



НЕРГОПАСИВНИИ БУДИНОК

veronica
EKOLOGICKÝ INSTITUT

Spočnosť pro
Fair Trade

Моварство фактыў
з прынесовага непажэвалю


Текст: © ARGE Erneuerbare Energie Нижня Австрія та
© Ян Голлан, Екологічний інститут "Вероніка",
Чеська Республіка

Фото: © Міхал Странський та
© архів Екологічного інституту "Вероніка"

Переклад з оригіналу "Пасивний будинок II – австрійський досвід та чеські перші кроки": © Екологічний інститут "Вероніка", 2008

Переклад з чеської: © Тетяна Колос, 2009

Публікація здійснена за фінансової підтримки програми "Схід-Схід: партнерство без кордонів" Міжнародного фонду Відродження в рамках ініціативи "Обмін досвідом між Чеською Республікою та Україною з питань європейської інтеграції та впровадження реформ".



Вступне слово до українського видання

Делегація представників українських громадських організацій, органів влади, ЗМІ щойно повернулася з навчальної поїздки до Чеської республіки. Коли перед цим, на вступних семінарах в Львові, Черкасах та Білогірську Івонна Гайліова, директор Екологічного інституту “Вероніка”, м. Брно, Чеська республіка розповідала про теорію та практику енергопасивного будівництва, здавалося, що це чергові “західні” штучки, які десь “там”, може, і є, але “у нас” ніяк не можливі. З іншого боку, здавалося, що десь про таке ми вже чули.

І от, після відвідання в Чехії деяких таких будинків та будівельного майданчику приходиться визнати такий факт — “там” вони, дійсно є, але нічого не заважає робити це і “у нас”. Більше того, колись щось подібне вже дійсно було і в Україні. Можливо, не зовсім в такому вигляді, можливо, не так довершено, але було. І тепер, в час залежності від дорогих енергоносіїв та надзвичайно енергоємних, ще радянських будівельних конструкцій слід згадати те, що було, та подивитися, до чого прийшли наші чеські колеги по колишньому соціалістичному табору.

Ця книга — це переклад з чеської видання Екологічного інституту “Вероніка”, тому всі приклади та розрахунки взяті з чеських реалій, також описаний і австрійський досвід енергопасивного будівництва.

Юрій Новіков,

*Український координатор проекту
“Соціально та екологічно орієнтована економіка — чеський досвід для України”*

З М І С Т

Вступне слово до українського видання	3
Передмова	5
Пасивні будинки –	
зручні, ефективні та надійні	14
Детальний погляд на пасивний будинок	20
Технічне обладнання пасивного будинку	25
Досвід експлуатації пасивних будинків	30
Шлях до пасивного будинку – контрольний список для планування та реалізації будівництва ...	37
Центр для проведення семінарів у Гостетіні – приклад енергопасивного будинку	43

Передмова

Чому йти пасивною дорогою?

Сучасники або знавці історії, можливо, згадають тактику Ганді — тактику пасивного опору проти британської влади над Індією. Вона була дієвою завдяки зрілості британської культури та політичної сцени, вільній та якісній пресі та вазі суспільної думки. Пасивні будинки мають щось спільне з пасивним опором: для вирішення існуючих проблем пропонуються ненавільницькі рішення, які не використовують складну і дорогу техніку та доступні звичайним громадянам.

Про які проблеми йдеться?

Про зростаючу концентрацію парникових газів у атмосфері та викликану переважно цим зміну клімату. Про те, що зміну складу атмосфери, на сьогодні значну і надалі зростаючу, викликало використання викопних палив. Про те, що більша їх частина використовується для опалення та при експлуатації будинків. Про те, що розвинуті країни з відповідальним керівництвом усвідомлюють, що від використання викопних палив потрібно якнайшвидше відмовлятися. Зрештою, не тільки для охорони

клімату, але і, наприклад, для того, щоб не потрібно було посилати все більше грошей в області, де їх неконтрольована частка використовується для фінансування військових операцій. Про те, що політика держав не повинна була б головним чином керуватись питанням контролю джерел нафти та газу. Йдеться також про те, що у будівлях, які використовуються сьогодні, незважаючи на могутні опалювальні системи та велике споживання енергії, умови проживання часто не дуже приємні. Під час морозів — холодні кути, протяг під дверима або біля вікон, неприємно сухе повітря. Деколи повітря не дуже приємно пахне (особливо коли в приміщенні знаходиться велика кількість людей), холодні місця на стінах пліснявіють, взимку запотівають вікна. Влітку, навпаки — часто спека, від якої важко вберегтись (хіба що ціною ще вищого споживання електроенергії та знову таки холодного протягу). Варто також пам'ятати, що через зміну складу атмосфери кількість періодів літньої спеки з часом буде збільшуватись.

Як їх можна вирішити?

Вже від сімдесятих років двадцятого століття в Скандинавії,

Сполучених Штатах Америки, а потім переважно в німецькомовних країнах намагались вирішити проблему поганої якості будівель та значного споживання енергії в них за допомогою більш солідної теплової ізоляції та широкого спектру хитромудрої техніки. Деякі рішення підходили більше для складних машин, ніж для будинків: вони вимагали складного обслуговування, були дорогі та часто ламались.

Основну ідею, яка повністю підтвердилась, сформулював д-р Вольфганг Файст ще на початку дев'яностих років і відразу ж перевірів її на практиці: слід використати конструкцію настільки якісну, щоб була непотрібною жодна складна та дорога техніка або техніка, що часто ламається. Може відпасти навіть необхідність в самій системі опалювання. Саме до цього відноситься поняття "пасивний": могутній опалювальний комплекс не повинен швидко реагувати на зміну зовнішньої температури, прекрасно ізольований та герметичний будинок реагує на неї неспішно, а дрібне коригування (помірне опалення чи охолодження) зможе здійснити вентиляційна система, яка і так встановлена в будинку для комфорту.

Щоб будинок вважався пасивним, йому треба виконувати всього лише декілька вимог. Головною з них є те, щоб необхідність в опаленні була настільки незначною, що сам процес опалення перетворився б лише на другорядну функцію звичайної венти-





ляції: підігрівання свіжого повітря максимально до п'ятдесяти градусів. Для звичайних будинків з цього випливає вимога, щоб на один квадратний метр жилої площі вистачало споживаної потужності 10 Вт (таким чином, для великої квартири з площею сто квадратних метрів споживана потужність повинна становити 1 кВт), а також висновок: **пасивні будинки для опалення споживають лише приблизно десяту частину енергії порівняно із звичайними будинками.**

Ще у вісімдесятих роках двадцятого століття було важко виконати таку жорстку вимогу: занадто багато тепла витікало з будинків через вікна. Але дев'яності роки принесли рішення: потрійне засклення спеціальним склом, заповненим криптоном, радикально знижує витік тепла через вікна. Крім таких вікон, пасивні будинки потребують тільки однієї технології, а саме керованої вентиляції з рекуперацією¹ тепла та відмінною енергетичною віддачею. Якщо захотіти, цього можна досить легко досягти: сучасні системи передадуть більше, ніж дев'яносто відсотків температури відпрацьованого повітря свіжому. Це відбувається пасивно, лише протипоточним передавачем тепла або через теплообмінник. Також за допомогою малого теплового насосу (всього лише трохи більшого, ніж в

¹Рекуперація – повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання у тому ж технологічному процесі (uk.wikipedia.org). Тут і далі – примітки для українського видання.

холодильнику) відпрацьоване повітря можна охолодити ще більше, аж до точки замерзання, а отримане тепло використати для опалення або підігріву води. Умовою успіху є відмінна герметичність будівлі, щоб повітря дійсно проходило лише через вентиляційну систему. Досягнення герметичності будівлі залежить від дбайливості під час будівництва, наступного вимірювання та герметизації несправних місць. На практиці цього дійсно вдається досягти, і, як показують дослідження, герметичність з роками не погіршується.

Пасивні будинки як європейський стандарт

Можливість, що настільки якісні будинки можуть стати стандартом, ще в першій половині дев'яностих років здавалась дуже далекою. Але завдяки проекту CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards) на переломі тисячоліття ця можливість стала значно ближчою. В 2004 році в Європі пасивних будинків налічувалось тисячі, квартир — декілька тисяч. На початку 2008 року тільки в Австрії було 2 500 будинків з загальною площею підлог два мільйони квадратних метрів. Таким чином, тренд підтверджує минулі наукові прогнози, які передбачали, що до 2010 року в німецькомовних країнах відповідно до такого стандарту буде будуватись мінімально п'ята частина всіх ново-





будівель. В деяких містах та регіонах вже діє обов'язок досягнення пасивного стандарту під час реконструкції для всіх суспільних будівель. Можливість зростання частки якісного будівництва, таким чином, обмежується лише темпом перекваліфікації людей, від архітекторів проектів та виробників аж до ремісників – хтось вчиться швидше, інші повільніше. На сьогодні в Західній Європі зацікавленість пасивними будинками в багато разів перевищує пропозицію.

Законодавча постанова Європейського парламенту від 31 січня 2008 року "Про План дій щодо енергетичної ефективності: використання можливостей" в своєму пункті 29 "призиває Комісію, щоб вона запропонувала обов'язкові вимоги, відповідно до яких з однієї сторони, всі нові будинки, які потребують опалення чи охолодження, мусили б з 2011 року будуватися відповідно до норм для пасивних будинків або аналогічних норм для нежитлових будинків, а з іншого боку, для опалення та охолодження з 2008 року використовувалися б пасивні рішення". Для новобудівель економічність пасивного стандарту очевидна, затрати на будівництво на сьогодні, коли технології тільки почали розвиватись, всього лише в незначній мірі перевищують затрати на "класичне" будівництво (збільшення в середньому складає до 10%, що набагато менше, ніж буває різниця між різними пропозиціями будівництва звичайних будин-

ків). Існує можливість і реконструкції старих будинків відповідно до пасивного стандарту або хоча б наближення до нього, що дасть змогу старі будинки змінити на дуже зручні, міцні та дешеві у використанні. Це найкраще пенсійне достраховання. Той, хто живе в пасивному будинку може не боятися майбутніх цін на паливо.

Що буде далі?

Вже протягом десятиліть багато пишеться і говориться про будинки, які не потребують ніякого додаткового постачання енергії зовні, та в яких літні сонячні надлишки зберігаються у великих водних резервуарах. Такі будинки існують, але їх дійсно дуже мало, це глухий кут розвитку. В нашому кліматичному поясі з короткими днями взимку, коли сонце часто не з'являється цілими тижнями, набагато розумніше використовувати більш доступну форму енергії, накопичену влітку, тобто біомасу. 1-2 кубометри дерева вистачить на один рік для опалення та підігрівання води для квартири в пасивному будинку — а це кількість, яка дійсно легко доступна.

Пасивні будинки — це, по суті, сучасні подоби будинків традиційних. Раніше в сільських будинках² взимку на горищі був товстий шар сіна або соломи, таким чином через дах тепло майже

² в тому числі і українських





зовсім не витікало, а топилося лише в одній кімнаті. Щоб топити вистачало дерева з околиць. Сучасні вимоги до житла інші, але для їх задоволення також повинно вистачати того, що пропонує нам наш край. Технологія пасивних будинків – це основна передумова того, щоб ми звільнились від фатальної залежності від вугілля, нафти та газу, цього прокляття дев'ятнадцятого і двадцятого століть.

Пасивний будинок – це будівельний стандарт, для якого важко уявити причину, чому і як він би мав далі розвиватися і удосконалюватися. Звісно, будинки, які трохи кращі, ніж вимагає ліміт, вітаються, а таких вже також побудовано багато. Але використовується в домі для опалення на сто кілограмів дерева більше чи менше, з погляду експлуатаційних витрат та з народногосподарського погляду не грає значної ролі.

Зрозуміло, що треба також намагатись, щоб негативний вплив на оточуюче середовище при будівництві був мінімальним. Способом, як цього досягти, є використання місцевих матеріалів; особливо гарним є поєднання дерева, глини та соломи – приклади таких будинків є вже і в нас. Ще більш розповсюдженим є використання інших природних волокнистих ізоляційних матеріалів. Вже саме будівництво дому з таких матеріалів може вносити свою лепту в охорону клімату: тони вугілля, яке б інакше потрапило в атмосферу, на довгі

десятиліття, а можливо і на століття, безпечно вкладені до стін, перекриття та даху будинку.

Іншим аспектом є те, що кожний удосконалений або новий будинок займає немалу площу, на яку падає сонячне світло. Шкода, якщо воно залишиться без використання. І якщо в пасивному будинку протягом літа неможливо використати все, можна, використати енергію в сусідніх будинках. На дах або ту частину фасаду, яка не використовується у якості вікон, безумовно розумно нанести покриття, яке функціонує як сонячний колектор. В решті решт у порівнянні з іншим покриттям різниця є тільки в тому, що на зовнішній стороні є скло, а під ним є додатковий темний шар, який поглинає сонячне випромінювання. Будинок з такою обробкою звісно виглядає інакше, ніж класичні будинки, але і сучасні автомобілі мають інший вигляд, ніж сто років тому. Можна розглядати питання будівництва окремих енергетичних установок в регіоні, але не використати площі вже все одно забудовані, додавши їм ще одну функцію — просто марнотратство.

Таким чином, можливим доповненням пасивного будинку є його реалізація в такій формі, що в цілорічному балансі він стає джерелом, а не споживачем енергії. Це можливо всюди в місцях з щільною забудовою, де вистачає споживачів сонячного тепла. Те саме стосується і опалювальної системи: в





новому або удосконаленому будинку можна розмістити сучасний котел на біомасі або навіть домашню котельню з високою віддачею та забезпечувати і навколишні будинки.

Проблемою пасивних будинків є й те, що пропозиція достатньо малих нагрівачів, що підходять для одного будинку (наприклад, компактні вентиляційні модулі разом з невеликим тепловим насосом з електричним приводом, також невеликі печі на гранулах або біоспирті, для яких не потрібно встановлювати пічні труби), збільшується дуже повільно.

Хоча зусилля, спрямовані на отримання енергії з природного кругообігу, є розумними та в майбутньому неминучими, головне — це зупинити існуюче величезне марнотратство. Якщо говорити про будівництво, то здається, що пасивні будинки — це кінцевий результат таких зусиль. Давайте познайомимося з ними ближче.

Ян Голлан

Пасивні будинки — зручні, ефективні та надійні

Суть пасивних будинків

У пасивному будинку можна досягти високого комфорту проживання, затишку й приємного середовища при мінімальному споживанні енергії. Теплові втрати завдяки ретельній ізоляції знижені настільки, що для утримання температури у приміщеннях вистачить мінімальної кількості тепла. Враховуючи відмінну теплову ізоляцію, стіни та вікна навіть при низькій зовнішній температурі повітря мають температуру поверхні близьку 20°C, яка є приємною для людей. Особлива увага надається герметичності всіх частин будівлі. Свіже повітря до житлових приміщень потрапляє за допомогою автоматичного вентиляційного обладнання. Тепло відпрацьованого повітря використовується для підігріву чистого повітря, яке надходить. Все разом зумовлює те, що для опалення пасивного будинку використовується в десять разів менше тепла, ніж в середньому у звичайних будинках. Для утримання температури достатньо невеликого опалювального при-

строю, який може бути розміщений де завгодно в квартирі і випромінювати приємне тепло. В багатьох випадках можна повністю відмовитись від його встановлення. Тоді за допомогою догрівуючого приводу тепло передається попередньо підігрітому свіжому повітрю і, в більшості випадків, буде достатньо єдиного джерела тепла — а саме, догрівання повітря. Результат — опалення за допомогою підігрітого свіжого повітря. Завдяки економії на котлі, опалювальних пристроях, розподільному трубопроводі і т.п. частково покриваються підвищені затрати на ретельну теплоізоляцію. Якщо підігріву чистого повітря вистачає в якості єдиного джерела тепла, таку будівлю ми називаємо “пасивним будинком” — саме з тієї причини, що їй не потрібна жодна додаткова активна система опалення (а також жодне кліматичне обладнання).

Вигоди пасивних будинків

Затишок

У пасивному будинку температура поверхонь, які межують з екстер'єром — наприклад, стіни, підлоги, вікна і т.д. — приємна навіть при дуже низьких зовнішніх температурах. Зовнішні стіни

та підлоги над підвалом бувають лише на 0,5-1 градус холодніші, ніж температура повітря в кімнаті. За таких умов вікна в пасивних будинках на два-три градуси холодніші, ніж температура інтер'єру. У будинках, побудованих не за енергетичними стандартами пасивних будівель, такої високої міри комфорту можна досягти лише за допомогою опалювальних пристроїв під вікном та підігріву стін або підлог.

Свіже повітря

Автоматичне постачання чистого повітря без протягів та пилу в пасивному будинку є гарантією того, що повітря всередині будинку завжди буде свіжим, в тому числі і під час довгої відсутності мешканців та вночі. Свіже повітря можна додатково очищати від газів та інших алергенів за допомогою спеціальних фільтрів. В районах, які знаходяться поруч з дорогами з інтенсивним рухом, шум не проникає всередину будинку, а повітря – свіже і без пилу. Звичайно, також можна відкривати вікна.

Критерії пасивного будинку

Необхідна питома паливна потужність	макс. 10 Вт/м ² *
Питоме споживання тепла для опалення	макс. 15 кВт*год/м ² рік
Питоме загальне** споживання енергії	макс. 42 кВт*год/м ² рік
Питоме загальне** споживання первинної енергії***	макс. 120 кВт*год/м ² рік

* Вказана площа в м² – опалена корисна житлова площа.

** Загальне споживання енергії – енергія, яка використовується у домогосподарстві (опалення, тепла вода, вентиляції, насоси, світло, під час готування їжі, домашні електроприлади).

*** Первинна енергія – це вся енергія, виділена для покриття енергетичних потреб будинку.



Економія

Тільки керована подача свіжого повітря дає можливість просто та вигідно використовувати тепло відпрацьованого повітря, яке при провітрюванні через вікна було б безповоротно втрачене. Сама технологія проста в обслуговуванні, компактна та наочна, а при використанні якісних установок експлуатаційні затрати дуже низькі.

Термостійкість в літню спеку

Влітку пасивні будинки поводять себе так само, як і традиційні будівлі. Необхідно дбати про затінення вікон на західній та східній сторонах. Великі скляні поверхні на південній стороні потребують хоча б конструктивного захисту від сонячних променів, наприклад, за рахунок достатньої величини піддашся, зручним однак є і використання регульованих пристроїв для затінення на зовнішніх сторонах вікон, наприклад, рулонних штор або жалюзі. Завдяки використанню енергетично ефективною домашньої техніки та економічних приладів всередині будинку вивільнюється менше непотрібного тепла. Земляний колектор тепла (влітку точніше – колектор холоду) разом з вентиляційним обладнанням забезпечують приємне охолод-

ження повітря, що робить правильно побудовані пасивні будинки і влітку вигіднішими у порівнянні зі звичайними будинками.

Забезпечення у випадку кризи

Пасивні будинки забезпечені і під час критичних ситуацій. Пасивний будинок охолоджується дуже повільно, і при повному відключенні опалення строком до одного місяця за цілодобового туману температура приміщення не буде меншою, ніж 13-15°C. І навіть найменші резервні джерела опалення забезпечать достатньо тепла, наприклад для опалення дитячої кімнати, площею 15 м² протягом холодних хмарних днів вистачить теплової потужності 150 Вт. Для порівняння: віддача невеликої свічки – 30 Вт. Таким чином, для опалення дитячої кімнати вистачить лише п'яти свічок!

Довготривале використання і потенціал для майбутнього

Пасивні будинки мають велике значення для охорони життєвого середовища, головним чином завдяки економічному способу опалення протягом всього періоду їхньої експлуатації, який обумовлює відсутність негативного впливу на оточуюче середовище.



Порівняння енергоспоживання будинків різних типів показує, що споживання енергії в пасивних будинках приблизно в 10 разів нижче, ніж в звичайних будинках

Збільшення затрат на матеріали для будівництва пасивного будинку незначні. Дослідження Австрійського екологічного інституту у Відні продемонстрували, що сумарний екологічний баланс вже побудованих пасивних будинків є позитивним. Більш виразно це простежувалось тоді, коли при виборі окремих будівельних матеріалів, елементів та приладів надавалась перевага екологічній продукції, яка не шкодить навколишньому середовищу.

Архітектурний нейтралітет

Форма забудови більшості сільських дворів, ремісничих та житлових будинків в минулому була завжди компактна й проста. В сучасній архітектурі 20 століття

також було збудовано багато компактних і, в той же час, гарних будинків. Пасивний будинок має компактну форму й водночас — чудову теплову ізоляцію. Крім цього, він повинен досягати тієї найвищої будівельної якості, при якій оптимально функціонуватиме.

Максимальної якості виконання будівельних робіт очікує кожна людина, яка витрачає велику частину своїх життєвих доходів на дах над головою. Безліч пасивних будинків, які вже були збудовані, доводять, що можливими є всі стилі будівництва (масивний чи легкий, з двосхилим, чотирихилим, односхилим або рівним дахом).

Чудовий баланс затрат і користі

Житлова цінність пасивних будинків, так само як і вартість будівлі, за рахунок кращої якості будівництва значно вища, ніж у звичайних будівель. Приклад Австрії показує, що мінімальні витрати на експлуатацію (на опалення та теплу воду — 100-150 євро за рік) у комбінації з привабливою дотаційною системою, яка в Нижній Австрії почала діяти в 2002 році,

роблять будівництво пасивного будинку цікавим також з фінансової точки зору. Якщо було можливо відмовитись від звичайної системи опалення, така економія дозволяла покрити значну частину збільшених затрат на високоефективну вентиляцію, більш якісні вікна та теплоізоляцію. В деяких федеральних землях дотаційні умови ще кращі, наприклад, в Бургерланді від другої половини 2008 року дотуються будинки з питомим споживанням, нижчим $40 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ за рік, найкращі пасивні будинки отримують на 25 тисяч євро більше — їх будівництво є, таким чином, найдешевшим.

Величина затрат на будівництво досягає приблизно 105-115% від витрат на будівництво звичайного будинку, але і без дотацій завдяки дешевшій експлуатації за час використання будинку виникає економія (при збільшенні затрат на 15% при ціні будинку 3,5 мільйонів чеських крон (близько 140 тис. євро) та зростанні цін на енергію на 5% за рік, приблизно за 20 років надлишкові витрати окупляться). Отже, пасивний будинок — будинок з однозначно найнижчими сумарними витратами. Відпадає невпевненість щодо майбутніх експлуатаційних витрат (беручи до уваги динаміку цін в енергетичній галузі). Більш

того, отриманий комфорт супроводжується гарним відношенням затрат та користі.

Досвід показує, що високі ціни на будівельні матеріали, якість яких має рівень, необхідний для пасивних будинків (вікна, вентиляційне обладнання), падають із зростанням випуску продукції і будуть падати й надалі, враховуючи зростання кількості поставальників. На практиці існує багато прикладів будівництва пасивних будинків, які вдалося побудувати за так ж саму ціну, що й стандартні будинки.

Сотні будинків, про які під час проекту CEPHEUS та пізніше публікувалися дані про споживання в них тепла та електрики, підтверджують економічність пасивного стандарту. Всюди, де для пасивного стандарту існує фінансове стимулювання з громадських джерел, його придбання фінансово окупиться навіть з використанням комерційних кредитів для оплати збільшених затрат (див. www.passivhaustagung.de). Нафтові кризи та необхідність охорони клімату гарантують, що в кінцевому підсумку пасивний будинок окупиться і без громадської допомоги, тобто і сьогодні в Чехії.

Як можна досягти цього суттєво нижчого споживання тепла в пасивному будинку?

Необхідне та першочергове

<i>Гарна теплоізоляція, компактність будівлі та відсутність термічних мостів</i>	Всі будівельні елементи, які створюють зовнішню оболонку дому, заізолювані таким чином, щоб коефіцієнт пропуску тепла U був нижчим, ніж $0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; це досягається за допомогою ізоляції товщиною від 25 до 40 см.
<i>Спеціальні вікна та спеціальні віконні рами</i>	Вікна (засклені трьома шарами скла), в тому числі й віконні рами, не можуть мати коефіцієнт пропуску тепла U вищий, ніж $0,80 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Параметр g (величина пропуску сонячного тепла) для скла має бути мінімум 50%.
<i>Герметичність будівлі</i>	Проникнення повітря через негерметичні ділянки повинно бути нижчим, ніж 0,6 об'єму будівлі за годину, що має бути перевірено за допомогою контролю величини герметичності n_{50} .
<i>Надзвичайно дієва рекуперація тепла з відпрацьованого повітря</i>	Свіже повітря за допомогою протиструмного передавача тепла нагрівається відпрацьованим повітрям (тепловий коефіцієнт рекуперації має бути вищим, ніж 80%).

Важливе, але не основне

<i>Пасивний підігрів свіжого повітря</i>	Свіже повітря може подаватися в будинок через земляний тепловий колектор; таким чином, навіть у холодні зимові дні повітря можна нагрівати до температури вище, ніж 5°C .
<i>Орієнтація на південь та незатіненість будівлі</i>	Пасивне використання сонячної енергії – це важливий фактор для пасивних будинків.
<i>Підігрів води поновлюваними джерелами енергії</i>	Воду можна нагрівати за допомогою сонячних колекторів (споживання електроенергії для їхньої експлуатації становить близько 1% загального використання енергії) або також за допомогою теплових насосів (частка використаної електроенергії – приблизно одна третина). Посудомийні та пральні машини мали б бути забезпечені подачею теплої води, щоб не нагрівати її за допомогою електрики.
<i>Економні домашні електроприлади</i>	Важливою частиною концепції пасивного будинку є високоефективні електроприлади (холодильник, електроплита, морозильна камера, лампи, пральна машина,...).

Прим.: При перевірці, чи може запланований будинок досягти пасивного стандарту, можуть використовуватись розрахунки споживання енергії за допомогою програми “Проектний пакет для пасивного будинку” (Passivhaus-Projektierungs-Paket)³, розробленого Інститутом пасивних будинків в Дармштадті (Passivhaus Institut Darmstadt).

³ в Україні цей програмний продукт поки що не представлений.

Детальний погляд на пасивний будинок

Конструкція зовнішніх стін

В принципі, для будівництва пасивного будинку підходять всі звичайні типи конструкцій зовнішніх стін, звісно з достатньо товстою ізоляцією:

- Будівлі масивного типу з тепловим ізоляційним шаром мінімальною товщиною 25 см, а частіше товстішим, ніж 30 см (мінеральна вата, полістирол експандований, розволокнені паперові грудки, корок, природні волокнисті матеріали і т.п.).
- Для дерев'яних об'єктів: будівельні елементи з двотавровими балками для легких будівель або з “ізоляційними стійками” (простір між планками наповнений деревоволокнистою ізоляцією) і більше ніж з 30 см теплової ізоляції.
- Вбудована опалубка з твердого пінополістиролу, яка на будівельному майданчику заповнюється бетоном. Доступною є і комбінація, коли внутрішня частина вбудованої опалубки утворена блоками неопаленої глини.

- Варіант low-tech: конструкції використовують солом'яні в'язки, які є традиційними в Північній Америці і все більше використовуються в Європі.
- Варіант high-tech: спеціальна вакуумна ізоляція, з якою бажаних низьких значень U можна досягнути вже при товщині 5-7 см.

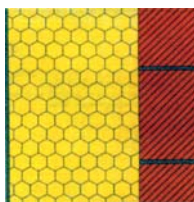
Необхідна товщина ізоляції, яка залежить від теплопровідності будівельного матеріалу та від відношення величини площі поверхні площі до об'єму будинку, коливається в межах від 25 до 40 см. Часто висловлюються сумніви, чи може первинний енергетичний баланс бути позитивним при такому значному використанні ізоляційних матеріалів, але ці сумніви були розсіяні дослідженнями. Високий об'єм первинної енергії, який витрачається на виробництво, поставку та ізоляцію, всього за декілька років компенсується за допомогою низького споживання первинної енергії для опалення.

Герметична оболонка будинку

Пасивний будинок повинен бути побудований герметично. Тепло-

вий ізоляційний шар повинен відділятися від інтер'єру “герметичною оболонкою”, яка може бути утворена газощільними будівельними елементами, щільно з'єднаними між собою. Таким чином запобігаються не тільки протяги і небажаний рух повітря, але одночасно і знижується небезпека пошкодження будівлі в результаті проникнення зимового інтер'єрного повітря до холодних частин конструкції з наступною конденсацією пари, яка в ньому міститься. Цей принцип, звичайно, відноситься і до всіх звичайних будівель, однак на практиці на нього не звертають особливої уваги.

Наприклад, в звичайних випадках недостатньо заповнити піною з'єднувальні зазори між вікном та стінами. Необхідним є тісне приєднання рами до шару, що не пропускає повітря, за допомогою спеціальних смужок або планок та замазки. Індустрія будівельних матеріалів пропонує відповідні продукти, спеціально розроблені з такою метою (напр., рукави для прокладення кабелів або трубок, які можна легко та безпечно з'єднати з герметичним шаром). В залежності від типу будівлі використовуються різні способи



Зовнішня стіна масивного будинку:

Потрібна товщина ізоляції залежить від теплопроводності будівельних матеріалів та відношення площі до об'єму будинку і знаходиться в межах 25-40 см.

Коефіцієнт пропуску

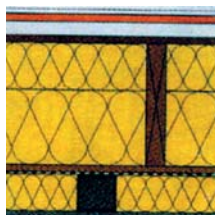
тепла: $U = 0,10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$

зовнішня штукатурка: 1 см

теплоізоляція: 35 см

цегельна стіна: 18 см

внутрішня штукатурка: 2 см



Зовнішня стіна легкого дерев'яного будинку:

Розміщення ізоляції всередині стіни дозволяє зменшити товщину стіни.

К о е ф і ц і є н т пропуску тепла: $U = 0,12 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$

вагонка з модрини (рос. лиственница): 3 см

плита MDF: 1,6 см

дерево: 4 см

мінеральна вата: 26 см

плита OSB: 1,5 см

паронепроникна між-алюмінієвими

неральна вата С-профілями: 7,5 см

гіпсокартон: 1,3 см



герметизації. У масивних будівель герметичну поверхню утворює, передусім, шар штукатурки, у легких дерев'яних будинків разом зіплюються матеріали у вигляді плит та пластин або паробар'єри. Щоб досягти бажаної герметичності будівлі, необхідно особливо увагу приділяти встановленню вікон та всім проходкам трубок, кабелів, тощо через герметичний шар.

Негерметичності в оболонці будівлі ідентифікуються за допомогою визначення різниці тиску вентиляційним тестом величини герметичності n_{50} (напр. тестом blower-door⁴). Для цього в будівлі тиск знижується або підвищується приблизно на 50 Па. Експериментальний тиск величиною 10-60 Па, що використовується при вимірюванні, відповідає надмірному тиску, який виникає на навітряній стороні будинку при швидкості вітру між 4-10 м/с (15-35 км/год), тобто при звичайній силі вітру. Така різниця тиску є достатньою для знаходження щілин в герметичній оболонці за допомогою вимірювальних пристроїв. Така ж кількість повітря, яка проходить через вентиляцію, про-

ходить також через щілини (вади герметичної оболонки) будинку.

Для пасивного будинку параметр n_{50} (герметичність) максимально складає $0,6 \text{ год}^{-1}$

Це означає, що якщо всередині утримується надлишковий тиск в межах 50 Па, за годину крізь щілини максимально може витекти 60% від сумарного об'єму повітря в даному приміщенні.

Вимірювання проводиться наступним чином: на раму відкритих дверей, які ведуть надвір, або на відкрите вікно натягують плівку з каліброваним вентилятором. Таким чином в будинку створюється занижений або підвищений тиск. З'ясовується темп обертів, який необхідний для утримання вибраної різниці тиску — з цих величин для даного вентилятору потім впливає, скільки при цьому через нього протекло повітря.

Вікна пасивного будинку

Технологія засклення вікон за останніх тридцять років значно розвинулась. Прості вікна, які встановлювались часом аж до 1980 року⁵, мали питомий пропуск

⁴приблизний переклад “тест дверима з вентилятором”. Детальніше — див. http://en.wikipedia.org/wiki/Blower_door

⁵ а в Україні подекуди встановлюються і зараз.

тепла $U = 5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ (раніше ця величина позначалась як k). З сучасним заскленням ізоляційними склопакетами, які використовуються в пасивних будинках, стандартна величина U становить $0,7-0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

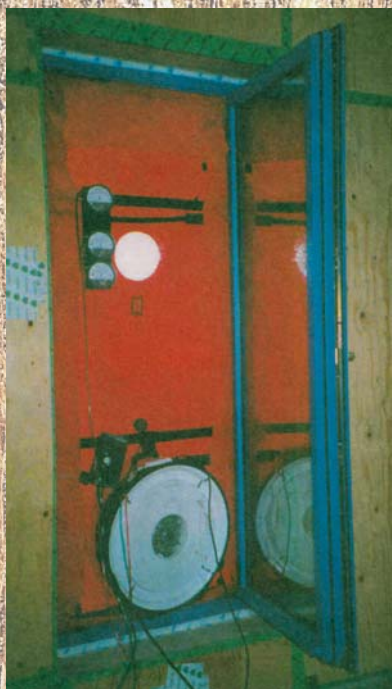
Крайні пластини потрійного скла мають на своїй внутрішній поверхні систему тонких прошарків, які відбивають довгохвильове інфрачервоне випромінювання, а вікна заповнені аргоном чи криптоном⁶. Тільки при такій якості засклення внутрішня температура поверхні віконних пластин наближується до температури повітря в приміщенні і опалювальний пристрій під вікном стає зайвим. В центральній Європі теплотворення такого скла при південній орієнтації та при незначному затіненні навіть в зимових місяцях вище, ніж втрата тепла. Тому для пасивних будинків вигідно, коли найбільші вікна незатінені та орієнтовані на південь. Для достатнього використання сонячної енергії вистачить південного фасаду з заскленою площею 30-40%. З іншого боку, чим більшою є частка заскленої частини, тим важливішими стають заходи проти перегрівання будівлі влітку. Якщо площа засклення

буде більшою, необхідно дбати про зовнішнє затінення та достатню акумуляторну площу в прилеглих приміщеннях, щоб влітку забезпечити температурний комфорт. Отже, в залежності від типу будівлі оптимальна кількість і величина вікон може відрізнятись. Через те, що звичайні вікна з подвійним склом, в основному, пропонуються лише з заданим параметром пропуску тепла всередині між склом (в кращому випадку $U = 1,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$), необхідно особливо підкреслити значення рами. Звичайні віконні рами мають коефіцієнт пропуску тепла U між 1,6 та 2,2 $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Теплові втрати одного квадратного метру рами таким чином більше, ніж вдвічі вищі, ніж у такої ж площі найкращого потрійного склопакету.

Суттєвим тепловим мостом є міжскляні рами, які зазвичай виготовляються з алюмінію. За рахунок використання рамок, виготовлених з менш теплопровідних матеріалів (як бар'єр проти дифузії використовуються плівки товщиною лише 0,025 мм), втрати тепла на краях скла помітно знизяться. Для пасивних будинків були розроблені особливо добре теплоізовані віконні рами, які втрати

⁶ або іншими інертними газами.

на краях склопакету знижують ще тим, що скло вставляють глибше до рами. В ідеальному випадку товстий зовнішній теплоізоляційний шар будівлі переходить відразу на скло, якого краї прикриваються по ширині більше ніж на п'ять сантиметрів. Тільки так можливо повністю використати вигоди розроблених на даний момент подвійних склопакетів товщиною лише 8 мм, які ізолюють так само добре як і найкращі потрійні склопакети. Для максимізації використання сонячного тепла можна використати скло з низьким обсягом заліза та антирефлексними прошарками. Ціну вікон можна знизити тим, що їх більша частина буде реалізована як постійне засклення, яке не буде відкриватись.



Розріз вікна для пасивного будинку, яке має дерев'яну раму та три шари скла. На сьогодні на ринку з'являється (на заході швидше, в Чехії трохи повільніше, в Україні ще повільніше) все більше продуктів, які можна використовувати в пасивних будинках. Важливо для вікон в пасивних будинках: слідкуйте за коефіцієнтом пропуску тепла U скла, рами, міжскельних рамок, за тим, щоб скло входило в раму якомога глибше, а також за коефіцієнтом пропуску сонячного тепла g .

Контроль величини герметичності n_{50} за допомогою приладу blower-door: для проведення виміру прилад встановлюється за допомогою мембрани на двері чи вікно, при цьому слід забезпечити герметичність встановлення.

Технічне обладнання пасивного будинку

Вентиляція та опалення

Повітря — є нашим найважливішим “продуктом”. Без повітря ми можемо прожити всього декілька хвилин.

Вентиляція — це не енергетична проблема, а гігієнічна необхідність. Вона має виконувати такі завдання:

- видаляти запахи та шкідливі речовини,
- регулювати відносну вологість повітря,
- в разі необхідності під час літньої спеки забезпечувати охолодження.

Добрий індикатор якості повітря у внутрішніх приміщеннях — це вміст CO_2 . Переважна більшість користувачів сприймає якість повітря як добру, коли концентрація CO_2 не перевищує 0,1% (свіже повітря містить 0,04% CO_2).

Для зменшення вмісту CO_2 до такого гігієнічно допустимого максимуму вистачає потоку повітря об'ємом 20-30 m^3 на особу за годину (в дитячій кімнаті — 35 m^3). В залежності від кількості присутніх людей це означає заміну 0,3 — 0,8 об'єму приміщення за годину.

Належну заміну повітря можна гарантувати лише при використанні механічного вентиляційного облад-



свіже повітря що надходить в холодні дні після проходження через рекуператор потім нагрівається до температури 50°C. Частина тепла може бути передана до інтер'єру за допомогою вентиляційних труб або стелі, підігрітої таким повітрям, тоді більшість повітря потрапляє до приміщення як тепле та свіже.

У зв'язку з цим важливо, щоб були обов'язково виконані дві обмежуючі умови:

- Поверхня нагрівального приводу не повинна бути гарячішою, ніж 55°C, тому що інакше на ній з пилу, який знаходиться в повітрі, будуть випаровуватися різні летючі речовини, а пил буде і далі дробитись (процес т.зв. карбонізації або пропалювання частинок пилу).
- Кількість повітря, яке надходить до приміщення, не повинна бути більшою, ніж необхідно (20-30 м³ на особу за годину, в дитячій кімнаті до 35 м³ на особу за годину), щоб взимку відносна вологість повітря не падала занадто низько.

Саме враховуючи ці умови, теплові втрати через оболонку будівлі повинні бути такими низькими. Тепло для догрівання

повітря, яке надходить, може походити, наприклад, із системи для підігріву води. Тут підхід має бути до якоїсь міри протилежним — аж до сьогодні тепла вода, підігріта за допомогою опалювального пристрою, була “похідним продуктом”, в пасивних будинках відбувається навпаки — опалення забезпечується як “побічний продукт” системи для підігрівання питної води.

Одна з можливостей — це невеликий тепловий насос, який забирає тепло із відпрацьованого повітря після того, як воно пройде через рекуператор. Таке повітря все ще тепліше, ніж повітря зовні і містить також латентне тепло водяної пари, яка виділяється різними джерелами в будинку. Якщо свіже повітря спочатку проходить через земляний колектор, як рекомендується, то, як правило, температура відпрацьованого повітря після проходження через рекуператор не буде нижчою 5°C. Отже, в пасивному будинку вентиляцію, опалення та підігрів води може виконувати проста компактна система, яка потім при потребі охолодить відпрацьоване повітря аж до мінусових температур.

З такою системою підігрів води та опалення можна забезпечити при річному споживанні електроенергії 1500-2200 кВт·год. Для порівняння — типова сім'я з чоти-

рьох осіб за допомогою іншого неелектричного опалення за рік використає приблизно 3500-4500 кВт·год електроенергії. На сьогодні ряд виробників пропонують компактні вентиляційні модуля для підігріву води та повітря в пасивних будинках. Модулі легко встановлюються і після цього в будинку треба лише підключити електрику. Відпадають видатки на підключення газу або теплофікацію. Якщо електрика походить з поновлювальних джерел, такий варіант підігріву можна вважати прийнятним.

Тепло до приміщень, звісно, можна подавати і звичайними опалювальними поверхнями (підлогове та стельове опалення, опалення стінами, щитові опалювальні блоки, радіатори). Беручи до уваги високу теплову якість будівлі, опалювальні поверхні можна розмістити будь-де в приміщенні, незалежно від розташування вікон (що значно економить місце і надає можливість зменшити довжину трубопроводів). Цей варіант уможливорює встановлення індивідуальної температури в окремих кімнатах, але вимагає додаткових інвестиційних витрат.

Екологічно сприятливий метод розпорядження надлишковим теплом — це встановлення кімнатних пічок на гранулах, які не використовують кімнатне повітря для

горіння (тому пічка може стояти в житловому приміщенні). Пічка на гранулах переважно оснащена інтегрованим баком для гранул, що робить використання біомаси ще зручнішим. За рахунок уникнення підвищених витрат на теплові мости (через наявність димоходу) в пасивних будинках можна встановити і каміни з незалежним підводом повітря зовні, у разі необхідності з інтегрованим підігрівом води. Але для пасивних будинків вони часто мають занадто велику потужність та обмежене використання, враховуючи короткий опалювальний сезон.

Технологічно найпростішим рішенням є опалення за допомогою спиртових камінчиків без димоходу, які, втім, використовуються лише тоді, коли працює вентиляційне обладнання. Використання такого дорогого палива виправдане лише при загальному споживанні енергії на рівні половини ліміту для пасивних будинків (і такі параметри досягаються на практиці).

Тепла вода

Відносно теплої води також діє основний принцип концепту пасивних будинків: “подвійний комфорт з малим споживанням енергії”. Можна порадити наступ-

ні заходи для зниження споживання теплої води:

- арматури, які економлять воду,
- ванна, розміщена в тепловій ізоляції без теплових мостів,
- духова кабіна, вертикально закрита і при необхідності доповнена інфрачервоним опалюванням, щоб у період, коли душ вимкнутий, температура не знижувалась за межі приємної,
- трубопровід для підведення теплої води слід зробити, якщо це можливо, якомога коротшим, або ж в середині опалюваної частини будинку та використати для нього “вдвічі сильнішу” ізоляцію,
- бак для теплої води розмістити у опалюваній частині будинку і дуже гарно заізолювати,
- вибирати такі домашні електроприлади, які економлять воду (пральна машина, машина для миття посуду) і до яких можна подавати вже теплу воду.

За допомогою таких простих і відносно вигідних заходів споживання тепла для підігріву води можна суттєво скоротити. Решта споживання в теплій половині року повинна була б забезпечуватись сонячним обладнанням, інтегрованим до даху або південного фасаду будови.

Погляд в майбутнє

Наступним важливим потенціалом для зниження негативного впливу на оточуюче середовище є постійне використання екологічних будівельних матеріалів. Якщо використовувати оптимізований спосіб будівництва, негативний вплив на навколишнє середовище, спричинений будівництвом будинку, можна знизити на 50-80% у порівнянні з екологічно несприятливим способом будівництва. Ця різниця впливає з балансу викидів парникових газів (в будинку можна, наприклад, на довгий час розмістити багато тон вуглецю у формі біомаси), об’єму первинної енергії, викиду шкідливих речовин та інших критеріїв, наприклад, віддільність окремих компонентів і наступна можливість їх повторної оцінки, а також трудомісткість транспортування. Очевидно, що подальший розвиток пасивних будинків повинен відбуватися у напрямку екологічних пасивних будинків.

Заготівля енергії з поновлювальних джерел (сонячні колектори, фотоелектричне обладнання, біомаса) відбувається з нижчими витратами, ніж у звичайному низькоенергетичному будинку, тому що завдяки нижчому споживанню енергії в пасивному будинку можуть бути встановлені системи менші, ніж у звичайних будинках.

Досвід експлуатації пасивних будинків

У рамках пілотного і дослідницького проекту Європейського Союзу CERNEUS (Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards) протягом 1999-2001 року в Європі в 14 місцях були побудовані пасивні будинки різних типів із загальною кількістю квартир 221. Результати підтвердили, що ідея пасивних будинків може бути реалізована практично, і одночасно запропонували дуже добрі критерії якості. Від того часу кожний рік будується майже стільки пасивних будинків, скільки їх існувало до цього (в Австрії на початку 2004 було вже майже триста пасивних будинків, в 2008 році їх кількість перевищила три тисячі, в Німеччині — десять тисяч), попит же на них зростає ще швидше. Експерти прогнозують, що в 2010 році вже третина австрійських новобудівель буде будуватися згідно пасивного стандарту.

Вимірювання герметичності

У пасивного будинку величина герметичності n_{50} нижча або дорівнює $0,6 \text{ год}^{-1}$, що означає, що при утриманні підвищеного тиску величиною 50 Па через щілини може пройти максимально 60% від сумарного об'єму повітря в даній





кімнаті. Але для сотень досліджуваних пасивних будинків середня величина є нижчою, в середньому лише $0,4 \text{ год}^{-1}$. Цей тест також часто називають „blower-door test“ — за назвою приладу, який використовується. Практика показує, що підготовлені будівельні команди, які розуміють, наскільки важливими для функціонування пасивного дому є особливо якісно виконана ізоляція без щілин та герметична оболонка, майже всі досягли необхідних або кращих значень з першого разу. **Важливим є те, щоб перевірка повітряної ізоляції була проведена відразу після закінчення будівельних робіт, на такій стадії будівництва, коли ще можливо виконати додаткові роботи з герметизації.** Герметичність — це основний та достовірний параметр якості будинку — там, де вимірювання повторювалося через кілька років, виявилось, що герметичність пасивних будинків не погіршилась.

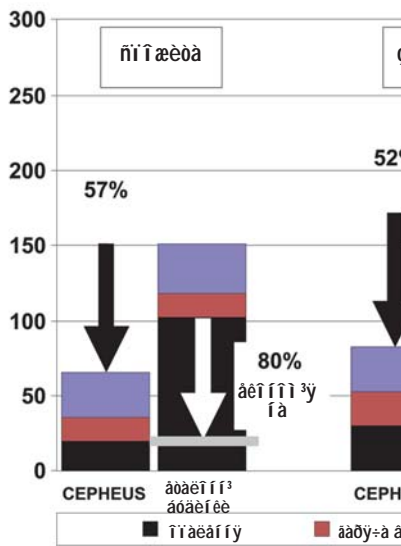
Споживання енергії

Відомі результати вимірювань за декілька років експлуатації більше ніж сотні квартир з проекту, реалізованого в Німеччині, Австрії та Швейцарії. Споживання енергії для опалення за результатами вимірювань було в середньому на 84% нижче, ніж в еталонних звичайних будинках. Більшість квартир не

перевищила лімітний параметр для пасивного будинку, а саме: споживання на рівні 15 кВт·год/(м²/рік). Середнє споживання було трохи нижчим за ліміт.

Різний рівень споживання був особливо помітним в квартирах, які знаходились у великих будинках. Якщо в деяких квартирах мешканці підтримували температуру, вищу ніж сусіди (в крайніх випадках 24°C замість 20°C), вони таким чином топили і для них. Хоча споживання енергії в теплішій квартирі було великим, у сусідів, однак, воно наближалось до нуля. Через те, що між квартирами майже відсутня теплоізоляція, що є нормальним, тепло з будинку не витікає. З роками в більшій частині будинків споживання і надалі зменшувалось, навіть до величин нижчих, ніж прогнозували розрахунки. З цього можна зробити висновок, що мешканці все більше вчилися використовувати вигоди пасивних стандартів. Низьке споживання може бути зумовлене спеціально заниженим темпом провітрювання в найхолодніші дні, щоб всередині було приємніше завдяки оптимальному значенню вологості повітря.

При порівнянні споживання енергії для підігріву води і опалення та споживання електрики для домашнього господарства та технічних приладів, відповідно до очікувань, найбільш значну роль у загальній



Порівняння результатів виміру споживання енергії в будинках за проектом CERNEUS та еталонних будинках. Порівняння підтверджує, що пасивні будинки можуть мати економію на енергії для опалення.



будинку, його відносна вологість буде дуже низькою, запобігти цьому можна лише за допомогою джерел водяної пари, які знаходяться в будинку. Параметри вологості повітря в досліджуваних приміщеннях в найхолоднішу пору коливались між 30 та 40%, в двох квартирах величини відносної вологості були ще нижчими, між 20 та 30%. Підвищити таку занадто низьку вологість (приємна вологість – хоча б 40%) можливо завдяки зниженню темпу заміни повітря у найхолодніші дні. Альтернативою було б використання рекуператора з соляними мембранами, які крім тепла насичують свіже повітря і водяною парою.

Інвестиційні затрати

Не зважаючи на те, що витрати на окремі проекти можна співвіднести лише частково, досліді доводять, що будівництво пасивних будинків можна реалізувати без значного збільшення інвестицій; тобто в прийнятних рамках. Інвестиційні затрати австрійських проектів в середньому на 8% вищі, ніж затрати на еталонні звичайні будівлі. В перерахунку на питоме підвищення витрат на один квадратний метр опалювальної житлової площі йдеться про збільшення від нуля до трьохсот євро. Величина збільшення інвестицій була з'ясована порівнянням з





будівлею такого ж типу та архітектури, однак без можливості використання відпрацьованого повітря, без вікон у відповідності до пасивних стандартів та з гіршою теплоізоляцією.

Можливі проблеми при будівництві та на початковій фазі експлуатації

Знаходження екологічно нешкідливого будівельного матеріалу (напр., матеріали без вмісту ПВХ і т.п.) може забрати більше часу, що повинно враховуватись під час планування терміну будівництва. Для пасивного будинку, в який мешканці переїдуть в період лютої зими, потрібно додати приблизно 1000-2500 кВт·год енергії, щоб він міг функціонувати без енергетичних недоліків. Ця початкова фаза може у випадку стовідсоткового опалення повітрям тривати аж 4 тижні, однак її без проблем можна подолати за допомогою невеликого електричного нагрівача. При автоматичній вентиляції провітрювання вікнами стає зайвим, якщо йдеться про покращання якості повітря, і тому від цієї звички краще відмовитись. В пасивному будинку можна також у випадку необхідності відкривати вікна, в спекотні літні дні дієвим методом охолодження будівлі є нічне провітрювання відкритими вікнами.



Гарні відгуки мешканців

Інститут житла і життєвого середовища (Institut Wohnen und Umwelt), Інститут для комунікації з навколишнім середовищем (Institut für Umweltkommunikation) та Університет Кассель для проектів пасивних будинків провели паралельні соціальні дослідження. Вони загальнодоступні і як висновок доводять: мешканці пасивних будинків дуже задоволені. Деякі мешканці хотіли б, щоб вологість повітря в житлових приміщеннях була трохи вищою. Не було знайдено жодних фактів, які б вказували на принципові недоліки концепту. Навпаки, ціниться передусім температурний комфорт та висока якість повітря.

Дослідження, проведені в рамках проекту “Пасивний будинок на практиці”, також показує високу задоволеність мешканців пасивними будинками. Всі респонденти підкреслюють затишність взимку і влітку, світлі приміщення, зумовлені тим, що будинок відкритий сонцю, а також свіже, ідеальної температури повітря, яке знаходиться в житлових приміщеннях і спальнях 24 години на день.





Шлях до пасивного будинку – контрольний список для планування та реалізації будівництва

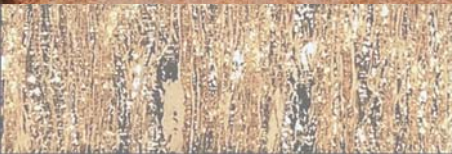
1. План забудови земельної ділянки

- Чи можна вибрати компактну форму будівлі?
- Чи може головний фасад бути орієнтованим на південь (відхилення від південного напрямку $\pm 30^\circ$) та мати велику площу засклення (приблизно до 40%)?
- Для пасивного використання сонячної енергії вигідно, коли ділянка для будівництва не затінена іншими будівлями, горами чи лісом.



2. Попереднє планування

- Скорочення до мінімуму затінення взимку (жодної, або ж дуже мала тінь, що відкидається парапетом, перилами, виступами будівлі, балконами, піддашшям, відділяючими стінами і т.п.).
- Компактна форма будівлі та використання можливості надбудови.
- Оптимальною є орієнтація скляних поверхонь (які мають займати приблизно аж до 40% площі стіни) на південь, вікна, які ведуть на схід, захід та північ, слід залишити малими.
- Проста структура та поверхня оболонки будівлі (якщо можливо без слухових вікон, ліхтарів, виступів і т.п.).
- План: розміщення різних зон в будівлі відповідно до сторін світу, концентрація зон з технічними приладами (напр.,

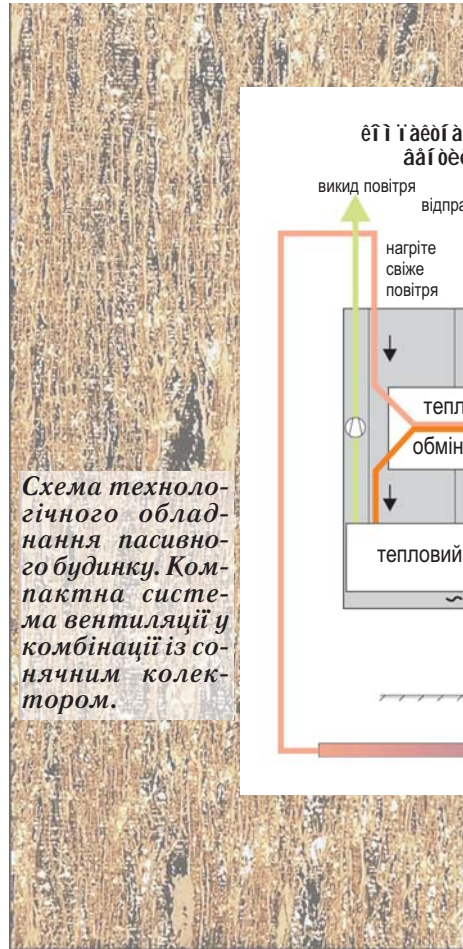


ванні кімнати над кухнею або біля неї).

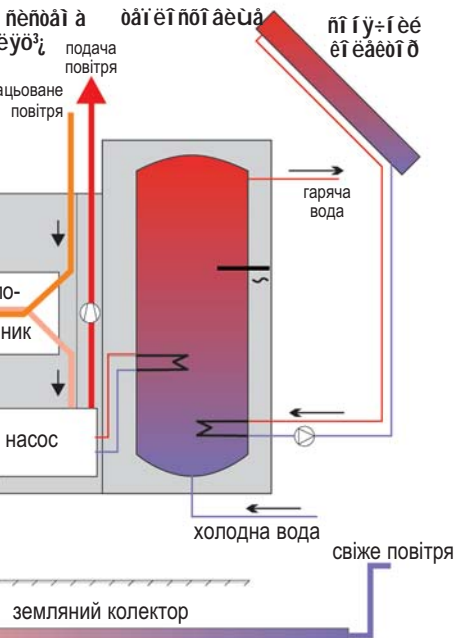
- Враховувати необхідні вентиляційні канали.
- Забезпечити теплове відділення першого поверху від підвального поверху, якщо такий є (враховуючи і виходи з підвалу): герметичність, відсутність теплових мостів.
- Перевірити можливість отримання до-тацій для будівництва пасивного будинку чи його частини.
- Оцінка затрат.
- Перша розмова у будівельному відом-стві для окреслення ситуації.
- Складання договору з архітекторами, включаючи точний опис реалізації.

3. Проект будівлі та подача заявки до будівельного відомства

- Зробити вибір щодо енергетичного концепту для вентиляції, опалення та підігріву води, плану будівлі, архітек-тора, типу будівлі – т.зв. легка (дерево) або масивна.
- Запланувати товщину ізоляції для оболонки будівлі та запобігти тепловим мостам.
- З'ясувати просторові вимоги для тех-нічного оснащення будівлі та вста-новлення сонячного обладнання.
- В плані відмітити проведення корот-кого трубопроводу (тепла вода, холо-дна вода, стічна вода) та коротких вентиляційних каналів. Холодне повіт-ря проводити за межами теплоізолю-ваної оболонки будівлі, тепле повітря – всередині.
- Розрахунки можна робити за допомо-гою програми PHPP (Passivhaus-



Компактне обладнання з тепловим насосом та теплосховищем для пасивного будинку. Вся техніка для опалення, підігріву води та вентиляції сконцентрована в одному пристрої, що має розмір холодильника. До теплосховища (справа) може бути приєднано також сонячний колектор.



Projektierungs-Paket) – Проектний пакет для пасивних будинків.

- Управління будівництвом.
- Провести розрахунки, необхідні для подання заявки на дотацію для будівництва будинку, і подати заявку.

Прим.: Назви дотацій різних інституцій в Чеській Республіці швидко змінюються. Крім дотаційних програм на поновлювальні джерела енергії у час публікації даного видання поки не існує жодної комплексної програми дотацій для новобудівель пасивних або низькоенергетичних житлових будинків, однак в майбутньому можна очікувати її створення⁷.

4. Робочий проект на етапі будівництва

- Дуже гарна теплоізоляція конструкції (правило: вимагайте величину пропуску тепла $U = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ або ще краще $U = 0,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$).
- Пам'ятати про різного роду з'єднання без теплових мостів.
- В елементах різних сполучень забезпечити герметичність.
- Оптимізувати встановлення вікон (тип скла, спеціальні рами, частка застаклених частин, захист від сонця).

5. Робочий проект проведення вентиляції

- Обдумайте можливість запрошення спеціалістів.
- Короткі вентиляційні канали; гладкі стіни; швидкість руху повітря нижча, ніж 3 м/с; холодне повітря проводити за межами теплоізолюваної оболонки будівлі, тепле повітря – всередині.

⁷ в Україні таких дотацій поки що не існує взагалі.

- Запланувати вимірювальне обладнання та балансувальні елементи; забезпечити звукоізоляцію та протипожежну охорону.
- Для виходів повітря: не допустити виникнення поривчастого потоку повітря, дбати про віддаленість виходів повітря; відпрацьоване повітря не всмоктувати через опалювальні пристрої (якщо вони встановлені).
- Центральне вентиляційне обладнання, включно з догрівальним приладом, встановити в теплій частині будівлі або ж в підвалі та забезпечити достатню ізоляцію. Дбати про добру звукоізоляцію приладів. Коефіцієнт рекуперації має бути вищий 80%; герметичність (циркулярне повітря < 3 %); ефективне використання електрики (максимально 0,4 Вт · год. на 1 м³ повітря).
- У користувача повинна бути можливість встановити та регулювати вентиляцію.
- Встановити циркуляційну витяжну шафу, металеві уловлювачі жиру.
- У випадку встановлення земляного колектору тепла забезпечити герметичність та достатню віддаленість трубопроводу від стін підвалу та водопроводу; для експлуатації у весняні і літні місяці забезпечити можливість шунтування тепла.

6. Робочий план для іншої домашньої техніки

- Тепла вода: короткий та гарно ізольований трубопровід, розміщений всередині теплової оболонки будинку. Холодна вода: короткий трубопровід, звичайна ізоляція проти конденсації





водної пари на трубопроводі.

- Арматури, які економлять воду; підведення теплої води до пральних та посудомийних машин з економними програмами.
- Стічна вода: короткий трубопровід (лише один стічний трубопровід), фільтрація.
- При встановленні сантехніки та електротехніки, якщо це можливо, не порушувати герметичну оболонку будівлі, в екстрених випадках забезпечити ущільнення.
- Використовувати домашні прилади, які економлять енергію. В програмі “Проектний пакет для пасивних будинків” (Passivhaus-Projektierungs-Paket) є перелік таких приладів.

7. Вибір постачальників та проведення замовлення

- В договорі відобразити вище перераховані гарантії якості!
- Скласти часовий план будівництва.

8. Забезпечення якості виконання будівництва підрядчиками

- Відсутність теплових мостів: контроль якості на будівельному майданчику.
- Герметичність: герметичність всієї проводки, трубопроводів та каналів забезпечити старанним штукатуренням або обклеюванням. Електричну проводку, яка проходить оболонкою будівлі також ущільнити між кабелем та інсталяційним трубопроводом. Розетки вставити щільно до гіпсу або до будівельного розчину.
- Встановити теплоізоляцію для вентиляційних каналів та трубопроводів з

теплою водою.

- Шви біля вікон ущільнити спеціальними клейкими стрічками, внутрішню штукатурку нанести на коробку будинку від підлоги аж до несучого перекриття.
- Негерметичність n_{50} : провести перевірку повітряної ізоляції в таку фазу будівництва, коли герметична оболонка будівлі вже повністю готова, але ще доступна для догерметизації. Тобто, перед внутрішнім облицюванням, але вже після проведення електрики (потрібна домовленість між різними фахівцями). Знайти та усунути негерметичності.
- Вентиляційне обладнання: доступність фільтру з метою заміни. Можливість регулювання руху повітря під час звичайної експлуатації за допомогою вимірювання руху свіжого та відпрацьованого повітря; досягнення рівноваги; рівне розповсюдження свіжого та відпрацьованого повітря; вимірювання споживання електрики вентиляційним обладнанням.
- Провести контроль якості всієї домашньої техніки.

9. Прийом об'єкту, контроль рахунків





Центр для проведення семінарів у Гостетіні – приклад енергопасивного будинку

Проект забудови

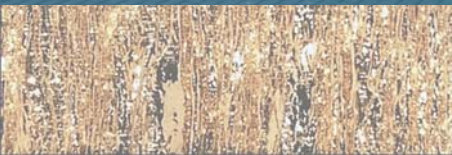
Будівельна ділянка знаходиться поруч з сільською площею. У зв'язку з цим проект забудови передбачає, що два об'єкти будівництва (склад для сокозаводу та головна будівля) розташовуються перпендикулярно дорозі, і, таким чином, вони повернуті фронтом до сільської площі.

Архітектура

Центр складається з трьох об'єктів: будівлі з двохстилим дахом, на першому поверсі якої знаходиться приміщення для проведення семінарів та громадських заходів, а на другому поверсі офіс, та житлового об'єкту простої форми із рівним рослинним дахом (тут знаходяться кімнати для гостей), а також одноповерхової продовгуватої кухні. Їх об'єднує відкритий простір вестибюля, який слугує і як тепловий буфер.

Вигляд будівлі для проведення семінарів відповідає традиційному уявленню про житловий будинок, тільки із сторони площі (тобто з південної сторони) будівля оснащена фасадним сонячним колектором. В приміщенні для проведення семінарів завдяки верхньому освітленню та південному розташуванню можна вдало використовувати денне світло.

Двоповерховий гуртожиток на кожному поверсі містить по п'ять кімнат готельного типу (2, 3 та 4-місні), у цілому для 25 гостей.

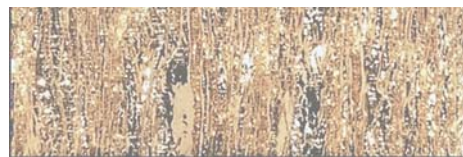
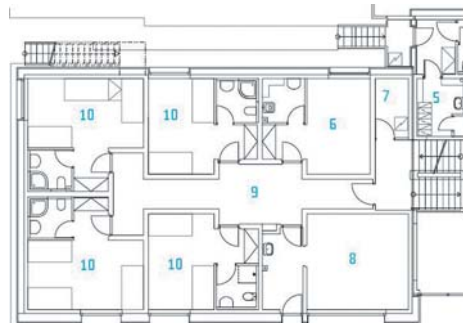
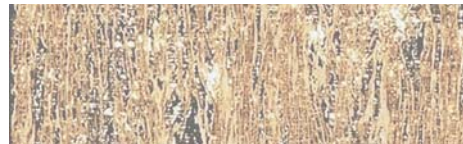
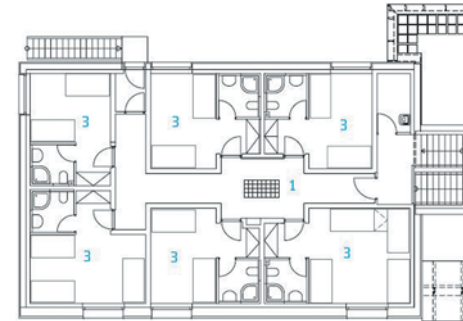
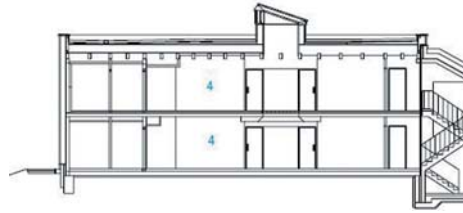


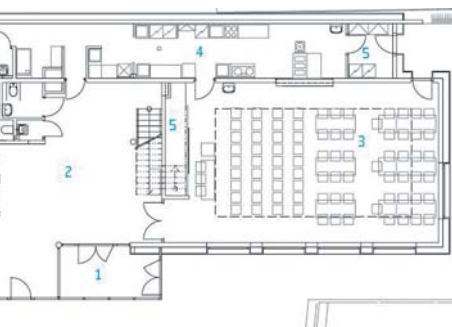
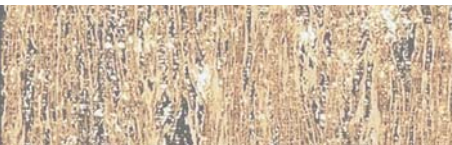
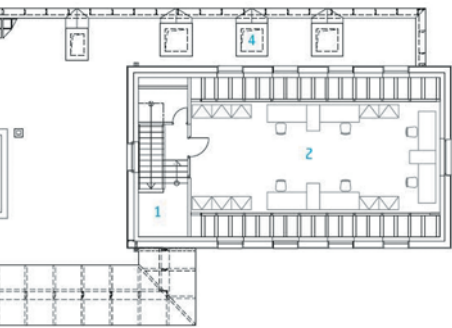
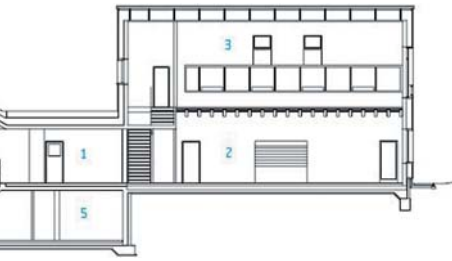
Різниця між будівлею для проведення семінарів та гуртожитком підкреслюється способом, який відповідає існуючому архітектурному стилю населеного пункту: будівля для проведення семінарів, як головна частина комплексу Центру, являє собою масивну, оштукатурену споруду. Одночасно з цим сторона гуртожитку, яка виходить в сад, обшита деревом, завдяки чому гуртожиток сприймається як менш важлива споруда, створюється враження прибудови. Об'єм комплексу будівель складає 3 585 м³, а площа підлоги приміщень всередині теплової оболонки складає 713 м².

Застосовані технології

Від самого початку враховувалось те, що Центр повинен слугувати не тільки для теоретичного просвітництва стосовно екологічного будівництва, але і як практичний приклад відповідних рішень. Зрозумілим було те, що має бути дотриманий пасивний стандарт. Домогтися цього для будівлі такого призначення і з таким компонуванням не дуже просто. Враховуючи орієнтацію, зумовлену характером земельної ділянки та забудову населеного пункту, будова не могла отримувати взимку велику кількість сонячної енергії. Ще одна проблема – це змінна кількість користувачів, коли іноді, особливо взимку, будова може бути довго порожньою (не враховуючи кількох постійних співробітників). Тому розумним буде залишити частину будівлі холонуту.

Незважаючи на відносно сприятливе співвідношення площі та об'єму будівлі ($A/V = 0,59 \text{ м}^{-1}$), необхідно було використати товсте ізоляційне покриття. З іншого





боку, необхідно було економити на його товщині, враховуючи невелику територію, на якій велось будівництво та значні вимоги щодо внутрішнього об'єму.

Конструкційні рішення та матеріали

Передня частина Центру побудована з бетону (підлога, стіни та стеля кухні), задня частина — з цегли, товщина стін обох частин Центру — 20 см. Меншої товщини цегляної кладки (щоб вона одночасно відповідала тепловим стандартам) досягти неможливо. Тоншу бетонну стіну такої довжини і висоти (максимум - 9 м) з великими віконними отворами також ніхто не зміг спроектувати і при цьому гарантувати якість.

За виключенням однієї стіни та даху, будівля над землею ізолювана за допомогою мінеральної вати, товщина ізоляції стін — 28 см, покрівлі — 38 або 40 см.

Західна стіна гуртожитку ізолювана за допомогою соломи. Товщина солом'яного шару — 38 см. Була використана нова власна система кладки декількох тонших шарів соломи, відокремлених вертикальними верствами паперу. Метою було розділити конвекцію в повітропроникному ізоляційному шарі до трьох-чотирьох секцій поперек теплового потоку, щоб зниження температури в конвекційній секції зменшилось на третину-четвертину. В такій самій мірі знизиться швидкість повітряного потоку і перенесене тепло на одиницю об'єму. При використанні цільних зв'язок під час морозів, коли теплова ізоляція відіграє особливо важливу роль, погіршуються властивості соломи, причому більше ніж удвічі, порівнюючи із умовами без конвекції, для яких вказуються

норми теплової ізоляції матеріалів. Солома не відділяється від стіни паробар'єром, дифузійний опір самої цегляної стіни та внутрішньої штукатурки вищий, ніж опір прошарків зовні цегляної стіни. Солома була також використана поверх більшої частини горизонтального даху, тобто над всією житловою частиною. Тут використання було ще простішим, сорокасантиметровий прошарок був розділений папером лише на дві половини. В таких умовах конвекція виникати не повинна. Під соломою знаходиться паробар'єр з металевим армуванням, для відведення пари вистачає дифузії до солom'яних прошарків стін.

Засклені поверхні

Вікна, що відкриваються, відповідають пасивному стандарту, крім чотирьох мансардних вікон, тому що на ринку поки ще не представлені моделі вікон похилої конструкції, які б відповідали такому стандарту.

Гірші параметри має вертикальне фіксоване заскління. На початку будівництва здавалось, що на чеському ринку відсутня пропозиція виконання проектів з дотриманням пасивних стандартів. Зрештою рішення знайшлося: для вікон в залі були використані звичайні алюмінієві рами, повністю покриті зовнішньою ізоляцією (полістирол експандований із штукатуркою). Заскління все ж таки значно гірше, ніж повинно було б бути: замість $U = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ (що досягається у скла вікон, що відкриваються) задано $U = 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ (при орієнтовному термографічному вимірюванні різниця була дуже виразною).

На вікнах залу встановлені зовнішні





жалюзі. Ми враховуємо можливість встановлення на літній період зовнішніх штор на вікнах житлової частини та застеленого фойє, які при необхідності можна буде закривати. Над вікнами стріхи на літо натягуються чорні штори, які пропускають лише меншу частину сонячного випромінювання.

До застелених площин відноситься і розділений на частини сонячний колектор на фасаді будівлі площею 22 м².

Вентиляція, опалювання, тепла вода

Типовою технологією пасивних будинків є опалювання свіжим повітрям, все одно необхідним для провітрювання. У нашому випадку цього виявилось недостатньо, враховуючи дуже змінливу кількість людей, які перебувають в різних частинах будівлі. Опалення за допомогою циркулюючого повітря також не було б адекватним рішенням, оскільки воно характеризується зайвим споживанням електроенергії.

За допомогою свіжого повітря можна опалювати горище і залу, але встановлені й невеликі батареї. В житловій частині вентиляційним повітрям не опалюється зовсім. Окремі пари гостьових кімнат мають спільну вентиляційну систему з активною рекуперацією. Розмірів вентиляційних одиниць спеціально вибрані так, щоб потік повітря в трубопроводі рухався якомога повільніше. Крім зменшення рівня шуму це впливає, головним чином, на відносно добру віддачу рекуперації – близько 85 %.

В будівлі не встановлено систему забору тепла чи холоду з ґрунту. Причиною була занадто висока ціна земельних робіт та

брак води в колодязях для використання такого найпростішого джерела. Проте особливого значення надається можливості дієвого самопливного нічного провітрювання будівлі за допомогою відкриття верхніх вікон, вентиляційних клапанів у фойє та, при необхідності, вхідних дверей. Тепло для опалення і підігріву питної води береться з двох джерел: з сільської котельні та з двох великих колекторів — фасадного та колектору на даху сусіднього сокозаводу. Система використовує тепловий резервуар, який вже багато років стоїть за місцевим сокозаводом.

Штукатурка та герметичність будівель

Стіни зсередини поштукатурені глиною. Одним із завдань штукатурки було (особливо для цегляної стіни, в якій не були зацементовані вертикальні тріщини) забезпечити повітрянепроникність об'єкту. Будівля поки що не досягла рівня повітрянепроникності, характерного для пасивних будинків, маємо лише значення 0,75 внутрішнього об'єму будівлі за годину при перепаді тиску 50 Па. Головна причина цього — це негерметична стіна з неопаленої цегли, яка зсередини навмисно не поштукатурена і зовні вже недоступна (за нею проходить температурна межа між передньою та задньою будівлями). Для повноти картини згадаємо і інші екологічні технології, використані під час будівництва. В першу чергу, йдеться про використання дощової води для зми-

вання у туалетах — в об'єкті знаходиться резервуар на 5,6 м³ дощової води. Це важливо ще і тому, що в селі відсутній водогін — використовується вода з криниць, крім того, область Білих Карпат не дуже багата на опади, що спричиняє брак води в колодязях, особливо в літні місяці. Також важливою вважаємо увагу, яка приділялась вибору матеріалів для інтер'єру — наявність сертифікації FSC для меблів у кімнатах, підлога з природного лінолеуму, казеїнове покриття глиняної штукатурки.

Фінансування та реалізація

Інвестором будівництва була Первинна організація Чеської спілки захисників природи "Вероніка" (неприбуткова організація). Тому кошти на проект та будівництво походять з ряду джерел — дотацій та дарів. Весь фінансовий менеджмент проекту представляв собою надзвичайно трудомісткий процес вивчення та пошуку можливостей використання структурних фондів, з одного боку, для цього інноваційного проекту, з іншого боку, для використання в неприбутковому секторі, фінансування якого в Чехії дуже нагадує фінансуванню малих населених пунктів. Зміна правил SROP (Спільна регіональна оперативна програма) призвела до того, що проект не міг бути фінансований поетапно, а тому для його передфінансування був використаний комерційний кредит Чеського ощадбанку. Загальні витрати на будівництво досягли величини 24,1 млн. чеських

крон (близько 964 тис. євро) і тільки (!) на 7% перевищили витрати на гіпотетичний об'єкт, розглянутий в економічній оцінці, який би всього лише відповідав звичайним нормативним вимогам.

Інформація про об'єкт:

Центр для проведення семінарів у Гостетіні

Корисна площа: 713 м²

Рік будівництва: 2006

Архітектура:

Архітектор Georg W. Reinberg

Architekturburo Reinberg ZT GmbH

Студія Zlamal a Stolek

Проектувальник:

Інженер Ivo Stolek

Енергоємність:

Потреба тепла для опалення: 16,5 кВт • год/м²рік

(відповідно до вимірювання в першому році експлуатації)

Повітрянепроникність:

n_{50} : 0,70 год⁻¹

Конструкція: Масивна.

Частина для проведення семінарів:

зовнішня стіна — залізобетон 20 см,

мінеральна вата 28 см;

двосхилий дах з 40 см мінеральної вати

Житлова частина:

поштукатурена стіна — керамічні блоки Rogotherm, мінеральна вата 28 см;

стіна обкладена деревом — Rogotherm, солома 40 см;

рівний дах — мінеральна вата 6 см, плита OSB, солома 40 см, плита OSB, мінеральна вата 8 см, паробар'єр, рослинність

Підлога — бетон 10 см, експандований полістирол 18 см

Коефіцієнт пропускання тепла U:

Зовнішня стіна житлової частини поштукатурена: 0,13 Вт/(м²К)

Зовнішня стіна житлової частини обкладена деревом: 0,12 Вт/(м²К)

Зовнішня стіна частини для проведення семінарів: 0,13 Вт/(м²К)

Дах над житловою частиною: 0,09 Вт/(м²К)

Похилий дах: 0,11 Вт/(м²К)

Підлога: 0,23 Вт/(м²К)

Вікна, що відкриваються (дерев'яна рама, поліуретан, алюміній, потрійне скло, $U_f=0,87$, $U_g=0,5$): 0,56 Вт/(м²К)

Фіксоване заскління: 0,8 Вт/(м²К)

Вентиляція:

Вентиляційні модулі центральні з рекуперацією та догріванням для зали, кухні, офісу

Вентиляційні модулі з рекуперацією без догрівання для блоків по 2 кімнати.

Опалення та підігрів теплої води:

Опалення з сільської котельні на біомасі, підігрів води — сонячна система на сокозаводі (36 м²) та на фасаді (22 м²).

Ціна: 32 000 чеських крон/м² (1280 євро/м²)

Ця брошура видана за проектом “Соціально та екологічно орієнтована економіка – чеський досвід для України”.

Метою проекту є розповсюдження в Україні гарних практик чеських НУО та органів місцевої влади у реалізації проектів у сфері соціально відповідального підприємництва та надання місцевих послуг, які мають позитивний соціальний і екологічний вплив на місцеві громади.

Організації-виконавці проекту: Спілка за справедливу торівлю, м. Брно, Чеська республіка та Товариство фахівців з промислового менеджменту, м. Черкаси, Україна. Неоціненну допомогу у виданні брошури надав Екологічний інститут “Вероніка”, м. Брно, Чеська республіка.



ZO CSOP Veronica, Panska 9, Brno 602 00, tel. +420 542 422 750
веб-сайт: www.veronica.cz веб-сайт Центру Вероніка Гостетін: hostetin.veronica.cz
ел. пошта: veronica@veronica.cz

Місія Екологічного інституту “Вероніка” (офіційна назва Місьцеве відділення Чеського союзу охорони природи “Вероніка”) – підтримка дружнього підходу до природи та ландшафту і його природних та культурних цінностей.

“Вероніка” була заснована в 1986 році як журнал, що фокусувався на регіональних питаннях та мав на меті встановлення зв’язків між культурою та захистом навколишнього середовища і пропагування важливості екологічних питань.

Поточна діяльність МВ ЧСОП “Вероніка” складається частково з діяльності професійного персоналу під маркою Екологічного інституту “Вероніка” і частково з діяльності для членів і з членами об’єднання громадян.

З 90-х років організація розвиває проекти в селі Гостетін в Білих Карпатах, де в 2006 році було побудовано у формі енергопасивного будинку центр для проведення семінарів “Вероніка Гостетін”.

Зараз в організації більше 80 членів, в тому числі сімейних членів.



Společnost pro Fair Trade, Kounicova 42, Brno 60200, tel/fax +420 543214002;
веб-сайти: www.fairtrade.cz www.svetnakupnimkosiku.cz www.globalissues.eu,
контактна особа: Ludek Sterba, tel +420 732724195, ludek.sterba@fairtrade.cz

Спілка за справедливу торгівлю була заснована в 2003 році. Головна мета організації – просування Fair Trade – концепції справедливої та сталої торгівлі з менш розвинутими країнами Африки, Азії та Латинської Америки, а також просвіта чеського населення, особливо дітей та молоді щодо питань відповідального споживання і справедливої торгівлі.

Спілка є членом об'єднання FoRS (чеські неурядові організації, що займаються питаннями розвитку), засновником Асоціації Fair Trade (об'єднання чеських організацій, що працюють у сфері Fair Trade) та членом об'єднання Zeleny kruh (Зелене коло — асоціація чеських екологічних організацій).



Товариство фахівців з промислового менеджменту

вул. Смілянська, 78, оф. 310, м. Черкаси, 18000, Україна,
тел./факс (+38 0472) 37-00-75, веб-сайт: asim.org.ua, ел. пошта: asim@uch.net

Громадська організація "Товариство фахівців з промислового менеджменту" була заснована викладачами економічних дисциплін вищих навчальних закладів м. Черкаси та керівниками-новаторами в листопаді 1995 році.

Місією Товариства є сприяння економічному розвитку і добробуту України шляхом допомоги керівникам підприємств і організацій та лідерам громад в їх рості, розвитку їх здібностей, збагаченню їх знань.

Товариство має такі напрямки діяльності: проведення курсів, семінарів і тренінгів; надання інформаційної підтримки представникам громад, громадських організацій та підприємцям; надання консультацій громадським організаціям, громадам області та безробітним, які планують створити власний бізнес.

З року свого заснування Товариство реалізувало більше 20 різнопланових проектів у сфері місцевого економічного розвитку, демократизації та активізації мешканців громад. Свої заходи організація проводила в 20-ти областях України.

Українські партнери проекту:



Центр економічної освіти

вул. Кульпарківська, 99, м. Львів, 79021, Україна,
тел./факс: (+38 032) 297-17-94
ел. пошта: shymkiv@cee.org.ua



Інформаційно-просвітницький центр «Боразан»

Офіс: вул. Котовського, 4/6, м. Білогірськ, АРКрим, 97600, Україна
Поштова адреса: вул. Будівельників, 5/7 с.Криничне, Білогірський р-н,
АРКрим, 97643, Україна, тел./факс (+38 06559) 9-17-01
ел. пошта: invest-inform@rambler.ru



veronica
EKOLOGICKÝ INSTITUT

Společnost pro
Fair Trade



*Товариство фахівців
з промислового менеджменту*