

Современные возможности независимой проверки качества установок вентиляции и кондиционирования и валидации их энергетических расчетов

17.10.2017 | Мгр. Ян Мичан, Инж. Ярослав Гринер | Mandík a.s.

Введение

В рамках требований, налагаемых на энергопотребление зданий, и обеспечение требуемого состояния внутренней среды, кондиционерные установки в настоящее время подвергаются пристальному вниманию со стороны авторитетов, которые устанавливают рамки их оценки, главным образом с точки зрения эффективного использования энергетических ресурсов. Критерии оценки ужесточаются, и производители вынуждены постоянно совершенствовать технические параметры и конструкторские решения своих изделий. Кроме того, возникает необходимость внедрения новых компонентов, обеспечивающих фильтрацию, транспортировку и обработку воздуха, использования новых алгоритмов расчета и дополнения новых данных в технические спецификации. При этом важными факторами, которые комиссия Европейского Союза или другой авторитетный орган не предписывают или только лишь описывают в общих чертах, являются: надзор над соблюдением правил и проверка технических параметров сконструированных кондиционерных установок независимыми авторизованными субъектами и лабораторными измерениями так, чтобы технические спецификации производителей и расчеты самых важных параметров были достоверными. Только таким образом валидированные расчеты и спецификации обеспечат возможность последующего квалифицированного выбора поставщика в соответствии с требуемыми критериями.

Нынешнее состояние некоторых тендеров напоминает бесконечный спор „слово против слова“, который не может быть разрешен, если эти слова не опираются на доказательства. Довольно часто инвестор и эксплуатирующая компания здания не требуют от производителя оборудования доказательства достоверности значений, указываемых в технической спецификации, и тем самым обесценивают смысл выбора. При этом, именно в их интересах выбрать наилучшее из того, что предлагается в рамках данного тендера.

Цель данной статьи заключается в том, чтобы ознакомить общественность с ключевыми качественными свойствами и техническими параметрами кондиционерных установок, и в этой связи, с современными возможностями их проверки. Одной из таких возможностей является сертификация, которая гарантирует валидные данные в соответствии с европейскими и международными стандартами и директивами, включая возможность оформления соответствующих энергетических паспортов. Описан также объем испытаний, которые предшествуют выдаче отдельных сертификатов, чтобы инвестор и эксплуатирующая компания получили представление о том, чем обоснован сертификат. Ниже изображен вид соответствующих логотипов сертификатов и некоторые основные правила их использования в технических спецификациях.

Компания Mandík, a.s. осознает важность проверенных и достоверных технических параметров. Именно поэтому фирма вкладывает немалые усилия и средства в сертификацию, проводимую известными организациями и авторизованными лицами.

Параметры кондиционерной установки, которые рекомендуется проверять во всех случаях, являются следующими:

С точки зрения конструктивного исполнения:

Оценка согласно стандарту EN 1886 – Механические характеристики корпуса кондиционерной установки.

- Тест механической прочности корпуса (отсутствие остаточных деформаций при положительном давлении и отрицательном давлении ± 2500 Па), измеренный макс. прогиб корпуса (при положительном давлении/отрицательном давлении ± 1000 Па), измеренная протечка воздуха через корпус (при положительном давлении $+ 700$ Па/отрицательном давлении $- 400$ Па), измеренная протечка воздуха через фильтровальную раму (определение макс. применимого класса фильтрации), измеренная общая теплопередача корпуса (определение коэффициента теплопередачи U [Вт/м²К]), измеренные тепловые мосты корпуса (определение фактора k_b [-]), измеренное звукопоглощение корпуса (определение затухания [dB] в октавной полосе частот)

Эти тесты проводятся на так называемом model box /опытный образец/ (M), который состоит из двух соединенных замкнутых камер. Опытный образец должен содержать все элементы конструкции обычной кондиционерной установки (угол, стойки, дверные и сервисные панели, стандартно применяемые элементы закрытия – ручки, петли), стандартное решение соединения камер и стандартно используемое уплотнение без дополнительной доработки, как например, шпаклевание и т.п., а также должен содержать стандартно используемую фильтровальную раму.



Рис. 1. Опытный образец – тестируемый образец Рис. 2. Опытный образец – акустическая камера

Опытный образец и его комплексный тест выполняются для одного типа конструкции корпуса, это означает, что если в рамках производимой линейки кондиционеров существует несколько решений конструкции (например, конструкция с рамой или без рамы, два разных типа используемой изоляции

панелей, разные способы соединения камер и т.п.), то для каждого решения необходимо изготовить и испытать отдельный опытный образец.

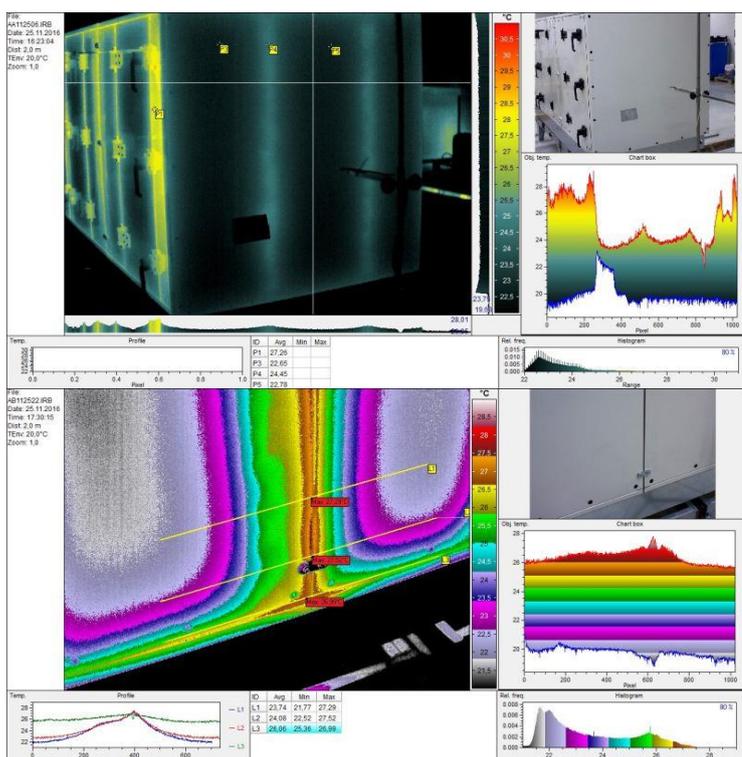


Рис. 3. Опытный образец – измерение тепловых характеристик корпуса в лаборатории

Результаты испытаний выражаются в классах данной характеристики, упорядоченных по возрастающей от наилучшего до наихудшего из достигнутых результатов.

Table A1: Mechanical stability (EN 1886)

Casing class	max. relative deflection [mm/m]
D1	4
D2	10
D3	>10

Table A2: Casing leakage under negative pressure (EN 1886)

Leakage class	Max. leakage rate at -400 Pa test pressure [l/(sm ²)]	Filter class as per EN 779
L1	0.15	better than F9
L2	0.44	F8–F9
L3	1.32	G1–F7 /no filter

Table A3: Casing leakage under positive pressure (EN 1886)

Leakage class	Max. air leakage rate at +700 Pa test pressure [l/(sm ²)]
L1	0.22
L2	0.63
L3	1.90

Table A4: Thermal transmittance (EN 1886)

Casing class	Thermal transmittance [W/(m ² K)]
T1	$U \leq 0,5$
T2	$0.5 < U \leq 1.0$
T3	$1.0 < U \leq 1.4$
T4	$1.4 < U \leq 2.0$
T5	no requirements

Table A5: Thermal bridging factor (EN 1886)

Casing class	Thermal bridging factor k_b [-]
TB 1	$0.75 \leq k_b < 1.00$
TB 2	$0.60 \leq k_b < 0.75$
TB 3	$0.45 \leq k_b < 0.60$
TB 4	$0.30 \leq k_b < 0.45$
TB 5	no requirements

Современным стандартом для установок, применяемых во внутренней и наружной среде, как например, вентиляция для коммерческих и промышленных целей, являются классы D2, L3, T3, TB3. На установки, спроектированные для гигиенической среды или для чистых помещений, налагаются более высокие требования, касающиеся неплотности корпуса. Такие установки должны соответствовать как минимум классу L2 в случае гигиенического исполнения и L1 для чистых помещений.

Значений тепловых характеристик, таких как T1 и ТВ1, которые гарантируют наилучшие возможные значения общего теплового сопротивления и минимальные тепловые мосты корпуса, стандартные кондиционерные установки не достигают. Эти параметры достигаются специально разработанными конструкциями, которые применяются в специальных объектах, как например, атомные электростанции и энергетика в общем, военные объекты, или в случаях, когда этого требует национальное законодательство, как например, требования к наружному блоку в Швейцарии.

Тесты согласно EN 1886 проводятся как на опытных образцах, исполнение которых не полностью копирует реальную сборную кондиционерную установку, так и на реальной системе камер. Измеряемые параметры обозначаются индексом (M) за указанным значением данного класса в случае испытаний на опытном образце и индексом (R) в случае реальной установки. Поскольку исполнение опытного образца не может полностью соответствовать реальной сборной кондиционерной установке, достоверность некоторых характеристик, таких как, например, плотность корпуса и прогибы панелей, будет выше, если эти характеристики измерены на реальной установке. Таким образом, производитель также сможет предоставить заказчику значения, соответствующие реальному оборудованию.



Рис. 4. Реальная установка – измерение механических характеристик корпуса и параметров производительности в лаборатории

С точки зрения параметров производительности:

Оценка согласно стандартам EN 13053 - Номинальные и технические характеристики установок, компонентов и секций, EN 308 – Теплообменники – Методы испытаний для проверки производительности устройства для регенерации тепла, EN 1751 – Концевые элементы кондиционерных установок – Аэродинамические испытания клапанов и вентилей, EN 1216 – Теплообменники – Методы испытаний для определения производительности, EN ISO 5167 – Измерение расхода жидкостей при помощи датчиков разности давлений.

- Воздухопроизводительность [м³/ч], общее давление перемещения воздуха [Па], внутренние потери давления встроенных частей [Па] (фильтры,

теплообменники, рекуператоры, заслонки и т.д.), наружные потери давления [Па]

- Электрическая потребляемая мощность [кВт] и скорость вентилятора [rpm]
- Входные и выходные шумовые характеристики [дБ] в октавной полосе частот, шум в окружающую среду [дБ]
- Мощность нагрева и охлаждения теплообменников [кВт], потери давления теплоносителя и хладагента [кПа]
- Теплопроизводительность [%] и мощность нагрева [кВт] рекуперации тепла

С точки зрения расчетных параметров:

- Соблюдение требований по экодизайну кондиционерных установок согласно Директиве Совета ЕС № 1253/2014
- Расчет энергопотребления и оформление энергетического паспорта
- Соответствие рассчитанных характеристик результатам измерений реальной установки

С современной точки зрения, единственным эффективным инструментом разработки проекта кондиционерных установок является программное решение, то есть расчетная программа подбора. Такая расчетная программа включает в себя все технические решения данного производителя, алгоритмы для технических расчетов, согласно действующим стандартам и теориям, выходные характеристики финального проекта, в виде технической спецификации кондиционерной установки со всеми требуемыми параметрами производительности и чертежной документацией. Для независимой проверки этих характеристик, оценки энергопотребления и оформления энергетического паспорта, в настоящее время, служат два важных сертификата с широким охватом отслеживаемых величин.

Сертификация Eurovent

Первым из них является признаваемый во всем мире сертификат Eurovent, французской организации Eurovent Certita Certification, которым располагают передовые мировые производители кондиционерных установок.

url: <http://www.eurovent-certification.com>, французская организация Eurovent Certita Certification

аудитор: Eurovent, лаборатории: опытный образец – TÜV-SÜD Мюнхен, реальная установка – TÜV -NORD Эссен

Для получения сертификата необходимо:

- стать действующим членом
- провести лабораторные измерения характеристик корпуса опытного образца согласно стандарту EN1886
- провести лабораторные измерения характеристик производительности реальной установки и избранных характеристик корпуса согласно стандарту EN1886
- успешно пройти аудит расчетной программы и ее расчетов



- успешно пройти аудит производственных процессов и политики качества

Результатом успешной сертификации является:

- выдача сертификата TÜV-SÜD согласно стандарту EN 1886 для характеристик корпуса
- выдача сертификата Eurovent для расчетной программы и плана энергетических классов сертифицированных линеек кондиционерных установок

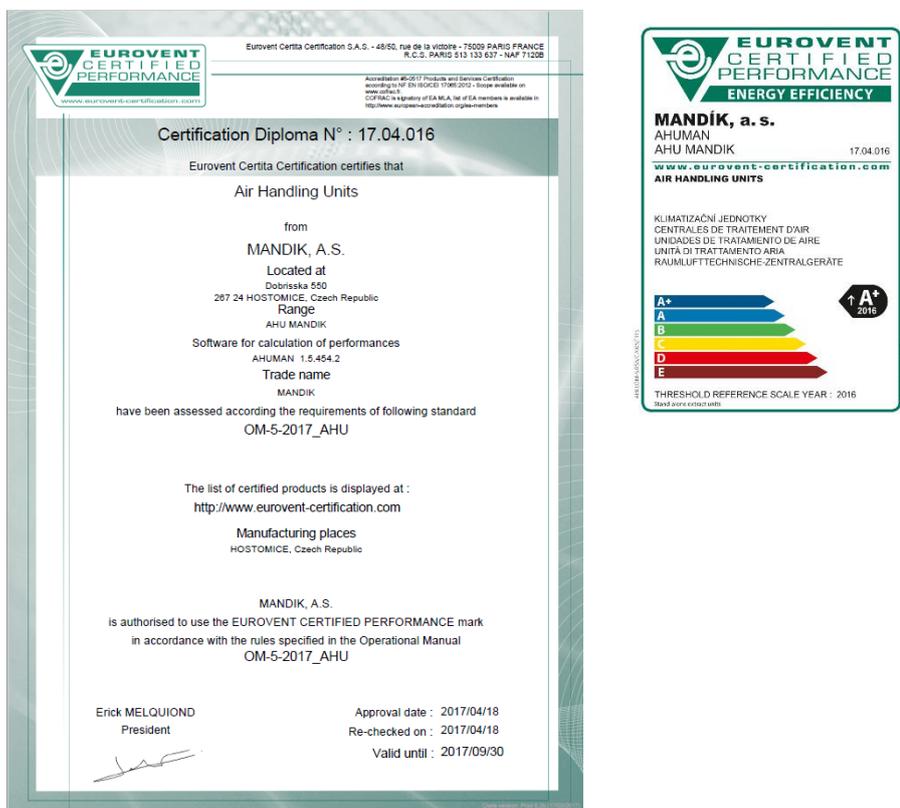


Рис.5. Сертификат Eurovent + энергетический паспорт

Значения, измеренные при тестировании реальной установки, подробно сравниваются с ее технической спецификацией, созданной при помощи расчетной программы. Если у сравниваемых значений обнаруживаются отклонения, выходящие за пределы допусков, следуют такие шаги, как изменение конструкционного решения, новый тест, исправление расчета, корректировка результатов и т.п. Процесс так называемого перерасчета не заканчивается до тех пор, пока выходные значения технической спецификации расчетной программы не будут совпадать с измеренными реальными значениями.

В процессе аудита расчетной программы также контролируются используемые компоненты (вентиляторы, рекуператоры, теплообменники и т.п.), а так же достоверность их расчетов.

Следующей из главных операций аудита расчетной программы является проверка внедрения алгоритмов для расчета энергетических классов. Главные критерии определения энергетических классов установок указаны в следующей таблице. Методика определения класса включает несколько формул, которые содержат взаимную компенсацию контролируемых параметров и тем самым несколько расширяют их границы.

CLASS	All Units	Units for full or partial outdoor air at design winter temperature $\leq 9^{\circ}\text{C}$		Fan Efficiency Grade $\text{NG}_{\text{ref-class}} [-]$
	Velocity	Heat recovery system		
	$v_{\text{class}} [\text{m/s}]$	$\eta_{\text{class}} [\%]$	$\Delta p_{\text{class}} [\text{Pa}]$	
A+ / A+G / A+↑	1.4	83	250	64
A / AG / A↑	1.6	78	230	62
B / BG / B↑	1.8	73	210	60
C / CG / C↑	2.0	68	190	57
D / DG / D↑	2.2	63	170	52
E / EG / E↑	No calculation required			No requirement

Выходная техническая спецификация расчетной программы указана на следующем рисунке. Спецификация содержит тип и конечные характеристики опытного образца, основные характеристики установки и энергетический паспорт на основе расчета спроектированной установки.

Зákladní konstrukční provedení shodné s klasifikace

MODEL BOX M20-M100

EUROVENT energetická

EUROVENT Diploma Nr.

17.04.016

Všechny údaje jsou vztaženy na standardní podmínky hustoty vzduchu 1.2 kg/m³

Předpokládaný rozsah pracovních teplot -30 °C až +40 °C

Pro dimenzování ventilátorů je použita suchá tlaková ztráta na chladicích

Technické údaje jednotky

		Prívod	Odvod
Průtok vzduchu	m ³ /h	17130	16100
Externí tlaková ztráta	Pa	400	400
Rychlost vzduchu	m/s	2.4	2.3
Zimní návrhová teplota	°C	0	

Vlastnosti pláště dle EUROVENT RS 6/C/005-2017, opláštění s minerální vatou MM65

Mechanická stabilita

D1 (M)

Netěsnost skříně

L1 (M)

Netěsnost mezi filtrem a rámem

< 0,5% - F9 (M)

Tepelné ztráty panelem

T3

Tepelné mosty

TB2

Útlum pláště v pásnu

Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	17	21	25	36	39	42	46

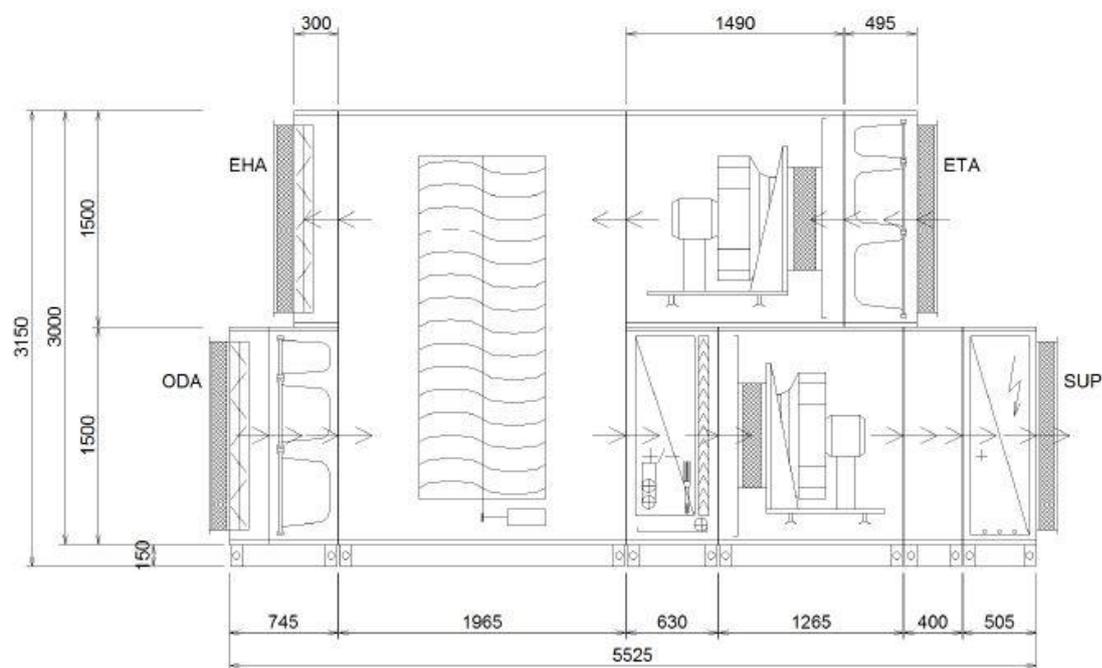


Рис.6. Техническая спецификация кондиционерной установки с обязательными данными согласно сертификату Eurovent

Сертификат RLT

Вторым признаваемым сертификатом, прежде всего в немецкоязычных странах, является сертификат RLT, ассоциации немецких производителей кондиционеров, которым располагают все передовые немецкие производители.

url: <http://www.rlt-geraete.de>, ассоциация немецких производителей кондиционеров

аудитор: TÜV-SÜD Мюнхен, лаборатории: опытный образец – TÜV-SÜD Мюнхен

Для получения сертификата необходимо:

- стать действующим членом ассоциации RLT
- провести лабораторные измерения характеристик корпуса согласно стандарту EN1886
- успешно пройти аудит расчетной программы и ее расчетов



- успешно пройти аудит производственных процессов и политики качества

Результатом успешной сертификации является:

- выдача сертификата TÜV-SÜD согласно стандарту EN 1886 для характеристик корпуса
- выдача сертификата TÜV-SÜD согласно стандарту RLT для расчетной программы и плана энергетических классов сертифицированных линеек кондиционерных установок



Рис.7. Сертификат TÜV-SÜD для механических характеристик корпуса согласно EN 1886



Рис.8. Сертификат TÜV-SÜD для расчетной программы согласно директивам RLT

Однако, только лишь членство в Ассоциации RLT и измерение механических характеристик корпуса согласно EN 1886 испытательным центром TÜV-SÜD, не означает автоматическое получение сертификата согласно директивам RLT, как ошибочно указывают статьи некоторых производителей. В первую очередь, необходимо сертифицировать расчетную программу. Кроме того, членство в ассоциации RLT, согласно уставу, является временным, если оно не закончено успешной сертификацией расчетной программы.

В этой связи необходимо подчеркнуть, что сертификация расчетной программы, согласно директивам RLT, включает также контроль применения Экодизайна согласно Директиве Комиссии ЕС 1253/2014. В настоящее время TÜV-SÜD является единственным авторизованным лицом, которое в рамках сертификации по директивам RLT проводит тщательный контроль всех результатов расчетов и алгоритмов расчета в соответствии с этой директивой. Далее TÜV-SÜD требует и проверяет строгое соблюдение обязанности предоставления всей информации о вентиляционных установках, специфицированной в ПРИЛОЖЕНИИ V Директивы ЕС 1253/2014.

TÜV-SÜD также контролирует применение компонентов (рекуператоры, вентиляторы и т.д.), которые должны быть проверены посредством лабораторных измерений и сертифицированы TÜV-SÜD. Эти сертифицированные компоненты необходимы для расчета и оформления энергетических паспортов классов A+, A и B, расчетный алгоритм которых также контролируется в рамках сертификации. Указанные виды проверок проводит аудитор из TÜV-SÜD Мюнхен согласно директивам RLT и осуществляет надзор за строгим соблюдением правил. Только после успешного аудита расчетной программы производитель становится действительным членом RLT и получает сертификат RLT-Geräteauslegungs-Software.

Здесь необходимо обратить внимание на несанкционированное использование знака TÜV-SÜD в технических спецификациях некоторых производителей. Знак TÜV-SÜD, применяемый возле значений, указывающих характеристики корпуса согласно EN1886, должен содержать в нижней части текст EN1886, в левой верхней косой части текст „Type tested“, а в правой верхней косой части текст „Production monitored“. Знак в таком виде должен иметь лицензию на использование и является подтверждением того, что производитель, во-первых, прошел измерения характеристик корпуса согласно EN1886 в TÜV-SÜD, и во-вторых, что он обязался к непрерывному надзору со стороны TÜV-SÜD в Мюнхене.

Vlastnosti pláště dle EN 1886 (07/2009)

Mechanická stabilita	D1 (M)							
Netěsnost skříně	L1 (M)							
Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5% - F9 (M)							
Tepelné ztráty panelem	T3							
Tepelné mosty	TB2							
Útlum pláště v pásnu	Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	dB	15.8	23.6	31.3	37.3	39.5	39.7	43.2



Podle nařízení EU1253/2014: Větrací jednotka pro jiné než obytné budovy (NRVU)

ErP 2016, 2018 vyhovuje

Typ zařízení:	obousměrná větrací jednotka (BVU)		
Typ pohonu:	pohon s proměnnými otáčkami		
Typ systému pro zpětné získávání tepla:	deskový rekuperační výměník		
Míra vnějších úniků vzduchu při -400 Pa			1.18%
Míra vnějších úniků vzduchu při +400 Pa			1.27%
Míra vnitřních úniků vzduchu při 250 Pa			0.68%
Teplotní účinnost systému ZZT	$\eta_{t1:1} / \eta_{t_limit} 2018$	%	79.3 / 73.0
Přívod: statická účinnost ventilátoru:	$\eta_{fan} / \eta_{fan_limit} 2018$	%	43.3 / 41.9
Přívod: statická účinnost vent. dle Nařízení (EU) 327/2011:	η_{statA}	%	65.0
Odvod: statická účinnost ventilátoru:	$\eta_{fan} / \eta_{fan_limit} 2018$	%	55.8 / 37.3
Odvod: statická účinnost vent. dle Nařízení (EU) 327/2011:	η_{statA}	%	67.8
Měrný příkon větracích součástí:	SFP int / SFP int_limit 2018	W/(m ³ /s)	963 / 1174
Vnitřní tlaková ztráta větracích součástí: přívod / odvod	$\Delta P_s \text{ int sup} / \Delta P_s \text{ int exh}$	Pa	241 / 227
Vnitřní tlak ztráta nevětracích součástí: přívod / odvod	$\Delta P_s \text{ add sup} / \Delta P_s \text{ add exh}$	Pa	226 / 84



Pro výkon a energetickou účinnost zařízení je velmi důležitá pravidelná výměna filtračních vložek. V technické specifikaci uvedené maximální doporučené koncové tlakové ztráty podle EN13053 nemají být překročeny. V systému MaR je nutné použít

diferenční manometr s optickým nebo akustickým upozorněním při dosažení koncové tlakové ztráty filtrů.

Zařízení je zařazeno v energetické třídě A+ dle RLT-certifikační směrnice.

SFP	W/(m ³ /s)	Přívod	Odvod
Třída SFP ČSN EN13779		2280	1198
Třída příkonu dle ČSN EN13053		SFP4	SFP3
Třída průřezové rychlosti dle ČSN EN13053		P2	P1
Třída ZZT dle ČSN EN13053		V1	V1
		H1	



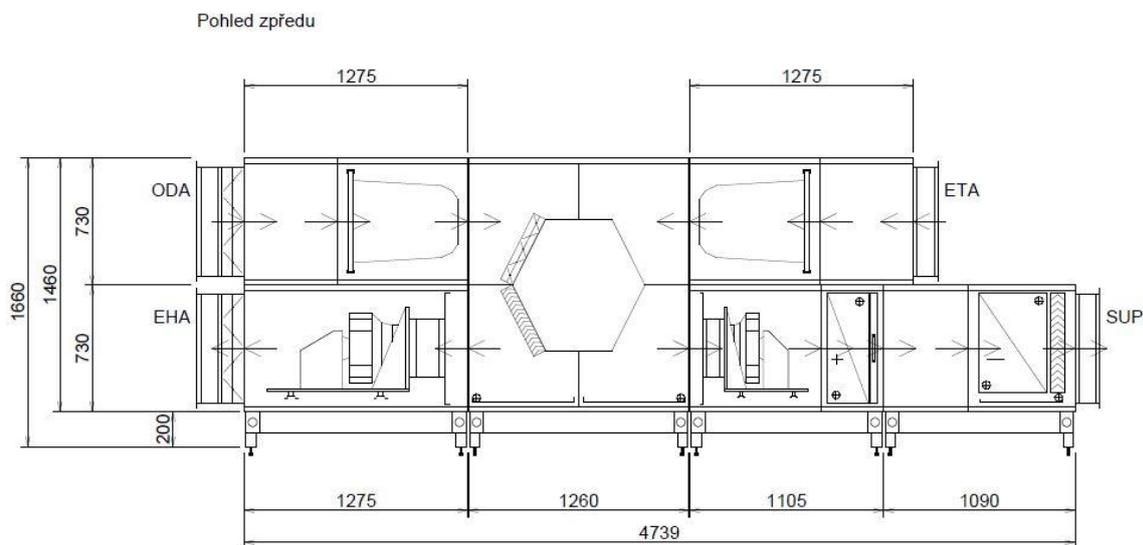


Рис.9. Техническая спецификация кондиционерной установки с обязательными данными согласно сертификату RLT

Оформление энергетического паспорта производится на основе нижеуказанных критериев. Для включения в определенный класс необходимо полностью выполнить все условия, взаимная компенсация отдельных параметров не допускается.

Rychlosti průtoku ve světlém průřezu-
zařízení vztážené na filtrační jednotku nebo
ventilátorovou jednotku, jestliže není filtr použit.

Třída	Rychlost (m/s)	
V1	≤ 1,6	
V2	> 1,6 - 1,8	A+
V3	> 1,8 - 2,0	A
V4	> 2,0 - 2,2	
V5	> 2,2 - 2,5	B
V6	> 2,5 - 2,8	
V7	> 2,8 - 3,2	
V8	> 3,2 - 3,6	
V9	> 3,6	

Třídy elektrického příkonu pohonů ventilátorů podle
normy DIN EN 1353:2012

Třída	elektrického příkonu [kW]	
P1	≤ $P_{m \text{ ref}} \cdot 0,85$	
P2	≤ $P_{m \text{ ref}} \cdot 0,90$	A+
P3	≤ $P_{m \text{ ref}} \cdot 0,95$	A
P4	≤ $P_{m \text{ ref}} \cdot 1,00$	B
P5	≤ $P_{m \text{ ref}} \cdot 1,06$	
P6	≤ $P_{m \text{ ref}} \cdot 1,12$	
P7	≤ $P_{m \text{ ref}} \cdot 1,12$	
$P_{m \text{ ref}} = (\Delta p_{\text{stat}} / 450)^{0,925} \cdot (q_v + 0,08)^{0,56}$		
$P_{m \text{ ref}}$	[kW] elektrický příkon	
Δp_{stat}	[Pa] statické zvýšení tlaku ventilátoru	
q_v	[m³/s] objem proudícího vzduchu	

Třídy zpětného získávání tepla podle normy
DIN EN 13053:2012

Třída	Energetická efektivita η_e 1:1 [%]	
H1	≥ 71	A+
H2	≥ 64	A
H3	≥ 55	B
H4	≥ 45	
H5	≥ 36	
H6	žádný požadavek	

Třídy efektivity na základě normy DIN EN 13053:2012

Provedení zařízení / Třídy	A+	A	B
Bez termodynamické úpravy vzduchu	V5	V6	V7
S ohřevem vzduchu	V4	V5	V6
S dalšími funkcemi	V2	V3	V5
Elektrický příkon ventilátoru	P2	P3	P4
Zpětné získávání tepla	H1	H2	H3

Заключение

Деятельность по разработке кондиционерных установок не заканчивается выдачей сертификата. Ввиду появления новых требований, со стороны регуляторных органов, или вследствие быстрого развития и инноваций в области технического оборудования зданий, поставщики компонентов стремятся расширять границы применимости своих изделий. Эти инновации, такие как, например, более современная конструкция электродвигателей вентиляторов, наряду с новыми типами рабочих колес с более высоким КПД или более эффективной регулировкой мощности, более эффективная геометрия рекуператоров и их новые типы, которые обеспечивают более высокую воздухопроизводительность, более эффективные теплообменники и т.п. производители кондиционеров должны постоянно включать в расчетную программу и в свои изделия, чтобы предлагать самые эффективные решения и наилучшее соотношение цена/производительность. С этим также связано постоянное сохранение сертификата, в рамках которого авторизованное лицо осуществляет надлежащий надзор над изменениями в расчетной программе (актуализация хранилища компонентов, новые типы и т.п.) и само требует их актуализации, выдает заключения, по потребности предписывает новые лабораторные измерения. Составной частью сертификации также являются регулярные повторные измерения опытных образцов и реальных установок, в которые производители вкладывают немалые денежные средства, но которые гарантируют постоянное качество технических характеристик кондиционерных установок и обеспечивают пользователям уверенность при выборе и использовании сертифицированных изделий.

Надо отметить положительное свойство обоих сертификатов, т.к. это открывает для производителей новые возможности поставок кондиционерных установок на рынки, которые требуют эти сертификаты, например: Франция, Бельгия, Швеция, Дания, Финляндия, Германия, Австрия, Швейцария, Лихтенштейн и т.д. Благодаря необходимости обеспечения соответствия высоким техническим стандартам и требованиям в этих странах, постоянно повышается и качество исполнения кондиционерных установок Mandík.

В 2017 году в результате многолетней интенсивной работы по развитию, фирма Mandík, a.s. вошла в число немногих мировых компаний, обладающих обоими сертификатами – Eurovent и RLT. Проектировать сертифицированные кондиционерные установки Mandík позволяет расчетная программа ANUMAN, которую можно скачать на веб-сайте <http://www.mandik.cz/ke-stazeni/programy>.

Компания Mandík, a.s. планирует и в дальнейшем вкладывать средства в исследования и разработки, и благодаря этому, предлагать самые современные решения в области кондиционерных установок.