



*Saves Your Energy*

# РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Теоретическая и практическая информация о вентиляции

***enervent***<sup>®</sup>

# РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Теоретическая и практическая информация о вентиляции

## Содержание

<b>1</b>	Предисловие.....	6
<b>2</b>	Что такое микроклимат? .....	8
<b>3</b>	Задачи вентиляции .....	12
<b>4</b>	Оценка потребностей помогает при определении уровня проектирования .....	24
<b>5</b>	Элементы хорошей вентиляционной системы.....	40
<b>6</b>	Решение задач пред- и постнагрева.....	55
<b>7</b>	Системы управления гарантируют качество воздуха .....	59
<b>8</b>	Охлаждение приточным воздухом/кондиционирование .....	72
<b>9</b>	Тепловые насосы.....	82
<b>10</b>	Комфортное и энергоэффективное воздушное отопление .....	84
<b>11</b>	Enervent CHG - Предварительный нагрев и предварительное охлаждение вентиляции .....	95
<b>12</b>	Подводные камни проектирования.....	99
<b>13</b>	Примеры: вентиляционные решения Enervent в различных проектах.....	104
<b>14</b>	От экспериментальных проектов до стандартных методов строительства – дома с особо низким и нулевым потреблением энергии скоро станут преобладающей тенденцией.....	128
	Ссылки.....	136

Ensto Enervent Oy

Kipinatie 1, FI-06150 Porvoo, Finland/Финляндия

Тел. +358 207 528 800

[www.enervent.fi](http://www.enervent.fi)

1-ое издание, 9/2014

*Размеры всех вентиляционных установок Enervent можно определить с помощью программы подбора оборудования Energy Optimizer. Программу можно бесплатно использовать на сайте Ensto Enervent: [www.enervent.fi](http://www.enervent.fi).*

**1****ПРЕДИСЛОВИЕ**

Наши поздравления!

Вы держите в руках новое и очень важное руководство. Мы составили это руководство по проектированию для вас и надеемся, что оно станет любимым справочником для всех профессионалов ОВиК, и в частности для проектировщиков. Мы верим, что это руководство содержит полезную информацию, которая поможет понять и спроектировать вентиляционные системы для современных индивидуальных и других жилых домов.

Технические решения в области инженерных коммуникаций и технологии строительства в целом так изменились и шагнули вперед за последние десятилетия, что даже профессионалам в этой области трудно идти в ногу со временем. Огромный прорыв произошел и в развитии систем вентиляции. Несмотря на это самые «новые» официальные нормативы были изданы более десяти лет назад. Более того, эти нормативы основаны на еще более устаревших нормативах, руководствах материалах и методиках.

**В сфере строительства люди привыкли полагаться на испытанные и проверенные методы**, материалы и решения, работоспособность которых доказана временем. Тем не менее задачи, которые ставят перед вентиляцией энергоэффективное строительство, равно как и наши ожидания и требования к техническим решениям в области инженерных коммуникаций, изменились так, что мы больше не можем подходить к ним с устаревшими методами и знаниями.

Именно поэтому область строительства нуждается в понятных, современных материалах по проектированию, совмещающих практическую и теоретическую информацию о вентиляции в форме, удобной для чтения.

**Предисловие кроссийскому изданию**

**Современный российский рынок вентиляции меняется.** Еще 10 лет назад вентиляция в представлении большинства была исключительно промышленным решением, для многих пределом всех вентиляционных решений являлась настенная сплит-система кондиционера. Сегодня многие заказчики приходят к пониманию необходимости здоровых и комфортных решений в вентиляции не только в разрезе промышленных объектов, но и в частном малоэтажном строительстве.

**Существенным стимулом в развитии систем вентиляции** в частных проектах послужила популяризация идеи строительства энергоэффективных домов, значительное удешевление строительства с применением каркасных и сэндвич-технологий. Новые стандарты строительства позволили строить недорогие и хорошо теплоизолированные дома, в которых наличие системы вентиляции с рекуперацией тепла является обязательным условием здоровой и экономичной жизни.

Европа столкнулась с необходимостью экономии энергоресурсов достаточно давно, развитие идеи рекуперации тепла и сохранения энергии впервые оказалось особенно востребовано после топливного кризиса 70-х годов. С тех пор накоплен огромный опыт в разработке и применении таких систем; например, для Финляндии система вентиляции с рекуперацией тепла не является чем-то необычным уже с начала 80-х годов. Более того, на сегодняшний день вентиляция с рекуперацией тепла является обязательным требованием Строительного кодекса Финляндии для всех типов домов постоянного проживания.

Авторство и права на руководство, которое вы держите в руках, принадлежит финской компании Ensto Enervent Oy, которая разрабатывает и выпускает оборудование для рекуперации тепла с 1983 года. В основе всех принципов и расчетов, приведенных в данном руководстве, лежат нормативы, принятые в Финляндии, некоторые величины, на которые ссылается руководство

(например на, SFP, Pel), не используются в нашей стране. Более того, в некоторых случаях строительный кодекс Финляндии имеет ряд существенных расхождений с принятыми в России строительными нормами и правилами, а в других, напротив, полностью соответствует российским нормативам.

В процессе перевода на русский язык мы специально не стали адаптировать текст к российским нормативам, чтобы у вас сложилось собственное представление о принципах и нормативах применяемых в Финляндии, а также о возможности применения финского опыта в России.

**Задачи вентиляции в изменяющемся мире**

Повышение энергоэффективности новых и старых зданий – это один из самых простых способов смягчить влияние климата.

Проектирование воздухонепроницаемых зданий с улучшенной теплоизоляцией – трудная задача. Старые проверенные нормативы, основанные только на притоке воздуха, естественной вентиляции, подпоре, инфильтрации через негерметичность оконных проемов и другие компоненты, важные для работы вентиляции, больше не работают в современных постройках.

**В воздухонепроницаемом здании инфильтрация воздуха** при необходимости обеспечивает поступление компенсационного воздуха, а в воздухонепроницаемом здании вентиляционная установка может считаться легкими зданиями, управляемыми практически всем воздухом, поступающим в него. Воздухонепроницаемое здание не прощает ошибок при проектировании и монтаже и не позволяет использование, отличное от запроектированного.

**Чем более энергоэффективные здания мы строим,** тем более важной становится бесперебойная работа вентиляционной системы для функционирование здания в целом. Особо низкий уровень потребления энергии является еще более трудной задачей для энергоэффективной и бесперебойной работы вентиляционных установок.

Переход от принципа удаления спретого воздуха посредством открывания окон и других проемов, то есть от системы, которая работала тысячи лет, к специально спроектированной вентиляции, а затем и к кондиционированию воздуха – это огромный шаг вперед. Нам проще привыкнуть к этому, поскольку кондиционирование воздуха в автомобилях – это практически незаменимая для большинства из нас функция. В дополнение к замене воздуха в соответствии с критериями, установленными проектировщиком, кондиционирование воздуха дает следующие преимущества: охлаждение воздуха помещения, управление уровнем содержания углекислого газа и уровнем влажности, что подразумевает комфортный и управляемый микроклимат в помещении.

**Развитие технологий и энергоэффективное строительство** вновь сделали воздушное отопление целесообразным решением для новых индивидуальных и двухквартирных домов, а также таунхаусов. В воздухонепроницаемом доме с особо низким потреблением энергии нет необходимости устанавливать традиционные мощные системы отопления. Для современного воздушного отопления и охлаждения используется тепловой насос и рециркулирующий воздух. Качество воздуха помещения контролируется датчиками температуры, углекислого газа и влажности.

Помимо энергоэффективности актуальными проблемами строительства также являются здоровье и безопасность. Никто не должен жить и работать в нездоровом помещении. Наш долг, в качестве профессионалов в области строительства и недвижимости, приложить все усилия для обеспечения здоровья новых зданий и «лечения» старых зданий, которые были признаны нездоровыми.

**Самой важной задачей вентиляции является обеспечение здорового и безопасного воздуха** в помещении. Необходимо не только решить задачу улучшения качества воздуха в помещении, но и уделить внимание проблемам заражения плесневым грибком. И это та область, в которой мы, профессионалы в области вентиляции, можем сказать свое слово. В центре внимания при этом находится управление жизненным циклом (УЖЦ) – правильное проектирование, монтаж, использование и техническое обслуживание.

Благодаря текущим задачам и быстрому развитию технических решений наступают прекрасные времена для систем ОВиК. Здоровье и безопасность зданий будущего, равно как и безопасность пользователей и жителей этих зданий находятся в основном в наших руках.

Данное руководство по проектированию поможет вам, дорогие читатели, достичь лучших результатов в вашей работе и полностью удовлетворить запросы ваших заказчиков. Если довольный заказчик или конечный пользователь высоко оценит вашу работу в качестве проектировщика и профессионала в области ОВиК, мы будем знать, что добились своей цели.

Будем рады вашим замечаниям и комментариям.

Приятного чтения!



## 2

# ЧТО ТАКОЕ МИКРОКЛИМАТ?

## Раздел D2

Раздел D2 Национальных строительных норм Финляндии (вып. 2003, обновлен в 2012) определяет минимальные требования к микроклимату и вентиляции зданий. Следуя этим требованиям можно, достичь приемлемого уровня микроклимата по классификации S-3. Это позволит застройщику получить разрешение на строительство, но не гарантирует хорошего качества микроклимата. Однако мы считаем, что достижение максимально высокого уровня качества микроклимата должно являться самой целью проектирования и строительства.

Хороший воздух во внутренних помещениях – это то, что вы можете и не заметить. Вы не сможете увидеть, услышать, как-то ощутить его. Вам необязательно обращать внимание на хороший воздух. Но если он будет плохим, вы сразу же это поймете.

Климат – термин, знакомый большинству из нас, и каждый, в принципе, знает, что он означает. Микроклимат – понятие, менее известное не специалистам. Оно относится к тем факторам внутренней среды зданий, которые влияют на здоровье человека и его комфорта.

Данные факторы среды включают в себя уровень тепла, влажности, количество загрязнений и аллергенов в воздухе, электромагнитные поля, уровень освещения и шума.

Помимо освещения, вентиляция влияет на каждый фактор, от которого зависит качество микроклимата.

Регламенты и предписания в Разделе D2 **Национальных строительных норм Финляндии** (ниже упоминаемый как Раздел D2) относятся к микроклимату и вентиляции новых зданий. В отношении загородных домов эти предписания касаются только тех из них, которые используются круглогодично.

*«Вентиляция означает поддержание и улучшение качества микроклимата путем изменения воздуха в помещении» (Раздел D2, 3.1.1).*

### 2.1

## Качество микроклимата и здоровье

В наши дни стало широко известным, что плохой микроклимат является причиной множества симптомов у большого количества людей. Эти симптомы при длительном воздействии могут привести к потере трудоспособности или, в худшем случае, к невозможности проживания в помещениях с негативным микроклиматом. Актуальная классификация болезней, вызванных плохим микроклиматом, еще не принята. Причина в том, что затруднительно доказать достоверно связь между негативным воздействием микроклимата и симптомом. В любом случае, данная проблема очень актуальна, и многие эксперты отмечают, что она усугубляется.

*Современный человек проводит 90 % жизни в помещениях, и, как следствие, вдыхает около 20 кг воздуха помещений – плохого или хорошего – каждый день.*

Проблемы плохого микроклимата, относящиеся к вентиляции, включают в себя нежелательные запахи из-за появления плесени, спертый воздух, дискомфорт из-за сквозняка или слишком низкую или высокую температуру.

Некоторые люди более чувствительны к проблемам микроклимата, чем другие. Они как канарейки, которых использовали в 19-м веке в угольных шахтах для оценки качества воздуха. Когда птица переставала петь, это служило сигналом для рабочих, что нужно незамедлительно покинуть шахту. Поэтому мы должны серьезно отнестись к симптомам, вызываемым микроклиматом у чувствительных людей.

Наиболее распространенные симптомы, вызванные плохим микроклиматом, включают проблемы с дыханием, раздражение глаз, головные боли и ощущение общего утомления.

Причиной раздражения глаз, дыхательных путей, слизистой оболочки и кожи могут являться слишком высокая температура, сухой воздух, формальдегиды и другие органические газы, загрязнения микрочастицами или биоаэрозоли.

Слишком высокая температура, высокий уровень содержания углекислого газа, органические газы или плохое освещение могут стать причиной головных болей, тошноты, головокружения и общего утомления.

Если плохое качество воздуха помещений вызывает у вас недомогание, это серьезная проблема. Клинические случаи включают аллергический насморк и гиперчувствительный пневмонит, причиной которых может являться воздействие находящихся в воздухе спор плесени. Кроме того, сигаретный дым и газ радон могут способствовать повышению риска появления рака легких.

Симптомы астмы и аллергии являются существенной проблемой для здоровья граждан, а также для экономики – из-за издережек, связанных с невыходом на работу по причине болезни. От астматических и аллергических симптомов страдают или пострадали до двух третей от числа детей. Исследования показывают, что внутренняя среда помещений оказывает значительное воздействие на появление у людей симптомов астмы и аллергии. Ее доля в возникновении подобных симптомов составляет около 75%. Появление симптомов астмы и аллергии возрастает, например, из-за плохой вентиляции, высокой влажности воздуха или влаги в строительных конструкциях.

К счастью, заболевают не все, кто сталкивается с проблемами микроклимата, но в любом случае плохой микроклимат влияет на настроение, состояние здоровья и эффективность труда.

*«Здание в целом должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы при нормальных погодных условиях и условиях эксплуатации был достигнут здоровый, безопасный и комфортный микроклимат» (Раздел D2, 2.2.1).*

### 2.2

## Температура

Человек чувствует себя комфортно, если его тело находится в среде со сбалансированной температурой. Это означает, что человеческий метаболизм генерирует то же количество тепла, что и передает вовне. Эта сбалансированная температура всегда индивидуальна. Среда, слишком теплая для одного человека, может показаться холодной другому. Средняя температура, установленная как наиболее подходящая для большинства людей в зимнее время, составляет +20... 22 °C. Однако это подходит не для всех, и до 30 % людей могут чувствовать себя некомфортно при заданной в проекте комнатной температуре. Когда болезненному пожилому человеку может понадобиться еще один свитер, здоровяку-бодибилдеру может быть жарко.

Было бы прекрасно, если бы каждый мог установить ту температуру в помещении, которая отвечала бы его предпочтениям и привычкам

*«Температура +21 °C обычно используется как проектная комнатная температура для жилой зоны в отопительный период ... температура +23 °C обычно устанавливается как проектная комнатная температура в летнее время» (Раздел D2, 2.2.1.1).*

Исследования показывают, что слишком теплый воздух помещений повышает риск появления симптомов заболеваний, вызываемых микроклиматом, и усугубляет атопические явления. Поддержание температуры на должном уровне – это превосходный способ улучшить микроклимат, повысить комфорт, а также снизить потребление энергии.

Температура должна быть постоянной, насколько это возможно. Слишком интенсивное движение воздуха может вызывать ощущение сквозняка, но это также может быть вызвано и слишком низкой температурой воздуха и поверхностей.

*«Здание должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы движение воздуха, тепловое излучение и температура поверхностей не причиняли дискомфорта в жилой зоне в течение периода эксплуатации» (Раздел D2, 2.2.3).*

### 2.3

### **Вентиляция для удаления загрязнений**

Мы, а также наши питомцы, ответственны за значительную долю загрязнений в воздухе помещений. Мы выделяем среди прочего углекислый газ, метан и альдегиды. Среди этих веществ углекислый газ обычно используется как индикатор **загрязнений человеческого происхождения**.

Загрязнения человеческого происхождения удаляются из помещения посредством достаточной вентиляции. Вентиляция также должна контролироваться на основе фактических потребностей.

*«Здание должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы воздух помещений не содержал газов, частиц или микробов в количествах, могущих причинить ущерб здоровью, или каких-либо запахов, причиняющих дискомфорт» (Раздел D2, 2.3.1).*

*«Максимальная концентрация углекислого газа в воздухе помещений при нормальных погодных условиях составляет 2160 мг/м<sup>3</sup> (1200 част. на млн.)» (Раздел D2, 2.3.1.1).*

Углекислый газ в относительно высоких концентрациях (свыше 5000 част. на млн) причиняет существенный ущерб человеческому здоровью. Чтобы поддерживать содержание углекислого газа хотя бы на приемлемом уровне (менее 1500 част. на млн), приток свежего воздуха в расчете на одного человека должен составлять около 6 литров в секунду. В дополнение к нормам скорости потока воздуха в расчете на людей, их следует повысить, если в здании находятся какие-либо животные.

Спиртный воздух в помещениях, особенно в спальнях, является проблемой. При проектировании базовой вентиляции рекомендованная расчетная скорость потока воздуха для детской спальни на одного ребенка составляет 2 x 6 л/с, для взрослой спальни – 3 x 6 л/с, учитывая раздельное охлаждение и отопление. Таким образом можно подготовиться к каким-либо изменениям в течение срока эксплуатации здания. Скорость потока воздуха может быть уменьшена, если количество людей будет меньше (адаптивная система вентиляции).

Основная вентиляция также удаляет **загрязнения от строительных материалов** из воздуха помещений. Строительные материалы значительно влияют на качество воздуха помещений. Для того чтобы обеспечить по возможности наилучшее каче-

ство воздуха помещений, следует выбирать материалы с низкой эмиссией вредных веществ класса S1.

Обычные строительные материалы не приносят серьезных проблем, при условии правильного применения и использования. Тем не менее, загрязнения испускаются всеми новыми материалами, так что вентиляция должна поддерживаться на более интенсивном уровне в первый год эксплуатации.

В задачи вентиляции не должна входить очистка загрязнений, возникновения которых разумнее будет избежать, выбрав, например, другой строительный материал.

Часто в помещениях располагаются устройства, создающие множество загрязнений и/или повышающие его температуру или влажность. Например, такими помещениями являются комнаты с копировальными аппаратами в офисах или комнаты со стиральными и сушильными машинами в квартирах.

Для расчета скорости потока воздуха, указанной в Разделе D2, подразумевается, что постиранное белье сушится либо снаружи помещения, либо в сушильных комнатах. В соответствии с Разделом D2, минимальная скорость потока воздуха для ванных комнат составляет 10 л/с, при условии, что резерв форсирования составляет 15 л/с. При расчете скорости потока воздуха для ванных и сушильных комнат можно использовать следующие значения, указанные в Разделе D2: ванная комната 3 л/с/м<sup>2</sup> и сушильная комната 2 л/с/м<sup>2</sup>.

В руководстве по технологии вентиляции, изданном в 1959 году, рекомендованная скорость потока воздуха для ванных комнат составляла 17 ... 27 л/с, а для сушильных комнат – 83 л/с. Эти значения рассчитывались в ту эпоху, когда влажность была значительно ниже, чем сегодня.

Обычно приточный воздух поступает во влажные помещения из более чистых жилых помещений, чтобы поддерживать качество воздуха в жилых зонах на как можно более высоком уровне. Тем не менее, наилучших результатов можно добиться посредством приточно-вытяжной вентиляции, разработанной специально для данного помещения. Например, в коммерческих зданиях каждый источник загрязнения можно оборудовать отдельным вытяжным отверстием для выброса загрязнений наружу.

**Наружные загрязнения** тоже мешают людям, особенно когда люди находятся внутри помещения. Загрязнения проникают через окна и двери, но также просачиваются через щели и вносятся вентиляционной системой. В городских условиях наибольшие проблемы вызывают загрязнения, причиной которых является дорожное движение, такие как угарный газ, углеводороды, сажа и окислы азота. В промышленных зонах проблемы вызваны промышленными выбросами. За городом и вблизи парков неприятности могут доставлять За городом и вблизи парков неприятности могут доставлять органические частицы, такие как цветочная пыльца.

Наиболее эффективным способом предотвратить попадание наружных загрязнений в воздух помещения является фильтрация наружного воздуха до его попадания внутрь. При использовании фильтров тонкой очистки в дополнение к фильтрам грубой очистки можно также удалить пыль и сажу. Чистоту воздуха в стерильных помещениях можно обеспечить с помощью активированного угля, ионизации или технологий высокоеффективной воздушной фильтрации (HEPA), но такие технологии обычно слишком дороги для обычных помещений. Они нужны, только если загрязненность наружного воздуха очень высока.



## 3

## ЗАДАЧИ ВЕНТИЛЯЦИИ

«Система вентиляции должна быть спроектирована и сконструирована на основе планируемого типа использования помещения и расчетного числа людей в помещении так, чтобы создать условия для здорового, безопасного и комфортного микроклимата при нормальных погодных условиях и нормальном количестве людей в помещении» (Раздел D2, 3.1.1).

Вентиляция играет важнейшую роль в создании здорового и комфорtnого микроклимата помещения.

Управляемая вентиляция обеспечивает достаточное для дыхания количество чистого воздуха и удаление любых загрязнений из помещения.

**Каждый день через легкие человека проходит более 15000 литров воздуха.**

### От естественной вентиляции к кондиционированию воздуха

Вентиляция в помещении основывается на разнице давлений, которая либо создается механически с помощью вентиляторов, либо, при естественной вентиляции, с помощью совместного действия температуры и ветра. При использовании приточно-вытяжной системы приточный воздух также подается механически, тогда как при использовании только вытяжной системы вентиляторы используются исключительно для удаления отработанного воздуха. Система воздушного кондиционирования делает возможным увеличение или уменьшение уровня влажности приточного воздуха, равно как и его нагрев или охлаждение. При использовании разнообразных датчиков для измерения качества воздуха помещения становится возможным поддержание микроклимата в состоянии равновесия, независимо от изменения внешних условий использования.

Естественная вентиляция была наиболее часто используемым методом до конца 1970-х годов, особенно благодаря низкой стоимости инвестиционных расходов. Естественная вентиляция основана на разности давления между внутренним и наружным воздухом, которая возникает из-за температуры и ветра. Для приготовления пищи часто требуется отдельное вентиляционное решение, позволяющее прямой выброс отработанного воздуха.

У естественной вентиляции есть свои недостатки. Расход вентиляционного воздуха зависит от погоды: при холодной погоде поток воздуха является наибольшим, тогда как он может быть недостаточным при теплой погоде. Приточный воздух поступает непосредственно в помещение без предварительной очистки и какой-либо обработки. Более того, тепловая энергия от системы отопления выбрасывается впустую вместе с вытяжным воздухом.

Естественная вентиляция относительно эффективно работает в хорошо построенном для своего времени здании, при условии того, что высота помещения достаточна, а маршруты входа и выхода воздуха рассчитаны правильно и не заблокированы. К сожалению, в старых домах естественная вентиляция часто не работает так, как она спроектирована. Компенсационный воздух проникает через щели в конструкциях.



Чем больше усилий прилагается для герметизации утечек холодного воздуха, тем больше создается проблем.

Например, при улучшении теплоизоляции (воздухонепроницаемости) здания, оборудованного естественной вентиляцией, посредством установки новых окон, может возникнуть недостаток поступления компенсационного (инфилtrуемого) воздуха.

Иногда во время реконструкции допускаются очевидные ошибки. Например, устанавливаются неправильно рассчитанные воздухораспределители или горизонтальные вентиляционные каналы. Из-за этого повышается разность давлений, в результате чего тяга в воздуховоде прекращается.

При реконструкции энергетической системы в старом здании необходимо перепроектировать его вентиляцию. На данном этапе современная механическая приточно-вытяжная вентиляционная система является наиболее энергоэффективной и обеспечивающей наибольший комфорт.

Механическая приточная вентиляция стала более популярной в индивидуальных домах в 1960-е годы. Ее стали использовать, поскольку естественная вентиляция не давала желаемого эффекта. Дома оборудовались вытяжным воздуховодом и крыщным вентилятором. Использованный воздух удаляется вентилятором, а компенсационный воздух поступает через вентиляционные отверстия для сквозняков из-за холодного воздуха снаружи. Поскольку в холодное время года люди закрывали вентиляционные отверстия, чтобы прекратить сквозняк, компенсационный воздух должен был поступать другими путями.

Главная проблема механических вытяжных систем – очень низкая энергоэффективность, даже если они работают в соответствии с проектом. Крышный вентилятор без всяких сожалений вытягивает дорогостоящий теплый воздух прямо наружу. Поскольку управление объемом компенсационного воздуха затруднительно, содержание углекислого газа очень сильно возрастает, если в помещении находится много людей.

При реконструкции старого здания и герметизации его конструкции необходимо также тщательно проверять его вентиляционную систему, чтобы убедиться, что объем поступающего после реконструкции компенсационного воздуха является достаточным. Современная механическая приточно-вытяжная вентиляционная система с высокой способностью к восстановлению энергии является выгодным вложением средств.

На самом деле популярность механической приточно-вытяжной вентиляции в жилых домах повысилась повысилась, когда появилась потребность в экономии энергии.

По мере того как проектирование зданий становится более энергоэффективным все труднее добиваться желаемого качества микроклимата без использования механической вентиляции или воздушного кондиционирования. С точки зрения здоровья механическая приточно-вытяжная вентиляция очень выгодна благодаря ее возможности эффективно фильтровать и очищать приточный воздух, а энергоэффективность повышается благодаря утилизации тепла из отработанного воздуха.

Для особо энергоэффективных современных зданий требуется еще более точный контроль микроклимата, чем контроль, предлагаемый механическими приточно-вытяжными системами. Микроклимат в помещениях с воздушным кондиционированием является неизменным, независимо от погоды, времени года и использования помещения.

*«Воздушное кондиционирование обозначает управление чистотой, температурой, влажностью и движением воздуха помещения посредством подачи циркулирующего воздуха» (Раздел D2, 1.3.1).*

#### Экономия энергии за счет отказа от системы вентиляции – ошибочное решение

Во время работы вентиляционная система неизбежно потребляет энергию, чтобы обеспечивать хороший и здоровый микроклимат. Ради сбережения энергии нельзя жертвовать домом, не говоря уже о комфорте тех, кто в нем находится, снижая интенсивность вентиляции. Эффективная рекуперация тепла использует уже оплаченную энергию, что позволяет контролировать расходы.

Годовая эффективность теплоутилизации в системах, оборудованных роторным теплообменником, может достигать 80 %. В доме площадью 140 м<sup>2</sup> с минимальной эффективной скоростью вентиляции такая годовая эффективность экономит почти 9000 кВт·ч в год.

Более того, адаптивная система вентиляции может предотвратить ненужный расход энергии. Например, уровнем и скоростью вентиляции или воздушного кондиционирования можно управлять в зависимости от температуры, содержания углекислого газа и уровня влажности воздуха помещения.

Правильно спроектированная и смонтированная вентиляция, использующая новейшие технические решения и оборудование, является очень энергоэффективной и потребляет крайне малое количество тепловой энергии и электричества.

Удельная мощность вентиляции (SPF) – это величина, которая показывает относительное потребление энергии вентиляционной установкой и системой. Если удельная мощность вентиляции ниже 1,5 кВт/(м<sup>3</sup>/с), установка работает на достаточно низкой скорости и потребляет мало электричества. При выборе подходящей установки поможет следующее мнемоническое правило: если удельная мощность вентиляции вентиляционной установки ниже 1,5 кВт/(м<sup>3</sup>/с), установка работает бесшумно и имеет резерв для повышения скорости.

Для обеспечения хорошего качества микроклимата вентиляция должна работать на проектной скорости. Поэтому механические вентиляционные системы должны быть включены всегда, особенно в современных воздухонепроницаемых зданиях. Даже если в помещении нет людей, в воздух помещения попадают загрязнения от строительных материалов. Если выключить вентиляционную систему школы на каникулы, это вызовет большие проблемы. Переносимые по воздуху загрязнения скапливаются на поверхности материалов, а затем выбрасываются обратно в воздух помещения, когда вентиляционная система снова включается.

Нельзя жертвовать необходимой и достаточной вентиляцией для сбережения энергии.

#### Утечки воздуха через ограждающие конструкции

Современные новые энергоэффективные здания гораздо более воздухонепроницаемы, чем те, к которым мы привыкли. В начале века скорость утечки воздуха из оболочки типового здания (n50) составляла для новых домов около 4 ед./ч, тогда как текущие значения ниже 1,5 ед./ч, а скорость утечки воздуха из оболочки зданий с особо низким потреблением энергии составляет около 0,4 ед./ч.

Энергоэффективное здание всегда воздухонепроницаемо. Поэтому при необходимости в нем легко сохранять тепло (или холод). Микроклимат воздухонепроницаемых зданий легко контролировать, поскольку в нем нет неконтролируемых потоков воздуха. Тем не менее, нельзя сказать, что в воздухонепроницаемом здании недостаточно воздуха для дыхания. Проблемой домов, построенных после нефтяного кризиса 1970-х, которые называли воздухонепроницаемыми, как бутылка, была не воздухонепроницаемость как таковая, а недостаточная вентиляция.

В воздухонепроницаемом здании вентиляция также необходима для обеспечения бесперебойной работы инфраструктуры. Вентиляция должна поддерживать немногое отрицательное давление в воздухонепроницаемом здании, чтобы влажность, конденсируемая в холодное время, не могла попасть в конструкции стен ни при каких условиях. Наиболее эффективным способом добиться этого является прохождение всего объема воздуха через вентиляционную систему.

*Вентиляцией негерметичного здания невозможно управлять с помощью каких-либо механических устройств, а энергию, потребляемую для нагрева неконтролируемых утечек воздуха наружу, нельзя регенерировать, даже если вентиляционная система оснащена рекуператором тепла.*

*Пример:*

**Удельная мощность вентилятора 1,5 кВт/(м<sup>3</sup>/с) в евро (дом площадью 120 м<sup>2</sup>, скорость потока воздуха 70 л/с, вентиляционная установка LTR-3 MDE)**

#### Значения мощности на входе

Вентиляторы:	(52 + 53) Вт = 105 Вт
Мотор роторного рекуператора:	5 Вт
Автоматическое управление:	9 Вт
Итого:	119 Вт = 0,119 кВт

#### Потребление энергии в год

$$0,119 \text{ Вт} \times 8760 \text{ ч} = 1042 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{год}$$

#### Стоимость электроэнергии для вентиляционной системы

$$1042 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \times 0,13 \text{ €}/\text{kВт} \cdot \text{ч} = 136 \text{ €}/\text{год}$$

**Energy Optimizer**  
Страница 1  
30.10.2015

**LTR-3 MDE**

**Технические характеристики: LTR-3 MDE**

Подключение воздуховодов	Ø 160 мм
Ширина	833 мм
Высота	510 мм
Глубина	480 мм
Масса	52 кг
Номин. мощность вентилятора	119 Вт
Роторный теплообменник	500 Вт
Мощность электроподогрева	
Без охлаждения	
Возможна установка в холодном помещении	P02 212 0002
Данные по электрике: 230 V/50 Гц, 1-фаза, предохранители 10 А, быстрые	
<b>Шум</b>	
Помещение	63 125 250 500 1к 2к 4к 8к dB(A)
Помещение 10 м <sup>2</sup> потолочное LpA	58 49 51 42 36 30 27 17 59,4 41,6
Прит.	87 77 70 66 62 59 53 46 87,3 69,2
Выт.	68 70 59 53 51 41 34 21 72,3 57,7
Нар.	68 70 59 53 50 40 34 24 72,2 57,4
Отраб.	85 78 70 66 62 59 52 45 86,1 69,4

**Расчетные параметры**

	Приток	Вытяжка
Расход воздуха	209 м <sup>3</sup> /ч	209 м <sup>3</sup> /ч
Внешнее давление	115 Па	115 Па
Класс фильтра	F5	F5

**Результаты**

	Приток	Вытяжка
В точке расчета	68 %	68 %
Скорость вентилятора	209 м <sup>3</sup> /ч	209 м <sup>3</sup> /ч
Расход воздуха	115 Па	115 Па
Внешнее давление	40 Вт	39 Вт
Номин. мощность вентилятора	0,378 кВт(м <sup>3</sup> /ч)	
Удельная мощность вентилятора		
Максимальная производительность	306 м <sup>3</sup> /ч	302 м <sup>3</sup> /ч
Расход воздуха	247 Па	244 Па
Внешнее давление	47 %	46 %
Максимальное ускорение		

**Тип рекуператора: роторный**

В точке расчета: -26 °C / 90 %RH:	79,0 %
КПД	11,1 °C
Приток после теплообменника:	485 Вт
Потребность подогрева:	

**Калорифер:**

Нагревательные элементы: 500 Вт Электрический Ø 125 мм внутренний	
Скорость в лобовом сечении:	4,73 м/с
Расчет годовых показателей: Санкт-Петербург, Россия	
Количество рекуперированного тепла	7382 кВт·ч
Годовая потребность вторичного подогрева	617 кВт·ч
Минимальная температура отработанного воздуха	18 °C
Коэффициент преобразования	1 кВт·ч электричество = 9,3 кВт·ч тепло
<b>Среднегодовая эффективность</b>	78,8 %

Данные значения указаны для отдельной вентиляционной установки, а не системы вентиляции в целом.

**enervent®**

Ensto Enervent Oy  
Kipinntie 1  
06150 Porvoo, Finland

www.enervent.fi  
p. +358(0)207 528 800  
fax +358(0)207 528 844

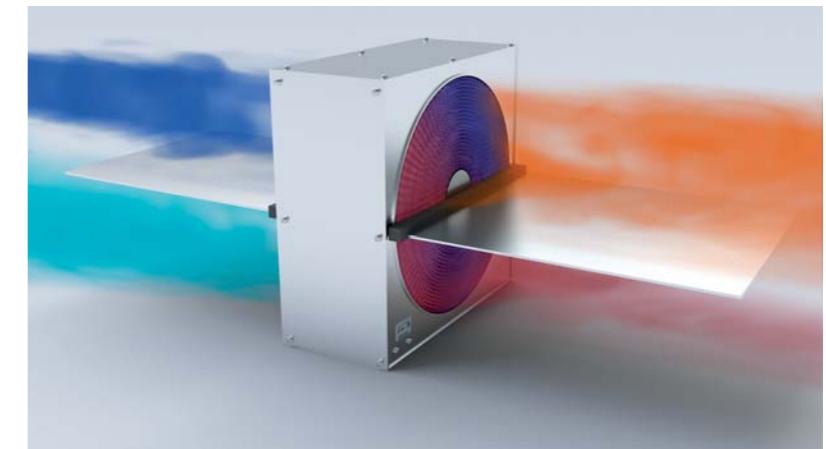
### 3.1

## Рекуперация тепла и холода в вентиляционных системах

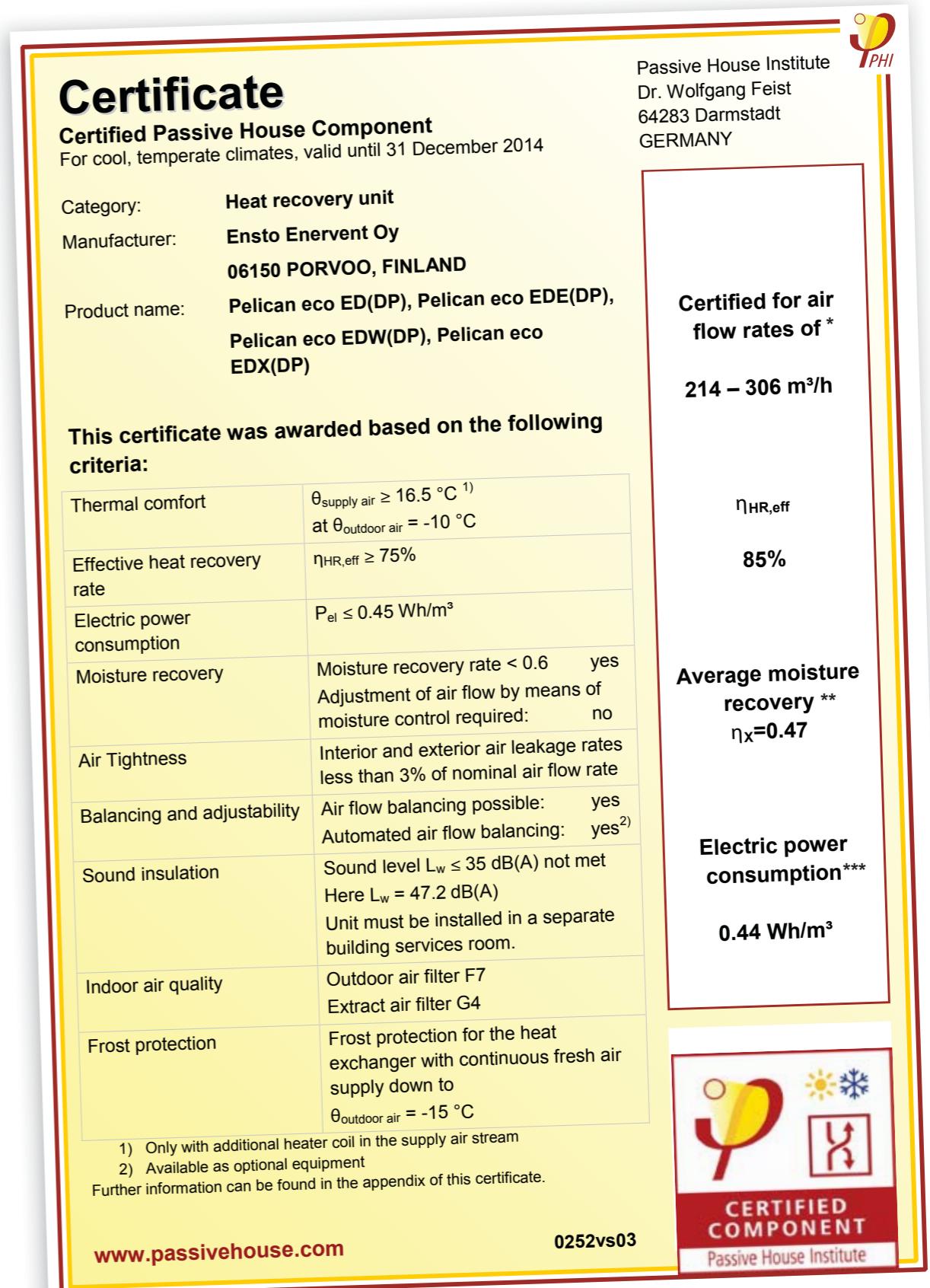
Вентиляция удаляет воздух из помещения, результатом чего неизбежно является потеря тепла. Для энергоэффективных конструкций этот вид потерь неприемлем. Чем более эффективной теплоутилизационной системой оснащена вентиляция, тем более энергоэффективной будет вся система, и тем больше денег заказчик сэкономит на счетах за электричество.

Годовая эффективность теплоутилизации новых вентиляционных установок может составлять до 80 % или даже более 90 %, если система оборудована тепловым насосом вытяжного воздуха, подключенным к системе теплоутилизации.

В **пластинчатых теплообменниках** тепло передается из вытяжного воздуха через стеки отдельных ячеек в холодный воздух, подаваемый в помещение. Годовая эффективность теплоутилизации пластинчатого теплообменника обычно составляет около 50...65%, а по заявлениям некоторых производителей годовая эффективность теплоутилизации может составлять более 75% в новейших ячеистых теплоутилизационных установках с перекрестными потоками приточного и вытяжного воздуха. Количество людей в помещении и влажность воздуха помещения сильно влияют на годовую эффективность теплоутилизации пластинчатых теплообменников. Например, если уровень влажности воздуха помещения высок, пластинчатый теплообменник необходимо защитить от обмерзания, а приточный воздух нагревается с помощью электрических нагревателей (ТЭНов). Это значительно снижает годовую эффективность теплоутилизации.



**Роторный теплообменник** – это регенеративный теплоаккумулятор. Он является очень эффективным устройством для передачи тепла, поскольку тепло перемещается непосредственно с поверхности теплообменника, минуя другие объекты. В роторном теплообменнике теплый вытяжной воздух нагревает ячейки



\* коэффициент рекуперации 85 %

\*\* средняя рекуперация влаги  $\eta_x = 0.47$ \*\*\* коэффициент  $P_{el} = 0.44\ Wh \cdot \text{ч}/m^3$ 

за половину оборота. Это тепло затем выбрасывается в наружный воздух за время второй половины оборота ротора. Масса и площадь поверхности теплообмена роторного теплообменника значительно больше, чем у обычного пластинчатого теплообменника. Благодаря большей массе он может сохранять больше тепла. Годовая эффективность его теплоутилизации может превышать 80 %, а если роторный теплообменник совмещен с тепловым насосом вытяжного воздуха, можно добиться значения годовой эффективности теплоутилизации более 90 %.

При необходимости теплопередачу роторного теплообменника можно регулировать бесступенчато, регулируя скорость вращения, или остановив его совсем (так выполняется полное или частичное байпасирование рекуперации тепла). Это значит, что прохладный свежий уличный воздух может использоваться для охлаждения. Возможность использования прохладного уличного воздуха для охлаждения ночью особенно важна в домах с особо низким и нулевым потреблением энергии. Она вносит свою лепту в контроль затрат на охлаждение, делая все здание в целом более энергоэффективным и снижая его воздействие на окружающую среду.

Роторный теплообменник также может использоваться при рекуперации холода, если наружная температура выше, чем температура вытяжного воздуха из охлажденного помещения. Поскольку такое решение регенерирует энергию охлаждения и влагу, оно также улучшает общую энергоэффективность летом, когда вентиляционная система используется для охлаждения. Поэтому его всегда необходимо учитывать при расчете годовой эффективности теплоутилизации. Например, Институт пассивного дома в Германии учитывает такой показатель, как мощность установки на  $m^3$  и перенос влаги,  $P_{el} < 0.45\ Wh \cdot \text{ч}/m^3$ . Рекуперацию тепла и холода можно сделать еще более эффективной с помощью тепловых насосов.

**В гликоловом теплообменнике** тепло регенерируется с помощью труб с гликоловой смесью, расположенных между вытяжным и приточным потоками воздуха. В лучшем случае годовая эффективность теплоутилизации гликоловых теплообменников находится на том же уровне, что и эффективность традиционных пластинчатых теплообменников (около 50... 60 %). Система рекуперации на основе гликоловой смеси наилучшим образом работает с большими объемами воздуха. Данную технологию можно использовать для работы вентиляционной установки Ensto Enervent Pallas в тех проектах, где по различным причинам невозможно использование роторного теплообменника.

## Возврат влаги в воздух помещения в зимнее время

Роторные теплообменники могут переносить влагу из вытяжного воздуха в приточный воздух в зимнее время, таким образом экономя электроэнергию и расходы на отопление. Во влаге содержится большое количество энергии, которое часто не используется. А воздух никогда не бывает совсем сухим. Чем теплее воздух, тем больше энергии он содержит.

При нормальной рекуперации тепла роторный теплообменник переносит только тепло из вытяжного воздуха в приточный воздух. Если наружная температура низкая, вытяжной воздух в рекуператоре охлаждается до точки росы. Влага, присутствующая в вытяжном воздухе, конденсируется на поверхности теплообменника и переносится в сухой приточный воздух, когда теплообменник вращается. Таким образом, роторный теплообменник помогает поддерживать влажность воздуха помещения в зимнее время на комфортном уровне, возвращая влагу в воздух помещения.

Однако уровень влажности не должен быть слишком высоким даже в зимнее время. Риск такого повышения можно устраниТЬ, выбрав правильный размер вентиляционной установки. Модели MD Ensto Enervent имеют стандартную функцию «ускорения по влажности», а для моделей EC такая функция доступна как дополнительная. Эта функция помогает справиться с высокой влажностью, которая временно повышается из-за сушки белья или пользования сауной.

## Годовое потребление энергии при использовании различных вентиляционных решений

МЕТОД ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИИ	ГОДОВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ
Крышный вентилятор (без теплоутилизации)	16 600 кВт · ч
Пластинчатый теплообменник с перекрестными потоками	8 500 кВт · ч
Пластинчатый теплообменник с противотоком	7 000 кВт · ч
Роторный теплообменник	4 700 кВт · ч

Роторный теплообменник быстро окупается, экономя вам электроэнергию.

## 3.2

### Отопление и охлаждение

Любому зданию требуется система отопления. В течение десятилетий было всего несколько главных конкурентоспособных систем отопления, а теперь строители могут выбрать из огромного количества вариантов.

Воздушное отопление, которое использовалось в индивидуальных домах с 1960-х годов до начала 1980-х, вернуло себе прежнее положение в качестве достойной и полезной системы отопления в связи с повышением внимания к энергоэффективности конструкций.

Поскольку в энергоэффективных зданиях нет необходимости устанавливать традиционные массивные системы отопления, встроенная в вентиляцию система отопления стала одним из экономичных вариантов.

Дополнительным преимуществом системы воздушного отопления является то, что для нее не требуется отдельная система распределения тепла, для которой обычно нужно довольно много места. Радиаторы могут не подходить к дизайну интерьеров, их также невозможно устанавливать под большими стеклянными поверхностями. Однако теплые полы и/или полотенцесушитель необходимы во влажных помещениях для удобства и осушения помещения.

**Самый простой способ установки** всей системы отопления, а при необходимости и системы охлаждения, целиком – установка прямо рядом с механической вентиляцией или даже внутри нее.

**Вентиляционный воздуховод** распределяет тепло и холод. Эффективная система теплоутилизации забирает тепло из вытяжного воздуха и использует его энергию для нагрева забиравшегося наружного воздуха. Мощность теплоутилизации можно повысить, добавив в систему тепловой насос вытяжного воздуха. Система также может включать тепловой насос и наружный блок для получения тепловой энергии из наружного воздуха. При желании тепловую энергию можно хранить в энергохранилище (специальном резервуаре с теплоносителем), а затем использовать ее, например, для бытового водоснабжения.

Любое другое необходимое тепло можно получить с помощью электричества. Система также может быть частью гибридной системы, особенно в тех местах, где потребность в горячей воде высока. В этом случае среди прочего к энергохранилищу можно подключить камин, совмещенный с котлом водяного отопления, воздухо-водяной тепловой насос или низкоэнергетический тепловой насос с использованием геотермальной энергии.

В энергоэффективных зданиях тепловая нагрузка (теплопритоки) может стать столь высокой, что, даже если солнцезащитные устройства работают normally, в теплое время для обеспечения комфорта в помещениях может понадобиться охлаждение воздуха. Лучше всего решить эту проблему с помощью вентиляции. В этом случае в систему можно включить и осушение воздуха.

## 3.3

### Контроль влажности

«Здание должно быть спроектировано и сконструировано так, чтобы влажность воздуха помещения оставалась в пределах значений, указанных для предполагаемого назначения здания. Влажность воздуха помещения не может постоянно оставаться высокой, поскольку это вредно, а также влажность не должна конденсироваться внутри конструкций, на их поверхности или в вентиляционной системе, что может вызвать повреждение конструкции, рост микробов или микроорганизмов или другие опасные для здоровья явления» (Раздел D2, 2.3.2).

«Если влажность воздуха помещения превышает значение 7 г H<sub>2</sub>O на кг сухого воздуха, его можно увлажнять, только если это требуется для соблюдения требований к каким-либо производственным процессам или условиям хранения. Значение 7 г H<sub>2</sub>O на кг сухого воздуха соответствует условиям в помещении, когда влажность составляет 45 % при комнатной температуре +21 °C, а давление воздуха – 101,3 кПа. Чтобы свести к минимуму вредное воздействие низкой относительной влажности воздуха помещения, необходимо избегать слишком высокой температуры в комнате во время отопительного сезона» (2.3.2.1).

Влажность воздуха является важным фактором не только для людей и домашних питомцев, но и для внутренних отделочных материалов, а также конструкции дома. Слишком сухой воздух помещения ощущается как некомфортный для всех, а не только для тех, кто страдает респираторными заболеваниями или атопическими проявлениями. От сухого воздуха вы можете даже заболеть. Сухой воздух замедляет движение ресниц (синдром сухого глаза) и ухудшает удаление слизи из дыхательных путей. Он снижает способность слизистой оболочки противостоять воспалительным процессам. Низкий уровень влажности также повышает выработку статического электричества. В слишком сухом воздухе помещения кошачья шерсть может искриться.

Любые деревянные отделочные материалы, такие как паркет, стенные панели и мебель плохо реагируют на слишком сухой микроклимат.

В слишком влажном воздухе помещения трудно дышать. Особенно затрудняется дыхание у тех, кто страдает респираторными заболеваниями.

С другой стороны, в условиях влажности хорошо размножаются пылевые клещи. Влага, конденсирующаяся на поверхностях и внутри конструкций, повышает риск роста микроорганизмов.

Временно высокий уровень влажности, например, после сауны или во время стирки, обычно не приносит вреда. Окна могут запотеть, поскольку на холодных и гладких поверхностях хорошо конденсируется влага. Поэтому на холодной внутренней поверхности энергоэффективных оконных стекол может образоваться целая завеса из водяных капель. Хорошая вентиляция оснащена функцией автоматического снижения влажности, которая справляется с временными перегрузками по влажности.

Эта функция является стандартной в системе управления Ensto Enervent MD. Если относительная влажность вытяжного воздуха превышает установленный уровень, установка автоматически форсирует скорость потока воздуха, чтобы добиться желаемого уровня влажности в зимний период.

Относительная влажность воздуха помещения должна быть между 20 и 60 %. В часто изменяющихся погодных условиях Финляндии попасть в этот диапазон не так просто. Поэтому вентиляционную систему должны разрабатывать грамотные проектировщики.

Во время отопительного сезона воздух помещения сухе, его относительная

влажность составляет около 25... 45 %, но в жаркие и влажные летние дни относительная влажность воздуха помещения может иногда превышать 60 %.

В Финляндии потребность в охлаждении воздуха помещения из-за наружных теплопритоков может быть очень разной в зависимости от года. В 2013 году было 26 жарких дней (температура превышала 25 °C), тогда как в 2014 было 38 жарких дней, что почти побило рекорд жарких дней за все время.

Потребность в осушении воздуха помещения из-за уровня влажности воздуха изменяется как от года к году, так и в зависимости от времени года. Обычно самая большая потребность в осушении воздуха наступает между поздним летом и ранней зимой, особенно на южном побережье Финляндии. Предполагается, что с изменением климата вероятность сильных дождей возрастет, что повысит потребность в осушении.

Влияние изменения климата на потребление зданиями энергии было смоделировано в рамках проекта FRAME в 2011 году. Как показало моделирование с использованием данных, предоставленных Финским метеорологическим институтом, потребность в охлаждении зданий возрастет к 2050 году на 10–30 %, а к 2100 на 20–75 %.

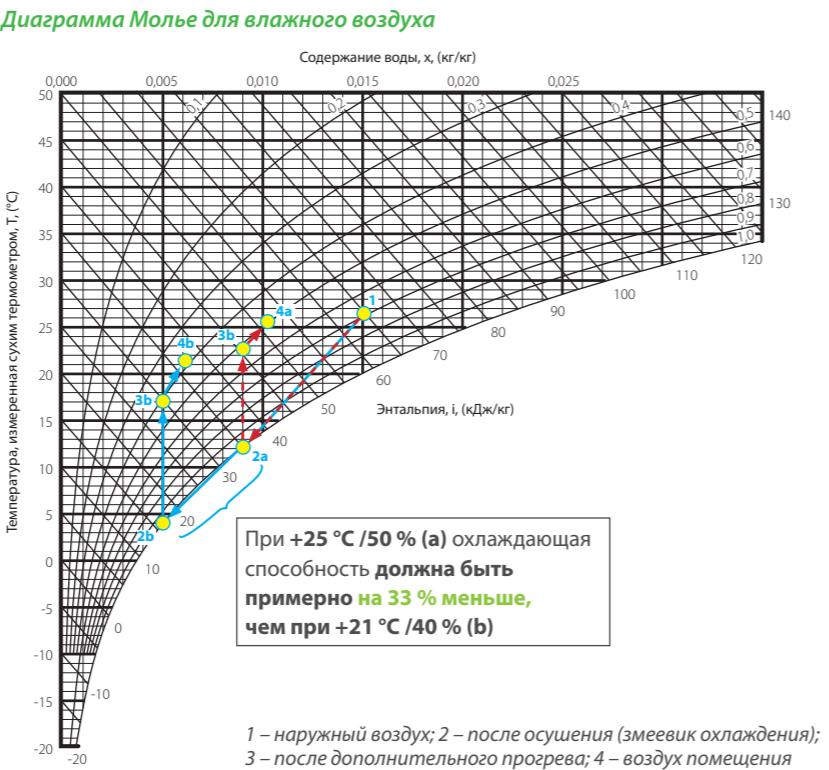
Если уровень влажности воздуха помещения сильно изменится, это повлияет не только на удобство людей, но также и на продолжительность срока службы древесных материалов, применяемых для внутренней отделки помещений. Будучи природным материалом, древесина дает усадку или разбухает в зависимости от влажности. Чтобы избежать трещин или разбухания производители паркета рекомендуют поддерживать относительную влажность воздуха помещения на уровне 40... 60 %, а температуру помещения в диапазоне +18... 24 °C.

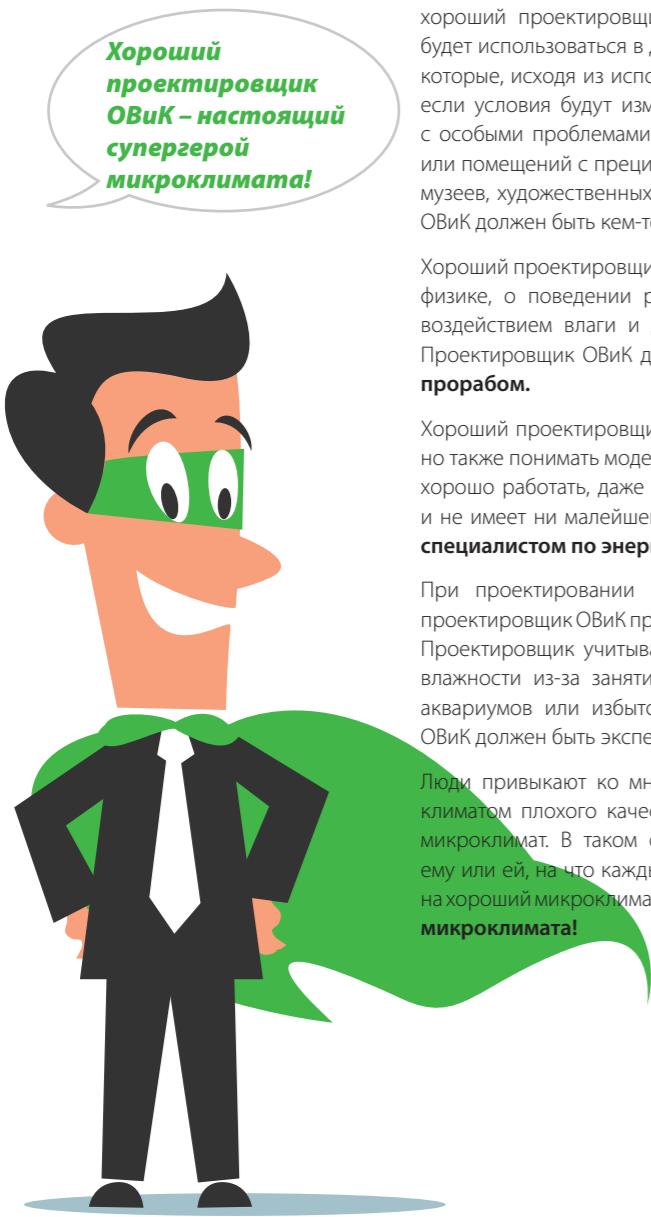
В помещениях с воздушным кондиционированием все условия, включая влажность воздуха помещения, могут поддерживаться на оптимальном уровне, независимо от внешних условий и назначения.

Функцию осушки воздуха помещения можно добавить в вентиляционную систему, используя отопление с геотермальной энергией или систему воздухо-водяных тепловых насосов, или тепловой насос вентиляционной установки. Эта функция охлаждает приточный воздух (минимальная температура +7 °C), что вызывает осушение воздуха. После этого приточный воздух нагревается до комфортной температуры. Функция осушки воздуха вентиляционной установкой используется, даже если в соответствии с температурой потребности в осушении нет, однако воздух слишком влажный. Система поставляет комфортный, сухой воздух нужной температуры.

### 3.4 Супергерой микроклимата

Для проектирования вентиляции требуются специальные знания и умения. Освоения базовых знаний и знакомства с нормативами недостаточно. Каждое здание индивидуально, а потребности и желания жителей каждого из зданий уникальны. Поэтому ни одно готовое решение не может быть в точности применено на другой площадке. Проектировщик ОВиК должен быть **опытным профессионалом в своей области**.





Хороший проектировщик ОВиК начинает с изучения потребностей конечных пользователей здания (работающих или живущих в нем), чтобы идентифицировать проблемы и получить информацию, необходимую для определения уровня качества воздуха помещения, даже если жители или другие конечные пользователи здания не могут предоставить эту информацию. Проектировщик ОВиК должен **хорошо уметь собирать сведения и разбираться в людях**.

При проектировании вентиляционной системы для коммерческих зданий хороший проектировщик ОВиК должен настолько точно выяснить, как здание будет использоваться в дальнейшем, чтобы суметь учесть и предсказать проблемы, которые, исходя из использования здания, должна будет решать вентиляция, даже если условия будут изменяться. Например, проектировщик должен быть знаком с особыми проблемами, возникающими при проектировании чистых помещений или помещений с прецизионными системами воздушного кондиционирования для музеев, художественных галерей, аптек, столовых и лабораторий. Проектировщик ОВиК должен быть кем-то вроде **специалиста в любой области**.

Хороший проектировщик ОВиК также должен иметь представление о строительной физике, о поведении различных конструкций и строительных материалов под воздействием влаги и других свойствах, влияющих на качество микроклимата. Проектировщик ОВиК должен также быть немного и **инженером-строителем, и прорабом**.

Хороший проектировщик ОВиК должен знать требования к энергоэффективности, но также понимать модели человеческого поведения. Законченная система должна хорошо работать, даже если пользователь не совсем понимает, как она работает, и не имеет ни малейшего желания узнать это. Проектировщик ОВиК должен быть **специалистом по энергетике и ученым, изучающим проблемы поведения**.

При проектировании вентиляционной системы для жилых зданий хороший проектировщик ОВиК прежде всего тоже как будто становится жителем этого здания. Проектировщик учитывает изменение жизни, рост семьи, внезапное повышение влажности из-за занятий спортом, появления подростков, домашних питомцев, аквариумов или избыточного количества комнатных растений. Проектировщик ОВиК должен быть экспертом в вопросах повседневной жизни людей.

Люди привыкают ко множеству вещей. Если кто-то долго жил в доме с микроклиматом плохого качества, он может и не знать о том, что существует лучший микроклимат. В таком случае именно проектировщик ОВиК должен объяснить ему или ей, на что каждый живущий или работающий в этом здании имеет право – на хороший микроклимат. Хороший проектировщик ОВиК – **настоящий супергерой микроклимата!**



## 4 ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОМОГАЕТ ОПРЕДЕЛИТЬ УРОВЕНЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### 4.1 Взаимовлияющие решения при выборе вентиляционной системы для индивидуального дома

Всякий, кто планирует строительство индивидуального дома или реконструкцию старого дома, сталкивается с необходимостью принимать множество решений. Большинство решений, сделанных на относительно ранней стадии планирования, имеют далеко идущие последствия, которые новичок в строительстве может не предусмотреть.

Отдельные решения, казавшиеся разумными на первый взгляд, впоследствии исключают некоторые варианты, которые нужно было бы использовать. Например, при выборе дома из готовых элементов заводского изготовления с хорошей планировкой и красивым фасадом вы можете ожидать, что конструкторские решения его инженерных сетей тоже вполне вас устроят. Однако если вы захотите что-то в них изменить, некоторые из желаемых изменений окажется невозможно осуществить, или эти изменения значительно повысят цену готового дома. Каждое здание, вместе с техническими решениями инженерных сетей, должно проектироваться как единое целое.

С самого начала работы над проектом главными доверенными лицами строителей становятся главный инженер, специализирующийся на проектировании индивидуальных домов, и проектировщик ОВиК, который может обсудить с заказчиком все варианты, объяснить ему, к чему приведет то или иное решение, а также указать, какие именно изменения будут невозможны в дальнейшем из-за принятых сейчас решений.

Главный инженер должен тщательно ознакомиться с образом жизни семьи заказчика, с его пожеланиями и хобби. Плюсы и минусы их нынешнего жилья также следует обсудить. Все те моменты, которых следует избежать при постройке нового дома, должны быть также учтены на данном этапе.

Затем список пожеланий и потребностей соотносится с имеющимися ресурсами. Задача состоит в том, чтобы выполнить пожелания наиболее экономичным способом, учитывая различные варианты и сравнивая их стоимость, как на этапе закупки, так и в дальнейшем, когда заказчик будет жить в готовом помещении. В конце концов, бюджет имеет решающий голос относительно того, что оставить, а от чего отказаться.

В проектах строительства или реконструкции очень важно участие проектировщика ОВиК в процессе планирования на как можно более ранней стадии. В таком случае можно быть уверенным, что применение выбранных решений не станет невозможным или затрудненным вследствие выбора, сделанного на ранних стадиях.

Для вентиляционной системы требуется место. Следовательно, компоненты системы и воздуховоды должны быть смонтированы до монтажа деталей интерьера и мебели.

Чем лучше сочетаются архитектурные и инженерные решения на ранней стадии, тем лучше «работает» дом.

## 4.2

### **Выявление особенностей объекта и потребностей клиента**

Первыми шагами при проектировании микроклимата и вентиляционной системы является выяснение потребностей и пожеланий клиента и сбор основной информации о проекте. Определение потребностей облегчает работу проектировщика. Оно явно показывает начальные условия проектирования, а также ускоряет работу над проектом, в частности обзор различных вариантов системы.

При выполнении пожеланий заказчика гораздо проще начать все с самого начала, чем изменять предварительно заданную модель, которая, возможно, использовалась долгие годы.

Если сравнить это с проектированием системы вентиляции для торгового центра или многоквартирного дома, проектирование вентиляционной системы для индивидуального дома несколько легче, так как конечные пользователи могут быть опрошены в ближайшем будущем. Новорожденный ребенок или домашний питомец не могут выразить своего мнения по данному предмету, но в любом случае их можно учесть.

При оценке потребностей опытный проектировщик может также выявить проблемы, относящиеся к жизни заказчика, а также потребности, которые сам заказчик считает не относящимися к делу.

На основе пожеланий и потребностей может быть приготовлена функциональная схема для здания. Схема вкратце показывает, какие функции выполняет каждое пространство и какие требуются технические решения инженерных сетей – и не только для вентиляции. Системный план можно назвать «**Функциональный дом**».

#### 4.2.1

##### **Ключевые факторы для плана участка и здания**

- » **План участка и место расположения строительства** с указанием сторон света и информации о местности. Информация о том, находится ли участок в сельской или городской местности, расположение близлежащих маршрутов с плотным движением транспорта и водоемов, соответствующая информация по деревьям и топографии.
- » **Расположение здания** на плане участка/указание сторон света. Прохождение солнца, географические препятствия, параметры ветра.
- » **Размер здания**, а также его форма, жилая площадь, общая площадь, объем.
- » **Тип здания/архитектура:** размер окон и направление вида из них, навесы крыши, пассивная защита от солнца, перекрытия, объем внутреннего пространства.
- » **Количество влажных помещений**
- » **Намеченный энергетический класс:** воздухопроницаемость, тепловое сопротивление, энергетическая характеристика окон.
- » **Энергозатраты на отопление/охлаждение.**
- » **Прочие факторы, влияющие на качество микроклимата**, такие как потребность в контроле влажности, охлаждении.

- » Система распределения тепла.

- » Основной источник отопления дополнительные источники.

- » Акустические условия.

#### 4.2.2

##### **Потребности жильцов: оптимальные условия для спортсменов и любителей кошек**

- » **Число жильцов**

Хороший проектировщик не просто сделает запись о двух взрослых и двух детях. Число подушек на архитектурных чертежах не является окончательной правдой. Планы должны подразумевать, что в семье могут произойти изменения. Могут родиться дети, выросшие дети могут переехать. Семья может нанять няню или поселить приехавшую бабушку в гостевой комнате.

- » **Питомцы**

Небольшая собака или пара котов не окажут влияния на проект вентиляции, но ситуация изменится, если жильцы начнут разводить бернских зенненхундов, или пара котов превратится в целую стаю. Встроенный пылесос может стать хорошим выходом, а помещение для стирки должно быть оборудовано мойкой для всех этих грязных лап. Частое мытье лап увеличивает влажность в сезон слякоти.

- » **Физкультура**

Спортивные тренировки и другие упражнения в помещении влияют на требуемые мощности вентиляции. Сушка спортивной одежды требует места и также влияет на вентиляцию.

- » **Потребности во влагоудалении**

Частое использование сауны, долгое мытье подростков в душе и использование ванны джакузи повышают влажность, также как и аквариумы, террариумы и большое количество комнатных растений.

- » **Высокие теплоизбытки**

Внутренняя тепловая нагрузка повышается из-за использования бытовой техники, террариумов, ламп для роста растений и крупных животных.

- » **Изменения в использовании здания**

Со временем способ использования здания может меняться: в индивидуальный дом семья может брать детей или стариков для дневной опеки, или может открыть в нем небольшое кафе.

- » **Хобби, влияющие на качество воздуха в помещениях**

Не все хобби одинаково влияют на качество воздуха в помещениях. В добавок к разведению животных и выращиванию растений, занятия, которые тоже следует учесть, включают столярные работы, живопись и ремонт автомобилей и мотоциклов.

## 4.2.3

**Выявление скрытых пожеланий**

У большинства людей схожие пожелания к качеству воздуха. Это стабильность, идеальная температура, свежесть, незаметность, тишина и легкость регулировки.

Обсуждать очевидные моменты, как правило, легко. С другой стороны, люди могут не знать, что стоит обсудить такие функции системы, как охлаждение воздуха помещений и подобные им. В любом случае охлаждение воздуха должно быть обсужденено в соответствии с оценкой потребностей.

Способность людей выдерживать неприятные условия и слишком теплый воздух помещения сильно разнится. Больше всего от слишком жаркого воздуха страдают пожилые люди, младенцы, беременные женщины и люди, имеющие заболевания сердца и органов дыхания.

*Никто не выигрывает от того, что после первого летнего сезона в новом доме придется устанавливать еще один или несколько кондиционеров, чтобы обеспечить необходимое охлаждение.*

## 4.2.4.

**Удобное управление или полная автоматизация?**

Те, кто использует естественную вентиляцию, могут подумать, что открывание окна при спретом воздухе – это то же самое, что управление вентиляцией.

При оценке потребностей рекомендуется уделить достаточное количество времени обсуждению способов управления системой.

Поскольку люди по-разному воспринимают воздух помещения, контроль микроклимата для каждого отдельного помещения – важная функция, обеспечивающая комфорт множеству людей.

Некоторые люди более расположены к технике, чем другие. Им нравится исследовать и записывать фактические значения потребления и регулировать систему. Другие ценят системы, в которых настройка осуществляется автоматически, по мере необходимости, без участия человека. В одной семье могут быть увлеченные техникой люди и те, кому все это безразлично. В любом случае большинству из нас представляется, что управление системой должно быть в первую очередь настолько понятным и легким в использовании, чтобы любой мог пользоваться им в повседневных ситуациях без чтения инструкции.

Система, которую не могут использовать люди, совершенно бесполезна.

Вот почему легкость в использовании явилась ключевым пунктом в разработке нового интеллектуального контроллера Ensto Enervent с сенсорным экраном «eAir». Логика «eAir» основана на рабочих режимах, управляемых с помощью визуально понятного и простого сенсорного экрана. Рабочие режимы покрывают все вентиляционные потребности и включаются простым нажатием соответствующего символа на экране.

## 4.2.5

**Пример оценки потребностей для проектирования вентиляционной системы индивидуального дома**

Ниже приведен пример оценки потребностей. Подходящая модель вентиляционной установки подбирается жильцом и проектировщиком при совместной оценке. Более того, оценка облегчает выбор вентиляционного решения наиболее соответствующего, например, источнику отопления.

**Шаг 1: Мой дом сегодня**

Источник отопления :	Дополнительное отопление:
Электроотопление	
Тепловой насос вытяжного воздуха	Камин
Тепловой насос с использованием геотермальной энергии	Камин, совмещенный с котлом водяного отопления
Воздушное отопление	Воздухо-воздушный тепловой насос
Тепловая сеть	Другое

Вентиляция:	
Естественная вентиляция	Приточная и вытяжная вентиляция с теплоизоляцией
Вытяжной вентилятор	Без вентиляции
Вытяжка через тепловой насос	Другое

Прочая информация:	
Жилая площадь м <sup>2</sup>	Для монтажника: x 0,5 л/с
Количество жильцов	x 4 л/с
Место постройки	Температура
Год постройки	
Годовое потребление энергии кВт·ч	
Другое	



Мне интересны следующие решения:	
Более хорошая вентиляция	
Отопление посредством вентиляции	
Охлаждение посредством вентиляции	
Снижение концентрации радона	
Снижение потребления энергии	
Замена старой вентиляционной установки на новую	
Горячее водоснабжение	
Комплексное решение, включающее вентиляцию и отопление	

Мои контактные данные:	
Название	
Адрес	
Почтовый индекс и город	
Номер телефона	
Электронный адрес	

#### 4.3

### **Надежные решения**

Значительная часть коммерческих заказчиков ОВиК выбирает рациональные решения, однако эти вопросы становятся все более важными и для тех, кто занимается строительством или реконструкцией частных домов. Фактически темой для обсуждения может и не быть надежная разработка или даже экологическая приемлемость, но, по меньшей мере, сохранение энергии и долгий срок эксплуатации одинаково важны для всех типов заказчиков.

Долгосрочные качественные решения должны выполняться с использованием качественных материалов. Такие конструкции легко обслуживать, ремонтировать и заменять, а также модифицировать и масштабировать, если потребуется. Таким образом, данное решение и здание в целом могут работать в энергоэффективном режиме в течение всего срока эксплуатации здания.

Энергосберегающее решение подразумевает, что требования к вентиляции подобраны так, чтобы свести к минимуму потребление энергии. Правильно спроектированная и смонтированная вентиляция, использующая новейшие технические решения и оборудование, является очень энергоэффективной и потребляет крайне малое количество тепловой энергии. Более того, правильно спроектированная вентиляция потребляет небольшое количество электричества. Более подробную информацию об удельной мощности вентиляции (SPF) можно найти на стр. 14.

Мы должны также помнить, что вентиляционная система может иметь свойства, которые одновременно повышают комфорт и способствуют снижению потребления энергии. Например, функция приточного воздушного охлаждения делает ненужными мобильные кондиционеры и воздушные тепловые насосы. Благодаря комнатному контроллеру тем, кто почувствует холод, не понадобятся дополнительные обогреватели. Сохранение рекуперированного тепла в энергохранилище также обеспечивает тепло, необходимое для горячего водоснабжения.

Простота и универсальность технических решений инженерных сетей – ключевые составляющие надежной разработки. Технологическая разработка вкупе с повышенной энергоэффективностью способствовали появлению современных воздушно-отопительных систем. Эти многоцелевые и энергоэффективные системы связаны с механической вентиляцией и используют EnergyBUS. Они могут использоваться в зданиях всех типов, от индивидуальных домов до магазинов и промышленных объектов.

#### 4.4

### **Модифицируемость и адаптивность для изменяющихся условий**

В коммерческих проектах является ожидаемым и очевидным, что конечные пользователи приходят и уходят, так что помещения должны быть максимально адаптивными для обеспечения удобства их использования. В проекте вентиляции должна быть предусмотрена возможность изменений. По меньшей мере, проект должен быть таким, чтобы выбранное решение преждевременно не устарело, и в него можно было внести некоторые изменения.

Если возможно, подобную гибкость также нужно предусмотреть при проектировании вентиляционной системы для индивидуального дома.

В ближайшем будущем требования к энергетической эффективности новых зданий будут ужесточаться. Несмотря на то, что большинство новых индивидуальных домов не смогут достичь близкого к нулю уровня потребления энергии, намеченного к 2020 г., уровень потребления энергии и качество микроклимата будут во многом определять рыночную стоимость старых домов в будущем. Высококачественный микроклимат привлекает покупателей.

Хотя большая часть семей, построивших собственный дом, уверена, что он будет принадлежать им в течение всей жизни, есть вероятность, что когда-нибудь в будущем дом будет выставлен на продажу. Инженерные коммуникации, как минимум, не должны препятствовать продаже, а наоборот должны стать дополнительным преимуществом здания. Учитывая это, несомненным преимуществом будет являться адаптивная, многофункциональная, энергоэффективная и долговечная вентиляционная система, которую можно изменить и улучшить.

Предполагается, что изменения климата Финляндии приведут к более теплым и дождливым летним периодам и более снежным или дождливым зимам. Вентиляционная система должна также отвечать этим условиям.

#### 4.5

### **Задачи в коммерческих проектах**

Процессы проектирования индивидуального дома для одной семьи, многоквартирного здания, офисного или торгового центра довольно похожи. На самом же деле, масштаб работ по проектированию совершенно различен, равно как и количество возможных вариантов. Главной целью каждого проекта является обеспечение клиента/конечного пользователя наилучшими условиями микроклимата, при максимальной энергоэффективности и эффективности затрат.

Если конечный пользователь известен уже на ранней стадии проектирования, оценку потребностей выполнить довольно просто. Ситуация усложняется, если конечный пользователь еще не известен или количество жильцов велико. В таких случаях профессиональный застройщик, целью которого является создание хорошего микроклимата, является ценным партнером для проектировщика ОВиК.

При проектировании современных офисных помещений основные пользователи известны уже на первой стадии проектирования. Проект создается на основе их пожеланий и потребностей, но так, чтобы обеспечить будущим пользователям возможность выбора. На этапе строительства изменения условий внутренней среды могут быть слишком дороги или невозможны. Поэтому помещения для аренды должны проектироваться с наилучшими возможными условиями, однако должна быть предусмотрена возможность их последующего изменения.

Особые проекты, такие как выставочные павильоны и музеи, объекты здравоохранения, исследовательские центры или лаборатории, фармацевтические фабрики, которым необходима чистота помещений, строятся с учетом особых, заранее определенных условий микроклимата. Задача проектировщика – выполнить

эти требования в рамках бюджета так, чтобы здание функционировало в течение всего срока эксплуатации энергоэффективным и благоприятным для окружающей среды образом.

Эту задачу могут облегчить системы экологической классификации, обеспечивающие достаточные рекомендации для реализации высококачественного, энергоэффективного и благоприятного микроклимата, наиболее соответствующего потребностям заказчика.

#### 4.5.1

#### **«Зеленое» строительство**

Совет по экологическому строительству Финляндии определяет «зеленое» строительство, как способ строительства с использованием эффективных и экологически ответственных методов в отношении ресурсов в течение всего срока службы здания. Зеленое строительство улучшает качество всех общественных, коммерческих и жилых зданий.

В настоящий момент, строительная отрасль ответственна за 30 % мировых выбросов углекислого газа и за 40 % потребления природных ресурсов. Главной задачей зеленого строительства является оптимизация воздействия зданий на окружающую среду посредством тщательного осмысливания их жизненного цикла. В процессе этого осмысливания в качестве отправной точки для оценки материалов и изделий, применяемых в здании, используется наилучший возможный уровень строительства.

В основе проектирования экозданий лежат три основных принципа:

- » **Энергоэффективность** – здание потребляет минимально возможное количество энергии.
- » **Сохранение природных ресурсов** – использование природных ресурсов ограничено.
- » **Качество внутренней среды** – экоздания безопасны для здоровья.

Совет по экологическому строительству Финляндии стремится сделать социально ответственную разработку естественной составляющей рынка недвижимости и строительной индустрии. Ассоциация обучает своих членов экологической ответственности, предоставляет им необходимую информацию и оказывает помощь в разработках. Среди членов ассоциации – профессиональные менеджеры объектов недвижимости, разработчики, собственники и арендаторы жилья, поставщики оборудования и услуг, планировщики, проектировщики, подрядчики и представители коммерческих и промышленных организаций. Ассоциация объединяет 29 организаций – основателей.

В дополнение к продвижению зеленого строительства, одна из задач Совета по экологическому строительству Финляндии состоит в продвижении экологической сертификации зданий.

#### 4.5.2

#### **Системы экологической сертификации помогают в проектировании**

Системы экологической сертификации разработаны для того, чтобы облегчить сравнение различных зданий. Данная информация используется инвесторами, надзорными органами и другими подобными организациями. Здание с более высоким рейтингом привлекает больше арендаторов, чем соседние несертифицированные здания или здания с низким рейтингом. Высокий рейтинг также повышает инвестиционную ценность здания.

Одной классификационной системы, превосходящей все остальные, не существует. В Финляндии в настоящий момент используются одна финская система – PromisE – и две международные. Американская система LEED и европейская BREEAM довольно похожи друг на друга и фокусируются на схожих задачах. Количество сертифицированных зданий по всему миру уже исчисляется сотнями тысяч.

Европейский Союз финансирует ряд проектов экологической сертификации. Это такие проекты как Green Public Procurement (Государственные закупки с учетом экологических требований), Open House (Открытый дом) и Super Buildings (Суперздания). Green Public Procurement фокусируется на проектах, связанных с государственными закупками и обустройством служебных помещений государственных организаций.

Помимо того что Финляндия является страной с широким применением систем экологической классификации, у нас есть и другие инструменты, позволяющие оценивать воздействие различных аспектов на внутреннюю среду зданий, такие как энергетический сертификат зданий (паспорт зданий), классификация микроклимата и сертификаты условий для жилищных кооперативов.

#### **LEED**

В системе сертификации LEED (Лидерство в энергетическом и экологическом проектировании) проект строительства оценивается с использованием следующих шести критерии: место экологического строительства, эффективность использования воды, энергия и атмосфера, материалы и ресурсы, качество микроклимата и инновации в проекте. Высший уровень классификации, платиновый, требует получения 80 пунктов и более, золотой – 60, серебряный – 50, и минимум 40 пунктов нужно получить для уровня «сертифицированный».

#### **BREEAM**

BREEAM (Метод оценки состояния среды от исследовательского института по строительству) контролирует проект здания, строительство и эксплуатацию. Оно оценивает, например, воздействия на среду, связанные с управлением, использованием энергии и воды, материалами, использованием земли и транспортом. Каждый раздел оценивается в баллах, и на их основе формируется рейтинг здания. Уже существующие здания также могут быть оценены. Система BREEAM сертифицирует офисные, торговые и промышленные здания, но может быть применена и для оценки зданий других типов.

Установки уровня Superior								
• HP Aqua	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления	Отопление с помощью воздушного теплового насоса	Охлаждение с помощью воздушного теплового насоса	Нагрев воды	Осушение	EnergyBUS
Установки уровня Premium								
• HP eAir • MDX	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления	Отопление с помощью воздушного теплового насоса	Охлаждение с помощью воздушного теплового насоса			
Установки уровня Dynamic								
• MDE-CG • MDW-CG	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления	Нагрев приточного воздуха	Охлаждение приточного воздуха			
Установки уровня Classic								
• MDE • MDW • eco ECE	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления	Нагрев приточного воздуха				
Установки уровня Standard								
• MD • eco EC	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления					

### PromisE

Финская система **PromisE** – пример национальной системы классификации. В этой практичной и простой для понимания системе при разработке учитываются местные условия и потребности. Основная идея системы – оценить ключевые воздействия на внутреннюю среду здания с использованием простых и надежных показателей. Результаты подсчитываются, и здание получает рейтинг по шкале от А до Е, определяющий характеристики среды здания. Система классификации среды может потребовать затрат времени, но она станет хорошим инструментом для проектирования высококачественного микроклимата. В проектах, требующих наибольшего внимания, проектная работа выполняется командой при содействии консультанта, знакомого с требованиями системы классификации среды.

Системы экологической сертификации требуют, чтобы все элементы строительства оценивались на стадии проектирования. Достижение желаемого класса или рейтинга может потребовать тщательных исследований различных комбинаций конструктивных и коммуникационных решений, в связи с чем проектировщику необходимо знание выбранной классификационной системы и ее требований. Проектировщики и поставщики вентиляционных систем охлаждения должны знать требования, установленные выбранной системой классификации для вентиляционных систем охлаждения и их компонентов. Требования выбранной системы классификации могут быть выполнены с помощью ряда различных решений. В этом смысле проектировщику предоставляются все возможности для творчества.

## 4.6 Решения Enervent для потребностей вентиляции

Общеизвестно, что довольно трудно представлять клиентам различные вентиляционные решения, используя названия моделей, зачастую содержащих загадочные комбинации букв и цифр. Вентиляционные решения Enervent разделяются на вполне понятные группы на основе их характеристик. После оценки потребностей и пожеланий можно легко выбрать подходящую систему.

Факторы, которые следует принять во внимание, включают содержание в воздухе помещения углекислого газа, контроль влажности, уровень шума, уровень инфильтрации приточного воздуха, управление системой, мощность охлаждения/кондиционирования воздуха, горячее водоснабжение и т. д. Существуют проектные решения пяти уровней, от стандартного уровня (Standard) до сверхкомфортного уровня (Superior).

Даже базовый уровень механической вентиляции включает следующие свойства и системы: вентиляционная система, обеспечивающая достаточный приток свежего воздуха, теплоутилизатор, который повышает энергoeffективность как самой системы, так и здания в целом, и система управления. Чем выше уровень выбранного проектного решения, тем больше возможностей управления микроклиматом включает система.

### 4.6.1 Уровень Standard

Решение уровня Standard обеспечивает свежий воздух, теплоутилизацию и системы управления. Варианты Enervent: **MD и eco EC**.

### 4.6.2 Уровень Classic

Уровень Classic также включает нагрев приточного воздуха. Эта функция очень важна в северном климате, так как она значительно повышает уровень комфорта, устраняя сквозняки. Не следует бояться потери энергии, поскольку данная функция включается только при необходимости. Варианты Enervent: **MDE, MDW и eco ECE**.

#### 4.6.3

#### **Уровень Dynamic**

Вентиляционная система уровня Dynamic включает охлаждение приточного воздуха с помощью теплоносителя из системы циркуляции земляного (geo) контура. Это повышает уровень комфорта, особенно летом, однако охлаждение часто требуется и ранней весной, когда все вокруг начинает нагреваться. В воздухонепроницаемых энергопассивных домах на солнечных и открытых участках с высокими теплопритоками потребность в охлаждении приточного воздуха может возникнуть и в марте. *Варианты Enervent: MDE-CG и MDW-CG.*

#### 4.6.4

#### **Уровень Premium**

Если в вентиляционной системе имеется тепловой насос, использующий теплоту воздуха, система получает возможность как для охлаждения, так и для нагрева воздуха. В моделях HP eAir воздушный тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха, встроен в вентиляционную установку. Модели MDX оснащаются отдельным наружным блоком. Нагретый/охлажденный воздух равномерно распределяется по зданию с помощью воздуховодов. *Варианты Enervent: HP eAir и MDX.*

#### 4.6.5

#### **Уровень Superior**

Решения уровня Superior включают все свойства уровня Premium, а также позволяют сохранять тепло в энергохранилище, чтобы затем нагревать приточный воздух, а также поставлять горячую воду в систему отопления. *Варианты Enervent: HP Aqua.*

#### 4.7

#### **EnergyBUS**

В энергоэффективном здании полученная и использованная энергия рекуперируется и максимально эффективно используется повторно, независимо от того, была она получена бесплатно или куплена. Бесплатная энергия включает, например, солнечное излучение и тепловую энергию, полученную в процессе использования здания людьми, домашними питомцами и оборудованием. Эта бесплатная энергия добавляется к теплопритокам, а в прошлом она выбрасывалась наружу как использованное тепло.

На данный момент энергия, выпущенная впустую со сточными водами, все еще является выброшенной энергией, но с помощью EnergyBUS можно восстановить и повторно использовать наиболее эффективным и экономичным для здания способом всю остальную тепловую энергию и энергию охлаждения.

Теплопритоки и потребность в отоплении не обязательно распределяются в помещениях равномерно. Например, потребность в отоплении высока в ночное время в зимний период, а избыточное тепло создается в офисных помещениях вечером, в частности, когда все сотрудники находятся на рабочих местах, а все компьютеры и другое оборудование включены. Одной стороне здания может

требоваться больше тепла, а в другой может образоваться его избыток. Энергия приобретается для одной стороны и выбрасывается на другой.

Рассмотрим, например, обычный индивидуальный дом. В нагретой сауне может образоваться избыточное тепло, а в спальне в дальнем конце дома может потребоваться отопление. В промышленном здании может работать оборудование, вырабатывающее так много тепла, что требуется охлаждение, тогда как сотрудникам в офисных помещениях холодно.

EnergyBus от Ensto Enervent позволяет переместить избыточную энергию туда, где она нужна. Сначала используются теплоизбытки здания, а потом энергия приобретается извне, только если она действительно нужна.

EnergyBUS передает восстановленную энергию туда, где она нужна, в нужное время. Восстановленная тепловая энергия (и энергия холода) хранятся в энергохранилище, откуда она при необходимости может быть извлечена для отопления или охлаждения здания посредством вентиляции. Энергию можно также использовать для водяной системы отопления или для бытового горячего водоснабжения. Восстановленная энергия автоматически передается туда, где она нужна, или сохраняется в энергохранилище для последующего использования.

#### 4.8

#### **Комплексное вентиляционное решение с EnergyBUS**

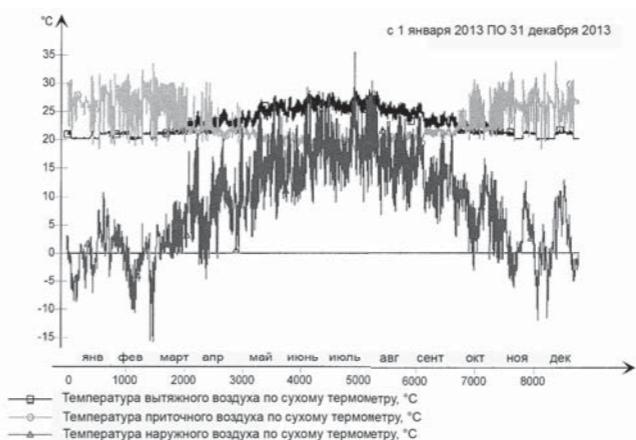
При использовании EnergyBUS одна система может одновременно контролировать теплопритоки и потребление энергии. Например, устройство циркуляции воздуха Enervent Pallas HP Aqua разработано для управления микроклиматом, теплоутилизацией, производством горячей воды и водяным охлаждением. Это устройство осуществило мечту множества проектировщиков и строителей о всеобъемлющем простом и надежном решении.

EnergyBUS можно установить в здании любого размера. В главе 13 в качестве примеров приводятся промышленное (новое) здание, продуктовый магазин (реконструкция) и новый индивидуальный дом. Гибкая система может быть отрегулирована в соответствии с потребностями. Потребность индивидуального дома в отоплении и охлаждении зависит от энергоэффективности здания, но его потребность в горячей воде выше, чем, скажем, потребность продуктового магазина.

Потребность жилых домов в осушении воздуха и охлаждении продолжает возрастать. В требованиях энергоэффективности к продуктовым магазинам утверждается, что существующее холодильное оборудование должно быть оснащено холодильными витринами с дверцами, в результате чего относительная влажность воздуха помещения становится очень высокой, особенно летом. Открытое холодильное оборудование помогало осушать воздух помещения, однако если оборудование оснащено дверцами, осушение воздуха осуществляется только вентиляционной системой.

Многие промышленные устройства создают влажность и при нормальной работе.

Потребность энергоэффективных зданий в охлаждении может быть снижена с помощью архитектурных и конструкционных (пассивных) решений, но также и

**Температура, обеспечиваемая вентиляционной установкой****Отчет об энергосбережении для раздела «вентиляционная установка»****кВт·ч**

Месяц	Кол-во тепла	Кол-во холода	Кол-во возвращенного тепла	Кол-во возвращенного холода	Вентиляторы
1	1017,0	0,0	2018,0	0,0	123,8
2	919,6	0,0	1881,0	0,0	111,7
3	719,4	0,0	1810,0	0,0	124,2
4	174,3	0,7	1285,0	0,0	121,0
5	30,3	80,5	773,7	0,1	126,0
6	0,0	172,6	383,4	0,6	122,6
7	0,0	376,0	208,8	7,6	127,0
8	0,0	286,9	313,6	3,0	126,8
9	12,4	36,5	721,9	0,1	122,0
10	301,4	0,6	1288,0	0,0	125,1
11	815,4	0,0	1697,0	0,0	120,3
12	935,7	0,0	1887,0	0,0	124,0
<b>Итого</b>	<b>4925,5</b>	<b>953,8</b>	<b>14267,4</b>	<b>11,5</b>	<b>1474,5</b>

посредством обеспечения правильного баланса влажности в воздухе помещения. Чем больше относительная влажность, тем жарче и дискомфортнее человеку. При поддержании влажности воздуха помещения на оптимальном уровне температура в помещении может быть на несколько градусов выше, и это не вызовет ощущения дискомфорта. Контроль влажности воздуха также помогает обеспечить сохранность отделочных материалов и мебели и нормальную работу домашних приборов.

**4.8.1****Пример: многоквартирный дом**

Хорошим примером использования EnergyBUS в вентиляции, отоплении и охлаждении является многоквартирный дом с продуктовым магазином на первом этаже.

Обычно вентиляционная система и холодильное оборудование для магазина проектируются и монтируются отдельно от систем, необходимых для квартир над магазином. Здание может быть подключено к центральной сети отопления, а стоимость расходов на отопление делится между теми, кто занимает здание, пропорционально занимаемой площади.

Если системы для этого здания проектируются и внедряются максимально энергоэффективно и экологически безвредно, можно добиться идеального качества микроклимата во всех помещениях наиболее энергоэффективным, экономичным и экологически безвредным способом с наименьшими возможными выбросами в атмосферу.

Потребность разных помещений в отоплении, охлаждении и осушении воздуха бывает разной даже в течение одного и того же времени года. На солнечной стороне может понадобиться охлаждение ранней весной, тогда как на теневой стороне здания еще далеко до окончания отопительного сезона. Потребность в охлаждении и осушении воздуха в магазине резко возрастает летом. Если восстановленная тепловая энергия и энергия охлаждения собирается в энергохранилища, ее можно использовать для удовлетворения разнообразных потребностей отдельных помещений одного и того же здания: для охлаждения, отопления или бытового водоснабжения. См. стр. 120.

**4.8.2****Устройство циркуляции воздуха Ensto Enervent Pallas HP Aqua**

Устройство циркуляции воздуха Ensto Enervent Pallas HP Aqua – это наиболее совершенное и многоцелевое устройство от компании Ensto Enervent для вентиляции, теплоизоляции, управления, отопления, охлаждения и осушения воздуха в здании и для бытового водоснабжения горячей и холодной водой. Это вентиляционная установка, оборудованная встроенным тепловым насосом, использующим тепло вытяжного воздуха (расход воздуха 720... 2520 м<sup>3</sup>/ч, 300 Па). Это многофункциональное устройство: оно не требует отдельных внутренних и наружных блоков или отдельного холодильного оборудования. Всей системой управляет контроллер Enervent MD.

При охлаждении здания в жаркие летние дни энергия обычно расходуется на работу тепловых насосов, а устройство циркуляции воздуха Enervent Pallas HP Aqua использует эту энергию для бытового горячего водоснабжения и / или охлаждения воздуха помещения, поскольку она может обеспечить свои энергохранилища как горячей, так и холодной водой. Сохраненная энергия может быть использована, например, для отопления и охлаждения помещений по мере необходимости либо с помощью водяной системы распределения, либо с помощью циркуляционного воздуха.

Функция рециркуляции воздуха пропускает воздух через воздухонагреватель, если требуется отопление, а вентиляция не нужна.

Установка, оснащенная функцией рециркуляции, переключается из режима работы в качестве устройства циркуляции воздуха в режим работы обычной вентиляционной установки с помощью датчика CO<sub>2</sub>, если установленное для датчика пороговое значение превышено; то есть если люди входят в помещение. Влажность воздуха контролируется с помощью значения абсолютного содержания влаги в приточном воздухе (г/кг). Дополнительный нагрев (чтобы избежать холодного сквозняка) выполняется с использованием тепла, которое сама установка передала в энергохранилище.

Отличная годовая эффективность теплоизоляции установки достигается совмещением эффективной теплоизоляции и теплового насоса. Годовая эффективность теплоизоляции установок этой серии изделий может превышать 90 %, если установка оборудована роторным рекуператором, или быть на уровне 45... 65%, если теплоизоляция выполняется гликоловым рекуператором.

Установка циркуляции воздуха Enervent Pallas HP Aqua может использоваться как дополнительная система отопления, а в некоторых случаях и как главный источник тепла, особенно в домах с низким и нулевым потреблением энергии (в пассивных домах). Такое решение особенно подходит для объектов, где наружные блоки теплового насоса нельзя устанавливать на фасадах.

Установка циркуляции воздуха Enervent Pallas HP Aqua соответствует требованиям Директивы Европейского союза от 2001 г. относительно ускоренного развития технологий выработки электрической энергии с использованием источников возобновляемой энергии.

В описанном выше примере с многоквартирным зданием система включает два энергохранилища и устройство циркуляции воздуха Enervent Pallas HP Aqua на каждом этаже.

При проектировании системы с системой циркуляции воздуха Enervent Pallas HP Aqua необходимо выполнить моделирование, чтобы в полной мере использовать ее разнообразные возможности наилучшим возможным способом. Традиционное моделирование зданий и систем охлаждения «вручную» больше не имеет смысла. Для полного контроля необходимо выполнить динамический расчет, проверяющий и моделирующий каждый момент пользования зданием. Моделирование, например, можно использовать для проверки поведения охлаждения, EnergyBUS, энергохранилища и энергетического баланса здания при разных внешних и внутренних условиях. Методика для добавления системы циркуляции воздуха Enervent Pallas HP Aqua в популярную программу моделирования IDA-ICE находится в разработке.

*Чтобы спроектировать высококачественный микроклимат помещения простым, функциональным и энергоэффективным способом, сначала проверьте, что можно сделать, используя только вентиляционную систему, и только после этого используйте другие средства!*



# 5

## ЭЛЕМЕНТЫ ХОРОШЕЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

### 5.1

#### **Измерение расхода воздуха**

Обычно проектировщик ОВиК разрабатывает вентиляционную систему здания, применяя значения скорости подачи воздуха, указанные для каждого отдельного помещения в Разделе D2 Национальных строительных норм Финляндии. Часто расчетная интенсивность вентиляции определяется скоростью потока наружного воздуха, однако в небольших домах скорость потока вытяжного воздуха, особая для каждого помещения, может стать решающей. Расчетные скорости потоков воздуха указаны на вентиляционных чертежах.

Если скорости подачи вентиляционного воздуха для индивидуальных домов рассчитываются в соответствии с ориентировочными значениями скоростей нефорсированных потоков воздуха в период заполнения здания, указанными в Разделе D2, в результате средняя скорость потока воздуха составляет около  $0,5 \text{ л/с} / \text{м}^2$ . Средняя скорость потока воздуха слегка варьируется в зависимости от размеров и типа здания. Тем не менее, такая скорость потока воздуха соответствует только удовлетворительному уровню качества микроклимата при нормальном использовании. Базовый уровень, указанный в Разделе D2, удовлетворяет только примерно 60 % требований к хорошему качеству микроклимата. Требования из раздела D2 устарели по отношению к новым энергоэффективным зданиям.

#### **Старые нормы более не действительны**

За последнее десятилетие важность вентиляции осознали, например, те, кто занимается коммерческим строительством и промышленными процессами. Однако данный прогресс не коснулся сектора жилых зданий. Это объясняется новейшей историей: прорыв в области механической приточно-вытяжной вентиляции произошел только в 2000-е годы, а для индивидуальных домов – в 1990-е.

Первое полное руководство по проектированию ОВиК и расчету скорости потока воздуха на финском языке было опубликовано еще в 1959. В руководстве под названием «Lampo- ja vesijohto sekä tuuletustekniikan kasikirja» («Руководство по отоплению, водоснабжению и вентиляции»), европейская единица измерения  $\text{м}^3/\text{ч}$  использовалась в качестве единицы измерения скорости потока воздуха; единица измерения «л/с» была принята позже. Интересной деталью является то, что скорости потока воздуха, рекомендованные в руководстве для жилых зданий, были выше, чем соответствующие значения из Раздела D2, опубликованного в 2003г. Например, скорость потока воздуха для ванной комнаты была на 12 % выше, чем современное минимальное значение.

100 или даже 50 лет назад использование воды в помещениях полностью отличалось от текущего использования. Расточительное использование воды не являлось проблемой в домах без канализации, но сейчас ситуация изменилась. В прошлом сауны располагались в дворовых постройках. Сегодня в доме могут располагаться собственные СПА с парилкой и гидромассажной ванной.

Домашние СПА просто привносят в нашу повседневную жизнь немного роскоши, однако их необходимо учитывать при проектировании вентиляции. К сожалению, довольно часто при проектировании не учитывается даже возможность установки

второй душевой точки. В худшем случае используется значение скорости потока воздуха, указанное в Разделе D2 – 15 л/с. В качестве эмпирического правила мы рекомендуем скорость потока 15 л/с на одну душевую точку, а если помещение оборудовано ванной, минимальная скорость потока воздуха должна составлять 30 л/с.

Всего лишь несколько лет назад, когда механическая вытяжная вентиляция была основным видом вентиляционных систем, работа проектировщика начиналась с определения скорости потока вытяжного воздуха. Такая практика продолжилась и эту же формулу стали использовать для проектирования приточно-вытяжных вентиляционных систем. Поэтому скорость потока приточного воздуха составляла 90 % от скорости потока вытяжного воздуха ( $0,9 \times$  скорость потока вытяжного воздуха). Несомненно, лучшим способом начать проектные работы является оценка потребностей и определение желаемого уровня качества и скорости потока приточного воздуха, необходимой для достижения такого уровня. Также необходимо отметить, что в чрезвычайно воздухонепроницаемых домах соотношение между скоростями потоков приточного и вытяжного воздуха не может быть равно 0,9. В таком случае давление в доме будет слишком низким. По норме, используемой сегодня в строительстве, скорость потока приточного воздуха должна составлять 95... 97% от скорости потока вытяжного воздуха.

#### **Лучше удвоить**

В соответствии с Разделом D2 скорость воздухообмена составляет  $0,5 \text{ л/с} / \text{м}^2$ . Для базовой вентиляции мы рекомендуем использовать более высокую скорость –  $0,6...1,0 \text{ л/с} / \text{м}^2$ . В домах меньшего размера скорость может быть ближе к значению 1,0, а более крупных домах – ближе к 0,6. Необходима также возможность форсирования, чтобы скорость могла достигать  $0,9...1,2 \text{ л/с} / \text{м}^2$ .

Например, в доме площадью  $100 \text{ м}^2$  с четырьмя спальнями скорость воздухообмена должна быть ближе к  $1,0 \text{ л/с} / \text{м}^2$ , тогда как скорость воздухообмена  $0,6 \text{ л/с} / \text{м}^2$  подходит для дома базового уровня площадью  $200 \text{ м}^2$  и пятью спальнями.

Человек, живущий в старом доме, мог за долгие годы привыкнуть к спретому воздуху в спальне. Однако стандартное требование для спальни 6 л/с/чел. недостаточно. Скорость потока воздуха нужно увеличить вдвое. Минимальная скорость потока приточного воздуха, даже для маленькой спальни, составляет 8 л/с. Требование к скорости потока воздуха еще увеличивается при наличии осушения, охлаждения и отопления.

Скорость потока свежего воздуха обычно рассчитывается по предполагаемому количеству людей, находящихся в каждом помещении, или по площади поверхности. Количество подушек на архитектурных чертежах нельзя считать надежным показателем, поскольку количество людей, находящихся в помещении, может изменяться как в большую, так и в меньшую сторону. При необходимости форсирования его минимальный объем должен составлять +30 %, но оптимальнее будет просто увеличить скорость вдвое.

Таким образом, проект должен предусмотреть соответствие максимальным требованиям. Эксперты рекомендуют проектировать для индивидуальных домов вентиляционные системы, размеры которых соответствуют скорости потока воздуха

## Эффективность воздухообмена

**Эффективность воздухообмена** – это соотношение между наименьшим возможным средним временем нахождения воздуха в помещении и средним временем нахождения воздуха в помещении при одинаковом потоке воздуха.

**Среднее время нахождения воздуха в помещении** – это время прохождения воздуха от воздухораспределителя до точки мониторинга. В системах со смешанным потоком эффективность составляет 50 %, если приточный воздух и воздух помещения полностью смещиваются.

в 1,5–2 раза превышающей расчетную скорость, чтобы предусмотреть достаточное форсирование. Если размеры вентиляционной системы рассчитаны для слишком низкой скорости потока воздуха, система будет шумной и будет потреблять много электроэнергии во время форсирования. Систему можно адаптировать к изменяющимся условиям с помощью оптимизированного управления.

Для меньшего помещения требуется меньший объем воздуха. Тем не менее, необходимо отметить, что квартира-студия выполняет те же функции, повышающие теплопритоки и влажность, что и большое помещение. Для меньшего помещения нужна система большего размера, поскольку скорость потока вытяжного воздуха определяется по ванной комнате/влажным помещениям. В таком случае необходимо достичь правильного соотношения скоростей потоков приточного и вытяжного воздуха.

Скорость потока воздуха в периоды, когда помещение не занято, не могут быть ниже 60% от скорости потока в период, когда помещение занято.

После расчета скорости потока воздуха для каждого помещения проектировщик ОВИК должен убедиться, что потоки достаточно сбалансированы, и что давление внутри немного ниже, чем давление снаружи.

## 5.2

### Выбор метода распределения воздуха

Задачей вентиляционного воздуховода является подача свежего воздуха в нужные помещения и забор вытяжного воздуха в устройство теплоутилизации, а затем выброс отработанного воздуха наружу. При любых условиях воздуховод должен выполнять эту задачу бесшумно, энергоэффективно и предоставлять возможность для изменения объема и скорости подачи воздуха.

Выбранный метод распределения воздуха сильно влияет на эффективность вентиляционной системы. Смешанный поток является наиболее частым методом распределения воздуха (другие методы распределения включают замещение, зонирование и вытеснение). Он базируется на высокоскоростном потоке приточного воздуха, который захватывает воздух помещения, в результате чего воздух эффективно смещивается. Загрязнения удаляются из воздуха помещения, и качество воздуха помещения становится относительно одинаковым по всему помещению. Смешанный поток также хорошо работает при охлаждении воздуха помещения.

Если вентиляционная система спроектирована в соответствии с применимыми нормами, свежий приточный воздух доставляется в жилые помещения, а использованный воздух вытягивается через ванную комнату и другие технические помещения.

Обычно переточные решетки (устройства) нужны для прохода воздуха из жилых помещений в коридоры и далее в помещения, из которых воздух вытягивается наружу. Расчетная разность давлений переточных устройств должна быть столь низкой, чтобы она не могла сильно повлиять на поток воздуха и уровень давления в помещении.

## 5.3

### Воздуховоды и расчет размеров сечений

«При расчете сечений каналов воздуховодов в соответствии с нормативами необходимо учесть увеличение расхода воздуха в период, когда в помещении находятся люди». Национальные строительные нормы Финляндии, Раздел D2, Приложение 1

Воздуховоды проектируются так, чтобы добиться наилучшей функциональности. Кроме того, воздуховоды должны быть недорогими, а их установка должна быть простой и насколько возможно рентабельной.

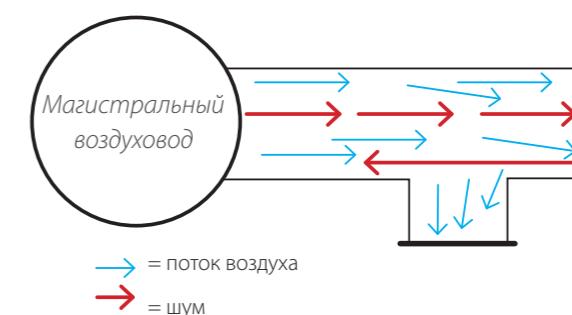
Скорость нефорсированных потоков воздуха в воздуховоде в период, когда в помещении есть люди, составляет 1... 2 м/с. Скорость потока воздуха не должна превышать 3 м/с в магистральных воздуховодах, выходящих из вентиляционной установки.

Выбор материала зависит в большей степени от вашего вкуса, хотя самыми популярными остаются все же воздуховоды из стали. Предпочтения выбранного вами подрядчика могут в данном случае стать решающим фактором.

В любом случае на выбор размеров воздуховода не должны влиять ничьи предпочтения, поскольку размеры имеют важнейшее значение для работы и энергоэффективности системы и уровня комфорта.

В дополнение к стоимости воздуховодов при выборе наиболее экономичного решения необходимо учитывать затраты на электроэнергию для вентиляторов и системы управления. Воздуховод большего размера стоит дороже, но вентилятор потребляет меньше электроэнергии. С другой стороны, воздуховод позволяет осуществлять охлаждение и осушение воздуха посредством вентиляции. Скорость потока воздуха также будет ниже в крупноразмерных воздуховодах, что помогает избежать раздражающего шума. Уровень шума – это то, что совершенно необходимо обсудить с заказчиком. Чуть спящие люди страдают от любого шума в спальне. Согласно Разделу D2, максимальный уровень шума в жилых помещениях составляет 28 дБ.

При проектировании и конструировании воздуховодов необходимо соблюдать требования к уровню шума. Для снижения уровня шума в воздухораспределителях рекомендуется использовать Т-образные соединения.



Вытяжной воздух нужно выводить из помещения так, чтобы влага не попадала в конструкции, и так, чтобы при вытяжке не появлялось неприятного запаха. Если воздух вытягивается на крышу, он не должен вызывать таяния снега зимой.

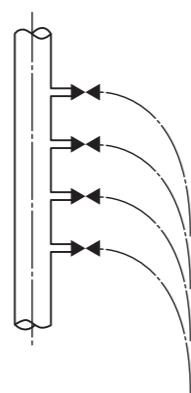
Для проектирования и определения размеров рекомендуется использовать программное обеспечение. Важно, чтобы введенные в программу значения были корректными. Следуя некоторым правилам, приведенным ниже, можно добиться хороших результатов при проектировании воздуховодов:

- » Потери давления/потери на трение должны быть ниже 1 Па/м.
- » Воздуховод должен быть максимально простым (прямым) и симметричным для минимизации потерь давления (для работы в режиме саморегуляции).
- » Магистральные воздуховоды должны быть максимально большими (они работают как воздушные коллекторы и обеспечивают некоторый резерв).
- » Воздухораспределительное устройство должно иметь возможность регулировки.

В таблице ниже представлены значения скорости потока воздуха и размеры воздуховодов, обеспечивающие бесшумную работу вентиляции и хорошую удельную мощность вентиляции (SPF).

Размер воздуховода, Ø мм	Макс. $q_v$ , л/с для жилых помещений	Макс. $q_v$ , л/с для офисных помещений, магазинов
100	25 (в жилых помещениях часто 125)	35
125	40	60
160	65	100
200	120	180

Магистральный воздуховод должен иметь尽可能 большие размеры и работать коллектором.



Любая сеть отопления, водопровода и вентиляции должна иметь такие размеры, чтобы линия была большого размера, а вентиль - маленького. Таким образом, только этот вентиль (независимо от положения других вентилей) определяет скорость потока в каждом месте.

Зонирование на противопожарные отсеки – это очень важная тема. Гараж, прилегающий к дому, является отдельным противопожарным отсеком по отношению к жилой зоне. Многоквартирные дома разделены на дюжины противопожарных отсеков, поскольку каждая квартира является отдельным противопожарным отсеком. Поэтому мы рекомендуем проектировать собственную систему вентиляции для различных частей здания, поскольку это лучший способ обеспечить эффективное зонирование на противопожарные отсеки. При таком способе не нужны дорогие и требующие технического обслуживания противопожарные клапана. Изоляция также при таком способе выполняется проще. Если помещения и секции оснащаются собственными устройствами и воздуховодами, это улучшает управляемость системы в целом.

### 5.3.1

#### Тихо, как мышка – бесзвуковая вентиляция

При правильном выборе значений расхода воздуха и эффективном контроле уровня шума можно спроектировать практически бесшумную вентиляционную систему.

Как показывает опыт, уровень шума, который беспокоит жильцов, часто ниже, чем уровень шума, разрешенный в Разделе D2. Поэтому на этапе проектирования особое внимание нужно уделить контролю уровня шума. При кратности воздухообмена 0,5 вентиляционная система работает тише, чем шумовой фон.

Там, где это возможно, для контроля уровня шума рекомендуется использовать шумоглушители. При проектировании канальных шумоглушителей в приточных и вытяжных воздуховодах для их установки должно быть зарезервировано пространство.

В отношении контроля шума оптимальным местом для вентиляционной установки и глушителя является подсобное помещение, где шум, проходящий через оболочку вентиляционной установки и глушитель, не беспокоит жителей. Такое место расположения также обеспечивает легкий доступ для технического обслуживания. В индивидуальных домах вентиляционную систему можно установить, например, в помещении для стирки. В любом случае стоит избегать установки вентиляционного устройства на стене, смежной со спальней. При установке вентиляционного устройства в помещении для стирки необходимо учесть риск конденсации и обеспечить пароизоляцию, изоляцию и предусмотреть отвод конденсата.

Необходимо также учитывать распространение шума. Если вентиляционная установка расположена в помещении для стирки, а приточный воздух спальни передается в помещение для стирки через дверную переточную решетку и удаляется через вытяжной воздуховод, шум может беспокоить людей, спящих в спальне. Поскольку согласно Разделу C1 Национальных строительных норм Финляндии при таком применении требуется использование звукоизолированной двери, спальни должны оснащаться как приточными, так и вытяжными вентиляционными каналами. (Уровни шума во внутренних помещениях также зависят от иного оборудования и инженерных коммуникаций.)



Для вентиляционных установок Enervent Pelican и Pegasos в наличии имеются элегантные модульные глушители шума. Модульные глушители – это быстрый, простой и аккуратный способ позаботиться о контроле шума вентиляционной установки. Подготовленный к монтажу модуль глушителя шума нужно просто поднять на верхнюю часть вентиляционной установки, и работа закончена. Преимущества подготовленного к монтажу модуля включают аккуратную и единообразную отделку, простоту установки и оптимальный контроль шума.

### 5.3.2 Изоляция воздуховодов

**Теплопотери воздуховодов** снижают эффективность рекуперации, таким образом увеличивая потребность в дополнительном отоплении или охлаждении.

Теплопотери воздуховода можно свести к минимуму, правильно выполнив планировку здания и так расположив вентиляционную установку и воздуховод внутри помещения, чтобы длина воздуховода была минимальной и его было легко изолировать. Например, воздуховоды можно устанавливать в холодных помещениях или в мансарде. В этом случае необходимо обеспечить достаточную паро- и теплоизоляцию таких воздуховодов.

Не рекомендуется устанавливать приточные и вытяжные воздуховоды в мансардных помещениях за границами пароизоляции, чтобы предотвратить попадание влаги и рост плесени на воздуховодах.

Приточные и вытяжные воздуховоды лучше устанавливать в теплых помещениях. Их нужно располагать в холодных мансардных помещениях, поскольку такое расположение повышает риск утечек воздуха и конденсата, равно как и вызывает ненужные теплопотери.

Нельзя недооценивать важность тщательной изоляции воздуховодов. Неизолированный или неправильно изолированный воздуховод снижает эффективность всей системы, если во время перемещения воздуха происходят потери генерированной тепловой энергии или энергии охлаждения. В худшем случае отсутствие изоляции трубопровода может привести к повреждению воздуховода и окружающих конструкций влагой, если температура воздуховода вызывает формирование конденсата.

Чтобы предотвратить теплопотери и потери холода, приточные воздуховоды, проходящие по теплым помещениям, должны быть изолированы пароизоляционным материалом, особенно если приточный воздух используется для охлаждения или отопления.

**Изоляцию приточного воздуховода** от вентиляционной установки до воздухораспределительного устройства нужно спроектировать и установить так, чтобы перепад температуры воздуха, проходящего по воздуховоду, составлял не более 1 °C.

**Изоляцию вытяжного воздуховода** от воздухораспределителя до вентиляционной установки нужно спроектировать и установить так, чтобы перепад температуры воздуха, проходящего по воздуховоду, составлял не более 1 °C.

Наружный воздуховод необходимо изолировать. Кроме того, нужно изолировать вытяжной воздуховод, поскольку зимой температура в воздуховоде ниже нуля. Даже если вытяжные воздуховоды проходят по теплым помещениям, температура внутри воздуховода может быть значительно ниже комнатной температуры. В случае любых сомнений воздуховод необходимо изолировать.

Отдельный вытяжной воздуховод из кухни должен иметь огнезащиту.

Возможно, понадобится провести вентиляционные воздуховоды через пароизоляционную оболочку здания. Воздухонепроницаемость мест сквозного прохода воздуховодов необходимо обеспечить с помощью подходящих герметиков, например, чтобы предотвратить попадание влаги в воздух помещения через места протечек в изоляции.

Для теплоизоляции вентиляционных воздуховодов разработано множество сетчатых и пластичных матов, равно как и полусекционных и разборных изоляционных изделий, покрытых многослойным алюминием. Если закрепить такие изделия на воздуховоде лентой, они защитят воздуховод от наружной влаги. В качестве альтернативы можно использовать предварительно изолированные воздуховоды.

На выбор типа изоляции влияет множество причин: от изоляционной способности до цены. Простота установки естественно является важным фактором для изоляции вентиляционных воздуховодов в индивидуальных домах. Однако цена изоляции для среднего индивидуального дома невысока, и это, конечно, не лучший компонент для экономии.

*В частности, в доме, оборудованном воздушным кондиционированием (охлаждением и отоплением посредством вентиляции), тщательная паро- и теплоизоляция является недорогим способом обеспечения бесперебойной работы здания и здорового микроклимата в нем.*

**Термоизоляция воздуховодов круглого сечения**

Диаметр воздуховода $\varnothing$ , мм	Минимальная толщина изоляции, мм *					
	Толщина изоляции, мм, при $\Delta t = 5^\circ\text{C}$					
	5	10	20	30	40	50
63	-	-	20	30	50	50
80	-	-	20	30	50	50
100	-	-	20	50	50	75
125	-	-	20	50	50	75
160	-	-	30	50	50	75
200	-	-	30	50	75	75
250	-	-	30	50	75	100
315	-	-	30	50	100	100
400	-	-	30	50	100	100
500	-	-	50	50	100	100
630	-	-	50	75	100	100
800	-	-	50	75	100	100
1000	-	-	50	75	100	100
1250	-	-	50	100	100	100

**Условия**

Толщина изоляции указана для следующих условий:

- » Скорость потока воздуха в воздуховоде: 1 ... 5 м/с,
- » Максимальная длина воздуховода: 30 м
- » Температура воздуха: +20 °C

**Инструкции**

Огнезащита учитывается отдельно

\*) Значения, указанные в таблице, подходят для ванна с помощью соответствующего коэффициента коррекции (2.3).

**Примечание**

Скорость потока воздуха в окружающем пространстве: 0 м/с Толщина изоляции рассчитывается отдельно для КАЖДОГО случая применения.

**»****Примечание**

При использовании изоляции другого класса (не класса ULTRA), указанная на окончательное решение о толщине изоляции влияют экономические факторы

**»**

Стоимость устройств не учитывается

*Materiale: isover*

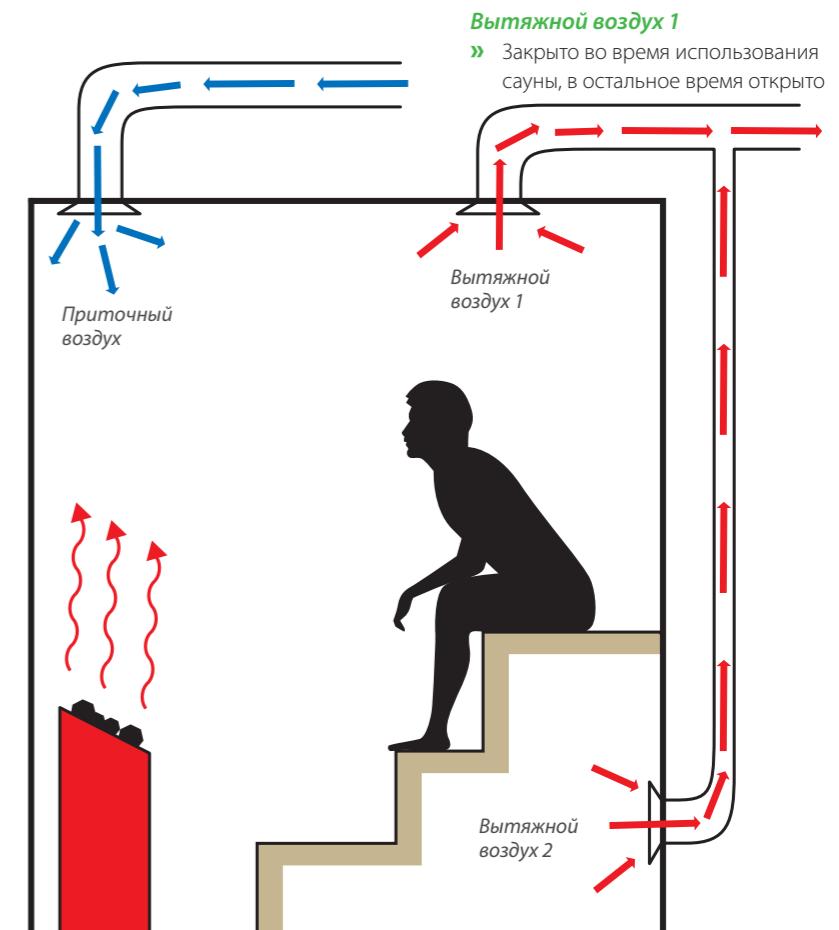
**5.4****Выбор и размещение воздухораспределителей**

Выбор правильного места расположения воздухораспределителей существенно влияет на комфортное проживание и использование помещения.

Расположение воздухораспределителя в центральной секции здания повышает эффективность воздухообмена в помещении. Место расположения и

**Хорошая сауна**

Мы, финны, любим сауны и считаем, что каждый может спроектировать свою собственную сауну, независимо от наличия опыта в проектировании. Из теоретических основ хорошей вентиляции для сауны мы знаем, что вход приточного воздуха должен быть расположен на стене или потолке над печью, а выход вытяжного воздуха – под скамьями.

**Вытяжной воздух 2**

» Открыто во время использования сауны, в остальное время «закрыто» --> вентиляционное отверстие не закрыто, но на практике весь воздух проходит через вентиляционное отверстие Вытяжной воздух 1

направление выдува воздухораспределителей приточного воздуха формирует поле течения в помещении. На поле течения также влияют окна, обогреватели и воздухораспределители вытяжного воздуха. Воздухораспределители, расположенные на стенах хорошо работают как для отопления, так и для охлаждения, они также обеспечивают равномерность потока во всем помещении. Однако дальность струи воздухораспределителя должна быть достаточной, чтобы достигать противоположной стены, обеспечивая эффективное смешивание в режиме отопления. Обдув из коридора может вызвать сквозняк. Можно также использовать воздухораспределители, смонтированные на потолке.

Требуемый расход воздуха влияет как на количество, так и на тип воздухораспределителей. Воздухораспределители должны также передавать увеличенные потоки воздуха во время форсирования, не издавая при этом свистящего звука. Рекомендованное давление за воздухораспределителями составляет около 10...20 Па. При больших объемах воздуха необходимо использовать вентиляционные решетки с соответствующей пропускной способностью.

В больших открытых помещениях одного воздухораспределителя может оказаться недостаточно, даже если он расположен идеально. В таком случае для обеспечения оптимального смешивания воздуха необходимо использовать несколько воздухораспределителей.

Выбирать воздухораспределители нужно тщательно. К сожалению, большая часть преимуществ и усовершенствованных характеристик высококачественной вентиляционной системы теряется, если выбраны некачественные воздухораспределители. В данном случае под угрозу поставлен не только комфорт. Если слой теплого приточного воздуха остается в верхней части помещения, не смешиваясь с комнатным воздухом, эффективность воздухообмена сильно снижается. В результате ухудшается энергоэффективность всей системы, что увеличивает соответствующие расходы.

Хороший воздухораспределитель, подходящий для обсуждаемого применения, обладающий необходимой скоростью смешивания и схемой выброса воздушной струи, легко регулируется и очищается, а также работает бесшумно. Достаточный перепад давления обеспечивает хорошую скорость смешивания. Правильно подобранная для определенного помещения схема выброса/рассеивания воздушной струи не дает теплому воздуху оставаться под потолком, а холодному воздуху опускаться слишком быстро на людей, находящихся в помещении.

Регулируемый воздухораспределитель, разработанный для воздушного отопления и просторных помещений, стоит немного дороже, чем традиционный шиберный клапан, но зато имеет ряд преимуществ: возможность регулировки, прекрасные технические характеристики, а также изменение схемы рассеивания. Разницей в цене между доступным, но не обладающим достаточными характеристиками воздухораспределителем и распределителем, обеспечивающим наилучшие результаты, обычно можно пренебречь, учитывая общую стоимость системы.

Уровень шума, издаваемого воздухораспределителем, является очень важным фактором, особенно для спален и других жилых помещений.

Дизайн воздухораспределителей также имеет значение. С точки зрения дизайна интерьеров только в последние несколько лет внимание обратилось к внешнему виду оборудования ОВиК. Теперь в продаже имеются воздухораспределители, хорошо подходящие как к антикварной мебели, так и к минималистическим интерьерам.

При выборе воздухораспределителя также необходимо учесть простоту его монтажа и обслуживания.

## 5.5.

### **Камины, кухни и встроенные пылесосы**

Воздух также уходит из помещения через дымоходы каминов и кухонные вытяжки. Ушедший из помещения воздух необходимо заменить. В прошлом компенсационный воздух для вытяжной вентиляции и воздух сгорания для каминов проникал через щели в воздухопроницаемой оболочке здания, что не вызывало значительных перепадов давления. В современных зданиях, спроектированных воздухонепроницаемыми, такое невозможно. Перепады давления станут слишком большими. В камине будет трудно развести огонь, а дым будет попадать в помещение.

Поэтому необходимо отдельно спроектировать поступление компенсационного воздуха и воздуха сгорания. Компетентный проектировщик ОВиК может с этим справиться. Труднее ему будет догадаться о том, что это необходимо.

Вентиляционная установка может поставлять достаточное количество компенсационного воздуха в течение короткого времени; пока разводится огонь в камине, используется кухонная вытяжка или встроенный пылесос. Однако компенсационный воздух не может подаваться через вентиляционную установку в течение долгого времени, поскольку это повышает риск поступления приточного воздуха низкой температуры.

Чтобы контролировать перепад давления оболочки энергоэффективного и воздухонепроницаемого индивидуального дома, требуется механическая подача компенсационного воздуха для отдельных потоков вытяжного воздуха. Это обеспечивает достаточный постоянный баланс воздушных потоков. Решения, основанные на отдельной подаче компенсационного воздуха, могут слегка снизить перепад давления оболочки, но фильтрация и предварительный нагрев приточного воздуха, забираемого снаружи, может быть затруднительна. Система компенсационного воздуха должна быть спроектирована в соответствии со скоростью потоков вытяжного воздуха, причем она должна позволять герметичное закрывание или открываться автоматически. Подача компенсационного воздуха не должна ухудшать звукоизоляционные характеристики оболочки здания.

Система подачи компенсационного воздуха должна быть полностью автоматической и не требовать вмешательства пользователя.

### **Бесшумное устранение кухонных запахов без затрат энергии**

Даже в новых энергоэффективных зданиях устранение кухонных запахов почти без исключения выполняется с помощью кухонной вытяжки с вентилятором или с помощью вытяжки, подключенной к крышному вентилятору. Из-за невысокой способности таких вытяжек к устранению запахов скорость потока вытяжного воздуха становится почти такой же высокой, как общая скорость потока воздуха остальной вентиляционной системы в индивидуальном доме. Такие отдельные потоки отработанного воздуха могут создать большой перепад давления в оболочке здания. Скорость потока вытяжного воздуха типовой кухонной вытяжки составляет около 30...80  $\text{dm}^3/\text{с}$ , причем эта скорость может быть выше, если используется вытяжка, подключенная к крышному вентилятору.

Кухонные вытяжки, также как правило, работают очень шумно. Менее шумным решением является вытяжка, подключенная к крышному вентилятору, оснащенному глушителем шума.

Скорость потока вытяжного воздуха, которую вызывает типовой крышный вентилятор, составляет 30... 100 дм<sup>3</sup>/с, но она может быть еще выше. Повышение скорости потока слегка улучшает способность к устранению запахов. Чтобы избежать проблем, связанных с конденсацией, воздуховод можно оснастить заслонкой, а вытяжной вентилятор можно установить в режим пониженной настройки.

#### **Удаление пыли**

Скорость потока вытяжного воздуха, которую создает типовой встроенный пылесос, составляет около 50 дм<sup>3</sup>/с. Наилучшим решением в данном случае было бы доверить управление компенсационным воздухом встроенному пылесосу. Если можно организовать достаточную инфильтрацию вытяжного воздуха встроенного пылесоса, этот воздух можно было бы вернуть в помещение, как это делают обычные пылесосы.

#### **Функциональный камин**

Камины хорошо работают, когда в дымоходе есть тяга и поступает достаточно большое количество воздуха горения. Вентиляционная система здания и отдельные потоки вытяжного воздуха должны быть устроены так, чтобы не препятствовать работе каминов. Воздух или загрязнения из камеры горения камина не должны попадать в воздух помещения, даже если камин остыл. Функция избыточного давления вентиляционной системы помогает обеспечить тягу в дымоходе камина. Функция избыточного давления создает временное (обычно на 15 минут) избыточное давление внутри помещения, обеспечивая наружную тягу в дымоходе.

Воздух горения должен поступать в камин, минуя вентиляционную систему. Это значит, что воздух горения не забирается из помещения. В продаже есть дымовые трубы, специально разработанные для энергоэффективных зданий. Такие трубы подключаются к герметичным каминам и забирают воздух горения снаружи, передавая его непосредственно в камеру горения. Примеры дымовых труб: Rondo Air от Schiedel Savuhormistot и Iki Air от Harma Air.

В полностью воздухонепроницаемых домах нельзя использовать вентиляционные устройства, создающие пониженное давление, если камин топится дровами. Такие устройства включают, например, кухонные вытяжки, вытяжки, подключенные к крышному вентилятору, и встроенные пылесосы.

#### **5.6.**

### **Выбор и место расположения вентиляционной установки**

Вентиляционная установка – это многоцелевая и довольно сложная единица оборудования. Она включает вентиляторы приточного и вытяжного воздуха, теплоизолатор (и холдоизолатор) вытяжного воздуха, воздушные фильтры, возможные дополнительные нагреватели и необходимое автоматическое управление. Установка распределяет воздух по всем помещениям, осуществляя при необходимости отопление и охлаждение и контролируя уровень влажности и содержания углекислого газа в воздухе помещения.

Обычно в индивидуальных домах используется только одна вентиляционная установка, но часто с помощью децентрализованной системы с несколькими вентиляционными установками можно добиться лучших результатов: управляемость вентиляции остается на высоком уровне при разумных размерах воздуховода. Потребности, скажем, двухэтажного дома могут сильно варьироваться: например, сауна может быть расположена на первом этаже, а спальни – на втором.

В коммерческих проектах количество вентиляционных установок определяется по размеру здания/количество этажей, но также на это количество влияют желаемый уровень контроля для разных помещений, желаемый уровень подготовленности к будущим реконструкциям вентиляционных систем и изменениям предполагаемого назначения помещений.

При выборе места расположения вентиляционной установки необходимо учесть уровень шума, возникающий в непосредственной близости от установки. Установку нельзя монтировать на стене из легкого бетона, которая усиливает звук, и на стене, смежной со спальней. Среди подходящих мест для расположения вентиляционной установки можно назвать несущие кирпичные стены помещения для стирки или подсобного помещения. При поиске места расположения вентиляционной установки необходимо помнить о подключениях внешнего источника водоснабжения, электричества и отвода конденсата. Кроме того, необходимо зарезервировать достаточно места вокруг установки, чтобы облегчить ее техническое обслуживание.

**Enervent предлагает вентиляционные решения с нужными вам характеристиками**

Установки уровня Superior								
• HP Aqua	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления	Отопление с помощью воздушного теплового насоса	Охлаждение с помощью воздушного теплового насоса	Нагрев воды	Осушение	EnergyBUS
Установки уровня Premium								
• HP eAir • MDX	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления	Отопление с помощью воздушного теплового насоса	Охлаждение с помощью воздушного теплового насоса			
Установки уровня Dynamic								
Units: • MDE-CG • MDW-CG	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления	Нагрев приточного воздуха	Охлаждение приточного воздуха			
Установки уровня Classic								
• MDE • MDW • eco ECE	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления	Нагрев приточного воздуха				
Установки уровня Standard								
• MD • eco EC	Свежий воздух	Теплоутилизация	Система управления					



## 6 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРЕД- И ПОСТНАГРЕВА

### 6.1 Предварительный нагрев с помощью электричества и воды

Устройство предварительного нагрева нивелирует воздействие очень низких температур в зимний период и предотвращает обмерзание теплообменника при температуре ниже нуля из-за влаги в вытяжном воздухе. Риск обмерзания вентиляционной установки возрастает, если мощность вентилятора недостаточна для удаления нужного количества влаги из помещения. Такое может случиться, если установка работает на самой низкой мощности (кстати, функция форсирования осушки влажности, включенная в систему управления MD, прекрасно предотвращает развитие такого сценария) или если мощность установки недостаточна (например, если установка имеет неправильные размеры или неправильно смонтирована) для такого уровня влажности. Рассмотрим в качестве примера двухквартирный дом с двумя одинаковыми квартирами: в одной квартире, где живет пара пенсионеров, небольшая вентиляционная установка прекрасно выполняет свою работу, тогда как для большой семьи из соседней квартиры требуется скорость потока воздуха, в три раза превышающая скорость потока, необходимую для пары пенсионеров.

- » Необходимый для контроля уровня влажности объем приточного и вытяжного воздуха: 0,6... 1,0 л/с·м<sup>2</sup> (при высоком уровне влажности 1,0 л/с).
- » Содержание влаги в воздухе помещения не должно превышать 7 г на 1 кг воздуха (1 кг воздуха = 1000 литров).
- » Риск обмерзания пластинчатого теплообменника начинается при температуре 0 °C, а риск обмерзания роторного теплообменника – при температуре около -10...-15 °C, в зависимости от содержания влаги в воздухе помещения.

Электрический нагреватель для предварительного нагрева располагается в вентиляционной установке до теплоутилизатора. Вентиляционная установка, оснащенная роторным теплообменником и имеющая правильные размеры, не нуждается в электрическом предварительном прогреве. Правильный выбор типоразмера и параметров установки гарантирует невозможность обмерзания.

Калориферы с теплоносителем также выполняют предварительный нагрев и предварительное охлаждение посредством вентиляции в более старых зданиях, при условии, что здания оборудованы механической приточно-вытяжной вентиляцией и существует возможность использования имеющейся геосистемы циркуляции или установки новой. Более подробную информацию можно найти в главе 8.

### 6.2 Дополнительный нагрев с помощью электричества и воды

Свежий воздух никогда не подразумевает воздух, ощущаемый как холодный, если не стоит задача охладить воздух помещения в жаркий летний день. Чтобы избежать дискомфорта от сквозняка, после осушки влаги часто бывает нужно нагреть приточный воздух до комфортной температуры. Во время отопительного сезона тепло, рекуперированное из вытяжного воздуха, прежде всего, используется для нагрева

## ПРИМЕЧАНИЕ

Водонаполненный калорифер дополнительного нагрева всегда должен быть защищен заслонкой, которая закрывается автоматически при отключении электрической сети.

приточного воздуха. Чем больше остаточного тепла можно использовать для этой цели, тем более энергоэффективной является вентиляционная система и здание в целом.

Если утилизированного тепла недостаточно для прогрева приточного воздуха до желаемой температуры, необходимое дополнительное тепло создается электрическим или водяным нагревателем дополнительного прогрева.

В течение большей части года современные высокоеффективные вентиляционные системы могут нагревать приточный воздух до температуры +17 °C с помощью энергии, восстановленной из вытяжного воздуха. В южной Финляндии в нормальные зимы редко требуется дополнительный нагрев.

С развитием вентиляционных систем (то есть с повышением их эффективности) потребление энергии нагревателями для дополнительного прогрева также снизилось. Несмотря на это функция дополнительного нагрева в вентиляционных системах не предназначена для отопления здания, если вентиляционные системы не должны действовать, как системы воздушного отопления. Значение температуры дополнительного нагрева должно быть на 2–5 градусов ниже, чем комнатная температура, то есть +15... +19 °C.

Выбор наилучшего возможного метода дополнительного нагрева для проекта выполняется на основе нескольких факторов, таких как размер и географическое положение здания, необходимое количество тепла, метод теплораспределения и выбранный источник тепловой энергии.

Электрический нареватель для дополнительного нагрева может располагаться в воздуховоде или может быть интегрирован в вентиляционную систему.

По сравнению с водяными калориферами для дополнительного нагрева электрические нагреватели более дешевы при покупке и установке. Электрические нагреватели также очень надежны. Например, электрический нагреватель не будет поврежден при неисправности электросети или циркуляционного насоса в зимний период.

В южной Финляндии количество дней, когда требуется дополнительный нагрев, невелико. Поэтому электрический нагреватель является хорошим решением, особенно для индивидуальных домов, или когда требуемый выход тепла и скорость потока воздуха малы. Чем севернее расположен дом, тем больше количество дней, когда требуется дополнительный нагрев. Экономическая эффективность водяных калориферов для дополнительного прогрева тем выше, чем больше размер здания или чем больший выход тепла требуется.

В качестве общего эмпирического правила можно принять, что электрические нагреватели – это наилучший выбор для систем, спроектированных для расхода воздуха ниже 720 м<sup>3</sup>/ч. При более высоких скоростях нужно рассмотреть преимущества использования водяных воздухонагревателей.

Водяной воздухонагреватель для дополнительного нагрева может располагаться в воздуховоде или встраиваться в вентиляционную систему. Теплоноситель для калорифера дополнительного нагрева обычно забирается из сети отопления, проходящей под полом, или из радиаторов.

При использовании водяной системы отопления использование водяных калориферов для дополнительного нагрева становится экономически выгодным.

## Правильные значения

Согласно Разделу D5 Национальных строительных норм Финляндии (расчет потребностей в электроэнергии для отопления здания), значение температуры приточного воздуха может быть принято равным +18 °C, если более точная информация отсутствует.

Мы рекомендуем использовать значение +15 °C в качестве установленного значения для температуры дополнительного прогрева приточного воздуха. В вентиляционной установке с эффективной теплоутилизацией температура приточного воздуха редко будет ниже этого значения. Для охлаждения в летний период требуемая температура приточного воздуха должна быть насколько возможно низкой, чтобы обеспечить эффективное использование холода из наружного воздуха в ночное время.

## Уровень энергопотребления (E-value) и дополнительный электрический нагрев

Поскольку энергетический коэффициент электрического отопления для расчета E-value равен 1,7, на значение E-value влияет дополнительный электрический прогрев. Нагреватели для дополнительного нагрева потребляют только небольшое количество энергии при небольших значениях расхода воздуха. Если для соблюдения уровня энергопотребления не требуется иное, для низких скоростей потоков воздуха рекомендуется использовать электрические нагреватели для дополнительного прогрева.

Это особенно справедливо, если в качестве тепловой энергии используется не электричество, а что-то другое. Например, в домах, подключенных к центральному отоплению, оно может использоваться для нагрева приточного воздуха.

Естественным решением является использование водяных калориферов в сочетании с системами воздухо-водяных тепловых насосов, подключенных к геосистеме циркуляции и с гибридными системами энергоэффективных зданий, что позволяет подключение солнечных коллекторов или каминов, совмещенных с котлом водяного отопления. Восстановленная в здании тепловая энергия может храниться в энергохранилище, откуда ее могут забирать системы отопления и бытового водоснабжения здания.

Выбор электрического или водяного нагревателя для дополнительного нагрева всегда должен подтверждаться расчетами, выполненными для конкретного проекта.

Вентиляционная система				
Описание вентиляционной системы	Pandion MDX click			
	Скорости потоков приточного/вытяжного воздуха м <sup>3</sup> /с	Удельная мощность вентиляции системы кВт/м <sup>3</sup> /с	Соотношение температур теплоутилизации	Защита от обмерзания °C
Основное вентиляционное устройство	0,056/0,056	1,65	> 77,0	- 10,00
Отдельные потоки вытяжного воздуха			-	
Вентиляционная система	0,056/0,056	1,65		

Годовая эффективность теплоутилизации вентиляционной системы здания: 77,0%

Система отопления				
Описание системы отопления	Электричество, электрический теплый пол + MDX			
	Производство приточного/вытяжного воздуха	Эффективность распределения и выброса	КПД (1)	Потребление энергии вспомогательными устройствами (2)
Отопление и вентиляция помещения		85 %	2,80	0,50
Производство ГВС	1,00	92 %		0,00

(1) Среднегодовой КПД теплового насоса.

(2) Может быть включено в среднегодовой КПД теплового насоса в системах тепловых насосов.

	Количество, первичные источники энергии	Производство, кВт · ч		
Камин, аккумулирующий тепло	1	2000		
Тепловой насос, использующий теплоту воздуха				



## 6.3

***Enervent MDX – воздушный тепловой насос, интегрированный в систему вентиляции: дополнительный нагрев и охлаждение***

MDX – это тепловой насос, использующий теплоту воздуха, осуществляющий дополнительный нагрев и охлаждение вентиляции. Поскольку насос интегрирован в вентиляционную установку Enervent, он действует как энергоэффективный источник энергии. Система подходит как для новых зданий, так и для проектов реконструкции. Более подробную информацию о решениях MDX можно найти в разделах 8.7.2 и 9.1.

## 6.4

***Enervent CHG: система циркуляции теплоносителя в геотермальном контуре для предварительного нагрева и предварительного охлаждения***

Теплообменник CHG (Cooling/Heating Geo– геотермальное охлаждение/нагрев) – устанавливается в воздуховоде вентиляционной установки. Он подключается либо непосредственно к отдельной геосистеме циркуляции, либо к коллекторной геосистеме циркуляции теплового насоса, использующего геотермальную энергию, через гликоловый теплообменник. В зависимости от использования он может действовать в вентиляционной системе для предварительного охлаждения или предварительного нагрева. Теплообменник CHG помогает экономить энергию, поскольку значительно снижает потребление в вентиляционной системе тепловой и охладительной энергии, используя бесплатную энергию земли. Более подробную информацию о таком решении можно найти в разделах 8.7.1 и 11.



MDX



CHG

## 7

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГАРАНТИРУЮТ КАЧЕСТВО ВОЗДУХА**

Отличием микроклимата среднего качества от микроклимата премиум качества может быть система управления вентиляционной установкой. Система управления автоматически контролирует вентиляционную систему, адаптируя ее к изменяющимся условиям. Она позволяет заранее запрограммировать работу системы и изменять ее при необходимости. В наилучшем случае она позволяет регулировать параметры воздуха помещения в соответствии с личными предпочтениями каждого из его жителей или пользователей. В наше время управление вентиляцией часто включают в систему автоматизации здания. Удаленное управление, например, с помощью смартфона также возможно.

Чем более точного управления микроклиматом с помощью вентиляции мы хотим добиться, тем более сложной будет система управления. Однако это не должно быть заметно пользователем.

Даже самая лучшая система управления не выполняет своей задачи, если клиент не понимает, как ей пользоваться, даже если ему просто не хватает времени разобраться в этом, из-за лихорадочного темпа повседневной жизни. И самое лучшее руководство по эксплуатации не поможет, если пользователь не прочтет его, что часто и случается. Когда система управления слишком сложна и напичкана разными меню, велика вероятность, что потребитель не захочет с ней ознакомиться.

С другой стороны, неважно, насколько сложна сама по себе система управления, если ей так просто пользоваться, что любой – от ребенка до пожилого человека – сможет это сделать.

**Темы для обсуждения**

Очень важно поговорить с жителями о том, чего они ждут от системы управления вентиляцией/воздушным кондиционированием, особенно при проектировании вентиляционной системы для индивидуального дома.

- » Хотят ли они получить полностью автоматическую систему, которую можно просто не замечать?
- » Хотят ли они, чтобы управление вентиляцией было максимально простым и осуществлялось посредством базовых функций?
- » Есть ли среди жителей человек со склонностью к технике, которому нравится экономить, измерять все, что возможно, и записывать результаты?
- » Требуется ли удаленное управление системой, и если да, то каким способом?
- » К какой системе автоматизации здания следует подключить систему управления вентиляцией?

***Простая в использовании многофункциональная система управления повышает стоимость здания при перепродаже.***

Нельзя забывать об обучении пользованию вентиляционной системой, и не следует ожидать, что просмотр инструкции с предполагаемым главным пользователем будет достаточно. Систему управления необходимо обсудить с каждым пользователем, независимо от того, устанавливается ли она в офисе или в частном доме.

7.1

## **Система управления ЕСС**

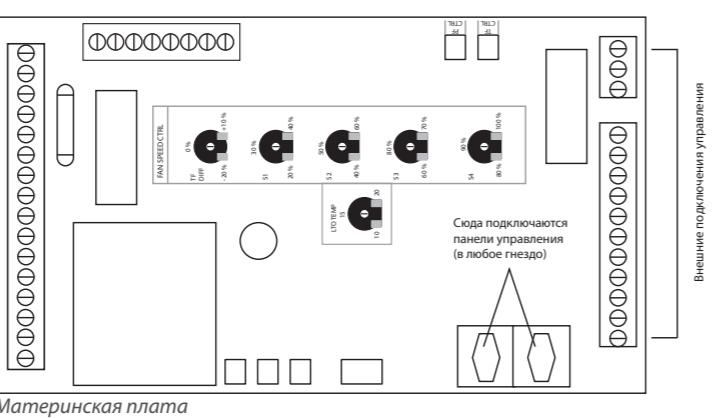
Система управления ECC – это базовая автоматическая система управления, разработанная для вентиляционных установок Enervent, используемая для управления ключевыми функциями установки. Команды на панели управления ECC хорошо визуально различимы, просты и понятны. На выбор предоставляется четыре скорости вентилятора. Можно включить и выключить теплоутилизацию. Также можно включить функцию дополнительного нагрева, если установка оборудована электрическим нагревателем. Дополнительный электрический нагрев имеет четыре уровня. На панели также есть индикаторы неисправности и технического обслуживания.

Режим «Избыточное давление» управляет с помощью свободного контакта на материнской плате установки. Функцией избыточного давления можно управлять с помощью отдельной кнопки.

На панели управления системы ECC есть четыре значения скорости вентилятора. Фактическая скорость задается на материнской плате, расположенной в вентиляционной установке. Каждую из четырех скоростей можно подстроить вручную, так что скорость вентилятора будет составлять от 20 до 100 %. Значения давления можно задать с помощью отдельного регулятора, который позволяет настроить соотношение скоростей приточного и вытяжного вентиляторов.



*Панели управления ECC05E и ECC05 системы управления ECC*



## Скорости вентиляторов

Скорость вентилятора показывает количество светодиодных индикаторов, светящихся на панели управления. Выбрать скорость вентилятора можно с помощью кнопки под индикаторами. При работе в режиме избыточного давления светодиодный индикатор мигает.

## Дополнительный нагрев

На панели управления установок ECC есть кнопка для установки температуры дополнительного подогрева/приточного воздуха. Для достижения самой высокой температуры не обязательно выбирать самые высокие скорости вентиляторов. В обычных условиях заданное значение для дополнительного нагрева устанавливается на 5 градусов ниже комнатной температуры.

## Теплоутилизация

На панели управления есть кнопка и светодиодный индикатор для включения функции теплоутилизации. Функцию теплоутилизации можно выключить, например летом, когда наружная температура такая же, как температура внутри помещения, или если нужно охладить воздух помещения с помощью наружного ночного воздуха. Если функция теплоутилизации включена в жаркий летний день, она восстанавливает холод из воздуха помещения. Функцию теплоутилизации можно выключить, только если наружная температура превышает +15 °C. Функция теплоутилизации автоматически включается, если наружная температура опускается ниже установленного значения.

## **Состояние неисправности/технического обслуживания**

Красный индикатор состояния неисправности/технического обслуживания постоянно горит, если нужно заменить фильтры. Напоминание о необходимости замены фильтра появляется каждые три месяца. Красный индикатор мигает, если температура приточного воздуха по потоку от теплоутилизатора падает ниже +5 °C, если сработала защита от перегрева нагревателя дополнительного нагрева, если была активирована аварийная остановка, или если сигнал внешнего управления запустил аварийную сигнализацию.

## Внешнее управление

Устройствами можно управлять разнообразными способами, например, с помощью подсистемы управления или другой системы автоматизации здания. Внешние команды отсылаются на все панели управления, подключенные в вентиляционной установке. Команды могут подаваться с панелей управления или извне, так что действительной будет последняя команда.

## Функция избыточного давления

Внешняя беспотенциальная нажимная кнопка с пружинным возвратом для включения функции избыточного давления может быть подключена к клеммному блоку платы внутреннего контроллера вентиляционной установки. При работе в режиме избыточного давления приточный вентилятор работает на скорости



4, а вытяжной вентилятор – на скорости 2. Продолжительность работы в режиме избыточного давления составляет 15 минут.

### Внешнее управление скоростью

Для изменения скорости любого вентилятора или для остановки вентиляторов можно использовать внешние бесконтактные контакты. После остановки вентиляционную систему можно перезапустить либо с помощью кнопки вентилятора на панели управления, либо с помощью сигнала внешнего контакта.

### Аварийная остановка

Клеммный блок платы контроллера подключается к бесконтактному переключателю аварийного сигнала, используемому для остановки вентиляционной системы.

### Рекуперация холода

Роторный теплообменник можно включать и выключать, например, с помощью внешнего дифференциального термостата или подсистемы управления. При работе в режиме утилизации холода индикатор функции теплоутилизации мигает. Во время работы в режиме утилизации охлаждения функцию теплоутилизации нельзя отключить вручную с помощью панели управления.

### Внешний сигнал о неисправности

Внешний сигнал о пожаре или сигнал защиты водяного калорифера от обмерзания можно вывести на плату контроллера. Внешний сигнал о неисправности отключает работу вентиляционной установки. Установку можно перезапустить, подтвердив получение внешнего сигнала о неисправности и отключив и снова включив напряжение электропитания вентиляционной установки.



Веб-интерфейс пользователя контроллера eAir

## Необходимо предусмотреть Ethernet-кабель

Ethernet-кабели нужны для удаленного управления eAir/MD. Если проектировщик включает устройство eAir/MD в проект, он должен убедиться, что разработчик электрической сети включит в проект Ethernet-кабель для подключения к вентиляционной установке. Это особенно важно, если устройство устанавливается не в подсобном помещении.

## 7.2 Система управления MD

Контроллер Enervent eAir, разработанный на основе системы управления MD и спроектированный для удовлетворения более высоких требований к управлению микроклиматом помещения, очень прост в использовании. Он дает возможность жителям или, например, работникам офиса правильно использовать вентиляционную систему: воздух помещения всегда свежий и здоровый, а здание безопасно для жизни и работы.

Базовые функции управления действительно очень просты в использовании. Вентиляционная система управляет контроллером с сенсорным экраном с помощью рабочих режимов, включающих режимы «Домашний» и «Отсутствие». У контроллера также есть режим экономии энергии Eco. Это помогает пользователю снизить потребление энергии, например позволяя вентиляционной системе не так быстро реагировать на изменение температуры.

Контроллер также предлагает широкий диапазон функций таймера для программирования рабочих режимов в соответствии с собственным расписанием пользователя. Функции таймера позволяют программирование еженедельных и ежегодных операций.

### Доступность разнообразных статистических данных

Те, кто интересуется технологиями и состоянием окружающей среды, могут отслеживать потребление энергии и другие измеряемые параметры в собственном доме. Замеры, выполняемые вентиляционной системой, показаны в меню Измеряемые параметры (Measurements) контроллера Enervent eAir. Измеренные данные можно посмотреть в числовом и графическом виде, данные также можно загрузить в компьютер.

### Простота удаленного управления

Управлять вентиляционной установкой можно также и удаленно с помощью eAir web, веб-интерфейса, простого и понятного, как панель управления. Лицензия на доступ к сервису eAir web входит в комплект поставки. Управление шиной данных осуществляется посредством Ethernet или Modbus RTU.

### Полезные функции для монтажников систем вентиляции

Контроллер оснащен функцией «Мастер настройки», разработанной для помощи техническому персоналу. Функция «Мастер настройки» поможет технику задать значения скоростей потоков приточного и вытяжного воздуха для разных режимов работы, а также выполнить все остальные настройки, необходимые для ввода вентиляционной системы в эксплуатацию и обеспечивающие успешную установку.

## Работа системы управления MD

Режимы работы вентиляционной установки включают режимы «Дом» (Home), «Офис» (Office), VAK1, VAK2 и VAK3. В режиме «Дом» (Home) установка постоянно работает с настройками, заданными по умолчанию. В режиме «Офис» (Office) установка работает в запрограммированное время или управляет внешней системой управления. Режим «Офис» (Office) можно выбрать на панели управления.

Рабочие режимы VAK1, VAK2 и VAK3 для больших помещений, где установка управляет внешней подсистемой управления; то есть работает только в соответствии с командами внешней системы. Настройки для режимов VAK, если необходимо, предварительно задаются на заводе-изготовителе.

## Вентиляторы

В каждый определенный момент вентиляторы работают на той скорости, которая диктуется режимом работы в этот момент. При вводе в эксплуатацию для каждого режима задается скорость вентиляторов (или давление в канале). В каждом режиме приточный и вытяжной вентиляторы работают на определенной скорости.

## Режимы, влияющие на скорость вентиляторов

- » Дом
- » Офис (относительная влажность в %, CO<sub>2</sub> или температура для форсирования)
- » Отсутствие
- » Летнее ночное охлаждение
- » Ускорение вручную
- » Избыточное давление, кухонная вытяжка и встроенный пылесос
- » Аварийные режимы A и B

Скорости вытяжного и приточного вентиляторов назначаются для каждого из этих режимов, исключая аварийные режимы, в которых приточный вентилятор всегда остановлен, а вытяжной вентилятор либо остановлен, либо работает на минимальной скорости.

## Контроль постоянного давления в канале

Контроль постоянного давления в воздуховоде – это альтернатива заданной скорости вентиляторов. В этой системе управления заданная разность давлений назначается для каждого режима вместо заданной скорости вентиляторов, и автоматическая система управления пытается поддерживать эту разность. К материнской плате вентиляционной установки можно подключить два датчика разности давлений (0... 10 В/24 В, не входят в поставку). Датчики измеряют разность давлений между приточным воздуховодом (вытяжным воздуховодом) и окружающей средой. Разность давлений поддерживается в заданном значении посредством управления скоростью вентиляторов. Если разность давлений измеряется через лепестковый воздушный клапан, в качестве метода используется контроль постоянного объема.

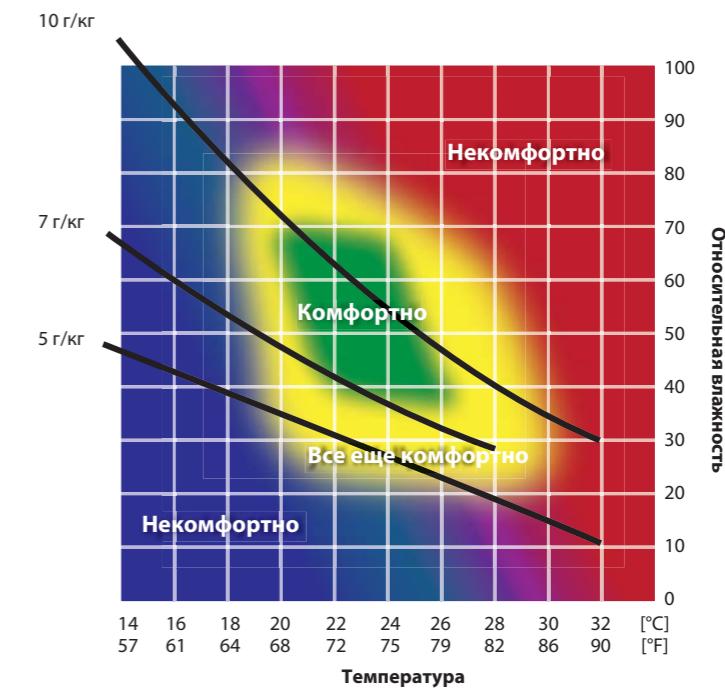
## Содержание углекислого газа, влажность и температура для режимов ускорения вентиляторов

Скорость вентиляторов вентиляционной установки контролируется с помощью данных, полученных от датчиков влажности и/или углекислого газа. Задачей вентиляции является поддержание уровня содержания углекислого газа и/или влажности в помещении ниже уровня, установленного на панели управления. Контроль на основе влажности управляет вентиляторами с помощью данных, полученных от внутреннего датчика влажности вентиляционной системы и от внешних датчиков влажности при их наличии. Один встроенный датчик влажности включен в стандартную поставку вентиляционной установки.

Вентиляционная установка позволяет подключение трех датчиков углекислого газа и трех датчиков влажности. Датчики не входят в комплект поставки.

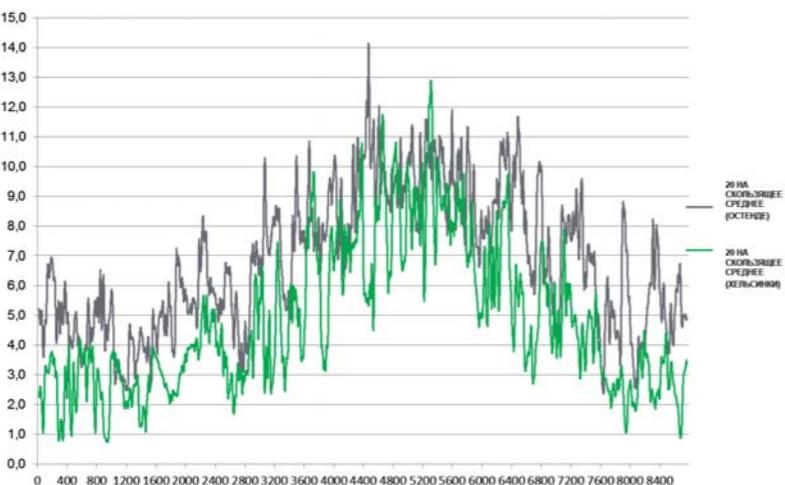
Функцию форсирования на основе данных о содержании углекислого газа, влажности и температуре можно активировать в режиме «Дом», а режим ускорения по влажности – также и в режиме Отсутствие.

Возврат влаги в воздух помещения в зимний период – это отличная функция, но следует избегать избыточного уровня влажности. Функция ускорения по влажности обеспечивает удаление избыточной влаги. Если функция форсирования по влажности активирована в меню Настройки, форсирование запускается



Температура не является единственным фактором обеспечения комфорта микроклимата. Теплый и сухой воздух ощущается таким же комфортным, как и более холодный, но влажный воздух. Целью проектного решения является попадание в зеленую зону диаграммы.

График показывает абсолютную влажность наружного воздуха в Хельсинки (Финляндия) и Остенде (Бельгия) в течение одного года. На схеме видно, что если желаемый уровень абсолютной влажности ниже 7 г/кг, осушение в Хельсинки необходимо в течение 40 % года. С другой стороны, охлаждение необходимо только в течение 20 % среднего года.



автоматически, если наружная температура опускается ниже 0 °C. Данная функция замедляет вращение теплообменника, чтобы обеспечить более эффективное удаление влаги.

При необходимости для удаления избыточной влаги скорость вентилятора увеличивается.

### Осушение

Осушение обеспечивает комфортный и здоровый воздух помещения, когда уровень влажности воздуха слишком высок. Функция осушения влажности гарантирует, что влажность воздуха помещения останется на заданном уровне.

Например, для климата Хельсинки осушение требуется в течение 40 % года. Влажность измеряется в единицах абсолютной влажности (грамм воды/кг воздуха). Это значит, что если наружная температура составляет +15 °C и идет дождь (абсолютная влажность = 10,5 г/кг), воздух помещения нужно осушить (например, до уровня 7 г/кг), чтобы предотвратить повышение влажности воздуха помещения до некомфортного уровня. При осушении воздуха приток происходит при комфортной температуре (например, +18 °C).

1 год = 8,784	ч	5 г/кг	%	7 г/кг	%	10 г/кг	%
Хельсинки		3,495	40	1,946	22	290	3
Лондон		6,309	72	3,525	40	477	5
Остенде		6,456	73	4,046	46	1,024	12
Марсель		6,899	79	4,345	49	2,277	26
Абу-Даби		8,719	99	8,339	95	6,463	74

### Дополнительное время (режим Офис)

Вентиляционная установка в режиме Офис не запускается до тех пор, пока программа времени не отдаст команду на запуск, или пока не активируется настройка дополнительного рабочего времени.

Продолжительность дополнительного рабочего времени задается на панели управления, а функцию можно активировать с панели управления или с помощью отдельной кнопки (не входит в поставку). Управление дополнительным временем можно скрыть в панели управления. Его можно также активировать через шину Modbus..

### Функция избыточного давления

Режим избыточного давления в вентиляционной установке можно активировать непосредственно с панели управления или с помощью отдельной кнопки (не входит в поставку). Это помогает развести огонь в камине. Контроль избыточного давления на 10 минут снижает скорость вытяжного вентилятора и повышает скорость приточного. Длительность избыточного давления и скорости приточного и вытяжного вентиляторов можно задать на панели управления. Контроль избыточного давления можно скрыть в меню панели управления.

Функция избыточного давления должна быть включена только на время разведения огня. Можно использовать другие средства для получения компенсационного воздуха для горения. Более подробную информацию о проектировании вентиляции можно найти в разделе 5.5.

### Ускорение вручную

Функция ускорения и проветривания можно активировать прямоспанием на панели управления. Форсирование увеличивает скорость обоих вентиляторов на желаемое время (по умолчанию – 30 минут). Функцию ускорения можно скрыть в меню панели управления.

### Режимы кухонной вытяжки и встроенного пылесоса

Включение режима кухонной вытяжки или встроенного пылесоса возможно только с помощью внешней системы управления (беспотенциального контакта). В задачи этих режимов входит поддержание давления воздуха на одном уровне, независимо от запуска кухонной вытяжки или встроенного пылесоса.

### Летнее ночное охлаждение

Для снижения температуры в помещении можно использовать прохладу летней ночи. При использовании режима ночного охлаждения функции теплоизоляции и отопления отключаются. Скорость вентиляторов контролируется в соответствии с выбранным режимом. Функция охлаждения в летнюю ночь активируется на панели управления. Охлаждение включается и выключается автоматически.

### Программы таймера

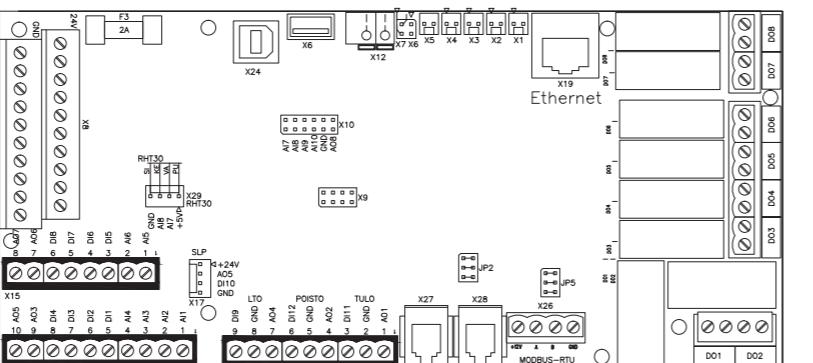
Программирование времени запуска позволяет настраивать активацию нужного режима в определенное время определенных дней недели или в период между указанными днями. Например, скорость вентиляторов можно уменьшать, установив программу выдержки времени, которая переключит вентиляционную установку в режим Отсутствия на время, когда в помещении нет людей.

Настроить программу для запуска режима в определенный день недели или года можно в меню Настройка таймера. В программе недельного таймера предусмотрено 20 строк различных событий, с помощью которых пользователь может ввести время начала и окончания работы программы, равно как и режим, в котором вентиляционная установка должна будет работать в заданный период времени.

В программе годового таймера есть пять строк, с помощью которых пользователь может ввести дату и время начала и окончания работы программы, а также режим, в котором вентиляционная установка должна будет работать в заданный период времени.

### Теплоизоляция

Теплоизоляция ограничена в летний период, если наружная температура



## *Материнская плата MD*

превышает установленный предел температуры +8 °C. В течение этого времени теплопутилизатор работает в фоновом режиме, до тех пор пока не появится запрос на отопление.

Если температура ниже +8 °C, теплоутилизатор работает на полной мощности. Это может привести к противоречивым ситуациям, особенно весной, когда солнце нагревает воздух помещения, но наружная температура все еще остается ниже +8 °C. К счастью, предел температуры очень легко изменить с помощью панели управления.

## Рекуперация холода

Утилизация холода работает с той же интенсивностью, что и теплоутилизация. Чем холоднее воздух помещения, тем более эффективен роторный теплообменник при передаче энергии. Поскольку роторный теплообменник также возвращает некоторое количество влаги в вытяжной воздух, это помогает снизить количество энергии, необходимой для осушения и охлаждения.

Теплообменник вращается на полной скорости, если наружная температура более чем на 1 °C превышает температуру вытяжного воздуха. Теплообменник останавливается, когда температуры выравниваются. Эффективность утилизации холода составляет около 75 %.

## Регенерация влаги

Регенерация влаги – одна из ключевых характеристик роторного теплообменника. Естественно, устройство старается удерживать влагу на той стороне конструкции, где это нужно для повышения качества воздуха помещения. Некоторое количество влаги из вытяжного воздуха возвращается в сухой воздух помещения зимой, а влага из приточного воздуха возвращается наружу с вытяжным воздухом летом. Чем выше уровень влажности и разность температур, тем более эффективно работает регенерация влаги.

## Защита теплоутилизатора от обмерзания

Система управления MD влияет на работу приточного вентилятора на основе измерений температуры, чтобы предотвратить обмерзание теплообменника. После того как опасность обмерзания прекращается, приточный вентилятор возвращается в нормальный режим работы. Функция автоматической защиты от обмерзания включается на панели управления. При использовании новой функции «защита от обмерзания для пассивных домов» опасное скопление инея внутри вентиляционной установки преодолевается с помощью контроля скорости вентиляторного теплообменника. Поскольку приточный вентилятор не останавливается, соотношение между скоростями потоков приточного и вытяжного воздуха остается неизменным во время оттаивания.

## Эффективность теплоутилизации

Эффективность теплоутилизации приточного и вытяжного воздуха можно увидеть в реальном времени в меню Измеряемые параметры панели управления.

## Контроль комнатной температуры и температуры приточного и вытяжного воздуха

Контроль температуры может осуществляться по приточному воздуху. При запуске в режиме контроля температуры приточного воздуха вентиляционная установка старается поддерживать температуру приточного воздуха на уровне, заданном на панели управления. При запуске в режиме контроля комнатной температуры и контроля температуры вытяжного воздуха установка пытается поддерживать комнатную температуру или температуру вытяжного воздуха на уровне, заданном на панели управления, управляя при этом температурой приточного воздуха.

**Постоянный контроль комнатной температуры и температуры вытяжного воздуха** используется, если нужно изменить температуру всего здания, нагревая или охлаждая приточный воздух вентиляционной установки. Все установки, оснащенные функцией охлаждения, управляются посредством контроля температуры вытяжного воздуха.

**Контроль комнатной температуры** требует оснащения установки либо датчиком температуры, подключенным к панели управления (не входит в поставку), либо датчиком комнатной температуры, подключенным к плате MD (не входит в поставку). Измерения, выполняемые для использования метода контроля комнатной температуры, включаются отдельно, в настройках.

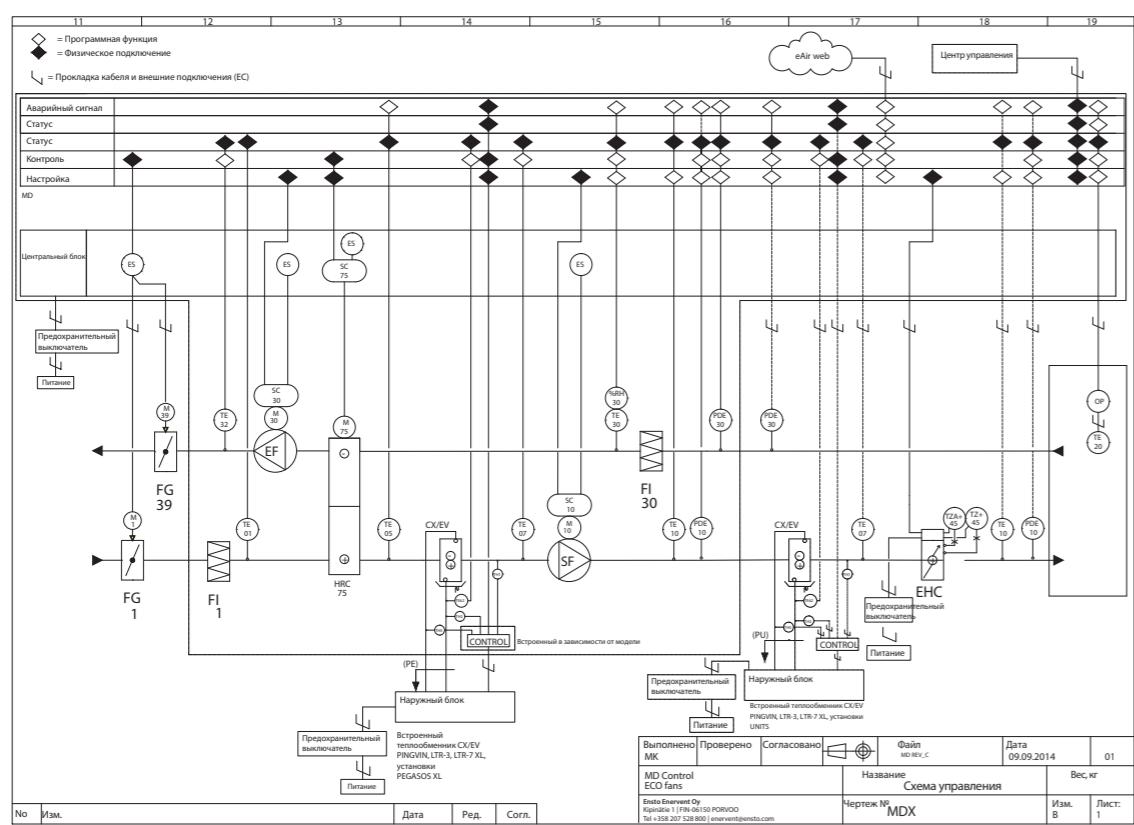
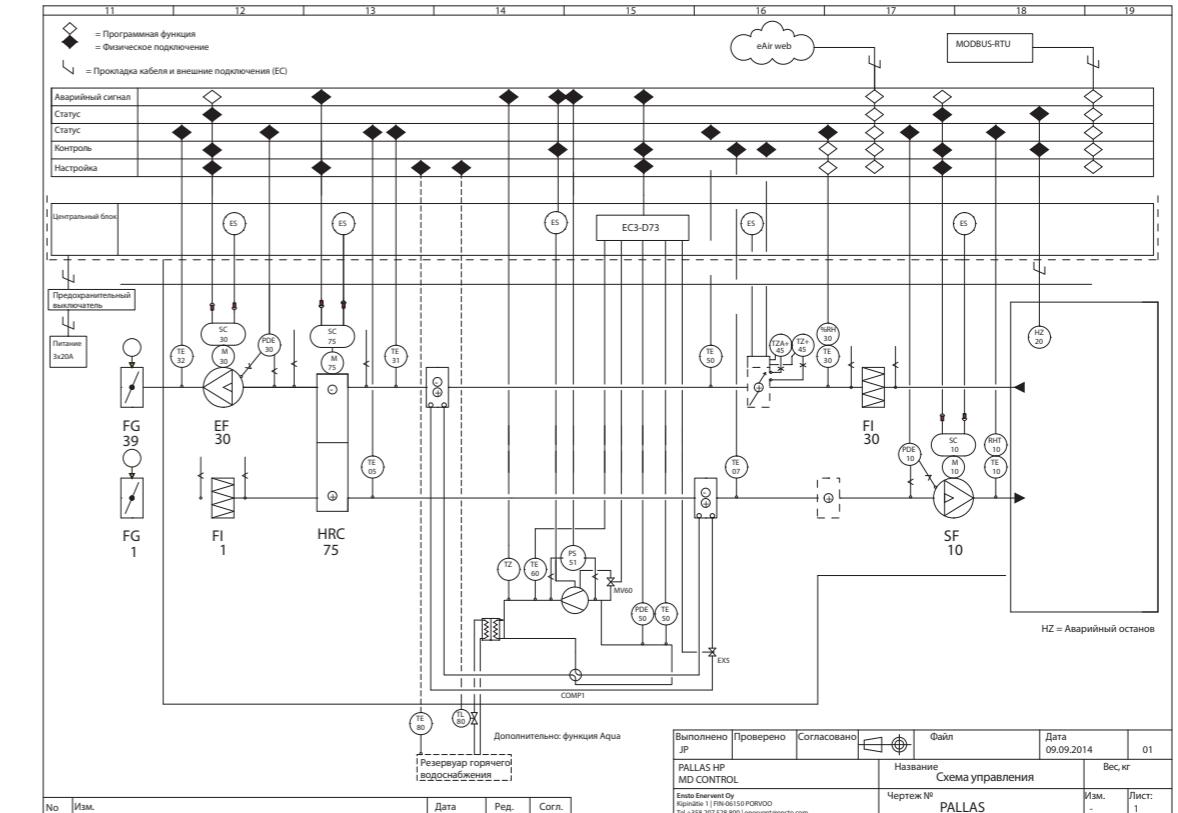
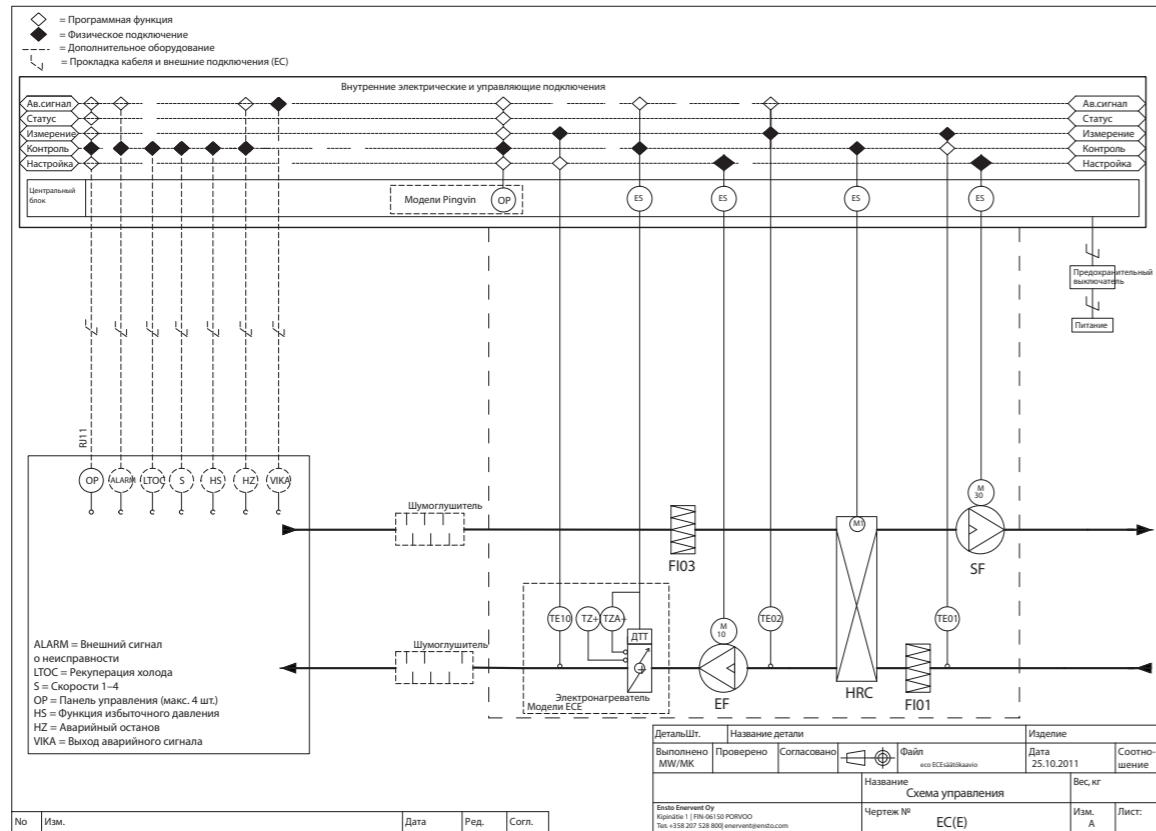
Нагрев активируется, если система управления присыпает запрос на нагревание. Охлаждение включается, только если система управления запрашивает охлаждение. Эти функции никогда не работают одновременно, кроме периодов осушения.

В установках MDW **функция отслеживания температуры обратной воды** в калорифере активирует функцию отопления, если температура обратной воды падает ниже установленного предела.

Дополнительные настройки **Макс. отопление/Макс. охлаждение** из меню панели управления активируют функцию временного эффективного отопления/охлаждения. Эта функция заставляет контроллер приточного воздуха работать с максимальными заданными значениями и переводит скорость вентиляторов в режим форсирования вручную. Максимальное отопление или охлаждение продолжается до тех пор, пока не достигается температура, заданная в главном меню панели управления.

## Оповещение о неисправности

В аварийных режимах вентиляционная установка либо полностью останавливается (аварийный режим класса А, например, пожарная тревога), либо продолжает работать в состоянии неисправности, в котором вытяжной вентилятор работает на минимальной скорости (аварийный режим класса АВ, если приточный воздух холодный). Можно также сконфигурировать установку так, чтобы вытяжной вентилятор тоже останавливался при получении аварийного сигнала класса АВ.





# 8

## ОХЛАЖДЕНИЕ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА/ КОНДИЦИОНИ- РОВАНИЕ ВОЗДУХА

### 8.1

#### Кондиционирование воздуха дома и в офисе

В наши дни лишь немногие жители Финляндии согласятся купить автомобиль без кондиционера. Во многих магазинах и на рабочих местах также привыкли к возможности контролировать воздух помещений по параметрам температуры и относительной влажности. Но в индивидуальных домах люди в основном по-прежнему страдают в периоды жары от влажного воздуха, который кажется густым при вдыхании во влажном воздухе, который кажется густым при вдыхании.

Продажи тепловых насосов, использующих теплоту воздуха, переносных кондиционеров и вентиляторов, используемых в основном для охлаждения воздуха, возрастают каждое теплое лето, и эти устройства быстро распределяются. Тепловые насосы, использующие теплоту воздуха, покупаются вскладчину в многоквартирных домах, присоединенных к системе центрального отопления, только лишь для использования в летнее время – если они используются для отопления, пользователь должен платить за потребленную энергию индивидуально.

Охлаждение/кондиционирование воздуха помещений обязательно должно быть организовано в воздухонепроницаемых и энергоэффективных домах. Пассивная солнцезащита не сможет остановить всю тепловую энергию солнца, так что с внутренними теплопритоками придется иметь дело в любом случае.

### 8.2

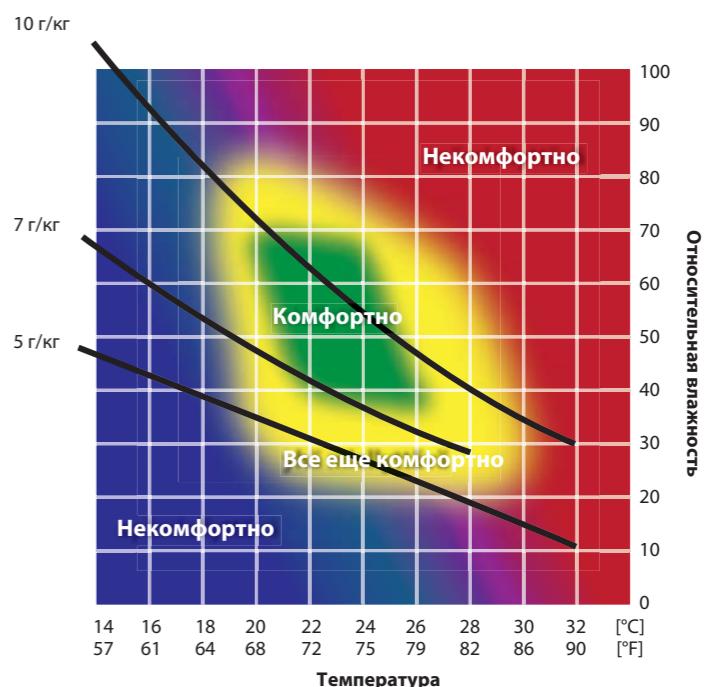
#### Ощущения не обманывают

Комнатная температура – измеримая величина. Рабочая температура, состоящая из комнатной температуры и температуры, излучаемой поверхностями в помещении, отражает реальную ситуацию лучше, чем ощущения людей. В жаркий летний день большие оконные поверхности делают рабочую температуру в помещении значительно выше, чем действительная комнатная температура.

Комфортная комнатная температура – это всегда личные предпочтения. Температура +22 °C может стать неплохой стартовой точкой. Тем не менее, люди в наши дни хотят иметь больше свободы в определении температуры помещений.

Уровень влажности также оказывает значительное воздействие на то, насколько комфорtabельным кажется воздух помещений. Теплый и влажный воздух в летний день приносит дискомфорт именно из-за влажности. Даже если внутренняя температура остается той же, снижение относительной влажности в помещении ощущается так, как будто бы температура стала на несколько градусов ниже, чем на самом деле.

Температура не является единственным фактором обеспечения комфортного микроклимата. Теплый и сухой воздух ощущается таким же комфортным, как и более холодный, но влажный воздух. Целью проектного решения является попадание в зеленую зону диаграммы.



### 8.3

#### Впереди еще больше проблем

Даже в домах с небольшим потреблением энергии внутренняя температура заметно повышается в периоды заселенности. Тепло генерируется благодаря людям, домашним питомцам и электрооборудованию. Чем больше внутренняя тепловая нагрузка помещения, тем раньше начинается «сезон» охлаждения воздуха весной.

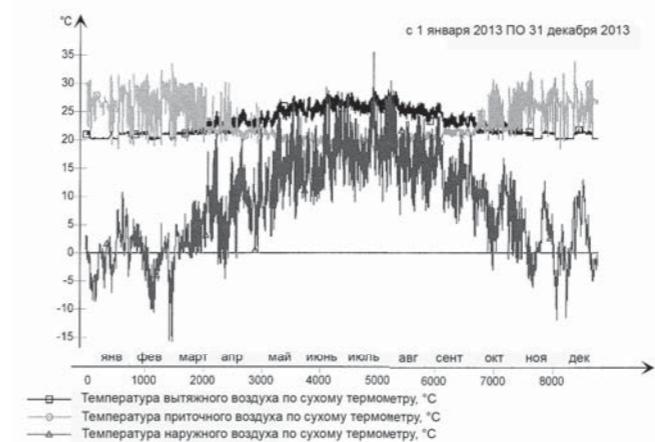
В Финляндии обычно предполагается, что отопительный сезон продолжается до тех пор, пока наружная температура не превысит +12 °C. В промышленном здании, показанном в примере в разделе 13, охлаждение требовалось в некоторые весенние солнечные дни, несмотря на то что наружная температура составляла -8 °C. Вдобавок, наблюдения, проведенные в современных энергоэффективных жилых зданиях, показывают, что сезон охлаждения начинается при первых солнечных днях в марте.

#### Как в учебнике

«Рекомендации по тепловому комфорту для зданий в летний период предполагают, что здание должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы неблагоприятное тепловое воздействие исключалось. Данная фраза не предполагает толкований: комнатная температура в летний период не должна превышать лимит охлаждения в +25 °C, определенный для здания этого типа на уровне 150 градус-часов в летний период».

(Национальные строительные нормы Финляндии, Раздел D2 (2012), стр. 6 и Раздел D3 (2012), стр. 9).

**Температуры, обеспечиваемые вентиляционной установкой**



**Отчет об энергосбережении раздел:**  
**“вентиляционная установка”**

кВтч

Месяц	Кол-во тепла	Кол-во холода	Кол-во возвращенного тепла	Кол-во возвращенного холода	Вентиляторы
1	1017,0	0,0	2018,0	0,0	123,8
2	919,6	0,0	1881,0	0,0	111,7
3	719,4	0,0	1810,0	0,0	124,2
4	174,3	0,7	1285,0	0,0	121,0
5	30,3	80,5	773,7	0,1	126,0
6	0,0	172,6	383,4	0,6	122,6
7	0,0	376,0	208,8	7,6	127,0
8	0,0	266,9	313,6	3,0	126,8
9	12,4	36,5	721,9	0,1	122,0
10	301,4	0,6	1288,0	0,0	125,1
11	815,4	0,0	1697,0	0,0	120,3
12	935,7	0,0	1887,0	0,0	124,0
<b>Итого</b>	<b>4925,5</b>	<b>953,8</b>	<b>14267,4</b>	<b>11,5</b>	<b>1474,5</b>

**8.4****Разнообразие методов**

Потребность в охлаждении современного энергоэффективного индивидуального дома должна быть минимизирована с помощью пассивных методов. Наиболее важные методы – это решения, предлагающие защиту от солнца. Прямой солнечный свет, проходящий сквозь окна, может быть задержан с помощью использования окон умеренного размера, солнцезащитного остекления и соответствующих конструкций. Основные методы включают широкие навесы крыш и балконов, обеспечивающих тень, дополнительные жалюзи, маркизы и навесы на окнах. Строительные методы также включают улучшение термоизоляции и воздухонепроницаемости обшивки здания для предотвращения попадания тепла в здание.

Чем более эффективна защита от солнца, тем легче обеспечить охлаждение воздуха до комфортного уровня с помощью механической вентиляционной системы.

Подачи охлажденного наружного воздуха вовнутрь обычно достаточно для поддержания внутренней температуры на комфортном уровне. Если внутренний воздух холоднее наружного, доступ теплого наружного воздуха через вентиляцию ограничивается благодаря использованию устройства теплоутилизации для рекуперации холода.

В помещениях с особо высокими теплоизбыtkами постоянная вентиляция должна быть дополнена охлаждающим оборудованием, специально подобранным для данного помещения: охлаждающие балки, фанкойлы или – особенно в проектах реконструкции – тепловые насосы (кондиционеры).

**8.5****Определение потребности в охлаждении**

Когда заказчику требуется охлаждение/кондиционирование воздуха или постоянная комнатная температура в любое время года, ему обычно все равно, каким способом это будет достигнуто. Термины вроде комфорtnого охлаждения или кондиционирования воздуха необязательно что-то говорят заказчику – даже если конечный заказчик и является застройщиком.

Но проектировщик должен понимать, какова цель и какими средствами, и затратами она может быть достигнута.

Определение потребностей в энергии для охлаждения здания традиционными «ручными» методами является очень интересной задачей в современной строительной индустрии. Раньше считалось, что сезон охлаждения наступает при комнатной температуре выше +25 °C, а отопительный сезон стартует при падении комнатной температуры ниже +21 °C, но подобный подход не может более применяться. Наилучший способ подсчитать потребность в энергии охлаждения – это смоделировать здание в эффективном программном обеспечении для подсчета и проектирования, которое вычисляет потребность в энергии охлаждения динамически для каждого момента.

На практике действующие предписания по энергоэффективности требуют,

чтобы динамическое моделирование использовалось для всех зданий, кроме индивидуальных домов. Потребность в энергии для охлаждения у индивидуальных домов может быть установлена без моделирования – при условии, что учтены источники внутренних нагрузок – люди, оборудование и освещение, а также теплопритоки от окон.

Конструкционные и пассивные методы (энергоэффективные окна с солнцезащитой, широкие навесы крыши, маркизы и т. п.) являются основными для уменьшения тепловой нагрузки от солнца.

Но эти методы недостаточны для всех условий и всех жильцов. Если применяются строительные методы, при помощи которых минимизируется потребность в энергии для охлаждения, встраивание блока охлаждения в вентиляционную систему является самым простым и легким в применении, а в большинстве случаев и наименее затратным методом охлаждения воздуха помещений.

Рекомендуется включить охлаждение и осушение воздуха в проект на как можно более ранней стадии, так как добавление этих функций позже потребует увеличения размеров воздуховода или прокладки второго воздуховода с соответствующей противоконденсатной и тепловой изоляцией вдоль первого воздуховода.

Если охлаждение воздуха поднимается до уровня кондиционирования, расход воздуха должен быть от 1 до 3 л/с·м<sup>2</sup>. Для дома площадью в 100 м<sup>2</sup> это составит 300 л/с.

Охлаждение приточным воздухом более комфортно, чем охлаждение с помощью отдельных фанкойлов. Оно также распределяет охлаждение по всем помещениям более эффективным образом и не увеличивает количества устройств в жилых помещениях и общего количества устройств, требующих технического обслуживания.

При определении потребности в энергии охлаждения необходимо учесть внешние и внутренние теплоизбытки, а также проектировщик должен принять во внимание источники внутренних теплопритоков и то, как эти теплопритоки создаются. Однако выявления только этих факторов недостаточно. Индивидуальный дом на одну семью может пустовать в дневное время каждые выходные. Некоторые дома могут использоваться как место, где в дневное время присматривают за чужими детьми. В больших семьях в спальнях может спать несколько детей. Некоторые семьи держат крупных собак, проводящих все время в помещениях. В таких разных домах использование электрооборудования может также сильно различаться.

Следовательно, измерения должны быть основаны на пиковых потребностях. Только в этом случае проектировщик сможет оптимизировать систему так, чтобы она работала в наиболее экономичном режиме.

В больших зданиях, таких как офисные центры или отели, наиболее подходящим решением охлаждения является использование одновременно и вентиляционной системы, и локального оборудования, такого как фанкойлы и потолочные панели. Таким образом, пространство также используется наилучшим образом. Скорость потока воздуха и, следовательно, размер воздуховода остаются на приемлемом уровне, если общая потребность энергии охлаждения не покрывается только движением воздуха. Приточный воздух может быть также холодным и сухим в данном случае. Окончательное охлаждение выполняется, например, потолочными

панелями. Система охлаждения работает в оптимальном режиме, так как локальное холодильное оборудование может работать более эффективно, если воздух, предназначенный для охлаждения, уже сухой (ниже точки росы).

Давайте рассмотрим более пристально передачу энергии потоку – воздуха или воды. Объем воспринимаемой потоком энергии рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = p_i x c_{pi} x q_v x \Delta T$$

$p_i$  = плотность воздуха, 1 кг/м<sup>3</sup>

$C_{pi}$  = удельная теплоемкость воздуха, 1,2 кДж/кг · °С

$q_v$  = расход воздуха, л/с

$\Delta T$  = разница температур (22 °С–13 °С)

Общая энергия охлаждения подсчитывается с помощью изменений энталпии, так как при охлаждении воздух осушается из-за конденсации, и, следовательно, изменяется количество энергии, содержащейся в воздухе:

$$Q = p_i x C_{pi} x q_v x \Delta H$$

$p_i$  = плотность воздуха, 1 кг/м<sup>3</sup>

$C_{pi}$  = удельная теплоемкость воздуха, 1,2 кДж/кг · °С

$q_v$  = расход воздуха, л/с

$\Delta H$  = изменения энталпии (55–33) кДж/кг

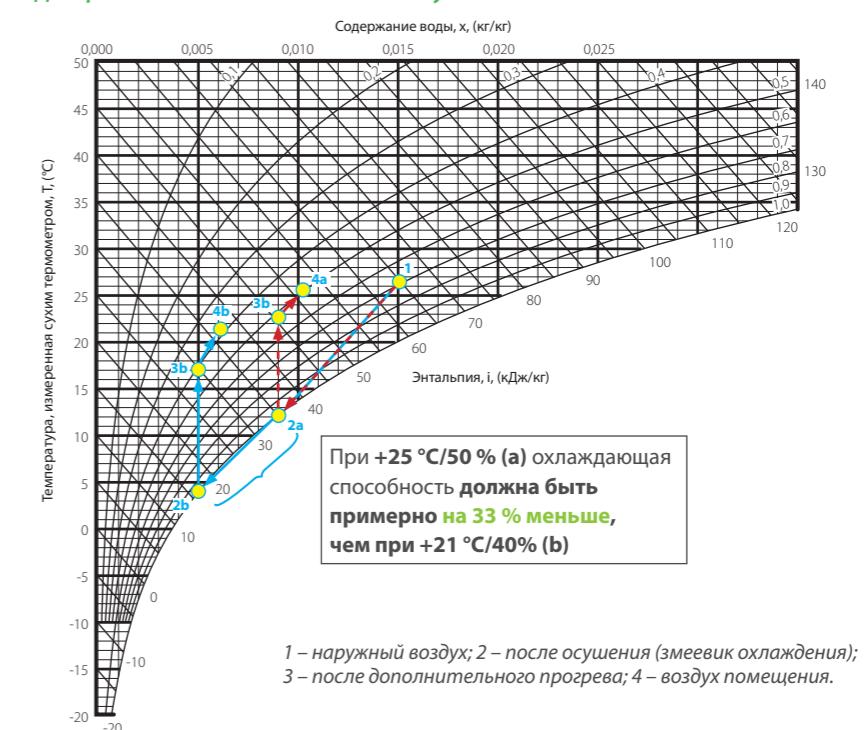
В данном уравнении мы можем влиять на две переменные. Плотность и удельная теплоемкость воздуха – постоянные величины. Очень немногое можно сделать с разницей температур ( $\Delta T$ ). Например, если преобладают проектные наружные условия, составляющие +27 °С/50 % отн. вл., наша минимальная температура приточного воздуха составляет +13 °С, и если желаемая внутренняя температура равна +22 °С, температурная разница составит +9 °С. С другой стороны, мы можем больше влиять на скорость потока воздуха, приходящего в помещение, посредством пропускной способности вентиляторов и воздуховода. Таблица, приведенная ниже, показывает влияние расхода воздуха на холодопроизводительность:

Расход воздуха (л/с)	л/м <sup>2</sup>	Ощущимая мощн. (Вт)	Общая мощность (ощущимая + осушение), Вт	Ощущения	Комментарии
100	1	1080	2640	Комфортное охлаждение	Помогает уменьшить воздействие пиков теплозбыток; требует дополнительного охлаждения при высоких нагрузках (например, отдельный тепловой насос (кондиционер))
200	2	2160	5280	Охлаждение	Охлаждает воздух помещения и поддерживает его на комфортном уровне; если внутренние нагрузки заметно возрастают, требуется увеличить пропускную способность.
300	3	3240	7920	Воздушное кондиционирование	Может поддерживать желаемую температуру (+22 °С) при проектных условиях для летнего периода (+27 °С/50 % отн. влажн.)

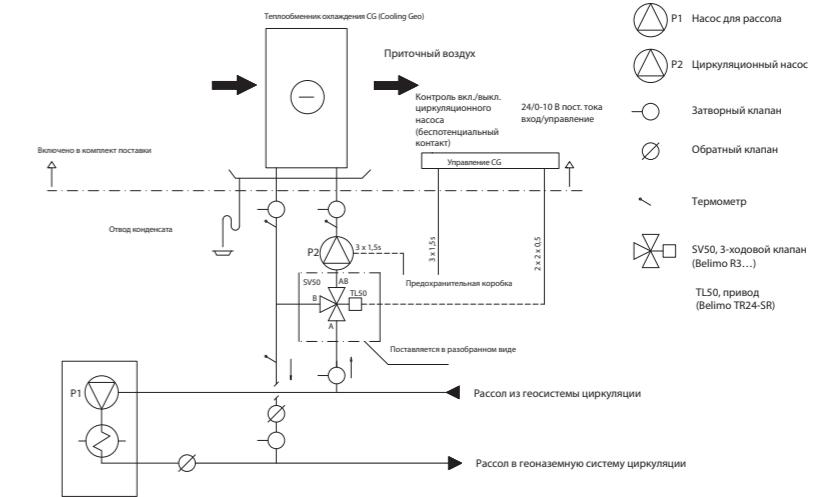
## 8.6 Контролируемая влажность

При определении энергетической потребности для охлаждения/кондиционирования воздуха нужно также учитывать воздействие уровня относительной влажности. Если относительная влажность воздуха может быть снижена до приемлемого уровня, температура воздуха воспринимается человеком ниже на градус или два – даже если действительная температура остается той же. Благодаря осушению воздуха требуется меньшее охлаждение, и расход воздуха может быть ниже. Таким образом, осушение воздуха является экономичным способом охлаждения воздуха помещений: нет необходимости снижать температуру до +21 °С – сухой воздух при температуре +25 °С ощущается как комфортный. Встроенная в вентиляционную установку функция осушки также помогает отдельному/локальному охлаждающему оборудованию (кондиционеры, фанкойлы). Если осушение выполняется вентиляционной установкой, локальному охлаждающему оборудованию не требуется осушать воздух – их мощности можно целиком направить на охлаждение.

Диаграмма Молье для влажного воздуха



Более того, осушение воздуха помещений способствует сохранению строительных конструкций, мебели и конструкций здания. Осушение может удалять влагу из воздуха помещений со скоростью до 5 л/ч.



Основная схема системы CG

### Совет заказчику

Очень бережливый заказчик может попробовать сэкономить деньги неправильным способом. Режим вентиляционной системы «Отсутствие» не должен устанавливаться так, что система и ее охлаждающая функция почти остановлена. Представим, например, что небольшой холодильник выключили. Несмотря на небольшой размер, охлаждение до +5...+6° займет достаточно долгое время, после того как его включат снова. На самом деле, большие пространства, такие как индивидуальный дом, охлаждаются еще медленнее. Более разумно оставить функцию охлаждения/кондиционирования воздуха включенной на все время – внутренняя температура останется на прежнем уровне.

В вентиляционной системе встроена функция осушения, так что приточный воздух сначала охлаждается (минимальная температура +7 °C), что заставляет влагу конденсироваться. Получившийся конденсат сливаются в систему канализации.

Далее воздух нагревается с помощью дополнительного нагревателя, например, до температуры +18 °C. В установках Enervent серии Aqua тепловая энергия, сгенерированная в процессе охлаждения, возвращается и хранится в энергохранилище, откуда идет на отопление калориферов дополнительного нагрева. Установка CG-W позволяет повышать температуру недорогим способом с помощью водяного теплообменника, источник тепла которого – тепловой насос с использованием геотермальной энергии.

Размеры системы должны быть тщательно продуманы. Если система имеет меньшие размеры, чем нужно, все охлаждающие мощности идут на осушение, и на охлаждение не остается ресурсов. Хорошее эмпирическое правило – повысить уровень мощности на 3 кВт. Устройство забирает 1 кВт, потери воздуховода составляют до 1 кВт, и оставшийся 1 кВт направляется на охлаждение воздуха помещений.

Выбор воздухораспределительных устройств должен также производиться ответственно, так как они должны работать одинаково хорошо как при охлаждении, так и при обогреве. Охлажденный воздух должен выдуваться вдоль потолка (эффект Коанда) настолько далеко, насколько возможно, так чтобы он смешивался с теплым воздухом помещения и должным образом охлаждал его.

Изоляция воздуховода должна быть достаточной для предотвращения каких-либо проблем с конденсацией.

## 8.7

### Решения Enervent для охлаждения/кондиционирования воздуха

#### 8.7.1

##### CG - охлаждающий теплообменник для использования геотермальной энергии

CG (Cooling Geo) – это охлаждающий теплообменник для использования геотермальной энергии, устанавливаемый в приточный воздуховод, после теплоутилизации вентиляционной системы.

Теплоноситель (рассол) в системе тепловых насосов с использованием геотермальной энергии, установленной для отопления здания и горячего водоснабжения, может использоваться летом для охлаждения приточного воздуха. Наилучшей эффективности охлаждения можно добиться, если теплоноситель циркулирует в скважинной системе энергетического колодца.

Охлаждение с использованием геотермальной энергии – это очень энергоэффективный метод охлаждения. Он также повышает эффективность теплового насоса с использованием геотермальной энергии, поскольку летом возвращает тепловую энергию в энергетический колодец.

Автоматика CG может использоваться во всех вентиляционных установках Enervent серии MD. Существуют три альтернативные конфигурации.

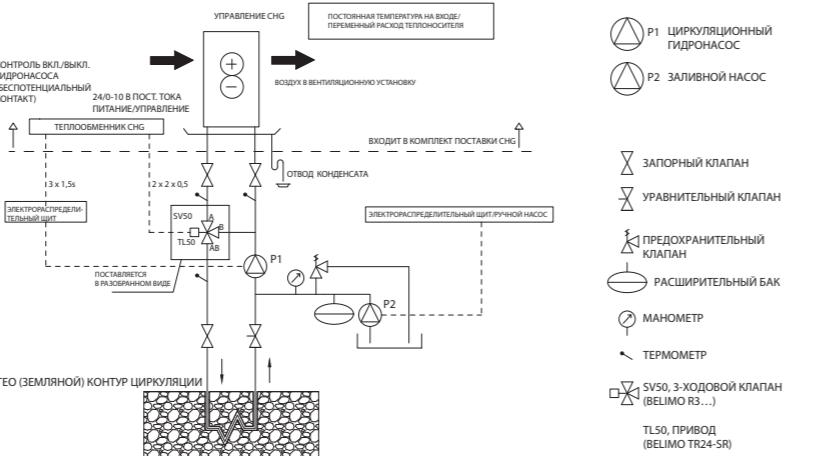
Производительность охлаждающего теплообменника может регулироваться путем контроля расхода теплоносителя. Пригодность для этих целей системы геотермального теплового насоса должна быть уточнена у производителя геотермальных тепловых насосов. Автоматическая система управления включает реле, необходимое для запуска циркуляционного насоса геотермального теплового насоса и трехходовой клапан с приводом для охлаждения.

Регулирование температуры выполняется автоматической системой управления вентиляционной установки. На подводящей трубе геосистемы циркуляции установлены трехходовой клапан и привод. Они направляют, в случае необходимости, теплоноситель в охлаждающий змеевик.

Во втором варианте автоматическая система управления содержит реле, необходимое для запуска циркуляционного насоса охлаждающего теплообменника вентиляционной установки, и 3-ходовой клапан с приводом для охлаждения.

Регулирование температуры выполняется автоматической системой управления вентиляционной установки. Жидкостной насос геотермального теплового насоса не используется во время охлаждения. Отдельная насосная группа смонтирована поблизости от охлаждающего теплообменника вентиляционной установки для обеспечения циркуляции рабочей жидкости (рассола).

В третьем варианте работа охлаждающего теплообменника регулируется путем контроля температуры рабочей жидкости. Возвратная труба охлаждающего теплообменника вентиляционной установки соединена с возвратной трубой геотермальной системы циркуляции жидкости. Автоматическая система управления содержит реле для запуска циркуляционного насоса охлаждающего теплообменника вентиляционной установки, и трехходовой клапан с приводом для охлаждения. Регулирование температуры выполняется автоматической системой управления вентиляционной установки. Гидронасос геотермального теплового насоса не включается во время охлаждения. Отдельная насосная группа смонтирована поблизости от охлаждающего теплообменника для обеспечения циркуляции холодной рабочей жидкости (рассола).



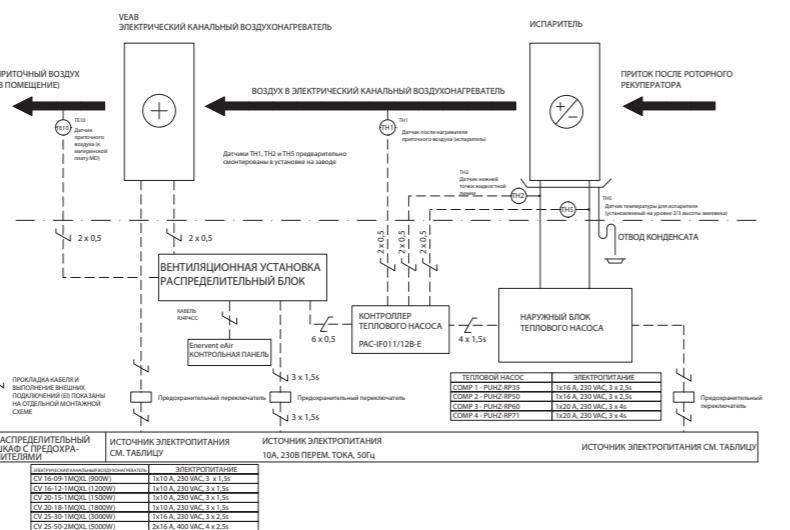
Базовая схема системы CHG

### 8.7.2 Enervent CHG

Теплообменник CHG (Cooling/Heating Geo) – это теплообменник, установленный в воздуховоде свежего воздуха вентиляционной установки. Он напрямую соединен с отдельной геосистемой циркуляции или с системой циркуляции теплового насоса с использованием геотермальной энергии посредством гликолового теплообменника. В зависимости от использования он может действовать в вентиляционной системе как теплообменник для предварительного охлаждения или предварительного нагрева. Такой теплообменник будет прекрасно служить в качестве поддержки для любой системы отопления. Более подробную информацию об этой системе можно найти в главе 10.

### 8.7.3 Enervent MDX

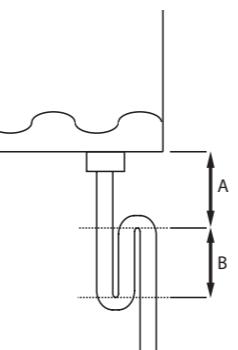
MDX – это тепловой насос, использующий теплоту воздуха, интегрированный в дополнительный нагрев и охлаждение приточного воздуха. Поскольку воздушный тепловой насос интегрирован в вентиляционную установку Enervent, он действует как энергоэффективный источник энергии. Система подходит как для новых зданий, так и для проектов реконструкции. Более подробную информацию можно найти в разделе 9.1.



Общая схема системы MDX

### 8.7.4 Применение HP eAir для охлаждения

Тепловой насос HP, использующий теплоту вытяжного воздуха, встроен в вентиляционную установку. Он использует энергию вытяжного воздуха, как понятно из его названия. Вместе с роторным рекуператором теплового насоса может восстановить почти всю энергию, имеющуюся в вытяжном воздухе, и использовать ее для нагрева. Его годовая эффективность теплоутилизации может достигать 95 %. Более подробную информацию можно найти в разделе 9.2.



### 8.8 Отвод конденсата для вентиляционной установки

Для всех вентиляционных установок, оборудованных охлаждающим теплообменником, должны быть установлены соединения для слива конденсата. Данное подключение рекомендуется в целом для вентиляционных установок. Конденсат образуется при остыании воздуха, например, зимой, когда влажный внутренний воздух контактирует с теплообменником, охлажденным наружным воздухом.

Труба для конденсата не должна быть напрямую соединена с системой канализации! Конденсат должен отводиться при помощи наклонной трубы с диаметром не менее 15 мм и оснащенной гидрозатвором. Вся труба должна лежать ниже уровня вентиляционной установки, и у нее не должно быть длинных горизонтальных секций или более одного гидрозатвора. Если установка оборудована более чем одним выходом для слива конденсата, каждая выходная труба должна иметь собственный гидрозатвор.

Поскольку в вентиляционной установке присутствует разрежение, разница по высоте (A) между сливом для конденсата и уровнем гидрозатвора должна составлять не менее 75 мм, но в любом случае не менее чем значение разрежения, деленное на 10 (например, разрежение в 500 Па -> 50 мм).

Рекомендуемая минимальная высота водяного столба гидрозатвора (B) составляет 50 мм, но в любом случае она не должна быть меньше, чем значение разрежения, деленное на 20 (например, разрежение в 500 Па -> высота водяного столба 25 мм).

В воздуховоде будет преобладать избыточное давление, следовательно, рекомендуемый перепад между уровнем слива конденсата и уровнем гидрозатвора составляет 25 мм для слива конденсата из канального элемента воздуховода. Рекомендуемая высота водяного столба составляет 75 мм, но в любом случае она не должна быть меньше, чем давление деленное на 10 (например, избыточное давление в 500 Па -> высота водяной колонки 50 мм).

Гидрозатвор должен быть заполнен водой перед запуском вентиляционной установки. Гидрозатвор может также высохнуть, если в нем не собирается вода. В данном случае воздух может начать течь в трубу и препятствовать попаданию воды в гидрозатвор.



## 9

## ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Интеграция тепловых насосов в вентиляционную систему обеспечивает энергоэффективное отопление воздуха помещения. При совместном использовании с роторным теплообменником тепловой насос значительно повышает годовую эффективность теплоутилизации. Такая комбинация может работать как главная отопительная система большую часть года в особо энергоэффективных зданиях. В этом случае в дополнение к вентиляционной системе не требуется отдельной системы теплораспределения. Тем не менее, во влажных помещениях нужен теплый пол и полотенцесушители, а для плиточных полов должна быть предусмотрена система комфортного подогрева. Более подробную информацию об отоплении воздуха можно найти в главе 10.

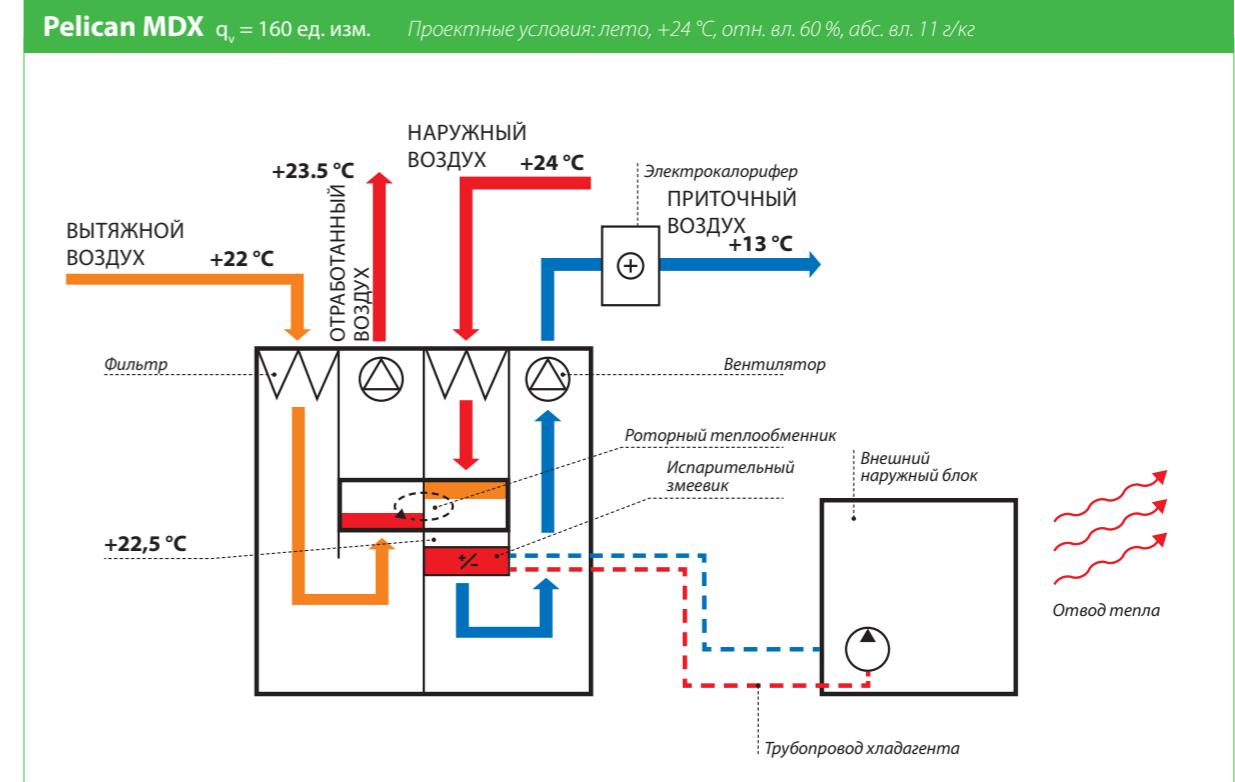
## 9.1

### ***Enervent MDX – тепловой насос, использующий теплоту воздуха, встроенный в систему дополнительного нагрева и охлаждения вентиляции, для отопления и кондиционирования***

Enervent MDX – это воздушный тепловой насос, интегрированный в систему дополнительного нагрева и охлаждения вентиляции. Поскольку насос интегрирован в вентиляционную установку Enervent, он действует как энергоэффективный источник энергии. Система подходит как для новых зданий, так и для проектов реконструкции.

Во время отопительного сезона роторный теплообменник восстанавливает до 75 %\* тепловой энергии, присущей в вытяжном воздухе. Эта энергия передается обратно в вентиляционные воздуховоды для отопления воздуха помещения. Помимо дополнительного нагрева приточного воздуха зимой тепловой насос может также использоваться для удовлетворения дополнительных потребностей в тепловой энергии очень энергоэффективным способом. Более того, роторный теплообменник восстанавливает влагу из вытяжного воздуха зимой, таким образом поддерживая влажность воздуха помещения на здоровом уровне.

\* Эффективность теплоутилизации сильно зависит от метода ее расчета. При погодных условиях, превалирующих в южной Финляндии, годовая эффективность теплоутилизации для установок Enervent составляет 75 %. С другой стороны, соответствующий результат эффективности составляет 85 % при расчете по методу Института пассивного дома в Германии, ведущего центра сертификации энергоэффективности в Европе.



Роторный теплообменник вентиляционной установки восстанавливает энергию холода и может использовать холодный наружный воздух для охлаждения ночью.

Комбинированная установка помогает сэкономить на стоимости монтажа. Воздух равномерно распределяется, поскольку не требуются отдельные приточные устройства.

Тепловой насос, интегрированный в систему дополнительного нагрева и дополнительного охлаждения вентиляционной установки, может применяться с большинством типоразмеров вентиляционных установок Enervent. Испаритель устанавливается внутри вентиляционной установки или в приточном воздуховоде, а наружный блок устанавливается снаружи здания.

Все системы MDX оснащаются компрессором с инверторным приводом, использующим высокоеффективный хладагент R410A.

Поскольку воздушному тепловому насосу, встраиваемому в систему дополнительного нагрева и охлаждения вентиляционной установки, требуется наружный блок, его нельзя использовать в проектах, в которых размещение таких блоков на фасадах не разрешается.

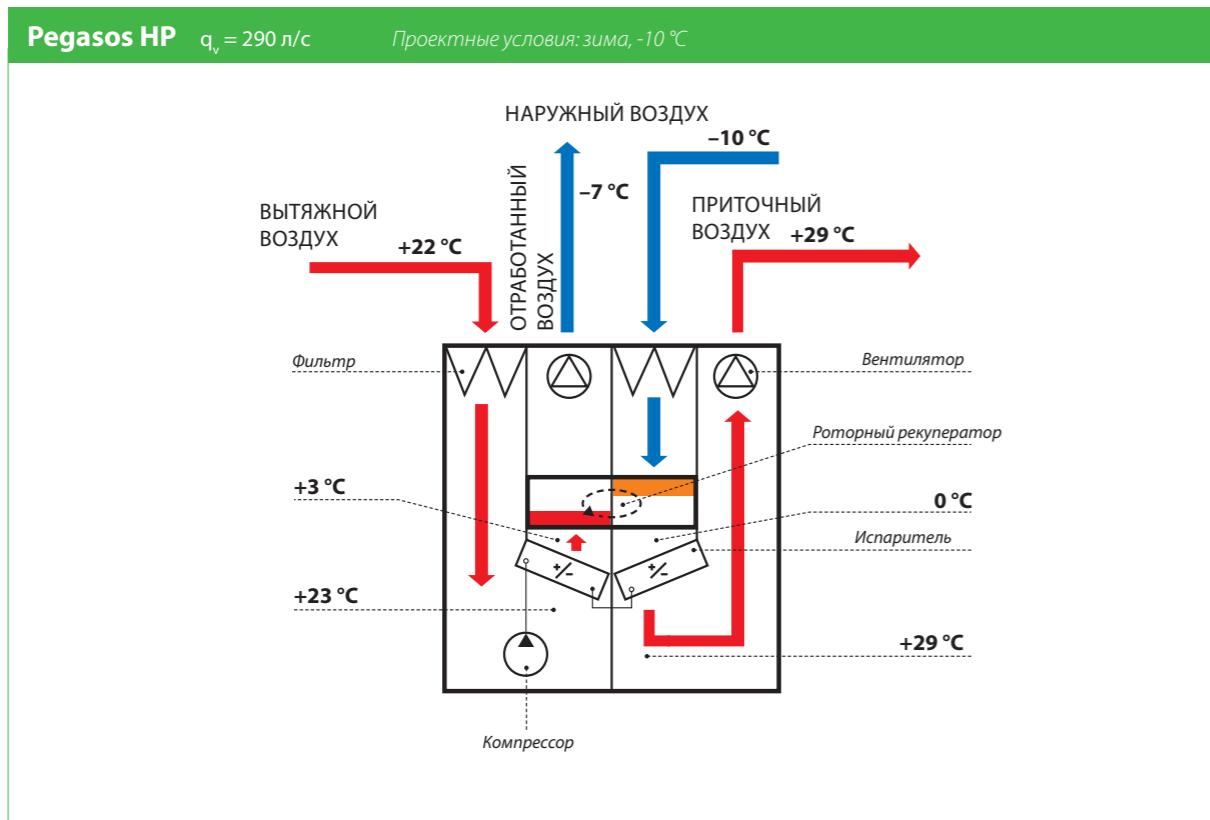
#### О чём нельзя забывать при проектировании и монтаже

Размеры вентиляционной установки выбираются так, чтобы обеспечить достаточную мощность отопления и охлаждения. В частности, при охлаждении это значит, что расход воздуха должен быть выше, чем минимальный уровень, указанный в Разделе D2. Мощность и сечение воздуховодов нужно рассчитывать, учитывая задачи охлаждения.

Выбор установки всегда должен быть основан на требованиях, относящихся к проекту, и на размерах помещения, но также выбор должен быть согласован с пожеланиями заказчика.

Система проектируется и внедряется так, чтобы ее работа была хорошо отлаженной и тихой как во время базовой вентиляции, так и во время форсирования для охлаждения.

При определении размеров системы необходимо помнить, что базового уровня вентиляции можно добиться с помощью скорости вентилятора 50... 60%, а форсированное охлаждение происходит при скорости 70... 100%. Воздуховод проектируется так, чтобы в режиме охлаждения объем воздуха, используемый для форсирования, можно было доставить на высокой скорости, но бесшумно. Таблицу размеров воздуховодов можно найти на стр. 41.



Выбранные воздухораспределители также должны работать в режиме охлаждения. Воздуховоды должны быть должным образом изолированы. Если вентиляционная установка оснащена охлаждением, то значение изоляции трудно переоценить.

### 9.2

## **Enervent HP eAir – встроенный тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха для отопления и охлаждения**

Тепловой насос HP, использующий теплоту вытяжного воздуха, встроен в вентиляционную установку. Он использует энергию вытяжного воздуха, как понятно из его названия. При совместном использовании с роторным теплообменником тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха, может утилизировать почти всю тепловую энергию вытяжного воздуха и вернуть ее для отопления. Его годовая эффективность теплоутилизации может достигать 95 %.

Поскольку встроенный тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха, не требует отдельного наружного блока, он также подходит для проектов, в которых установка наружных блоков ограничена законами о внешнем виде фасадов. Система подходит как для новых зданий, так и для проектов реконструкции.

В режиме охлаждения она охлаждает приточный воздух и передает избыточное тепло в отработанный воздух, выводимый из помещения. Она также удаляет влагу из приточного воздуха в режиме охлаждения, отчего воздух помещения становится более комфортным по ощущениям, даже если фактическое снижение температуры воздуха помещения составляет всего несколько градусов.

В режиме охлаждения происходит автоматическое реверсирование потока хладагента. Это изменяет направление процесса на противоположное, и теплообменник приточного воздуха действует, как испаритель.

Система использует тепло в два этапа. Подогрев наружного воздуха начинается в роторном рекуператоре, после чего воздух проходит через тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха. Тепловой насос и рекуператор восстанавливают тепловую энергию из вытяжного воздуха и передают ее в приточный воздух.

Благодаря совместной работе роторного рекуператора и теплового насоса температура отработанного воздуха может быть даже  $-20^\circ\text{C}$ . Поскольку воздух,

### Примечание:

Температура вытяжного воздуха в здании должна быть, по меньшей мере,  $+20^\circ\text{C}$ , чтобы встроенный тепловой насос работал эффективно. Если оказывается, что температура вытяжного воздуха ниже  $+20^\circ\text{C}$ , в воздуховоде вытяжного воздуха необходимо установить дополнительный нагреватель (не входящий в стандартный комплект поставки).

который тепловой насос использует для отопления уже теплый, эффективность установки превосходна.

Благодаря роторному рекуператору обмерзание не является проблемой, к тому же, для обеспечения комфорта обычно не требуется дополнительное отопление, даже если наружная температура достигает  $-15^\circ\text{C}$ .

### О чем нельзя забывать при проектировании и монтаже

Размеры вентиляционной установки выбираются так, чтобы обеспечить достаточную мощность отопления и охлаждения. В частности, при охлаждении это значит, что расход воздуха должна быть выше, чем минимальный уровень, указанный в Разделе D2. Мощность и сечение воздуховодов нужно рассчитывать, учитывая задачи охлаждения.

Система проектируется и внедряется так, чтобы ее работа была хорошо отлаженной и тихой, как во время базовой вентиляции, так и во время форсирования для охлаждения.

При определении размеров системы, необходимо помнить, что базового уровня вентиляции можно добиться с помощью скорости вентилятора 50...60%, а форсированное охлаждение происходит при скорости 70...100%. Воздуховод проектируется так, чтобы в режиме охлаждения объем воздуха, используемый для форсирования, можно было доставить на высокой скорости, но бесшумно.

Выбранные воздухораспределители также должны работать в режиме охлаждения.

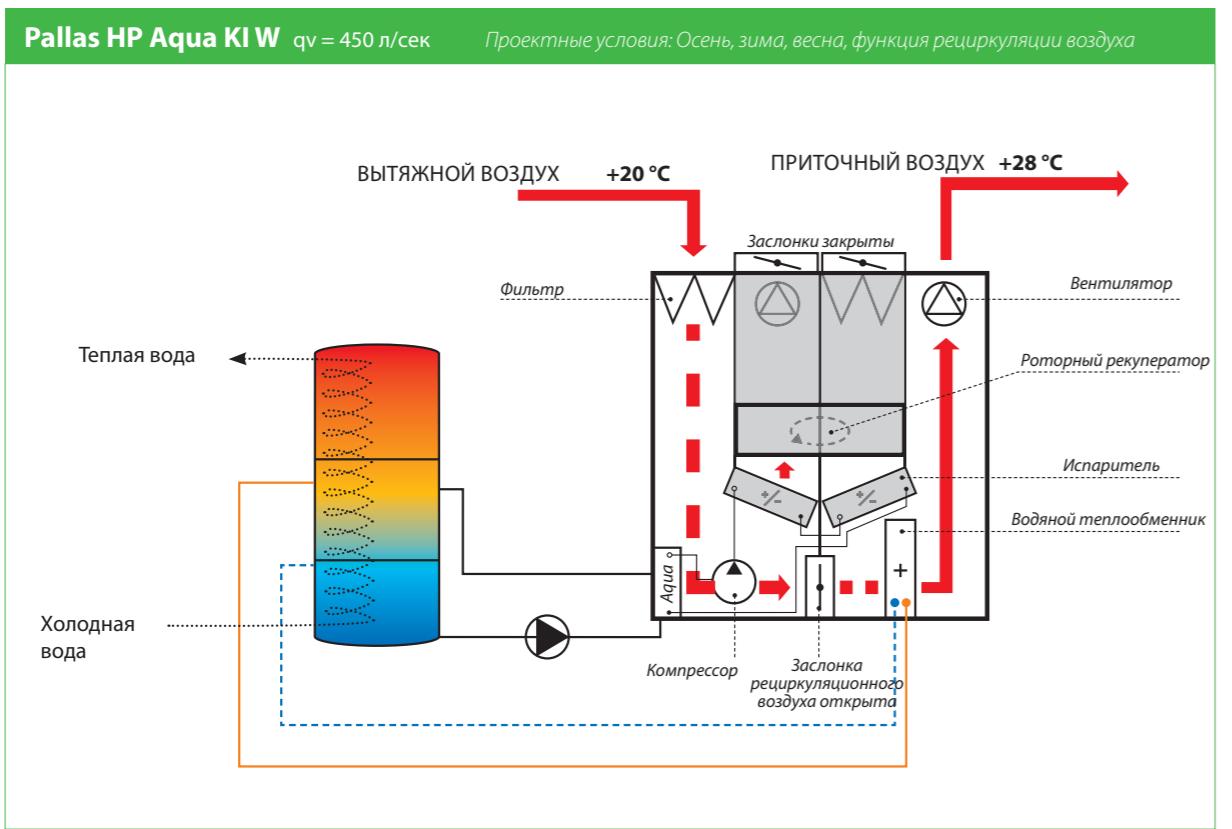
Воздуховоды должны быть должным образом изолированы. Изоляция играет еще большую роль, если вентиляционная установка оснащена охлаждением.

### 9.3

## **Enervent HP Aqua – встроенный тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха, вентиляция и нагрев воды**

Особенно при охлаждении воздуха в летний период, работа теплового насоса создает избыточные энергоресурсы, которые нельзя утилизировать, из-за чего они выбрасываются с вытяжным воздухом. Установка HP Aqua использует эту энергию, которая в противном случае была бы выброшена, и передает ее, используя теплообменник, в энергохранилище. Из энергохранилища сохраненная энергия может подаваться в водяную систему отопления или охлаждения, или использоваться для нагрева воды для горячего водоснабжения.

Воздушный тепловой насос, также использует энергию, восстановленную из влажности. Энергия, содержащаяся во влажности, образовавшейся при пользовании душем и сауной, или созданной технологическими процессами в коммерческих помещениях, также хранится в энергохранилище. Поэтому такое решение хорошо подходит не только для жилых, но и для промышленных зданий и магазинов, где потребность в осушении и охлаждении воздуха помещения часто бывает высокой. Примеры обоих случаев можно найти в главе 13.



При использовании EnergyBUS одна система может контролировать и теплопритоки, и потребление энергии. Например, устройство циркуляции воздуха Enervent Pallas HP Aqua разработано для управления микроклиматом, теплоутилизацией, производством горячей воды и водяным охлаждением. Установка EnergyBUS Ensto Enervent осуществляет мечты проектировщиков и строителей о всеобъемлющем решении, которое одновременно будет и простым и надежным.

EnergyBUS можно установить в здании любого размера. В главе 13 в качестве примеров приводятся промышленное здание(новое строительство), продуктовый магазин (реконструкция) и новый индивидуальный дом. Гибкость такой системы позволяет ей подстраиваться под текущие потребности. Потребность индивидуального дома в отоплении и охлаждении зависит от энергоэффективности здания, но его потребность в горячей воде выше, чем, скажем, потребность продуктового магазина.

Потребность жилых домов в осушении воздуха и охлаждении продолжит возрастать. В требованиях энергоэффективности к продуктовым магазинам требуется, чтобы существующее холодильное оборудование было оснащено холодильными витринами с закрывающимися дверцами, в результате чего относительная влажность воздуха помещения становится очень высокой, особенно летом. Открытое холодильное оборудование помогало осушать воздух помещения, однако, если оборудование оснащено закрытыми витринами, осушение воздуха осуществляется только вентиляционной системой.

Многие промышленные устройства также генерируют влагу при работе.

Потребность в охлаждении энергоэффективных зданий может быть снижена с помощью архитектурных и конструкционных (пассивных) решений, но также и посредством обеспечения правильного баланса влажности в воздухе помещения. Чем больше относительная влажность, тем жарче и дискомфортнее человеку. При поддержании влажности воздуха помещения на оптимальном уровне, температура в помещении может быть на несколько градусов выше, и это не вызовет ощущения дискомфорта. Контроль влажности воздуха также полезен для отделочных материалов, мебели и работы домашней бытовой техники.

В энергоэффективном здании полученная и потребленная энергия восстанавливается и используется повторно насколько возможно эффективно, независимо от того, была она получена бесплатно или куплена. Бесплатная энергия включает, например, солнечное излучение и тепловую энергию, полученную в процессе использования здания людьми, домашними питомцами и оборудованием. Эта бесплатная энергия добавляется к тепловой нагрузке, а в прошлом она выбрасывалась наружу, как использованное тепло.



## 10

# КОМФОРТНОЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

Мода на воздушное отопление возвращается, по мере того как возрастает внимание к энергоэффективности в строительстве. Установка водяной системы распределения тепла – гораздо более дорогостоящее вложение в пассивные дома и дома с нулевым потреблением энергии, в то время как вся, или по меньшей мере большая часть энергии отопления может быть распределена по зданию с помощью приточного воздуха.

Нагрев приточного воздуха контролируется комнатным термостатом, обычная температура приточного воздуха в зимний период составляет +25... +35 °C. Так как система контроля температуры может оперативно реагировать на изменения тепловой нагрузки, эффективность системы распределения тепла очень высока.

Хотя система нагрева воздуха не нуждается в обязательном наличии традиционной системы отопления водяными полами или радиаторами, наличие теплого пола и/или полотенцесушителя рекомендуется для влажных помещений. Более того, наличие комфорtnого теплого пола рекомендуется для помещений с кафельным полом.

### 10.1

#### Установка Enervent Pingvin Kotilampo

По мере того как индивидуальные дома становились все более воздухонепроницаемыми из-за энергетического кризиса 1970-х, возрастала потребность в функциональных и простых вентиляционных системах. Наилучшим решением для нагрева воздуха было совмещение вентиляции и отопления. Как и подразумевает название, система воздушного отопления обогревает здание с помощью теплого воздуха, который распределяется по помещениям через воздуховод. Тёплый воздух из воздуховода, проложенного в подвале или других конструкциях здания, подается в помещения через вентиляционные решетки, расположенные в полу или на уровне пола. Этот метод хорошо работает: пол остается теплым, а тёплый воздух поднимается вверх в соответствии с физическими законами.



Первые установки воздушного отопления являлись комбинацией установок вентиляции и рециркуляции воздуха. Установка Enervent Pingvin Kotilampo была разработана для замещения установки Valmet Kotilampo, которая была наиболее популярной установкой для воздушного отопления в то время. Она обычно также использовалась для замещения других, более старых установок воздушного отопления. Современная версия включает эффективный блок рекуперации тепла, который делает систему гораздо более экономичной. Уровень комфорта также повышается, если вентиляционная система более эффективна, и существуют разнообразные возможности управления этой системой.

Старая установка Valmet Kotilampo замещается установкой Pingvin Kotilampo, полностью соответствующей ей по размерам. Так как соединение вентиляции/установки воздушного отопления с кухонной вытяжкой более не является рекомендованным решением, вытяжка переносится на другое место и соответствующий воздуховод прокладывается через потолок и крышу.

Установка Pingvin Kotilampo того же размера, что и старая установка нагревания воздуха Valmet. Она оснащена энергоэффективными вентиляторами и эффективным



блоком теплоутилизации. Вместо теплообменника с пластинчатым рекуператором, использовавшимся в старых установках, Pingvin Kotilampo оснащена роторным теплообменником, используемым в вентиляционных установках Enervent, демонстрирующих годовую эффективность более 70 %.

Установка Pingvin Kotilampo оборудована системой контроля MD – опять же технологией, используемой в вентиляционных установках Enervent. Для получения более подробной информации о системе контроля см. раздел 7.2.

## 10.2

### **Частичное отопление с системой Enervent MDX**

MDX – это воздушный тепловой насос, интегрированный в дополнительный нагрев и охлаждение вентиляции. Тепловые насосы, встроенные в установки Enervent, действуют как энергоэффективный источник тепла. Во время отопительного сезона роторный теплообменник восстанавливает до 80 % тепловой энергии, присутствующей в вытяжном воздухе. Эта энергия передается обратно в вентиляционные воздуховоды для отопления воздуха помещения.

Система MDX – это комбинация роторного теплообменника (наиболее эффективный метод теплоутилизации) с воздушным тепловым насосом. Потребность в дополнительном обогреве в зимний период покрывается с помощью эффективного теплового насоса. В обычных зданиях также присутствует потребность в других источниках отопления. MDX прекрасно работает со всеми видами источников тепла и со всеми отопительными системами.

Когда температура ниже точки замерзания, система MDX восстанавливает влажность из вытяжного воздуха с помощью роторного рекуператора. Система подходит как для новых зданий, так и для проектов реконструкции. Наиболее энергоэффективным решением является использование такой системы в домах с низким или очень низким потреблением энергии.

Все системы MDX оснащены компрессорами с инверторным приводом и используют наиболее эффективный хладагент R410A. MDX может быть применена в большинстве типоразмеров вентиляционных установок Enervent. Испаритель установлен внутри вентиляционной установки или в приточном воздуховоде, а блок наружного воздуха монтируется снаружи здания.

## 10.3

### **Частичное отопление с системой Enervent HP eAir**

Установка Enervent HP eAir оснащена встроенным тепловым насосом, использующим теплоту вытяжного воздуха. Совместно с роторным рекуператором тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха, может восстанавливать всю тепловую энергию, присутствующую в вытяжном воздухе, и возвращать ее для отопления помещения.



Система Enervent HP подходит как для новых зданий, так и для проектов реконструкции. Так как система не имеет отдельного наружного блока, она также подходит для зданий, на фасадах которых установка блоков наружного воздуха запрещена.

Комбинированная установка помогает сэкономить на стоимости монтажа. Воздух распределяется равномерно, так как не требуется отдельных приточных устройств. Система оснащена двумя системами теплоутилизации. Она может использоваться с любыми системами отопления.

Наиболее высокого уровня энергоэффективности можно добиться, применяя раздельное терморегулирование для различных помещений. Вентиляционная установка подает предварительно нагретый приточный воздух, а система терморегуляторов управляет локальным устройством дрогрева воздуха в помещении. Локальное устройство дрогрева воздуха может повысить температуру предварительно нагретого приточного воздуха от +35...+38 °C до максимума в +45 °C при скорости потока воздуха 10 л/с, согласно потребности в отоплении помещения.

## 10.4

### **Расчет и подбор установки для воздушного отопления**

Процесс проектирования системы воздушного отопления начинается с определения скоростей потоков приточного и вытяжного воздуха, требуемых для нормальной вентиляции каждого помещения.

Если воздушное отопление – это основная система отопления, воздухораспределитель приточного воздуха должен быть расположен в каждом помещении, которое будет отапливаться (исключая влажные помещения и туалеты).

Если приточный воздух все же подается во влажные помещения, скорость его подачи должна быть значительно ниже, чем скорость потока вытяжного воздуха. Это гарантирует, что воздух не будет переноситься из влажных помещений в жилые комнаты. Диффузор для приточного воздуха может быть также расположен в помещении для стирки при условии, что скорость его потока будет ниже, чем скорость потока вытяжного воздуха. Данный объем может включать расход вытяжного воздуха смежных помещений, оснащенных только вентиляционными диффузорами для вытяжного воздуха.

Жилое помещение должно быть спроектировано таким образом, чтобы в нем было немного пониженное давление. Подходящий уровень пониженного давления достигается при условии, что скорость потока вытяжного воздуха от 3 % до 5 % выше, чем скорость потока приточного воздуха. Чем выше воздухонепроницаемость здания, тем ниже требуемый уровень пониженного давления. В проектах реконструкции негерметичных домов скорость потока вытяжного воздуха может быть на 10 % выше.

### Расчет потребности нагрева воздуха

Потребность в энергии отопления в зависимости от помещений (конвективный теплообмен + инфильтрация + воздухоподготовка + вентиляция) подсчитывается согласно Разделу D5. Общая потребность должна также учитывать калорифер дополнительного нагрева. Она подсчитывается на основе расхода приточного воздуха при нормальной вентиляции и значении температуры приточного воздуха, после роторного теплообменника.

### Пример подсчета проектной потребности в энергии

Проектная энергетическая потребность в примере составляет около 2,0 кВт. Другими словами, это то количество энергии, которое потребляет пассивный дом при наружной температуре -10 °C. Проектная температура -10 °C выбрана потому, что при этой температуре тепловой насос все еще может покрывать большую часть потребности в энергии. В Хельсинки температура ниже -10 °C наблюдается только 5 % в году, что составляет около 18 дней. Площадь поверхности дома из примера – около 100 м<sup>2</sup>. Вентиляционная установка – тепловой насос, использующий теплоту наружного воздуха (MDX).

### Полная или частичная нагрузка?

Решение на данной стадии может быть принято на основании того, полностью или частично потребность в отоплении будет удовлетворяться за счет воздушного отопления. Система воздушного отопления покрывает 75 % годовой потребности в энергии для обогрева (Раздел D5) при условии, что номинальная мощность системы нагревания воздуха, оснащенной воздушным тепловым насосом, составляет 50 % потребности в энергии для системы отопления данного помещения. Предварительные расходы воздуха могут быть выбраны на основе потребности в энергии, а вентиляционная установка – на основе графика ее производительности.

При проектировании систем, включающих воздушный тепловой насос, нужно принять во внимание, что наружный блок выключается при температуре ниже -20 °C. Установки имеют дополнительный электрообогреватель на случай экстремально низких температур.

В данном примере вычисленная общая потребность в энергии отопления при температуре -10 °C составляет 2,0 кВт.

Так как нагретый воздух отапливает только те помещения, в которые он поступает, уместно выяснить потребности в отоплении для этих помещений. В данном примере потребность помещений, в которые осуществляется приток воздуха, составляет 1,75 кВт. В расчете принята требуемая мощность дополнительного нагрева вентиляции.

Значение мощности в 1,75 кВт используется при подборе установки, если для системы предполагается полная нагрузка. В данном примере система рассчитана для частичной нагрузки, которая составляет 50 % проектной потребности отопления. Следовательно, результатирующая мощность – 2,0 кВт \* 0,5 = 1,0 кВт.

В данном примере требуемая мощность частичной нагрузки – 1,0 кВт, скорость потока приточного воздуха для отопления – 1...3 л/с/м<sup>2</sup>; процесс расчетов начинается

с этих стартовых условий. Программа для подбора оборудования Enervent Energy Optimizer используется для выбора подходящей установки. Желаемая температура для номинальной мощности (в данном случае -10 °C) вводится в поле дополнительных данных, и в соответствующее поле вводится значение расхода приточного воздуха для доставки дополнительного тепла в здание. Поле результата показывает, сколько тепла генерирует установка при введенных данных.

Установки Pandion MDX-Е хорошие показатели работы при скорости потока воздуха 100 л/с, тепловой насос генерирует 2,3 кВт тепла при температуре -20 °C (после теплоутилизации в сравнении с температурой приточного воздуха). Установка генерирует избыточное тепло, которое обогревает помещения, как показано ниже:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_i &= \rho_i \times C_{pi} \times q_{iv} \times \Delta T \\ &= 1 \times 1,2 \times 100 \times (31,4 - 21) = 1,25 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Расходы воздуха в приведенном примере во время отопления в 1,5 раза выше, чем расходы в соответствии с нормативами вентиляции.

Согласно программе Energy Optimizer, температура приточного воздуха +31,4 °C, в то время как наружная температура -10 °C, а внутренняя температура +21 °C.

таким образом, температурная разница ( $\Delta T$ ) составляет 31,4 °C - 21 °C = 10,4 °C.

На основе температурной разницы подсчитывается отопительная мощность (избыточное тепло), доставляемая в помещения, с использованием следующей формулы:

$$\dot{Q}_i = \rho_i \times C_{pi} \times q_{iv} \times \Delta T$$

$$Q = \rho_i \times C_{pi} \times q_v \times \Delta T$$

$\rho_i$  = плотность воздуха, 1 кг/м<sup>3</sup>

$C_{pi}$  = удельная теплоемкость воздуха, 1,2 кДж/кг · °C

$q_v$  = скорость потока воздуха, л/с

$\Delta T$  = перепад температуры (22 °C - 13 °C)

Расходы воздуха, определенные для помещений, базируются на потребности в отоплении, так что необходимый расход воздуха существует для каждого помещения. Расход воздуха может быть определен на основе потребностей в отоплении для каждого помещения, например, так что общий расход будет равен суммарному расходу для каждого помещения с учетом их энергетической потребности.

### Пример:

Энергетическая потребность спальни: 350 Вт

Требуемая скорость потока воздуха

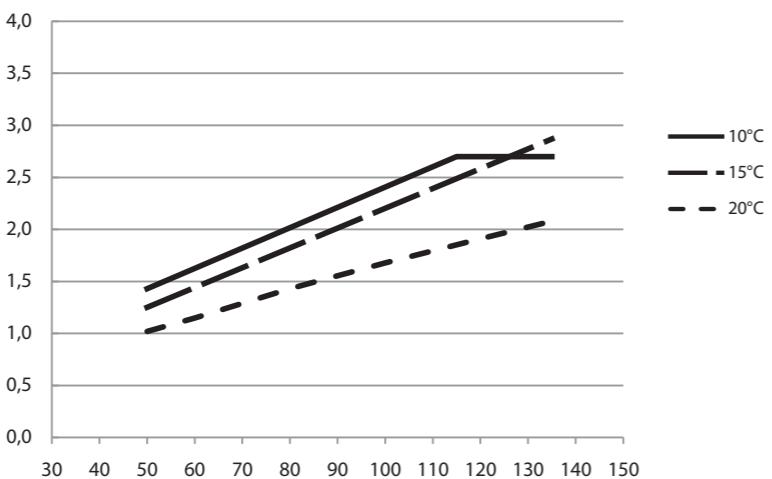
$$qv = Q/Pi \times C_{pi} \times \Delta T$$

$$\Leftrightarrow 350 \text{ Вт} / 1,2 \times 1 \times 10,4 = 28 \text{ л/с}$$

### Вычисление номинальной мощности теплового насоса

Номинальная мощность теплового насоса определена при наружной температуре +7 °C. Температура сразу же после рекуператора составляет около +18 °C, а сразу после испарителя теплового насоса – около +33 °C. Точные значения температуры могут быть рассчитаны с помощью программы Energy Optimizer.

### Отопление с Pandion MDX



В некоторых случаях полученный расход может быть ниже, чем регламентированная минимальная скорость потока воздуха. Если это происходит, при проектировании итоговых скоростей потока расходы воздуха для таких помещений должны быть увеличены до минимально допустимого значения, а скорости потока для других помещений должны быть отрегулированы таким образом, чтобы была достигнута желаемая общая скорость потока воздуха.

При необходимости расчеты потребности в энергии могут быть обновлены при уже выбранных проектных скоростях потока воздуха. Увеличение скоростей потока воздуха всегда оказывает некоторое воздействие на уровень энергетической потребности, и, как следствие, также на уровень энергопотребления. Проектная энергетическая потребность с обновленными значениями скоростей потока воздуха (приточный +100 л/с и вытяжной -103 л/с) составляет 2,0 кВт.

На данной стадии общая скорость потока воздуха или скорости потока для отдельных помещений могут быть увеличены или уменьшены, при условии соответствия минимальным требованиям, установленным для скорости потока наружного воздуха, приведенным в Разделе D2. Аналогично энергетические потребности в зависимости от помещения могут быть снижены, например, конструктивными изменениями в проекте. Сделанный выбор пересматривается, если такие модификации произведены.

Несмотря на то что уровни мощности отопления для некоторых помещений были немного выше, чем соответствующие энергетические потребности, можно предположить, что тепло будет переноситься в другие помещения с помощью воздуха.

### Воздействие на уровень энергопотребления

Потребности в энергии отопления для здания подсчитываются обычным образом. Требуемый предварительный нагрев воздуха должен быть также включен в потребность энергии отопления, если установка используется также для нагревания приточного воздуха. Согласно Разделу D3 Национальных строительных норм Финляндии, энергия отопления, генерируемая воздухо-воздушными тепловыми насосами, работающими постоянно как часть вентиляции или нагревательной системы, должна быть также полностью учтена.

Согласно Разделу D5 Национальных строительных норм Финляндии (называемому далее Раздел D5), доля энергии отопления, генерируемой воздухо-воздушным тепловым насосом, в потребности помещений в энергии отопления ( $Q_{HP}/Q$  отопление помещения, горячее водоснабжение) вычисляется как функция от относительного теплового выхода ( $Q_{HPn}/Q_{space}$ ) в различных погодных зонах. Номинальная мощность теплового насоса ( $Q_{HPn}$ ) дана для рабочей точки  $T_{наружи}/T_{внутри} = 7/20$  °C. Значение удельной мощности вентиляции (SFP) составляет 2,8 (если не указано иное).

Отопление с Pandion MDX

Номинальная мощность теплового насоса может быть определена по графику его производительности при наружной температуре +7 °C, или с помощью программы Energy Optimizer. Доля относительной энергии нагревания для воздухо-воздушных тепловых насосов приведены в таблице 6.10 Раздела D5.

### Выбор распределительных устройств

При проектировании системы нагревания/охлаждения воздуха особое внимание следует уделить выбору распределительных устройств для приточного воздуха. Диаграммы выброса воздушной струи, уровень шума и потенциальные сквозняки в режиме охлаждения или нагревания должны быть учтены при выборе распределительных устройств приточного воздуха. Рекомендуется выбирать распределительные устройства с хорошими смешивающими свойствами. Распределительные устройства с функцией смешивания обеспечивают постоянство комнатной температуры и уменьшают риск появления сквозняка. Если распределительное устройство эффективно перемешивает приточный воздух с воздухом помещения, приточный воздух может быть доставлен в помещение с верхней части стены или с потолка.

Распределительные устройства для вытяжного и рециркуляционного воздуха должны быть такими, чтобы их загрязнение не оказывало заметного влияния на скорость потока воздуха. Они должны быть также просты в очистке.

Действие воздухораспределителей должно вносить вклад в сбалансированность общего расхода воздуха (нагрев, охлаждение и нормальная вентиляция). Распределительные устройства и максимальные скорости потока воздуха должны быть подобраны таким образом, чтобы избежать шума и проблем с расходом в режиме охлаждения. При удвоении скорости потока воздуха разница в давлении увеличивается в 4 раза и уровень шума возрастает.

### Проектирование воздуховодов

Выбор воздуховода и его компонентов всегда должен основываться на максимальных скоростях потока воздуха, которые определены потребностями в энергии для нагрева или охлаждения.

Воздуховод должен быть максимально коротким, по возможности прямым и легким в обслуживании. Скорость потока воздуха не должна превышать 3 м/с, чтобы избежать излишних потерь давления и высокого уровня шума.

В воздуховоды приточного и вытяжного воздуха всегда следует устанавливать шумоглушители. Выбирать шумоглушители нужно тщательно, принимая в расчет шум вентилятора в воздуховоде и максимально допустимые уровни шума в помещениях. Уровни шума также должны учитываться при определении размеров воздуховода и выборе распределительных устройств. В проекте должны быть учтены требования по звукоизоляции между помещениями. Вентиляционная щель под дверью уменьшает звукоизоляционные свойства двери. Уровень звукоизоляции, сравнимый с уровнем закрытой двери, может быть достигнут с помощью шумоглушающего переточного устройства.

### Изоляция воздуховодов

Вентиляционный воздуховод должен быть изолирован таким образом, чтобы конденсат не мог скапливаться на внутренних или внешних поверхностях воздуховода при любых условиях. Более того, окружающая среда не должна влиять на температуру воздуха в воздуховоде. Размеры изоляции выясняются для каждого



случаи отдельно в зависимости от расположения воздуховода и температуры в окружающем воздуховод пространстве. При вычислении размеров изоляции нужно принять во внимание, что температура воздуха в воздуховоде отработанного воздуха может быть значительно ниже нуля.

Температура отработанного воздуха при различных наружных температурах может быть подсчитана с помощью программы Enervent Optimizer. Программное обеспечение от производителя изоляции также может быть использовано для определения толщины изоляции.

Изоляцию приточного воздуховода от вентиляционной установки к воздухораспределителю нужно спроектировать и установить так, чтобы перепад температуры воздуха, проходящего по воздуховоду, составлял не более 1 °C.

Изоляцию вытяжного воздуховода от воздухораспределителя к вентиляционной установке нужно спроектировать и установить так, чтобы перепад температуры воздуха, проходящего по воздуховоду, составлял не более 1 °C.

### Примеры изоляции воздуховода

#### Наружный воздуховод (воздуховод свежего воздуха)

Холодное пространство: 100-мм изоляция плитками, матами или полусекциями (дополнительно возможна заливная изоляция).

Теплое/полутеплое пространство\*:

Вариант 1: 80-мм изоляция с паронепроницаемым внешним слоем.

Вариант 2: 20-мм изоляция из вспененной резины на воздуховоде и 50-мм изоляция с паронепроницаемым внешним слоем. Изоляция должна препятствовать конденсации пара на внешней поверхности воздуховода и избыточному нагреванию воздуха в летний период.

#### Вытяжной воздуховод

Холодное пространство: 100-мм изоляция плитками, матами или полусекциями.

Теплое/полутеплое пространство:

Вариант 1: 80-мм изоляция с паронепроницаемым внешним слоем.

Вариант 2: 20-мм изоляция из вспененной резины на воздуховоде и 50-мм изоляция с паронепроницаемым внешним слоем.

Изоляция должна препятствовать конденсации пара на внешней и внутренней поверхности воздуховода.

\* Термин «полутеплое пространство» означает, к примеру, фальшпотолок, междуэтажное перекрытие или короб (канал) для инженерных систем.

## 11 ENERVENT CHG – ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ



Enervent CHG (Cooling/Heating Geo) – это теплообменник, устанавливаемый в воздуховоде свежего воздуха вентиляционной установки. Он подключается либо непосредственно к отдельной геосистеме циркуляции, либо через гликоловый теплообменник к земляному коллектору циркуляции геотермального теплового насоса. В зависимости от использования он может действовать в вентиляционной системе в качестве предварительного охлаждения или предварительного прогрева. Такой теплообменник будет прекрасно служить в качестве системы поддержки любой системы отопления.

Жидкость из земляной системы циркуляции нагревает теплообменник зимой и охлаждает его летом. Обычно в CHG в качестве теплоносителя используется водно-гликоловая смесь, такая как Dowcal 10, или раствор этилена.

Теплообменник CHG помогает экономить энергию, поскольку значительно снижает потребление в вентиляционной системе тепловой энергии и энергии охлаждения, используя бесплатную энергию вместо платной. Он выравнивает пики наружных температур зимой и летом, благодаря чему вентиляционная установка тратит меньше энергии на отопление и охлаждение. Благодаря теплообменнику CHG отпадает необходимость учитывать региональные пиковые температурные значения, что позволяет экономить не только электроэнергию, но и инвестиционные расходы.

Теплообменник CHG повышает надежность вентиляционной системы в целом, снижая риск неправильной работы при пиковых температурах при очень холодной или очень жаркой погоде. Кроме того, он значительно снижает потребность в защите вентиляционной системы от обмерзания, и, соответственно, потребность в энергии для защиты от обмерзания.

Если вентиляционная система не оснащена никаким другим оборудованием для охлаждения, летом теплообменник CHG обеспечивает некоторое охлаждение приточного воздуха.

CHG оснащен воздушным фильтром (фильтр класса G3), который увеличивает срок службы фильтра свежего воздуха вентиляционной установки.

### Что необходимо учесть при проектировании и монтаже CHG

Предварительное охлаждение вентиляции может применяться везде, где установлена механическая приточно-вытяжная вентиляция и где возможна установка системы горизонтального подземного коллектора циркуляции. Для вентиляции тип установленной в доме системы отопления не имеет значения. Поэтому систему предварительного охлаждения можно устанавливать и в старых зданиях.

Проектировщик несет ответственность за правильное определение размеров подходящей системы коллекторов и подбор необходимых компонентов системы, таких как циркуляционный насос, отсечные клапана, расширительные баки и т. д. на основе данных гидравлических расчетов (уровень давления и скорость потоков).

Для домов с системами отопления, использующими геотермальную энергию, проектировщик также выбирает подходящий гликоловый теплообменник для установки между подземной системой коллекторов и теплообменником CHG.

**Технические данные****Модельный ряд теплообменников CHG и комплектность поставки**

Комплект CHG	CHG 200	CHG 250	CHG 400
Тип	VEAB CWK 200-3-2.5-L/R	VEAB CWK 250-3-2.5-L/R	VEAB CWK 400-3-2.5-L/R
Код изделия в комплекте CHG	L: K930040501V (левосторонний) R: K930040501 (правосторонний)	L: K930040502V (левосторонний) R: K930040502 (правосторонний)	L: K930040503V (левосторонний) R: K930040503 (правосторонний)
Подходит для установок Enervent (ПРИМЕЧАНИЕ: для установок меньшего размера могут использоваться теплообменники большего размера)	Plaza, Pingvin, Pingvin XL, Pandion, LTR-2, LTR-3	Pelican, LTR-6	Pegasos, LTR-7
Размер подключения канала воздуховода	Ø 200 мм	Ø 250 мм	Ø 400 мм
Размеры и вес теплообменника без теплоносителя/ с теплоносителем	Д 395 x В 330 x Г 415 мм, 10/11 кг	Д 395 x В 405 x Г 491 мм, 12/13,5 кг	Д 450 x В 529 x Г 715 мм, 22/24,7 кг
Фильтр (стандартный фильтр)	1 фильтр, класс фильтрации G3, 379 x 296 x 13 мм Запасной комплект фильтров включает 6 фильтров (без рамки)	1 фильтр, класс фильтрации G3, 454 x 372 x 13 мм Запасной комплект фильтров включает 6 фильтров (без рамки)	1 фильтр, класс фильтрации G3, 679 x 472 x 13 мм Запасной комплект фильтров включает 6 фильтров (без рамки)
Подключения труб с теплоносителем	22 мм	22 мм	22 мм
Подключение конденсатоотвода (вакуум)	V2", должен быть оснащен гидрозатвором	V2", должен быть оснащен гидрозатвором	V2", должен быть оснащен гидрозатвором
Клапан и привод	Belimo R313 (R3015-4-S1), трехходовой, Kvs 4, DN 15 TR24-SR, 0-10V	Belimo R317 (R3020-4-S2), трехходовой, Kvs 4, DN 20 HRYD24-SR, 0-10V	Belimo R322 (R3025-6P3-S2), трехходовой, Kvs 6,3, DN 25 HRYD24-SR, 0-10V
Дополнительный датчик наружной температуры для устройств Enervent MD	1 датчик, 5 м	1 датчик, 5 м	1 датчик, 5 м

**Горизонтальный коллектор или энергетический колодец?**

Большинство современных геотермальных тепловых насосов берут энергию из энергетического колодца. Энергетический колодец – это более дорогое, но часто более функциональное решение для энергетической потребности змеевика CHG, особенно в старых зданиях. Скважины энергетического колодца можно пробурить во дворе, не нанеся значительного ущерба ландшафта. Однако горизонтальная коллекторная система циркуляции – это тоже хорошее решение, если есть вероятность глобальной реконструкции двора.

Система коллекторов обычно выполняется из 40-мм коллекторных труб, по которым циркулирует незамерзающая жидкость, обычно раствор этанола. Система циркуляции заглубляется в грунт и монтируется на максимально возможной глубине, причем минимальная глубина составляет не менее 1–2 метров. Всего для системы циркуляции коллекторов необходимо 150–200 метров труб. Трубы устанавливаются так, чтобы расстояние между ними было по меньшей мере, 1,5 м. Поскольку почва с высоким содержанием влаги лучше удерживает тепло, влажные глинистые почвы лучше всего подходят для этой цели.

Теплообменник CHG подключается к специальной коллекторной системе, обычно выполненной из пластиковых труб диаметром 40 мм. Коллекторная система циркуляции укладывается в землю на глубину около 1–2 м и располагается так, что расстояние между соседними трубами составляет по меньшей мере 1,5 м. Общая длина системы циркуляции коллекторов должна быть от 150 до 200 м. Для определения точной глубины монтажа коллекторной системы циркуляции необходимо выяснить глубину промерзания земли в данной местности, так как коллектор должен располагаться ниже точки промерзания.

Довольно удобно монтировать систему коллекторов одновременно с реконструкцией сада, поскольку придется перекопать довольно большой участок земли. Чем больше влаги содержится в земле, тем более эффективным будет предварительный нагрев. Земля с высоким содержанием влаги более эффективно удерживает тепло. Так, влажная глинистая почва является самой энергоэффективной, тогда как сухая песчаная почва – самой неэффективной.

Теплообменник CHG также может подключаться к земляному контуру циркуляции геотермального теплового насоса. Для CHG нужна система циркуляции теплоносителя с гликоловым теплообменником, отделенная от системы циркуляции теплоносителя энергетического колодца. Поэтому в геосистеме и системе CHG циркулируют разные жидкости. Обычно в теплообменнике в качестве теплоносителя используется водно-гликоловая смесь, такая как Dowcal 10, или раствор этанола. Вид незамерзающей составляющей жидкости, циркулирующей в системе теплообменника, определяется на основе самых низких ожидаемых температур для данной местности. Минимальное содержание гликоля для южной Финляндии составляет 35... 40%, а для северной Финляндии - 45... 50%.

Теплообменник CHG всегда оснащается отдельным циркуляционным насосом. Размеры насоса подбираются таким образом, чтобы он мог обеспечивать циркуляцию теплоносителя в достаточном объеме. На выбор размеров насоса влияет длина трубопровода и потери давления в теплообменнике и клапанах.

Определение размеров лучше всего выполнять с помощью расчетов и программного обеспечения. При желании можно использовать следующие эмпирические правила: Потеря давления для 40-мм трубопровода системы коллекторов составляет 0,05 кПа/м, а потеря давления для теплообменника и клапана – 25 кПа. При длине коллекторного трубопровода 200 метров потеря давления, используемая для определения размеров, составит 200 м x 0,05 кПа/м = 10 кПа + 25 кПа = 35 кПа: высота подачи насоса рассчитывается так, чтобы оптимальная точка достигалась при высоте  $h = 3,5$  метра.

Теплообменник CHG и его трубопровод всегда должны изолироваться, включая секцию наружного воздуховода между теплообменником для предварительного охлаждения и вентиляционной установкой. Также должны быть изолированы воздуховоды приточного воздуха вентиляционной системы.

Поскольку летом охлаждающий теплообменник удаляет большое количество влаги из воздуха, обязательно оснащать его конденсатоотводом с гидрозатвором. Гидрозатвор должен быть расположен в теплом месте.

CHG в основном монтируется в горизонтальном положении с небольшим наклоном, что обеспечить удаление конденсата. Теплообменники CHG есть в левостороннем



и правостороннем исполнении. Люк для технического обслуживания должен открываться в сторону. Необходимо обеспечить легкий доступ к теплообменнику для замены фильтра и технического обслуживания.

#### Автоматическое управление

Теплообменник CHG управляется системой управления MD. Эта функция активируется на панели управления eAir. В панели управления eAir есть отдельное меню параметров настройки функции CHG. Для корректной работы системы требуется установка дополнительного датчика температуры в наружном воздуховоде до теплообменника CHG.

Система управления запускает циркуляционный насос системы змеевика и осуществляет управление 3-ходовым клапаном, если наружная температура опускается ниже, чем предварительно заданное значение ( заводская настройка +5 °C). Система управления прекращает работу теплообменника, когда наружная температура превышает предварительно заданное значение на указанное число градусов Цельсия ( заводская настройка 1 °C).



## 12 ПОДВОДНЫЕ КАМНИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Если вы дочитали до этого места, то уже наверняка заметили, что проектирование оптимального микроклимата помещения – совсем непростая задача, хотя это, скорее всего, было для вас очевидно и раньше. Но это не значит, что задача невыполнима. Тщательно сфокусировавшись на проекте, профессиональный проектировщик может добиться отличных результатов.

Тем не менее, люди совершают ошибки, из-за которых могут возникнуть проблемы. В этом разделе мы обсудим некоторые из них – те, на которые стоит обратить особое пристальное внимание.

### 12.1 Компенсационный воздух

**Проблема: «Я не могу развести огонь в камине. Вентиляционная установка обмерзает во время морозов».**

При наличии в доме кухонной вытяжки, сауны с дровяной печью или камина необходимо предусмотреть решения для подачи компенсационного воздуха. В энергоэффективных домах рекомендуется использовать коаксиальную дымовую трубу с отдельным каналом для компенсационного воздуха. Такая труба в любое время обеспечит камин достаточным количеством наружного воздуха, необходимого для горения. Такое решение гарантирует, что использование камина не помешает работе вентиляционной установки, а также улучшит энергоэффективность здания.

Если камин не оборудован отдельным каналом компенсационного воздуха, он заберет необходимый для горения воздух из ближайшего, наиболее доступного источника. В воздухонепроницаемых зданиях камин заберет компенсационный воздух из вентиляционных воздуховодов и вентиляционной установки. Роторному теплообменнику необходимо достаточное количество теплого вытяжного воздуха, чтобы нагревать холодный наружный воздух, особенно в морозную погоду. В противном случае вентиляционная установка может обмерзнуть.

### 12.2 Уровень шума в жилых помещениях

**Проблема: «Шум от вентиляционной установки нас раздражает и не дает нам спать».**

В Разделе D2 приводятся нормативные значения максимального уровня шума, производимого вентиляционной системой. Эти нормативные значения не должны превышаться даже во время форсирования вентиляции.

Шум попадет из одной комнаты в другую через вентиляционные щели под дверьми или перегородочные решетки, если этому не препятствуют, скажем, звуконепроницаемые двери. Раздражающий шум может также распространяться по строительным конструкциям. Предотвратить распространение такого шума можно тщательно закрепив вентиляционную установку и воздуховод.

Кроме того, правильные расчеты сети воздуховодов, а также последующие монтаж и балансировка системы гарантируют отсутствие раздражающих шумов.

Вентиляционную установку не следует устанавливать вблизи спальни.

### 12.3

#### **Резерв для увеличения скорости потоков воздуха**

**Проблема: «Воздуха стало недостаточно, после того, как бабушка и дедушка поселились этажом ниже».**

При проектировании вентиляционной системы необходимо учитывать возможные изменения в назначении здания и в количестве жителей в течение всего срока его службы. Воздуховоды должны иметь такие размеры, чтобы оставался резерв для увеличения скорости потоков воздуха. Это поможет избежать ситуации, когда необходимо увеличить скорость потоков воздуха, но в действительности это будет невозможно, например, из-за чрезмерно, чрезмерно высокого уровня шума при более высоких скоростях.

### 12.4

#### **Контроль влажности**

**Проблема: «После пользования сауной окна начинают «плакать». Весь пар немедленно вытягивается из сауны».**

Временные изменения уровня влажности в доме недостаточно учитываются в нормативных значениях скоростей потоков воздуха, приведенных в Национальных строительных нормах Финляндии. Прием сауны, душа или ванны создает временную, но очень высокую влажность, которую вентиляционная система должна осушить. Система, спроектированная в соответствии с нормативными значениями, может не справиться с такой ситуацией. Наилучшим вариантом проектирования вентиляционной системы будет проект, в котором вентиляционная система автоматически форсирует скорость потоков воздуха для управления влажностью.

Если вентиляционную установку планируется установить в помещении с высоким уровнем влажности, необходимо тщательно продумать обработку водного конденсата. Если вода конденсируется на кафельной плитке на стене, она, естественно, будет конденсироваться и на металлическом корпусе вентиляционной установки.

Проектирование вентиляции для сауны – это уже само по себе искусство. Под полом всегда должно располагаться вентиляционное отверстие для вытяжного воздуха. Если вентиляционное отверстие необходимо поместить в потолке сауны, то должна быть обеспечена возможность его закрыть. Когда вентиляционное отверстие в потолке закрыто во время пользования сауной, влажный пар, поднимающийся от печки, не попадает непосредственно в воздуховод вентиляции и дальше в вентиляционную установку. Это дольше удерживает пар внутри сауны, а вентиляционная установка лучше справляется с временной высокой влажностью. Кроме того, если воздух вытягивается под скамьями, нижняя скамья и нижняя часть стены остается сухой.

### 12.5

#### **Пространство для технического обслуживания вентиляционной установки**

**Проблема: «Техническое обслуживание вентиляционной установки довольно затруднительно. Я стараюсь отложить замену фильтра».**

Лучшим местом расположения вентиляционной установки является техническое помещение. Фильтры вентиляционной установки необходимо регулярно заменять, а в помещении должно быть достаточно места для ее технического обслуживания. Уже на этапе проектирования необходимо убедиться, что в помещении для вентиляционной установки есть достаточно места для того, чтобы можно было полностью открыть дверцу обслуживания.

### 12.6

#### **Влияние загрязненного фильтра на расход воздуха**

**Проблема: «Качество воздуха помещения снижается, когда подходит к концу срок службы фильтра».**

Согласно Национальным строительным нормам Финляндии «здание должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы при нормальных погодных условиях и нормальных условиях эксплуатации микроклимат в нем был здоровым, безопасным и комфортным». Эти требования также должны соблюдаться и в конце срока службы фильтра. Поэтому нормативные значения для скоростей потоков воздуха должны соблюдаться не только при использовании новых чистых фильтров. Проектные значения скоростей потоков воздухов должны быть больше нормативных значений, чтобы можно было добиться здорового, безопасного и комфортного микроклимата даже при загрязнении фильтров. Однако это не исключает необходимости регулярной замены фильтров.

### 12.7

#### **Конденсат течет из вентиляционной установки**

**Проблема: «Откуда берется вода?»**

Небольшие вентиляционные установки всегда должны оснащаться сливом конденсата с гидрозатвором.

Вентиляционная установка Piccolo On может монтироваться над кухонной плитой. Такие условия оптимальны для образования конденсата, поэтому необходимо запроектировать подходящий скрытый канал для установки трубы для отвода конденсата и гидрозатвора.

**12.8*****Как избежать избыточного давления***

**Проблема:** «Воздуха не хватает для всех, я не могу развести огонь в камине, а тёща не может открывать двери».

Избыточная разность давлений - одна из главных причин возникновения проблем, связанных с неправильным проектированием, монтажом или использованием механической вентиляционной системы.

Обычный финский одноэтажный индивидуальный дом – хороший кандидат для возникновения в нем проблем с давлением. Как правило, дом является прямоугольным. Влажные помещения и кухня располагаются в одном его конце, а спальни – в другом. Это значит, что вытяжные воздуховоды находятся в одном конце дома, а приточные воздуховоды – в другом. Воздух между ними не двигается.

Чтобы избежать избыточного давления, скорости потоков вытяжного и приточного воздуха должны быть сбалансированы в обоих концах дома.

В двухэтажных домах спальни обычно расположены на втором этаже, а туалет (а иногда и гардероб) в непосредственной близости от нее. Это создает риск того, что на втором этаже объем приточного воздуха будет значительно больше, чем объем вытяжного воздуха, в результате чего возникнет избыточное давление. Такое избыточное давление еще больше повышается из-за того, что воздух поднимается наверх.

При проектировании вентиляции необходимо обеспечить отрицательное давление на втором этаже. Это можно сделать, добавив вытяжной воздуховод в коридор второго этажа, или установив как приточный, так и вытяжной воздуховоды во всех или некоторых спальнях второго этажа. Устранение необходимости в вентиляционной щели под дверью также обеспечит достаточную звукоизоляцию спален.

**12.9*****Изменения, внесенные на скорую руку***

**Проблема:** «В систему включено охлаждение, но оно не работает».

Иногда плотный график проектных работ приводит к досадным ошибкам. Давайте представим себе сценарий, в котором заказчик уверенно заявил, что не хочет устанавливать систему охлаждения в жилых помещениях. Однако у его соседей есть система охлаждения воздуха. Когда монтаж уже был начат, заказчик изменил свое решение. Теперь ему абсолютно необходимо охлаждение. Проектировщику об этом не сообщили, и он не сделал новые расчеты расходов воздуха и сечений воздуховодов для обновленного технического задания.

**12.10*****Согласованность проектов инженерных систем***

**Проблема:** «Система просто не работает так, как должна».

Часто при проектировании инженерных сетей дома задействованы несколько опытных профессионалов, в результате чего они выполняют точное моделирование, которое помогает при монтаже.

Чертежи внешних подключений вентиляционной системы должны выполняться совместно со специалистами в соответствующих областях, каждый из которых несет ответственность за свой собственный чертеж (например, в команду входят инженер-электрик, специалист КИПиА, проектировщик систем водоснабжения и канализации).

Бесперебойная совместная работа внешних датчиков, приводов, насосов, заслонок и трубопроводов очень важна для монтажа и работы вентиляционной системы.



## 13 ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ENERVENT В РАЗЛИЧНЫХ ПРОЕКТАХ

### 13.1 Модернизация особняка, Хельсинки

<b>Жители</b>	Семья Куусинен из четырех человек
<b>Год постройки</b>	2006
<b>Реконструкция вентиляции</b>	2013
<b>Общая площадь</b>	170 м <sup>2</sup>
<b>Жилая площадь</b>	145 м <sup>2</sup>
<b>Система отопления</b>	Прямой электрический нагрев, тепловой насос, использующий теплоту воздуха
<b>Первоначальная система вентиляции</b>	Вентиляционная установка с пластинчатым рекуператором, эффективность теплоутилизации около 40 %
<b>Новое решение</b>	Установка Enervent Pingvin MDE с панелью управления eAir

#### Бесшумная и более эффективная вентиляция с новым вентиляционным блоком

**Замена вентиляционного блока позволила не только повысить уровень комфорта, но и добиться снижения показателей потребления энергии.**

Глава семьи работает специалистом по продажам и почти всю свою жизнь прожил в восточной части Хельсинки. Его супруга, которая родилась и выросла в центре Хельсинки, предложила семье переехать в Вартиокюля, поскольку атмосфера этого района, который находится в восточной части финской столицы, располагает к размеренной, спокойной и комфортной семейной жизни.

Облицованный кирпичом каркасный особняк с оштукатуренными снаружи стенами,озведенный компанией Finndomo в 2006 году, представлял собой отличный вариант для жилья.

«Перекрытия в доме вентилируемые, поскольку Вартиокюля, пригород Хельсинки, находится в болотистой местности. Без вентиляции перекрытий влажность может достаточно быстро разрушить конструкцию дома. Когда мы подыскивали для себя дом, мы рассмотрели много вариантов. Но большинство, несмотря на их относительную новизну, уже пострадали от воздействия влаги, – поясняет Куусинен. – Нам не нужно волноваться из-за влаги под полом, поскольку механическая вентиляционная система оборудована крыщным вентилятором».



Установка удачно разместилась над шкафчиком в прачечной

#### Современный и просторный

На первом этаже находятся зона отдыха, которая плавно перетекает на второй этаж, современная кухня, сауна и прачечная. Спальни расположены на втором этаже.

В светлой гостиной имеются большие панорамные окна и очаровательный, но, честно говоря, бесполезный с точки зрения отопления камин. На момент монтажа системы в доме уже были установлены тепловые насосы, использующие теплоту воздуха, позволяющие сократить затраты на отопление и обеспечивающие охлаждение и осушение воздуха в помещении в летнее время. В 2013 году члены семьи решили, что с них хватит старой и шумной вентиляционной установки, управлять которой к тому же было очень неудобно.

«Эффективность старой вентиляции была настолько низкой, что я, будучи человеком бережливым, установил начальные значения на блоке (в четырехступенчатой системе управления), поскольку в нем отсутствовали функции автоматического управления. Каждый раз, когда мы шли в сауну, нам нужно было не забыть выставить более высокие значения для параметров блока, а затем, после удаления излишней влаги, приходилось снова вручную устанавливать низкие значения. Кроме того, система вентиляции работала очень шумно», – вспоминает глава семейства.

В декабре старый блок был заменен на установку Enervent Pingvin MDE с контроллером eAir. Имеющаяся система воздуховодов не требовала никаких дополнительных работ, кроме очистки. «Воздуховоды в особняках нужно чистить не реже 1 раза в 10 лет. В нашем доме они были относительно чистыми, однако для установки новой системы их было целесообразно очистить», — говорит хозяин.

Приточные клапаны тоже были в порядке. Новый приточный клапан требовалось установить только в гостиной, поскольку старый неправлялся с задачей равномерного распределения воздуха в пространстве. Однако для установки нового приточного клапана требовалось смонтировать новый воздуховод, что оказалось довольно трудоемкой задачей и потребовало вмешательства в межэтажное перекрытие.

После установки блока Enervent Pingvin специалисты отрегулировали значения расхода воздуха.



Модернизированная вентиляция Pingvin MDE

#### Очевидное улучшение

Преимущества новой системы в сравнении со старой стали очевидны очень быстро.

«Теперь интенсивность вентиляции может оставаться на том уровне, для которого изначально была спроектирована система. Уровень шума стал заметно ниже», – признает глава семьи.

Установка эксплуатируется всего несколько месяцев, и пока еще рано говорить о годовых показателях энергоэффективности, но жильцам уже очевидно, что новая система намного эффективнее старой.

«Летом для охлаждения воздуха в помещении мы используем тепловой насос, использующий теплоту воздуха. Установка Pingvin обеспечивает регенерацию энергии охлаждения, которая больше не расходуется понапрасну».



Аки Миккелсон и Антти Иконен в будущей гостиной.



В просторной гостиной при любых погодных условиях можно наслаждаться хорошим микроклиматом

Повышению комфорта способствуют автоматические функции системы управления. При повышении влажности система, которая в стандартной комплектации оснащена датчиком влажности, автоматически увеличивает интенсивность вентиляции воздуха после посещения нами сауны.

Установка способна удалить лишнюю влагу из воздуха в помещении буквально за пять минут», — говорит хозяин дома. Заметно, что он очень доволен.

Установка блока Enervent Pingvin MDE стоит около 5000 евро. По расчетам семьи, экономия затрат на электроэнергию с новой системой отопления составит приблизительно 650 евро в год. В этом случае установка окупится примерно через девять лет.

«Однако более важным для нас является высокий уровень комфорта, который привнесла в наш дом новая система вентиляции», — отмечает глава семьи.

Будучи профессиональным строителем, хозяин дома не понаслышке знает о новейших решениях в области энергосберегающих технологий и четко понимает, какие задачи предстоит решить на этапе строительства нового дома, чтобы сделать его максимально энергоэффективным и при этом сэкономить средства, а какие – можно отложить на потом.

«На сегодняшний день в нашем распоряжении не так уж много ноу-хау в строительстве экодомов (не говоря уже о домах с нулевым потреблением энергии), чтобы их можно было рассматривать в качестве приемлемых вариантов, особенно для тех, кто строит самостоятельно», — отмечает хозяин дома.

### Долговечный и экономичный

Как и многие финны, глава семьи хотел построить свой дом самостоятельно. Однако занятость на работе и увеличение семьи не позволяли ему уделять много времени своему проекту, поэтому решение о некоторых основных характеристиках жилища пришлось принимать на начальном этапе строительства.

«Когда строишь дом вдвоем с отцом, нужно быть готовым к тому, что процесс займет много времени. В основном мы выполняли работы в летнее время, и пока я не могу обещать, что мы переедем в новый дом к Рождеству 2014 года. Так что при выборе материалов и строительных технологий нужно было учитывать долгосрочность нашей затеи», — рассказывает хозяин.

Кирпичные дома прочны и надежны. Утепленная балочная конструкция обеспечивает возведение стен, которые нужно лишь должным образом облицевать. Для подвального перекрытия используются многогустотные плиты.

Дом проектировался как энергоэффективное здание класса энергопотребления B. Блоки из пенополистирола, на которые пал выбор, не позволяли применить пассивную конструкцию. При этом конструкции должны были быть по возможности максимально герметичными и теплоизолированными. Для утепления крыши использовался полиуретан, чтобы обеспечить максимальную теплоизолирующую способность, герметичность и экономию пространства.

Осенью 2014 года в семье ожидается пополнение, кроме того, решено завести еще одну собаку породы хаски. Общая площадь этого одноэтажного дома составляет порядка 300 м<sup>2</sup> – как раз для большой семьи. В подвале планируется разместить подсобное помещение и оставить дополнительное место для занятий хобби.



Анти Иконен

## 13.2 Новый индивидуальный дом из бетонных блоков, Пуккила

<b>Строитель и жители</b>	Анти Иконен и его семья
<b>Год постройки</b>	2012–2015
<b>Общая площадь</b>	240 м <sup>2</sup>
<b>Объем</b>	около 900 м <sup>3</sup>
<b>Система отопления</b>	Гибридная отопительная система
<b>Класс энергопотребления</b>	B
<b>Проектирование ОВиК</b>	Аки Миккелсон
<b>Решение</b>	Вентиляционная установка Enervent Pegasos HP Aqua с роторным рекуператором, встроенный тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха, с функцией осушения
<b>Необходимая мощность отопления</b>	9,5 кВт
<b>Мощность вентиляционного охлаждения</b>	3,5 кВт
<b>Мощность вентиляционного охлаждения с осушением</b>	8,7 кВт
<b>Расчетный расход воздуха (в режиме охлаждения)</b>	290 л/с

### Простое гибридное решение

Профессиональный строитель делает выбор в пользу простой и надежной системы отопления и вентиляции для своего дома.

### Комфорт превыше всего

В гостиной предусмотрены большие окна, поскольку для семьи важно, чтобы дом был наполнен естественным светом. Эти энергосберегающие окна имеют покрытие, предотвращающее запотевание стекла, а также покрытие, позволяющее контролировать проходящий через окна солнечный свет во избежание чрезмерного нагрева помещения в летнее время.

«Однако при проектировании системы вентиляции следует учитывать необходимость охлаждения воздуха в помещении», – говорит глава семьи.

Разрабатывать систему отопления и вентиляции для нового дома помогал Аки Миккельсон, конструктор систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Исходя из суммы, которую готов вложить хозяин в строительство дома, и расчета затрат на его эксплуатацию, обсуждались различные варианты, однако ключевым требованием заказчика, повлиявшим на принятие окончательного решения, оказался комфорт.

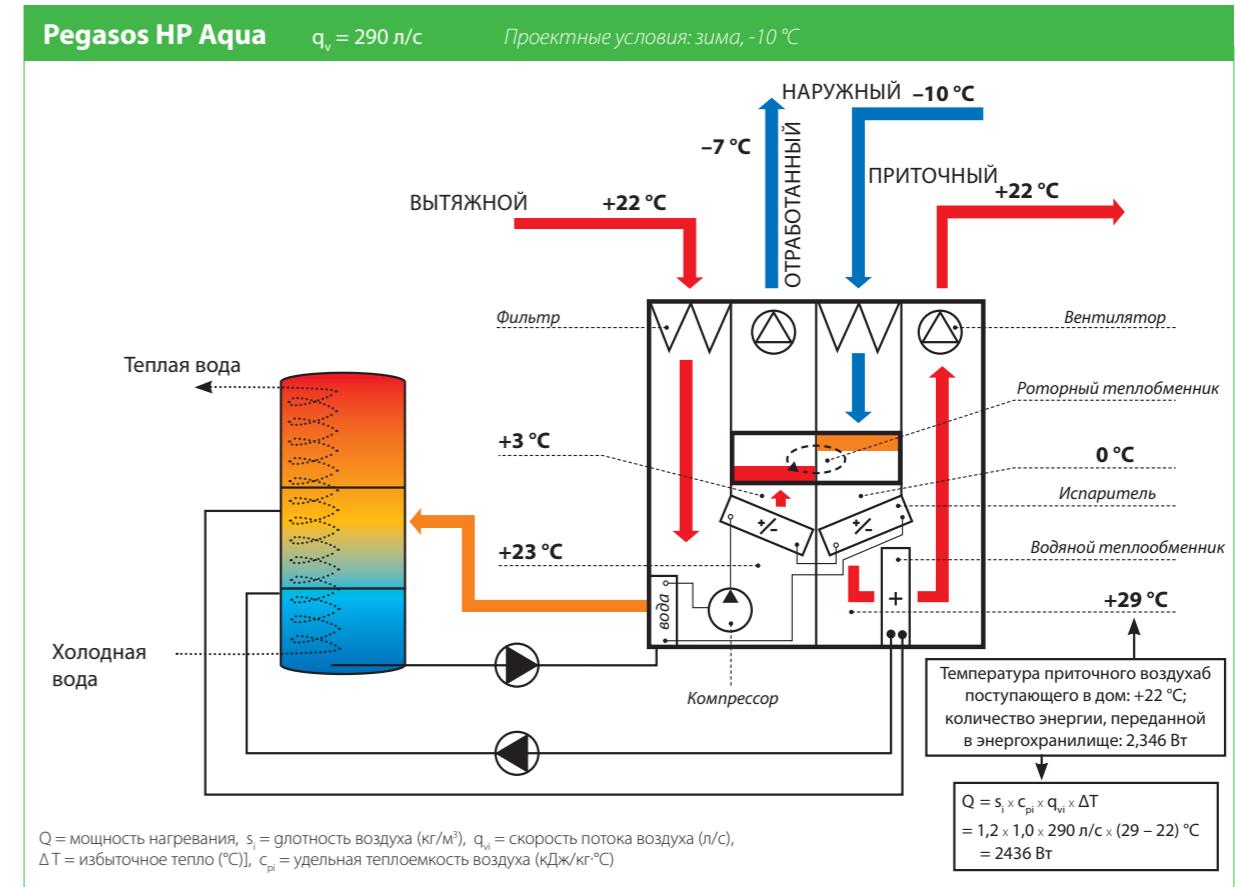
Так, семье с несколькими детьми и домашними животными удобно жить в доме с подогреваемыми полами. Кроме того, в такой семье велика потребность в горячей воде. Помимо Pegasos HP Aqua, в доме имеется камин для аккумуляции тепла с циркуляцией воды. Для этого используется накопительный резервуар Akvaterm емкостью 750 литров.

Все остальные функции, включая влагопоглощение, выполняет Enervent Pegasos HP Aqua. Установка представляет собой блок вентиляции, оснащенный как механической системой регенерации тепла (роторный теплообменник), так и встроенным тепловым насосом, использующим теплоту вытяжного воздуха. Поэтому способность рекуперации тепла у этой системы значительно выше, чем при использовании традиционных решений. Избыточное тепло от теплового насоса аккумулируется в накопительном резервуаре, а затем его можно использовать для отопления.

### Эффективная во всех отношениях

В жаркие летние дни основной причиной дискомфорта служит не столько температура воздуха, сколько уровень его влажности. Если удалить из воздуха в помещении излишнюю влагу, то для создания комфортных условий достаточно лишь немножко охладить воздух. Благодаря функции влагопоглощения тепловый насос установки Enervent Pegasos HP Aqua, использующий теплоту вытяжного воздуха, может охлаждать приточный воздух примерно до +7...+10 °C. Затем нагревательный теплообменник остаточного обогрева повышает температуру воздуха до +17...+19 °C, и такой воздух подается в помещение. Даже при высокой температуре и повышенной влажности за окном во всех помещениях дома воздух сохранит неизменно высокое качество и комфортные характеристики.

Энергоэффективная система вентиляции учитывает изменения условий как в помещении, так и снаружи. Для управления работой установки Enervent Pegasos HP Aqua используются встроенный датчик углекислого газа и датчик влажности. Например, после того как человек принял душ, в установку поступает сигнал от датчика влажности и система автоматически увеличивает интенсивность вентиляции.



По словам Аки Миккельсона, при проектировании систем вентиляции для герметичных зданий, построенных с применением энергосберегающих технологий, следует рассмотреть различные варианты и тщательно выполнить расчеты. «Значения расхода воздуха должны быть рассчитаны таким образом, чтобы обеспечивать надлежащий уровень вентиляции, однако необходимость использования функции охлаждения усложняет задачу. Выбирая решение для этого проекта, мы внимательно рассмотрели возможность установки регулируемой системы раздельной вентиляции помещений, однако от нее пришлось отказаться ввиду дороговизны. Нам пришлось искать компромисс, поскольку система вентиляции, сбалансированная для расчетных условий, также должна была быть сбалансирована для более низких значений расхода воздуха», – поясняет инженер.

В регулируемой системе вентиляции для управления значениями расхода воздуха используются регуляторы расхода, установленные в каждом помещении (в зависимости от количества людей, находящихся в нем). Это означает, что для пустой комнаты, в которой установлен регулятор расхода, система задает более низкое значение расхода воздуха, тогда как расход воздуха в других комнатах остается на прежнем уровне. Если проект не предусматривает такую систему управления, однако необходимо реализовать функцию охлаждения воздуха, значения расхода следует задавать с учетом более высоких значений в режиме охлаждения, но при этом следует убедиться, что интенсивность вентиляции в конце вентиляционного трубопровода будет достаточной при низких значениях расхода воздуха в комнатах.

Если расчеты верны, то система вентиляции работает исправно, а воздух в помещении сохраняет характеристики при любых условиях.



13.3

### Модернизация старинного загородного дома, Аскола

<b>Жители</b>	Супруги, которых часто навещают взрослые дети
<b>Год постройки</b>	1790
<b>Реконструкция</b>	1820, 1931, 1960, 1989, 2007–2008
<b>Площадь объекта</b>	около 350 м <sup>2</sup> на двух этажах
<b>Объем</b>	850 м <sup>3</sup>
<b>Проектирование ОВиК</b>	Pohjois-Espoon LVI / Марко Рясянен (Marko Räsänen)
<b>Отопление и вентиляция</b>	Enervent Pelican eco PRO greenair HP и Enervent Pelican eco EDX-E
<b>Необходимая мощность отопления</b>	10 кВт при -10 °C (дополнительное отопление при температуре ниже -10 °C обеспечивается каминами или непосредственным обогревом электрическими приборами)
<b>Мощность вентиляционного охлаждения</b>	9,5 кВт
<b>Мощность вентиляционного охлаждения с осушением</b>	9,5 кВт
<b>Проектный расход воздуха</b>	450 л/с

#### Комфорт пятизвездочного отеля в историческом здании

Даже в доме, который был построен 200 лет назад, можно использовать энергосберегающие технологии и добиться высочайшего уровня комфорта без ущерба архитектурному стилю.

Прожив 16 лет за границей, семья переехала в общину Аскола, где приобрела сельский жилой дом, который был построен в конце XVIII века и уже неоднократно реставрировался. Новые жильцы ознакомились с возможностями и ограничениями, связанными с реализацией проектов по реконструкции старых зданий с применением энергосберегающих технологий.

«Не стоит пытаться сделать из этого старинного особняка экодом, поскольку вам в любом случае не удастся обеспечить такой уровень герметичности, как в новых строениях. Однако с помощью современных теплоизоляционных материалов и энергосберегающих окон, а также за счет эффективной системы рекуперации тепла и тепловых насосов можно смело добиться низких показателей энергопотребления. Перед монтажом теплоизоляционных слоев и замазкой щелей в конструкциях следует быть абсолютно уверенным, что это не отразится негативно на качестве климата в помещении. Надлежащее размещение и правильная установка



Владелец дома в гостиной. Обратите внимание на воздухораспределители на потолке.



Наружный блок.

паронепроницаемого слоя также имеет немаловажное значение», – рассказывает владелец дома.

Естественная вентиляция старого дома не работала. Отопление этого довольно просторного двухэтажного здания в зимний период обходилось жильцам в копеечку, а летом температура воздуха в помещении повышалась до такого уровня, что оно превращалось в парилку, поскольку дом расположен на солнечном склоне холма.

Целью ремонта было улучшить характеристики энергоэффективности дома и повысить уровень комфорта для проживающей в нем семьи. Однако при этом требовалось сохранить имеющиеся исправные инженерные системы и обеспечить их использование без ущерба архитектурному стилю и интерьеру.

В качестве теплоизоляционного материала был выбран наиболее подходящий и экологичный материал — целлюлозный утеплитель. Для утепления конструкции крыши применили полиуретан, что позволило сэкономить пространство. В спальнях на втором этаже были установлены новые, энергосберегающие окна. На первом этаже новые окна уже были установлены ранее.

#### Постоянная температура и высокое качество воздуха в помещении

В плане обеспечения комфорта самой важной задачей был монтаж механической системы вентиляции.

«Прожив некоторое время за границей, мы привыкли к комфортной прохладе в жилище в жаркие летние дни, предоставляемой механической системой вентиляции, которая также обеспечивает поглощение влаги из воздуха. Этим мы ни за что не хотели поступать».

Марко Рясянен, специалист высочайшего класса, смело взялся за реализацию проекта. За плечами этого конструктора систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха — более 500 выполненных проектов систем для индивидуальных жилых домов. Однако вариант, который в итоге выбрал заказчик, оказался экспериментальным даже для Марко.

Проектируемая система вентиляции должна была в течение всего года обеспечивать постоянную температуру 22 °C и бесквазиаковую вентиляцию в помещении. Кроме того, требовалось организовать раздельное регулирование климата в некоторых комнатах. Жильцы также пожелали сохранить старые, но исправно функционирующие кафельные печи для дополнительного обогрева. Поскольку монтаж вентиляционных воздуховодов был неминуем, наиболее подходящим способом распределения тепла оказалось отопление теплым воздухом, что в то время было редкостью в индивидуальных жилых домах.

Когда план проведения ремонтных работ готовился, в доме еще жили дети, которые теперь уже повзросли. Но даже тогда, когда в доме проживала семья из четырех человек, расход горячей воды был достаточно невысоким, а уж теперь, когда жильцов всего двое, он просто минимальный.

«Геотермальный тепловой насос или воздухо-водяной тепловой насос может быть удачным решением для большой семьи. Однако нам не подходит такой вариант», — поясняет хозяин дома.



Воздухораспределитель Climecon на кухонном потолке выглядит скорее как украшение



Закрытие воздуховодов от посторонних глаз требовалось только в одном месте

### Отдельная система для каждого крыла здания

Для каждого из двух крыльев дома была спроектирована отдельная система отопления и вентиляции. При необходимости в помещениях южного и западного крыла можно установить разную температуру воздуха. В одном крыле обмен воздуха происходит ежечасно, а в другом, благодаря функции рециркуляции, воздух меняется каждые два часа, со стандартной интенсивностью вентиляции. Треть воздуха поступает снаружи, две трети – это рециркулирующий воздух.

В одном крыле вентиляцию обеспечивает установка Enervent Pelican eco PRO greenair HP, являющаяся одновременно и вентиляционной системой, и системой отопления и охлаждения. В другом крыле ту же задачу выполняет установка Enervent Pelican eco EDX-E, оборудованная наружным блоком Mitsubishi. Наружный блок обеспечивает дополнительную мощность для охлаждения в самые жаркие дни и для более интенсивного отопления при наружной температуре ниже нуля.

Дополнительное отопление дают голландские печи, а электрические нагреватели вступают в дело при очень низких температурах.

«Но мы пользуемся ими довольно редко, – отмечает домовладелец, – В совокупности два тепловых насоса обеспечивают свыше 10 кВт тепловой мощности, тогда как мы расходуем не больше 4 кВт. Этого вполне достаточно, чтобы чувствовать себя комфортно в помещении, когда за окном  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Электрическое отопление используется в качестве вспомогательного. Электронагревательные элементы расположены под большими окнами и для них выставлена температура обогрева  $+17\dots+18^{\circ}\text{C}$ . Это позволяет избежать некомфортного излучения холода от окон в суровые морозы, которое ощущается, когда сидишь перед окном.

### Низкое энергопотребление

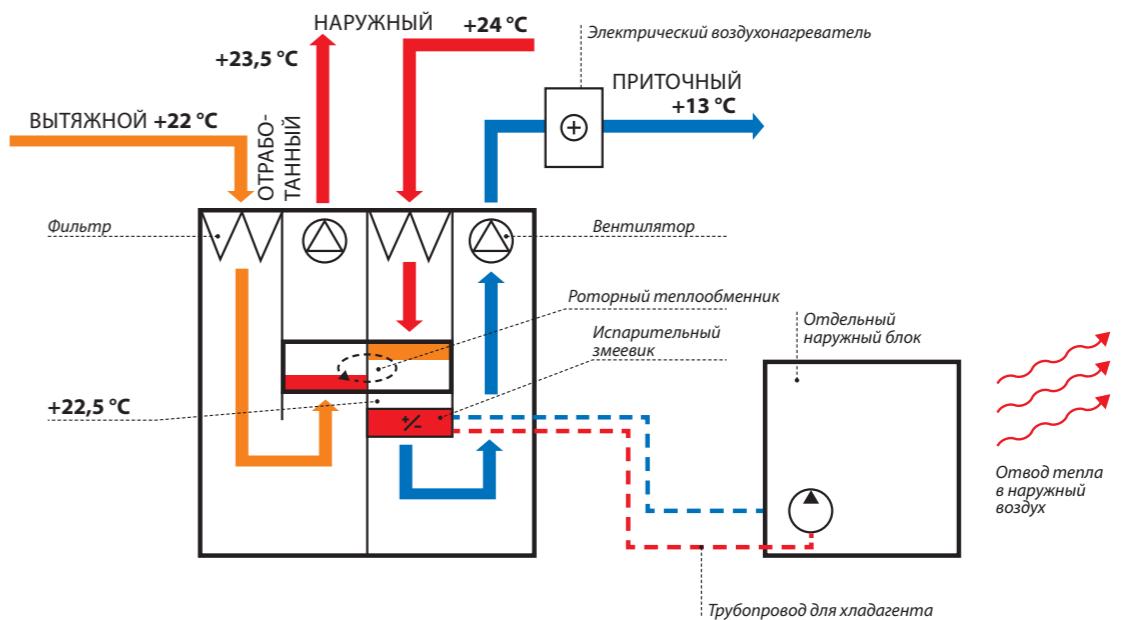
Годовая эффективность рекуперации тепла для установки Enervent Pelican eco PRO greenair HP – свыше 90 %, а для Enervent Pelican eco EDX-E этот показатель составляет более 70 %. При расчете эффективности установки EDX не учитывается мощность теплового насоса. Для эксплуатации системы отопления и охлаждения воздуха в доме таких размеров необходимо, чтобы значения расхода воздуха были выше, чем это может обеспечить установка Pelican. Именно поэтому система дополнена блоком циркуляции воздуха Enervent Energy MixBox. При необходимости он позволяет в четыре раза увеличить значение расхода воздуха, даже если основная интенсивность вентиляции остается постоянной.

При проектировании системы отопления, охлаждения и вентиляции основной упор делался на энергоэффективность решения. И конструкторам удалось успешно справиться с этой задачей: по словам владельца, когда температура за окном была  $-34^{\circ}\text{C}$ , температура вытяжного воздуха в блоке greenair HP составляла  $-28,5^{\circ}\text{C}$ , а температура воздуха в помещении  $+22^{\circ}\text{C}$ .

Охлаждение также осуществляется достаточно энергоэффективно, поскольку холодный воздух тоже рекуперируется — теплый воздух фактически изолируется.

«Даже когда на улице  $+28^{\circ}\text{C}$ , тепловой насос, использующий теплоту воздуха, включается лишь изредка», – говорит довольный хозяин.

### Pelican eco EDX-E $q_v = 290 \text{ л/с}$ Проектные условия: лето, $+24^{\circ}\text{C}$ , отн. вл. 60%, абс. вл. 11 г/кг



Посредством роторных теплообменников тепло и влага из парилки преобразуются в сухой воздух, который подается в помещения.

«Зимой важно увлажнять воздух в помещении, иначе между паркетными досками появятся щели, а стековые панели в старом доме начнут рассыхаться», – поясняет хозяин дома.

Так как значения расхода воздуха достаточно высокие, необходимость в функции контроля содержания в воздухе углекислого газа отсутствует.

### Незаметные воздуховоды

Многие с неохотой соглашаются на установку механической системы вентиляции в старых домах, поскольку полагают, что монтаж воздуховода окажется проблематичным. В большинстве домов, построенных во второй половине XX века, воздуховоды можно смонтировать так, что они не нарушают дизайн интерьера. В случае с более старыми домами инженерная сеть системы вентиляция должна быть полностью скрыта, а для этого требуется реконструкция внутренней отделки. Владелец дома утверждает, что он был приятно удивлен тем, как специалистам по монтажу удалось скрыть предварительно изолированные воздуховоды компании Lindab в доме, который был построен еще в XVIII веке.



Для установки воздуховода как раз хватило места на наклонном потолке на втором этаже. Размер воздуховодов был больше обычного ( $\varnothing 200 \text{ mm}$ ). В комнатах использованы воздуховоды диаметром 160 mm, поскольку они спроектированы с учетом высоких значений расхода воздуха, отличных от стандартных, что является обязательным условием для охлаждения воздуха.

«Достаточно большие воздуховоды вносят свой вклад в низкий уровень шума, производимого системой вентиляции».

Один из шкафчиков на кухне пришлось отодвинуть на 250 mm от стены. Воздуховоды, идущие на второй этаж, скрыты с помощью хитрого конструктивного решения на лестнице. Скрыть воздуховод от посторонних глаз требовалось только в одном месте, и это место можно было легко не заметить, если бы хозяин дома не указал на проблемный участок.

Другие приточные клапаны Climecon имеют форму цветка, благодаря чему они на удивление гармонично вписываются в дизайн потолка. Приточный клапан в одной



из спален оснащен электронагревательным элементом мощностью 500 Вт, поэтому приточный воздух в помещении прогревается очень быстро.

Разумеется, все воздуховоды надежно изолированы во избежание проблем с образованием конденсата, а также для того, чтобы сохранить эффективность системы.

«Неизолированные воздуховоды, например установленные под крышей, которая постоянно нагревается, очень быстро сводят эффективность охлаждения на нет».

Основные компоненты системы размещены в подвале под кухней.

#### **Нет предела совершенству**

Владелец очень доволен работой обеих систем. Тем не менее, он собирается еще улучшить энергоэффективность системы. Летом на крыше будет установлен ряд солнечных панелей по 2 кВт для обеспечения воздушной системы охлаждения и бытовых приборов бесплатной энергией.

«Если бы я сейчас планировал такую реконструкцию, я бы включил в вентиляционную систему управление на основе влажности и добавил специальные воздуховоды для обеспечения голландских печей воздухом для горения», – заключает владелец.

#### 13.4

### **Проект энергомодернизации renZero, Луумяки**

<b>Владелец</b>	Семья Салопельто
<b>Год постройки</b>	1948
<b>Реконструкция энергетической системы renZero</b>	2014
<b>Площадь объекта</b>	182 м <sup>2</sup>
<b>Потребление тепловой энергии до реконструкции</b>	150 кВт · ч/м <sup>2</sup>
<b>Распределение тепла</b>	Воздушное отопление вентиляционной системой
<b>Вентиляционная установка</b>	Enervent Pandion MD-CHG
<b>Система отопления также включает</b>	Тепловой насос с использованием геотермальной энергии, солнечный коллектор, энергохранилище
<b>Цель</b>	Значение уровня энергопотребления (E-value) для энергоэффективности класса А 83 – 0,02 × 181,7 м <sup>2</sup> = 79,37 кВт · ч/м <sup>2</sup> в год

#### **Энергомодернизация индивидуального жилого дома**

Проект энергомодернизации дома семьи Салопельто, построенного 65 лет назад, начался в 2013 году и был успешно завершен весной 2014-го. Это экспериментальный и знаковый проект, поскольку специалистам предстояло модернизировать деревянный каркасный дом до здания класса энергопотребления А. Дом представляет собой традиционный финский особняк, спроектированный после Второй мировой войны (так называемый ветеранский дом). Как правило, такие здания самостоятельно возводились солдатами, вернувшимися с фронта. За вентиляцию в доме отвечает установка Enervent Pandion MD-CHG, а тепло распределяется по системе воздуховодов.

Количество таких домов в Финляндии – порядка одного миллиона. Эксперты считают, что модернизировать необходимо по крайней мере те дома, которые были построены до 1980-х годов.

Итак, ветеранский полутораэтажный дом был построен в 1948 году в местечке Луумяки, которое находится на юго-востоке Финляндии, неподалеку от Лаппенранты. И к 2013 году, то есть к началу модернизации, он сохранился практически в первозданном виде. Перемены были незначительными – в доме сохранились даже полы. Некоторые окна были заменены на другие – были установлены дополнительные рамы. Дом каркасный, облицованный деревом. Крыша металлическая. Для теплоизоляции в рубашку здания были засыпаны опилки.



Дом перед реконструкцией

### Старый дом

Как и во всех ветеранских домах, на первом этаже строения располагались кухня, гостиная и еще одна комната. Неутепленное крыльцо служит дополнительным пространством для приятного отдыха в теплые летние дни. На верхнем этаже находятся две спальни, сауна и ванная комната. Жильцы были довольны как достаточно функциональной планировкой, так и актуальной в любые времена архитектурой дома.

В этом доме родился Сеппо Салопельто (Seppo Salopelto), инженер-строитель, преподаватель профессионально-технического училища. Он прожил в этом доме почти всю свою жизнь и вырастил вместе с женой троих детей, которые уже покинули родное гнездо.

Целью модернизации жильцы видели не только экономию энергии, но и капитальный ремонт дома, который сделает их жилище комфортнее. Руководил проектом хозяин дома, профессиональный строитель. Более того, он использовал, проект как основу для кандидатской диссертации.

### Энергоэффективность на уровне нового здания

Дом семьи Салопельто был выбран в качестве объекта для экспериментального проекта renZero. Разработчик проекта – финский фонд содействия технологиям и инновациям (Tekes). Главная цель проекта – разработка концепции энергоэффективной модернизации индивидуальных жилых домов. Проект, запущенный в 2011 году, призван найти функциональное решение для повышения показателей энергоэффективности индивидуальных жилых домов в Финляндии и Швеции, построенных в 1940–1970-х годах прошлого века.

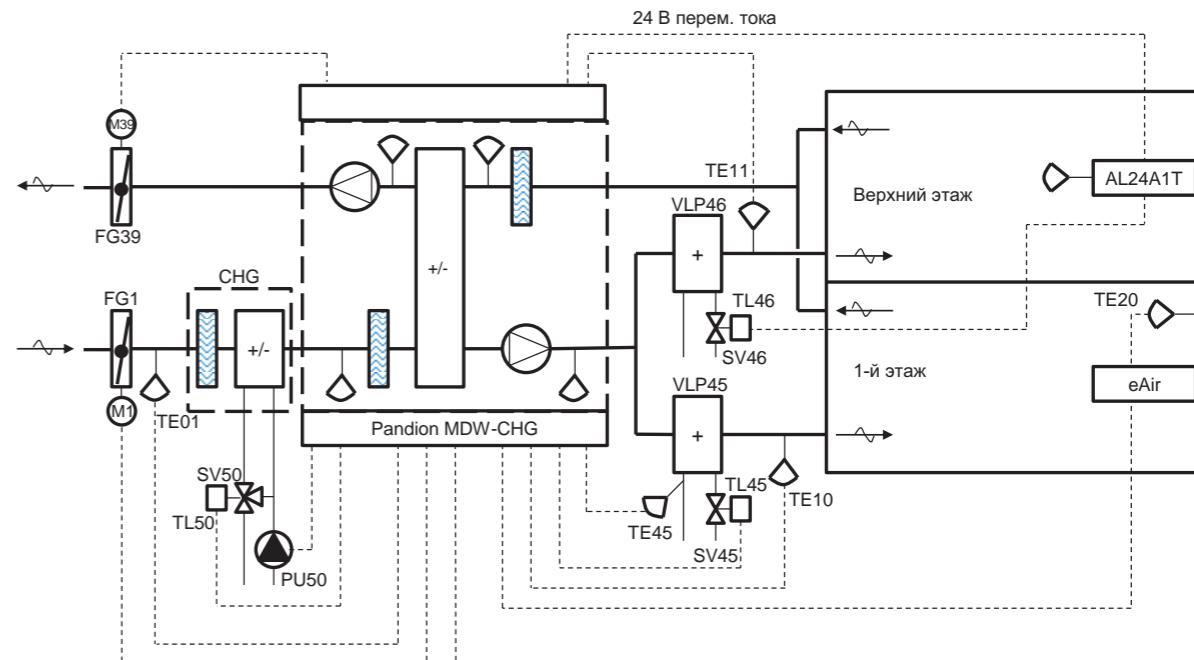
Для этого экспериментального проекта была задана высокая планка: старый дом с плохой изоляцией предстояло превратить в здание класса энергопотребления А, где интенсивность утечки воздуха должна быть меньше, чем даже в новом здании. То есть энергоэффективность ветеранского дома должна была быть близка к аналогичному показателю экодома. Сложность состояла также в том, что во время реализации проекта в доме оставались жильцы.

### Основательная энергомодернизация

Наружные стены дома были полностью реконструированы. Кровля, окна и двери были полностью заменены, рубашка здания была заполнена современным вентилируемым теплоизоляционным материалом, разработанным специально для этого проекта компанией Ragoс.

Очевидно, что одной лишь герметичной и хорошо теплоизолированной рубашки недостаточно для достижения показателей экодома. Помимо снижения потребляемой энергии, требовалось увеличение доли возобновляемой энергии. В доме Салопельто этого добились за счет использования источников геотермальной и солнечной энергии.

После модернизации тепло в доме свободно распространяется через



Питание 230 В перемен. тока, 50 Гц, 10 А  
Заземленная настенная розетка  
с защитой от перенапряжения

вентиляционную систему. Таким образом удалось избежать трудоемкой установки радиаторов и водяной системы подогреваемых полов. Чтобы обеспечить энергоэффективность, требовалась механическая вентиляционная система подачи и вытяжки воздуха, которая также позволила повысить качество воздуха в помещении. Именно поэтому выбор пал на вентиляционную установку Enervent Pandion MD-CHG, которая не только успешно справляется с задачами вентиляции и рекуперации тепла из вытяжного воздуха, но и обеспечивает охлаждение воздуха в помещении в жаркие летние дни. При охлаждении приточного воздуха избыточное тепло, удаленное из атмосферного воздуха, также преобразуется в энергию.

Для подогрева приточного воздуха и воды для бытовых нужд используется энергия от геотермального источника и солнечных батарей. В наружных воздуховодах системы вентиляции установлены водяные нагревательные теплообменники – отдельно для первого и второго этажей. Циркуляция воды в теплообменниках регулируется приводными клапанами, управление которыми в зависимости от потребности в отоплении осуществляется с учетом температуры в помещении. Теплоноситель теплового насоса циркулирует в теплообменнике CHG, который установлен в наружном воздуховоде вентиляционной системы Enervent Pandion MD-CHG. В зимнее время теплообменник используется для предварительного нагрева воздуха, а летом – для предварительного охлаждения.

### Максимальная герметичность

Согласно расчетам, проект уже сейчас можно признать успешным, однако показать, каким энергоэффективным и комфорtnым будет дом семьи Салопельто, может лишь время. В любом случае он больше не протекает и не продувается. По данным за февраль 2014 года разница между старыми и новыми показателями существенная, даже несмотря на наличие небольших утечек тепла, обнаруженных в подвале и перекрытиях. Однако эти участки дома не учитывались при разработке проекта по модернизации. Кроме того, утечки, устранить которые невозможно без повреждения конструкций, были выявлены в нескольких местах соединения крыши со старыми стенами.

До модернизации интенсивность утечки воздуха ( $n_{50}$ ) составляла порядка 9 л/ч, а теперь этот показатель снизился до 3,1 л/ч (норматив для новых зданий – 4,0 л/ч). Воздухонепроницаемость дома была улучшена на 65 %. В соответствии с требованиями раздела D5 индивидуальный жилой дом признается обладающим хорошими показателями воздухонепроницаемости, если интенсивность утечки



воздуха в нем ниже 3 л/ч; в среднем же этот показатель должен составлять от 3 до 5 л/ч. Для старого дома модернизация оказалась более чем удачной, даже несмотря на то, что специалистам так и не удалось добиться показателей экодома.

#### Детальный мониторинг

Рядом со старым распределительным щитом был установлен новый, позволяющий детально отслеживать показатели потребления и производства энергии. В подсобном помещении были установлены четыре контрольно-измерительных прибора, помогающих отслеживать характеристики горячей воды для бытовых нужд и энергии, которая производится тепловым насосом, использующим теплоту земли, и солнечными батареями (в соответствии с требованиями Центра технических исследований Финляндии VTT). Все приборы подключены последовательно и обеспечивают возможность снятия показаний удаленно по сети 3G.

Специалисты компании Ensto Enervent удаленно контролируют работу системы вентиляции и уровень содержания углекислого газа в спальне и гостиной. В период с марта по июнь температура внутри помещения оставалась близкой к установленному значению. Лишь иногда, в жаркие весенние дни, комнатная температура была ниже +25 °C, а теплообменник CHG охлаждал приточный воздух до 12 °C.

Проект genZero координировался специалистами компании Paros и финансировался компанией Tekes. Помимо Ensto Enervent, в реализации проекта приняли участие компании Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lyllykangas, Metsäwood, Oilon, Puuinfo, Skaala и VTT. Другой дом, выбранный в качестве объекта для реализации экспериментального проекта, тоже был построен в 40-х годах XX века, но в Швеции, недалеко от центра Стокгольма.

#### 13.5 Продуктовый магазин Siwa, Хювинкяя

<b>Застройщик</b>	Яри Нисканен, Suomen Lähikauppa Oy
<b>Год постройки</b>	1979
<b>Площадь объекта</b>	350 м <sup>2</sup>
<b>Система отопления</b>	Центральное отопление
<b>Старая вентиляционная технология</b>	Установка приточного воздуха, вытяжка с помощью крышного вентилятора
<b>Реконструкция вентиляции</b>	2013
<b>Проектирование ОВиК</b>	Sweco Talotekniikka Oy/директор проекта Юсси Аинамо, руководитель проекта Исмо Марин
<b>Решение</b>	Enervent Pallas HP Aqua с функцией осушения
<b>Расчетный поток воздуха (охлаждение)</b>	2,0 л/м <sup>2</sup> в торговом зале

#### Комплексное решение

В этом продуктовом магазине Enervent Pallas HP Aqua обеспечивает вентиляцию и теплоутилизацию, а также охлаждение и осушение воздуха. Годовая эффективность рекуперации тепла составляет более 90 %.

Магазин находится в городе Хювинкяя. Это первый магазин торговой сети Suomen Lähikauppa, в котором модернизированы двери холодильного оборудования. Одновременно с модернизацией дверей в магазине проводились работы по замене системы вентиляции.

Этим проектом было показано, что дооснащение витрин дверцами – один из наиболее эффективных способов снизить расход энергии холодильных прилавков и витрин. Было установлено, что это уменьшает потребность в энергии для охлаждения почти в 3 раза от исходной потребности.

#### Осушение – важный фактор

Однако модернизация одних лишь дверей на имевшемся в магазине холодильном оборудовании могла выльется в другие проблемы, поскольку холодильные установки открытого типа напрямую влияют на качество осушения и охлаждения воздуха в помещении в жаркие летние дни.

В большинстве старых магазинов, таких как Siwa, построенном в 1979 году, приточный воздух просто подавался с улицы и нагревался. Влага могла также проникать в магазин при входе и выходе покупателей и при вентиляции магазина.

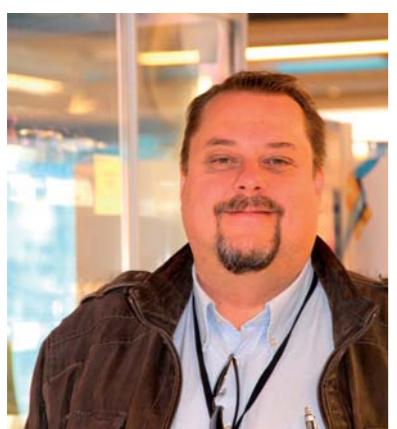
Без системы поглощения влаги из воздуха условия в магазине вряд ли удастся назвать комфортными. В жаркие дни влага конденсируется на холодных дверях холодильного оборудования (температура дверей обычно составляет +12... +13 °C) и на стеклах витрин с продуктами, что мешает покупателям выбирать товары. Хуже всего то, что влага может оказаться на полу, и тогда покупатели рискуют поскользнуться. Если



Для накопления тепла используется 500-литровая емкость.



Этот магазин, входящий в крупную торговую сеть, был выбран в качестве объекта для pilotного проекта по модернизации дверей холодильного оборудования.



Директор магазина Яри Нисканен говорит, что он очень доволен результатами.

уровень влажности остается высоким достаточно долго, это может неблагоприятно сказаться на качестве сухих продуктов.

В этом магазине Siwa возросшая нагрузка по влажности на внутренний воздух из-за реконструкции холодильных витрин вызвала необходимость в изменении вентиляционной системы. Старая установка приточного воздуха была расположена в служебных помещениях, и один крышный вентилятор вытягивал воздух.

После установки модернизированных дверей для холодильного оборудования в магазине Siwa было решено бороться с проблемой повышения влажности путем реконструкции устаревшей системы вентиляции. Старый вентиляционный агрегат находился в здании магазина, а за вытяжку отвечал крышный вентилятор.

«Раньше это считалось нормальным», – объясняет Исмо Марин, руководитель проектного отдела компании Sweco Talotekniikka Oy, которая взялась модернизировать систему отопления, вентиляции и охлаждения воздуха в магазине.

«Нам пришлось искать более функциональное и эффективное в плане потребления энергии решение для вентиляции воздуха, – продолжает Яри Нисканен, – Старая система вентиляции плохоправлялась со своими задачами в любую погоду даже до установки новых дверей холодильного оборудования».

### Универсальное и комплексное решение

По словам Исмо, в качестве решения для этого магазина идеально подходила установка Enervent Pallas HP Aqua с функцией осушения, поскольку это оборудование обеспечивает максимальную рекуперацию тепловой энергии из воздуха в помещении. Установка оснащена как механической системой регенерации тепла (роторный теплообменник), так и встроенным тепловым насосом, использующим теплоту вытяжного воздуха. Поэтому способность рекуперации тепла у этой системы значительно выше, чем при использовании традиционных решений.

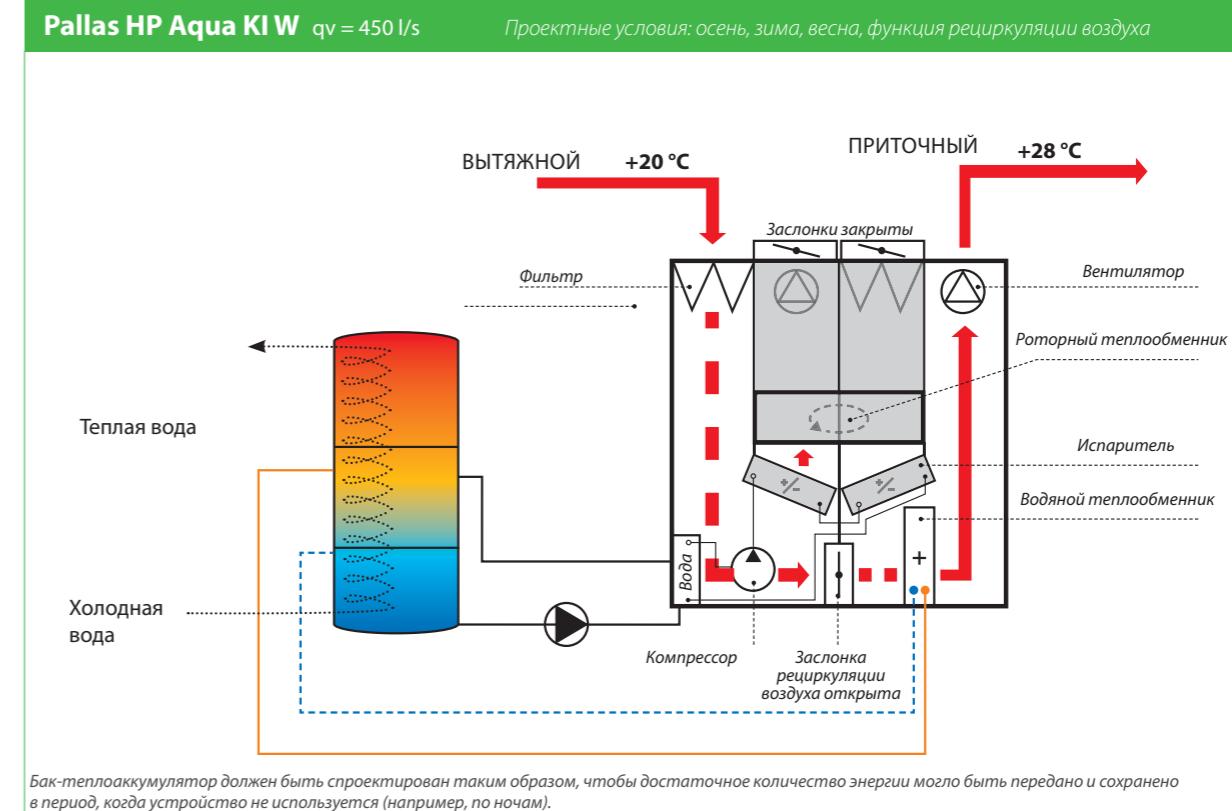
«Иной раз температура вытяжного воздуха опускалась ниже нуля», – констатирует главный проектировщик Юсси Айнамо.

Возможность запускать систему вентиляции в режиме полной рециркуляции воздуха в ночное время обеспечивает еще большую экономию энергии. Функция контроля содержания в воздухе углекислого газа, которой оснащена система вентиляции, позволяет регулировать объем свежего воздуха, что ведет к максимальной экономии энергии.

Рекуперированное тепло накапливается в 500-литровой емкости, а затем его можно использовать для подогрева приточного воздуха.

В самые жаркие дни функцию поглощения влаги из приточного воздуха выполняет тепловой насос, охлаждая воздух до +12... +14 °C. Затем осушенный воздух подогревается с помощью нагревательного теплообменника остаточного обогрева до температуры +18... +20 °C. При этом используется тепло, накопленное в емкости.

Для установки новой системы вентиляции потребовалось смонтировать новые воздуховоды. Проектировщики решили не демонтировать имеющиеся вытяжные каналы, однако проложили их через тепловой насос, использующий теплоту вытяжного воздуха, к установке Pallas HP Aqua. Важно было создать такую систему вентиляции, которая обеспечивала бы постоянные климатические условия во



всем магазине. Кроме того, система должна была быть максимально бесшумной – это требование пришлось учесть при проектировании воздуховодов.

«Специалисты по монтажу серьезно поломали голову над тем, как смонтировать необходимые воздуховоды на низкoproфильных конструкциях, между ними и на kleenoy стоечно-балочной конструкции», – рассказывает директор магазина, подчеркивая профессионализм установщиков, – Во время проведения монтажных работ магазин работал в обычном режиме, что не помешало специалистам выполнить проект в срок.

Поскольку все работы по модернизации дверей для холодильного оборудования и реконструкции системы вентиляции были завершены осенью 2013 г., нам придется дождаться следующего лета, чтобы в полной мере оценить возможности функции поглощения влаги из подаваемого в магазин воздуха».

«Надеюсь, система покажет себя исключительно с положительной стороны», – полагает Нисканен.

На сегодняшний день и директор магазина, и сотрудники, и покупатели очень довольны новой системой вентиляции.

«В магазине всегда поддерживается постоянная температура, качество воздуха в помещении стало заметно лучше, а система вентиляции работает практически бесшумно», – удовлетворенно говорит Нисканен.



## 13.6

**Промышленное здание с офисными помещениями, Порвоо**

<b>Компания</b>	Metallityöliike Tom Nyberg Oy/Андерс Нюберг
<b>Год строительства</b>	2013
<b>Подрядчик</b>	Best-Hall Oy
<b>Площадь объекта</b>	около 1500 м <sup>2</sup>
<b>Объем</b>	8380 м <sup>3</sup>
<b>Проектировщик ОВиК</b>	Ab Ingenjorsbyra Jorgen Holm Insinooritoimisto Oy/Йорген Холм
<b>Решение по отоплению и вентиляции</b>	4 шт. Pallas HP Aqua KI с функцией осушения и 1 шт. Pegasos HP Aqua с функцией осушения
<b>Дополнительное отопление</b>	Центральное отопление
<b>Подрядчик</b>	Ilmastointikulma Oy
<b>Санитарно-технический подрядчик</b>	LVI-Center Auhtola Oy
<b>Электричество/автоматизация</b>	EK-Automatic
<b>Требуемая тепловая мощность</b>	53 кВт
<b>Мощность охлаждения</b>	27 кВт
<b>Расчетный приток воздуха (охлаждения)</b>	2790 л/с

**Идеальные условия для промышленного объекта**

*Вентиляция, отопление и охлаждение экономичным и удобным способом с помощью отдельных установок для каждой части здания.*

Машиностроительной компании Metallityöliike Tom Nyberg Oy, расположенной в городе Порвоо, в разгар кризиса удалось удачно инвестировать в современное производственное здание. В старом машинном зале компании располагался обжарочный цех кофейной компании Robert Paulig Oy, которой потребовалось расширить свои производственные площади.

«Они обратились к нам с просьбой предоставить для своего оборудования наш механический цех. Во время кризиса предприятия машиностроительной отрасли всегда сталкиваются со снижением спроса на свою продукцию, и нам предоставилась прекрасная возможность выступить в роли застройщика. Когда начнется подъем экономики, будет ощущаться недостаток площадей, в том числе и в Порвоо», — говорит Андерс Нюберг.



Pallas Aqua в просторном и светлом цехе



Нюберг полностью удовлетворен инвестициями

**Гибкие возможности**

Ключевые требования компаний к производственным и офисным помещениям – это удобное расположение, хороший температурно-влажностный режим и возможность внесения изменений. В быстро меняющейся рабочей среде необходимо, чтобы производственные помещения можно было максимально просто приспособить к новым условиям. При проектировании систем инженерного оборудования здания необходимо не только учитывать структурные решения, обеспечивающие возможность разделения и расширения помещений, но и предусмотреть возможность внесения изменений в систему.

Именно такое современное и модифицируемое производственное помещение построила компания Metallityöliike Tom Nyberg Oy в 2013 году в Толккинене. И уже в начале 2014 году компания перенесла производство в новое здание. Теперь компания может сдавать в аренду огромное помещение – как целиком, так и разделив его на два просторных, оформленных в современном стиле, офиса.

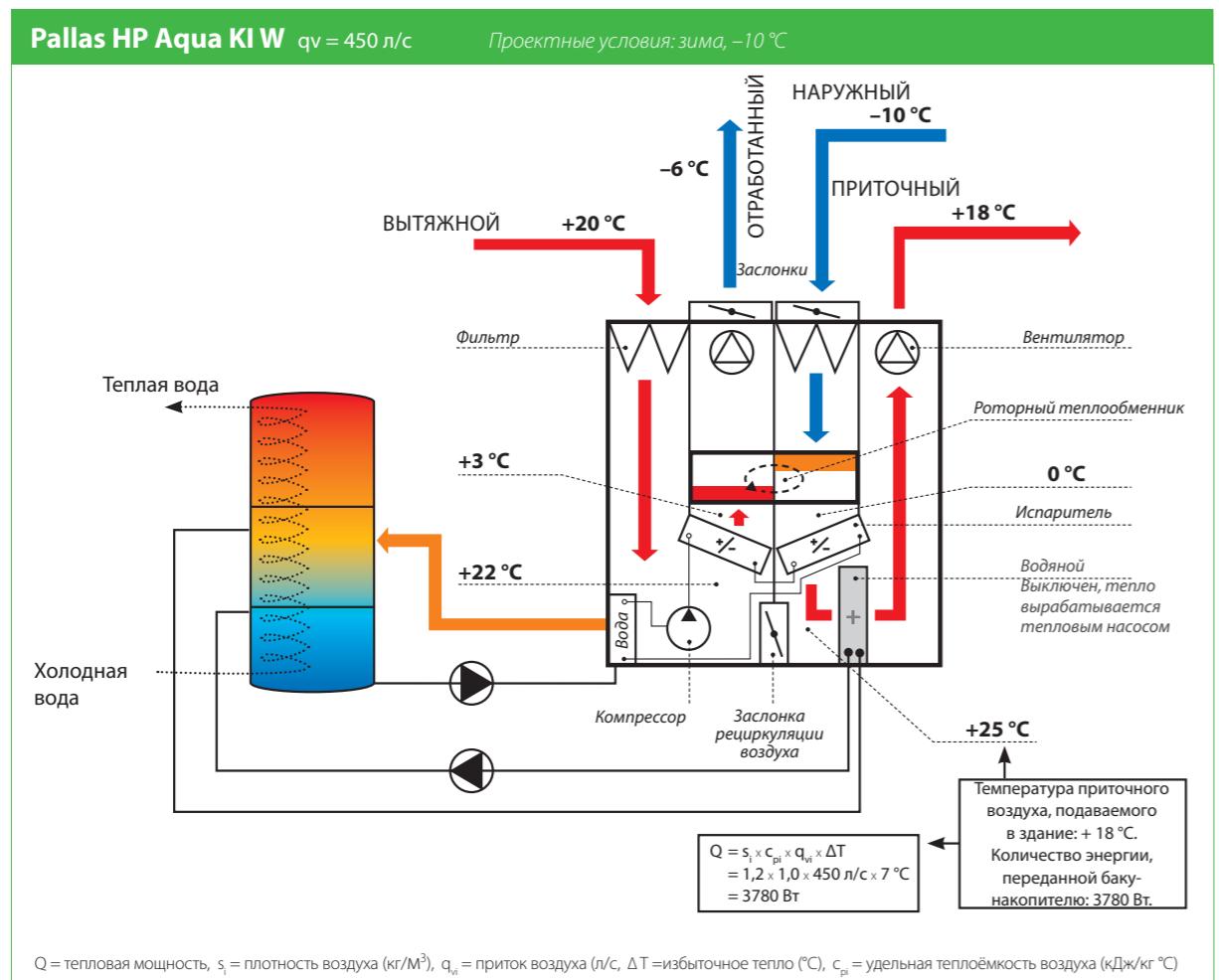
Компания Metallityöliike Tom Nyberg Oy, которой управляет Андерс Нюберг, была основана его родителями в 1964 году. Это замечательный пример семейного предприятия, на благо которого трудится уже второе поколение Нюбергов. Как многие истинные предприниматели, родители Андерса продолжают работать в компании, даже выйдя на пенсию. А условия для работы здесь просто отличные: в новом механическом цехе все спроектировано идеально, климат в помещении превосходный.

Территория компании и ее производственные здания находятся прямо на берегу Финского залива в Толккинене, Порвоо. Аренда офиса с видом на море, расположенному в жилом здании, стоит немалых денег, а офисные помещения находятся как раз в береговой части нового производственного комплекса.

Компания Metallityöliike Tom Nyberg Oy приобрела производственное здание, построенное в 1971 году, вместе с земельным участком 10 лет назад. Здание подключено к системе центрального отопления. При проектировании нового производственного комплекса центральное отопление рассматривалось как один из вариантов отопления.

«Это был не самый рентабельный вариант инвестиций в строительство, однако на тот момент у нас не было возможности спрогнозировать расходы на эксплуатацию здания», – объясняет Нюберг.

Рассматривалась и возможность обустройства геотермальной системы отопления, однако бурение подходящей скважины в местности с высоким содержанием радона достаточно дорогостоящее и рискованное занятие. В другом варианте коллекторные трубы пришлось бы прокладывать по морскому дну, а Нюберг посчитал это небезопасным ввиду активного движения судов в этом районе.



### Охлаждение воздуха как одна из важнейших функций

Нюбергу требовалась функциональная регулируемая система вентиляции, которая обеспечивала бы как охлаждение воздуха, так и поглощение влаги в помещениях.

«Сегодня тепловые насосы, использующие теплоту воздуха, применяются и для обогрева современных производственных зданий, построенных с применением энергосберегающих технологий. В период отопительного сезона они используются для обогрева, а в летнее время их можно использовать для охлаждения воздуха в помещениях. Однако поскольку в зимний период в машинном зале образуется достаточно много избыточного тепла, в данном случае тепловых насосов, использующих теплоту воздуха, было недостаточно – требовалось более универсальное решение», – говорит директор компании.

Весной 2014 года охлаждение воздуха было необходимо уже при наружной температуре  $+8^\circ\text{C}$ .

Гибкое, энергоэффективное и недорогое решение, предложенное конструктором систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха Йоргеном Холмом, позволяет добиться оптимальных условий в любом помещении. Производственные помещения можно разделить на три участка. Для каждого из них необходимо предусмотреть отдельную систему вентиляции, отопления и кондиционирования, поскольку в зависимости от характера выполняемых работ потребности могут значительно различаться. Также различаются потребности офисных и служебных помещений, площадь которых не превышает  $250 \text{ м}^2$ ; варьируются и принципы распределения тепла. В производственных помещениях тепло распределяется самой системой отопления теплым воздухом, тогда как для комфорtnого отопления офисных и служебных помещений применяется водяная система подогреваемых полов. Кроме того, в служебных помещениях имеются душевые для сотрудников. А на производстве потребность в горячей воде для бытовых нужд значительно ниже.



### Профессиональный дизайн

Установка для вентиляции, обогрева и охлаждения воздуха в здании состоит из модуля Enervent Pegasos HP Aqua и четырех модулей Enervent Pallas HP Aqua KI. Все эти модули оснащены функцией влагопоглощения.

«Это отличный выбор, поскольку вам предоставляется комплексное решение», – отмечает Нюберг.

Монтаж системы вентиляции, обогрева и охлаждения воздуха осуществляется по участкам. Тепло, поступающее обратно из каждого участка, передается посредством EnergyBUS в энергетический накопитель. Он представляет собой накопительный резервуар Akvaterm емкостью 5000 литров, который расположен в подсобном помещении или на техническом этаже. Термо из накопителя используется в соответствии с потребностями: для системы подогреваемых полов в офисе, для подогрева приточного воздуха с помощью нагревательных теплообменников в вентиляционных блоках, а также для повторного подогрева приточного воздуха, осущененного с помощью охлаждения в жаркие летние дни.

Зимой, при очень низких температурах, дополнительный обогрев осуществляется за счет электронагревательных элементов. В случае продолжительных холодов в качестве резервной системы используется централизованное отопление.

За полгода эксплуатации система уже показала свою высокую энергоэффективность: объем тепловой энергии, которая необходима для отопления нового помещения, удалось сократить в шесть раз (до 6500 кВт/ч) по сравнению с тем объемом тепла, который требовался для обогрева старого помещения.

Разработку системы отопления теплым воздухом и охлаждения воздуха для производственного здания следует доверять исключительно опытному и компетентному проектировщику.

«Превосходных климатических условий и надлежащего качества воздуха внутри помещения можно добиться за счет настройки системы таким образом, чтобы она обеспечивала достаточную охлаждающую способность и необходимую тепловую мощность. Для охлаждения воздуха следует задавать более высокие значения расхода воздуха. Минимальный уровень, определенный Национальными строительными нормативами Финляндии, не позволяет обеспечить достаточную мощность», – подчеркивает Йорген Холм, конструктор системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.



**Лето:** прохладный и сухой приточный воздух. Избыточное тепло используется для подогрева воды для бытовых нужд.

**Зима:** прохладный приточный воздух, минимальные вентиляционные теплопотери.

Избыточное тепло от теплового насоса используется для подогрева воды для бытовых нужд.

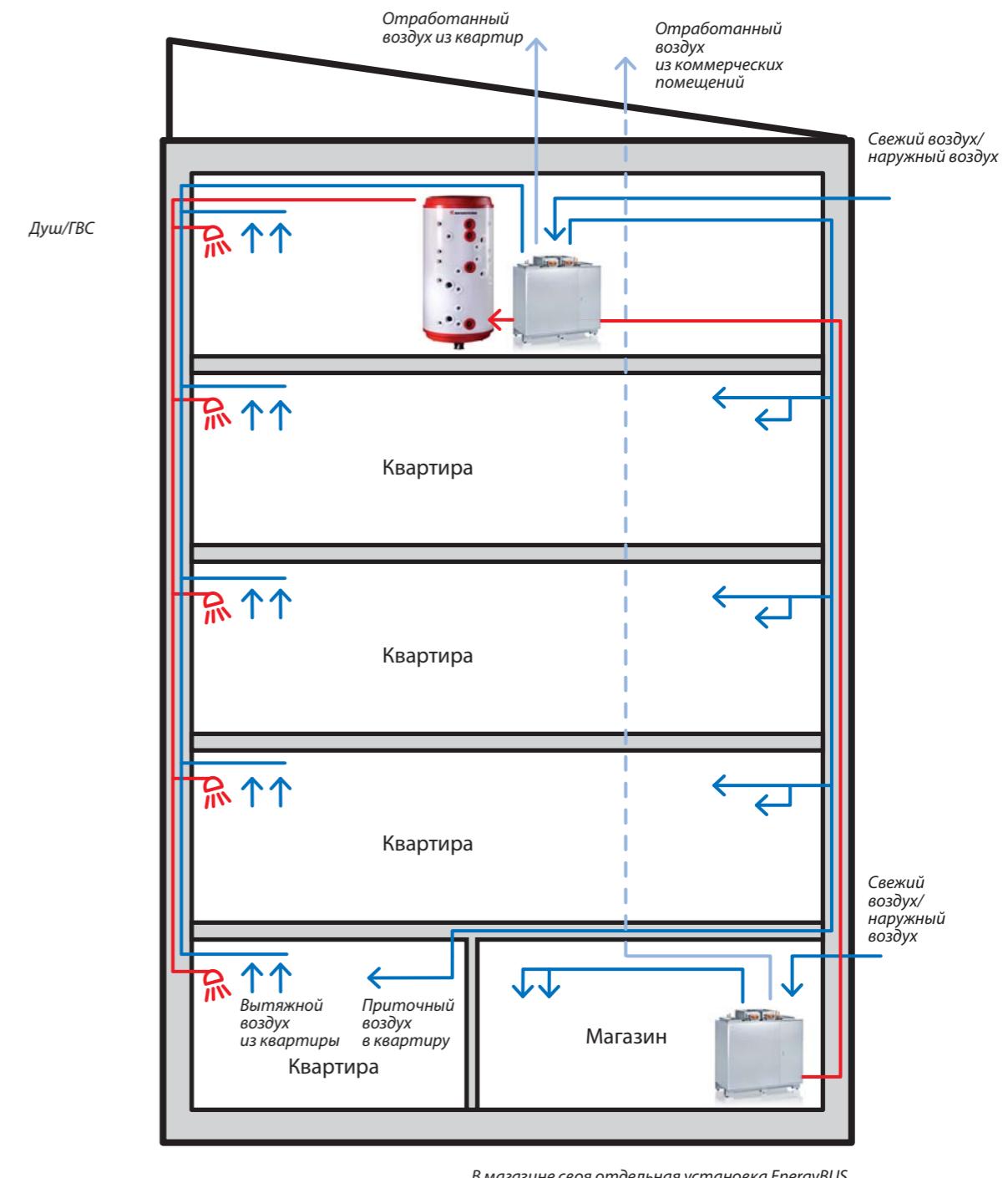
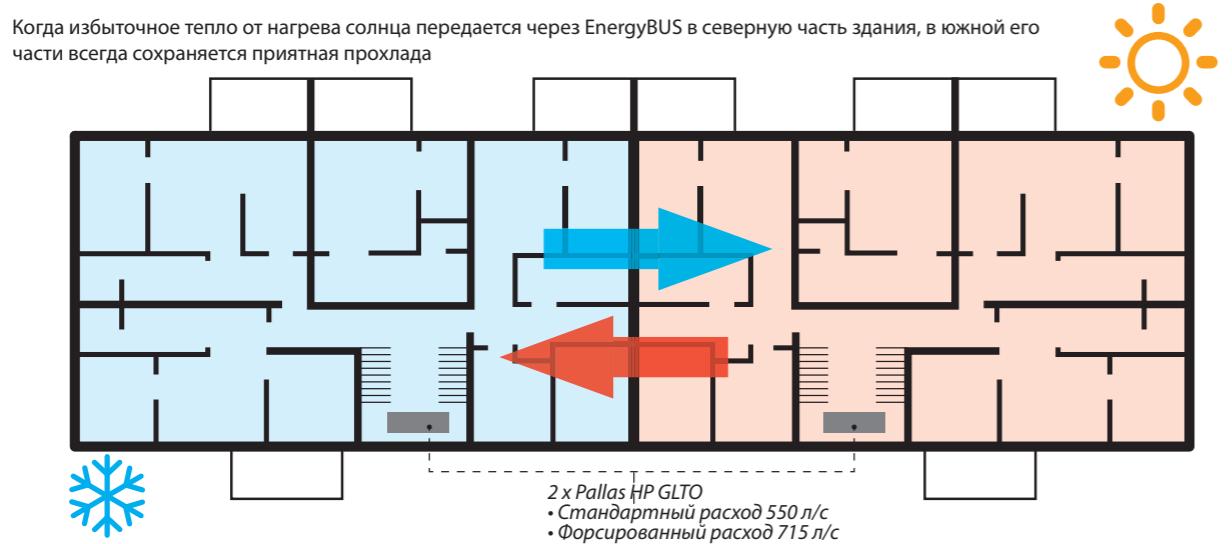
### 13.7 EnergyBUS в многоквартирном здании

**Внутренняя система распределения энергии здания выравнивает перепад температур между квартирами**

В многоэтажных домах жильцы каждой квартиры предъявляют разные требования к обогреву, охлаждению и осушению воздуха в помещении, причем вне зависимости от сезона. В квартирах, расположенных на солнечной стороне, охлаждение воздуха может потребоваться уже в начале весны, при этом до окончания отопительного сезона далеко, поскольку в квартирах на теневой стороне еще достаточно прохладно. Выравнивание подобной разницы температур является одним из ключевых факторов обеспечения комфорта и энергоэффективности при проектировании современных домов. На практике здание разделяется на несколько участков, для каждого из которых проектируется собственная система вентиляции. Избыточная энергия рекуперируется и передается через установку EnergyBUS в общедомовой накопительный резервуар. Затем эта энергия, уже оплаченная и поступившая в здание извне, распределяется по более холодным участкам дома. Помимо избыточного тепла, рекуперировать также можно и энергию охлаждения. Для этого применяются тепловые насосы, использующие теплоту воздуха. Рекуперированная энергия затем используется для охлаждения других помещений.

**Продуктовый магазин на первом этаже обеспечивает энергией жителей дома**

Ярким примером использования возможностей установки EnergyBUS служит многоквартирный жилой дом, на первом этаже которого расположен продуктовый магазин. Обычно у магазина имеются собственные системы вентиляции и холодильное оборудование, и у многоквартирного дома, в котором такой магазин расположен, есть своя подобная система. При таком традиционном подходе управляющая компания и жильцы могут нести существенные дополнительные расходы из-за магазина. Установка EnergyBUS обеспечивает рекуперацию избыточного тепла, выделяемого оборудованием магазина. Благодаря этому решению для подогрева воды для бытовых нужд жильцов большую часть года можно использовать рекуперированную энергию здания.





# 14 ОТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ДО СТАНДАРТНЫХ МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА: ДОМА С ОСОБО НИЗКИМ И НУЛЕВЫМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ СКОРО СТАНУТ ПРЕОБЛАДАЮЩЕЙ ТЕНДЕНЦИЕЙ

Профессионалы в строительной промышленности во всем мире стремятся найти решения, чтобы замедлить темп глобального потепления. Узданий есть очень высокий потенциал в энергосбережении. В Европе здания потребляют приблизительно 40 % всей вырабатываемой энергии. В Финляндии здания ответственны за одну треть полных выбросов парниковых газов, что равно приблизительно 22 млн тонн углекислого газа в год.

Поэтому улучшение эффективности использования энергии фонда новых и существующих зданий является одним из самых простых и самых легких способов снижения потребления энергии и замедления изменений климата. Энергоэффективное здание лучше, чем незэффективное, также с точки зрения комфорта проживания и эксплуатационных расходов при условии, что оно построено правильно.

Улучшение энергоэффективности строительных конструкций является действительно взаимовыгодной возможностью. Оно также приносит пользу народному хозяйству путем увеличения стоимости общего фонда зданий. Оно создает новые рынки для энергоэффективных решений, строительных материалов и систем для инженерных сетей и оборудования зданий. Мы находимся в авангарде в разработке методов энергоэффективного строительства. Мы являемся инициаторами внесения положений об эффективности использования энергии в строительстве и реконструкции в наши строительные нормы и правила. Поэтому мы обладаем опытом и знаниями в разработке решений, превращении их в продукты и продаже их как внутри страны, так и в мировом масштабе.

Если метод обеспечивает превосходные результаты в суровом финском климате, то можно предположить, что в умеренном климате он будет работать еще лучше.

## 14.1 Ясно выраженные методы

Естественно, самая природосберегающая энергия – это та энергия, которая не расходуется вообще.

Методы для сокращения затрат на тепловую энергию реализуются относительно просто.

У здания должна быть хорошо теплоизолированная и воздухонепроницаемая наружная оболочка и вентиляционная установка, с максимально высоким годовым коэффициентом рекуперации тепла.

- » Электрооборудование, используемое в здании, должно быть максимально энергосберегающим.
- » Солнечная энергия должна быть использована по максимуму.
- » Потребление энергии должно контролироваться с помощью измерительных устройств.
- » Источник тепловой энергии выбирается на принципах бережного отношения к природе, эффективности использования энергии и экономической эффективности.

## 14.2 Сбор экспериментальных знаний

Энергоэффективное строительство в Финляндии – не новость. Впервые эффективность использования энергии была значительно улучшена при строительстве новых зданий после нефтяного кризиса 1970-х. Конструкции стали более герметичными, тепловая изоляция улучшилась, и были введены окна с тройными стеклопакетами. Некоторые пилотные проекты по энергосберегающему строительству были реализованы в 1980-х.

Финская строительная промышленность и производители продукции запустили амбициозные проекты в последние годы. Эти проекты доказывают, что расчетные здания с особо низким и нулевым потреблением энергии могут быть построены с использованием обычных строительных материалов и традиционных методов. Это требует более тщательного расчета, а также точных строительных и монтажных работ, но в сравнении со стандартным строительством, удорожание проекта крайне незначительно.

Опыт, полученный на пилотных проектах энергосберегающего строительства должен применяться в обычном строительстве более широко. Амбициозной целью всех новых зданий является почти нулевое потребление энергии к 2020 г. ЕС требует, чтобы с начала 2019 г. новые здания, занятые государственными органами и находящиеся в их собственности, были зданиями практически с нулевым потреблением энергии, и это требование будет применяться ко всем новым зданиям с начала 2021 г.

Чтобы действительно уменьшить количество энергии, расходуемой для отопления зданий и количество выбросов углекислого газа, эффективность использования энергии существующих зданий должна быть также значительно улучшена. Это нелегкая задача, потому что необходимо реализовать методы регенерации энергии, доступные для всех типов зданий, чтобы сделать проекты реновации более прибыльными. Проекты регенерации, специально разработанные для каждого здания отдельно, очень трудоемки.

Пилотные проекты регенерации энергии уже показали хорошие результаты в многоквартирных и индивидуальных односемейных домах. Проект регенерации энергии традиционного дома финских ветеранов можно найти в главе 13.

### **Ключевые показатели для пассивных домов**

Потребление энергии на отопление от 20 до 30 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Максимальная утечка воздуха (по тесту n50) 0,6 л/ч.

Коэффициент теплопроводности U-value дверей и окон 0,40 и 0,80 Вт/м<sup>2</sup>К соответственно.

Минимальная годовая эффективность рекуперации тепла вентиляционной установкой 70 %

### **14.3**

#### **От стандартного строительства до строительства «энергия плюс»**

Независимо от уровня эффективности использования энергии в новом здании, есть некоторые принципы, которые применяются в любом случае. Воздухонепроницаемые и хорошо изолированные ограждающие конструкции здания – основной наиболее важный фактор. Эффективное восстановление тепла в системе вентиляции предотвращает потери купленной энергии.

Положение здания на участке может оказывать значительное влияние на энергоэффективность здания, но оптимальное положение не всегда возможно. С другой стороны, важность источника энергии уменьшается с уменьшением потребности в энергии.

Люди склонны забывать, что даже стандартное здание, построенное согласно финским строительным нормам и правилам, очень энергоэффективное. Оно соответствует минимальным требованиям к зданиям и положениям по энергоэффективности. Нормативные предписания будут ужесточаться в будущем, и когда требования к эффективности использования энергии для новых зданий изменятся в следующий раз, стандартное здание 2014 года постройки может уже не соответствовать новым требованиям.

Говоря об эффективности использования энергии в строительстве, следует отметить, что встречаются множественные термины, значение которых зачастую не согласуется. Кроме того, требования, установленные для энергопассивных домов в разных странах отличаются, и они также изменяются вместе с техническим прогрессом.

Энергосберегающий дом использует на 50 % энергии меньше, чем стандартное здание, соответствующее требованиям строительных норм и правил. Это может быть достигнуто путем инвестиций в теплоизоляцию и воздухонепроницаемость ограждающих конструкций здания и в восстановление тепла системой вентиляции. Энергосберегающие дома могут быть построены с помощью действующей стандартной строительной технологии. Годовое энергопотребление 50... 60 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Это определение фактически применяемое в Европе.

Пассивный дом использует только 25 % энергии, в сравнении со стандартным зданием. Отдельные источники тепла не всегда требуются для отопления, поскольку люди, бытовые электроприборы и освещение обеспечивают достаточное количество тепла. Пассивный дом требует высокоэффективную вентиляционную установку, которая может использовать большую часть тепловой энергии, содержащейся в вытяжном воздухе, и использовать эту энергию для нагрева приточного воздуха. Годовая эффективность восстановления тепла должна составлять не менее 70 %. Потребность в платной энергии зависит от региона: потребление в Центральной Европе составляет 15 кВт·ч/м<sup>2</sup>, а в Северной Европе – не более 30 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Расчеты VTT показывают, что средний расход энергии на отопление для энергопассивного дома составляет 20, 25 и 30 кВт·ч/м<sup>2</sup> в Южной, Центральной и Северной Финляндии соответственно.

На основе вышеуказанного, ожидаемый расход тепловой энергии для пассивного дома составляет одну четвертую от расхода стандартного здания.

Дом с нулевым потреблением энергии производит то же самое количество энергии, которое он потребляет ежегодно. На практике это всегда предмет расчетов, поскольку и потребление, и производство могут сильно колебаться – особенно в финском климате. Другими словами, дом с нулевым потреблением энергии должен производить как минимум такое же количество возобновляемой энергии, как и количество потребляемой невозобновляемой энергии. Конструкции должны быть максимально воздухонепроницаемыми и хорошо изолированными. Все решения для инженерных сетей и инженерного оборудования зданий должны быть максимально энергоэффективными. Здание должно также производить большую часть электричества, используемого для других целей, нежели отопление.

Дом «энергия плюс» может производить больше энергии, чем использует, и продавать некоторое количество избыточной энергии национальной энергетической компании или другим потребителям.

### **14.4**

#### **Рост популярности пассивных домов**

Пассивный дом больше не редкость, даже в Финляндии. В Германии пассивные дома строятся уже десятилетия, и их количество составляет примерно 10 000 зданий. Швеция также превосходит Финляндию по количеству пассивных домов.

Сегодня нет причин, которые бы препятствовали строительству пассивных домов. Опыт показывает, что цель может быть достигнута с любым типом конструкции и любым видом строительного материала. Такие нет никаких ограничений с точки зрения архитектуры. Эффективная вентиляционная установка, которая утилизирует тепло, выработанное людьми, бытовой техникой, электронными устройствами и освещением, может поддерживать постоянную внутреннюю температурную круглый год. Количество тепла, вырабатываемое одним человеком, равняется 100 Вт лампочке, а ТВ с плоским экраном может обогревать комнату до 40... 60 квадратных метров.

При строительстве пассивного дома особое внимание уделяется теплоизоляции, воздухонепроницаемости и решениям эффективного использования энергии выше среднего значения. С другой стороны, экономия достигается за счет отсутствия традиционных громоздких систем отопления и распределения тепла.

Воздушное отопление – энергосберегающий и удобный метод отопления для пассивного дома. Приточный воздух может быть нагрет отопительным калорифером, расположенным в вентиляционной установке, или установка может быть подключена к специальному комнатным электрообогревателям с терmostатическим управлением.

Дополнительный источник тепла требуется в течение самых холодных месяцев года и для нагревания воды в бытовых целях. Есть много вариантов, и они могут также объединяться в различные гибридные решения. Теплоаккумулирующие камни, камни с водным коллектором и все виды тепловых насосов и солнечных систем – безвредные для окружающей среды варианты.

Нам, финнам, нравится жить в доме с теплыми полами, это решение может использоваться в качестве источника дополнительного отопления в пассивных домах. Однако оно должно быть тщательно подобрано и спроектировано, поскольку требуется небольшая мощность отопления.

Затраты на строительство пассивного дома в среднем на 5–10 % выше, чем на стандартное здание. Считается, что период окупаемости для отдельно стоящего пассивного жилого дома составляет шесть лет.

#### 14.5

### **Решения Ensto Enervent для пассивных домов и домов с нулевым потреблением энергии**

Пассивный дом обеспечивает низкие эксплуатационные расходы и оптимальный внутренний климат. Решения по энергосберегающей вентиляции и отоплению гарантируют, что температура воздуха в помещении будет комфортной и постоянной, а воздух для дыхания останется чистым и свежим. Хорошая система вентиляции гарантирует чистый воздух в помещении, который является одной из основ здорового образа жизни, а также выдвигается на первый план, как ключевой фактор с точки зрения комфорта, в воздухонепроницаемых пассивных зданиях.

Это относится к современным энергоэффективным зданиям, которые отличаются от «энергосберегающих» зданий, построенных после энергетического кризиса конца 70-х годов – они были воздухонепроницаемыми, как бутылка, так как не были оснащены подходящей системой вентиляции. Пассивные дома и дома с нулевым потреблением энергии имеют хороший и здоровый внутренний климат, благодаря современной механической системе вентиляции. Колебания температуры воздуха в помещениях незначительны. Поскольку нет никаких сквозняков и мостов холода, компенсация чрезмерным отоплением не требуется.

Один из краеугольных камней энергосберегающего строительства – механическая система вентиляции, оснащенная эффективным восстановлением тепла. Приток воздуха в изолированные от внешней среды помещения осуществляется механически регулируемым способом, на основе фактической потребности. Холодный наружный воздух не может проникнуть в здание через плохо уплотненные конструкции.

Вентиляция по потребностям означает, что жители не должны обращать внимание на систему вентиляции, пока они этого не захотят. Благодаря современной автоматизации система вентиляции может быть настроена на работу автоматически, например переходить на пониженный режим вентиляции, когда никого нет дома. Это экономит энергию. Поскольку система оборудована датчиками влажности воздуха и уровня углекислого газа в помещении, достаточное количество свежего воздуха гарантировано, когда семья и друзья соберутся по какому-либо торжественному случаю.

Система позволяет осуществлять температурный контроль для определенной комнаты, поскольку комнаты оборудованы терmostатами.

Компания Ensto Enervent была вовлечена в разработку решений для пассивных домов с самого начала. Благодаря отличной годовой эффективности восстановления тепла, ее вентиляционные установки превосходно подходят для проектов, где требуется очень высокая эффективность использования энергии. Решения по вентиляции, рекуперации тепла, отоплению, охлаждению и осушению объединены в одну установку для упрощения конструкции и монтажа, и они могут легко интегрироваться с другими системами инженерных сетей и оборудования зданий, такими как тепловые насосы и системы автоматизации зданий.

Установки вентиляции Ensto Enervent использовались во многих проектах пассивных домов, демонстрировавших на финской Жилищной Ярмарке в последние годы. В проекте TV Talo, который был разработан для Жилищной ярмарки 2009 года в Валкеакоски применены Enervent Pegasos и Enervent Pandion eco EDE, была выбрана для пассивного дома Pekkarinen в Куопио в 2010 г. В Тампере 2012 году проект пассивного дома Ruislaine был оборудован моделью Enervent Penguin eco EDE, а проект Tervakukka оснащен Enervent Pelican HP и для влажных помещений, установкой Enervent Penguin eco EDE.



#### 14.6

### **Другие проекты развития энергоэффективного строительства**

Развитие энергоэффективного строительства требует тесного сотрудничества между всеми участвующими сторонами. Все инженерные системы зданий и конструкций должны вместе работать беспроблемно, чтобы гарантировать расчетную, энергоэффективную эксплуатацию и обещанный уровень комфорта. Поэтому фирма Ensto Enervent будет и в дальнейшем участвовать в различных интересных проектах. Проект renZero, координируемый Paroc, представлен в Главе 13.

#### 14.7

### **Проект EEMontti – улучшение эффективности использования энергии в домах с электрическим отоплением**

Ensto – член совета Green Net Finland – деловой сети экологически чистых технологий, которая объединяет экспертные знания и ресурсы финских компаний, научных и учебных заведений и государственных органов по экологически чистым технологиям. Занимается продвижением современных технологий и ноу-хау в промышленности. Ассоциация скоординировала проект EEMontti, направленный на 50 % уменьшение затрат на отопление в домах с электроотоплением. Проект был реализован в 2011–2012 г.г., и цель состояла в том, чтобы найти решения по возобновлению энергии приблизительно для 500000 одноквартирных индивидуальных домов с электроотоплением в Финляндии.

Во время проекта EEMontti удалось добиться вторичного использования энергии

в одноквартирных индивидуальных домах, построенных в 1960-х, 1970-х и 2000-х и оборудованных электрическим отоплением. Рабочая группа из Университета прикладных наук в Хельсинки (Helsinki Metropolia University of Applied Sciences) зарегистрировала результаты проекта в течение шести месяцев. Главная цель конкурса состояла в том, чтобы сократить потребление энергии отопления наполовину в четырех целевых домах. Потребление энергии включало энергию, купленную для системы вентиляции, отопления и нагрева горячей воды для бытовых нужд. Целевые дома различных лет постройки представляют собой приблизительно 50000 финских индивидуальных односемейных домов, в которых нет системы водяного отопления. В таких домах, как полагают, очень трудно добиться экономии энергии.

Проект EEMontti показал, что может существовать не один способ успешного возобновления энергии. Различные варианты должны быть тщательно изучены, не стоит спешно выбирать один из них, руководствуясь лишь легкостью реализации или ценовой доступностью.

Реконструкция вентиляции была осуществлена в одноэтажном индивидуальном жилом доме 1970 года постройки, годовое потребление энергии которого составляло приблизительно 31000 кВт·ч. Дом был оборудован теплоаккумулирующим камином, воздушным тепловым насосом и механической вытяжной вентиляцией. Компенсационный воздух проникал неконтролируемо в здание через неплотности конструкции.

В процессе реконструкции дом был оснащен вентиляционной установкой Enervent LTR-3 eco EDX-E с интегрированным воздушным тепловым насосом. Таким образом, установка может использоваться для нагрева, а также для охлаждения воздуха в помещении. Электрический калорифер дополнительного нагрева гарантирует заданную температуру приточного воздуха, даже при самых низких температурах зимой. Старые электронагреватели были заменены новыми. Для оценки электропотребления дома был установлен монитор энергоэффективности eGuard Ensto.

Общая стоимость реконструкции составила приблизительно 19000 евро, из которых была вычтена налоговая льгота 4000 евро. Во время периода последующего наблюдения потребление энергии было уменьшено примерно на 30 % по сравнению с предыдущей ситуацией. Годовая экономия составила около 1000 евро. Помимо прямой экономии энергии ожидается, что реконструкция увеличит рыночную стоимость дома на 10 000 евро. К тому же, качество воздуха в помещении значительно возросло.

Период окупаемости для этой инвестиции составляет 12,5 лет.

## 14.8

### **HP4NZEB – достижение почти нулевых уровней потребления энергии с помощью тепловых насосов**

Проект финской организации Green Net Finland HP4NZEB (Heat Pump Concepts for Nearly Zero Energy Buildings = Концепции тепловых насосов для зданий с почти нулевым потреблением энергии) ориентирован на нахождение энергоэффективных и рентабельных способов использования тепловых насосов в строительстве зданий с почти нулевым потреблением энергии. Роль тепловых насосов определена как для новых зданий, так и для проектов реконструкции. Проект ищет концепции специально для финских климатических условий. Определенные концепции будут моделироваться для различных случаев потребности в энергии нагрева и охлаждения и потребления электричества. Экономическая эффективность будет вычисляться в том числе с учетом сценариев роста стоимости энергоносителей. Проект HP4NZEB предоставит ценную информацию для всей строительной промышленности как для нового строительства, так и для реконструкции. Чтобы использовать международные экспертные знания, проект принимает участие в международном информационном обмене Программы по тепловым насосам международного энергетического агентства.

В дополнение к участвующим компаниям, таким как Ensto Enervent, партнеры проекта включают финскую Ассоциацию тепловых насосов SULPU, VTT и университет Aalto. Проект является частью программы Tekes Witty City 2013–2017 гг.

## ССЫЛКИ НА ИСТОЧНИКИ И ДОПОЛНИ- ТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### Национальные строительные нормы Финляндии, Разделы D2, D3 и D5

[www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)  
[www.ymparisto.fi/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen\\_rakentamismaarayskokoelma\(3624\)](http://www.ymparisto.fi/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen_rakentamismaarayskokoelma(3624))

### Хороший и здоровый воздух в помещении

[www.allergia.fi](http://www.allergia.fi)  
[www.hengitysliitto.fi](http://www.hengitysliitto.fi)  
[www.hengitysyhdistys.fi](http://www.hengitysyhdistys.fi)  
[www.sisailma.info.fi](http://www.sisailma.info.fi)  
[www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi)  
[www.sauna.fi](http://www.sauna.fi)  
[www.tsy.fi](http://www.tsy.fi)

### Эффективность использования энергии

[www.ekosuunnittelu.info](http://www.ekosuunnittelu.info)  
[www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)  
[www.sulpu.fi](http://www.sulpu.fi)  
[www.sulvi.fi](http://www.sulvi.fi)  
[www.tukes.fi](http://www.tukes.fi) > ... > Электрооборудование > Требования к электрооборудованию  
[www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)... Директива об экодизайне и Директива об энергетической маркировке

### Энергоэффективное строительство

[ec.europa.eu/energy/efficiency/consultations/..../fi\\_directive2013.pdf](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/consultations/..../fi_directive2013.pdf)  
[www.energiavirasto.fi/ekosuunnittelu](http://www.energiavirasto.fi/ekosuunnittelu)  
[www.ermi.fi/cms/fi/vihreae-rakentaminen](http://www.ermi.fi/cms/fi/vihreae-rakentaminen)  
[www.greennetinland.fi/fi/index.php/HP4NZEB](http://www.greennetinland.fi/fi/index.php/HP4NZEB)  
[www.promise-luokitus.fi](http://www.promise-luokitus.fi)  
[www.eemontti.fi](http://www.eemontti.fi)  
[figbc.fi](http://figbc.fi)  
[www.passiivi.info](http://www.passiivi.info)  
[www.renzero.fi](http://www.renzero.fi)  
[www.frame-inland.fi](http://www.frame-inland.fi)  
[www.wikipedia.fi](http://www.wikipedia.fi)

WXXX1035/500/Great