

# Пылваская гимназия – первое в Эстонии школьное здание с практически нулевым энергопотреблением



Текст: Эно Паппель, [www.majaehitaja.ee](http://www.majaehitaja.ee)  
Фотографии: Riigi Kinnisvara AS, Aeroc Jämera AS

**С декабря 2016 года Эстония стала богаче на одно красивое новое школьное здание. Речь идет не об обычном школьном здании, а о первом в Эстонии школьном здании с практически нулевым энергопотреблением, а точнее о новой Пылваской государственной гимназии. Как была создана эта школа и что интересного кроется в этом здании?**

Двигаясь в направлении Пылва со стороны Тарту, невозможно не обратить внимание на свойственный Южной Эстонии холмистый ландшафт, где поля и леса располагаются красивыми волнами. Жить, учиться и работать среди такой прекрасной природы является привилегией – такая мысль невольно возникает, когда отправляешься в Пылва смотреть новое школьное здание.

При подъезде к 3-этажному зданию Пылваской гимназии, расположенной в центре Пылва по адресу ул. Пийри 1, первой реакцией становится удивление. Новое школьное здание расположено на небольшом земельном участке, и границащие со школой дома и строения находятся довольно близко от нее, что на первый взгляд мешает получить целостное представление о здании. Но здание притягивает к себе все внимание как выбором материалов, так и своей формой, и обойдя вокруг здания, становится понятно, почему оно построено именно на этом участке. Спортивный зал и стадион, расположенные рядом, будут ежедневно использоваться учениками гимназии, поэтому такое близкое соседство является очень практичным..



Со стороны южного главного входа новое школьное здание привлекает взгляды как своими выступающими балконами, так и ведущими на них лестницами и выбором материалов. На фасаде обращают на себя внимание металлические плиты толщиной 6 мм, использованные на уровне 1-го этажа и по периметру окон по бокам здания, которые из-за своей «ржавой» поверхности сначала кажутся немного необычными, но потом к ним быстро привыкаешь.

Остальной фасад здания покрыт вертикальными деревянными досками немного разной ширины, что добавляет фасаду элегантности. Здание немного расширено в центральной части как с передней, так и с задней стороны. При размещении школьного здания на земельном участке имелись свои ограничения из-за слегка треугольной формы самого участка, а также из-за потребности улавливать как можно больше солнца с южной стороны здания, что свойственно для домов с низким энергопотреблением.

Строительство школьного здания началось 1 декабря 2015 года, когда Riigi Kinnisvara AS заключила договор с Ehitus5ECO OÜ. Но строительные работы, длившиеся 45 недель, начались со сноса, поскольку нужно было снести расположенное на участке старое здание интерната.

Проектировщик здания, AS Resand, привлек к начальному этапу работ немецкое архитектурное бюро ArchitekturWerkstatt Vallentin GmbH. Архитектор Гернот Валлентин, обладающий большим опытом в области проектирования инновативных и энергосберегающих зданий, составил первичный эскизный проект, дальнейшей разработкой которого стала заниматься архитектор Пилле Пярн и команда проектировщиков AS Resand, которые должны были выполнить всю проектировку, начиная от конструктивного проекта и заканчивая проектом интерьера. Сначала хотели заказать основной проект в том же немецком архитектурном бюро, но затем выяснилось, что предлагаемый ими график проектирования никак не соответствовал тому периоду времени, на который были запланированы работы.

Андрес Вийяр, руководитель проектов по проектированию AS Resand, выделил основные сложности, связанные с проектированием, такие

как соблюдение графика проектировочных работ, повышенные требования к теплостойкости и воздухопроницаемости внешних конструкций для узлов здания с практически нулевым энергопотреблением, а также решение проблем совместимости, вызванных использованием множества разных строительных материалов в конструкциях.

Школьное здание было построено на свайном фундаменте с ростверком, а в качестве несущих конструкций использовались как монолитные конструкции из железобетона, так и железобетонные опоры и металлические конструкции (опоры и дельта-балки). Перекрытия изготавливали из железобетонных пустотных панелей, а также использовали балки из клееной древесины.



Ненесущие наружные стены с трех сторон здания были сложены из блоков Aeroc Hard, обладающих хорошей воздухопроницаемостью. Проемы в здании, как это свойственно домам с низким энергопотреблением, были заполнены трехслойными стеклами – как деревянные окна, так и окна из алюминиевого профиля.



По словам руководителя проектов по проектированию Андреса Вийяра, при проектировании здания пришлось много поработать над несколькими сложными узлами. Так, например, пришлось искать работающее решение по покрытию консольных балок из клееной древесины, проходящих по наружной стене с южной стороны здания.

О качестве основательной проектировочной работы, проведенной командой проектировщиков, говорит уже возникший интерес к чертежам определенных узлов, но поскольку речь идет о работе, защищенной авторским правом, то AS Resand пока еще решает, как и на каких условиях можно будет использовать эти разработанные проектные решения.

Андрес Вийяр кратко рассказал о работе проектировщиков, отметив, что на самом деле при проектировании любого здания важен, прежде всего, здравый смысл, и следует соблюдать следующие требования:

- при размещении здания на земельном участке следует учитывать особенности участка и стороны света;
- здание должно быть воздухопроницаемым и хорошо утепленным;
- при возведении ограждающих конструкций здания следует избегать мостиков холода;
- в здании должен быть обеспечен контролируемый воздухообмен.

Никаких особых тайн, только простые советы, которые можно и нужно применять при строительстве любого здания.

В напряженный период строительства большим подспорьем стало то обстоятельство, что в проект вносилось мало изменений, поэтому все участники могли лучше сосредоточиться на основной цели – строительстве энергоэффективного здания.

Свен Саар, руководитель проектов заказчика здания Riigi Kinnisvara AS (RKAS), подчеркнул хорошее сотрудничество между всеми участниками проекта и похвалил как проектировщиков, так и строителей, надзор собственника, консультантов и всех тех, кто отнесся к качественной реализации данного проекта со всей душой.

Кроме того, существенный вклад внес Кульдар Лейс, председатель совета местного самоуправления и автор идеи строительства здания Пылваской гимназии с практически нулевым энергопотреблением, который следил за всем процессом строительства и оказывал поддержку. По его словам, вызовом стало привлечение мотивированных сторон и приверженность цели, поскольку пришлось проводить несколько государственных тендеров и избегать появления какого-либо слабого звена.

При строительстве школьного здания одним из самых больших вызовов стало достижение необходимого уровня воздухопроницаемости наружных ограждений, который необходим для того, чтобы предотвратить потери тепла через утечки воздуха и обеспечить правильный режим влажности наружных ограждений. Для образцового выполнения данной работы постоянно проводились рабочие собрания, на которых детально обсуждалась каждая конструкция и искалось действующее решение.

Для уплотнения конструкций были тщательно обучены два строителя, которые в соответствии с выданным планом, используя уплотнительную ленту, накладки и мастику, обработали все внешние ограждения здания, за исключением окон, так как они входили в подряд установщика окон. Всего было потрачено около 4 км уплотнительной ленты, которую не просто помещали вокруг различных стыков и узлов, а сильно прижимали при помощи специального шпателя.



Свен Саар, руководитель проектов RKAS, вспомнил, как вся команда, задержав дыхание, ждала результатов испытания на утечку воздуха в надежде на то, что не возникнет необходимости снова укладывать ленту или вносить изменения. У всех упал камень с сердца, когда измерение утечки воздуха, проведенное Кафедрой строительной физики и энергоэффективности Института проектирования зданий при ТТУ, показало, что измеренный коэффициент утечки воздуха во всем здании при разности давлений 50 Па составил  $q_{50} = 0,48 \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$ , а кратность циркуляции воздуха при 50 Па составила  $n_{50} = 0,16 \text{ ч}^{-1}$ .

**«Насколько мне известно, новая Пылваская государственная гимназия имеет самую лучшую воздухопроницаемость из всех публичных зданий в Эстонии», – сказал Индрек Райде, эксперт по энергоэффективности Nordic Energy Solutions OÜ, который участвовал в проекте как на этапе проектирования, так и на этапе строительства.**

На этапе проектирования задачей Индрека Райде было выполнение энергорасчетов для проекта, анализ проблемных мест здания, а также выполнение симуляционных расчетов пограничной ситуации летней комнатной температуры.

Согласно выполненным расчетам, коэффициент энергоэффективности здания составил  $54 \text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot\text{г})$ , что значительно меньше, чем разрешенный для учебных зданий с практически нулевым энергопотреблением коэффициент  $90 \text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot\text{г})$  – это позволило присвоить зданию энергомаркировку классом энергоэффективности А.

На этапе строительства задачей Индрека Райде было выполнение расчетов, связанных с заменой оборудования или строительных материалов, т.е. проверка их соответствия энергорасчетам, а также помощь при выборе подходящего оборудования. Например, из-за слишком долгого срока доставки пришлось заменить изначальный утеплительный материал для наружных стен, что потребовало дополнительных расчетов на основании параметров нового утеплительного материала. Также было заменено вентиляционное оборудование, которое в соответствии с новыми энергорасчетами оказалось в итоге еще более

эффективным, чем изначальное оборудование.



Кроме того, одной из задач эксперта по энергоэффективности было делать на объекте множество термофотографий, способствуя таким образом контролю решений по теплостойкости и воздухопроницаемости и внесению корректировок.

По оценке Марго Падара, руководителя проектов компании Ehitus5ECO OÜ, построившей школьное здание, строительство таких зданий без хорошего сотрудничества является невозможным, и, по его мнению, сотрудничество на данном объекте было хорошим. Строитель был доволен заказчиком, который активно задействовал участников и хорошо выполнял роль координирующего руководителя проекта. Успешное сотрудничество велось также с надзором собственника и проектировщиками, которые, являясь работниками местного предприятия, были постоянно доступны и помогали на протяжении всего проекта.

По словам Марго Падара, данный объект отличался, прежде всего, объемом той работы, которая была связана с обеспечением повышенных требований к теплостойкости и воздухопроницаемости. Очень много времени было потрачено на покрытие конструкций лентой и на работы, необходимые для обеспечения воздухопроницаемости, которые изначально не были учтены.

Михкель Лайне, руководитель объекта Ehitus5ECO OÜ, уточнил, что покрытие периметра заполнителей проемов лентой не стало для

них сюрпризом, так как это решение уже используется во многих зданиях с более слабой энергомаркировкой. Но удивило то, что лентой необходимо было покрывать также все швы в металлических опорах и бетонных стенах, края перекрытия и даже отверстия для просушки в панелях перекрытия на последнем этаже – все эти детали выявились только в ходе работ. Также все проходы через пол первого этажа и внешние конструкции (электричество, слабый ток, вода, канализация и т.д.) были сделаны совершенно воздухонепроницаемыми. Кроме того, пришлось полностью оштукатурить сложенную из блоков Аегос наружную стену, включая ту часть, которая остается за заливкой пола.



Большая часть наружных стен здания была сложена из блоков Аегос, и укладка стен шла быстро. Поддерживать темп работ помогало и то обстоятельство, что перемычки Аегос можно было устанавливать без использования тяжелой техники.



**Выбор пал на блоки Аегос, прежде всего, благодаря воздухонепроницаемости стены из блоков Аегос с тонким клеевым швом, а дополнительным аргументом были хорошие теплоизоляционные свойства. Оштукатуренная стена Аегос стала воздухонепроницаемой, а измеренное значение воздухонепроницаемости здания превысило изначальную цель. Важным было также полезное свойство стены из блоков Аегос Hard удерживать фасадные дюбели. На объекте было также проведено соответствующее испытание – кладка показала образцовое сопротивление растяжению для дюбелей.**



По словам строителей, неожиданно сложной и затратной по времени стала установка внутри здания изготовленных из клееной древесины и поперечно-клееной древесины элементов интерьера, массивных деревянных деталей. Например, для монтажа лестничных перил пришлось установить более 50 панелей из клееной древесины (толщиной 160 мм), которые весили в среднем 400 кг, а самые тяжелые – свыше 600 кг, и эту работу необходимо было выполнить в практически готовом здании

только на стадии внутренней отделки, чтобы лучше защитить древесину от влажности и механических повреждений. Установка этих деталей заняла значительно больше времени, чем прогнозировалось.



Марго Падар добавил, что много усилий было потрачено на точное постпроектное соблюдение дизайнерского замысла при оформлении фасада здания – точнее, на раму из металлических пластин, установленную вокруг окон, расположенных с трех сторон здания, точные размеры которой смогли снять только после того, как остальной фасад вокруг окон был готов.



Сложной оказалась и установка электрических солнечных панелей на крыше школьного здания. Пришлось приложить много усилий, чтобы найти подходящие места и подходящий угол наклона (15 градусов) для солнечных панелей, чтобы свыше 100 солнечных панелей общей мощностью 38 кВт поместились на крыше, работали максимально эффективно согласно расчетам и не попадали в тень, что снизило бы коэффициент полезного действия системы. Так, например, пришлось искать более подходящее место для защищающих от молнии антенн, чтобы они не отбрасывали тень на солнечные панели, а сами панели размещали на крыше отдельными группами в самых подходящих для этого местах.



Вайко Канн из компании Keskkonnaprojekt OÜ, осуществлявший надзор собственника на объекте, говоря о своих задачах, подчеркнул также вопрос воздухонепроницаемости здания, к решению которого были дополнительно привлечены эксперты по энергоэффективности и пассивным домам из Тартуского Университета и OÜ Sense.

Проект усложнило использование конструкций из различных материалов, в связи с чем воздухонепроницаемую мембрану можно

было размещать в конструкции как изнутри, так и снаружи. Из-за этого стало сложнее обеспечивать воздухопроницаемость конструкций, и зачастую приходилось делать покрытия на разных уровнях конструкций.

На данном объекте осуществлению надзора собственника сопутствовало постоянное нахождение на объекте и отслеживание работ, в том числе приходилось постоянно фотографировать конструкции, чтобы фиксировать конкретные решения при помощи фотографий «до и после». Значительная часть времени уходила на поиск мест утечек и представление соответствующих замечаний строителям. Несмотря на то, что строитель очевидно не мог предусмотреть такого расхода времени и такой детальности при обеспечении устойчивости к утечкам воздуха, но он тем не менее беспрекословно выполнял все предписания лица, осуществлявшего надзор собственника, и сотрудничество было очень хорошим.

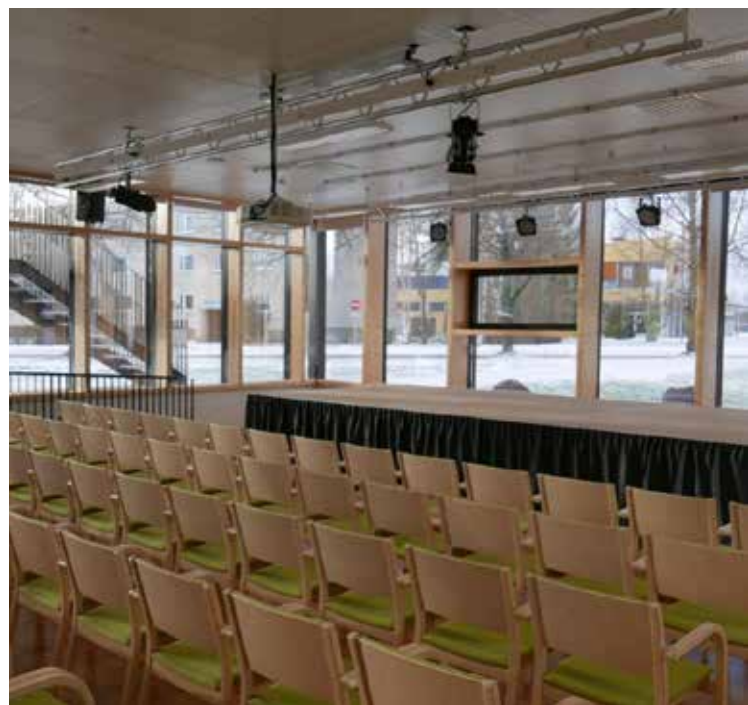
При входе в здание через главную дверь открывается вестибюль, в котором слева находится ведущая наверх просторная лестница, поднимающаяся с этажа на этаж, а справа – светлая аудитория.



В интерьере сделан акцент на массивную древесину, которая использована как в деревянных перилах главной лестницы, расположенной по центру здания и проходящей через три этажа, так и по периметру больших окон, что создает своеобразную, спокойную и естественную среду. В интерьере здания использована преимущественно светлая мебель.

Здание имеет комплексное светодиодное освещение, но стремится использовать также как можно больше естественного света через просторные окна на южной стороне здания. Во избежание перегрева здания применяются пассивные методы – помимо выступающих балконов, которые создают тень, перед окнами в фасаде скрыты специальные фасадные шторы, за работу которых отвечает автоматика.

Обилие естественного света делает оформленные в светлых тонах помещения еще более просторными. Просторность подчеркивают и



практически сплошные оконные поверхности с трех сторон в аудитории и школьном зале.

По мере необходимости в больших залах можно использовать складные перегородки, которые делают помещения еще более мультифункциональными. В качестве напольного покрытия в классных помещениях использован ценный натуральный дубовый паркет. Из каждого



класса есть выход на балкон, который также является дополнительным эвакуационным путем. Школьное здание подключено к системе центрального отопления и обогревается водяными радиаторами, но при обходе здания бросается в глаза, что радиаторов мало и они имеют небольшие размеры, что свидетельствует о низкой потребности здания в отоплении. Экономичным решением является то, что для нужд здания в контейнер объемом 10 м<sup>3</sup> собирается дождевая вода, которая затем используется в школьных туалетах для смыва.

Это школьное здание является первым в Эстонии школьным зданием с практически нулевым энергопотреблением, а кроме того несомненно одним из самых красивых школьных зданий в Эстонии, но мониторинг дальнейшего энергопотребления здания еще только предстоит. Параметры энергопотребления здания постоянно отображаются в реальном времени на экране, расположенном на стене в вестибюле возле главного входа в школьное здание.

Свен Саар разъяснил, что компания Riigi Kinnisvara AS продолжает мониторить все построенные ей здания, в том числе Пылваскую гимназию, и только по прошествии некоторого времени мы сможем получить целостную картину того, как

здание будет на самом деле функционировать и каким станет реальное энергопотребление. Участники проекта надеются, что реальные параметры энергопотребления в будущем смогут превысить расчетное энергопотребление. Но поскольку содержащаяся в конструкциях здания влага высыхает, как правило, в течение одного или двух лет, то реальные результаты можно будет узнать только через несколько лет.

Приятно констатировать, что данный проект, т.е. новое здание Пылваской государственной гимназии, выдвинуто на титул «Проект 2016 года в Эстонии».

Строительство новой государственной гимназии в Пылва финансировалось за счет средств из Европейского фонда регионального развития и из бюджета. Стоимость строительных работ составила 3,08 миллионов евро, к чему добавился налог с оборота.

Площадь нового школьного здания составляет более 2300 квадратных метров. В красивой и светлой школе будет учиться чуть более 200 гимназистов. Учебная деятельность в новом школьном здании начнется в январе 2017 г.

Эстония получила достойное школьное здание, которое может стать ориентиром для всех следующих учебных зданий, которые будут построены в Эстонии!