презентація різних шарів та їх значень (піраміда шарів і ефективність).



Види ізоляційних матеріалів

Існує чотири основних типи ізоляції.

Вовна/вата – іноді її називають ковдрою або стьобаною ізоляцією – продається у м'яких рулонах або плитах /матах різноманітної товщини. Найбільш типовий варіант – мінеральна вата, зроблена зі скла або мінерального волокна. Це стандартний матеріал для ізоляції порожнього горища, також часто використовується для ізоляції тонких стін і під дерев'яною підлогою. Доступні також інші матеріали, наприклад натуральна вовна. *Необхідно використовувати захисну маску та рукавиці, коли працюєте з мінеральною ватою!*

Сипуча ізоляція – сипучий матеріал, зроблений із гранул, корка, вермикуліту, мінеральної вати або волокон целюлози, продається у мішках. Він звичайно засипається між балками для ізоляції простору даху. Завдяки своїй еластичності є ідеальним варіантом для горища із кутами і перепонами, або там, де відстань між балками є різною.

Ізоляція, що вдувається, зроблена із вогнестійких волокон целюлози, перероблених газет або мінеральної вати. Повинна встановлюватися лише професіоналами, які будуть використовувати спеціальне обладнання, щоб вдути сипучий матеріал у спеціальні відокремлені ділянки певної глибини. Матеріал може залишатися сипучим, якщо використовується для ізоляції горища, або приєднується до поверхні (чи між собою) при ізоляції стін тощо.

Жорсткі ізоляційні дошки – так звані «панелі» – можуть бути використані для ізоляції стін, підлоги чи стелі. Вони зроблені з пінопласту, такого як полістирен, поліуретан (PUR) або поліізоціанурат (PIR). Дошки із PUR і PIR є одними із найкращих ізоляційних матеріалів широкого вжитку, особливо коли недостатньо місця для застосування інших матеріалів.

Жорсткі ізоляційні дошки повинні бути розрізані на частини певного розміру, тому для встановлення необхідно запросити фахівця.

Екологічна ізоляція

Шукаючи екологічний ізоляційний матеріал, ми повинні враховувати чотири наступних критерії.

Ефективність

Це означає, що ізоляція повинна працювати ефективно, або, як було показано вище, мати високий тепловий опір R.

Довговічність

Матеріал для будівництва повинен бути стійким і служити довго, як і будівля, розрахована на тривалий час використання. Дійсно, ізоляція будинку – це частина будівництва, що не може здійснюватися часто. Наприклад, якщо ізоляційні матеріали закладені всередині стіни, з часом ніхто не буде ламати її, аби перевірити стан ізоляції.

Ізоляційні матеріали можуть зазнавати пошкоджень:

Незначні зсуви

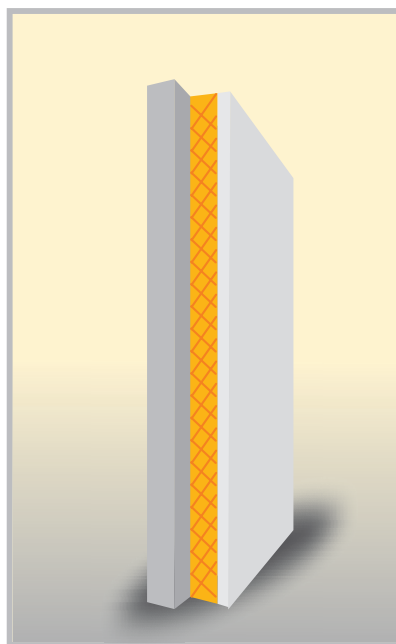
М'які матеріали можуть зморщуватися або просідати з часом, особливо це стосується ізоляції вертикальних стін і даху, або ізоляції у горизонтальному положенні з сипучих матеріалів чи вовни.

Гризуни та комахи

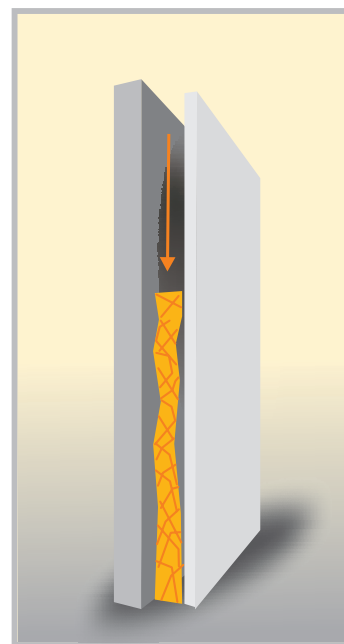
Легкі та м'які ізоляційні матеріали найбільше приваблюють гризунів. Гризуни не їдять самих ізоляційних матеріалів, окрім пінопласту, але завдають механічних пошкоджень. Сипучі матеріали не до вподоби гризунам, якщо там немає порожнин. Необхідно вживати механічних методів захисту: дерев'яні дошки, штукатурка, сітка, тощо.

Комахи не їдять жодного матеріалу, крім деревини.

Основний ворог ізоляції – терміти, шашіль, тощо.



НОВА СУЦІЛЬНА ІЗОЛЯЦІЯ



НЕПРИДАТНА ДО ВИКОРИСТАННЯ

Волога

Як ми згадували, волога може пошкодити внутрішні оздоблювальні матеріали. Волога також може пошкодити ізоляційні матеріали. Натуральні матеріали, що не пройшли спеціальної обробки, такі як солома, будуть особливо чутливі до вологи із ризиком утворення плісняви.

Основні джерела вологи: дощ, водяна пара в повітрі, фільтрат із ґрунту, просочування.

Необхідно враховувати цю інформацію при встановленні ізоляції.

Існує дві основні стратегії для запобігання надмірній вологості:

- Відведення і вилучення: використовувати пористий матеріал, потрапляючи в який, волога виводиться назовні.
- Блокування: запобігати будь-якому потраплянню вологи, використавши бар'єри та захист (гідроізоляція тощо).

Вогнестійкість

У приміщенні ми не можемо уникнути ризику виникнення пожежі. Звичайно, основний ризик становить те, що матеріали загоряться. Особливо великий він для продуктів хімічного виробництва, таких як пінопласт або поліуретан. Його можна зменшити, використовуючи матеріали з високою питомою вагою, як спресована солома або деревина.

Необхідно брати до уваги ще один ризик: токсичний дим у разі загорання! Коли продукти неорганічного походження горять, то дим стає таким само небезпечним для людини, як і полум'я. Для запобігання цим ризикам необхідно:

- Використовувати нетоксичні матеріали.
- Створити захист ізоляційних матеріалів від вогню за допомогою штукатурки або інших стійких до вогню матеріалів.

Здоров'я

Матеріали повинні бути нетоксичними і не канцерогенними для будівельників або мешканців. Ризик можуть створювати різні речовини:

- Частинки або мікроскопічні волокна (як азбест).
- Викиди газів: леткі органічні сполуки тощо.
- Важкі метали.

Екологічний слід

Необхідно скоротити, наскільки це можливо, кількість енергії, що використовується, та обсяг забруднення, що утворюється під час виробництва матеріалів. Звичайно, матеріали, виготовлені промисловим способом, більше впливають на довкілля, ніж непромислові.

ТИПИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ	
НАТУРАЛЬНІ	ШТУЧНІ
<ul style="list-style-type: none">● Рослинні: швидко ростуть, невеликі втрати енергії при виробництві.● Тваринні: невеликі втрати енергії при виробництві.● Із перероблених матеріалів: зменшення кількості відходів, виправдані незначні затрати енергії.	<p>Наприклад: мінеральна та скляна вата, пінопласт тощо.</p> <ul style="list-style-type: none">● Енергоємне виробництво.● Використовуються невідновлювані вичерпні ресурси.● Утворюються відходи (фізичні й хімічні).● Потенційно небезпечні для здоров'я.

Щоб якісно оцінити екологічний слід, потрібно врахувати багато параметрів:

- 1 Викиди парникових газів при виробництві.
- 2 Енергетичні витрати на виробництво та експлуатацію.
- 3 Вичерпування природних ресурсів.
- 4 Вплив на біорізноманіття.
- 5 Токсичність.
- 6 Витрати води.
- 7 Утворення відходів.

Методи утеплення

Ми можемо виділити три основних шляхи утеплення стін: внутрішня ізоляція, зовнішня ізоляція та розподілена ізоляція. Кожен із методів має свої переваги й недоліки та може впроваджуватися за допомогою різних матеріалів. Окремо варто розглянуто методи утеплення вікон.

Як здійснити утеплення:

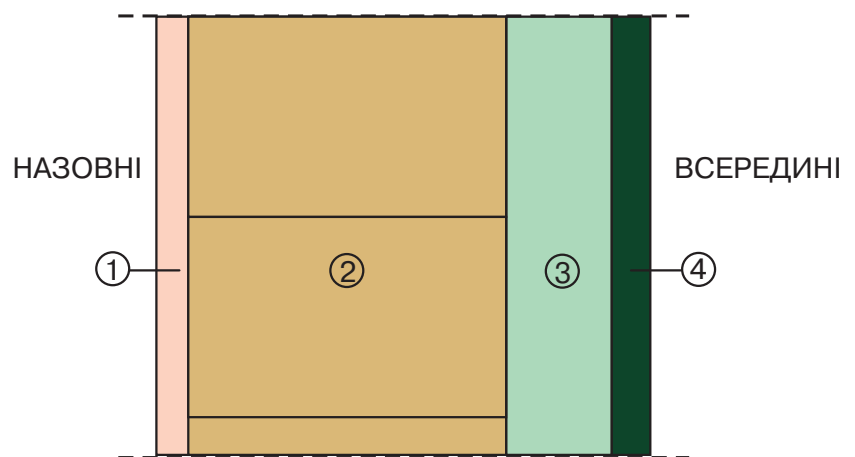
- Визначити «слабкі місця» будівлі, в яких відбуваються найбільші втрати тепла.
- Зробити вибір між зовнішньою і внутрішньою ізоляцією.
- Визначити ефективність: тепловий опір (R) і необхідну товщину ізоляційного матеріалу.
- Звернути увагу на розрахунок вологості та вентиляції.

- Обрати матеріал: натуральний або штучний (вироблений промислово) див. «Ілюстрована книга матеріалів», що в додатку.
- Підрахувати й купити достатню кількість матеріалів.
- Правильно встановити утеплення.
- Переконатися, що всі знають, як безпечно користуватися утеплювачем (наприклад, штукатурка від пінопласту легко відпадає навіть при незначних ударах).
- Регулярно перевіряти стан ізоляції і за потреби усувати пошкодження.

Внутрішня ізоляція будівель

Це встановлення ізоляційного шару з внутрішньої частини стіни.

- ① Зовнішня штукатурка.
- ② Стіна.
- ③ Ізоляційний матеріал.
- ④ Штукатурка або гіпсова панель.

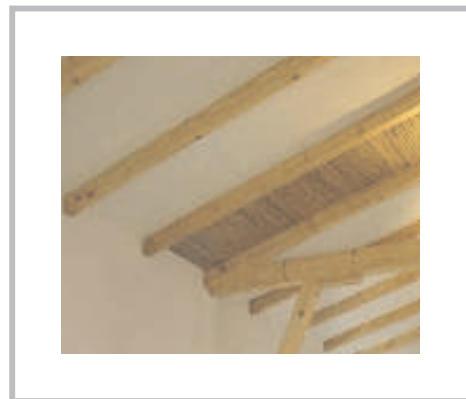
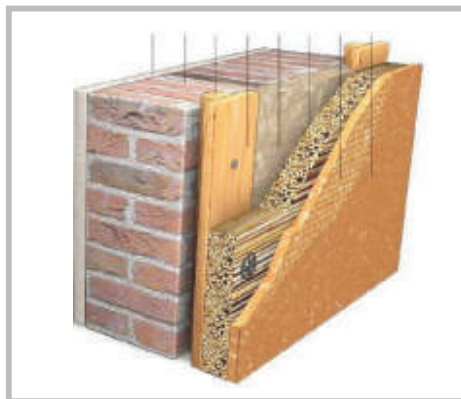


ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ
<ul style="list-style-type: none"> ● Не змінює зовнішнього вигляду будівлі. ● Не потребує шару стійкої до води штукатурки або облицювання. ● Швидше нагрівається повітря в приміщенні. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Приміщення, де встановлюють таке утеплення, неможливо використовувати за призначенням протягом ремонту. ● Зменшує розмір кімнати. ● Швидше охолоджується повітря в приміщенні.

Приклади:
Пінопласт + фанера



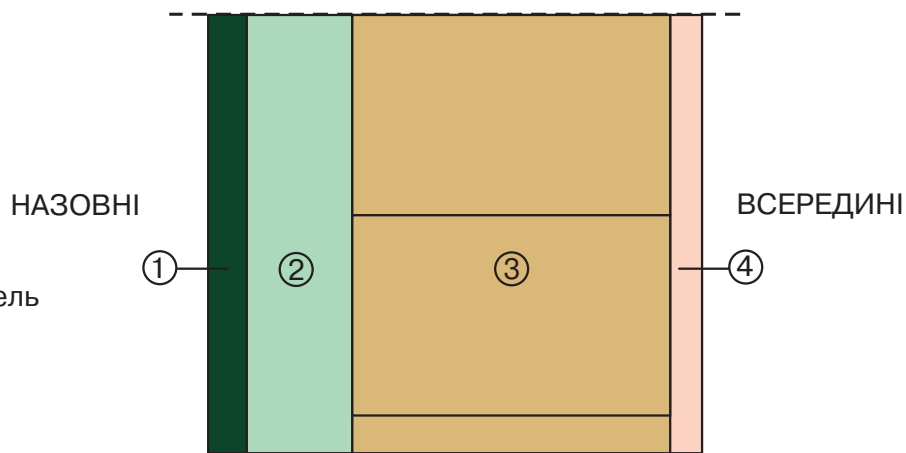
Панелі з очерету + гіпсові дошки



Зовнішня ізоляція будівель

Складається з ізоляційного шару на зовнішній стороні стіни.

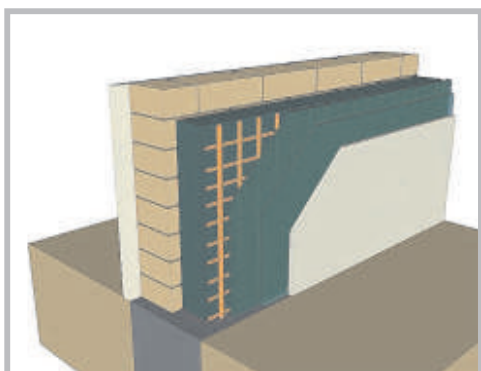
- ① Зовнішня штукатурка
- ② Ізоляційний матеріал
- ③ Стіна
- ④ Штукатурка або гіпсова панель



ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ
<ul style="list-style-type: none"> ● Нейтралізує термальні мости. ● Будівля лишається теплою більш тривалий час. ● Забезпечує більш стабільну температуру 	<ul style="list-style-type: none"> ● Може змінити зовнішній вигляд будівлі. ● Потребує більш тривалого часу на розігрів.

Приклад

Пінопласт + штукатурка



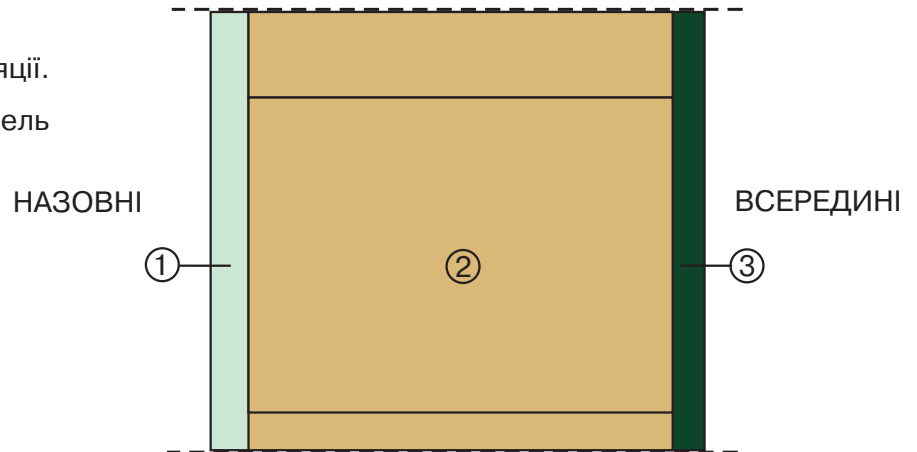
Солома або очерет + шар глини



Розподілена ізоляція

Метою є отримання ефективної ізоляції і, водночас, збереження переваг термальної маси. Вона полягає у використанні матеріалів, які виконуватимуть ізоляційну функцію і в той самий час будуть структурним компонентом.

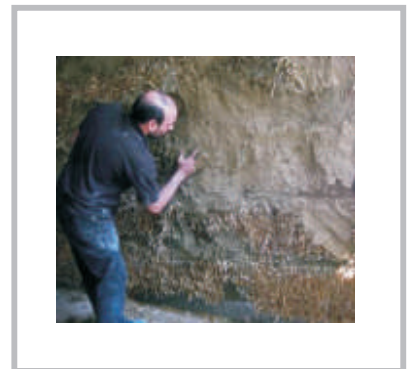
- ① Зовнішня штукатурка.
- ② Матеріал розподіленої ізоляції.
- ③ Штукатурка або гіпсова панель



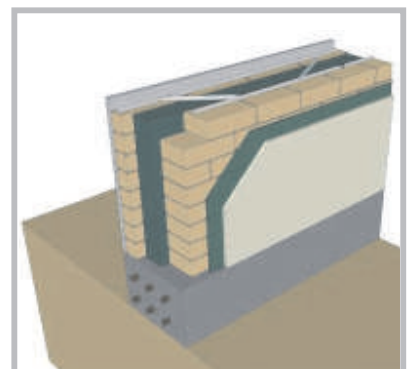
ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ
<ul style="list-style-type: none">● Ізоляція й термальна маса.● Нейтралізує термальні мости.	<ul style="list-style-type: none">● Лише для нових будівель.● В залежності від обраного методу, ціна може бути високою (подвійна стіна).

Приклади

Тюки з соломою + шар глини



Пінопласт + подвійна стіна



Утеплення вікон

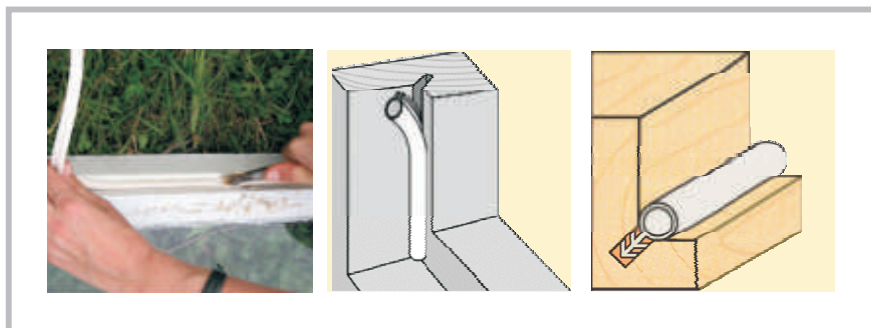
Якісне вікно – це надійний захист від холоду, шуму, пилу. Проблемні вікна можуть призвести до значної перевитрати енергії на опалення. У середньому, 15–30% тепла втрачається через вікна. Щоб запобігти втратам, можна модернізувати вікна, встановивши склопакети, або дешево та легко утеплити вживані дерев'яні вікна за допомогою, наприклад, силіконової стрічки.

ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ
<p>Встановлення склопакета:</p> <ul style="list-style-type: none">● Герметичні, дозволяють істотно знизити втрати тепла.● Якісні вікна – довговічні.● Легко доступні на ринку. <p>Відновлення старих вікон:</p> <ul style="list-style-type: none">● Легко та доступно зробити власноруч.● Зберігається вентиляція приміщення.● Екологічно та безпечно для здоров'я.● Дешево.	<p>Встановлення склопакета:</p> <ul style="list-style-type: none">● Можуть виникнути проблеми з вентиляцією приміщення.● Можуть бути виготовлені зі шкідливих речовин.● Висока вартість. <p>Відновлення старих вікон:</p> <ul style="list-style-type: none">● Відновити дуже пошкодженні старі вікна неможливо, вони потребують заміни.

Приклади

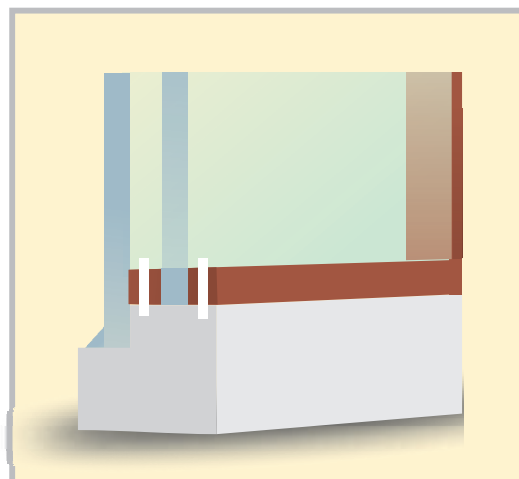
Відновлення старих вікон

(Необхідно заповнити простір між коробкою та рамою вікна спеціальною силіконовою стрічкою).



Встановлення склопакета

(Самостійно встановити додаткове скло або замінити вікна на промислові склопакети, доступні на ринку).



Контроль вологості

Найчастіше питання контролю вологості недооцінюється і не враховується, у той час як воно є критичним. Вологість може стати причиною проблем як для здоров'я людини, так і для будівельних матеріалів.

Більше того, покращення ізоляції будівлі водночас означає підвищення герметичності приміщення і, відповідно, погіршення природного (механічного) обміну повітрям між внутрішнім і зовнішнім середовищем. Тому коли плануєте покращити ізоляцію, зверніть увагу на вентиляцію, аби гарантувати, що ізоляційні матеріали не будуть пошкоджені, а необхідна циркуляція повітря буде забезпечена.

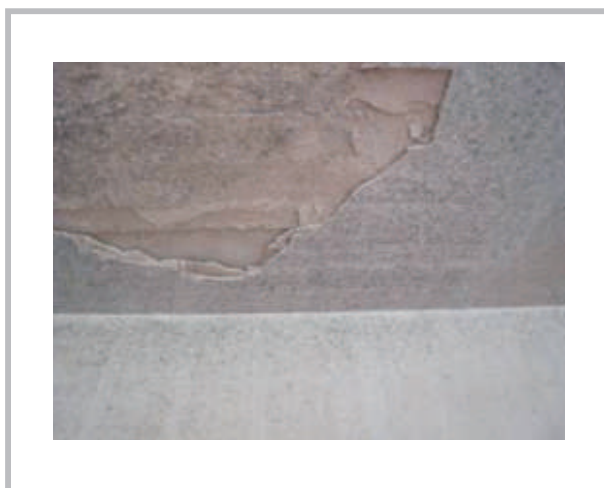
Впровадження

Першою причиною вологості в будівлі є низька якість робіт. Будь-який вид робіт повинен бути виконаний якісно та з гарантією захисту від вологи.

Крізь щілини в **даху** вода потрапила в шар ізоляції, пошкодила ізоляційний матеріал і гіпсову панель. Наслідок: через невелику кількість води необхідно все робити заново!



Стеля була зроблена з традиційного шару глини й дерев'яної тирси. Вікна було замінено на нові пластикові, які є більш герметичними. В результаті через нестачу вентиляції штукатурка пошкоджена вологою.



У цих двох випадках стік для води (зі сходів і з підвіконня) виконаний неправильно. Волога проникає у матеріали стіни та утворює плісняву всередині.



Термальні мости

Типовою є проблема термальних мостів: це неізовані ділянки, що залишаються холодними взимку. Волога з повітря у приміщенні осідає на них конденсатом, утворюючи плісняву.



Брак вентиляції

Проблемою є брак вентиляції, особливо після утеплення старих будівель. У результаті встановлення більш герметичних вікон рівень вентиляції знижується. Тому ризик виникнення плісняви збільшується.

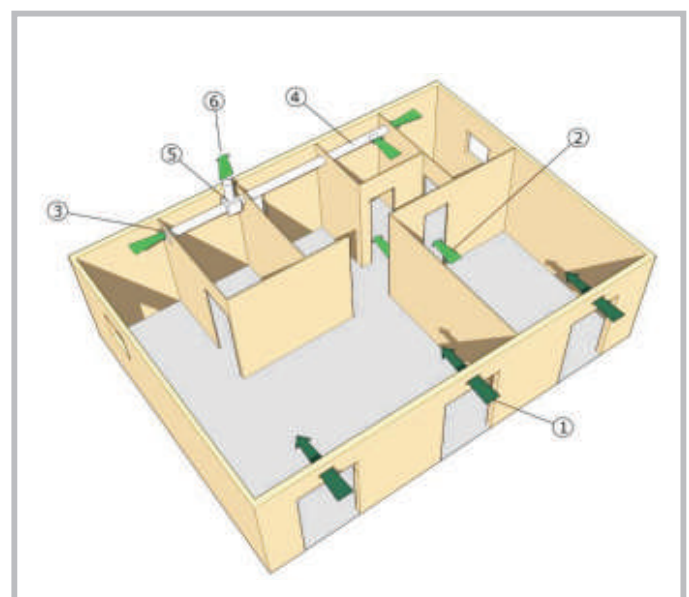


Вентиляція

Якщо в результаті утеплення будівлі природної вентиляції буде недостатньо, необхідно забезпечити штучну.

Механічна система

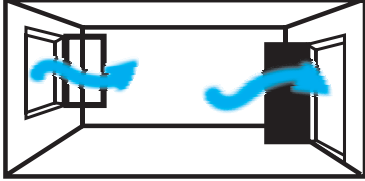

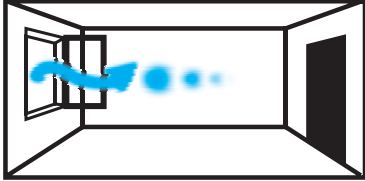

Найбільш надійним вибором буде встановлення вентиляційної системи, наприклад, із видаленням повітря. Свіже повітря заходитиме через спеціальні отвори з одного боку (1), у той час як спеціальний пристрій (4, 5, 6) буде видаляти використане повітря.



Віконна вентиляція

Найбільш легкий і дешевий спосіб вентиляції – це вікна. Використовуючи «природну» вентиляцію, вікна й двері потрібно регулярно відкривати.

Взимку важливо освіжити повітря всередині без значної втрати тепла. Ми пропонуємо декілька варіантів для забезпечення ефективної вентиляції з урахуванням пори року, типу вікон і можливості перехресної вентиляції.

ВІКНА І ДВЕРІ НАВПРОТИ ПОВНІСТЮ ВІДКРИТІ (ПЕРЕХРЕСНА ВЕНТИЛЯЦІЯ)		ЗИМА ВЕСНА/ОСІНЬ ЛІТО	2-4хв. 4-10хв. 12-20хв.
ЧАСТКОВО ВІДКРИТІ ВІКНА, А ДВЕРІ НАВПРОТИ ВІДКРИТІ ПОВНІСТЮ (ПЕРЕХРЕСНА ВЕНТИЛЯЦІЯ)		ЗИМА ВЕСНА/ОСІНЬ ЛІТО	4-6хв. 8-15хв. 25-30хв.
ПОВНІСТЮ ВІДКРИТІ ВІКНА, А ДВЕРІ НАВПРОТИ ЗАЧИНЕНО (ШОКОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ)		ЗИМА ВЕСНА/ОСІНЬ ЛІТО	4-6хв. 8-15хв. 25-30хв.
ЧАСТКОВО ВІДКРИТІ ВІКНА, А ДВЕРІ НАВПРОТИ ЗАЧИНЕНО (ШОКОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ)		ЗИМА ВЕСНА/ОСІНЬ ЛІТО	30-75хв. 1-3год. 3-6год.



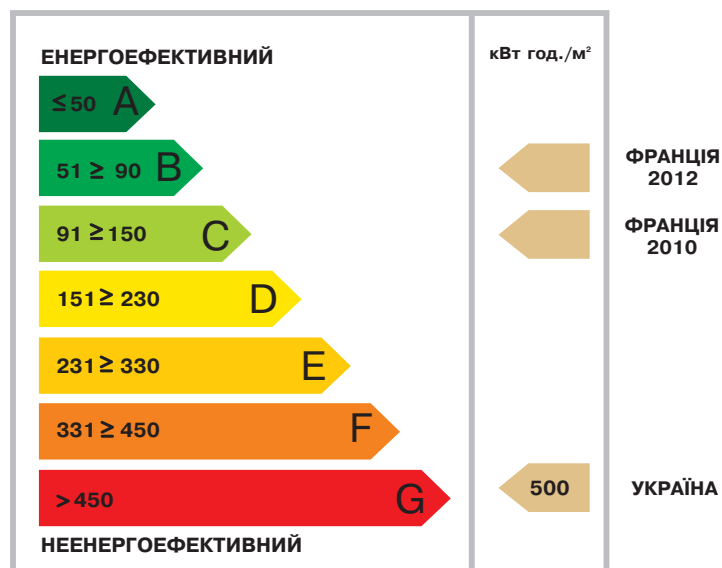
Рекомендації

У рамках проекту «Розвиток місцевого потенціалу для побутового сонячного опалення та підігріву води і термоізоляції у сільських та віддалених районах в країнах Східної Європи та Кавказу (СЕК)» експерти французької організації GERES як партнери проекту розробили адаптовані методи утеплення, які б максимально підходили для місцевих особливостей в Україні та Грузії: характеристика будинків, клімат, традиції й навички.

Так, за допомоги місцевих партнерів в Україні та Грузії, а також залучених технічних експертів, місцевих фахівців і досвідчених мешканців GERES оцінили потреби, доступ до місцевих матеріалів і навички будівництва в країнах проекту.

Спеціалісти оцінювали доступні на місцевому ринку ізоляційні матеріали, як вироблені промислово, так і натуральні. Врахувавши ефективність методів, вартість енергії та рівень інвестицій для різних методів, визначили найбільш економічно й енергетично ефективні заходи, у тому числі утеплення даху та вікон.

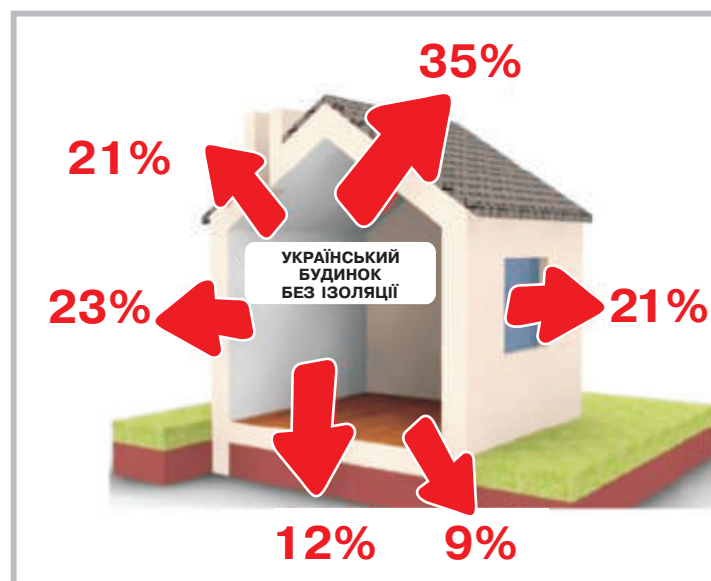
Водночас організація GERES створила дослідну модель і виконала термальні розрахунки на моделі класичного для країни будинку. Початкові розрахунки місцевих потреб в опаленні базувалися на припущенні, що будинки повністю нагріті до комфортної температури протягом всього опалювального періоду. Більш детальні дослідження показали, що більшість родин намагається зберегти гроші, а тому не тримає опалення ввімкненим протягом цілої доби, деякі родини навіть не опалюють будинок повністю, а лише основну частину.



Перший висновок дослідників: українські будинки є надзвичайно неенергоефективними із приблизним споживанням енергії на рівні 500 кВт год./м², як це ми бачимо на малюнку.

За зробленими підрахунками визначили розподіл втрат тепла між різними частинами будівлі: підлога, дах, стіни, вікна й двері, вентиляція й термальні мости.

В українських будинках найбільш тепловтратними, а тому пріоритетними для ізоляції, є дах та зони вікон і дверей. Завдяки утепленню даху й вікон можна досягнути **40% економії**.



Період окупності

Метод розрахунку періоду окупності:

- Очікувана економія.
- Річні витрати енергії та коштів на опалення будинку.
- Вартість усіх матеріалів і робіт з утеплення.

ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ (приклад)

Щорічні витрати

- Щорічні витрати на енергію для опалення типового українського будинку – 5000 грн./рік.
- 30% збереження означає збереження 1500 грн. на рік.

Інвестиції для ізоляції даху (горища) та дерев'яних вікон

- Два дні роботи (1 професійний робітник і 2 різноробочих) - 900 грн.
- 160 солом'яних тюків для 80м² площі x 6 грн./тюк = 960грн.
- Глина + пісок = 300 грн.
- 2 куба брусків та дощок (якщо по горищу треба ходити) = 1500 грн.
- Гідроізоляційна плівка (32м²), цвяхи та ін. = 200 грн.
- Силікон в тубах, силіконова стрічка 150 грн./вікно = 1050 грн. (7 шт.)

4910 грн.

Період повернення інвестицій становить від 3 до 4 років (в залежності від місцевих цін та від того, чи використовується площа).

Вибір матеріалів

Нижче представлено порівняння різних ізоляційних матеріалів. Разом із ціною, доступністю та значенням теплового опору ми вказуємо потенційний вплив на здоров'я та екологічне походження матеріалу. Враховуючи ці показники, солома й очерет мають суттєві переваги над іншими.

	СОЛОМА	ОЧЕРЕТ	ДЕРЕВ'ЯНІ ВІКНА	СКЛОВАТА	ПІНОПЛАСТ
ВАРТІСТЬ	😊	😊	😐	😊	😊
ЗДОРОВ'Я	😊	😊	😊	😞	😐
ЕКОПОХОДЖЕННЯ	😊	😊	😊	😞	😞
ДОСТУПНІСТЬ	😊	😊	😞	😊	😊
R-ЗНАЧЕННЯ	😊	😊	😊	😊	😊


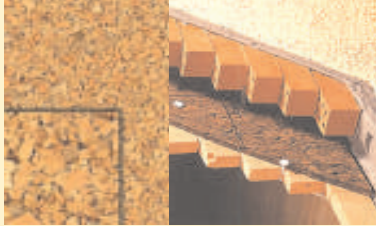


Більше того, усі матеріали, крім соломи та очерету, не виробляються локально, а імпортуються. Місцеві громади мають покладатися на строки й умови постачання іноземних виробників.


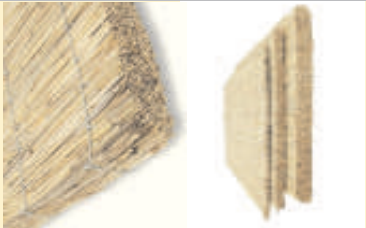

Обираючи місцеві матеріали, ми підтримуємо місцеву діяльність зі збору й заготовки цих матеріалів.

Більше того, усі місцеві матеріали не передбачають складної технології, люди з будівельним досвідом цілком впораються з ними самостійно.






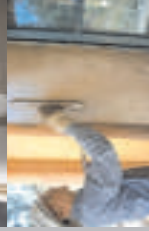
І останнє, ці методи найбільш дешеві.

ІЛЮСТРОВАНА КНИГА МАТЕРІАЛІВ – ЕКОЛОГІЧНІ МАТЕРІАЛИ






МАЛЮНОК	МАТЕРІАЛ	ПИТОМА ВАГА (кг/м ³)	ТЕРМАЛЬНА ПРОВІДНІСТЬ λ (Ватт/м ⁰ С)	ТЕРМАЛЬНИЙ ОПІР R товщина 10см (м ² °С/Ватт)	ТЕРМАЛЬНА МАСА	СТІЙКІСТЬ ДО ВОЛОГИ	ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ НА ВИРОБНИЦТВО	ПОТЕНЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я
	Целюлоза – ізоляція, зроблена із переробленого паперу, стає популярною як екологічний матеріал.	рихла маса від 30 до 60	від 0,037 до 0,044	від 2,27 до 2,7	😊	😞	😊	⚠️
	Корок , гарний матеріал для термальної ізоляції або камер охолодження для попередження, передачі тепла, зменшення рівня шуму або для ізоляції від вібрації працюючого обладнання.	панелі від 70 до 100	0,039	2,56	😊	😞	😊	⚠️
	Рулони конопляної вовни	рихла маса від 60 до 70	від 0,04 до 0,045	від 2,22 до 2,25	😊	😊	⚠️	😊
	Панелі конопляної вовни	панелі від 80 до 120	від 0,036 до 0,042	від 2,38 до 2,78	😊	😊	😊	⚠️
		від 35 до 40	від 0,038 до 0,042	від 2,63 до 2,78	⚠️	⚠️	😊	⚠️
		від 0,038 до 0,042	від 2,63 до 2,78	⚠️	⚠️	😊	😊	⚠️




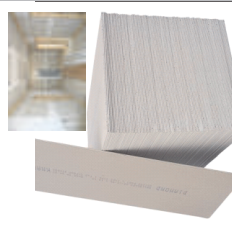
МАЛЮНОК	МАТЕРІАЛ	ПИТОМА ВАГА (кг/м ³)	ТЕРМАЛЬНА ПРОВІДНІСТЬ λ (Ватт/м ⁰ С)	ТЕРМАЛЬНИЙ ОПІР R товщина 10см (м ² °С/Ватт)	ТЕРМАЛЬНА МАСА	СТІЙКІСТЬ ДО ВОЛОГИ	ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ НА ВИРОБНИЦТВО	ПОТЕНЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я
	Волокна льону	рулони від 18 до 20	0,037	2,7	☹️	☹️	☺️	☹️
панелі від 30 до 35		від 0,037 до 0,047	від 2,13 до 2,7	☹️	☺️	☺️	☹️	
	Очерет	панель 120	від 0,055 до 0,09	від 1,11 до 1,82	☺️	☺️	☺️	☺️
пелети 100		0,056	1,79	☺️	☺️	☺️	☺️	
	Пил від деревообробки	від 110 до 210	від 0,048 до 0,058	від 1,72 до 2,08	☺️	☹️	☺️	☹️


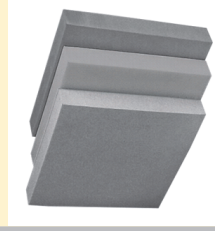
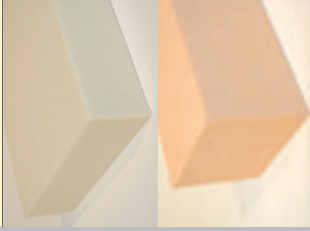

МАЛЮНОК	МАТЕРІАЛ	ПИТОМА ВАГА (кг/м ³)	ТЕРМАЛЬНА ПРОВІДНІСТЬ λ (Ватт/м ⁰ С)	ТЕРМАЛЬНИЙ ОПІР R товщина 10см (м ² °С/Ватт)	ТЕРМАЛЬНА МАСА	СТІЙКІСТЬ ДО ВОЛОГИ	ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ НА ВИРОБНИЦТВО	ПОТЕНЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я
	Солома із захисним шаром глини	від 300 до 700	від 0,09 до 0,15	від 0,75 до 1,11	☺	☹	☺	☹
	Гнучка панель із дерев'яних волокон	від 80 до 120	від 0,08 до 0,12	від 0,83 до 1,25	☹	☺	☺	☹
	Щільна панель із дерев'яних волокон більш товста	від 140 до 160	від 0,037 до 0,055	від 1,82 до 2,7	☺	☺	☺	☹
	Тирса	від 35 до 50	від 0,038 до 0,04	від 2,5 до 2,63	☹	☺	☺	☺
	Перероблений текстиль	Щільні панелі від 140 до 160	від 0,037 до 0,055	від 1,82 до 2,7	☺	☺	☹	☹

МАЛЮНОК	МАТЕРІАЛ	ПИТОМА ВАГА (кг/м ³)	ТЕРМАЛЬНА ПРОВІДНІСТЬ λ (Ватт/м ⁰ С)	ТЕРМАЛЬНИЙ ОПІР R товщина 10см (м ² °С/Ватт)	ТЕРМАЛЬНА МАСА	СТІЙКІСТЬ ДО ВОЛОГИ	ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ НА ВИРОБНИЦТВО	ПОТЕНЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я
 	Пір'я качки: 70% вовна вівці: 10% Жгут: 20% Для закріплення гарячих волокон.	від 26 до 36	0,044	2,27	☹️	☹️	☺️	☺️
		рулони від 10 до 30	від 0,035 до 0,042	від 2,38 до 2,86	☹️	☹️	☺️	☹️
 	Вовна (вівця)	панелі від 10 до 30	від 0,035 до 0,040	від 2,5 до 2,86	☹️	☺️	☺️	☹️
		Глина: один із найдавніших будівельних матеріалів на Землі. Дві третини населення Земної кулі в традиційному суспільстві і в країнах, що розвиваються, живе та працює у будівлях, зроблених із глини.	  					

Ілюстрована книга матеріалів - синтетичні матеріали

МАЛЮНОК	МАТЕРІАЛ	ПИТОМА ВАГА (кг/м ³)	ТЕРМАЛЬНА ПРОВІДНІСТЬ λ (Ватт/м ⁰ С)	ТЕРМАЛЬНИЙ ОПІР R товщина 10см (м ² °С/Ватт)	ТЕРМАЛЬНА МАСА	СТІЙКІСТЬ ДО ВОЛОГИ	ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ НА ВИРОБНИЦТВО	ПОТЕНЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я
	<p>Азбест: довготривалий вплив високої концентрації волокон азбесту може стати причиною проблем зі здоров'ям, включаючи злоякісний рак легень. ЄС заборонив будь-яке використання азбесту, а також виробництво і переробку продуктів із азбесту.</p>	X	X	X	X	X	X	: (: (
	Цементний розчин	від 1800 до 2100	від 1,3 до 1,4	від 0,07 до 0,08	---	:)	:	:)
	Цегла із цементу						:	:)
	Панелі із цементу						: (:)
	Бетонні блоки	800	0,9	0,11	:)	:)	: (:)

МАЛЮНОК	МАТЕРІАЛ	ПИТОМА ВАГА (кг/м ³)	ТЕРМАЛЬНА ПРОВІДНІСТЬ λ (Ватт/м ⁰ С)	ТЕРМАЛЬНИЙ ОПІР R товщина 10см (м ² °С/Ватт)	ТЕРМАЛЬНА МАСА	СТІЙКІСТЬ ДО ВОЛОГИ	ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ НА ВИРОБНИЦТВО	ПОТЕНЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я
	Бетон для заливки	від 2200 до 2400	1,85	0,05	😊	😊	😞	😊
	Рулони скловати	15 – 150	0,035 – 0,04	2,5 – 2,86	😊	😞	😞	😞
	Мінеральна вата	15 – 200	0,04 – 0,05	2 – 2,5	😊	😊	😞	😞
	Гіпсова панель	750 – 900	0,25 – 0,3	0,33 – 0,4	😊	😊	😞	

МАЛЮНОК	МАТЕРІАЛ	ПИТОМА ВАГА (кг/м ³)	ТЕРМАЛЬНА ПРОВІДНІСТЬ λ (Ватт/м ⁰ С)	ТЕРМАЛЬНИЙ ОПІР R ТОВЩИНА 10см (м ² °С/Ватт)	ТЕРМАЛЬНА МАСА	СТІЙКІСТЬ ДО ВОЛОГИ	ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ НА ВИРОБНИЦТВО	ПОТЕНЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я
	Полістирен XPS	від 15 до 150	від 0,035 до 0,04	від 2,5 до 2,86	☹️	☹️	☹️	
	Поліуретановий поролон	30	0,03	3,33	☹️	😊	☹️	☹️
	Поліуретанова панель	40	0,025	4	☹️	😊	☹️	☹️
	Пінопласт EPS	від 20 до 30	0,028	3,57	☹️	😊	☹️	☹️



**Наклад: 5000 пр.
Друк: Нестерова Л.О.
Розповсюджується безкоштовно.**



УТЕПЛЕННЯ БУДИНКУ:
КОМФОРТ І ЕКОНОМІЯ