

Рекомендации для реконструкции типового здания 1968 года Набережная ул., 3 Кировск, Ленинградская область

1 Введение: пилотный проект в рамках проекта ARCEE

На территории бывшего Советского Союза большая часть существующего жилого фонда представлена старыми многоэтажными домами, энергетическая эффективность которых не соответствует современным стандартам и требованиям. Жители таких домов часто жалуются на плохие жилищные условия, связанные с низкой температурой в помещениях, невозможностью регулировать отопление, или на растущие цены на энергию. Лишь в последнее время эти жалобы стали приводить к комплексной и полной реконструкции. Наблюдая за практическим ходом реализации реконструкции, мы в настоящее время видим, что жильцами, которые в большинстве являются владельцами своих квартир, предпринимаются отдельные меры. Типичные индивидуальные меры представляют собой замену окон, частичную изоляцию наружных стен или частичную замену труб. В основном эти мероприятия проводятся без анализа потенциала ресурсосбережения всего здания в целом или без какой-либо координации усилий по улучшению технического оборудования или жилищных условий в целом.

Обучение заинтересованных сторон планированию и выполнению комплексного процесса реконструкции является основной целью проекта "Кампания по повышению осведомленности в области энергоэффективности среди участников строительного сектора в России, Беларуси и Украине (ARCEE)". Среди прочего, проект предусматривает консультирование до двух проектов жилого строительства в каждой стране, направленное на выработку комплексной концепции повышения энергетической эффективности этих зданий.

Заинтересованным сторонам проектов могут быть предложены консультации, при этом инвестирование проектов не предусматривается. Ответственность за финансирование, планирование и выполнение проектов лежит на собственниках или тех юридических лицах, которыми представлены их объединения.

2. О выборе в качестве пилотного проекта здания Набережной ул., д.3

3. Команда пилотного проекта и разделение задач

4. Базовое обследование: Анализ сберегающего потенциала здания и детальный баланс энергии

4.1 Сбор информации

Тепловая санация, как частный случай реновации зданий, должна начинаться с анализа существующего здания, фокусируясь на возможном потенциале экономии. Наивысший потенциал улучшения энергетического баланса здания заключается в улучшении ограждающих конструкций здания. В качестве первого шага рекомендуется первоначальная оценка состояния элементов здания. Тепловые особенности

ограждающих конструкций здания могут быть определены путем подробного анализа строительных планов и описания здания, а также путем анализа строительных материалов и их тепловых свойств.

Кроме того, можно моделировать измерение энергии путем расчета. Возможно "имитировать" счетчики, используя расчеты икоэффициенты, полученные в ходе оценки здания, а также набор соответствующих климатических данных.

В доме по адресу Набережная, д.3 был доступен почти полный комплект строительных планов, датированных временем строительства (поэтажные планы всех этажей, но отсутствуютразрезы и планы фасадов). Дополнительная информация была получена во время посещения места в апреле 2013.



Краткое описание здания:

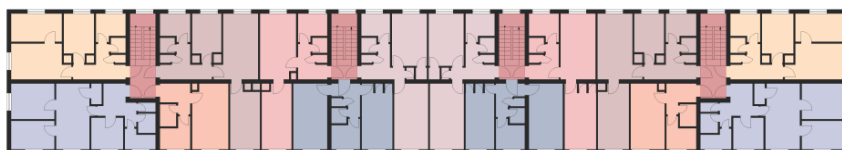


Рисунок1 Вид с улицы и общий план этажа

Хрущевка, кирпичные стены, нет балконов.

Этажность:	5
Число и типы квартир:	1 – комнатная квартира x 10 2 – комнатная квартирах 30 3 – комнатная квартирах 20 4 – комнатнаяквартирах 10 <hr/> 70 квартир
Число лестничных клеток:	3-4 квартирнаэтаж, связанных лестничной клеткой
Структура собственности /управления:	Управляющаякомпания, 15 - 17 процентов квартир принадлежит муниципалитет у
Регулирование температуры в квартире (да / нет):	нет
Измерение тепла в квартире: (да / нет):	нет

Система отопления:

Центральное отопление
2- трубная система; (теплообмен)
В здании:
1-трубная система, сверху вниз

**Главные проблемы
/необходимость в реконструкции:**

Сырые стены на лестничных клетках - из-за отсутствия дождевого водостока. Замена окон в частном порядке считается администрацией основной проблемой. Из-за нарушения работы системы вентиляции на холодных стенах или за настенными коврами появляется плесень.

4.2 Методика расчета в соответствии с «пакетом проектирования пассивного дома 2007»

Программное обеспечение «Пакет проектирования пассивного дома 2007» использовалось для энергетических расчетов, поскольку оно является международным взаимозаменяемым программным продуктом. Эта программа обычно используется для сертификации пассивных домов, когда необходимо убедиться, что удовлетворены типовые требования. Она была использована в данном случае, поскольку основана не на национальном методе расчета, и в нее можно легко вводить различные климатические данные.

Основные модули для расчета вентиляции и потерь при передаче электроэнергии, притока солнечного тепла, внутренних притоков и коэффициента использования были применены для расчета ежемесячного спроса на тепловую энергию. Модули по техническому оборудованию, первичной энергии и выбросам CO₂ не использовались. Среди параметров, включенных в единицу притока солнечного тепла, солнечное излучение дано для 4 вертикальных и для горизонтальных ориентаций здания в течение 12 месяцев. Оно может быть рассчитано для каждого угла и ориентации. Дополнительное затенение в расчет не включено. Тепловые потери материалов определяются по рассчитываемым коэффициентам теплопроводности и потерям через мостики холода. Подробный процесс передачи тепла прилегающему грунту не рассматривается. Вентиляционные потери рассчитываются так же подробно, как для механических систем вентиляции, распространенных в пассивных домах. Показатели воздухообмена и инфильтрационные потери зависят от жителей дома и отопляемого объема здания. Результаты, полученные при расчете потребления тепла, используются для сравнения различных вариантов ремонта. Используемый ежемесячный метод относится к стандарту EN 13790.

4.3 Предположения о внутренней температуре, внутреннем притоке теплоты, климатических условиях, расчетных площадях

На первом этапе необходимо договориться о некоторых базовых условиях, независимых от особенностей оболочки здания.

Какую температуру внутри здания предпочли бы жители? Было решено принять внутреннюю температуру равной 20 ° C.

Сколько жильцов в здании, и чему равен приток тепла, производимого ими? Грубо говоря, один человек в спокойном режиме, не занимаясь спортом, вырабатывает 80 ватт. Процессы приготовления пищи и освещения не только потребляют энергию, но также и производят энергию в ограниченных объемах.

В качестве расчетной площади:

Пересчет исходной величины, используемая площадь / жилая площадь: Общая площадь

- минус пространство конструкций стен
- минус лестничные клетки

получена путем анализа фотографий существующих планов

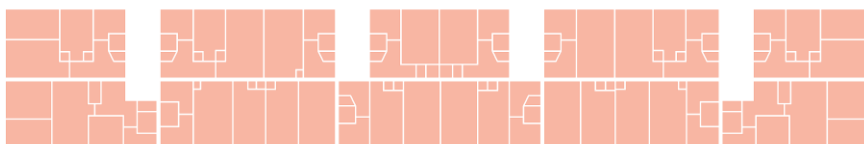


Рисунок 2: Расчетная площадь: Общая площадь минус стены и лестничные клетки

4.4 Температурные зоны и определение отопляемого объема

Любые оценки ограждающих конструкций здания должны начинаться со следующего вопроса: что на самом деле есть разделяющая оболочка между отопляемыми и неотапливаемыми областями? Это не обязательно должны быть конкретные наружные элементы здания, такие как крыша или наружная стена, если, например, комнаты под крышей или лестница не отапливаются. В данном случае разделяющая линия между отопляемым и не отопляемым объемом будет проходить так, как изображено ниже.

Лестничные клетки рассчитаны и включены в отопляемый объем. Технические этажи на уровне крыши и подвала были определены как не отопляемый объем.

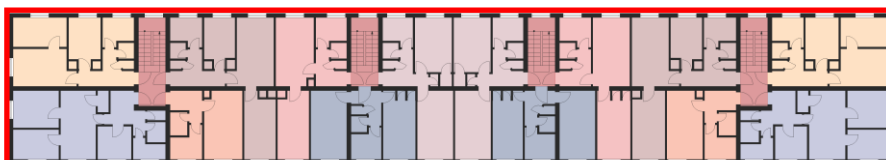
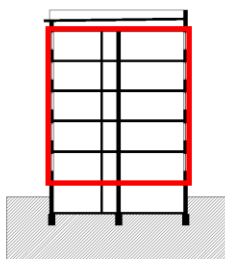
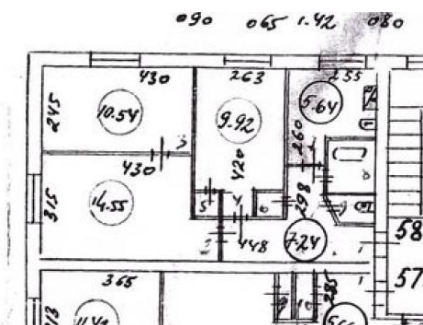


Рисунок 3: Определение отопляемого объема: Красная линия разделяет отопляемое и неотапливаемое пространство



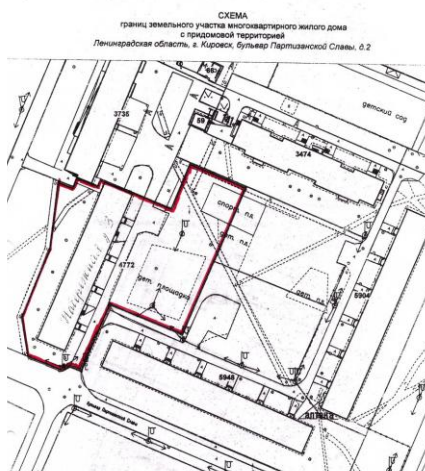
Низкое пространство в подвале не предназначено для отопления из-за его низкого качества использования. Никому не придет в голову его отапливать, так как оно не вполне пригодно для использования.

Таким образом, подвал был определен, как неотапливаемый объем. Перекрытие между подвалом и первым этажом принято в качестве разделяющего элемента здания.



4.5 Пространственная ориентация здания

Для обеспечения правильного расчета притока солнечного тепла, важно обладать информацией о пространственной ориентации здания. В связи с тем, что строительные планы не были доступны, пространственная ориентация здания была определена на основе анализа аэроснимков.



4.6 Элементы здания/Допущения об элементах здания

Допущения о материалах:

- внешних стен: 51 см кирпичной стены
- внутренних стен: несущие стены 51 см кирпичной стены
- ненесущие стены 8 см
- кровля:
- плита перекрытия:

4.7 Вентиляция

Вентиляция/соответственно воздухообмен является необходимой процедурой для обеспечения замены внутреннего воздуха на свежий воздух. Средняя скорость воздухообмена для поддержания хорошего качества воздуха в помещении должна быть как минимум 0,3 от объема помещения/ч. В существующем

здании, воздухообмен осуществлялся непосредственно через открытые окна без использования технического оборудования.

Помимо необходимого воздухообмена, должна была быть также учтена инфильтрация воздуха, определяемая по утечкам воздуха. Было предположено, что большие утечки были через старые окна или элементы здания и места стыков. Таким образом, в расчетах использовалась высокая степень инфильтрации.

В реальности, в случае с квартирами, где окна были заменены, ситуация совершенно другая. Опытным путем было установлено, что естественная вентиляция нарушается. Появляется плесень, в основном, на внешних стенах, за настенными коврами или большими шкафами.

Сбор информации для расчета теплотребления здания					
Адрес		Набережная, 3, Кировск, Ленинградская область			
	Источник информации	Информация для исследования	Примечания	Важность данных для расчета	Значение, выбранное для расчета
Базовые условия					
Внутренняя температура	Обсуждение			Q _t Потери при передаче тепла Q _v Вентиляционные теплопотери	20° С
Внутренний приток	Данные получены по энергетическому паспорту	Число жильцов	В этом случае, текущее количество жильцов должно было вызвать внутренний приток 3,1 Вт/м ²	Q _{вн} внутренний приток тепла	3,1 Вт/м ²
Внешняя температура/ Климатические данные для региона	Набор климатических данных Таллиннского региона	Температура окружающей среды, точки росы, температура неба, солнечная радиация глобальная, на севере, востоке, юге, западе	За месяц, получить информацию о периоде отопления и ежемесячном притоке солнечного тепла	Q _t Q _v Q _s приток солнечного тепла	Климатические данные
Оценка ограждающих конструкций здания					
Основные внешние поверхности: пол, Кровля/Потолок, окна, стены	Планы этажей, Измерение высот	№, м ² и ориентация	не считая отверстий	Q _t	
Коэффициент теплопроводности, информация о	Допущения	Названия материала, теплопровод		Q _t	

материалах здания		ность, толщина в мм на слой				
Мостики холода		Информация о деталях			Упрощени е	
Результаты	Массы элементов здания				Расчет со средним коэффициентом ом теплопроводности	
	Участки					
	Используемая площадь этажа	3443	м ²	?		Вт/(м ² К)
	Окна и двери, в среднем	553	м ²	2,99		Вт/(м ² К)
	Наружная стена– окружающая среда	2436	м ²	1,77		Вт/(м ² К)
	Кровля/Потолок - окружающая среда	884	м ²	2,58		Вт/(м ² К)
	Плита пола	884	м ²	1,45		Вт/(м ² К)
	Потребление тепла:	375 кВтч/м ²				
Допущения о вентиляции						
Вентиляция, Инфильтрация	Информация о главных повреждениях	Воздухообме н, степень инфильтраци и		Qv	10	

4.8 Подробные результаты расчета “базовой модели”

Энергетический баланс, полученный в результате оценки здания. Полученное значение потерь из-за теплопередачи составило 315 кВт/ч на кв.м/г, а потери тепла через вентиляцию 119кВт/ч на кв.м/г. Результирующее значение полученного тепла было определено следующим образом: от пассивной солнечной энергии 36кВт/ч на кв.м/г и 23кВт/ч на кв.м/г от внутренних источников. Чтобы компенсировать остающиеся тепловые потери, активное отопление составляет 375кВт/ч на кв.м/г.

До этой стадии оценка проводилась только на ограждающей конструкции здания с целью определить наиболее высокий потенциал энергосбережения. Тепловые потери или в данном случае нежелательное увеличение тепла в отопительной системе, не было учтено в расчете.

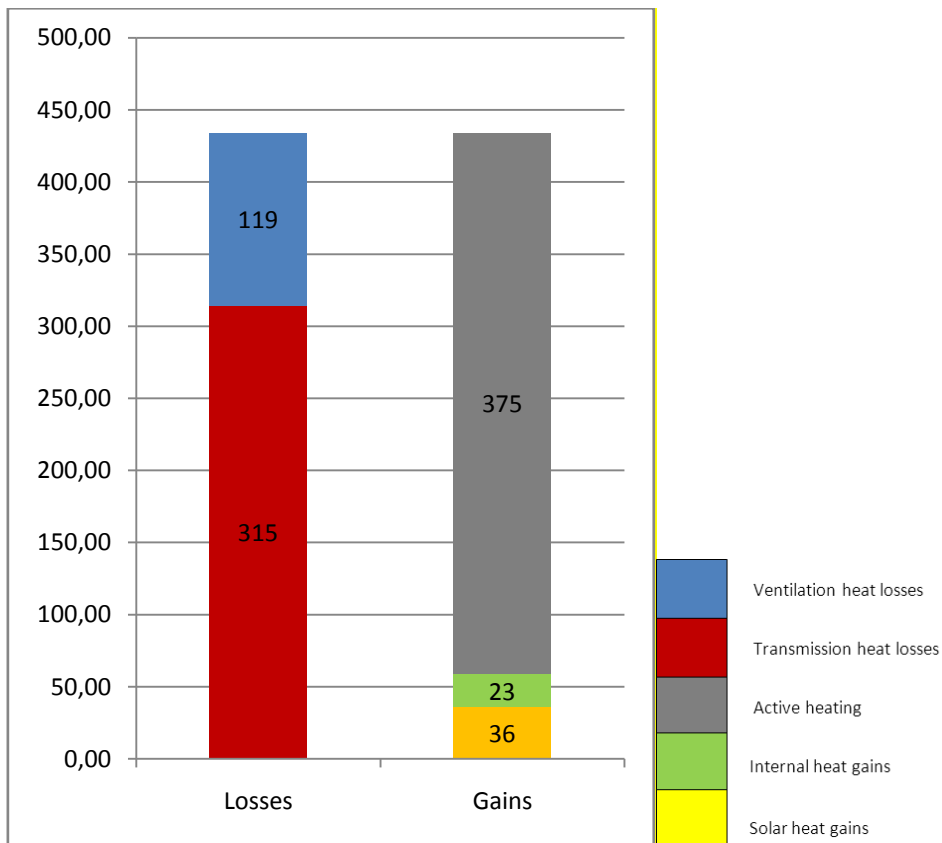


Рис.4. Потери и приращения тепла вкВт.ч/м²г.

При детальном рассмотрении(см. рис. 5) потерь в результате теплопередачи оказывается следующее: на долю наружных стен, а затем крыш, окон и перекрытий приходится наибольшая доля потерь при передаче тепла

Этот расчет был взят за основу для тестирования нескольких вариантов улучшения ограждающих конструкций здания.

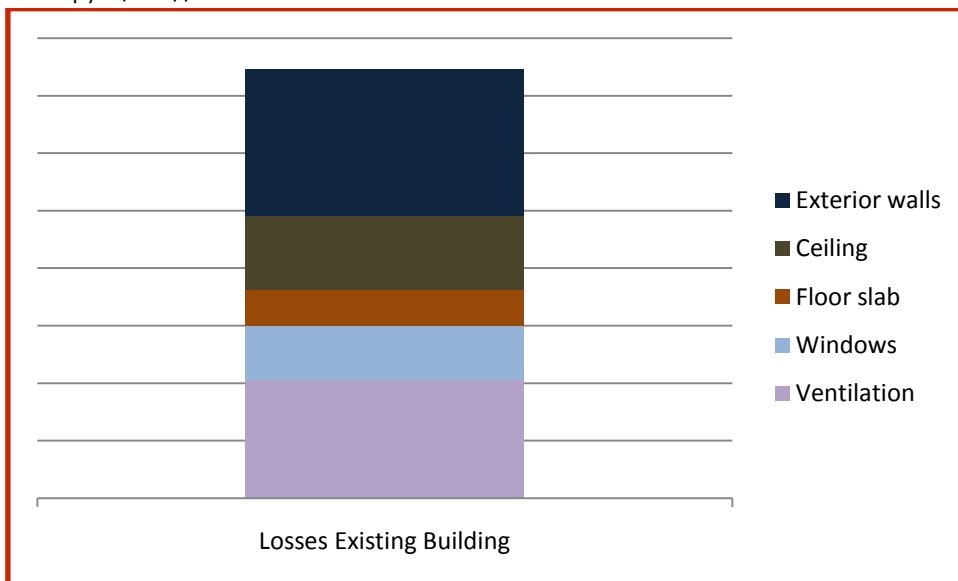


Рис. 5 Доля потерь при теплопередаче, приходящаяся на главные элементы здания

5. Рекомендации и варианты по улучшению энергетической эффективности здания при реконструкции

5.1 Рекомендации по улучшению тепловой оболочки здания: Результаты расчета по вариантам

Апробировано несколько вариантов по улучшению тепловых характеристик оболочки здания.

Примечание: характеристики изоляционного материала рассчитаны при $(H)\lambda = 0,035 \text{ Вт / (мК)}$

На рисунке 6 слева направо представлены результаты расчетов по шести теоретически возможным вариантам реконструкции.

Первые три варианта не включают комплексный капитальный ремонт всего здания и могут быть внедрены до его начала для повышения эффективности реконструкции. Важно, чтобы эти меры не препятствовали последующей модернизации.

Два светло-синих столбца для сравнения показывают результаты расчетов для немецких условий, климата и допущений: Существующее здание и вариант 5 сравнивались по критериям, близким к нормативно-правовым требованиям в Германии.

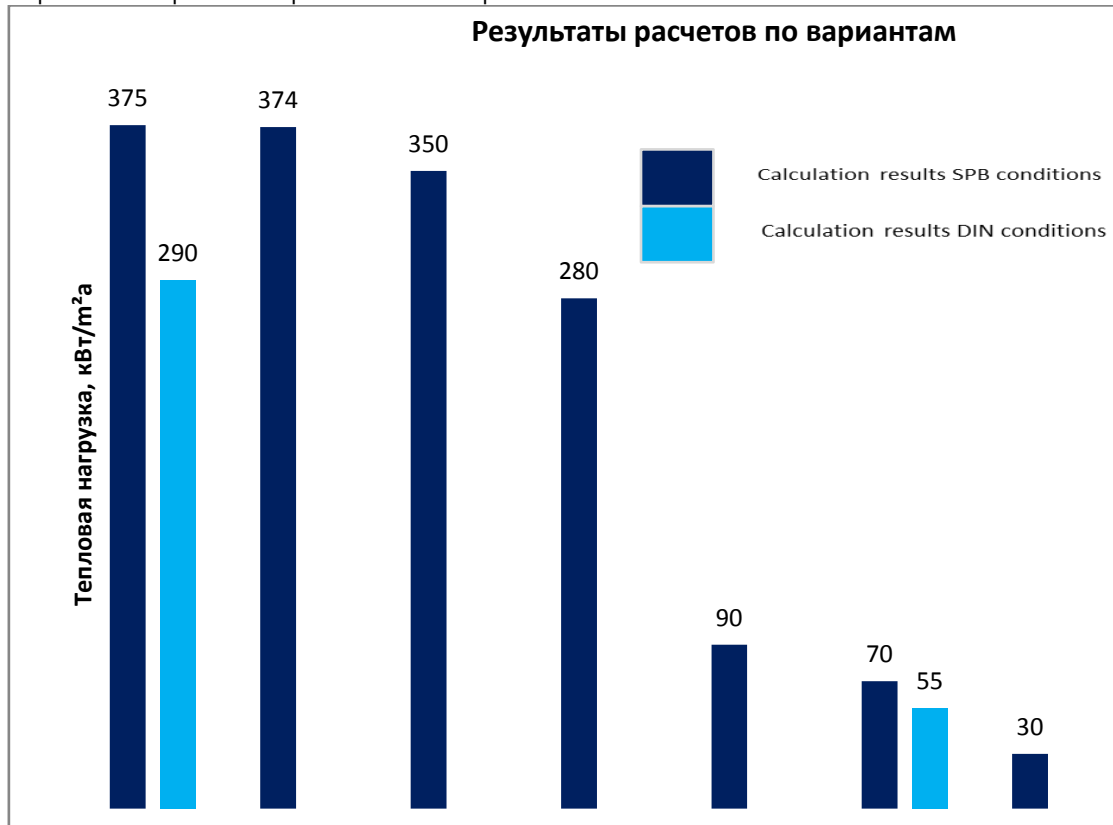


Рисунок 6 Обзор результатов расчетов слева направо: Существующее здание и результаты расчетов по шести вариантам. Светлоголубые столбцы показывают сравнительные расчеты при нормальных условиях DIN. Представлены результаты сравнительных вычислений.

Для сравнения взяты: части здания, коэффициент теплопроводности (u value) и тепловая нагрузка существующего здания

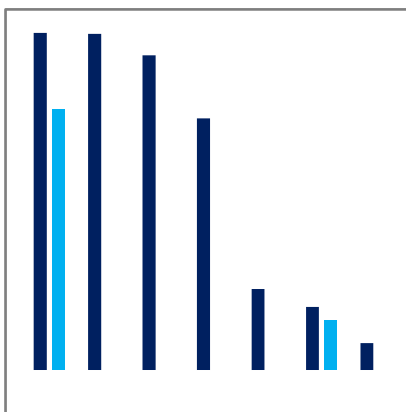
Существующее здание	Расчет при среднем коэффициенте теплопроводности		
	Части здания	Масса элементов здания	

Обработанная общая площадь помещений	3443 м ²	?	Вт/(м ² К)
Окна и двери, в среднем	553 м ²	2,99	Вт/(м ² К)
Наружная стена–внешняя среда	2436 м ²	1,77	Вт/(м ² К)
Крыша/Потолок–внешняя среда	884 м ²	2,58	Вт/(м ² К)
Плиты перекрытия	884 м ²	1,45	Вт/(м ² К)
Тепловая нагрузка: 375 кВт/м ² г			

Вариант 1:

Замена 16-ти старых окон в местах общего пользования (лестничные клетки) на окна с характеристиками, удовлетворяющими требованиям законодательства.

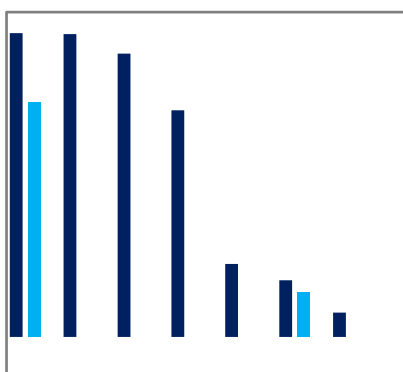
Этот небольшой шаг имеет большое значение, что показывают расчеты конкретных потребностей в кВт/м²г. В абсолютных значениях экономия примерно 5000 кВт/г энергии эквивалентна тепловой нагрузке от одной семьи, живущей в доме с низким уровнем энергоэффективности.



Вариант 1	Части здания			Расчет при среднем коэффициенте теплопроводности
	Масса элементов здания			
	Обработанная общая площадь помещений	3443 м ²	?	Вт/(м ² К)
	Окна и двери, в среднем	518 м ²	2,99	Вт/(м ² К)
	Замена окон в местах общего пользования	35 м ²	1,70	Вт/(м ² К)
	Наружная стена–внешняя среда	2436 м ²	1,77	Вт/(м ² К)
	Крыша/Потолок - внешняя среда	884 м ²	0,15	Вт/(м ² К)
	Плиты перекрытия	884 м ²	0,21	Вт/(м ² К)
	Тепловая нагрузка:	374 кВт/м ² г		
	Рассматриваемая площадь:	35 м ²		
	Сбережения:	1 кВт/м ² г	137	Энергосбережение в кВт/г/м ²

Вариант 2: Утепление боковых/торцевых стен замена окон в этих стенах. Эта мера так же не предполагает большой экономии энергии. В соответствии с законодательством замена 10-ти окон в торцевых стенах должна быть выполнена под ответственность владельцев квартир.

Данные меры являются целесообразными в случае, когда они внедряются с целью улучшения плохих жизненных условий в квартирах, располагающихся в угловых частях здания (холодные боковые стены без окон и радиаторов)



Вариант 2	Части здания		Масса элементов здания	Расчет при среднем коэффициенте теплопроводности
	Обработанная общая площадь помещений	3443	м ²	?
Окна и двери, в среднем	510	м ²	2,99	Вт/(м ² К)
Наружная стена – внешняя среда NWW/SEE	2045	м ²	1,77	Вт/(м ² К)
Наружная стена – внешняя среда NNE/SSW с утеплителем 20 см	391	м ²	0,15	Вт/(м ² К)
Замененные окна NNE/SSW	43	м ²	1,70	Вт/(м ² К)
Крыша/Потолок - внешняя среда	884	м ²	2,58	Вт/(м ² К)
Плиты перекрытия	884	м ²	1,45	Вт/(м ² К)
Тепловая нагрузка:	350	кВт/м ² г		
Рассматриваемая площадь:	434	м ²		
Энергосбережение:	25	кВт/м ² г	255	

Вариант 3: Утепление крыши утеплителем толщиной 20 см и плит перекрытия утеплителем толщиной 15 см.

Внедрение таких мер не мешают дальнейшей реконструкции оболочки здания.

Вариант 3	Части здания			Расчет при среднем коэффициенте теплопроводности
	Масса элементов здания			
	Обработанная общая площадь помещений	3443 м ²	?	Вт/(м ² К)
	Окна и двери, в среднем	553 м ²	2,99	Вт/(м ² К)
	Наружная стена – внешняя среда	2436 м ²	1,77	Вт/(м ² К)
	Крыша/Потолок – внешняя среда	884 м ²	0,15	Вт/(м ² К)
	Плиты перекрытия	884 м ²	0,21	Вт/(м ² К)
	Тепловая нагрузка	280 кВт/м ² г		
	Рассматриваемая площадь:	1768 м ²		
	Энергосбережение:	95 кВт/м ² г	190	Энергосбережение кВт/гнам ²

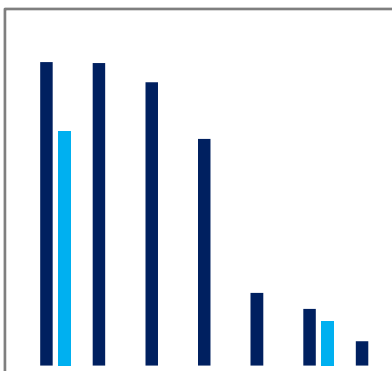
Вариант 4: Утепление крыши, наружных стен и плит перекрытия утеплителем толщиной 15 см, и замена всех окон в соответствии с требованиями национального законодательства для строящихся зданий.

Это первый вариант, в котором рассматривается вся оболочка здания. В данном случае предусматривается комплексная реконструкция. Помимо работ по утеплению, необходимо внедрение дополнительных мер, для того чтобы избежать проблем со строительной физикой.



Необходима разработка концепции вентиляции

Такая комплексная реконструкция имеет смысл, если наряду с первоочередными мерами рассматривается и система отопления. Необходимо оснастить радиаторы термостатическими клапанами с целью регулирования температурного режима.



Вариант 4	Части здания			Расчет при среднем коэффициенте теплопроводности
	Масса элементов здания			
	Обработанная общая площадь помещений	3443 м ²	?	Вт/(м ² К)
	Окна и двери, замененные	553 м ²	1,70	Вт/(м ² К)
	Наружная стена – внешняя среда с утеплителем	2436 м ²	0,21	Вт/(м ² К)

толщиной 15 см			
Крыша/Потолок - внешняя среда с утеплителем толщиной 15 см	884 м ²	0,20	Вт/(м ² К)
Плиты перекрытия с утеплителем толщиной 15 см	884 м ²	0,21	Вт/(м ² К)
Тепловая нагрузка:	90	кВт/м ² Г	
Рассматриваемая площадь:	4757	м ²	
Энергосбережение:	285	кВт/м ² Г	

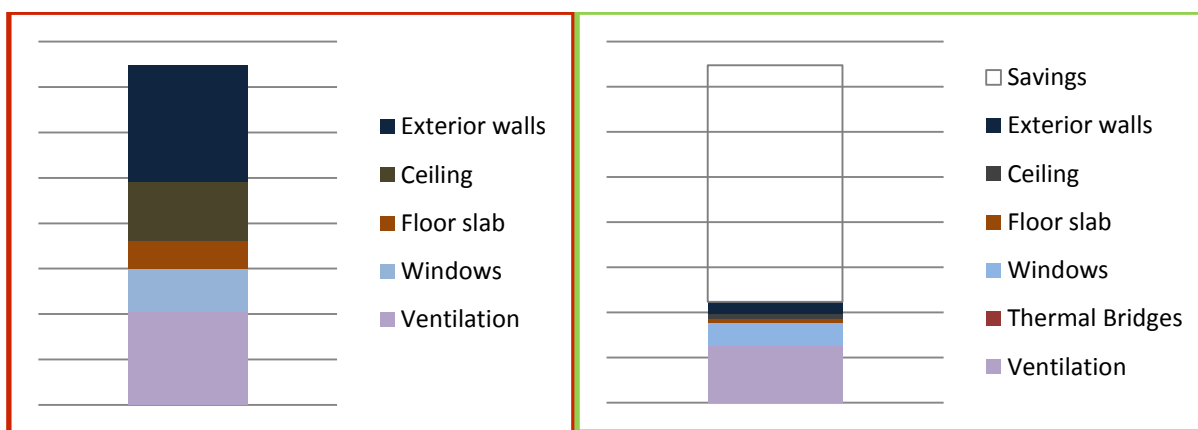


Рисунок 7. Сравнение доли теплотерь существующего здания (слева) и варианта 4 (справа)

Сравнение доли теплотерь существующего здания и варианта 4 показывает, что потери тепла после проведения энергоэффективных мероприятий, предусмотряемых вариантом 4, уменьшились.

На данный момент среди всех элементов здания, окна имеют наибольший потенциал сохранения энергии. После замены всех окон потери тепла теоретически снизились после замены всех окон. В частности, снизились потери тепла через вентиляцию. Оставшиеся потери тепла через вентиляцию на данный момент составляют наибольшую долю теплотерь.

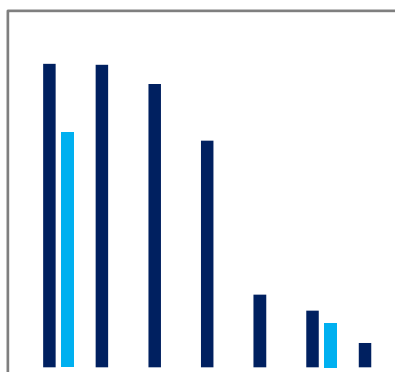
Вариант 5: Утепление крыши и наружных стен утеплителем толщиной 20 см, плит перекрытия – утеплителем толщиной 15 см и замена всех окон на окна соответствующие требованиям законодательства Германии для строящихся зданий.

Данный комплекс мер по реконструкции схож с вариантом 4 и также требует внедрения дополнительных мер:

Концепция вентиляции, регулируемая система отопления и другие меры (см. брошюру).

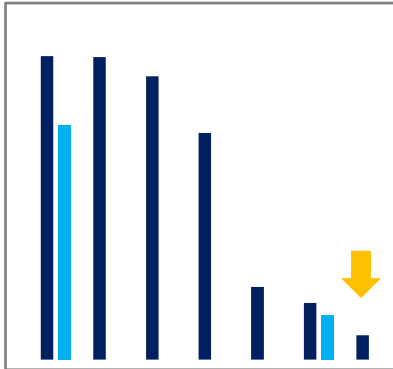


На данном этапе оболочка здания модернизирована достаточно хорошо.



Части здания	Масса элементов здания		Расчет при среднем коэффициенте теплопроводности	
	м ²	м ³	Вт/(м ² К)	Вт/(м ² К)
Обработанная общая площадь помещений	3443	м ²	?	Вт/(м ² К)
Окна и двери, замененные, очень хорошего качества	553	м ²	0,8 6	Вт/(м ² К)
Наружная стена – внешняя среда с утеплителем толщиной 20 см	2436	м ²	0,1 6	Вт/(м ² К)
Крыша/Потолок – внешняя среда с утеплителем толщиной 20 см	884	м ²	0,1 5	Вт/(м ² К)
Плиты перекрытия с утеплителем толщиной 15 см	884	м ²	0,2 1	Вт/(м ² К)
Тепловая нагрузка:	70	кВт/м ²		
Рассматриваемая площадь	4757	м ²		
Энергосбережение:	305	кВт/м ²		

Наибольший оставшийся потенциал экономии представлен потерями тепла через вентиляцию. Эти данные приведены в результатах теоретического эксперимента по варианту 6.



Вариант 6: Утепление всей оболочки здания с теми же условиями, как и в варианте 5, и установка вентиляционной системы с рекуперацией тепла.

На данный момент, воздухообмен осуществляется, главным образом, через центральную систему вентиляции с рекуперацией около 80 % тепла.

Вариант 6	Части здания		Масса элементов здания		Расчет при среднем коэффициенте теплопроводности	
	Обработанная общая площадь помещений		3443	м ²	?	Вт/(м ² К)
	Окна и двери, замененные, очень хорошего качества		553	м ²	0,86	Вт/(м ² К)
	Наружная стена –внешняя среда с утеплителем толщиной 20 см		2436	м ²	0,16	Вт/(м ² К)
	Крыша/Потолок–внешняя среда с утеплителем толщиной 20 см		884	м ²	0,15	Вт/(м ² К)
	Плиты перекрытия с утеплителем толщиной 15 см		884	м ²	0,21	Вт/(м ² К)
	Система вентиляции с рекуперацией тепла					
	Тепловая нагрузка:		30	кВт/м ² Г		
	Рассматриваемая площадь:		8200	м ²		
	Энергосбережение:		345	кВт/м ² Г		Энергосбережение кВт/гнам ²

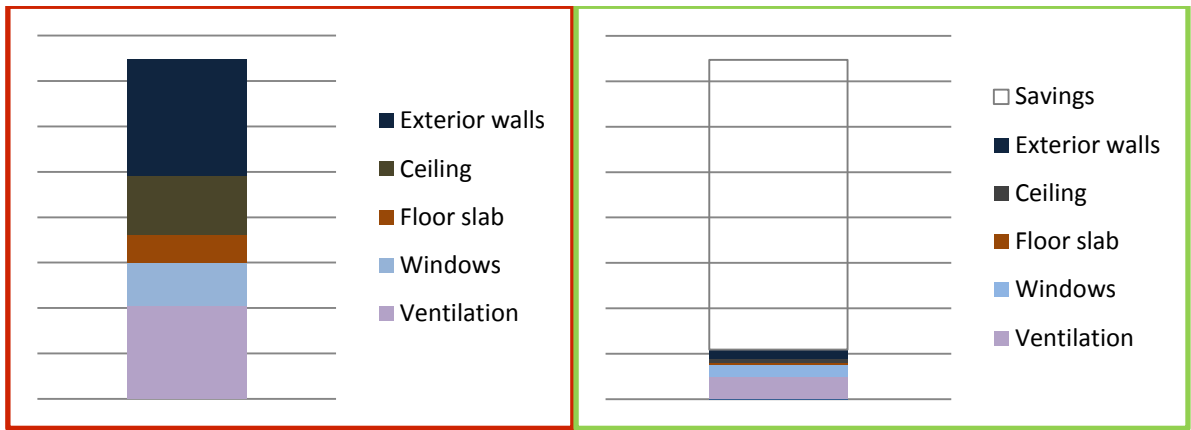


Рисунок 7. Сравнение допустимых потерь существующего здания (слева) и варианта б (справа)

5.2 Брошюра по трем основным вариантам

5.3 Разработка концепция вентиляции

5.4 Способы подготовки здания для будущего использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ):

Солнечные коллекторы для горячего водоснабжения

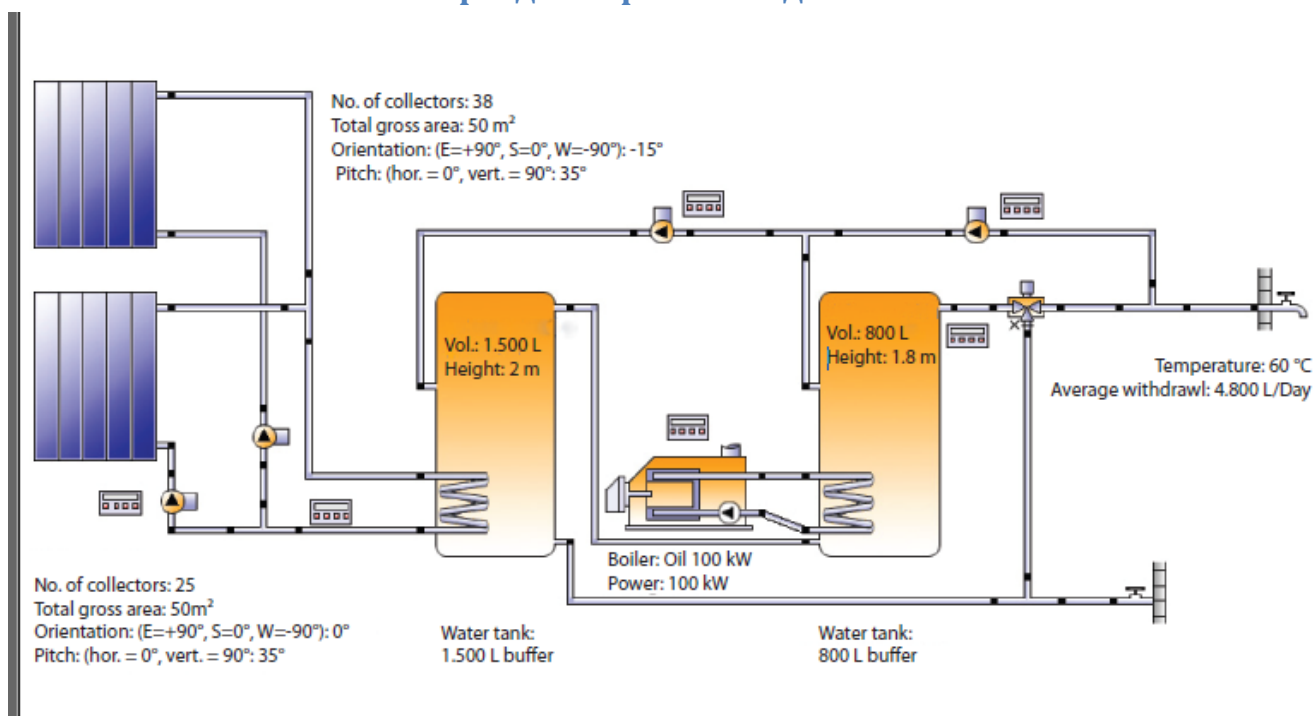


Рисунок 1 Принципы использования солнечных батарей для горячего водоснабжения

Затраты пока не оценены.

Установка такой системы будет целесообразна только в случае повышения тарифов на энергию. Данная система может включаться в концепцию реконструкции разными способами:

- Совместное проведение любых работ на крыше и в шахтах и установка системы солнечных батарей.
- Совместное проведение любых работ на крыше и подготовка к установке вспомогательного оборудования или соединений циркуляционных труб, ведущих от коллектора к буферу.
- Совместное проведение любых работ в шахтах (работ, связанных с вентиляционной системой или заменой старых труб) и установка пустых труб для последующего использования
- Совместное проведение любых работ в подвале и подготовка достаточно большого помещения для склада

6. Финансирование

6.1 Финансовые источники/сбор данных

Во время встречи 18 ноября 2013 г. необходимо обсудить каким образом можно рассчитать реальные затраты на реконструкцию

Для того, чтобы получить представление о текущей ситуации и составить будущий сценарий, были определены ежемесячные суммы на оплату коммунальных услуг владельцами квартир. Чтобы цифры были сопоставимы, все текущие затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию здания были разделены на горячий и холодный сервис, и пересчитаны на 1 квадратный метр жилой площади.

6.2 Решение

6.3

Оставшиеся задачи в случае комплексной реконструкции должны начинаться:

В случае, если комплексная реконструкция когда-либо начнется, оставшимися задачами будут следующие:

- Решение о распределении ролей и ответственностей (например, местный проектировщик)
- Оценка структуры здания (квартира за квартирой, шахта за шахтой, труба за трубой), состояние крыши и стен.
- Выбор одного варианта реконструкции
- Определение требований для тендера
- Детализированный список задач в соответствии с выбранным вариантом реконструкции

Заключение