

Současné možnosti nezávislého ověření kvalit vzduchotechnických jednotek a validace jejich energetických výpočtů

Autor: Mgr. Jan Mičan, Ing. Jaroslav Griner | Organizace: Mandík, a.s.



Úvod

V rámci požadavků na energetickou náročnost budov a zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí jsou vzduchotechnické jednotky v současné době pod drobnohledem autorit, které nastavují rámec pro jejich hodnocení, hlavně z hlediska hospodaření s energiemi. Hodnotící kritéria se zpřísnují a výrobci jsou nuceni neustále zlepšovat technické parametry a konstrukční řešení svých výrobků. Dále je nutností implementovat nové komponenty zajišťující filtraci, dopravu a úpravu vzduchu, algoritmy výpočtů a doplňovat technické specifikace o nové údaje. Co již ale komise Evropské Unie nebo jiná autorita buď nepředepisuje, nebo jen rámcově naznačuje, je dozor nad dodržováním pravidel a prověření technických parametrů navržených VZT jednotek nezávislými autorizovanými osobami a laboratorním měřením, tak aby technické specifikace výrobců a výpočty zásadních parametrů byly věrohodné. Pouze takto validované výpočty a specifikace umožní následně kvalifikované rozhodování o výběru dodavatele podle požadovaných kritérií.

Současný stav některých soutěží připomíná nekonečné pře „tvrzení proti tvrzení“, které nemají žádné řešení, nejsou-li podepřeny důkazy. Investor a provozovatel budovy často nevyžadují od výrobce zařízení, aby doložil věrohodnost hodnot uváděných v technické specifikaci, čímž znehodnocují smysl samotného výběru. Při tom je v jejich bytostném zájmu, aby vybrali to skutečně nejlepší, co se v dané soutěži nabízí.

Cílem tohoto článku je seznámit veřejnost se stěžejními kvalitativními vlastnostmi a technickými parametry vzduchotechnických jednotek a v návaznosti na to i se současnými možnostmi jejich ověření. Těmito možnostmi jsou certifikace, které garantují validní technické parametry navržených sestav podle evropských a mezinárodních norem a nařízení, včetně možnosti vystavení příslušných energetických štítků. Popsán je i obsah zkoušek, které předcházejí vydání jednotlivých certifikátů, aby investor a provozovatel získal povědomí, čím je vlastní certifikát podložen. Dále je vyobrazen vzhled příslušného loga certifikátu a některá zásadní pravidla pro jeho používání v technických specifikacích.

Společnost Mandík, a.s. si uvědomuje důležitost ověřených a důvěryhodných technických parametrů. Proto investuje nemalé úsilí a prostředků do certifikací, prováděných renomovanými sdruženími a autorizovanými osobami.

Parametry VZT jednotky, které je vhodné vždy ověřit, jsou následující:

Z hlediska kvality konstrukčního provedení:

Hodnocení podle normy EN 1886 – Mechanické vlastnosti opláštění VZT jednotky.

- Test mechanické pevnosti opláštění (bez trvalých deformací při přetlaku a podtlaku +/-2500 Pa), měřený max. průhyb opláštění (při přetlaku/podtlaku +/- 1000 Pa), měřená netěsnost opláštění (při přetlaku + 700 Pa/podtlaku - 400 Pa), měřená netěsnost filtračního rámu (stanovení max. použitelné třídy filtrace), měřený celkový tepelný prostup opláštění (stanovení koeficientu prostupu tepla U [W/m²K]), měřené tepelné mosty opláštění (stanovení koeficientu k_b [-]), měřený akustický útlum opláštění (stanovení útlumu [dB] v oktávových pásmech)

Tyto zkoušky se provádějí na tzv. model boxu (M), který je složen ze dvou spojených uzavřených komor. Model box musí obsahovat veškeré konstrukční detaily běžné VZT jednotky (roh, sloupky, dveřní a servisní panely, standardně používané uzávěry – kliky/panty, apod.), musí obsahovat standardní řešení spojení komor a standardně používané těsnění bez dodatečných úprav jako tmelení apod. a dále musí obsahovat standardně používaný filtrační rám.

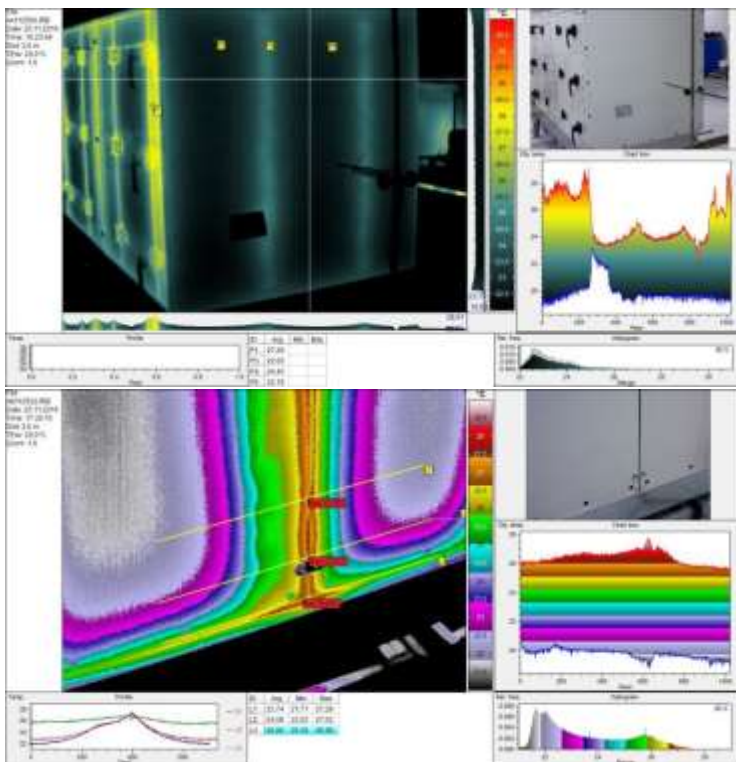


Obr. 1. Model box – testovaný vzorek



Obr. 2. Model box – akustická komora

Model box a jeho celková zkouška se provádí pro jeden typ konstrukce opláštění, to znamená, pokud je více konstrukčních řešení v rámci výrobní řady VZT jednotek (např. rámová či bezrámová konstrukce, dvě různé použité izolace panelů, různá spojení komor apod.), musí se pro každé řešení vyrobit a testovat model box zvlášť.



Obr. 3. Model box – měření tepelných vlastností opláštění v laboratoři

Výsledky zkoušek se interpretují třídami dané vlastnosti, které jsou seřazeny vzestupně od nejlepšího k nejhoršímu dosaženému výsledku:

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

Dnešním standardem pro základní aplikace ve vnitřním i venkovním prostředí, jako větrání pro komerční a průmyslové účely, jsou třídy D2, L3, T3, TB3. Pro jednotky, které jsou navrženy do hygienického prostředí nebo do čistých prostorů jsou kladeny vyšší nároky na netěsnost opláštění. Měly by odpovídat min. třídě L2 pro jednotky pro hygienu a L1 pro čisté prostory.

Hodnot tepelných vlastností jako T1 a TB1, které garantují nejlepší možné hodnoty celkového tepelného odporu a minimální tepelné mosty opláštění, standardní VZT jednotky nedosahují. Tyto parametry jsou dosahovány speciálně vyvinutými

konstrukcemi, které se nasazují ve speciálních aplikacích, jako jsou např. jaderné elektrárny a energetika obecně, vojenská díla nebo je vyžadují národní legislativy, jako například jednotka pro venkovní umístění ve Švýcarsku.

Zkoušky podle EN 1886 jsou prováděny jak na model boxech, které svým provedením neúplně kopírují skutečnou sestavnou VZT jednotku, tak i na reálné sestavě komor. Parametry, které se měří na model boxu, se značí znakem (M) za uvedenou hodnotou dané třídy a znakem (R) v případě reálné jednotky. Jelikož model box svým provedením nemůže úplně vystihnout skutečnou sestavnou VZT jednotku, věrohodnost některých parametrů, jako například netěsnosti opláštění a průhyby panelů, je větší, jsou-li naměřeny na reálné jednotce. Výrobce tak může doložit zákazníkovi i hodnoty odpovídající skutečnému zařízení.



Obr. 4. Reálná jednotka – měření mechanických vlastností opláštění a výkonových parametrů v laboratoři

Z hlediska validity výkonových parametrů:

Hodnocení podle norem EN 13053 - Třídění a provedení jednotek, prvků a částí, EN 308 - Výměníky tepla - Metody zkoušek pro ověření výkonnosti zařízení pro regeneraci tepla, EN 1751 - Koncové prvky vzduchotechnických zařízení - Aerodynamické zkoušky klapky a ventilů, EN 1216 - Výměníky tepla - Zkušební metody pro stanovení výkonnosti, EN ISO 5167 - Měření průtoku tekutin pomocí snímačů diferenčního tlaku.

- Vzduchový výkon [m^3/h], celkový dopravní tlak [Pa], vnitřní tlakové ztráty vestaveb [Pa] (filtry, výměníky, rekuperátory, klapky, ...), externí tlakové ztráty [Pa]
- Elektrické příkony [kW] a otáčky ventilátorů [rpm]
- Vstupní a výstupní hlukové parametry [dB] v oktávních pásmech, hluk do okolí [dB]
- Topné a chladicí výkony výměníků tepla [kW], tlakové ztráty topného a chladicího média [kPa]
- Teplotní účinnost [%] a topný výkon [kW] zpětného získávání tepla

Z hlediska validity výpočtových parametrů:

- Implementace požadavků na Ekodesign VZT jednotek podle nařízení komise (EU) č. 1253/2014
- Výpočet energetické náročnosti a vystavení energetického štítku
- Shoda vypočtených parametrů s naměřenými výsledky reálné jednotky

Z dnešního pohledu je jediným efektivním nástrojem pro vytvoření celého návrhu VZT jednotek softwarové řešení, tzn. selekční program, který v sobě obsahuje veškeré technické řešení daného výrobce, algoritmy pro technické výpočty dle platných norem a teorií a výstupní parametry finálního návrhu v podobě technické specifikace VZT jednotky se všemi potřebnými výkonovými parametry a výkresovou dokumentací. Pro nezávislé ověření těchto parametrů, popřípadě vyhodnocení energetické náročnosti a vystavení energetických štítků jsou v současné době k dispozici dvě významné certifikace se širokým záběrem sledovaných hodnot.

Certifikace Eurovent

První z nich je celosvětově uznávaná certifikace Eurovent francouzské společnosti Eurovent Certita Certification, kterou disponují přední světoví výrobci VZT jednotek.

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

auditor: Eurovent, laboratoře: model box – TÜV-SÜD Mnichov, reálná jednotka – TÜV -NORD Essen

Podmínkami pro získání certifikace jsou:

- stát se řádným členem
- provést laboratorní měření vlastností opláštění model boxu podle normy EN1886
- provést laboratorní měření výkonových parametrů reálné jednotky a vybraných vlastností opláštění podle normy EN1886
- úspěšně absolvovat audit selekčního programu a jeho výpočtů
- úspěšně absolvovat audit výrobních procesů a politiky jakosti



Výsledkem úspěšné certifikace je:

- vystavení certifikátu TÜV-SÜD podle normy EN 1886 pro vlastnosti opláštění
- vystavení certifikátu Eurovent pro selekční program a návrh energetických tříd certifikovaných řad VZT jednotek



Obr.5. Certifikát Eurovent + energetický štítek

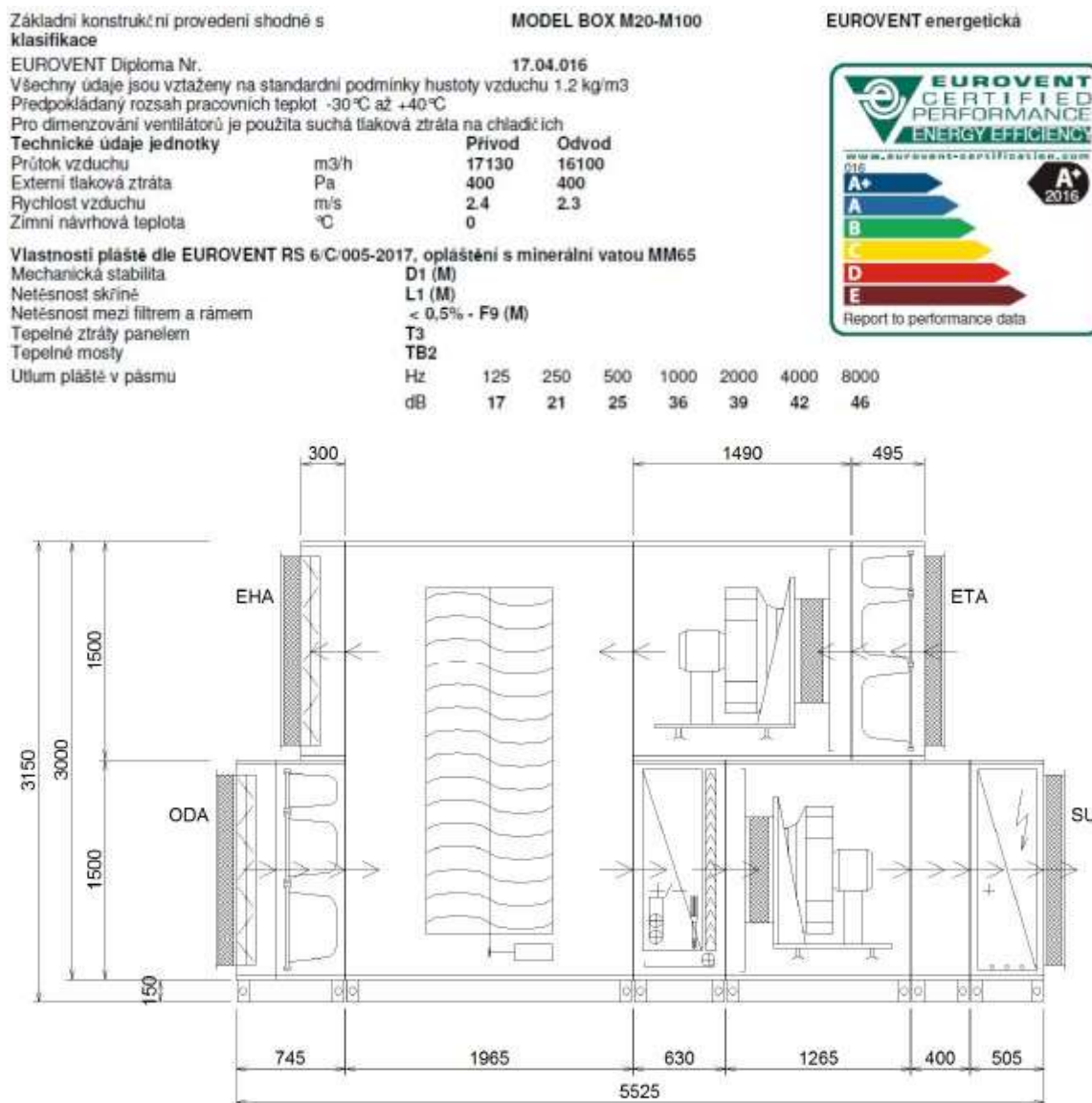
Naměřené hodnoty při testování reálné jednotky se podrobně porovnávají s její technickou specifikací vytvořenou v selekčním programu. Jsou-li u porovnávaných hodnot zjištěny odchylky, které jsou mimo tolerance, následují další kroky, jako re-design konstrukčního řešení a nový test, oprava výpočtu, korekce výsledků apod. Proces tzv. rekalkulace nekončí, dokud hodnoty výstupu technické specifikace selekčního programu nejsou shodné s naměřeným reálným stavem.

Při auditu selekčního programu se dále kontrolují použité komponenty (ventilátory, rekuperátory, výměníky tepla, apod.) a věrohodnost jejich výpočtu.

Další z hlavních činností auditu selekčního programu je kontrola implementace algoritmů pro výpočet energetických tříd. Hlavní kritéria pro určování energetických tříd jednotek jsou znázorněna v následující tabulce. Metodika stanovení výsledné třídy v sobě obsahuje několik vzorců, které zahrnují vzájemné kompenzace mezi sledovanými parametry a mírně tak rozostřují jejich hranice.

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

Výstupní technická specifikace selekčního programu je znázorněna na následujícím obrázku. Obsahuje typ a výsledné parametry model boxu, základní parametry jednotky a energetický štítek na základě výpočtu navržené jednotky.



Obr.6. Technická specifikace VZT jednotky s povinnými údaji podle certifikace Eurovent

Certifikace RLT

Druhou uznávanou certifikací, především v německy mluvících zemích, je certifikace RLT, sdružení německých výrobců VZT jednotek, kterou disponují všichni přední němečtí výrobci.

url: <http://www.rlt-geraete.de>, sdružení německých výrobců VZT jednotek

auditor: TÜV-SÜD Mnichov, laboratoře: model box – TÜV-SÜD Mnichov



Podmínkami pro získání certifikace jsou:

- stát se řádným členem sdružení RLT
- provést laboratorní měření vlastností opláštění podle normy EN1886
- úspěšně absolvovat audit selekčního programu a jeho výpočtů
- úspěšně absolvovat audit výrobních procesů a politiky jakosti

Výsledkem úspěšné certifikace je:

- vystavení certifikátu TÜV-SÜD podle normy EN 1886 pro vlastnosti opláštění
- vystavení certifikátu TÜV-SÜD podle směrnice RLT pro selekční program a návrh energetických tříd certifikovaných řad VZT jednotek



Obr.7. Certifikát TÜV-SÜD pro mechanické vlastnosti opláštění podle EN 1886



Obr.8. Certifikát TÜV-SÜD pro selekční program podle směrnice RLT

Pouhé členství ve Sdružení RLT a měření mechanických vlastností opláštění podle EN 1886 zkušebnou TÜV-SÜD však automaticky neznamená i certifikaci podle směrnice RLT, jak se můžeme mylně dočíst v člancích některých výrobců, ale je především nutné certifikovat i

selekční program. Dokonce i samotné členství ve sdružení RLT je podle stanov pouze dočasné, není-li zakončeno úspěšnou certifikací selekčního programu.

Zde je důležité upozornit, že certifikace selekčního programu podle směrnic RLT obsahuje i kontrolu implementace Ekodesignu podle nařízení komise EU 1253/2014. TÜV-SÜD je v současné době jedinou autorizovanou osobou, která v rámci certifikace podle směrnic RLT provádí zevrubnou kontrolu všech výsledků výpočtů a výpočtových algoritmů podle tohoto nařízení. TÜV-SÜD dále vyžaduje a kontroluje striktní dodržování povinnosti k poskytování všech informací o větracích jednotkách specifikovaných v *PŘÍLOZE V* nařízení EU 1253/2014.

TÜV-SÜD dále kontroluje použití komponentů (rekuperátory, ventilátory, ...), které musejí být ověřeny laboratorním měřením a certifikované TÜV-SÜD. Tyto certifikované komponenty jsou nezbytné pro výpočet a vystavení energetických štítků tříd A+, A a B, jejichž výpočtový algoritmus se v rámci certifikace taktéž kontroluje. Uvedené kontroly provádí auditor z TÜV-SÜD Mnichov podle směrnic RLT a dozoruje striktní dodržování pravidel. Teprve po úspěšném auditu selekčního programu se výrobce stává řádným členem RLT a získá certifikát RLT-Geräteauslegungs-Software.

Na tomto místě je třeba upozornit na zavádějící používání loga TÜV-SÜD v technických specifikacích některých výrobců. Logo TÜV-SÜD použité vedle hodnot uvádějících vlastnosti opláštění podle EN1886 musí obsahovat ve své spodní části text EN1886, v levé horní šikmé části text „Type tested“ a v pravé horní šikmé části text „Production monitored“. Logo v takové podobě podléhá licenci k užívání a je potvrzením, že výrobce zaprvé absolvoval měření vlastností opláštění podle EN1886 v TÜV-SÜD a zadruhé, že se zavázal k trvalému dozoru ze strany TÜV-SÜD v Mnichově.

Vlastnosti pláště dle EN 1886 (07/2009)

Mechanická stabilita
 Netěsnost skříně
 Netěsnost mezi filtrem a rámem
 Tepelné ztráty panelem
 Tepelné mosty
 Útlum pláště v pásnu

D1 (M)								
L1 (M)								
< 0,5% - F9 (M)								
T3								
TB2								
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

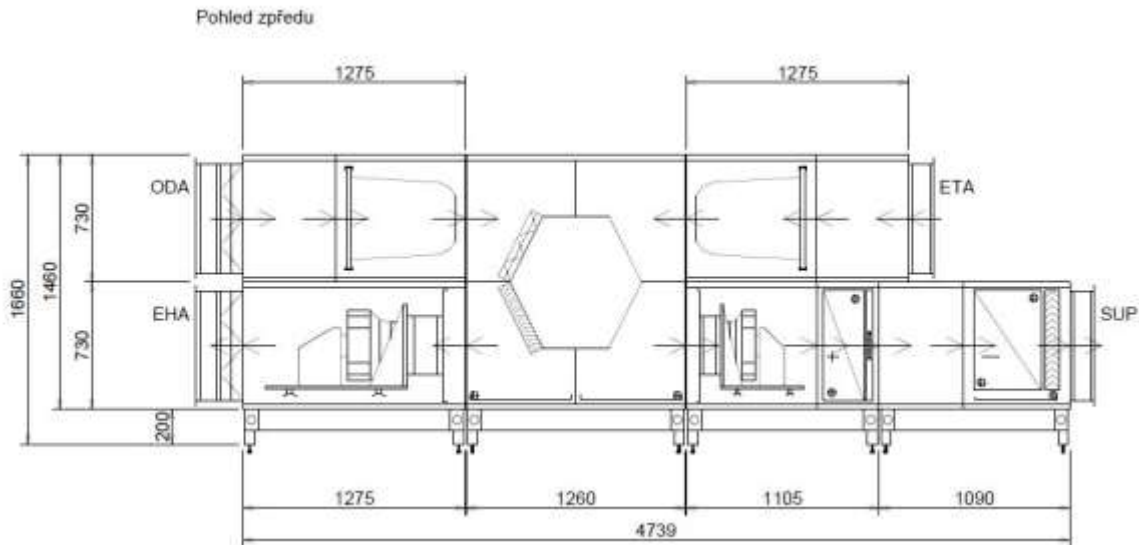
Typ zařízení:	obousměrná větrací jednotka (BVU)		
Typ pohonu:	pohon s proměnnými otáčkami		
Typ systému pro zpětné získávání tepla:	deskový rekuperační výměník		
Míra vnějších úniků vzduchu při -400 Pa	1.18%		
Míra vnějších úniků vzduchu při +400 Pa	1.27%		
Míra vnitřních úniků vzduchu při 250 Pa	0.68%		
Tepelná 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	$\Delta P_s\ int\ sup / \Delta P_s\ int\ exh$	Pa	241 / 227
Vnitřní tlaková ztráta nevětracích součástí: přívod / odvod	$\Delta P_s\ add\ sup / \Delta P_s\ add\ exh$	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	



Obr.9. Technická specifikace VZT jednotky s povinnými údaji podle certifikace RLT

Vystavení energetického štítku je provedeno na základě níže uvedených kritérií. Pro zařazení do určité třídy je třeba splnit beze zbytku všechny podmínky, vzájemná kompenzace mezi jednotlivými parametry je nepřipustná.

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

Třída	elektrického příkonu [kW]
P1	$\leq P_{m \text{ ref}} \cdot 0,85$
P2	$\leq P_{m \text{ ref}} \cdot 0,90$ A+
P3	$\leq P_{m \text{ ref}} \cdot 0,95$ A
P4	$\leq P_{m \text{ ref}} \cdot 1,00$ B
P5	$\leq P_{m \text{ ref}} \cdot 1,06$
P6	$\leq P_{m \text{ ref}} \cdot 1,12$
P7	$\leq P_{m \text{ ref}} \cdot 1,12$
$P_{m \text{ ref}} = (\Delta p_{\text{stat}} / 450)^{0,625} \cdot (q_v + 0,08)^{0,35}$	
$P_{m \text{ ref}}$	[kW] elektrický příkon
Δp_{stat}	[Pa] statické zvýšení tlaku ventilátoru
q_v	[m ³ /s] objem proudícího vzduchu

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

Třída	Rychlost (m/s)
V1	$\leq 1,6$
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 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

Závěr

Vystavením certifikátů činnost ve vývoji VZT jednotek nekončí. Vlivem stále nových požadavků ze strany regulačních autorit nebo jen vlivem rychlého rozvoje a inovací v oboru TZB se i dodavatelé komponent snaží rozšiřovat hranice použitelnosti svých výrobků. Tyto inovace, jako například modernější konstrukce elektromotorů ventilátorů spolu s novými typy oběžných kol s vyšší účinností nebo efektivnější řízení výkonu, účinnější geometrie rekuperátorů a jejich nové typy, které pokrývají i větší vzduchové výkony, účinnější výměníky tepla apod. musí výrobce VZT jednotky neustále implementovat do selekčního programu a do svých výrobků, aby nabízel stále co nejefektivnější řešení a co nejlepší poměr cena/výkon. S tím souvisí i údržba certifikace, kde autorizovaná osoba řádně dohlíží nad změnami v selekčním programu (aktualizace knihoven komponentů, nové typy, apod.) a sama vyžaduje jejich aktualizace, vydává dobrozdání, popřípadě nařizuje nová laboratorní měření. Součástí certifikace jsou i opakovaná pravidelná měření model boxů a reálných jednotek, která výrobce stojí nemalé finanční prostředky, ale zato zaručují stálou kvalitu technických

parametrů VZT jednotek a dávají uživateli jistotu při výběru a použití takto certifikovaných výrobků.

Kladnou vlastností obou certifikací jsou pro samotné výrobce nové obchodní příležitosti pro dodávky VZT jednotek na trhy, které tyto certifikace vyžadují, např. Francie, Belgie, Švédsko, Dánsko, Finsko, Německo, Rakousko, Švýcarsko, Lichtenštejnsko atd. Díky přizpůsobení se vysokým technickým standardům a požadavkům v těchto zemích se posouvá i kvalita a provedení VZT jednotek Mandík na stále vyšší úroveň.

V roce 2017, po několikaletém úsilí ve vývoji, se společnost Mandík, a.s. přidala k několika málo firmám, které disponují oběma certifikacemi, jak Eurovent, tak RLT. Návrh certifikovaných VZT jednotek Mandík umožňuje selekční software AHUMAN, který lze stáhnout z internetové adresy <http://www.mandik.cz/ke-stazeni/programy>.

Společnost Mandík, a.s. plánuje i v následujících letech investovat další prostředky do výzkumu a vývoje a nabízet tak nejmodernější řešení v oblasti VZT jednotek.