

Вступ до енергоефективності будівництва

Основи енергоефективності будівель

Мартін Ендхардт, вільний архітектор
Frauengäßchen 7, 89312 Günzburg (Гюнцбург, Німеччина)
endhardt@t-online.de, www.endhardt.de;

1. Історія енергоефективного будівництва в Німеччині
2. Приклади житлових і нежитлових будинків
3. Конверт (оболонка) будинку
4. Енергоефективність + критерії пасивного будинку
5. Перспективи: будівля нульової енергії – будівля плюсової енергії
6. Сумарна витрата енергії (KEA)
7. Приклади будівельних матеріалів відносно до KEA

ПОРЯДОК
ДЕННИЙ

Компоненти й критерії

Робота з РНРР: схема

Принцип енергетичного балансу

Теплове навантаження

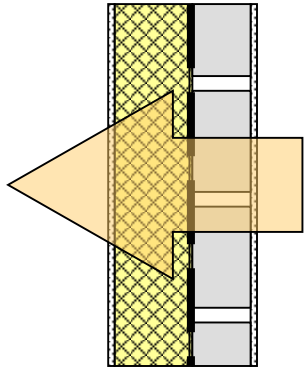
Первинна енергія

Літній період

**Практичний досвід: 50 приватних будинків
15 нежитлових будинків**



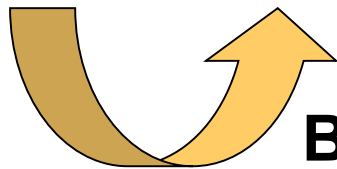
Енергоефективний будинок + вступ до РНРР (Пакет проектування пасивного будинку): контент



Передавання:

оболонка будівлі * коефіцієнт теплостійкості
 U * температурний поправочний коефіцієнт *
градусогодини

$$Q_T = A * U * \Delta t * G_t$$

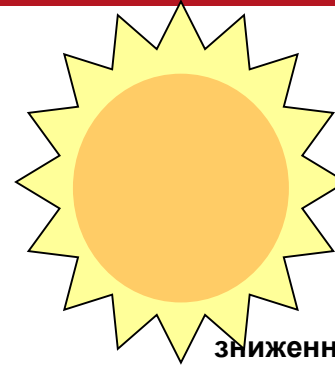


Вентиляція:



об'єм повітря * екв. повітрообмін * теплоємність повітря
* градусогодини

$$Q_V = V * n_{\text{äqui}} * c_p \rho * G_t$$



Енергія сонця:

зниження * коефіцієнт енергопроникності g * площа
вікон * глобальне випромінювання

$$Q_S = r * g * A * G$$



**Внутрішні
джерела:**

тривалість опалювання * спец. джерела * площа опалювання

$$Q_I = t_{\text{Heiz}} * q_i * A_{\text{TFA}}$$

1893: дослідницьке судно Fram було «пасивним будинком»!



Джерело: [Нансен 1897]; автор: PHH / PHD

Першим дійсно функціональним і повноцінним пасивним будинком був не будинок, а полярне судно:

Fram Фритьофа Нансена (1893).

Він писав:

«... Стіни покриті просмоленою шкурою, далі йде корковий заповнювач, потім обшивка ялиноюю деревиною, потім знов товстий шар шкури, далі герметичний лінолеум і знов обшивка. Стеля ... сумарна товщина складає близько 40 см. Вікна, через які дуже легко проникає холод, захищені потрійним склом та іншими засобами. В результаті створене тепле й затишне приміщення. Незалежно від того, яка температура зовні — 5° або 30° нижче нуля — ми не запалюємо піч. Вентиляція чудова, ... вона забезпечує приплив свіжого морозного повітря через вентилятор. Я навіть міркую над тим, щоб зовсім прибрати піч, вона тільки заважає».

(Нансен: "In Nacht und Eis", Brockhaus, 1897)

1991: пасивний будинок, Дармштадт-Краніхштайн



- Чотири приватні інвестори заснували будівельне об'єднання «пасивний будинок» і доручили архітекторам проф. Ботту, Ріддеру й Вестермайеру планування рядного будинку на чотири квартири площею по 156 м².
- Будинок був оснащений високоточними вимірювальними пристроями ще під час будівництва 1991 р. для контролю виконання поставлених задач.
- Докладний звіт із технічними даними ви знайдете за адресою:

http://www.passivhaustagung.de/Kran/Passivhaus_Kranichstein.htm

Автор: PHI / PHD

Перший пасивний будинок Баварії 1998



Більше 50 готових пасивних будинків, архітектор Ендхардт



Дерев'яний пасивний будинок, швабський план забудови, комуна Кьотц



Джерело : www.endhardt.de

Архітектор: www.endhardt.de

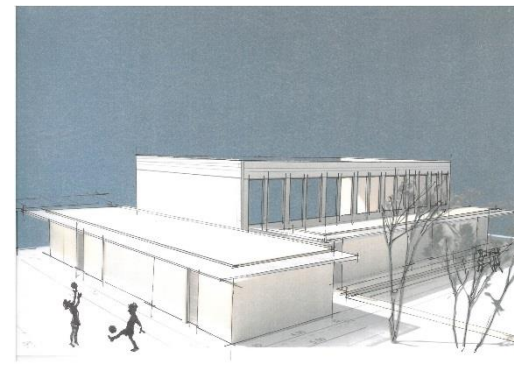


Південно-західна сторона

Дата ел.ен. ел.ен. в день дні вода вода в день
(кВт·г) (м3)

Datum	Strom [kWh]	Strom	pro T.	Tage	Wasser [m³]	Wasser	pro T.
01.01.05	2680				54,6		
06.02.05	3276	596	16,6	36	63,0	8,4	0,23
01.03.05	3706	430	18,7	23	69,1	6,1	0,27
31.03.05	4009	303	10,1	30	75,2	6,1	0,20
02.05.05	4255	246	7,7	32	84,0	8,8	0,28
01.06.05	4439	184	6,1	30	91,8	7,8	0,26
01.07.05	4627	188	6,3	30	100,4	8,6	0,29
01.08.05	4832	205	6,6	31	112,9	12,5	0,40
01.09.05	5045	213	6,9	31	119,2	6,3	0,20
01.10.05	5246	201	6,7	30	125,3	6,1	0,20
01.11.05	5501	255	8,2	31	132,6	7,3	0,24
02.12.05	6001	500	16,1	31	140	7,4	0,24
01.01.06	6516	515	17,2	30	147,5	7,5	0,25
SUMME	3836		10,6		92,9		0,25

Більше 20 нежитлових пасивних будинків



Більше 20 нежитлових пасивних будинків

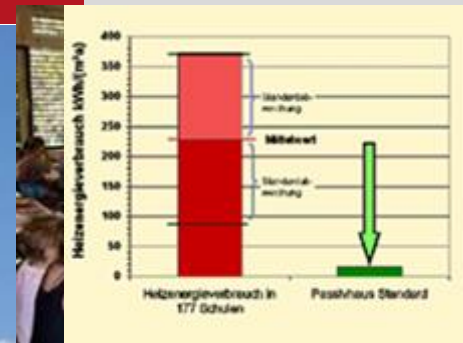


**Більше 10 реалізованих нежитлових будинків
Більше 10 дитячих садочків за технологією
«пасивний будинок»**



Середня школа Гюнцбург за технологією «пасивний будинок», 2123 м²

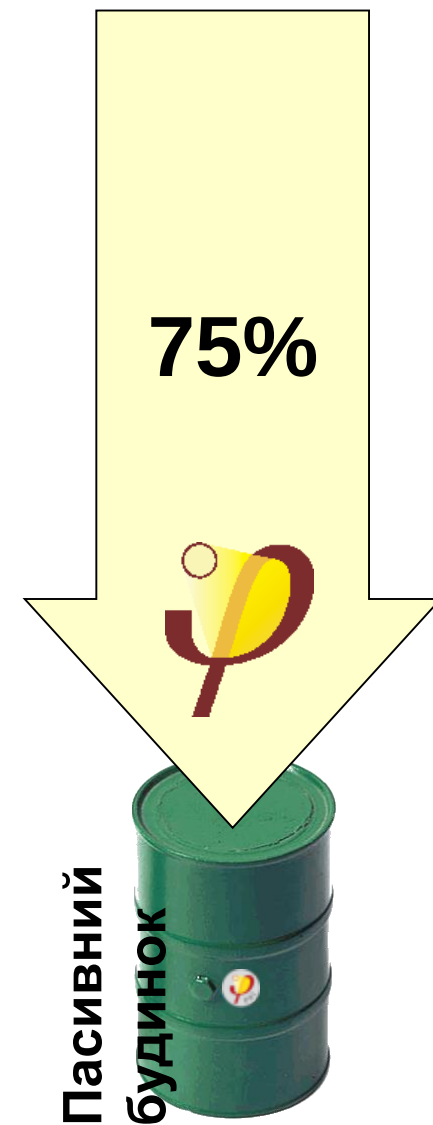
Дані енергоспоживання: 01/2008 – 12/2008
37 113,5 кВт·г/рік (вартість ел.енергії: 0,17 €/кВт·г)
Загалом: 6 309 € (сумарне споживання ел.енергії для опалювання, нагрівання води, вентиляції та відпомповування + пасивне охолодження)





На 75% нижче витрати на опалювання відносно встановлених законом стандартів для новобудов

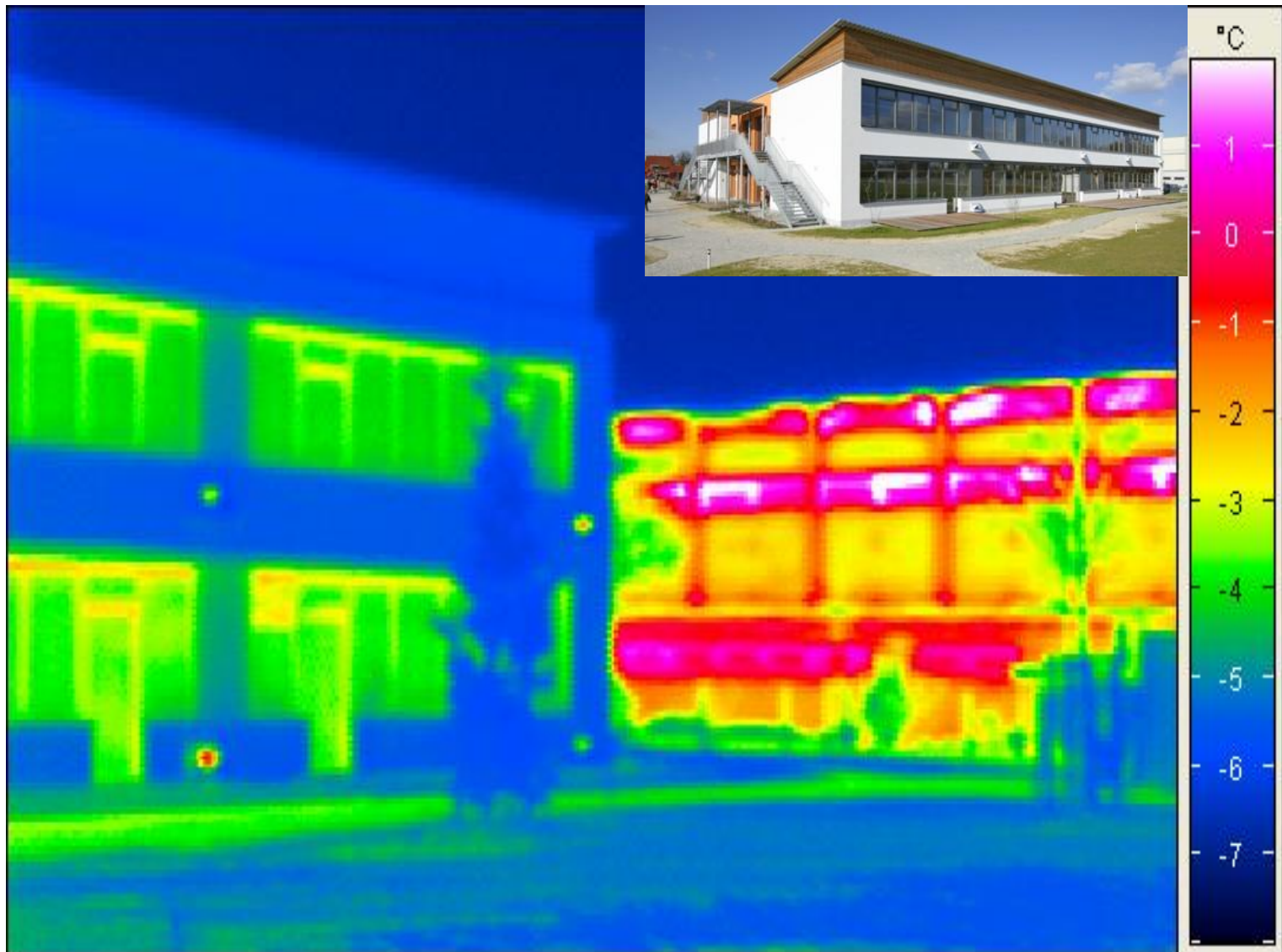
- Практично:
мета досягнута
кошти збережені
- Наочно:
результати переконують
- Відкрита концепція:
кожен може втілити, якщо хоче



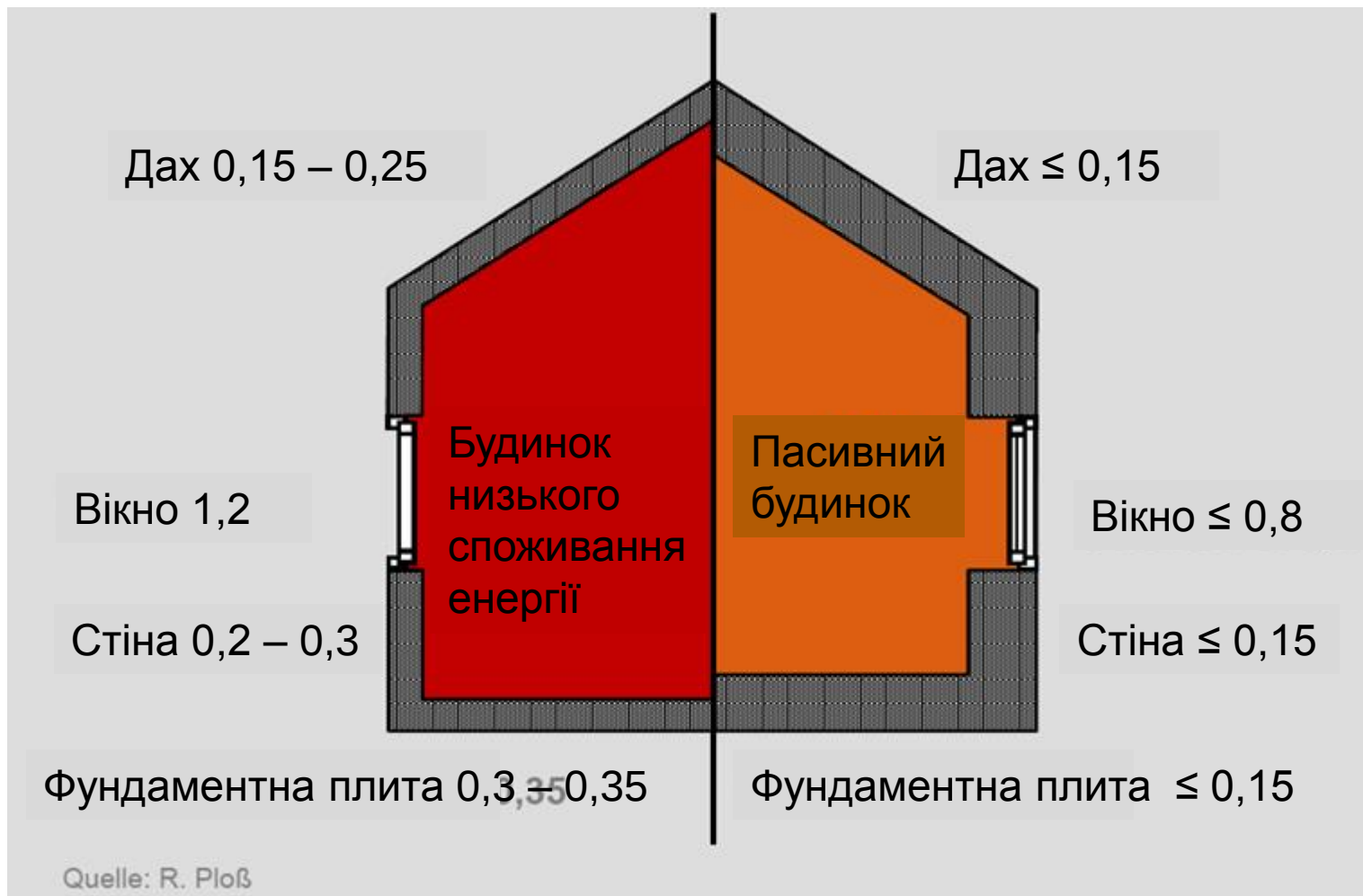
Що таке пасивний будинок? — Це спальний мішок! Ми самі себе гріємо!



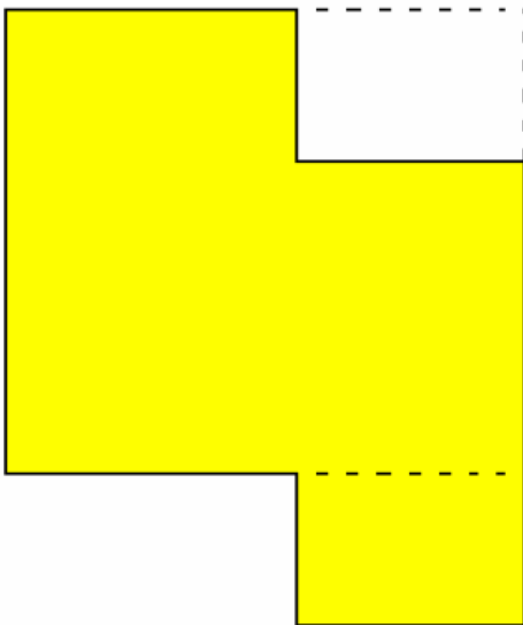
Середня школа: тепло від спортивної зали



Коефіцієнт теплостійкості U в $\text{Вт}/\text{м}^2\text{K}$

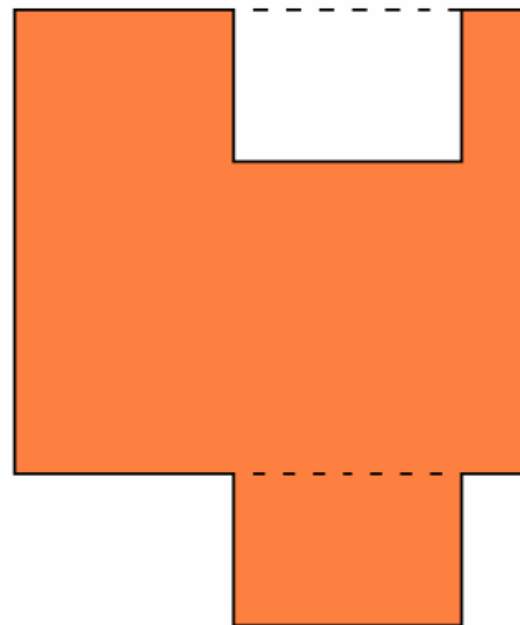


■ Збільшення периметру при збереженні площі



Збільшення на 10 %
Ізоляційний шар = 2 см

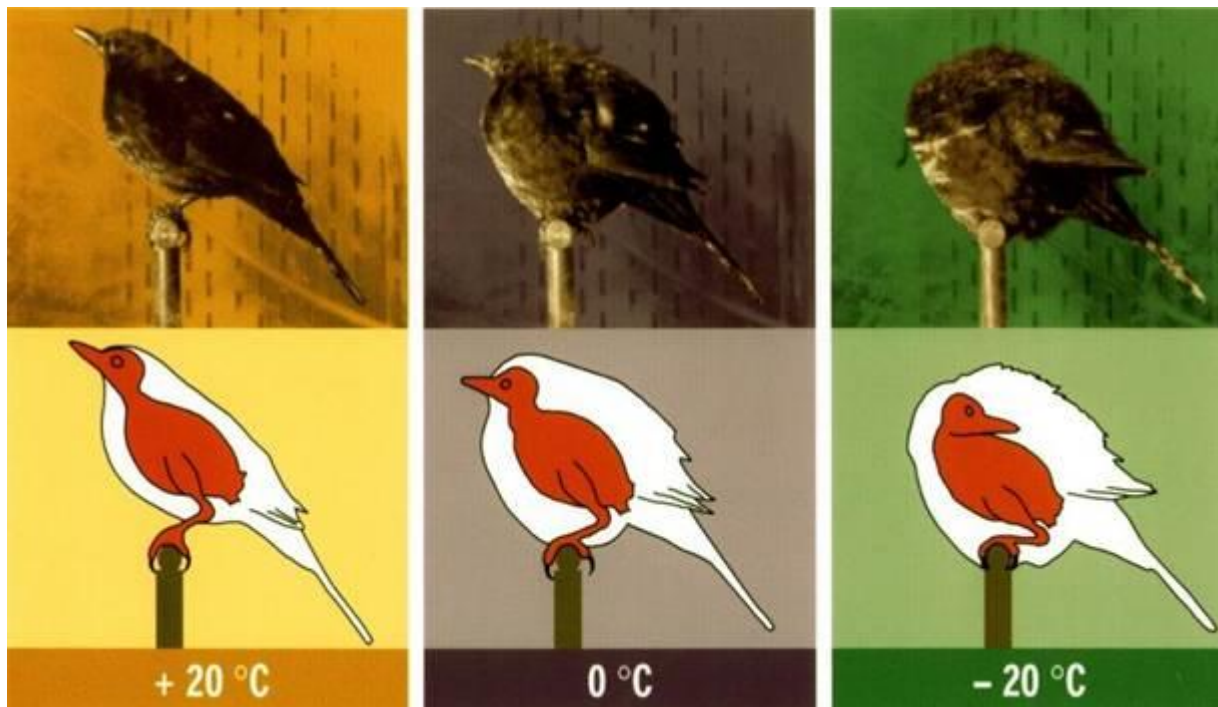
Quelle: R. Borsch-Laaks

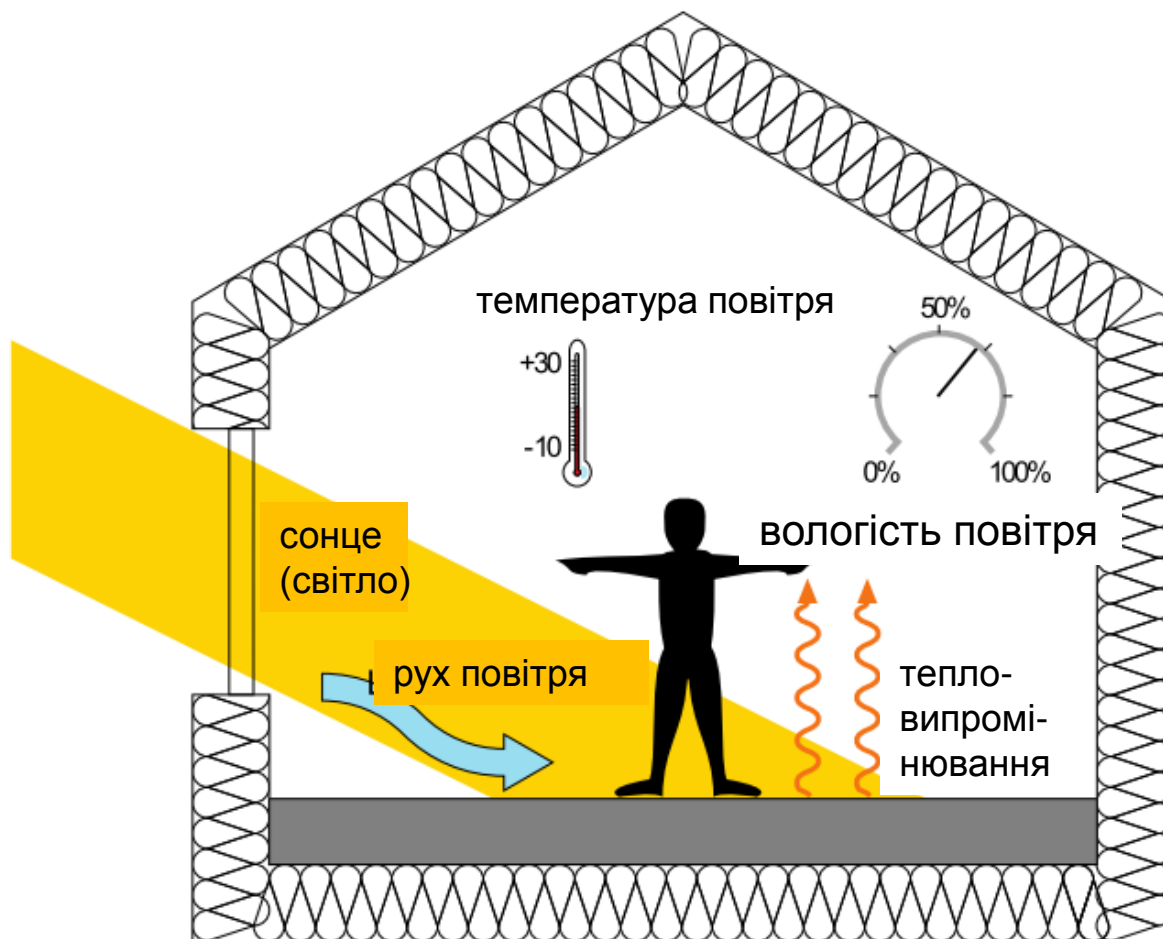


Збільшення на 20%
Ізоляційний шар = 4 см

■ Природа вчить: добра теплоізоляція зменшує теплові витрати

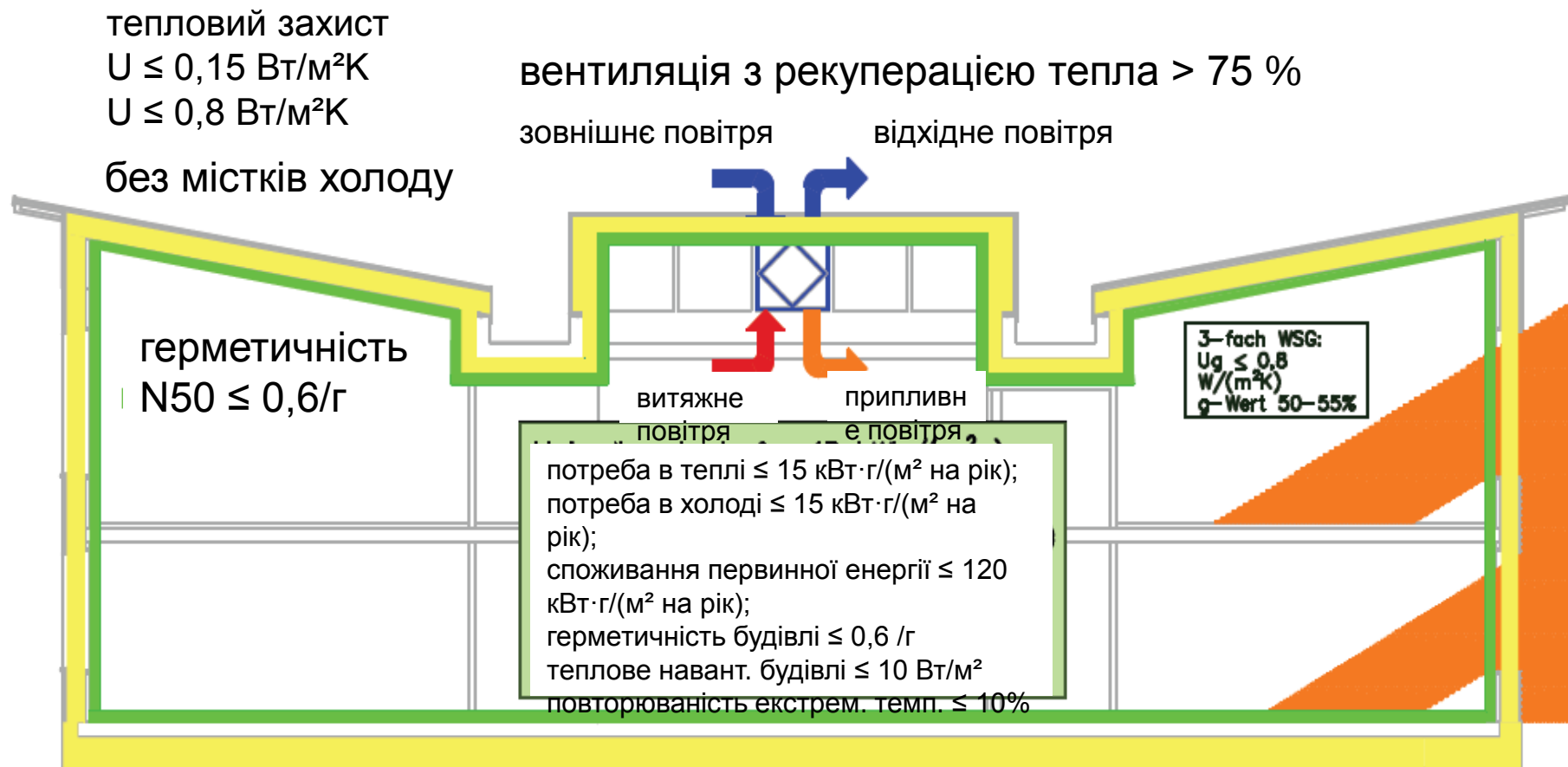
Дрізд збільшує свою пір'яну оболонку при низьких температурах і ховається глибоко всередині.





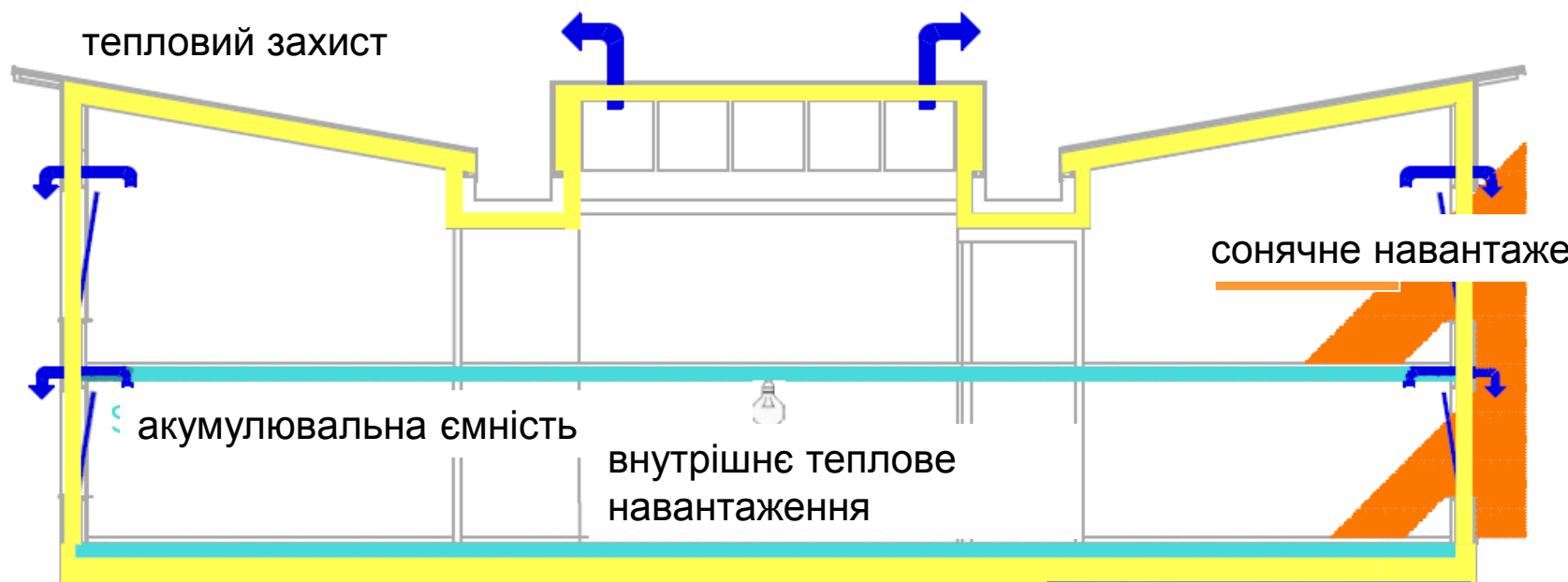
На почуття комфорту впливають багато факторів

Критерії пасивного будинку



Для нежитлових приміщень діють такі ж самі критерії, як для житлових
 ...граничне значення первинної енергії в окремих випадках не враховується

Фактори впливу в літній період



елементи з бетону як накопичувачі

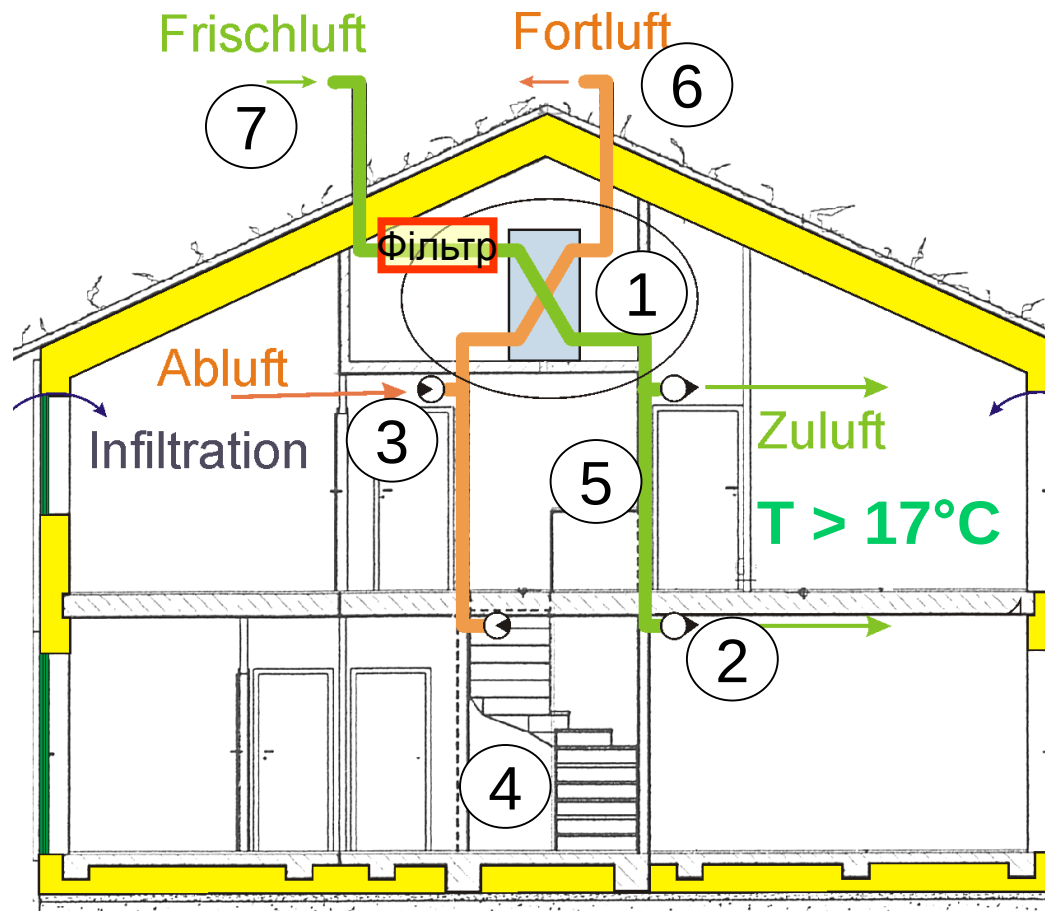


припливно-витяжна вентиляція,
вкл. RWA (система димо- й тепловидалення)



пасивне затінення з південної сторони

Концепція системи: припливно-витяжна вентиляція з рекуперацією тепла



Характеристика:

- Центральна вентиляційна система з вентиляторами й рекуперацією тепла
- Витяжне й припливне повітря проходить по різним каналам

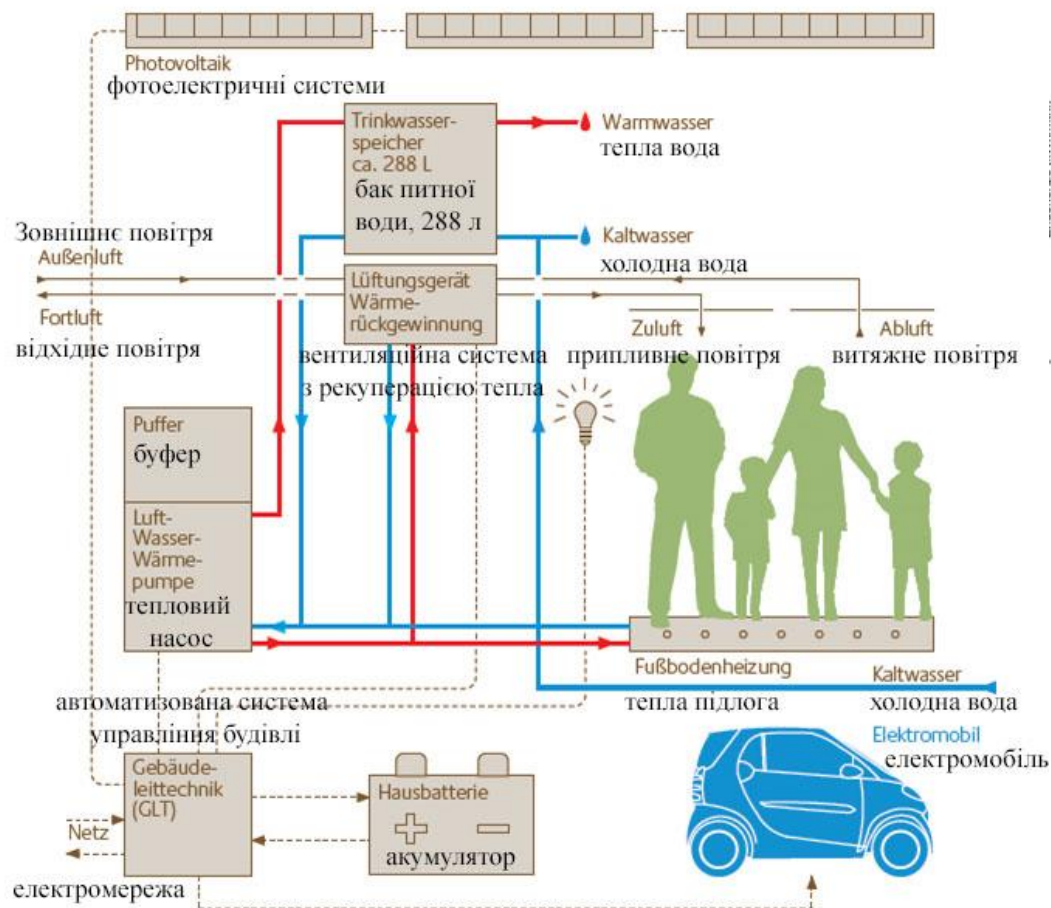
Важливі компоненти:

1. Вентиляційна система з вентиляторами, блок керування, блок рекуперації тепла, фільтр
2. Клапани припливного повітря
3. Клапани витяжного повітря
4. Перепускні отвори
5. Мережа каналів зі звукоізоляцією
6. Вихід відхідного повітря
7. Вхід свіжого повітря

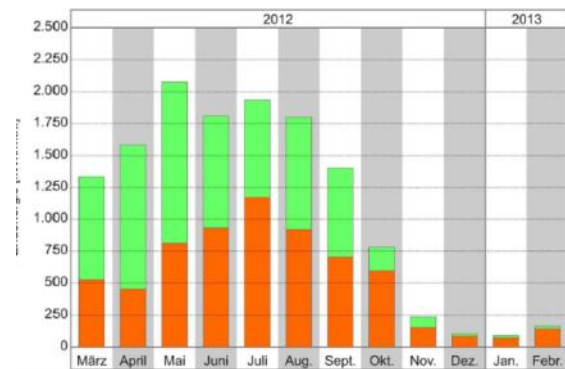
Будівля плюсової енергії в Берліні



Будівля плюсової енергії в Берліні

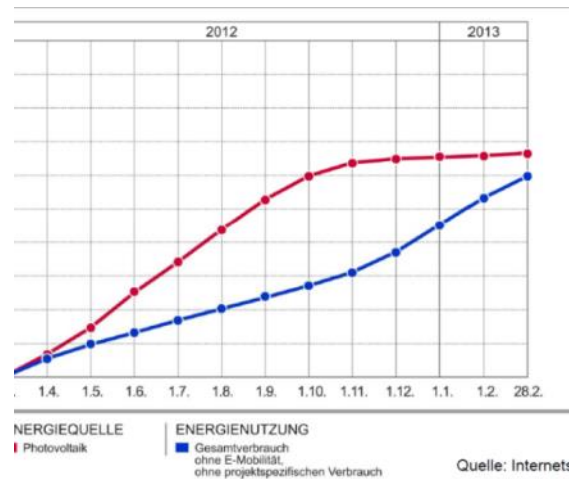


Мал. 13 Схема технічної концепції



LEGENDE:
■ Rückspeisung in das Netz
■ Eigenverbrauch

Quelle: Internetseite BMVBS



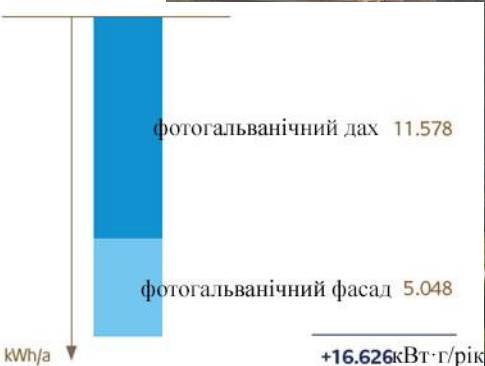
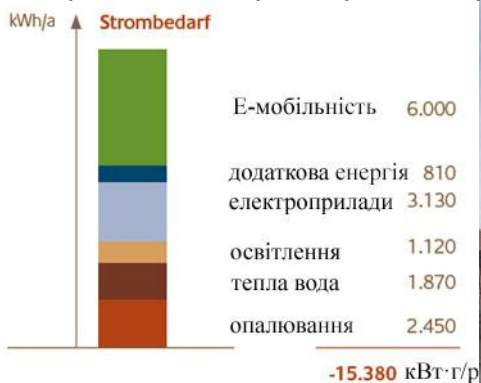
ENERGIEQUELLE
■ Photovoltaik

ENERGIENUTZUNG
■ Gesamtverbrauch ohne E-Mobilität, ohne projektspezifischen Verbrauch

Quelle: Internetseite BMVBS

Будівля плюсової енергії в Берліні

Потреба в електроенергії, кВт·г/рік



Вторинне використання і кругообіг речовин





Футболки, що піддаються біохімічному розпаду



«Інноваційний продукт» Trigma

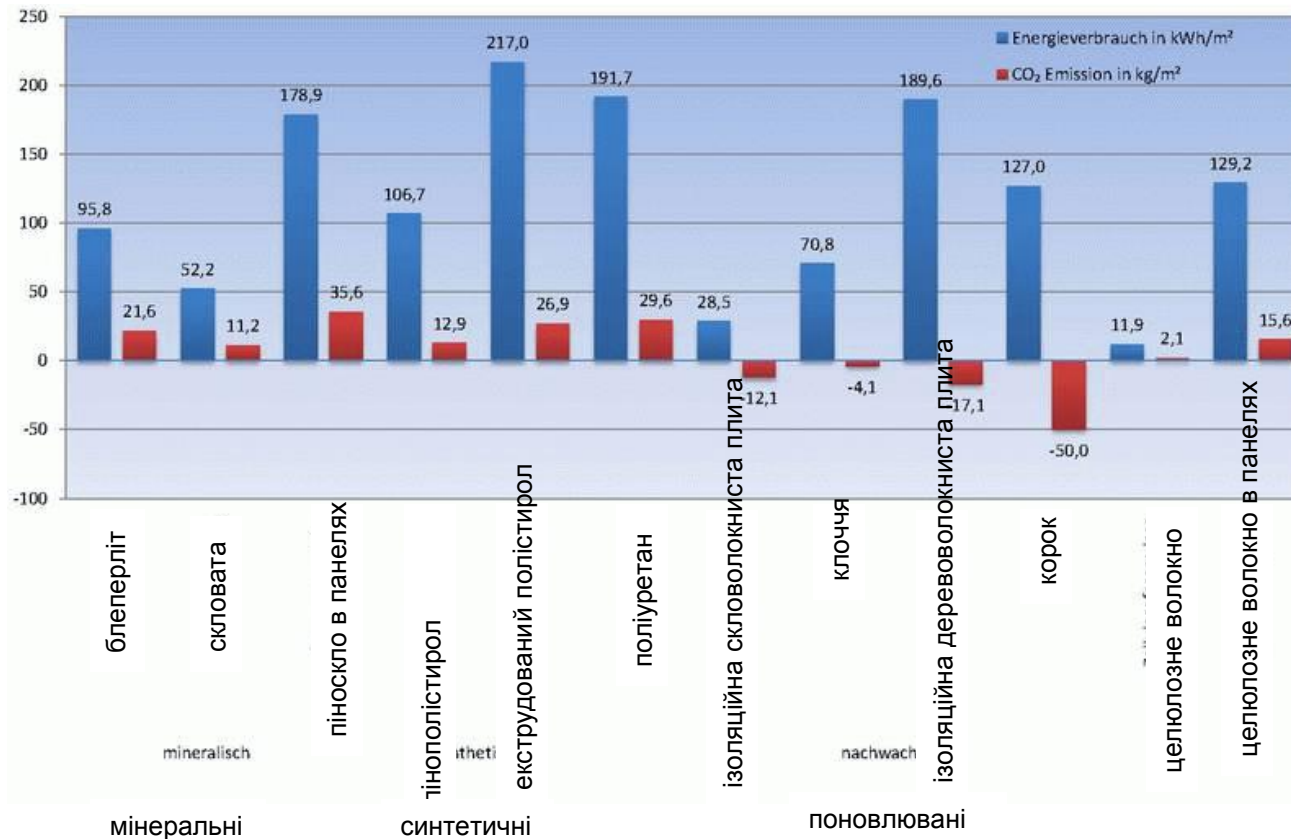


Стільці Steelcase, 100 % вторинне використання

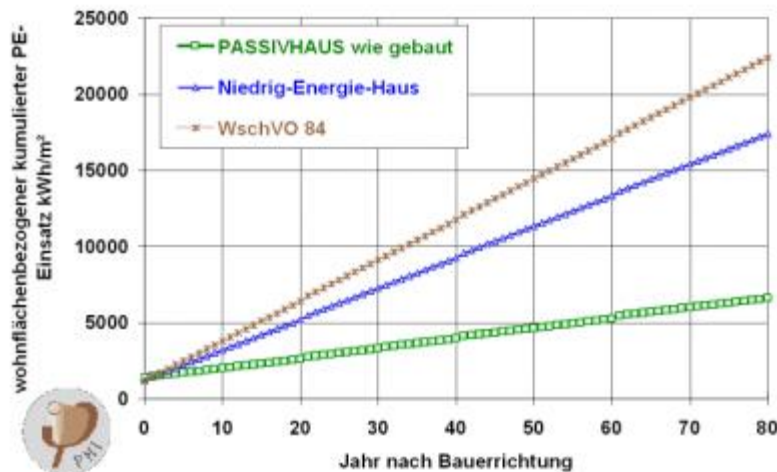
Сумарна витрата енергії (KEA)

«KEA»

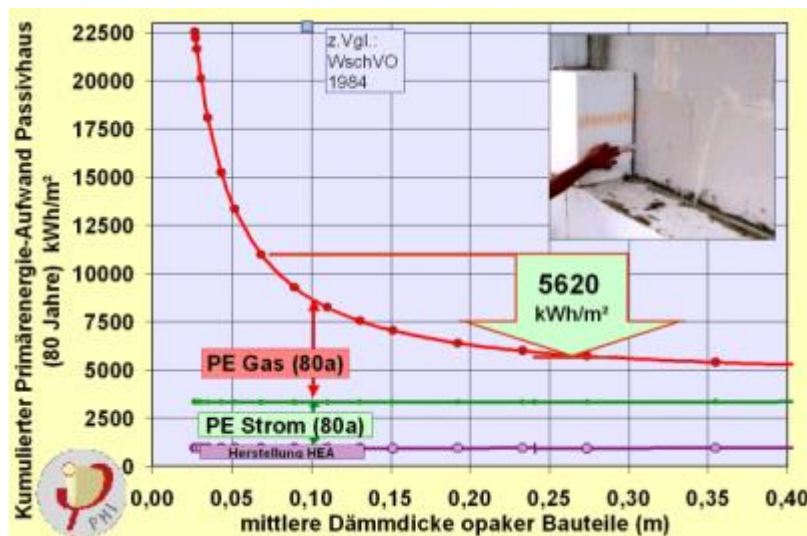
Показник сумарної витрати енергії (KEA) містить в собі всі витрати первинної енергії, які пов'язані з виробництвом, використанням й утилізацією продукту або послуги, а також мають з ним якість причинно-наслідкові зв'язки. Розрахування KEA здійснюється згідно з директивою VDI 4600;



Загальні витрати первинної енергії в порівнянні

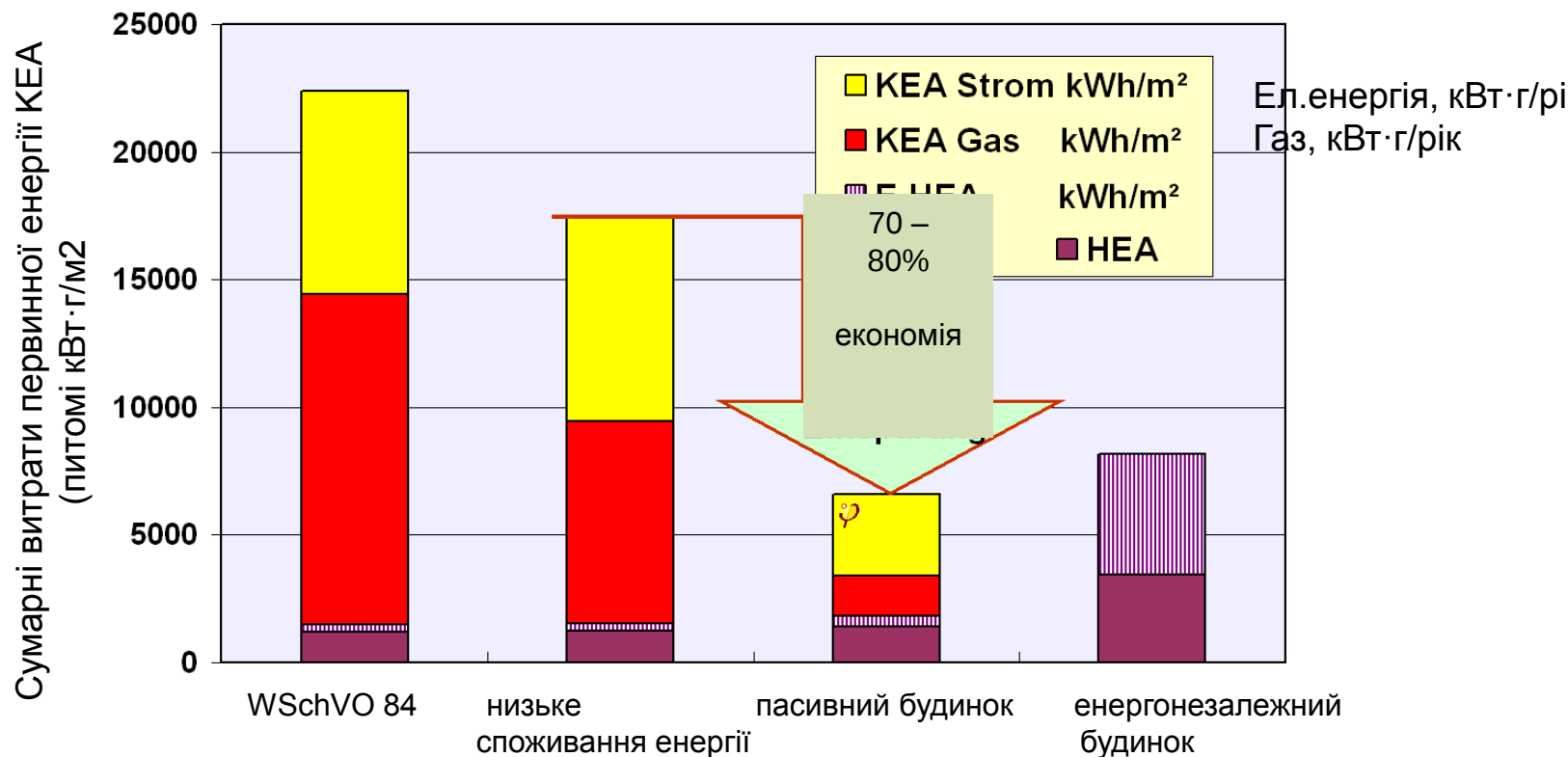


Графік демонструє витрати первинної енергії протягом 80 років для 3 варіантів будинків: пасивний будинок (зелений), будинок низького споживання енергії (синій), звичайний будинок WSchVO 84 (Директива по теплоізоляції) (коричневий).



Графік демонструє залежність енерговитрат пасивного будинку від товщини ізоляційного матеріалу.

Порівняння: Сумарні енерговитрати протягом 80 років



(c) Passive House Institute

Порівняння сумарних енерговитрат (на основі пасивного будинку в Краніхштайні)

Базові дані для порівняння витрат електроенергії та газу – дані вимірювань

KEA = сумарні витрати енергії; E-NEA = енергія, витрачена на відновлення;

NEA = енергія, витрачена на виробництво

Сировина:	деревина (каучук, парафін, бітуми)
Витрати первинної енергії на виробництво:	600 – 785 кВт·г/м³
Теплопровідність:	0,040 – 0,060 [Вт/(мК)]
Стійкість до дифузії пари:	тверд. μ = 5–10, гнучк. 1–2
Питома теплоємність:	2100 Дж/кгК
Об'ємна щільність:	тверд.: 160–250 кг/м³, гнучк.: 40–60 кг/м³
Клас буд.матеріалів (протипожежний захист):	B1/B2
Вартість матеріалу:	4050 €/м² при 0,2 Вт/м²К



Дитячий центр Крумбах: північно-західна сторона



Піноскло-гранулят — техніко-фізичні характеристики

Сировина:	відходи скла + домішки
Витрати первинної енергії на виробництво:	750 – 1600 кВт·г/кг
Теплопровідність:	0,070 – 0,090 [Вт/(мК)]
Стійкість до дифузії пари:	тверд. μ = 1–3
Питома теплоємність:	850 – 1100 Дж/кгК
Міцність при стисканні:	міцність + розподілення навантаження
Клас буд.матеріалів (протипожежний захист):	A1
Вартість матеріалу:	прибл. 75 €/м³ при 35–45 €/м² при 0,2 Вт/м²К

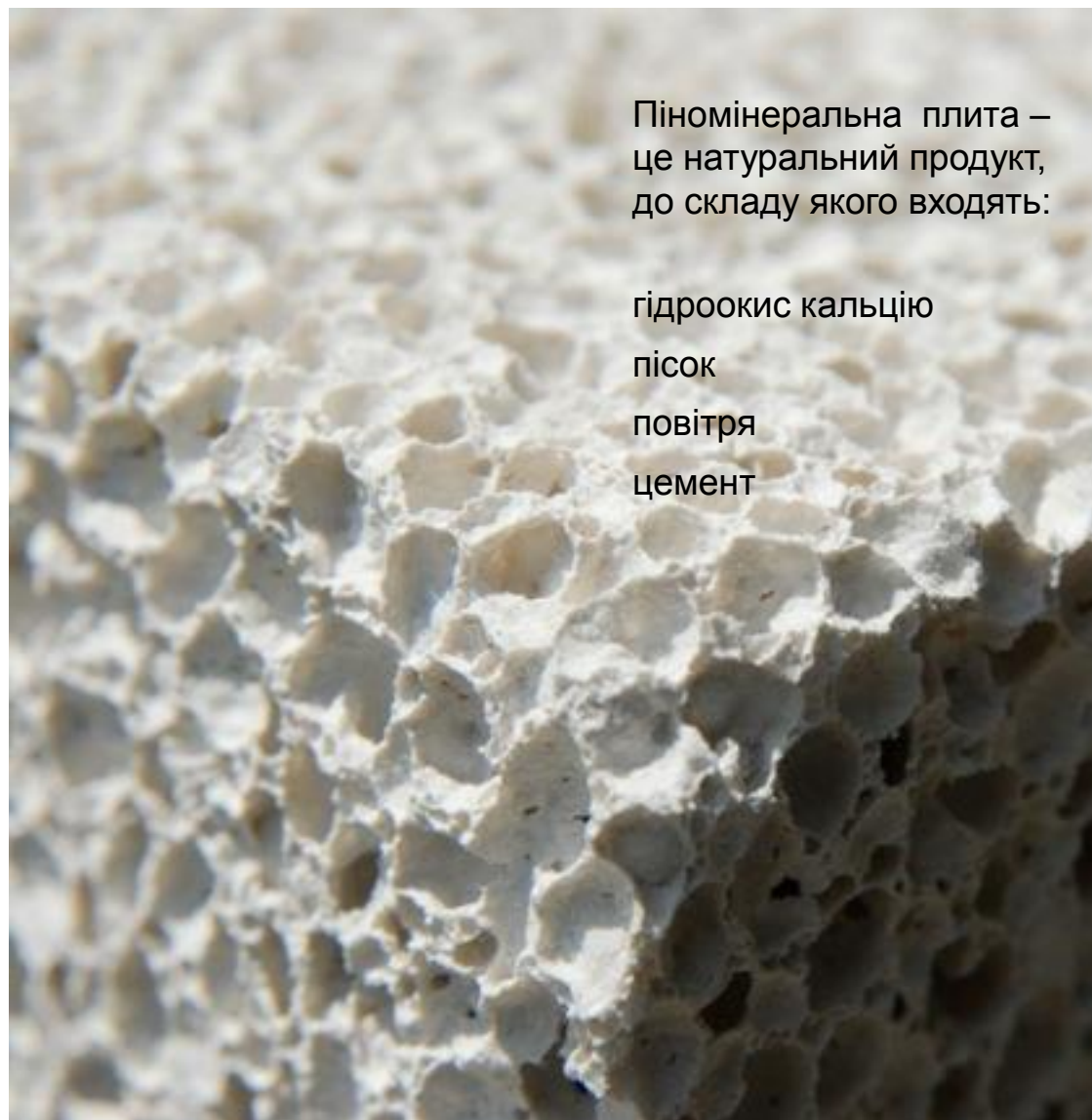


Джерело: Будівельний центр Мюнхен + google + wikipedia



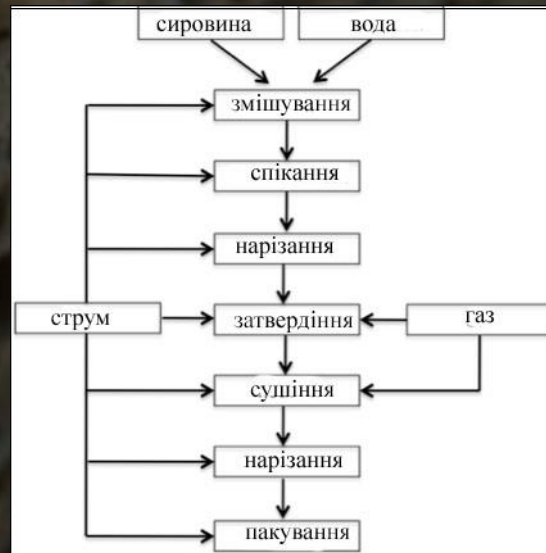
**Облаштування фундаменту з
використанням піноскла**

Виробництво піномінеральних плит



Піномінеральна плита –
це натуральний продукт,
до складу якого входять:

гідроокис кальцію
пісок
повітря
цемент



Піномінеральні теплоізоляційні плити всередині приміщень



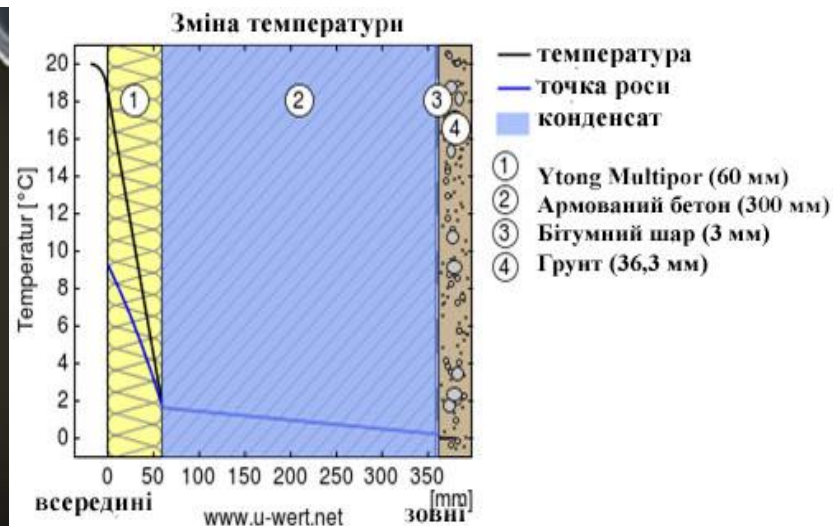
Внутрішня ізоляція стін



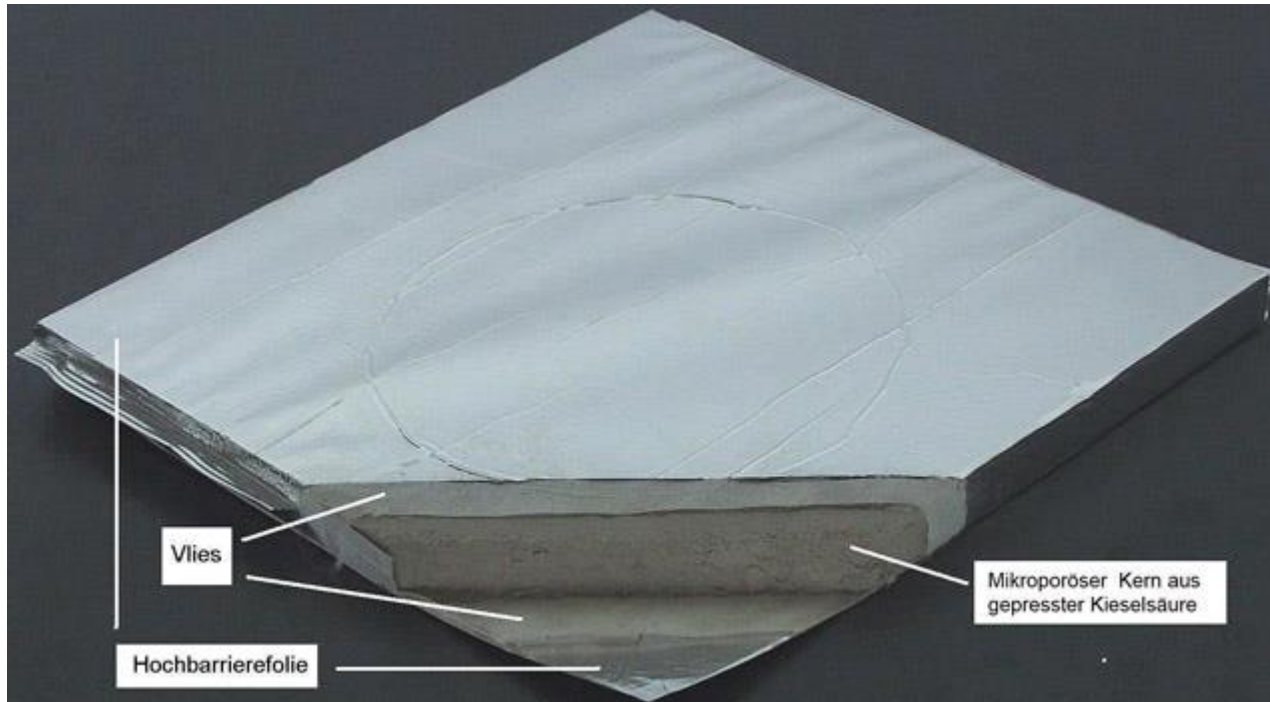
Наклеювання піномінеральної плити



Зовнішня стіна, OG Аутенрід



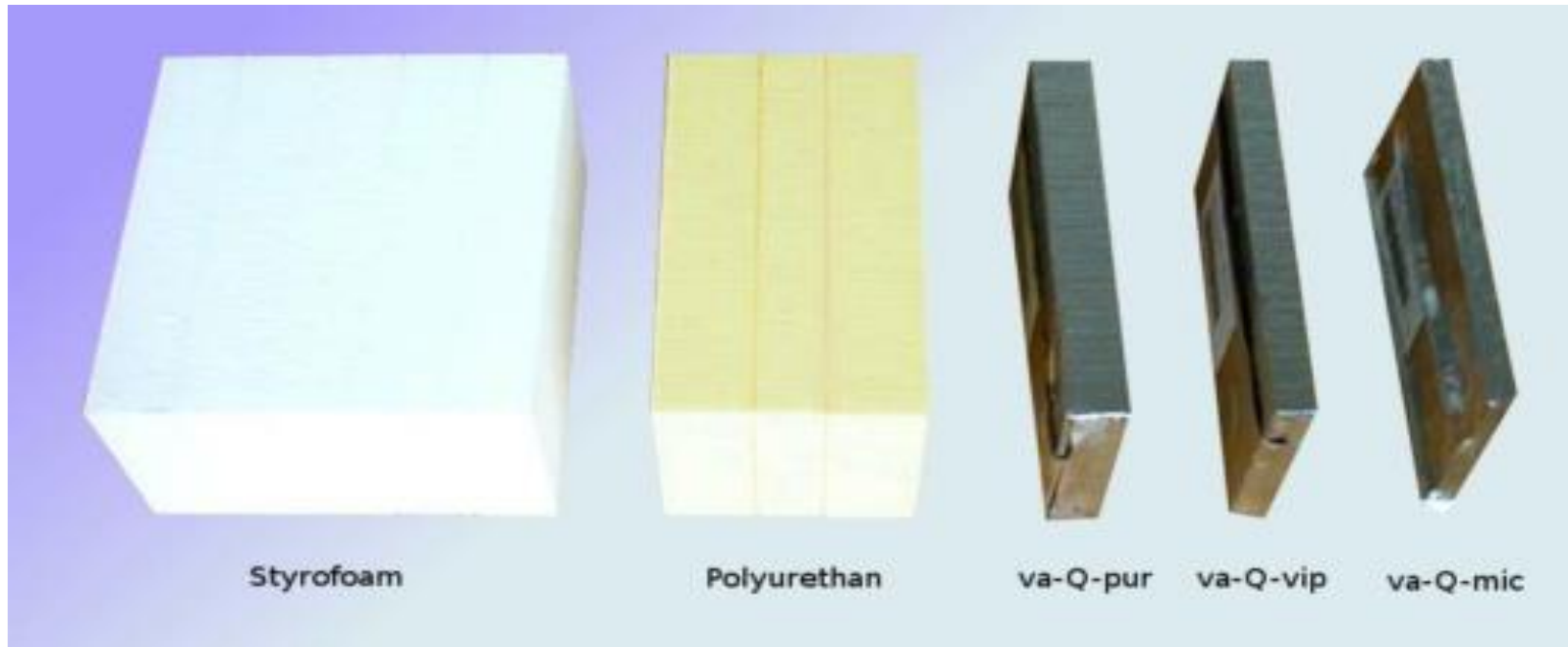
Коефіцієнт теплостійкості U з урахуванням конденсату



Вакуумна ізоляційна плита (VIP), як показано на малюнку, складається із зовнішньої газонепроникної оболонки, плівки з високими бар'єрними властивостями та пористого заповнювача, який на 85 % складається з пірогенної кремнієвої кислоти з об'ємом пор 90–94 об'ємних відсотків.

В процесі виробництва із плити відпомпують повітря до значення внутрішнього тиску $P \leq 0,1$ мбар і заварюють тонку металізовану полімерну плівку шаром ПЕ-плівки.

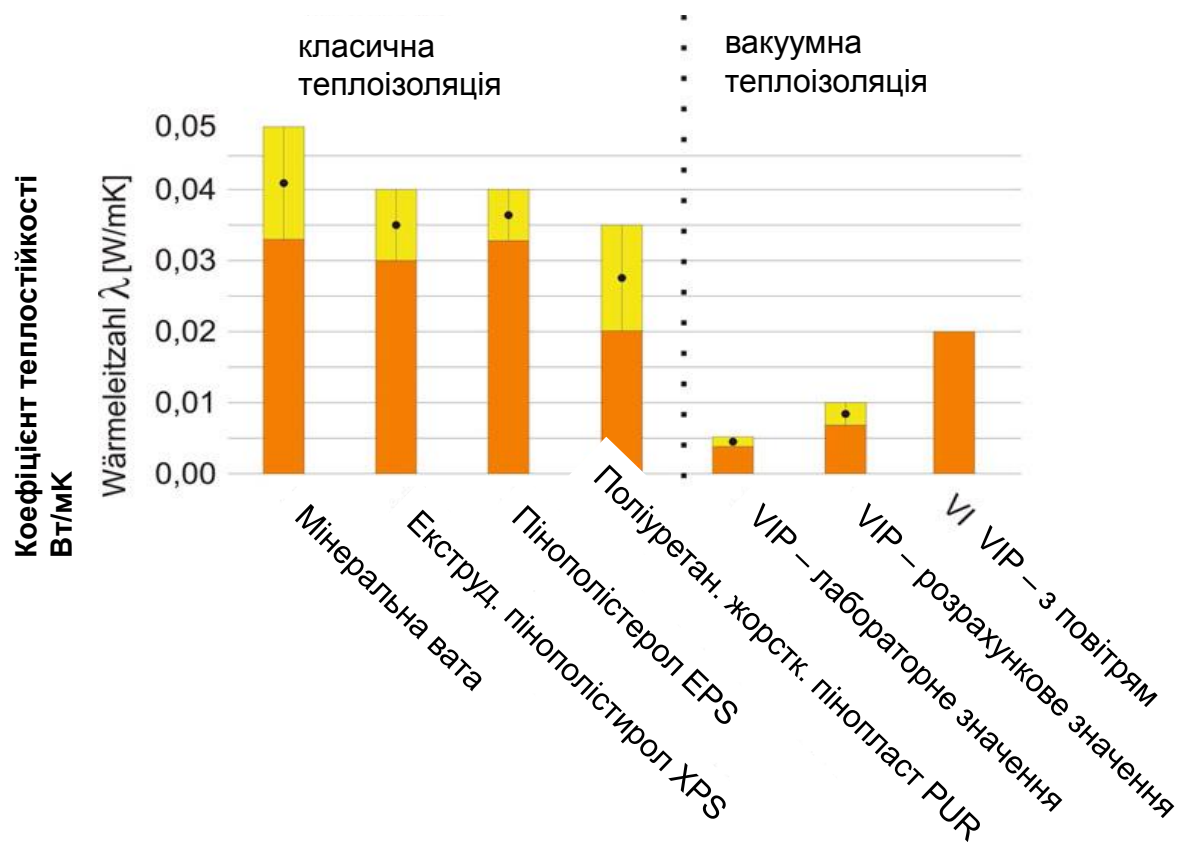
Вакуумна ізоляція у порівнянні



VIP (**V**akuum (вакуумні) **I**solations (ізоляційні) **P**aneele (панелі))

- забезпечують в 10 разів ефективнішу теплоізоляцію, ніж традиційні матеріали
- є найпрогресивнішою технологією, яка дозволяє покращити майбутнє (назад до тонких стін)

Вакуумна ізоляція у порівнянні



Вакуумні ізоляційні панелі (VIP) розкривають свій потенціал тільки якщо металізована полімерна оболонка під час виробництва, транспортування, монтажу й експлуатації захищена від протикання та будь-яких механічних пошкоджень. Зараз ведуться роботи над вакуумними ізоляційними системами з механічною капсуляцією.

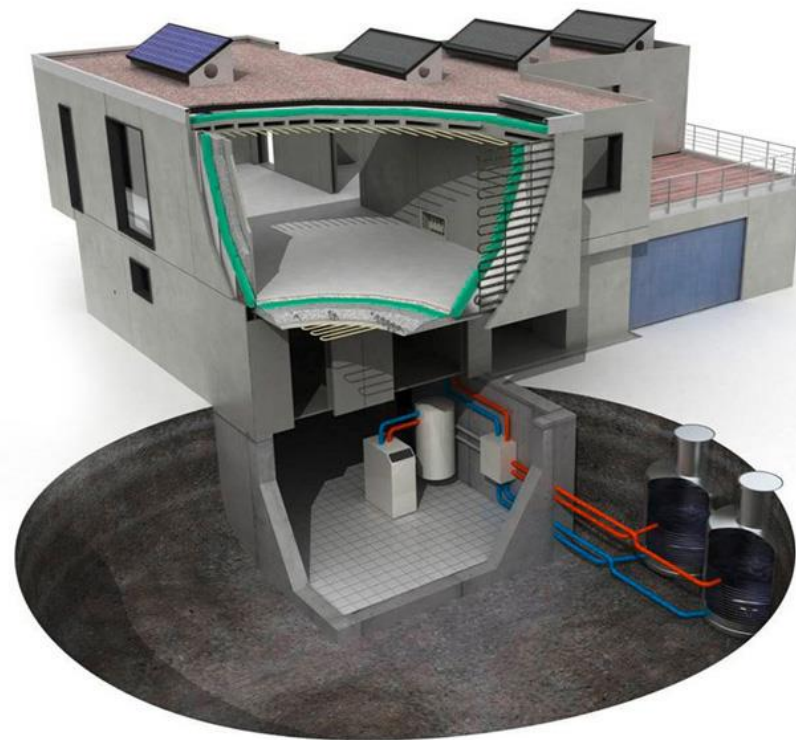
Приклад застосування готових бетонних елементів



Підвал із термостінами з VIP, фірма Variotec



Розпірка для панелей VIP, фірма Variotec



Збірна конструкція Green Code з
«кліматичною» стелею та
встановленою побутовою технікою,
фірма Rudolph

Автор: Ендхардт, джерело: фірма Rudolph, фірма Variotec

Дякуємо!

Мартін Ендхардт

Вільний архітектор Frauengäßchen 7, 89312 Günzburg
(Гюнцбург, Німеччина)
endhardt@t-online.de, www.endhardt.de;

Renewables Academy (RENAC)

Schönhauser Allee 10-11
D-10119 Berlin (Берлін, Німеччина)
Тел.: +49 30 52 689 58-71
Факс: +49 30 52 689 58-99
info@renac.de

