



Обучающий семинар «Изучение международного опыта по внедрению инновационных технологий по энергоэффективности в электроэнергетической отрасли. Методика, цель и задачи проведения энергетического обследования потребителей электрической и тепловой энергии»

Здание ГЭИТ, г. Мары, ул. Байрам-хана 62, 13–18 марта 2024 года

## Концепции строительства зданий с почти нулевым потреблением энергии (nZEB) и пассивного дома (РН)

Агрис Камендерс,  
международный консультант проекта SECCA



# Содержание

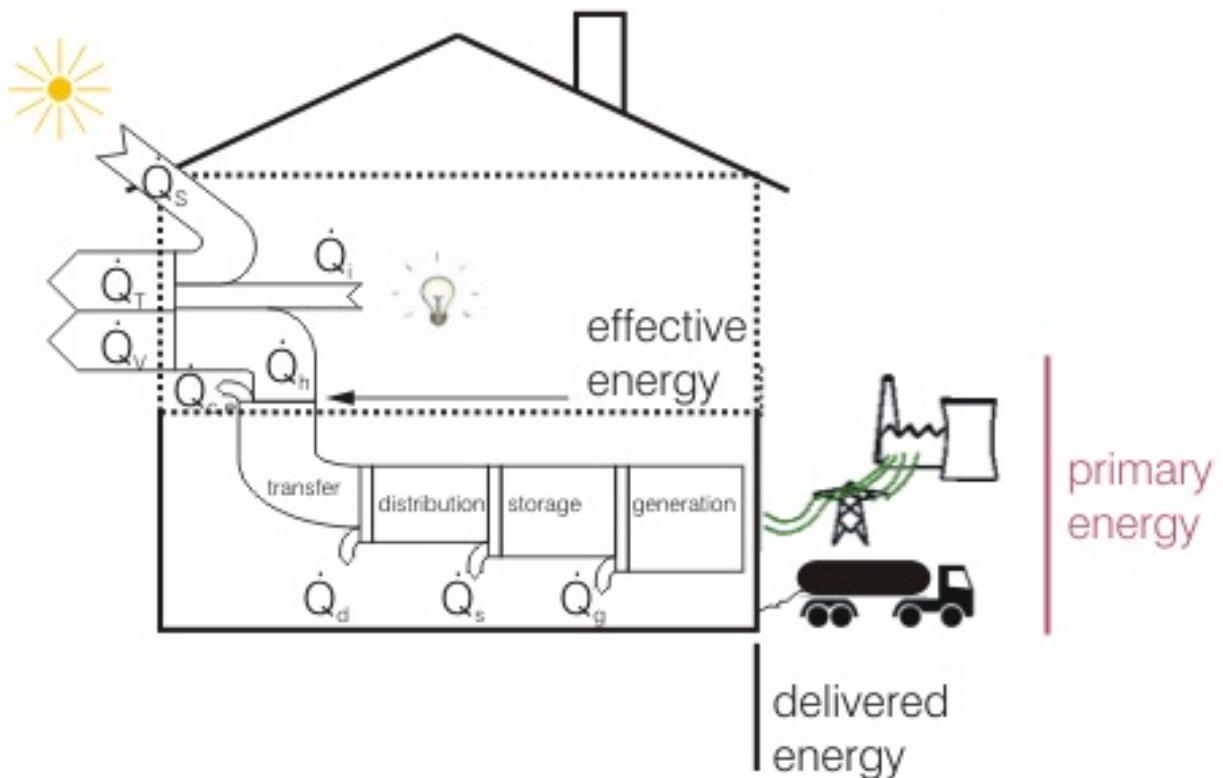
- Определения понятий «здание с почти нулевым потреблением энергии» (nZEB) и «пассивный дом» (PH)
- Принципы строительства
- Примеры зданий nZEB и PH



Funded by  
the European Union

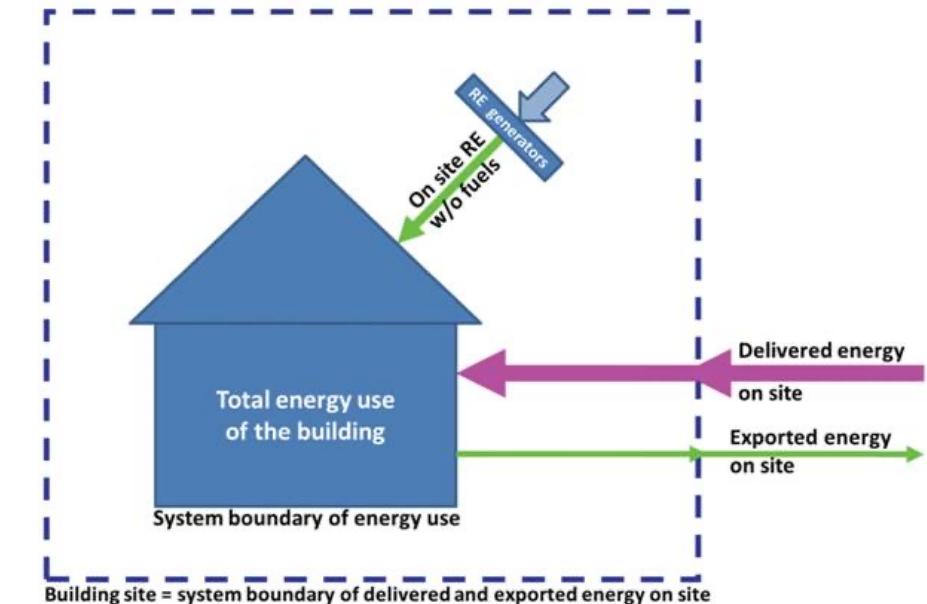
# Здания с почти нулевым потреблением энергии

- Здания с почти нулевым потреблением энергии (EPBD)
- Здания с нулевым уровнем выбросов (EPBD)
- Пассивный дом (PH)
- Другие добровольные механизмы



# Определение понятия «здание с почти нулевым потреблением энергии»

- В соответствии с Директивой по энергоэффективности зданий (EPBD), энергетическая эффективность не должна быть ниже экономически оптимального уровня, заявленного государствами-членами на 2023 год.
- Здания должны соответствовать требованиям концепции практически нулевого или очень низкого потребления энергии.
- Значительная часть потребляемой энергии должна поступать из возобновляемых источников.
- Сюда входит энергия из возобновляемых источников, производимая на месте или в непосредственной близости от него.



Источник: REHVA



Funded by  
the European Union

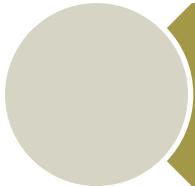
# Примеры определения нZEB в Латвии



Потребление энергии на отопление ≤ 40 и 45 кВтч/м<sup>2</sup> в год.



Потребление первичной энергии из невозобновляемых источников на отопление, горячее водоснабжение, механическую вентиляцию, охлаждение и освещение (применимо к нежилым зданиям) должно составлять менее или быть равно 95 кВтч/м<sup>2</sup> в год.



Инженерные системы и энергопотребляющие устройства, установленные в здании, должны соответствовать как минимум классу А.

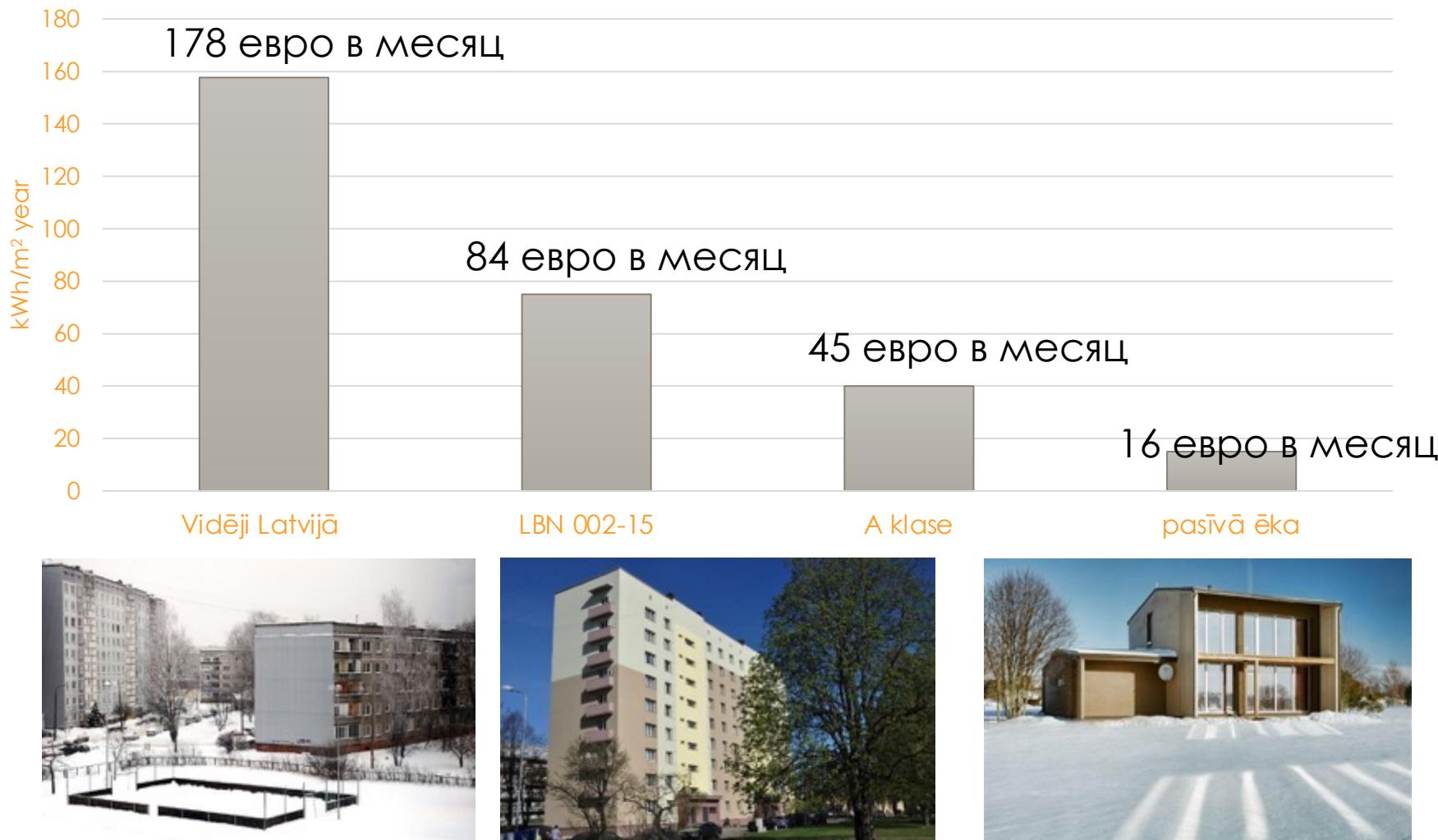


В помещениях должен обеспечиваться определенный микроклимат (Требования к температуре помещения, воздухообмену, перегреву летом....)



Funded by  
the European Union

# Что это означает для существующих зданий – энергопотребление и средние затраты на отопление для квартиры площадью 75 м<sup>2</sup>



Funded by  
the European Union

# Рекомендации Европейской комиссии по энергоэффективности для NZEB в различных климатических зонах

Уровень энергоэффективности NZEB	Средиземноморье Зона 1: Катания (остальные: Афины, Ларнака, Луга, Севилья, Палермо)	Океанический климат Зона 4: Париж (Амстердам, Берлин, Брюссель, Копенгаген, Лондон, Прага)	Континентальный климат Зона 3: Будапешт (Братислава, Любляна, Милан, Вена)	Северный климат Зона 5: Стокгольм (Хельсинки, Таллинн, Рига, Гданьск, Товарене)
<b>Офисы, кВтч/(м<sup>2</sup> год)</b>				
Чистая первичная энергия	20–30	40–55	40–55	55–70
Первичная энергия	80–90	85–100	85–100	85–100
Первичная энергия из ВИЭ, производимая на объекте	60	45	45	30
<b>Новые частные дома, кВтч/(м<sup>2</sup> год)</b>				
Чистая первичная энергия	0–15	15–30	20–40	40–65
Первичная энергия	50–65	50–65	50–70	65–90
Первичная энергия из ВИЭ, производимая на объекте	50	35	30	25

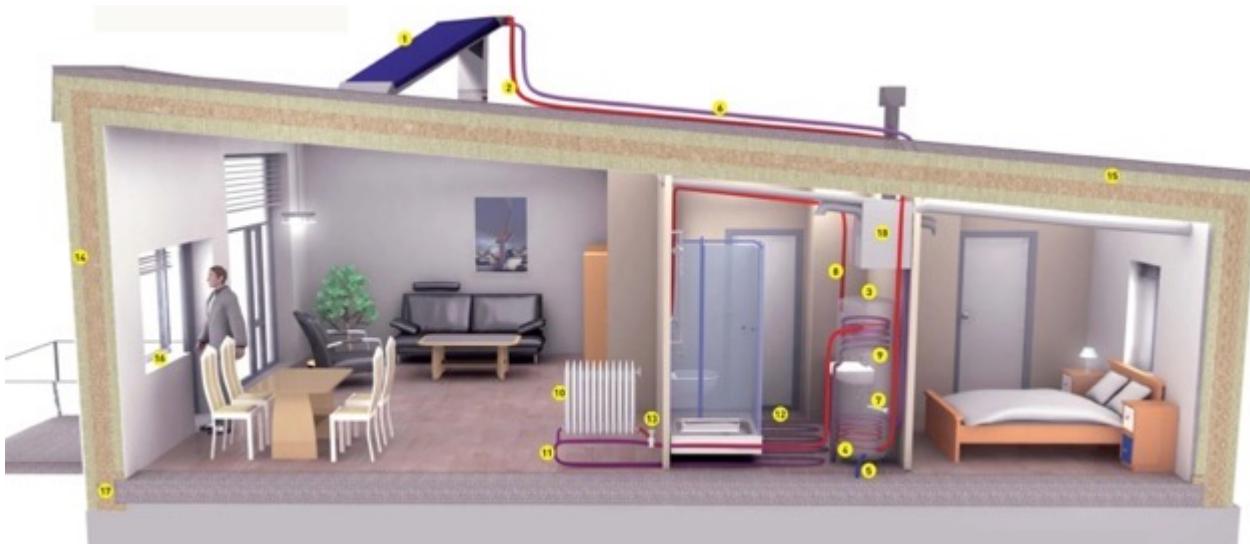


Funded by  
the European Union

# Здания с почти нулевым потреблением энергии

Преобразование зданий и сооружений:

- до 1 января 2030 года в здания **с практически нулевым потреблением энергии** (начиная с 2021 года)
- с 1 января 2030 г. – в здания **с нулевым уровнем выбросов** (с 1 января **2028 г.** – новые здания, находящиеся в собственности государственных органов)



Bosco Verticale,  
Милан



Funded by  
the European Union

# Будущая концепция зданий с нулевым уровнем выбросов

## Стандарты по выбросам углерода

- Нулевые выбросы углекислого газа из ископаемого топлива.

## Адаптивное управление энергопотреблением

- Способность реагировать на внешние сигналы для адаптации использования, генерации или хранения энергии.
- Адаптации должны быть экономически и технически осуществимыми.

## Соответствие национальным стандартам

- Энергопотребление должно соответствовать как минимум экономически оптимальному уровню, указанному в последнем национальном докладе.

## Пороговые значения энергопотребления

- Максимальный порог использования первичной энергии должен быть как минимум на 10 % ниже национального стандарта для зданий с практически нулевым потреблением энергии.

## Возобновляемые источники энергии

- Приоритет энергии из возобновляемых источников, вырабатываемых на месте или поблизости.
- Поощрение общественных инициатив в области возобновляемых источников энергии.
- Поддержка внедрения эффективных систем централизованного теплоснабжения и охлаждения



Funded by  
the European Union

# Экспедиционный корабль «Фрам» (1893 год) считался сооружением с практически нулевым потреблением энергии



## Стены:

Толь  
Прокладка из пробки  
Еловая древесина

## Потолки:

Толщина примерно 40 см.

## Окна:

Тройное остекление

## Вентиляция и комфорт:

Отличная вентиляция  
Теплое и уютное жилое пространство



Funded by  
the European Union

Avots: Nansen 1897

# Первый в мире дом с нулевым потреблением энергии, 1970-е



Во время нефтяного кризиса 1973–1974 годов Дания, на которую сильно повлияло четырехкратное повышение цен на энергоносители, инвестировала в исследования в области энергосбережения в строительстве.

- Использовались сборные трехслойные панели (типа сэндвич) с изоляцией из минеральной ваты для минимизации швов и обеспечения максимальной воздухонепроницаемости.
- Впечатляющие значения коэффициента теплопередачи ( $U$  value): 0,14 для стен и 0,10 для пола/потолка.
- Окна с двойным остеклением и изолированными ставнями для еще большей изоляции.
- Встроенная система механической вентиляции с рекуперацией тепла, эффективность которой составляет 70%.
- Уникальная солнечная система нагрева воды, несмотря на проблемы с долговечностью материала.
- Исследование реальной заполняемости здания выявило несоответствия между ожидаемым и фактическим энергопотреблением, что представляет собой ценную информацию для строительства будущих зданий с нулевым потреблением энергии.



Funded by  
the European Union

# 1991: Пассивный дом в Дармштадт-Кранихштайн



Quelle: PHI



Funded by  
the European Union

## ■ Отопление и охлаждение:

- Максимум 15 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год согласно пакету планирования пассивного дома.
- Пиковая тепловая нагрузка не должна превышать 10 Вт/м<sup>2</sup> с учетом местных климатических условий.

## ■ Потребление первичной энергии:

- Не превышает 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год, включая отопление, горячее водоснабжение и электричество.

## ■ Критерий герметичности:

- Норма воздухообмена в час - не более 0,6 при давлении 50 Паскалей (подтверждено испытанием под давлением).

# Требования к сертификации пассивного дома:

- **Потребность в отоплении помещений:** годовая потребность в отоплении не должна превышать 15 кВтч/м<sup>2</sup> в год (или тепловая нагрузка 10 Вт/м<sup>2</sup>).
- **Общая потребность в первичной энергии:** годовая потребность в первичной энергии для всех видов деятельности (отопление, охлаждение, горячая вода, освещение и бытовая техника) не должна превышать 120 кВтч/м<sup>2</sup> в год.
- **Воздухонепроницаемость:** здание должно обеспечивать воздухонепроницаемость 0,6 в час при давлении 50 Паскалей (ACH50) или меньше.
- **Тепловой комфорт:** перегрев не должен происходить более 10% в год, а температура во всех жилых помещениях должна оставаться в пределах 20-25°C.
- **Возобновляемая энергия:** минимальная доля потребности здания в энергии должна покрываться за счет производства возобновляемой энергии на месте.
- **Гарантия качества:** проекты пассивных домов должны проходить строгие процедуры обеспечения качества, включая проверку проекта, проверки на месте и испытания для проверки соответствия сертификационным требованиям.



Funded by  
the European Union

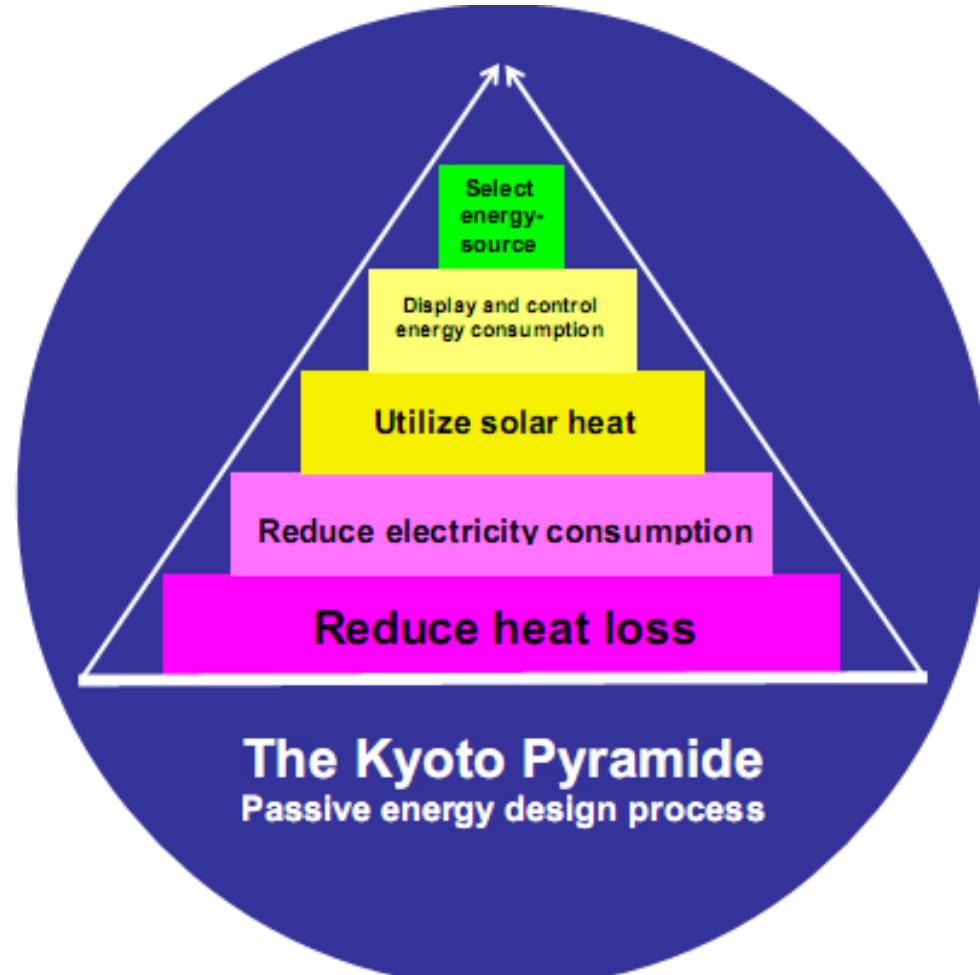


# ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ С ПОЧТИ НУЛЕВЫМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ



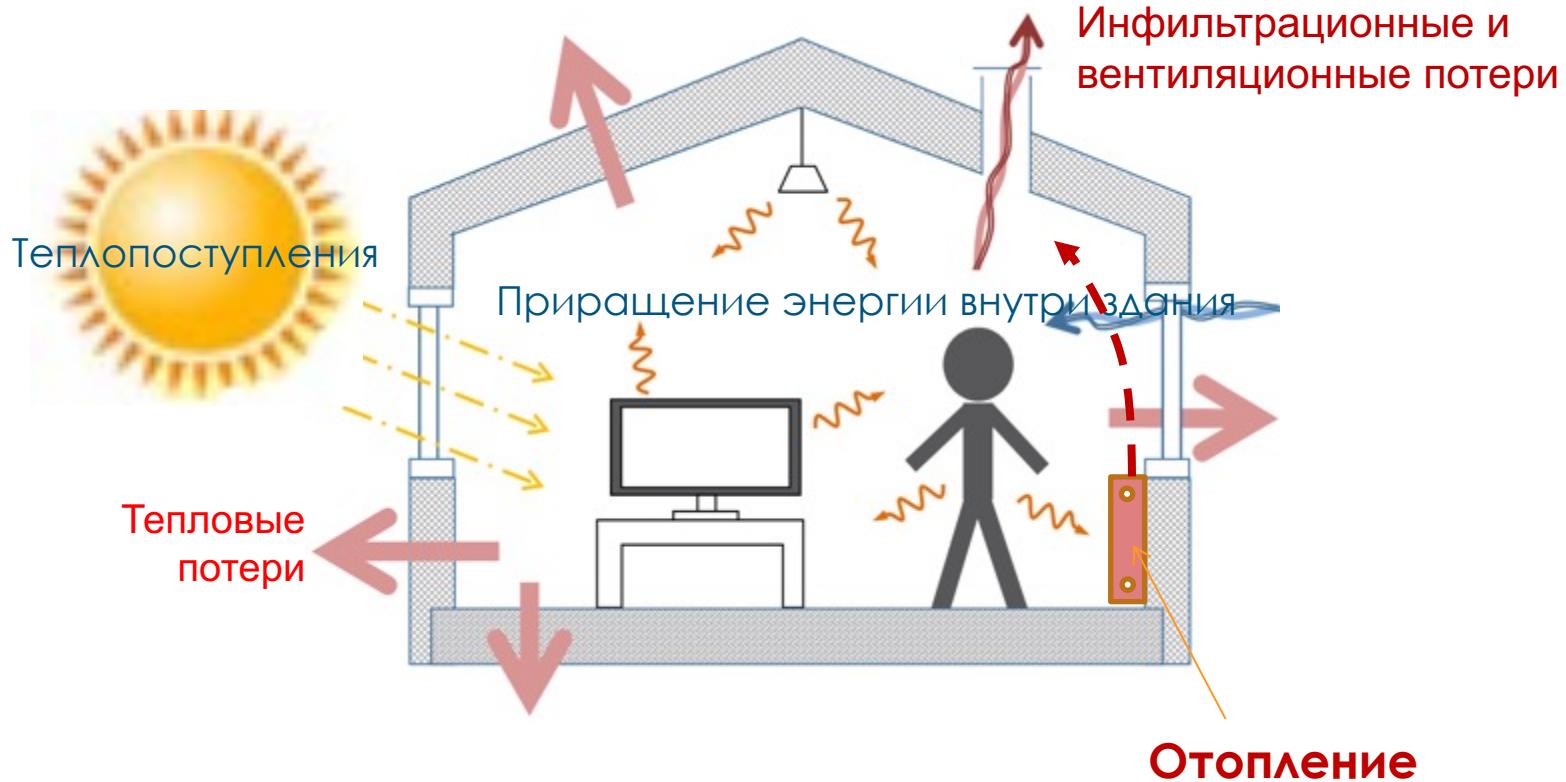
Funded by  
the European Union

# Концептуальный подход (Киотская пирамида) - стратегии проектирования NZEB



Funded by  
the European Union

# Энергетический баланс

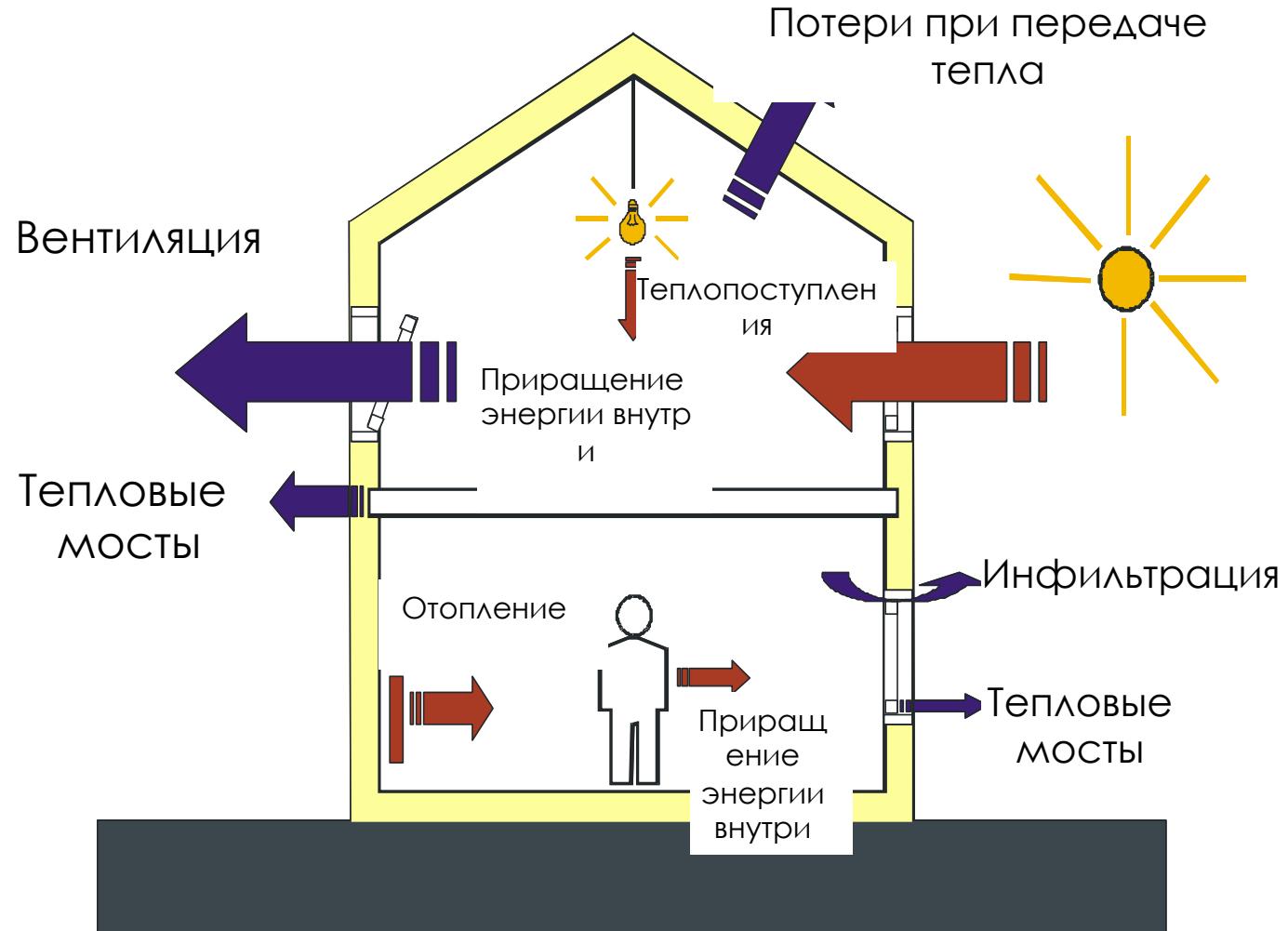


Отопление = Потери – полученная  
энергия



Funded by  
the European Union

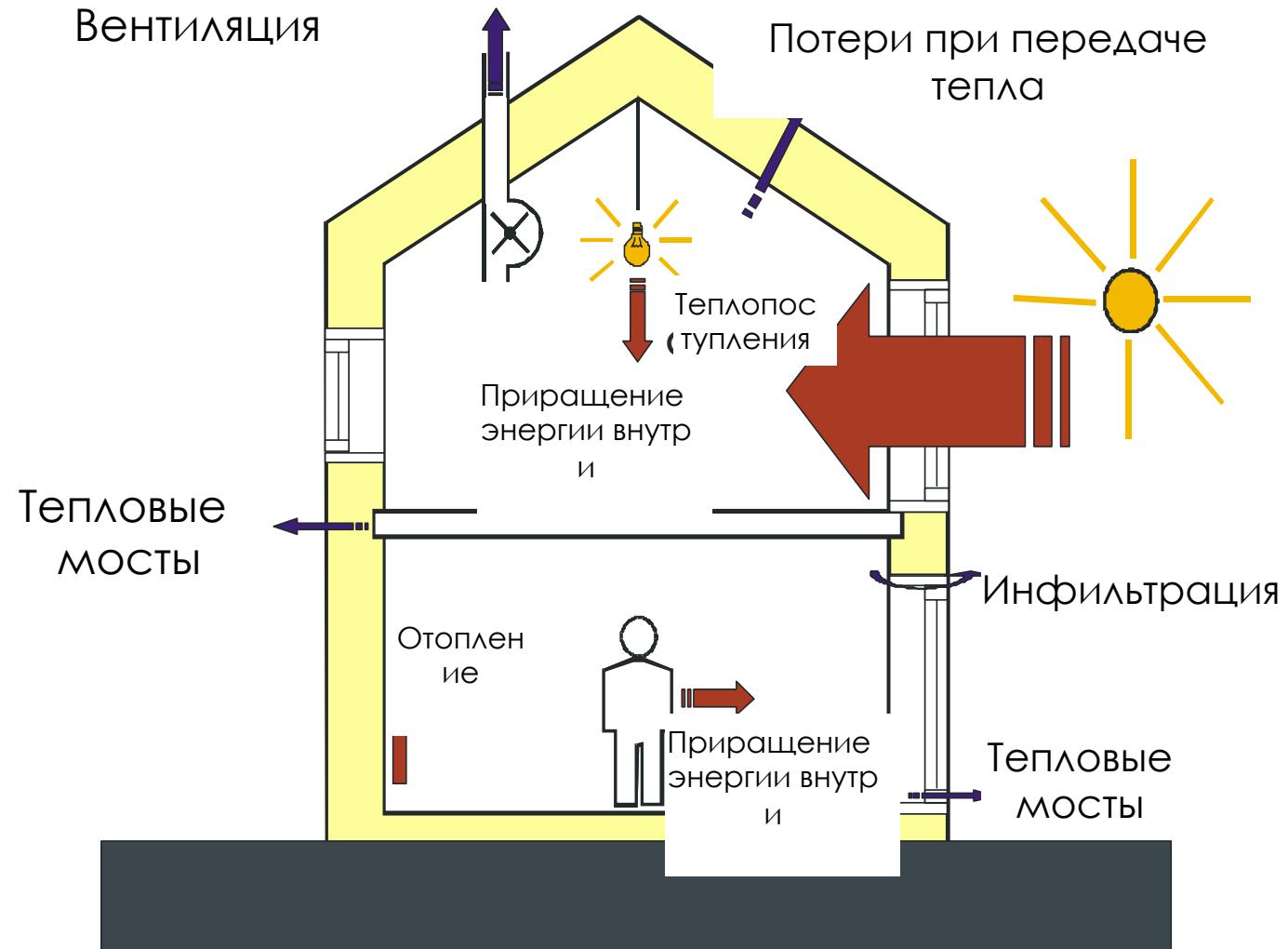
# Энергетический баланс для обычного здания



Funded by  
the European Union

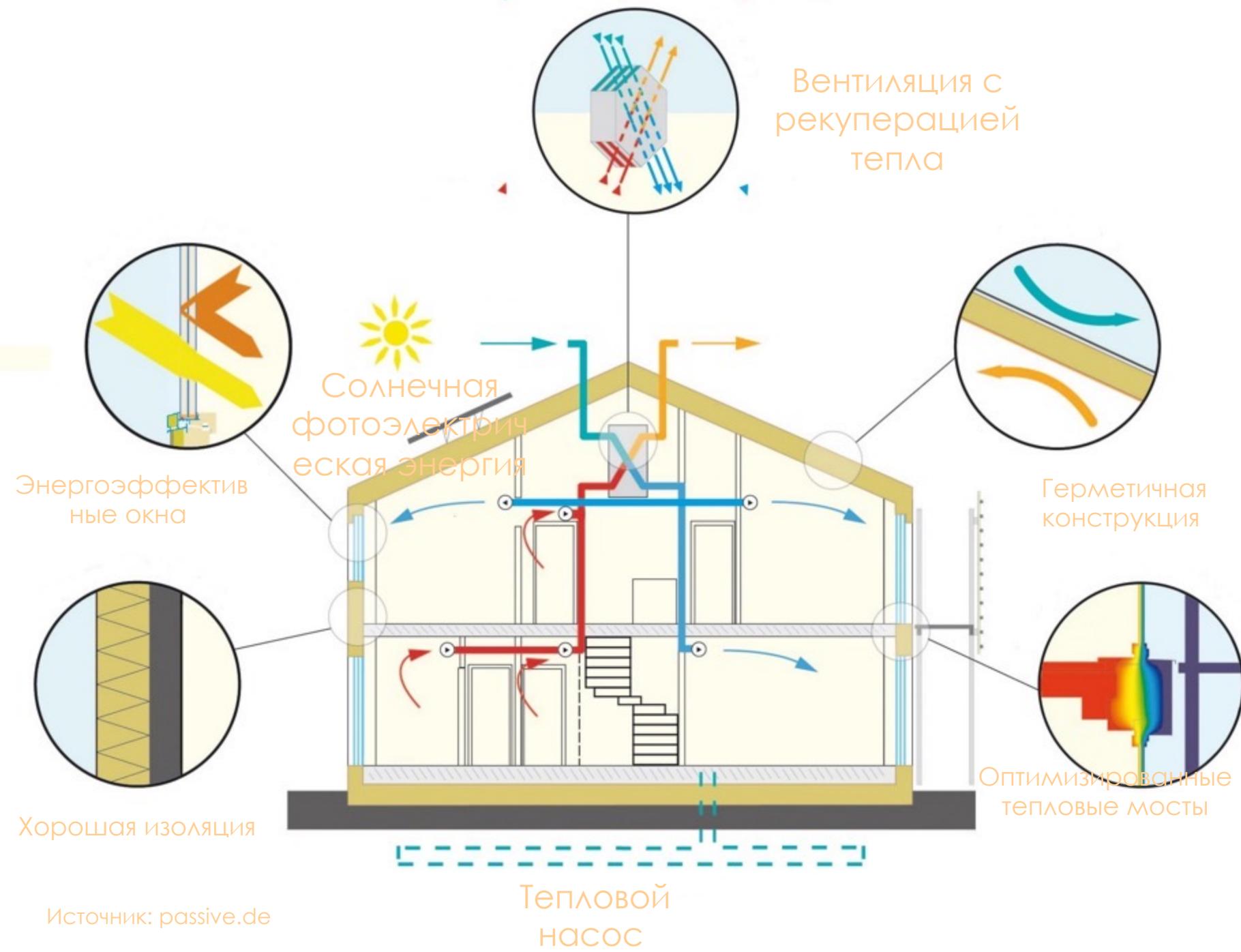
Источник: Martin Ploss

# Энергетический баланс для нZEB



Funded by  
the European Union

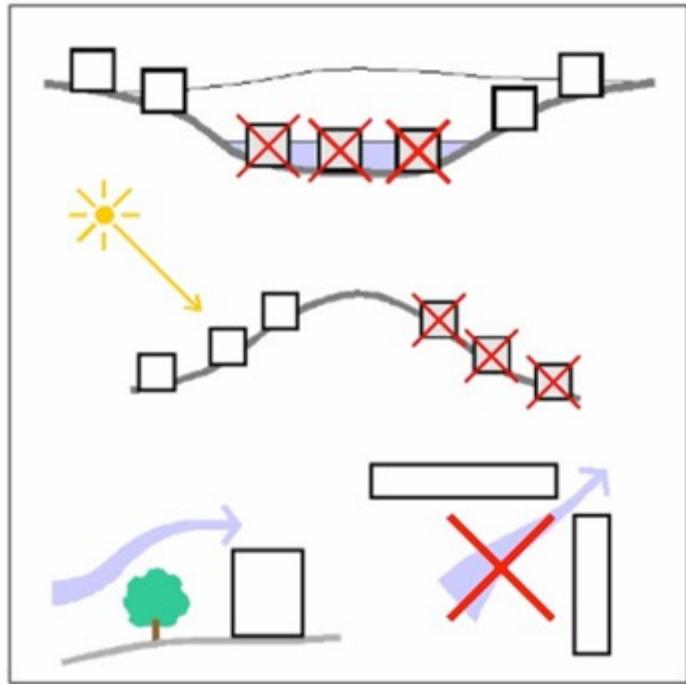
Источник: Martin Ploss



Funded by  
the Europe

Источник: [passive.de](http://passive.de)

# Расположение здания



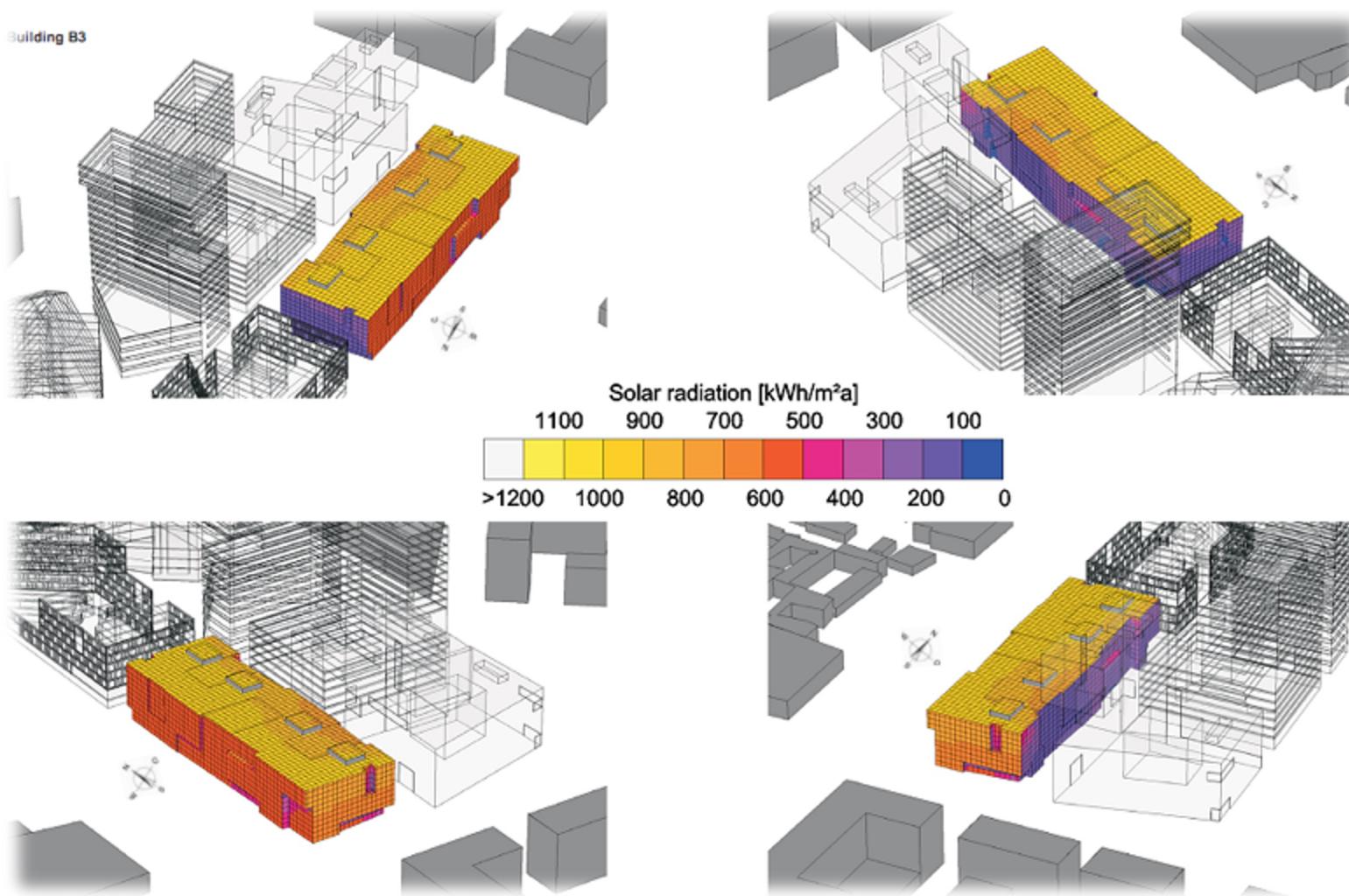
Предварительные условия обеспечения энергоэффективности строительства:

- Ориентация на юг и оптимизация использования солнечной энергии
- Проблемы с затенением здания и перегревом летом
- Оценка затенения от окружающих зданий. Оценка компактности застройки: например, возможности формирования рядных домов.
- Оценка возможности использования крыш и фасадов для получения солнечной энергии (оптимальное размещение солнечных панелей)
- Оценка потенциала создания аэродинамических труб



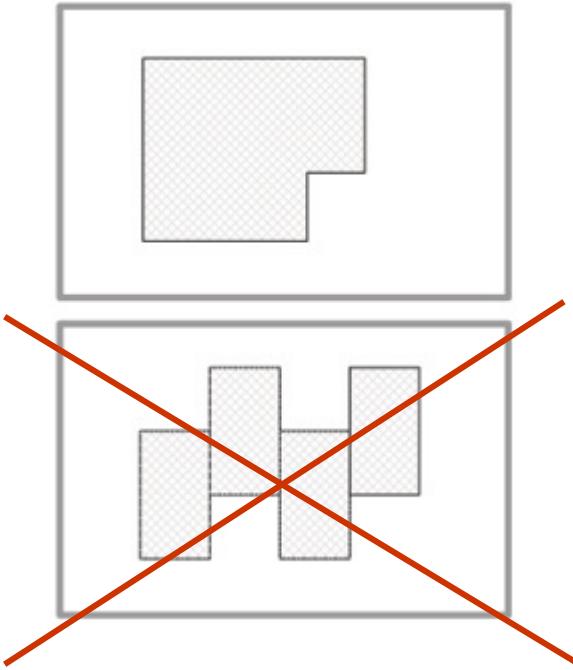
Funded by  
the European Union

Также необходимо учитывать расположение зданий относительно друг друга и то, есть ли от них тень



Funded by  
the European Union

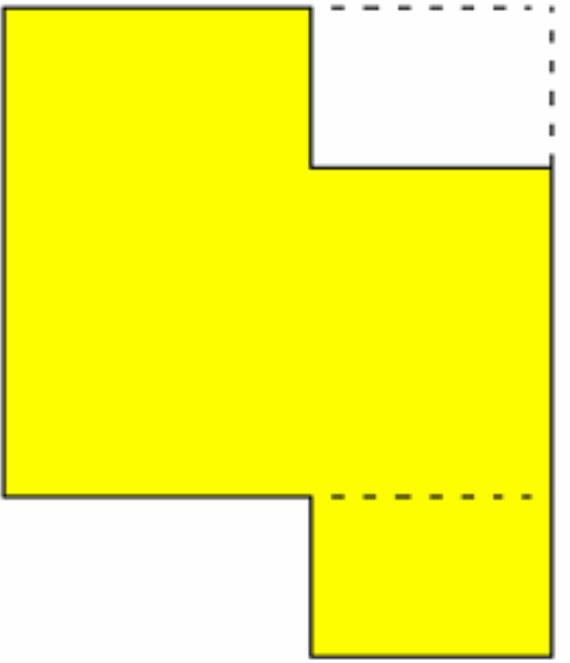
# Форма и функциональность здания



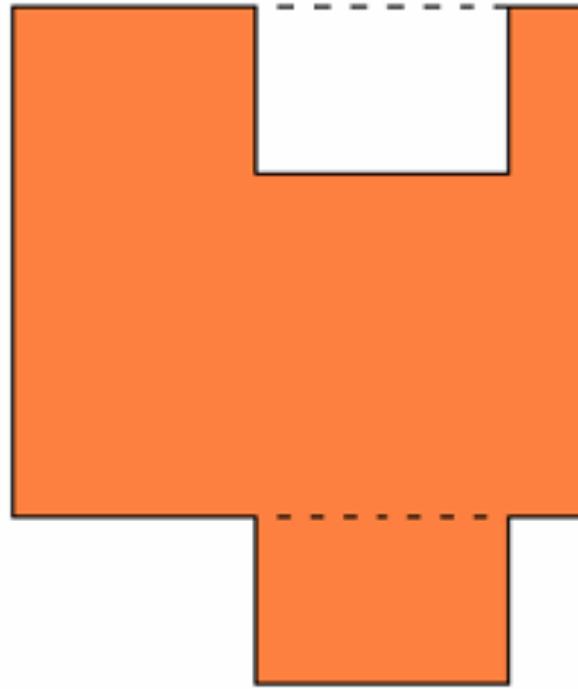
Avots: Passnet

- Чем компактнее форма здания, тем меньше потери тепла через ограждающие конструкции. Меньше тепловых мостов.
- Нежилые помещения (кухня, санузел, подсобные помещения) следует располагать с северной стороны здания, так как в этих помещениях могут быть окна меньшего размера.
- В ограждающей конструкции здания обычно расположены все виды инженерных коммуникаций (электропровода, водопроводные сети и т.д.). Необходимо обеспечить воздухонепроницаемость.

# Компактная форма здания



Периметр здания увеличился на 10%. Необходимо увеличить слой утеплителя на 2 см.



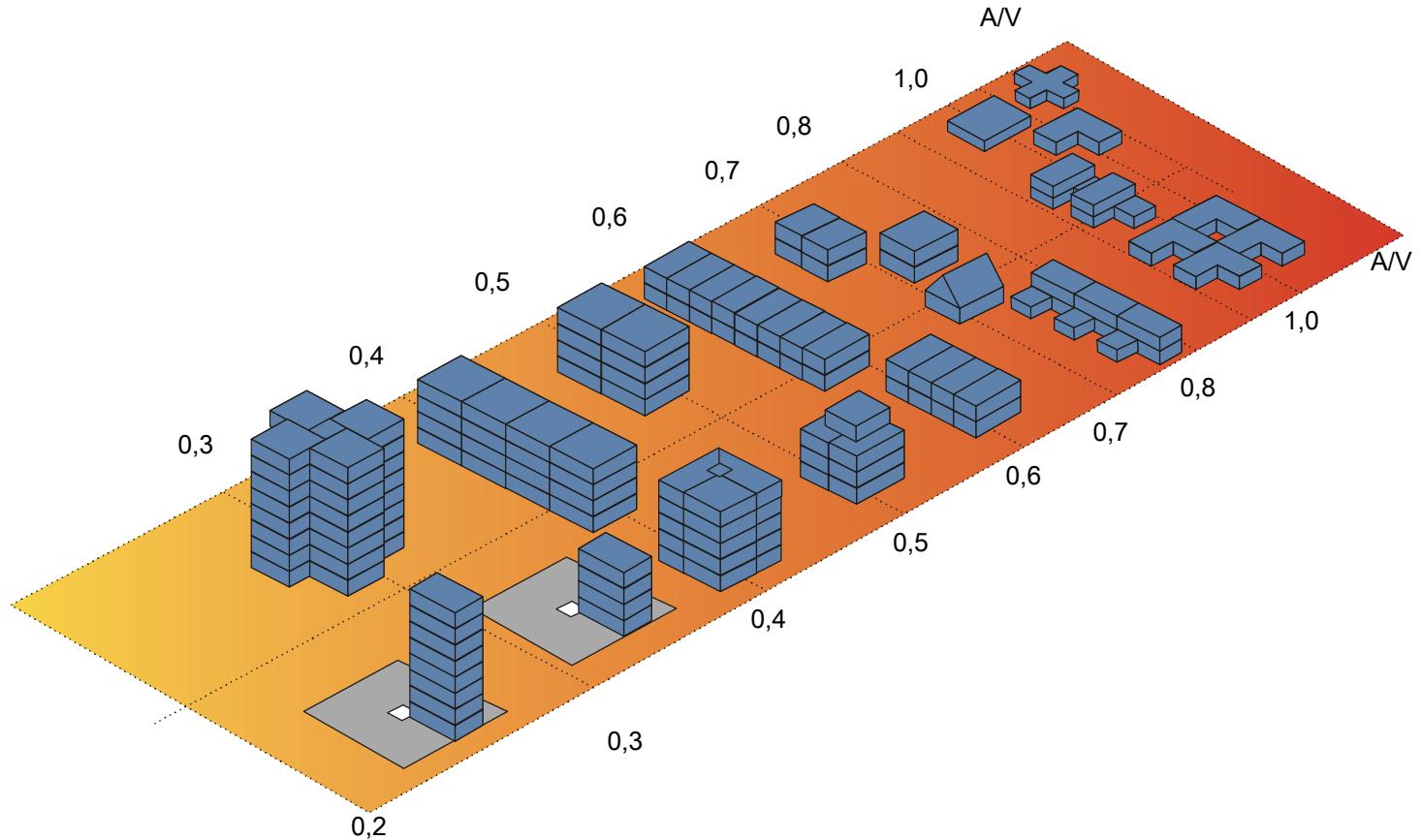
Периметр здания увеличился на 20%. Необходимо увеличить слой утеплителя на 4 см.



Funded by  
the European Union

Источник: NorthPass

# Компактная форма здания



Источник: Passive House Institute, Darmstadt



Funded by  
the European Union

# Примеры компактных зданий

## ТОМТЕБО IN UMEÅ, SWEDEN



Funded by  
the European Union



Funded by  
the European Union

# Примеры компактных зданий



Funded by  
the European Union



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ПАССИВНОМ ДОМЕ



Funded by  
the European Union

# Использование солнечной энергии и дневного света

**Плюсы:** Бесплатная энергия

Пассивные системы: использование солнечного тепла

Активные системы: внедрение солнечных коллекторов, фотоэлектрических панелей

**Недостатки:** Потенциальный перегрев помещения и слепящий свет

**Использование солнечной энергии играет важную роль при строительстве зданий с низким потреблением энергии.**

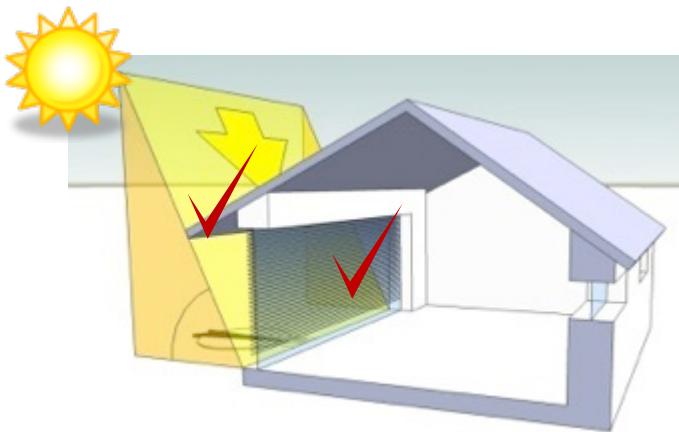
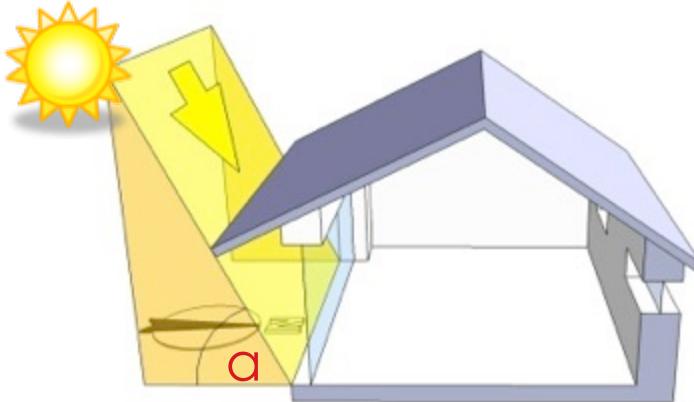


Солнечная энергия через застекленные поверхности: 10-60 кВтч/м<sup>2</sup> в год в зависимости от здания, местоположения.



Funded by  
the European Union

# Решения по затенению для обеспечения комфорта летом



- Чтобы уменьшить перегрев летом, можно использовать различные варианты затенения, такие как жалюзи, свесы и т. д.
- Статические свесы. Такие конструкции, как, например, крыши и балконы, уменьшают прямое солнечное излучение.
- Системы активного затенения: внешние жалюзи и ставни обеспечивают защиту как от прямого, так и от отраженного излучения.
- Растительность: зелень обеспечивает летнюю тень, а зимой позволяет поглощать солнечную энергию.

Источник: iEPD



Funded by  
the European Union

# Посольство Финляндии в Вашингтоне



Лето



Зима



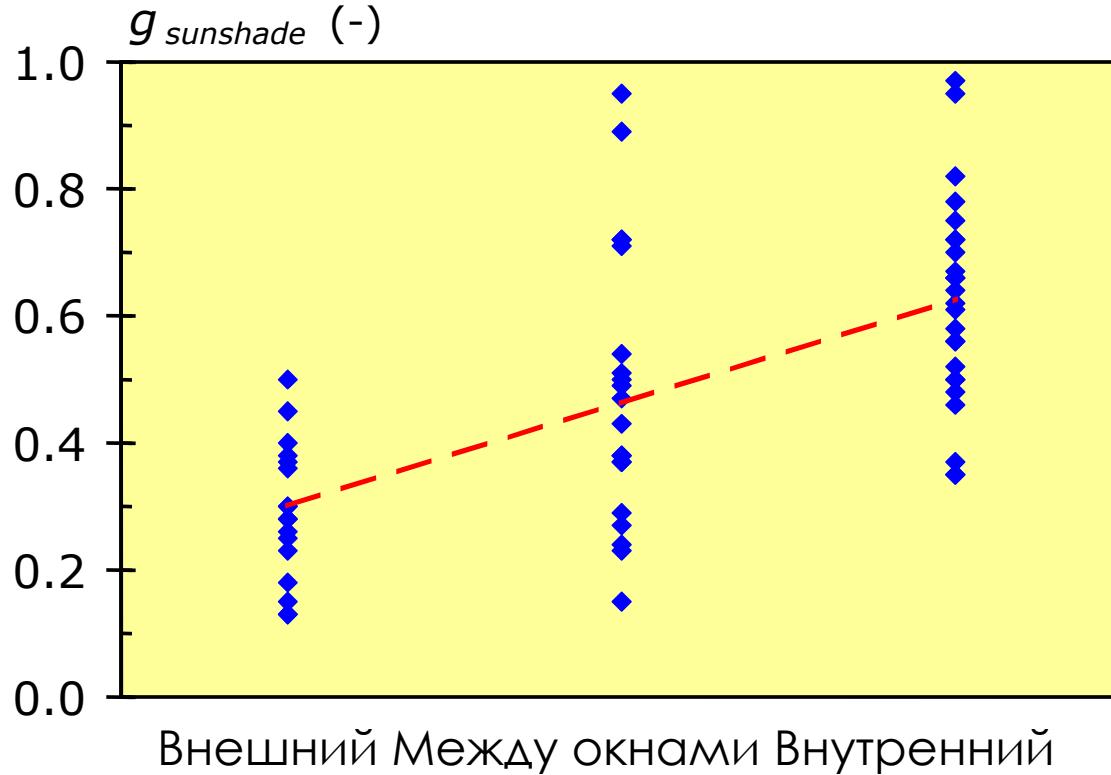
Funded by  
the European Union

# Затенение летом



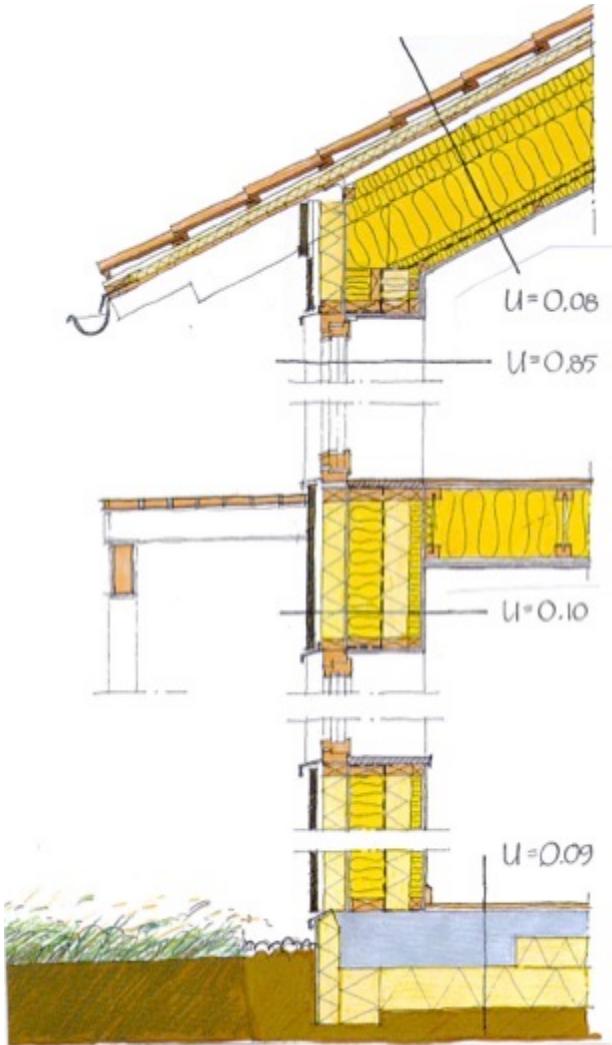
Funded by  
the European Union

# Коэффициент затенения

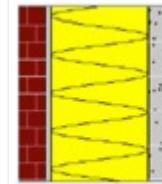


Funded by  
the European Union

# Хорошая теплоизоляция

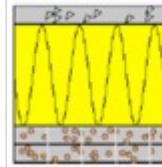


WALL



Brick	110 mm
Air gap	20 mm
Mineral wool	380 mm
Lightweight concrete	100 mm
U-value	0,08 W/(m <sup>2</sup> ·K)

FLOOR

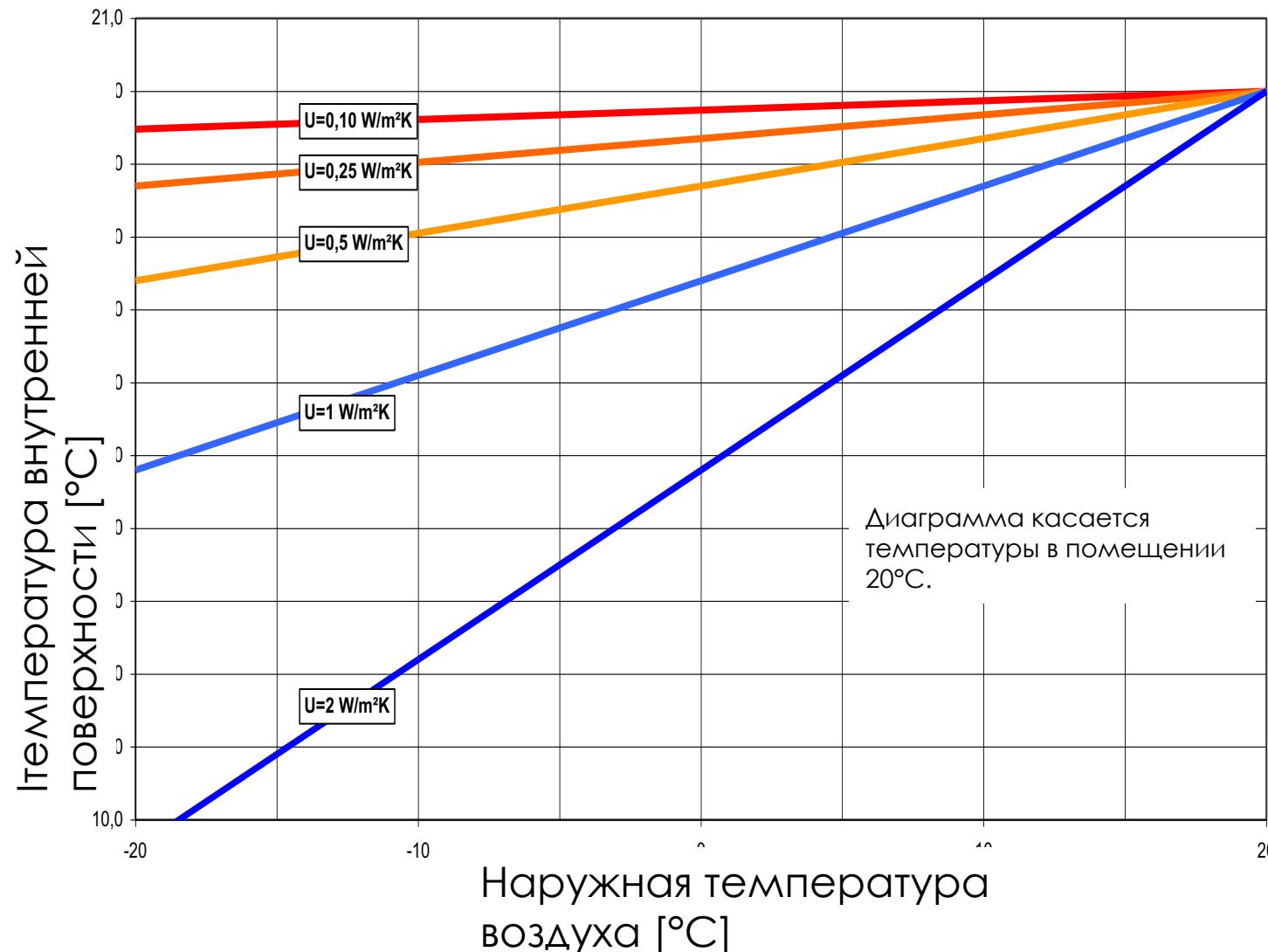


Concrete	100 mm
Mineral wool	550 mm
Expanded clay aggregate	200 mm
U-value	0,06 W/(m <sup>2</sup> ·K)



Funded by  
the European Union

# Значение коэффициента теплопередачи (U value) и температура поверхности



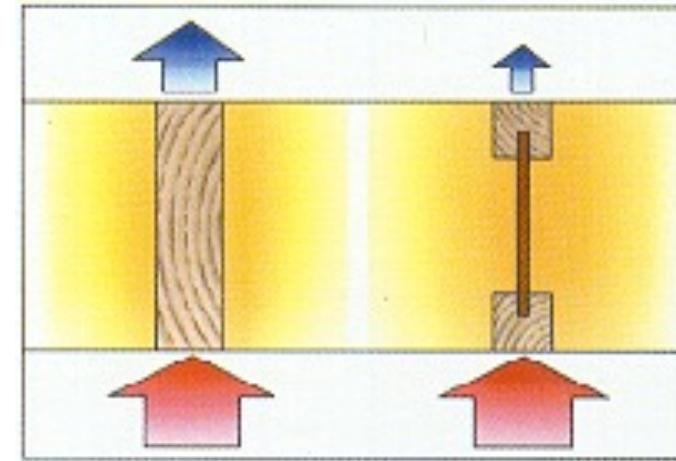
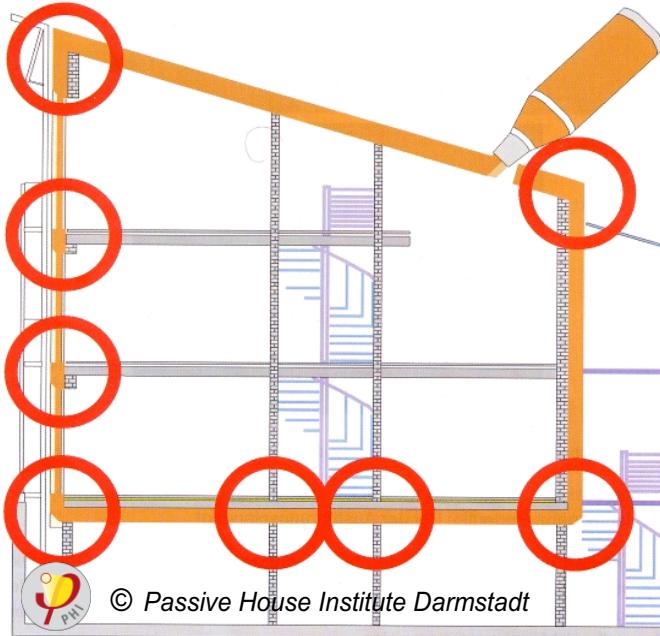
Funded by  
the European Union

Автор: P. Holzer, Donau Universität Krems

Авторы: kra/EIV

# Проектирование без тепловых мостов

Проектирование без тепловых мостов  $< 0,01 \text{ Вт}/(\text{мК})$



Источник: Passive House Institute Darmstadt



Funded by  
the European Union

# Максимально герметичные термосы

2 одинаковых термоса, но есть значительная разница



Существенная  
разница в том,  
что термос  
слева  
остывает на  
30% быстрее.



Funded by  
the European Union

Источник: kra/EIV

# Максимально герметичные термосы

2 одинаковых термоса, но есть значительная разница



Существенная разница в том, что термос слева остывает на 30% быстрее.



Funded by  
the European Union

# Максимально герметичные термосы

2 одинаковых термоса, но есть значительная разница



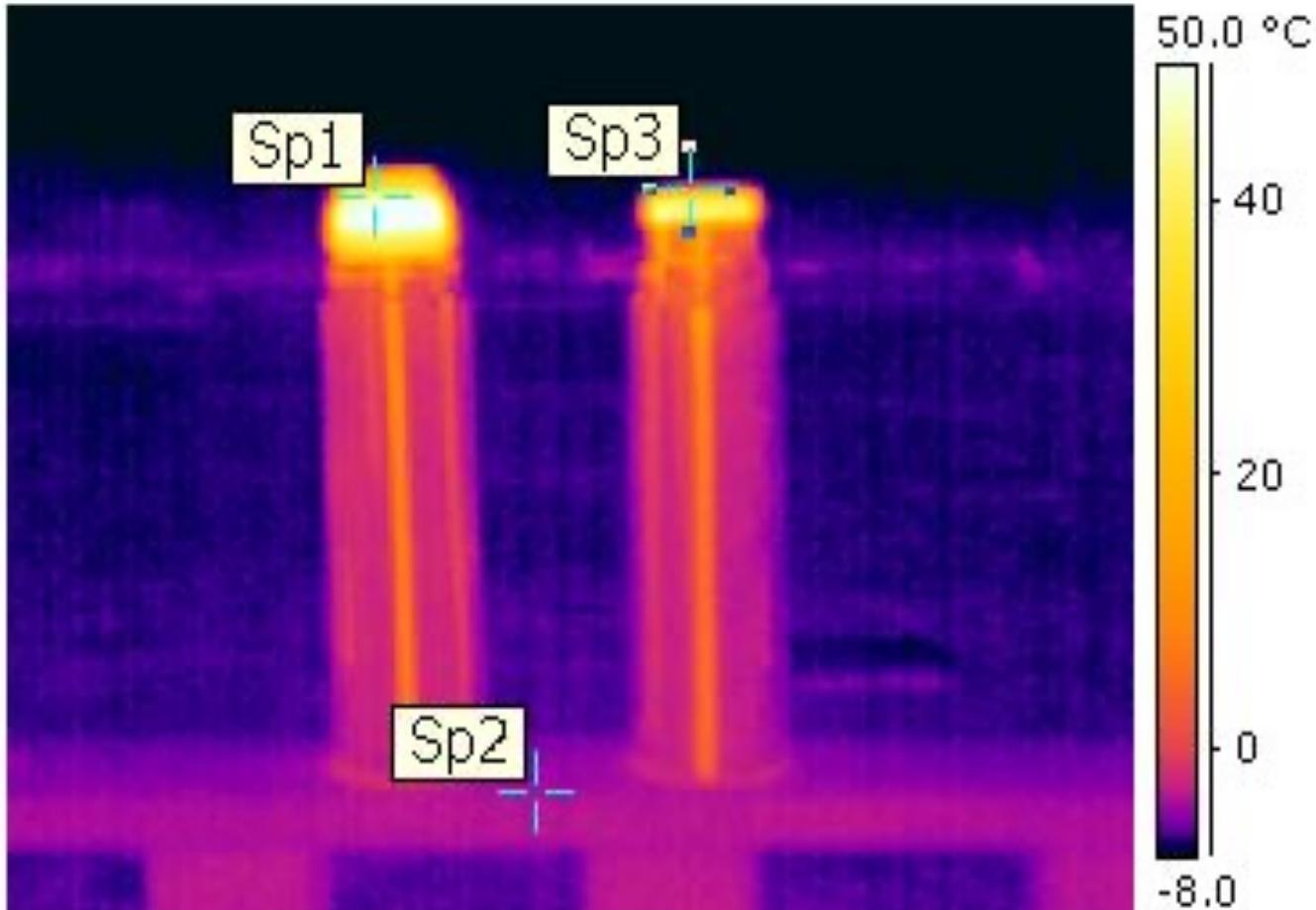
Это решение с термоостом более эффективно.



Funded by  
the European Union

Источник: kra/EIV

# Максимально герметичные термосы



Главное отличие –  
пробка термоса!

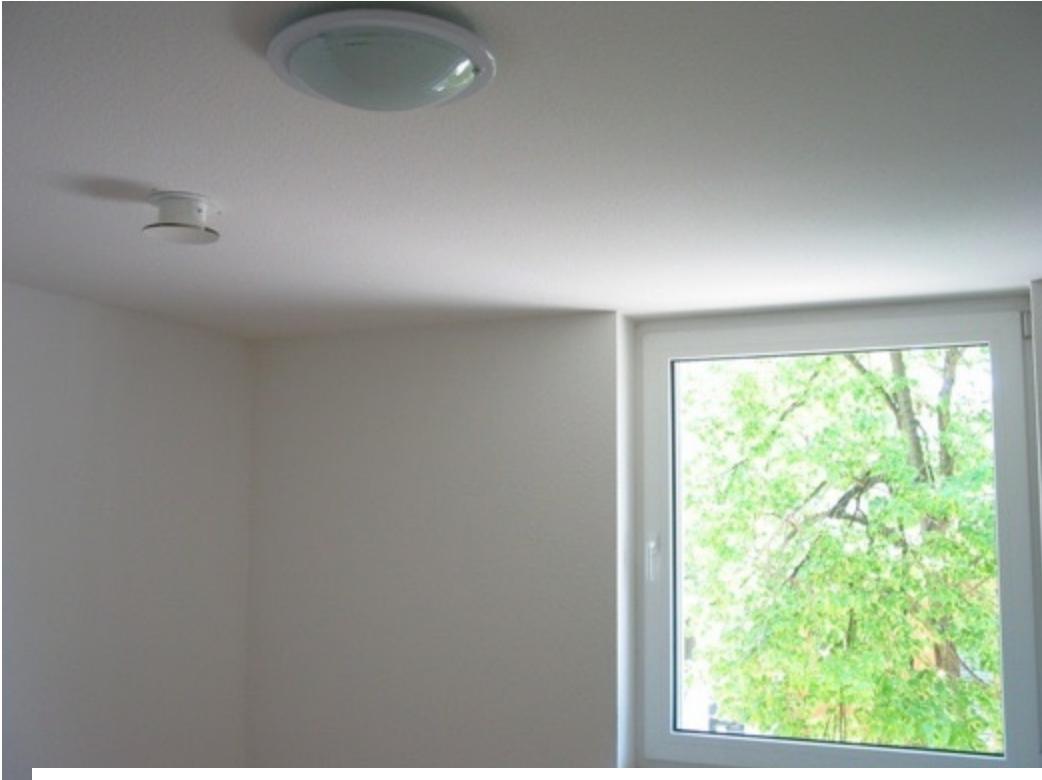
Секрет низкой  
теплопотери – в  
детальном  
проектировании  
строительных  
стыков!

Source: Helmut Krapmeier, Energieinstitut Vorarlberg; Thermografie: Ökoberatung Gebhard Bertsch



Funded by  
the European Union

# Герметичный слой



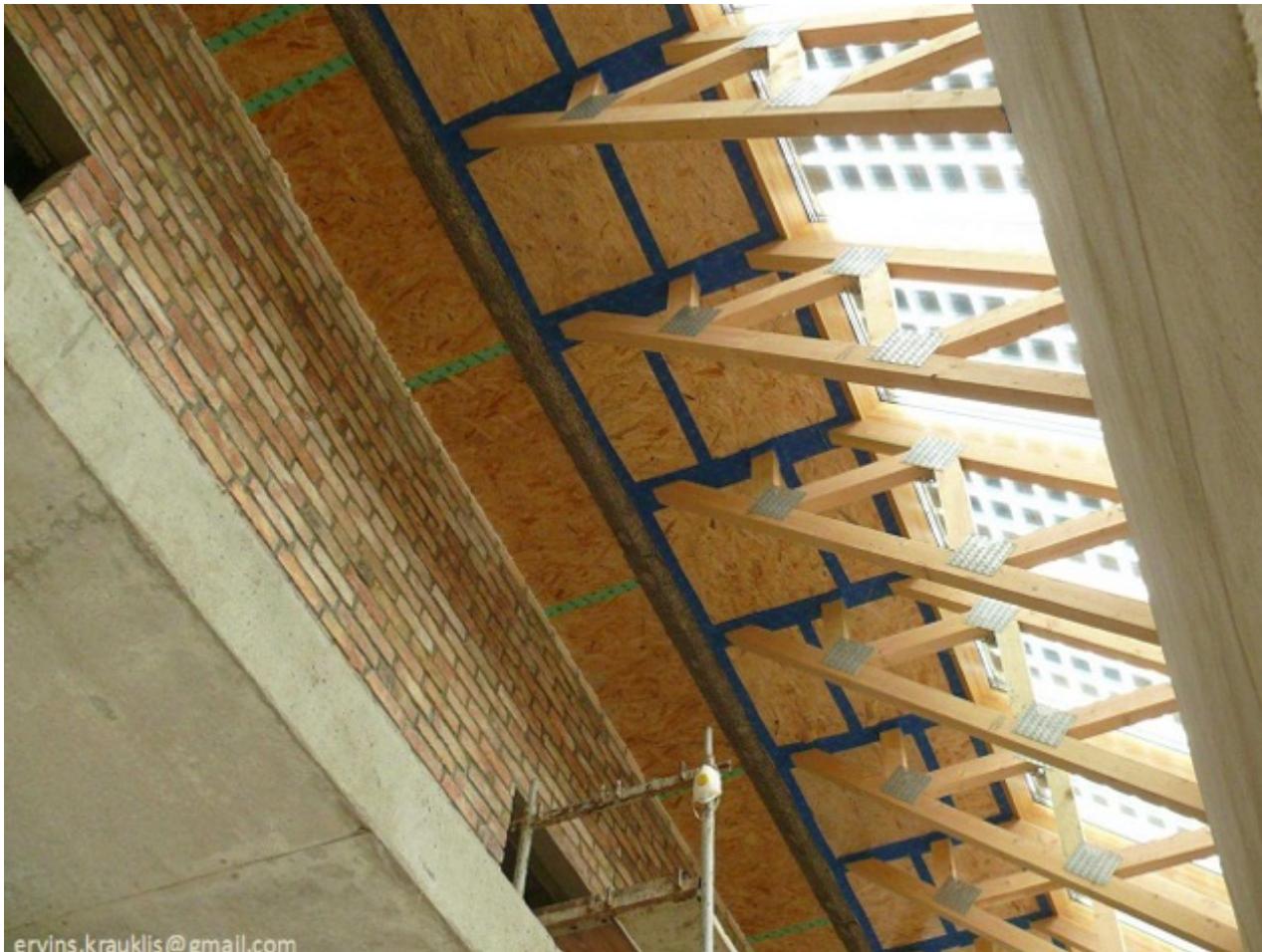
Сплошное покрытие цементно-известковой штукатуркой  
Твердый бетон  
Специальные мембранны  
Кладка без штукатурки не герметична.



# Вместо пенопласта необходимо использовать специальные самоклеящиеся ленты

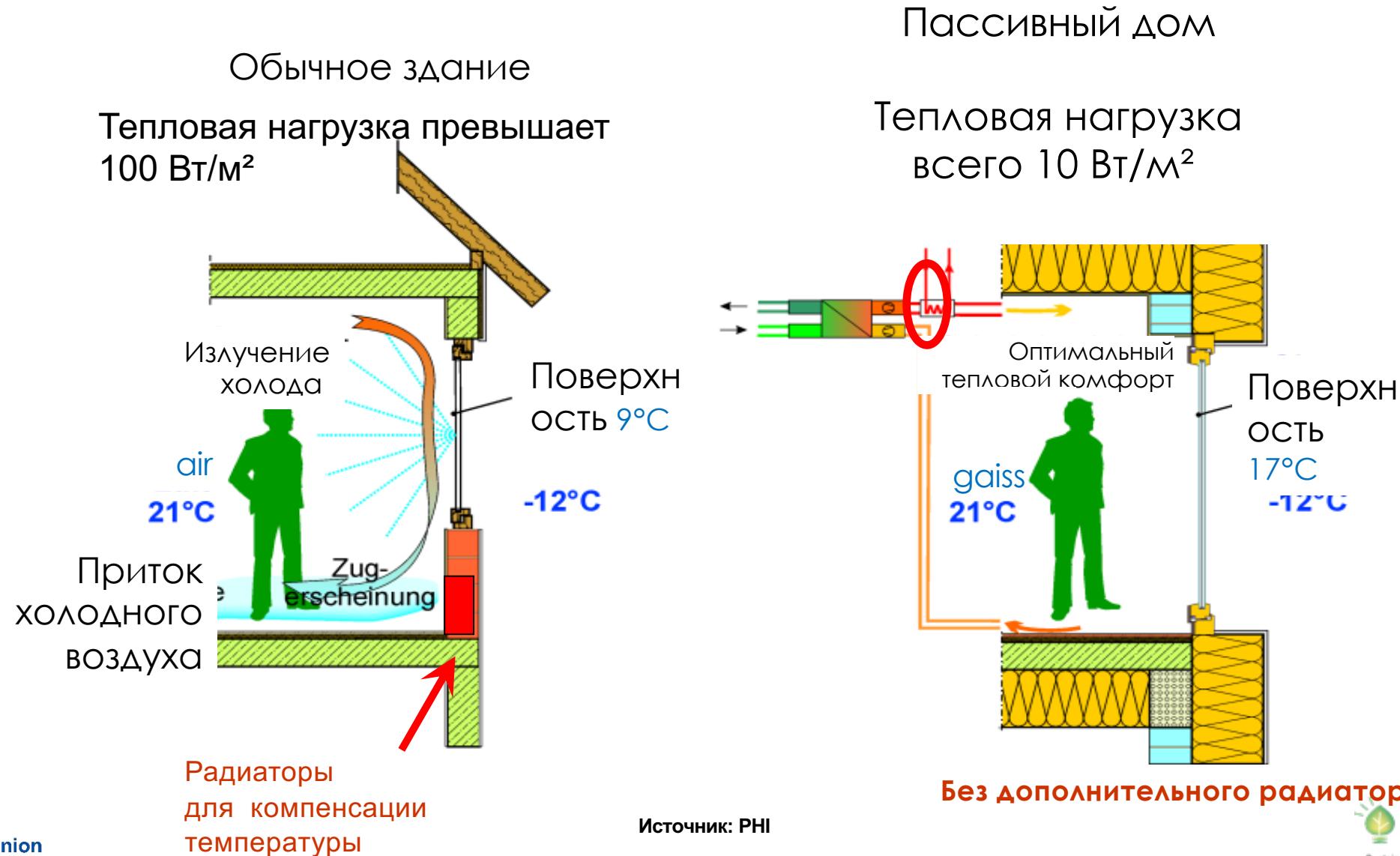


Funded by  
the European Union



Funded by  
the European Union

# Сравнение тепловой нагрузки обычного здания и пассивного дома



Funded by  
the European Union

# Компоненты оборудования для центральной вентиляции

- Теплообменник воздух-воздух с рекуперацией тепла  $\geq 75\%$
- Двигатель постоянного тока
- Контроль/регулирование: рабочие уровни и баланс воздуха
- Теплоизоляция и герметичность. Отвод конденсата
- Фильтр: вытяжной воздух + наружный воздух  
Защита от замерзания. Летний обход



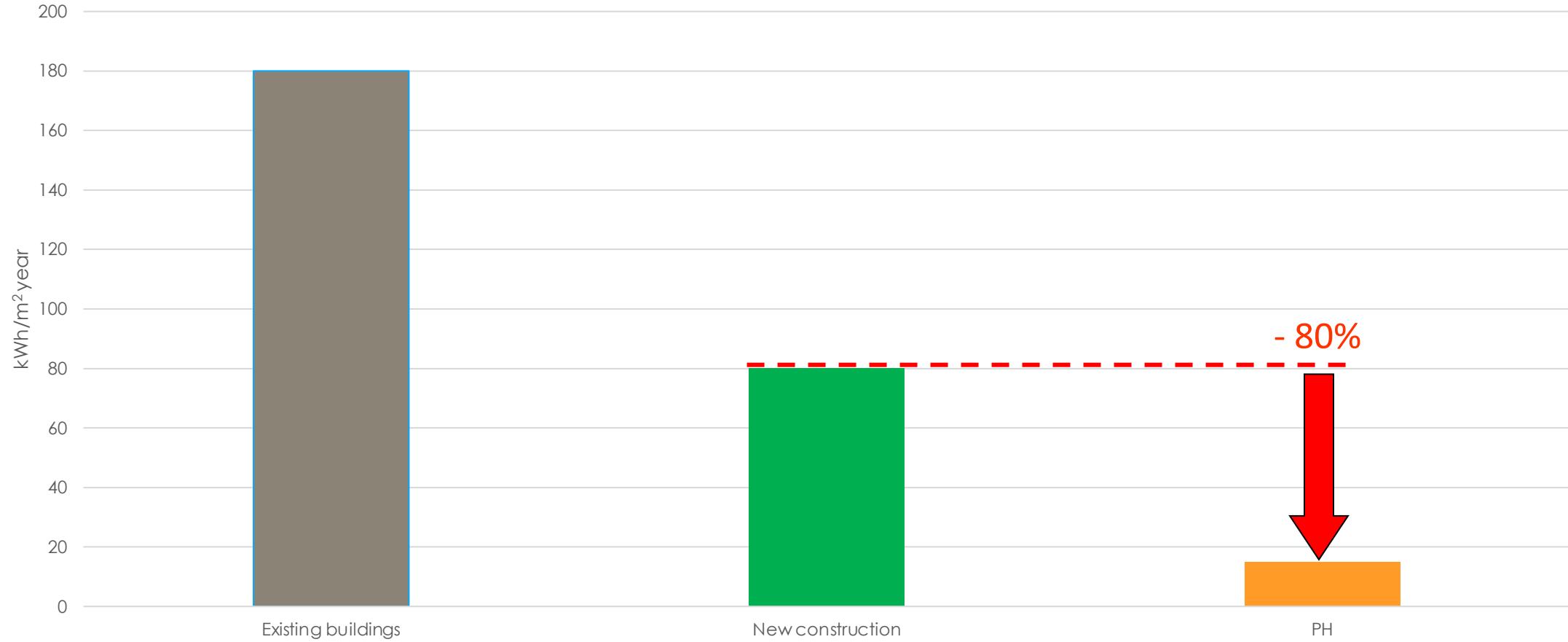
Funded by  
the European Union

# Примеры



Funded by  
the European Union

# Что было достигнуто



Funded by  
the European Union

# Пассивный дом



Funded by  
the European Union

# Пассивный дом



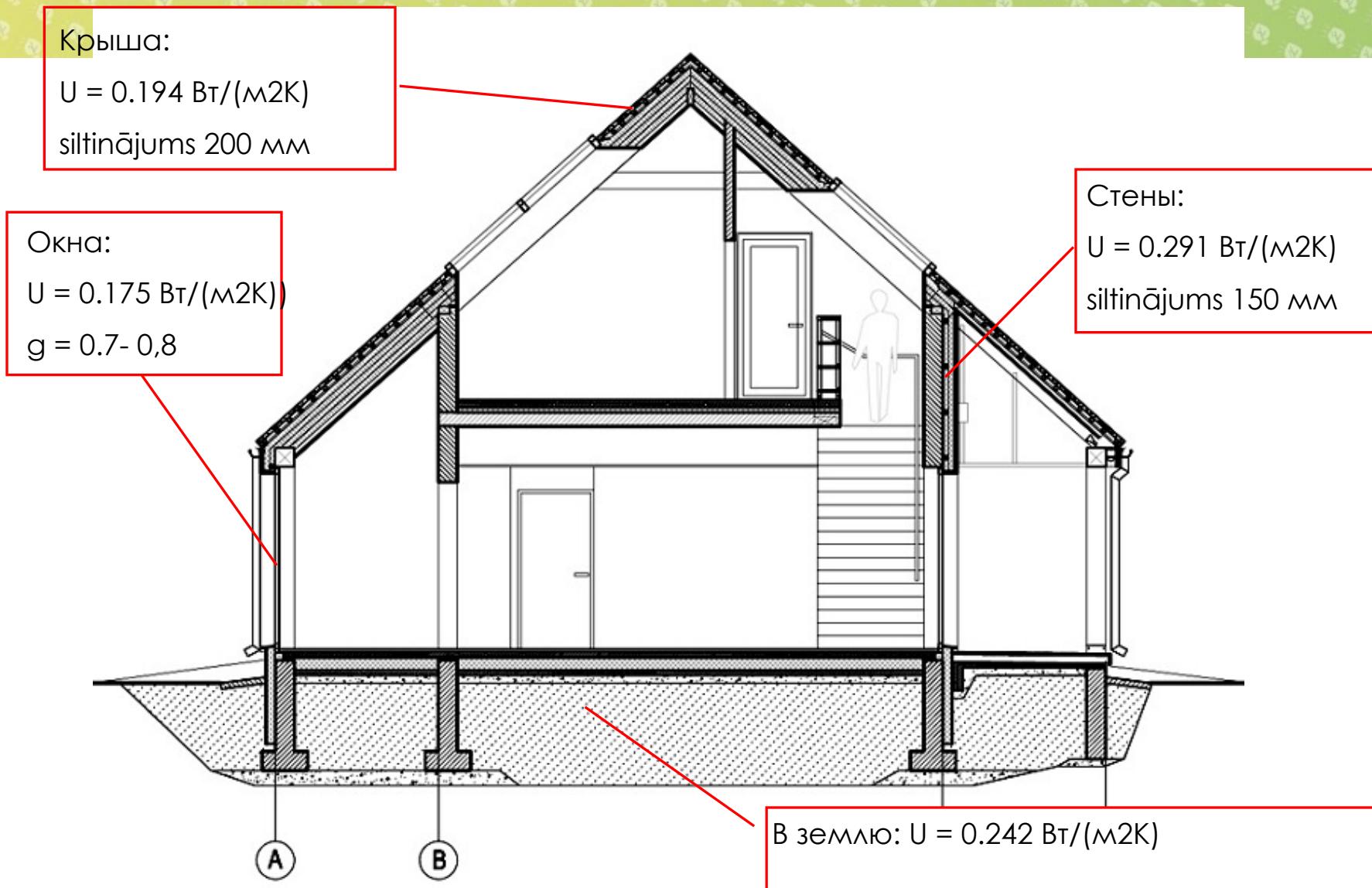
Funded by  
the European Union

# Пассивный дом



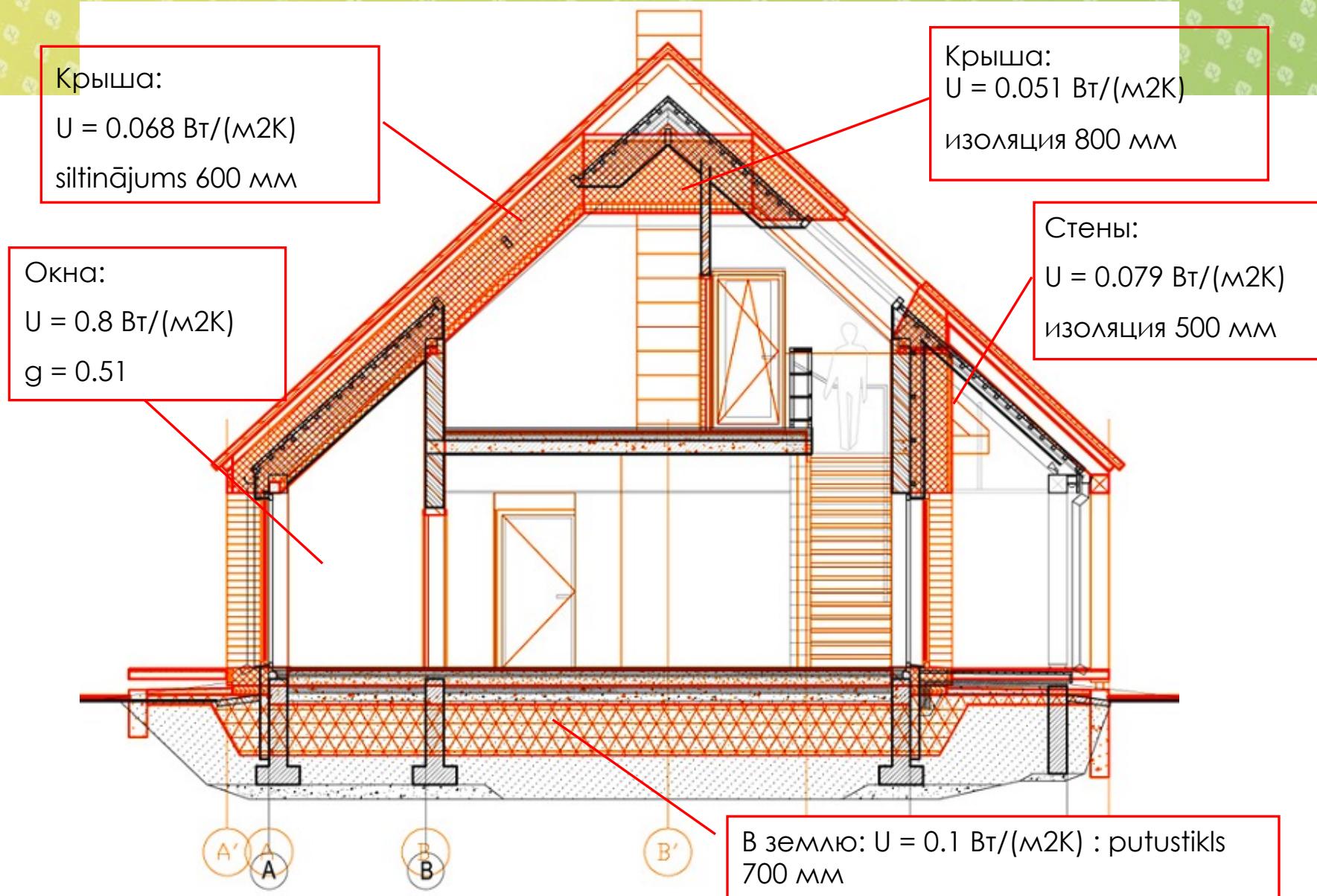
Funded by  
the European Union

До



Funded by  
the European Union

# После



Funded by  
the European Union

# РЕНОВАЦИЯ ПАССИВНОГО ДОМА



Funded by  
the European Union

# Общежитие

- Здание построено в 1972 году.
- Отапливаемая площадь: 3346 м<sup>2</sup>
- Потребление энергии: 159 кВтч/м<sup>2</sup> в год
- Типовое здание

- Отопительный сезон: 207 дней
- Средняя температура в отопительный сезон: -1,2°C
- Расчетная температура: -23,8°C



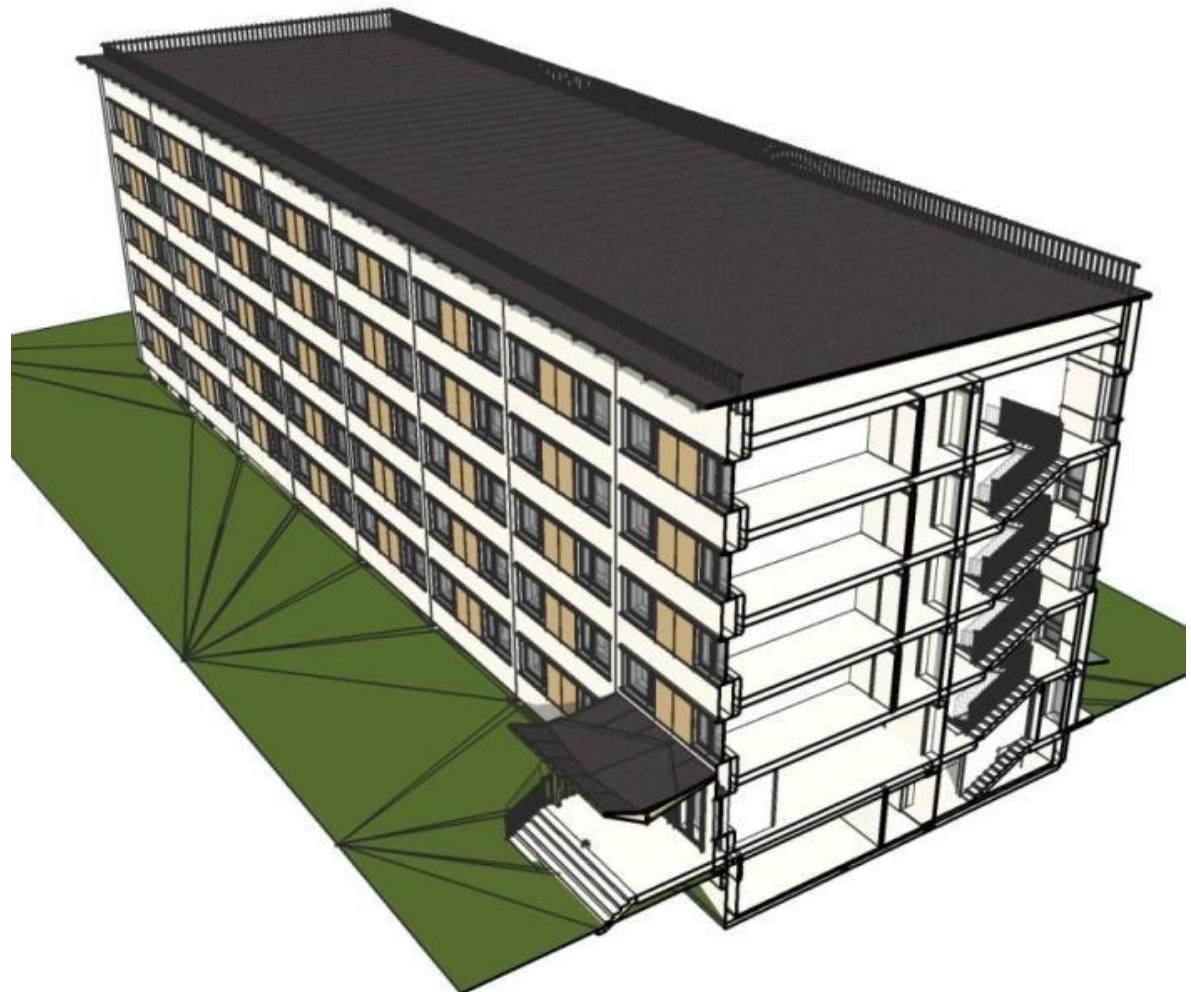
До реновации



Funded by  
the European Union

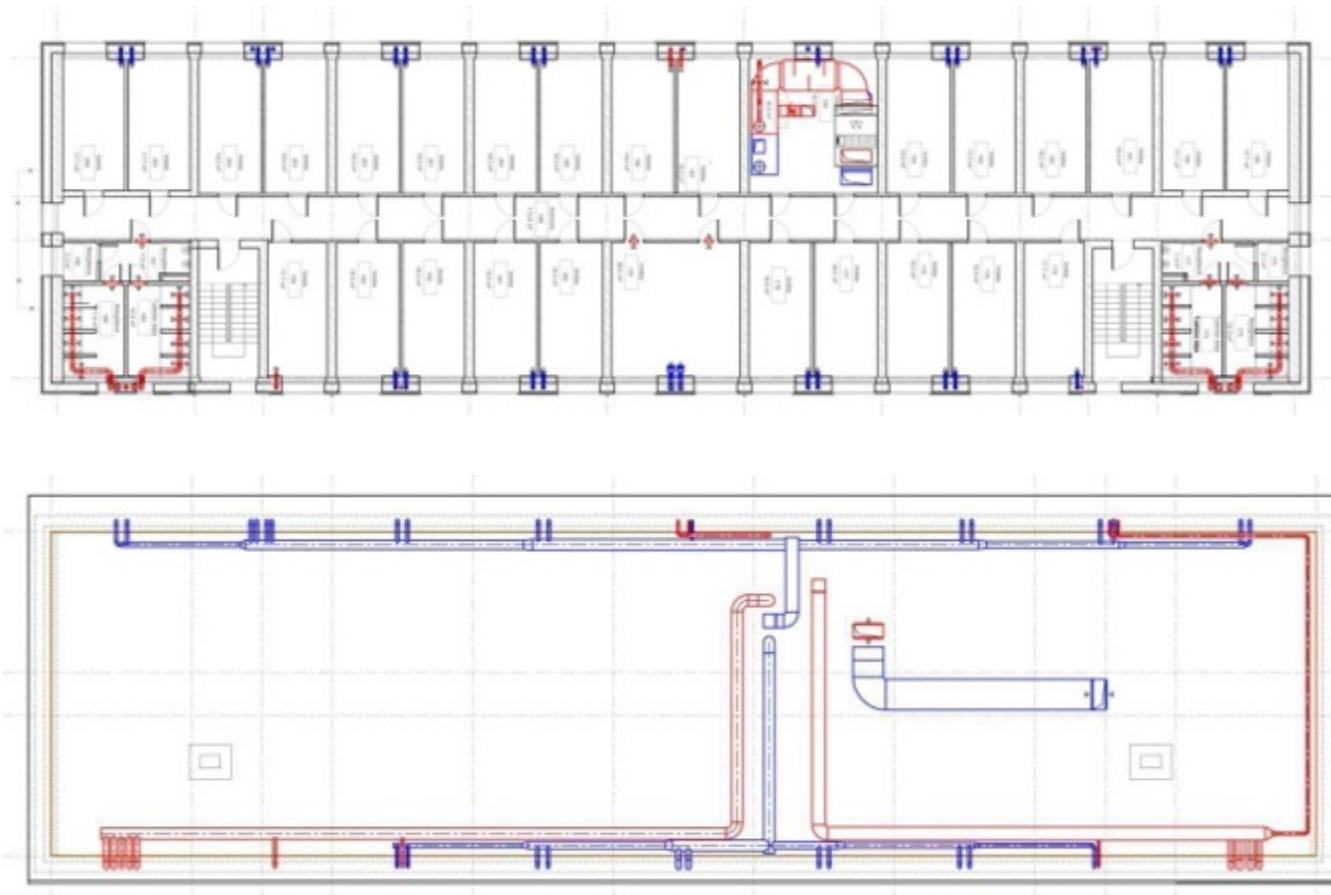
- Система вентиляции с рекуперацией тепла
- Воздуховоды внутри изоляционного слоя крыши, >70 см
- Сеть труб внутри конструкции утепления стены, >40 см

	До, Вт/м <sup>2</sup> К	После, Вт/м <sup>2</sup> К
Стены	U=1.05	U=0.09
Крыша	U=0.52	U=0.06
Окна	U=2,6	U=0.80



Funded by  
the European Union

# Концепция создания системы вентиляции



Funded by  
the European Union



Funded by  
the European Union

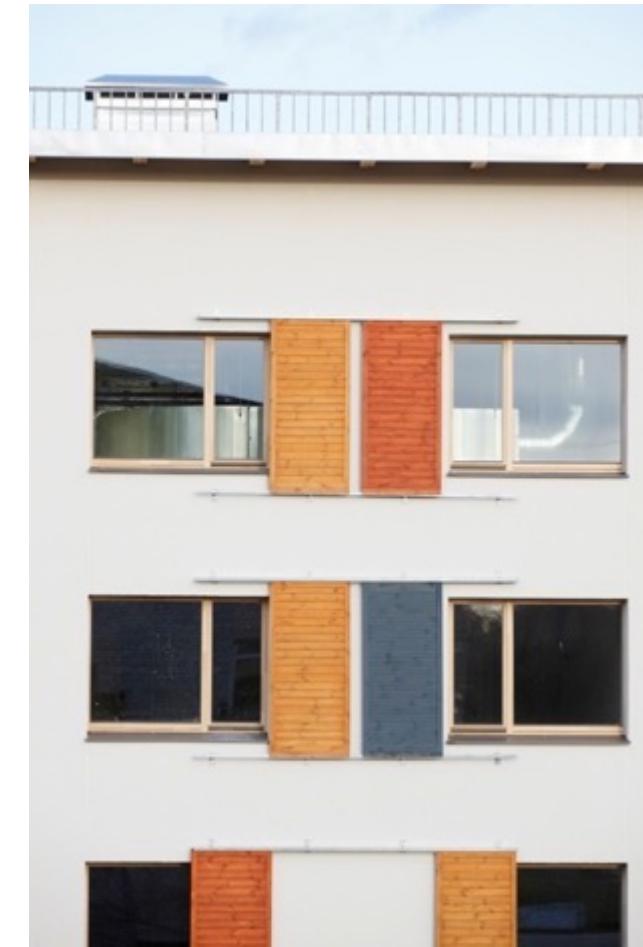


Funded by  
the European Union



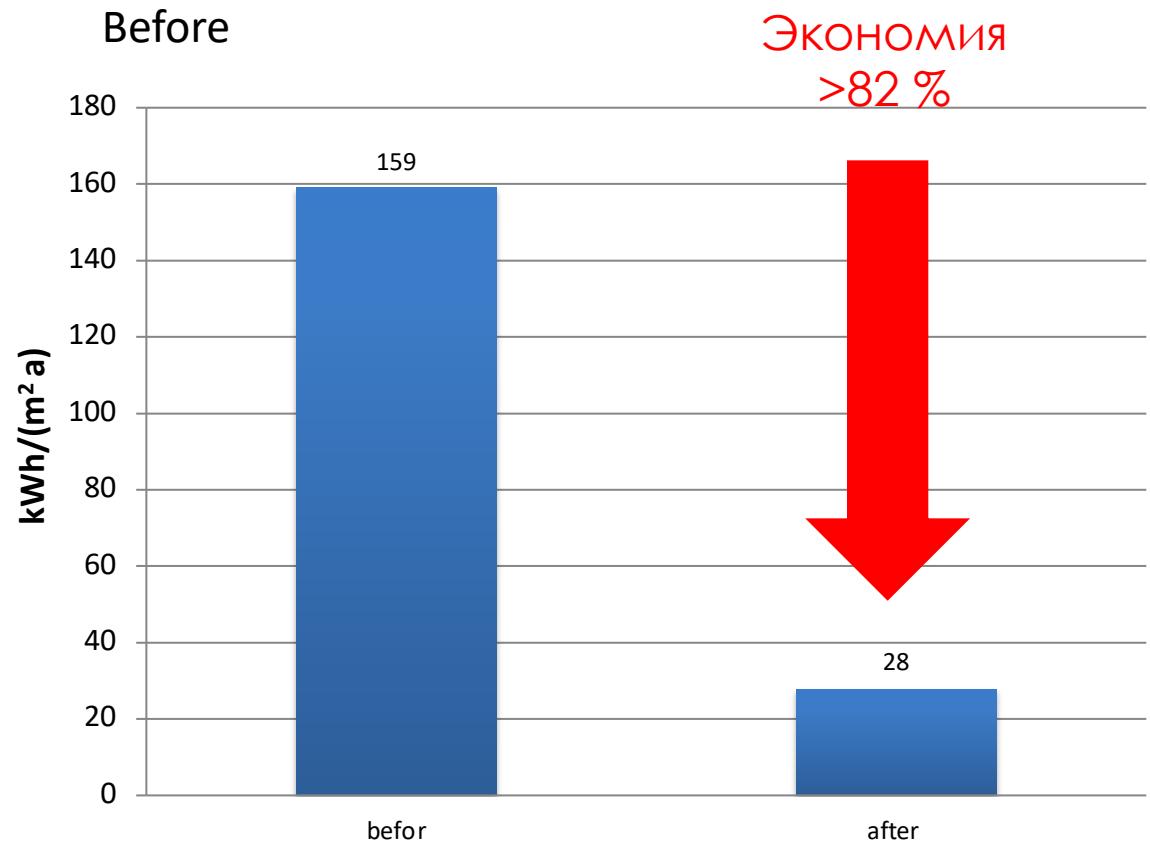
Funded by  
the Europe

SECCA  
ustainable Energy Connectivity in Central Asia



Funded by  
the European Union

# До и после



Отопление+горячее  
водоснабжение



Funded by  
the European Union