

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STROJNÍ  
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

---

**VÝKONOVÉ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ PRO VĚTRÁNÍ  
OBYTNÝCH BUDOV**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



## SOUHRN

Tato bakalářská práce je zaměřena na větrací jednotky pro větrání obytných budov na trhu v České republice a porovnává výkonové parametry těchto jednotek. V první části je popsána teorie větrání, tedy jaké škodlivé látky v obytných prostorách vznikají a jaké jsou normy a zákony upravující požadavky na větrání obytných budov. Poté práce obsahuje přehled větracích zařízení přirozeného větrání, nuceného větrání aj. V další části je popsáno zpětné získávání tepla včetně charakteristiky rekuperačních a regeneračních výměníků a jejich druhů. Samostatnou částí práce je zmapování trhu větracích jednotek v České republice a porovnání jejich výkonových parametrů.

## SUMMARY

This bachelor thesis is focused on residential building's ventilation units available on the Czech market and its performance characteristics comparison. The first part describes the theory of ventilation, the possibility of harmful substances generation in residential areas and standards and laws regulating ventilation requirements of residential buildings. Another part of this work contains a summary of different types of ventilation systems of natural and forced air ventilation. The author also deals with heat recovery characteristics including recuperative and regenerative heat exchangers and their different types. A separate part of the thesis is mapping ventilation units on the Czech market and comparing their performance characteristics.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Výkonové parametry zařízení pro větrání obytných budov“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Vladimíra Zmrhala, Ph.D. s použitím literatury uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze 12.1.2017

Jakub Doležal

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Vladimíru Zmrhalovi, PhD. za jeho ochotu, vstřícnost odborné vedení a za cenné podněty, rady a připomínky v průběhu tvorby této bakalářské práce.

# Obsah

Seznam použitých veličin.....	8
Úvod.....	9
1. Teorie větrání.....	10
1.1 Škodlivé látky.....	10
1.2 Požadavky na větrání.....	10
1.2.1 Normy a zákony.....	11
1.3 Větrací zařízení.....	13
1.3.1 Přírozené větrání.....	13
1.3.2 Nucené větrání.....	14
1.3.3 Kombinace přírozeného a nuceného větrání.....	14
1.3.4 Teplovzdušné vytápění.....	15
1.3.5 Hybridní větrání.....	15
2. Zpětné získávání tepla.....	16
2.1 Teplotní faktor.....	16
2.2 Vlhkostní faktor.....	18
2.3 Rekuperační výměníky.....	18
2.3.1 Rekuperační výměníky deskové.....	18
2.3.2 Deskové výměníky s přenosem vlhkosti.....	20
2.3.3 Trubkové výměníky.....	20
2.3.5 Výměníky s přírozeným oběhem chladiva.....	21
2.4 Regenerační výměníky.....	22
2.4.1 Rotační výměníky.....	22
2.4.2 Přepínací výměníky.....	23
3. Výkonové parametry větracích jednotek na českém trhu.....	25
3.1 Atrea.....	28
3.2 Brink Climate Systems.....	31

3.3	Elektrodesign ventilátory .....	33
3.4	Genvex .....	36
3.5	Nilan .....	39
3.6	Paul .....	40
3.7	Regulus .....	42
3.8	Systemair .....	44
3.9	ThermWet .....	46
3.10	Vailant .....	47
3.11	Zehnder .....	49
	Závěr.....	52
	Seznam grafů, obrázků a tabulek .....	53
	Zdroje .....	56

## Seznam použitých veličin

Označení	Název	Jednotka
$q_v$	průtok vzduchu	$[m^3/h]$
$P_0$	příkon	$[W]$
$p_{zr}$	tlaková ztráta	$[Pa]$
$\Phi$	účinnost ZZT	$[\%]$



## Úvod

S rozvojem moderních technologií a se stále se zvyšujícími nároky na životní standard je kladen čím dál větší důraz na zajištění kvality vzduchu v obytných prostorech. Lidé tráví většinu svého života ve vnitřních prostorách, což neustále zvyšuje nároky na kvalitu vnitřního prostředí. Při stavbách i přestavbách nových rodinných a obytných domů si však málokdo uvědomuje, jak důležité je navrhnout a zajistit kvalitní větrání těchto prostor. Mnoho lidí si tak důležitost větrání objektů uvědomí až tehdy, když větrací systémy nefungují správně či nefungují vůbec. Zejména zdraví, ale v neposlední řadě také pohodlné žití je ovlivněno kvalitou prostředí uvnitř budov, kterou je v posledních letech problémem udržet kvůli zateplování a používání nových těsných oken.

Co si však pod pojmem větrání představit? Principem větrání je výměna vnitřního znečištěného vzduchu za čistý venkovní vzduch. Hlavním smyslem větrání je tedy zajistit čistotu vzduchu, která je narušována znečišťujícími látkami vznikajícími při lidských činnostech i ze samotných materiálů a objektů umístěných uvnitř větraného prostoru. Na rozdíl od veřejně používaných budov není větrání v soukromých obytných prostorách dáno konkrétními zákony.

Současně je také nutné si uvědomit, že v dnešní době je kladen důraz především na co největší snížování nákladů na vytápění a celkový provoz obytných budov. Proto se na trhu rozšiřují větrací jednotky s rekuperací, tedy se zpětným získáváním tepla. Z odváděného teplejšího vzduchu je teplo odebráno a převáděno do chladnějšího venkovního vzduchu, díky čemuž se snižují náklady na vytápění.

Hlavním cílem této bakalářské práce je zmapovat a porovnat výkonové parametry větracích jednotek pro větrání obytných budov, které jsou dostupné na českém trhu. Ve své práci se zaměřím na porovnání účinnosti a výkonu větracích jednotek se zpětným získáváním tepla při určitém průtoku vzduchu.

Práce je rozdělena do tří hlavních kapitol. První část je teoretická a zabývá se teorií větrání, konkrétně škodlivými látkami znečišťujícími vnitřní prostředí, větracími zařízeními a jaké existují normy upravující požadavky na větrání. Druhá kapitola se již věnuje zpětnému získávání tepla, teplotnímu a vlhkostnímu faktoru a jednotlivým druhům výměníků. Třetí kapitola je již praktická a mapuje situaci s rekuperačními jednotkami na českém trhu a hodnotí kvalitu poskytovaných informací od výrobců a sledované parametry jednotlivých jednotek.

# 1. Teorie větrání

Pod pojmem větrání si lze představit proces výměny vzduchu ve vnitřním prostoru. Mylně je někdy větrání označováno za úpravu vlastností vzduchu, které jsou naopak upravovány pomocí klimatizace. S rostoucími požadavky na snižování spotřeby energií zároveň klesá rychlost přirozené výměny vzduchu ve vnitřních prostorech, neboť dochází k čím dál většímu utěšňování možných průduch v budovách (např. zateplování budov a výměna oken za okna plastová). [1] V každém vnitřním prostoru vznikají škodlivé látky (pevné, plynné a kapalné částice), které je právě větráním nutno odstraňovat. Vnitřní prostory je také nutno odvětrávat z toho důvodu, že kvalita venkovního vzduchu je prokazatelně lepší než vzduch uvnitř v budovách.

## 1.1 Škodlivé látky

V následující kapitole budou popsány látky, které ovlivňují čistotu vnitřních prostor. Kvalitu ovzduší ovlivňuje několik faktorů. Prvním z nich je koncentrace znečišťujících látek ve vnitřním ovzduší a dále jejich fyzikální a chemické vlastnosti. Jedná-li se o pevné a kapalné částice, kvalita ovzduší závisí na velikosti částic (udáváno v  $\mu\text{m}$ ) a distribuční křivce. [2] Kvalitu ovzduší uvnitř však také ovlivňují škodliviny z vnějšího prostředí. V případě přirozeného větrání se do vnitřních prostor dostává nefiltrovaný venkovní vzduch s určitým množstvím znečišťujících látek – tuhých částic, plynů a par. Naopak v případě mechanického větrání je požadována filtrace těchto tuhých částic.[4]

Škodlivé látky se uvolňují z povrchu stavebních materiálů, z nábytku, ale také z povrchu osob a z jejich činností jako je například vaření, úklid a další. Mezi tyto znečišťující látky patří zejména: vodní pára, oxid uhličitý, oxid uhelnatý, pachy, cigaretový kouř, těkavé organické látky VOC a mnoho dalších. [4]

Škodlivé látky způsobují zejména alergie a další onemocnění dýchacích cest. S rostoucím množstvím vlhkosti, tabákového kouře či výskytu chlupatých zvířat v interiéru se také zvyšuje výskyt alergií v dnešní společnosti. [3]

## 1.2 Požadavky na větrání

Požadavky na větrání vnitřních prostor budov závisí na typu budovy, množství a druhu znečišťujících látek, na požadavcích čistoty vzduchu a mnoho dalším. Hlavním požadavkem na větrání je zajištění přívodu venkovního, zdravotně nezávadného vzduchu, který bude odpovídat hygienickým požadavkům, do vnitřních prostor. Tento přívod musí být zajištěn tak, aby nedocházelo k průvanu, víření prachu a přenosu hluku. Akustické vlastnosti výplní otvoru

v obytných a pobytových místnostech musí splňovat požadavky na neprůzvučnost. Venkovní vzduch musí být přiváděn z čistého a zdravotně nezávadného prostředí, ideálně ze stinné či severní strany budovy. Naopak odvod vnitřního znečištěného vzduchu musí být vyveden na místo, kde nebude obtěžovat okolí, nejlépe nad střechu budovy, a zároveň musí být odpadní vzduch vyváděn nejméně 1,5m od nasávacích otvorů východů z únikových cest, otvorů pro přirozené větrání a také 3m od nasávacích a výfukových otvorů sloužících k nucenému větrání únikových cest. Nasávací i výfukové otvory musí být uzavřeny žaluzií s ochranou, aby do potrubí nemohly vniknout nežádoucí předměty, živočichové či déšť. Větrací zařízení nesmí zvyšovat hladinu hluku a všechny jeho části musí být přístupné a snadno čistitelné. Větrací průduchy pro kuchyně nesmí být připojeny na společné potrubí s větráním z toalet. Pokud mají vzduchotechnická zařízení schopnost úpravu teploty přiváděného vzduchu, musí být vybaveny automatickou regulací. Přiváděný vzduch musí vstupovat do bytu v obytných místnostech a kuchyni a odtud proudit k odvodním prvkům větracího zařízení umístěných v koupelně, WC a kuchyni, čímž je omezeno šíření škodlivin do ostatních místností. [1]

#### 1.2.1 Normy a zákony

V minulosti byly požadavky na větrání stanoveny vyhláškou č. 268/2009 Sb. Tato vyhláška však definuje požadavky na větrání vzhledem k výplni otvoru. Není však zřejmé, jak výplň otvoru může splňovat akustické podmínky a zároveň podmínky na kvalitu prostředí. Jak již bylo zmíněno výše, v současné době výplň otvoru prakticky neumožňuje přívod vzduchu spárami oken. Doporučené průtoky venkovního vzduchu pro návrh větracího zařízení s ohledem na kvalitu větracího vzduchu můžeme nalézt v ČSN EN 15251. Požadavky na větrání obytného prostředí v našich podmínkách také stanovuje Směrnice STP-OS 04/č.1/2005. [5] Je tedy zřejmé, že pravidla větrání obytných budov v České republice byla nejasná a neexistoval žádný dokument, který by upravoval a stanovoval požadavky, jaké je přesné množství přiváděného venkovního vzduchu pro daný prostor a jaké jsou návrhy větracích systémů. V současné době je oblast větrání obytných budov upravována podle evropské normy ČSN EN 15665 Větrání budov a také národní přílohou ČSN EN 15665 v podobě změny Z1, která je platná od února roku 2011 a která stanovuje výkonová kritéria pro větrací systémy obytných budov.

Národní příloha ČSN EN 15665/Z1 upravuje, jaký přívod a odvod vzduchu má být v obytných prostorech zajištěn. Přívod venkovního vzduchu je definován intenzitou větrání,

kteřá vyjadřuje, jaký je poměr objemového průtoku přiváděného čerstvého venkovního vzduchu k objemu vnitřního větraného obytného prostoru. [5]

Tabulka 1: Požadavky na větrání obytných budov podle ČSN EN 15665/Z1

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h <sup>-1</sup> ]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> os <sup>-1</sup> ]	Kuchyně [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	Koupelny [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	WC [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]
<b>Minimální hodnota</b>	0,3	15	100	50	25
<b>Doporučená hodnota</b>	0,5	25	150	90	50

Zdroj: [5]

Jak je patrné z Tabulka 1, základním požadavkem je zajištění trvalého přívodu venkovního vzduchu s minimální intenzitou větrání 0,3 h<sup>-1</sup>, což se týká obytných prostor (pokojů, ložnic a podobně) a kuchyní. Doporučená hodnota zajišťující větší kvalitu vzduchu je však o 0,2 h<sup>-1</sup> vyšší než je minimální hodnota. Dalším kritériem, které stanovuje množství přívodu vzduchu, je dávka venkovního vzduchu. Minimální hodnota je 15 m<sup>3</sup> na osobu za hodinu, doporučovaná hodnota je pak 25 m<sup>3</sup> na osobu za hodinu. Nicméně však platí, že vždy musí být splněn požadavek intenzity větrání.

Stejně jako musí větrací systém zajistit přívod čerstvého vzduchu, musí také zajistit odvod vzduchu z vnitřních prostor a to zejména z místností, kde se vyskytují zdroje znečišťujících látek, tedy z kuchyní a hygienického zázemí. Při trvalém větrání je průtok odváděného vzduchu stejný jako průtok přiváděného vzduchu, který je stanoven podle intenzity větrání. <sup>1</sup> [5]

Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí podle vyhlášky č.20/2012 Sb. pro bytové prostory překročit hodnotu 1500 ppm. [7] Koncentraci oxidu uhličitého však nejsme schopni díky našim smyslům posoudit, stejně jako nejsme schopni posoudit škodlivost koncentrací jiných škodlivin. Z toho důvodu je osobní hodnocení kvality vzduchu nespolehlivé. Zároveň také přestáváme po určité chvíli vnímat jakoukoliv koncentraci pachů a naše čichové orgány se přizpůsobují prostředí, ve kterém se právě vyskytujeme. To způsobuje, že nejsme schopni v uzavřené místnosti vnímat koncentraci oxidu uhličitého, jehož jsme producentem. Z toho

<sup>1</sup> Intenzita větrání udává, kolikrát za hodinu se v objemu větraného prostoru O [m<sup>3</sup>] vymění čerstvý vzduch V<sub>e</sub> [m<sup>3</sup>/h]. I= V<sub>e</sub> /O [h<sup>-1</sup>] [4]

důvodu je nutné, aby vzduchotechnické systémy fungovaly nezávisle na vědomí lidí. [8]  
Účinky CO<sub>2</sub> na lidský organismus při různých koncentracích jsou znázorněny v tabulce 2.

Tabulka 2: Účinky CO<sub>2</sub> na lidský organismus

Cca 350 ppm	Úroveň venkovního prostředí
Do 1000 ppm	Doporučená úroveň CO <sub>2</sub> ve vnitřních prostorách
1200-1500 ppm	Doporučená maximální úroveň CO <sub>2</sub> ve vnitřních prostorách
1000-2000 ppm	Nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace
2000-5000 ppm	Nastávají možné bolesti hlavy
5000 ppm	Maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
> 5000ppm	Nevolnost a zvýšený tep
>15 000 ppm	Dýchací potíže
>40 000 ppm	Možná ztráta vědomí

Zdroj: [7]

### 1.3 Větrací zařízení

„Větrací zařízení slouží k přívodu čerstvého venkovního vzduchu do vnitřního prostoru budov a k odvodu vzduchu znehodnoceného přimíšenými látkovými škodlivinami, případně produkovaným teplem.“ [2] Základním výkonovým parametrem pro vzduchotechnická zařízení je vzduchový výkon, někdy také označován jako objemové množství nebo objemový průtok vzduchu) udávaný v jednotkách m<sup>3</sup>/h nebo m<sup>3</sup>/s. Nejčastějším parametrem je výměna vzduchu. Ta určuje, kolikrát za hodinu se vymění vzduch v místnosti za čerstvý venkovní vzduch. [3]

Stejně tak, jak se vyvíjela veškerá odvětví, i vzduchotechnika prošla svým vývojem od využívání přirozeného proudění vzduchu po složité vzduchotechnické systémy. Na tomto vývoji je také postaveno rozdělení větracích zařízení. V závislosti na tom, zda větrání probíhá nuceným (mechanickým) způsobem nebo přírodní (vztlakovou) silou, rozlišujeme dva druhy systémů: nuceného a přirozeného větrání.

#### 1.3.1 Přirozené větrání

Jak je již z názvu patrné, přirozené větrání funguje na základě stejných fyzikálních zákonů, které způsobují pohyb vzduchu v atmosféře, tedy díky větru. Tyto systémy byly využívány již našimi předky v podobě různých průduchů a větracích šachet. Přirozené proudění vzduchu je způsobeno působením gravitačních sil. Rozdíl mezi hustotou venkovního a vnitřního vzduchu a tlakové rozdíly vznikající při obtékání budovy větrem způsobují výše zmíněné proudění vzduchu. [3]

### 1.3.2 Nucené větrání

Nucené (mechanické) větrání funguje pomocí ventilátorů. Ty nejsou závislé na vnějších klimatických podmínkách, což je jedna z nesporných výhod používání tohoto větrání. Pomocí ventilátoru jde nastavit přesné množství průtoku vzduchu, filtraci vzduchu, ohřev a chlazení vzduchu a dopravu na předem určené místo. [3]

Nucené větrání se dále dělí podle toho, zda se vyměňuje vzduch v celém prostoru nebo pouze z části tohoto prostoru. Takto můžeme členit větrání na celkové větrání, místní přívod vzduchu a místní odsávání. [2]

Celkové nucené větrání se používá tam, kde je rovnoměrné rozmístění zdrojů škodlivin. Právě proto slouží celkové nucené větrání k rovnoměrnému provětrávání prostoru pobytu osob. Naopak místní přívod vzduchu se používá při snaze upravit teplotu či čistotu vzduchu pouze lokálně. K tomuto způsobu větrání se používají vzduchové clony, vzduchové sprchy a vzduchové oázy. Nejspecifičtějším druhem je místní odsávání, které se zřizuje přesně v místě, kde se uvolňují velké podíly látkových škodlivin. [2]

Pokud se jedná o vícepodlažní budovy, větrací soustava může být centrální nebo individuální. U centrálních soustav je použit jeden ventilátor, který je umístěn na společném potrubí soustavy. Tento ventilátor musí být konstruován tak, aby byl schopen odvádět znehodnocený vzduch ze všech podlaží připojených k soustavě. U tohoto typu větracího systému se předpokládá omezený provoz v noci. Během dne, tedy v době od 6:00 do 22:00, je zapotřebí přivádět 60 m<sup>3</sup>/h venkovního vzduchu. Zatímco v době od 22:00 do 6:00 je zapotřebí přivádět 30 m<sup>3</sup>/h. V případě individuální větrací soustavy má každé větrané podlaží nebo byt svůj vlastní ventilátor, který odvádí znehodnocený vzduch pouze z daného podlaží nebo bytu. Tento systém umožňuje, aby znehodnocený vzduch nepronikal do ostatních poschodí a také to, že je zapínán v jednotlivých podlažích individuálně. [1]

### 1.3.3 Kombinace přirozeného a nuceného větrání

Používá se především v kombinaci nuceného odtahu s přirozeným přívodem vzduchu okny a dveřmi (například odsávání sociálních zařízení s přívodem předsíní a chodeb, nebo místní odsávání v kuchyních) Jedná se o poměrně jednoduchý systém, který se používá pro malé výkony, což zároveň způsobuje problémy u větších výkonů (například odsávání z velkých kuchyní). Dochází totiž k nasávání silně znečištěného teplého vzduchu do digestoří z přilehlých nečistých prostor. [1]

#### 1.3.4 Teplovzdušné vytápění

Základním principem teplovzdušného vytápění je přívod vzduchu ohřátého na vyšší teplotu než má vzduch v místnosti. Toto teplo je ve vytápěném prostoru předáno prouděním. Součástí systému teplovzdušného vytápění může být také systém větrání, který umožňuje přidávat do oběhového vzduchu podíl vzduchu čerstvého. Pokud by u tohoto vytápění nebyl přidán větrací systém, nesloužil by takový systém k větrání, ale pouze k cirkulaci vzduchu ve vnitřním prostoru. [3]

#### 1.3.5 Hybridní větrání

Tento systém větrání kombinuje působení přirozených (vztlakových) sil s mechanickou silou (viz nucené větrání). Kombinací těchto režimů je snaha o co největší úsporu energií, které se docílí použitím přesně definovaného množství vzduchu pro zimní a letní období a dodáváním elektrické energie pokud možno z obnovitelných zdrojů. [3]

Tato práce se však bude zabývat zejména nuceným větráním, a to konkrétně nuceným větráním se zpětným získáváním tepla (ZZT).

## 2. Zpětné získávání tepla

S rostoucími cenami energií je v dnešní době kladen čím dál tím větší důraz na hospodaření s energií, což také mimo jiné znamená stavět a ekonomicky provozovat nízkoenergetické objekty, ve kterých funguje účelné a hospodárné větrání. Vzduchotechnická a klimatizační zařízení zajišťují výměnu a úpravu vzduchu, který po splnění svého úkolu nese značnou část tepelné energie, jež do něho byla vložena a která se v důsledku větrání dostává ven z objektů. Existují čtyři možnosti, jak zamezit unikání této tepelné energie ven. První z nich je zvýšení tepelně izolačních vlastností staveb zdíva oken a střech v objektech bez umělého větrání snížením infiltrace. Druhou možností je regulace teploty vzduchu a intenzity výměny vzduchu při nucené výměně vzduchu. To znamená, že pružně reaguje na vznik škodlivin v prostoru, přítomnost osob a další činitele narušující mikroklima. Třetí možností je získávání tepla pomocí tepelného čerpadla ze země, vzduchu nebo vody. A poslední možností je zpětné získávání tepla z odváděného větracího vzduchu a jeho znovuvyužití pro přehřev přiváděného čerstvého vzduchu. [6] Poslední zmíněná možnost je pro tuto bakalářskou práci stěžejní.

Zpětné získávání tepla tedy využívá tepelnou energii obsaženou v odváděném vzduchu z vnitřního prostoru. Vzduchotechnická jednotka odebírá tepelnou energii obsaženou v odpadním vzduchu a předává teplo do vzduchu přiváděného. Předávání tepla probíhá přes výměníky, díky čemuž nedochází k mísení přiváděného a odváděného vzduchu. Pokud by docházelo k mísení přiváděného a odváděného vzduchu nejedná se o zpětné získávání tepla. Při návrhu těchto výměníků (rekuperačních jednotek) je velmi důležitým požadavkem minimalizace tlakových ztrát (zejména pro silně znečištěné prostředí), čímž se také zvyšuje účinnost (pro systémy větrání bez dalších nároků na dohřívání vzduchu). Dalším požadavkem je také asymetrické provedení šikmých výměníků, které jsou určeny pro rekuperační digestoře pro gravitační odtok kondenzátu. Snahou výrobců je u výměníku dosáhnout optimálního poměru mezi jejich základními charakteristikami – základní tepelnou účinností rekuperace a tlakovou ztrátou. [1]

### 2.1 Teplotní faktor

Účinnost zpětného získávání tepla neboli teplotní účinnost je dána teplotním faktorem  $\phi$ . Ten je definován jako poměr teplotního rozdílu na dané straně výměníku (ohřívajícího vzduchu) k maximálnímu rozdílu teplot (teoreticky možnému).



Následující vzorec umožňuje určit na přívodní straně výměníku teplotu ohřivaného venkovního vzduchu za výměníkem  $t_{e2}$ .

$$\Phi_e = \frac{\Delta t_e}{\Delta t_{max}} = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{o1} - t_{e1}}$$

A na opačné, tedy odvodní straně výměníku platí následující vzorec.

$$\Phi_o = \frac{\Delta t_o}{\Delta t_{max}} = \frac{t_{o1} - t_{o2}}{t_{o1} - t_{e1}}$$

$T_{e1}$  je teplota venkovního nasávaného vzduchu,  $t_{e2}$  je teplota vzduchu za výměníkem,  $t_{o1}$  je teplota vzduchu odváděného z prostoru a  $t_{o2}$  je teplota odpadního vzduchu. Všechny hodnoty jsou udávány ve stupních Celsia. Porovnáme-li předaný výkon  $Q_E=Q_o$  (W), získáme poměr teplotních faktorů na odvodní a přívodní straně, který závisí na hmotnostních průtocích vzduchu na obou stranách výměníku.

$$\frac{\Phi_e}{\Phi_o} = \frac{\Delta t_e}{\Delta t_o} = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{o1} - t_{o2}} = \frac{M_o c}{M_e c}$$

Pokud chceme zhodnotit a porovnávat výměníky zpětného získávání tepla z hlediska předaného tepla, musí platit rovnost průtoků vzduchu na obou stranách výměníku  $M_o=M_e$ . Poté platí  $\phi_e= \phi_o$ . Pokud je průtok odváděného vzduchu  $M_o$  větší než průtok přiváděného vzduchu, pak úměrně k tomu roste také teplotní faktor  $\phi_e$ . Někteří výrobci větracích jednotek také prezentují maximální teplotní faktory výměníků, nicméně takových hodnot není za běžného rovnotlakového provozu výměník schopen dosáhnout. [2]

Zároveň předaný výkon závisí na velikosti teplosměnné plochy výměníku. Při daném průtoku vzduchu způsobí větší teplosměnná plocha nižší tlakové ztráty výměníku díky změně rychlosti proudění vzduchu. Toto snížení rychlosti proudění způsobí pokles součinitele přestupu tepla konvekcí. Naopak ale doba, kterou je vzduch ve výměníku, se prodlužuje. Větší teplosměnná plocha také zvyšuje předaný výkon a tím zároveň teplotní faktor. S rostoucí plochou také roste i cena výměníku. [2]

Teplotní faktor je dále ovlivněn kondenzací, ke které dochází na odvodní straně výměníku zejména v zimním období, kdy je teplota rosného bodu odváděného vzduchu vyšší než teplota povrchu výměníku, který je vychlazován venkovním vzduchem. Kondenzace zvyšuje teplotní

faktor zpětného získávání tepla, protože se do přiváděného vzduchu předává teplo vázané i ve vodní páře. Nežádoucím jevem je však namrzání tohoto kondenzátu. [2]

## 2.2 Vlhkostní faktor

Vlhkostní faktor ( $\Psi$ ) umožňuje stanovit měrnou vlhkost ohřívajícího venkovního vzduchu za výměníkem ZZT  $x_e$ . Vzorek pro výpočet vlhkostního faktoru je následující:

$$\Psi_e = \frac{x_{e2} - x_{e1}}{x_{o1} - x_{e1}}$$

Stejně jako u vzorce teplotního faktoru jsou označeny měrné vlhkosti. [2]

## 2.3 Rekuperační výměníky

V případě rekuperačních výměníků probíhá přímá výměna tepla přes teplosměnnou plochu, případně přes pomocnou tekutinu. Teplosměnná plocha je využívána v deskových a trubkových výměnících. Pomocná tekutina je používána v lamelových výměnících s teplotonosnou kapalinou, kterou může být voda a nemrznoucí směs. Dále mohou být využívány výměníky tepla s přirozeným oběhem chladiva s pomocí tepelných trubíc a poslední možností je použití výměníků s nuceným oběhem chladiva tepelným čerpadlem. [2]

### 2.3.1 Rekuperační výměníky deskové

Tyto výměníky představují ve větrání a klimatizaci rozšířený způsob ZZT, zejména pro menší průtoky vzduchu. Odváděný a přiváděný vzduch je ve výměnících oddělen teplosměnnou plochou, jimiž jsou profilované desky, přes které je teplo předáváno. Tyto lamely jsou tenké a vyrobené z některého z kovů (např. ocel, hliník nerez), případně z plastu. [2] Vzhledem k tomu, že tepelná vodivost dělicí příčky je zanedbatelná, materiál, ze kterého je vyrobena, může být z tepelně-technického hlediska prakticky libovolný. [6] Mohou být buď kovové (např. z ocele, hliníku či nerez), ale i plastové. Znečištění vzduchu ovlivňuje, jakou šířku budou mít kanály a jaký bude jejich počet. [2] Deskové výměníky jsou jednoduché, mají nízkou hmotnost, neobsahují pohyblivé a tlakové části a ani nevyžadují zvláštní obsluhu či údržbu. [6]

Deskové výměníky jsou nejčastěji konstruovány jako křížové výměníky s kolmým křížením proudů a existují i výměníky s částečně protiproudým uspořádáním. Teplotní faktor se u křížových výměníků pohybuje mezi 50 a 65 % a u protiproudých výměníků mezi 75 a 85 %. [6]

Výkon těchto výměníků není možné regulovat přímo, ale pomocí obtoku s uzavírací klapkou, který umožní výměník na přívodní straně odstavit.

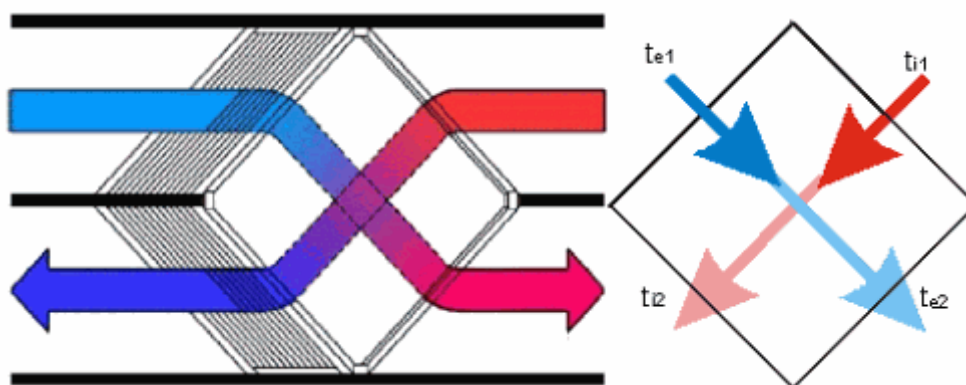
Jak již bylo zmíněno v kapitole Teplotní faktor, v zimním období dochází v našich klimatických podmínkách ke kondenzaci vodních par obsažených v odváděném vzduchu na výměníku. Nežádoucím jevem je mrznutí tohoto kondenzátu na výměníku při teplotách pod 0°C, což způsobuje zmenšování průřezu výměníku a zvyšuje tlakovou ztrátu. To zhoršuje přesun tepla a může dokonce dojít k poškození výměníku. Tomu lze zabránit krátkodobým uzavřením přívodu venkovního vzduchu, čímž se využije odváděný (teplejší) vzduch k odtání námrazy. Některé výměníky jsou již vybaveny elektrickým ohřevem kritických ploch, aby bylo zamezeno namrzání a následnému poškození výměníku. Deskový výměník musí být zároveň vybaven odvodem kondenzátu se zápachovou uzávěrkou a musí být napojen na kanalizaci. [2]

Tabulka 3: Výhody a nevýhody deskových výměníků

Výhody	Nevýhody
Poměrně malá tlaková ztráta	Pro regulaci je nutná obtoková klapka
Malý rozměr, jednoduchost	Zamrzání v zimním období
Dokonalé oddělení vzduchovodů	Účinnost závislá od rychlosti proudění
Lze použít pro agresivní prostředí	Ztížené situační řešení vzduchovodů
Dobrá těsnost mezi přívodem a odvodem	

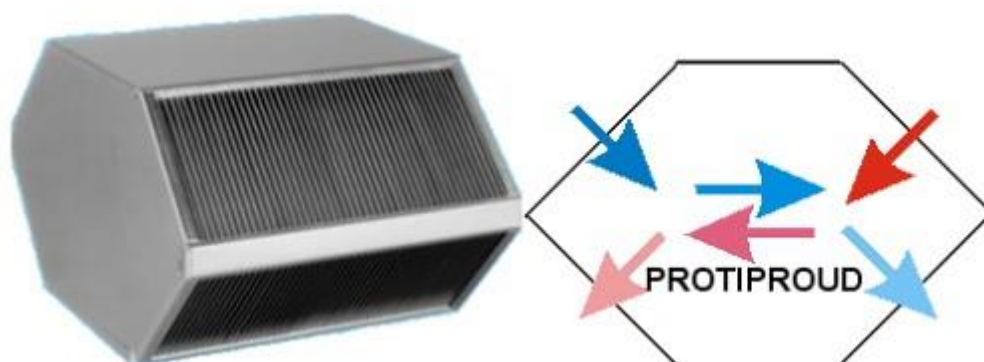
Zdroj: [6]

Obrázek 1: Schéma deskového výměníku s křížovým proudem



Zdroj: [11]

Obrázek 2: Schéma deskového výměníku s protiproudem



Zdroj: [11]

### 2.3.2 Deskové výměníky s přenosem vlhkosti

Deskové výměníky popsané v předchozí kapitole neumožňují přenos vlhkosti. Deskové výměníky s přenosem vlhkosti jsou totiž vyrobeny z nasákavého materiálu na bázi papíru a umožňují kromě přenosu tepla právě i přenos vlhkosti. Aby se zamezilo tvorbě nežádoucí námrazy, jsou před tyto výměníky instalovány přehřívače vzduchu. [2]

### 2.3.3 Trubkové výměníky

U trubkových výměníků je teplosměnnou plochou svazek trubek. Jeden výměník je osazen v odváděcím vzduchovodu větracího zařízení, ve kterém odnímá teplo odváděného vzduchu, a druhý výměník je v přívodním vzduchovodu, kde teplo předává do čerstvého přiváděného vzduchu. Oba ohřívače jsou navzájem propojeny uzavřeným okruhem s oběhovým čerpadlem a teplotnosnou kapalinou. Jako kapalina se většinou používá směs vody s glykolem nebo speciální nemrznoucí kapalina. [6] Teplotní faktor trubkových výměníků se pohybuje mezi 30 a 50 %. Tyto trubky umožňují téměř dokonalé oddělení přiváděného a odváděného vzduchu, proto jsou využívány na místech, kde je odváděný vzduch velmi znečištěný, nebo v případě využívání tepla ze spalin (trubky jsou snadněji čistitelné než desky). [2]

Tabulka 4: Výhody a nevýhody trubkových výměníků

Výhody	Nevýhody
Oddělení vzduchových proudů	Možnost využití jen citelného tepla
Libovolná vzdálenost a umístění přívodního a odvodního výměníku	Vyšší účinnost je podmíněna větším počtem řad a zvýšenou rychlostí
Snadná regulace	Vyšší tlakové ztráty a spotřeba materiálu
Snížený nárok na prostor pro výměníky	Nutnost použití čerpadel
	V důsledku namrznání v zimním období je podstatně snížena účinnost

Zdroj: [6]

### 2.3.4 Výměníky s kapalinovým okruhem

V případech, kdy nelze propojit proud přiváděného a odváděného vzduchu, se používají výměníky s kapalinovým okruhem. ZZT je tvořeno dvěma výměníky voda-vzduch, jeden z nich je umístěn v přiváděném vzduchu a naopak druhý je umístěn v odváděném vzduchu. Tyto výměníky jsou propojeny kapalinovým okruhem s oběhovým čerpadlem a příslušenstvím. Kvůli nízkým teplotám venkovního vzduchu je jako teplosměnná látka používána nemrznoucí směs. Běžně jsou používány lamelové výměníky, v případě znečištěného vzduchu se mohou použít výměníky bez žeber. Teplotní faktor se pohybuje mezi 30 a 50 % a významně ovlivňuje počet žeber ve výměníku. Výhodou těchto výměníků je to, že nedochází k přenosu škodlivin z odváděného do přiváděného vzduchu.

### 2.3.5 Výměníky s přirozeným oběhem chladiva

V tomto druhu výměníků se používají tepelné trubice, jejichž spodní polovina je umístěna v proudu odváděného vzduchu a horní polovina v proudu přiváděného vzduchu. Z odváděného vzduchu se odebírá teplo, čímž dochází k varu kapaliny uvnitř trubice a jejímu odpařování. Páry tohoto chladiva stoupají vzhůru do ochlazovací zóny, tam kondenzují a teplo se předává do přiváděného vzduchu. Kapalina se vrací zpět v kapalném stavu do spodní části trubice. Vlastnosti použitého chladiva se musí přizpůsobit teplotním podmínkám tak, aby docházelo k varu a kondenzaci. Tyto trubice se většinou instalují svisle, ale mohou být položeny také vodorovně. Aby mohla kapalina cirkulovat, u svisle položených trubek se využívá gravitace a u vodorovně položených trubek kapilární síly v porézních vložkách trubic. [6] Trubice jsou opatřeny žebrovaním, což umožňuje lepší přenos tepla mezi trubicí a vzduchem. Jsou také vhodné pro použití při přenosu škodlivin, musí se pouze dbát na kvalitní utěsnění průchodu trubice mezi odvodní a přívodní částí výměníku. [2] Jako kapalinu v trubicí lze použít vodu, alkohol nebo některé z chladiv podle bodu varu a teplot, v nichž kapalina pracuje. Teplotní účinnost výměníku se pohybuje mezi 40 a 60 %. [6]

*Tabulka 5: Výhody a nevýhody výměníků s přirozeným oběhem chladiva*

<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Oddělení vzduchových proudů	Nižší účinnost
Poměrně malý rozměr	Vzduchovody musí být nad sebou
Bez pohyblivých částí (elektromotorů a čerpadel)	Možnost využití jen citelného tepla
	Špatná regulace, jen obtokem vzduchu
	Neustálost plniva (po čase únik náplně)

Zdroj: [6]

## 2.4 Regenerační výměníky

Existují dva základní typy regeneračních výměníků. Prvním typem jsou rotační výměníky, ve kterých akumulární hmota výměníku mění svou polohu a směr vzduchu proudící do výměníku má stálý směr. Druhým typem jsou přepínací výměníky, kde je akumulární hmota naopak ve stálé poloze a mění se směr proudění vzduchu. [2]

### 2.4.1 Rotační výměníky

Nejdůležitější částí rotačního výměníku je rotor s akumulární hmotou, jež je poháněn elektromotorem. Rotor je ve tvaru plochého válce vyplněného jemně zvlněnými pásy (např. kovové fólie stočené hustě kolem jeho osy). Tím vznikne jemně prodyšná vrstva materiálu o značné hmotnosti, která tvoří akumulátor tepla. Výměník je osazen přesně do poloviny mezi proudem odváděného vzduchu, z něhož odebírá teplo, a přiváděného vzduchu, kterému teplo předává. Rotor totiž svým pohybem mezi přiváděným a odváděným vzduchem nasává teplo a vlhkost do své hmoty a tím v konečném důsledku z jednoho vzduchovodu do druhého.[6] Nevýhodou tohoto druhu výměníku je, že není bezpečně oddělen přiváděný a odváděný proud vzduchu, takže existuje riziko přenosu škodlivin. K zamezení přenosu škodlivin je použita čistící zóna, která je umístěna na rozhraní mezi odvodní a přivodní stranou výměníku, ve které jsou kanálky rotoru profukovány čistým vzduchem. Aby výměník fungoval správně, je nutno zajistit, aby byl mírný přetlak na přivodu oproti odvodní straně výměníku. Tento typ výměníku tak není vhodný v případech, kdy je odváděný vzduch znečištěný pachy, vlákny, tuky, zárodky apod. Naopak výhodou tohoto výměníku je to, že umožňuje i zpětné získávání vlhkosti, pokud jsou opatřeny hygroscopickou vrstvou. Teplotní faktor je mezi 60 a 80 % a vlhkostní faktor dosahuje 10 až 20 %. [2] Rotační typ výměníku je možno zcela vypnout či regulovat otáčky elektromotoru frekvenčními měniči pro dálkové řízení nebo s vlastní regulací otáček. [6]

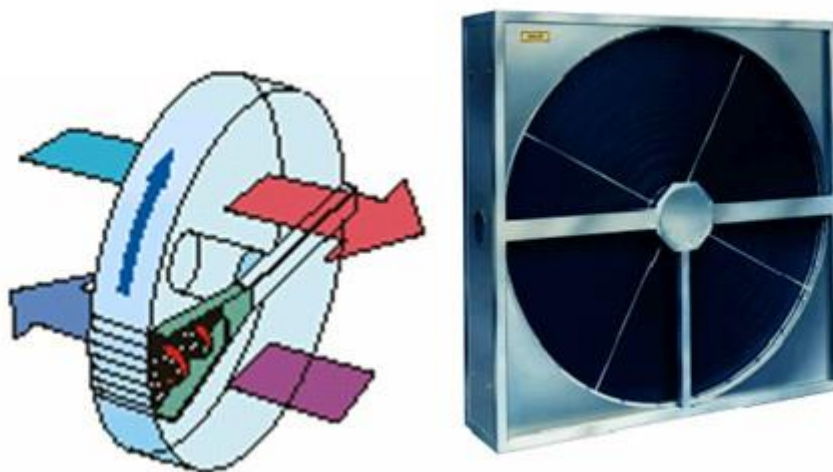
Rotační výměníky se dělí podle funkce na hygroscopické, nehygroscopické a absorpční. Pro výrobu nehygroscopických se používají zejména kovové materiály. Hygroscopické výměníky mají jako hlavní úkol přenos vlhkosti a jsou opatřeny absorpční vrstvou nebo se používá buničina napuštěná silikagelem, papír z uhlíkových vláken napuštěných pryskyřicí nebo plast. [6]

Tabulka 6: Výhody a nevýhody rotačního regeneračního výměníku

Výhody	Nevýhody
Nejvyšší účinnost až 80 % a více	Netěsnost rotačního výměníku (cca 5%)
Schopnost přenášet i vlhkost (nemusí se tedy odvlhčovat vzduch, zejména v zimním období)	Nutnost pohonu otáčení kola
Malé zastavovací rozměry, cca 450 mm hloubky (deskové výměníky jsou značně rozměrnější)	Schopnost vždy vracet, byť v omezené míře (10 – 15 %) vlhkosti
Menší schopnost namrzání	
Nemusí být osazen obtokovou klapkou	
Nejrychlejší návratnost vložených investic	

Zdroj: [6]

Obrázek 3: Schéma a fotografie rotačního regeneračního výměníku



Zdroj: [10]

#### 2.4.2 Přepínací výměníky

Tento typ výměníku obsahuje dvě akumulční hmoty, které neustále zůstávají ve své poloze. Proudění vzduchu se střídavě přepíná z přiváděného na odváděný, takže v jednom případě se hmota nabíjí (tedy akumuluje teplo) a po přepnutí se vybíjí (tedy předává teplo do přiváděného vzduchu). Teplotní faktor dosahuje hodnot 60 až 90 % a vlhkostní faktor 50 až 70 %. Tyto hodnoty jsou poměrně vysoké. Navíc je konstrukce těchto výměníků poměrně složitá a samotné výměníky dosahují velkých rozměrů. U těchto typů je prakticky nemožné zamezit přenosu škodlivin, takže jejich použití je značně omezené. [2]

Dalším typem výměníků jsou entalpijní výměníky, které umožňují současný přenos citelného i vázaného tepla. Zpětným získáváním tepla se většinou získává teplo citelné (změna teploty), ale entalpijní výměníky umožňují i zpětné získávání vlhkosti. [4] V současné praxi jsou nejvíce rozšířené regenerační výměníky tepla kvůli jejich vysoké účinnosti (až 80 %) a také

kvůli jejich nejmenší zastavovací ploše a malé tlakové ztrátě. Druhým nejvíce používaným výměníkem jsou deskové rekuperační, které jsou využívány z důvodu jejich těsnosti hlavně pro zdravotnické a potravinářské účely. [6]



### 3. Výkonové parametry větracích jednotek na českém trhu

Jak již bylo uvedeno v kapitole 1.2.1, současným požadavkem pro větrání budov je zajištění přísunu venkovního vzduchu do pobytové místnosti v minimální intenzitě větrání  $0,5 \text{ h}^{-1}$ , nebo výměna  $25 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ os}^{-1}$ . Toto není u všech budov zajištěno, a proto nejsou některé stavby bez nuceného větrání zkolaudovány. Tím se v současné době stává problematika nuceného větrání stále důležitější a sledovanější. Zároveň toto téma úzce souvisí se zpětným získáváním tepla v důsledku snahy dosáhnout co největší úspory tepelné energie. Na tento vývoj tak reagují výrobci a prodejci vzduchotechnických jednotek, jejichž nabídka se značně rozšiřuje. Při výběru větrací jednotky s rekuperací lze porovnávat podle několika kritérií. Jsou to například:

- Výrobce
- Název či typ VZT jednotky
- Průtok vzduchu (při různých hodnotách  $\Delta p_{\text{ext}}$  v Pa)
- Otáčky ventilátoru (jednootáčkový, dvouotáčkový, plynulá změna otáček atd.)
- Rozměrové parametry (výška, šířka, délka, přípojovací rozměry)
- Instalační poloha (vertikální či horizontální)
- Maximální teplotní faktor [9]

Do kritérií výběru není zahrnuta cena těchto jednotek, neboť cílem by měla být především správná funkčnost zařízení. Dále nejsou brány v potaz další kritéria:

- Hlukové parametry VZT jednotky
- Možnost instalace přehřevu vzduchu
- Jedná-li se o výměník umožňující přenos vlhkosti [9]

Obecně je však prakticky nemožné jednotlivé vzduchotechnické jednotky porovnávat a hodnotit na základě jednoho kritéria. Některá vzduchotechnická jednotka může významně převyšovat ostatní v jednom z kritérií, ale v ostatních kritériích může být hluboko pod průměrnými hodnotami ostatních jednotek.

V této bakalářské práci bude u vzduchotechnických jednotek sledována závislost příkonu jednotky  $P_0$  ve W, průtoku  $q_v$  v  $[\text{m}^3/\text{h}]$ , účinnosti zpětného získávání tepla  $\Phi$  v [%] a tlakové ztráty  $p_{zT}$  v [Pa].

Při mapování českého trhu se vzduchotechnickými jednotkami se však potýkáme s problémem, že ne všichni výrobci uvádí u svých výrobků všechny potřebné sledované údaje.

Zároveň nejsou uvedené údaje vždy plně porovnatelné, což také znemožňuje jednoznačné porovnání jednotek.

Na českém trhu se pohybuje několik hlavních výrobců či prodejců vzduchotechnických jednotek s rekuperací. Prvním z nich je Atrea, česká firma, která se již čím dál více prosazuje i v zahraničí a která se mimo výroby vzduchotechnických jednotek zabývá i výstavbou nízkoenergetických domů. Další sledovanou firmou je Brink Climate Systems, jež je původem nizozemská firma a jejíž výrobky na českém trhu prodává např. společnost Štorc. Česká společnost Elektrodésign ventilátory nabízí velmi širokou škálu jednotek. Další zahraniční společností je firma Genvex, jejímž výhradním prodejcem v České republice je Reheat. Výhradním zástupcem dánské společnosti Nilan je stejnojmenná společnost v České republice, která dodává vzduchotechnické jednotky pro rodinné domy i průmyslová zařízení. Společnost rekuperace Paul zastupuje britskou společnost Paul a výhodou těchto jednotek je to, že dodávají výměníky i se zpětným získáváním vlhkosti. Dalším českým výrobcem rekuperačních jednotek je společnost Regulus. Systemair je celosvětově působící společnost, která má také zastoupení na našem trhu. ThermWet je další čistě českou firmou, která se postupně rozšiřuje i na zahraniční trhy. Další sledovanou firmou je Vailant, německá firma se zastoupením v ČR, která je jednou z nejstarších společností zabývajících se vzduchotechnikou. Poslední sledovanou firmou působící na českém trhu je společnost Zehnder, která také patří mezi dlouhodobě působící na trhu. V následující tabulce jsou vypsány vybrané dostupné jednotky na českém trhu s jejich základní charakteristikou.

Tabulka 7: Přehled rekuperačních jednotek na českém trhu

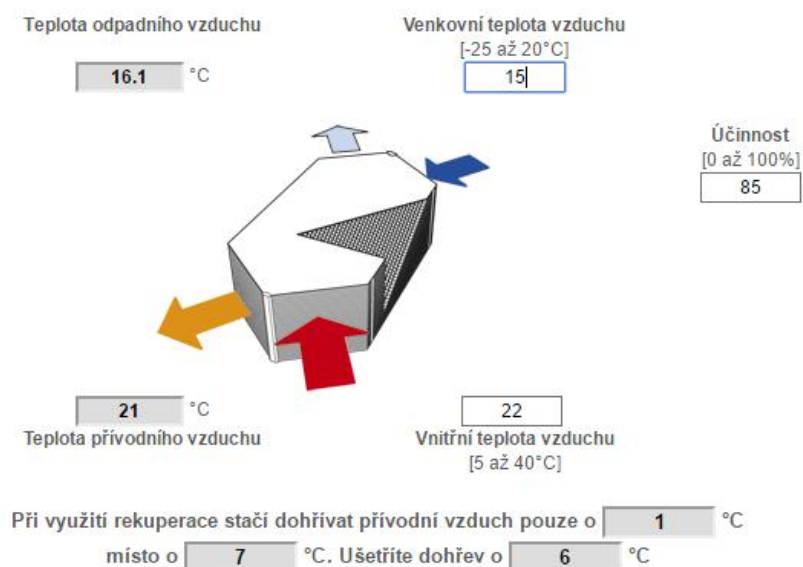
Výrobce	Označení	Max. průtok [m <sup>3</sup> /h]	Max. účinnost ZZT [%]
<b>Atrea</b>	170 EC5	175	94
	370 EC5	370	95
	570 EC5	570	94
	DUPLEX 280 ECV5	285	94
	DUPLEX 380 ECV5	365	95
	DUPLEX 580 ECV5	565	94
	DUPLEX 250 Easy	230	93
	DUPLEX 300 Easy	300	93
<b>Brink Climate Systems</b>	Renovent Excellent 180	180	95
	Renovent Excellent 300	300	95
	Renovent Excellent 400	400	95
	Renovent Sky 150	150	95
	Renovent Sky 300	300	95
<b>ELEKTRODESIGN ventilátory</b>	PLUGGIT AVENT AP190	180	86
	PLUGGIT AVENT AP310	300	86
	PLUGGIT AVENT AP460	450	86
	AKOR ST	375	92
	AKOR ST GD	450	92
	AKOR ST HR	375	92
	DOMEO 210 FL	210	92
	EASY 220 Ekonovent®	270	92
	EHR 140 Akor BP	150	90
	EHR 150 N Ekonovent EVO-PH SH	182	89
	EHR 280 D Akor Standard	360	97
	EHR 325 D Akor Standard	390	97
	EHR 300 N Ekonovent EVO-PH	360	85
	EHR 480 N Ekonovent EVO-PH	480	85
	IDEO 325 ECOWATT	325	92
<b>Genvex</b>	GE ENERGY 1	350	95
	GE ENERGY 2	400	95
	GE ENERGY 3	680	95
	GES ENERGY	268	96
<b>Nilan</b>	CT 150	175	91,9
	Comfort 300	325	88
	Comfort 252 TOP	253	91
	CT 300	400	87
	Comfort 300 TOP	376	86
	Comfort 450	525	86
	Comfort 600	600	86
<b>PAUL</b>	Climos F 200	200	82,5
	Novus 300	300	94,4
	Novus 450	450	90
	Focus 200	200	90

<b>Regulus</b>	HR100R pro byt	66	70
	Sentinel Kinetic B	275	92
	Sentinel Kinetic Plus B	490	92
<b>Systemair</b>	SAVE VTC 200	267	92
	SAVE VTC 300	407	83
	SAVE VTC 700	900	83
	SAVE VSR 150/B	173	82
	SAVE VSR 300	347	85
	SAVE VSR 500	605	83
	SAVE VTR 150/K L 1000W	257	75
	SAVE VTR 200/B L	257	82
	SAVE VTR 300/B L	367	85
	SAVE VTR 500	572	84
	<b>ThermWet</b>	VENTBOX <b>300</b>	300
VENTBOX <b>400</b>		400	92
<b>Vailant</b>	recoVAIR VAR 260/4	260	92
	recoVAIR VAR 360/4	360	92
	recoVAIR VAR 150/4	150	86
<b>Zehnder</b>	ComfoAir Compact 155 WM	254	94
	ComfoAir 160	160	95
	ComfoAir 180	180	95
	ComfoAir 200	200	95
	ComfoAir 350	370	95
	ComfoAir 550	550	95

### 3.1 Atrea [13]

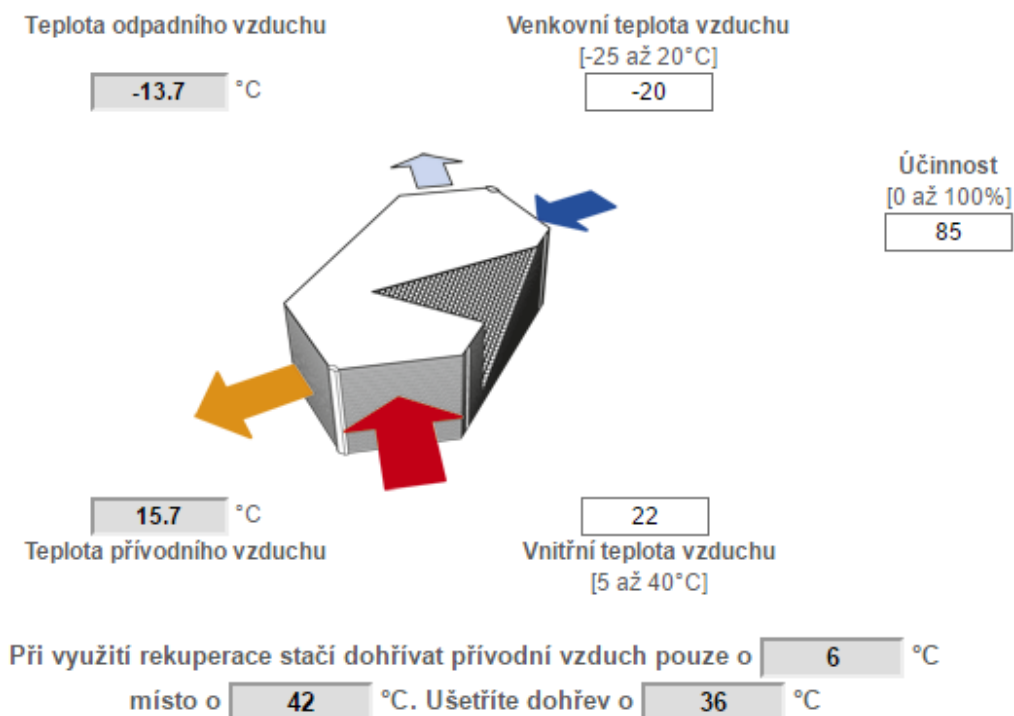
První společností je Atrea, u které lze velice kladně hodnotit webové stránky, na kterých širokou neodbornou veřejnost seznamují s rekuperací a umožňují vytvořit si základní přehled o dané problematice. K dispozici je návštěvníkům také katalog, ve kterém jsou popsány rekuperační jednotky. Snadnou orientaci v katalogu umožňují přehledné grafy, tabulky a ilustrační fotografie, díky nimž jsou jednotky velmi precizně popsány. Pro vytvoření představy o úspoře tepla za použití rekuperační jednotky je na stránkách vytvořen model, do kterého si zákazníci mohou vepsat libovolnou venkovní teplotu, a model spočítá při účinnosti 85 % další údaje, zejména o kolik °C se ušetří dohřev přiváděného vzduchu (viz. Obrázek 4 a 5).

Obrázek 4: Výpočet úspory tepla při použití rekuperace při teplotě venkovního vzduchu 15°C



Zdroj: [12]

Obrázek 5: Výpočet úspory tepla při použití rekuperace při teplotě venkovního vzduchu -20 °C

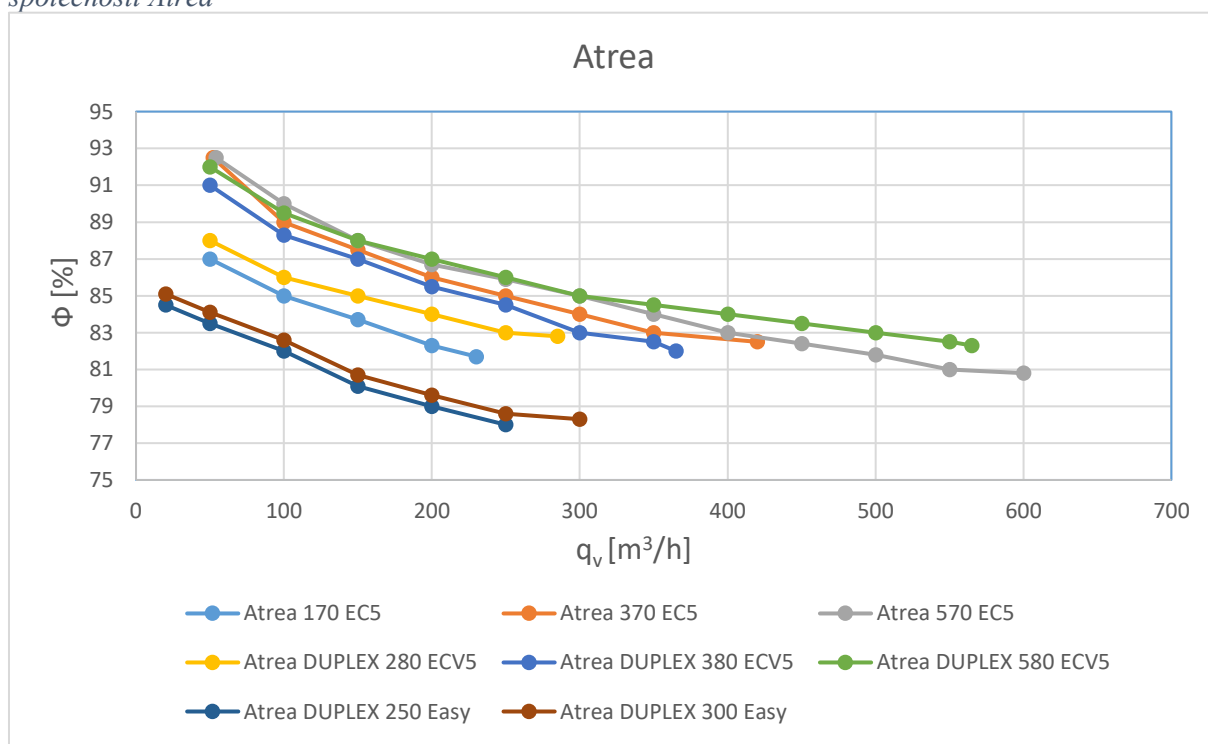


Zdroj: [12]

Jako jedna z mála společností poskytuje zákazníkovi přesné informace o účinnosti, neboť u každé vzduchotechnické jednotky uvádí graf závislosti účinnosti zpětného získávání tepla a průtoku vzduchu. Zákazník si tak může snadno představit, jakou tepelnou ztrátu bude mít

jeho výměník při průtoku, který požaduje (viz. Graf 1). Společnost Atrea nabízí širokou škálu jednotek pro byty a jednopodlažní až vícepodlažní domy. Pro porovnávání jednotek v rámci této bakalářské práce je použito osm jednotek této společnosti. Atrea nabízí i další druhy, které však svojí funkcí převyšují ostatní sledované. Obsahují totiž i teplovzdušné vytápění, chlazení či tepelná čerpadla (např. Duplex RA5,RB5,RK5, Alfa, Kappa a RDH5). Sledované jednotky Duplex Easy 250 a 300 jsou rovnotlaké větrací jednotky s vířivým protiproudým výměníkem, který má účinnost 85-93 %, a používají se pro bytové a rodinné domy. Jejich instalace je variabilní. Dalšími jednotkami jsou Duplex 170, 370, 570 EC5, které jsou jako předchozí jednotky s vířivým protiproudým výměníkem, mají však účinnost 85-95% a jsou ideální pro podstropní osazení s nízkou zastavovací výškou. Jednotky Duplex 280, 380, 580 ECV5 se od předchozích jednotek liší jejich umístěním. Tyto jednotky se umísťují na stěnu či do šatních skříní. Jednotky v jednotlivých řadách se odlišují maximálním množstvím přiváděného vzduchu při tlakové ztrátě blížící se nule.

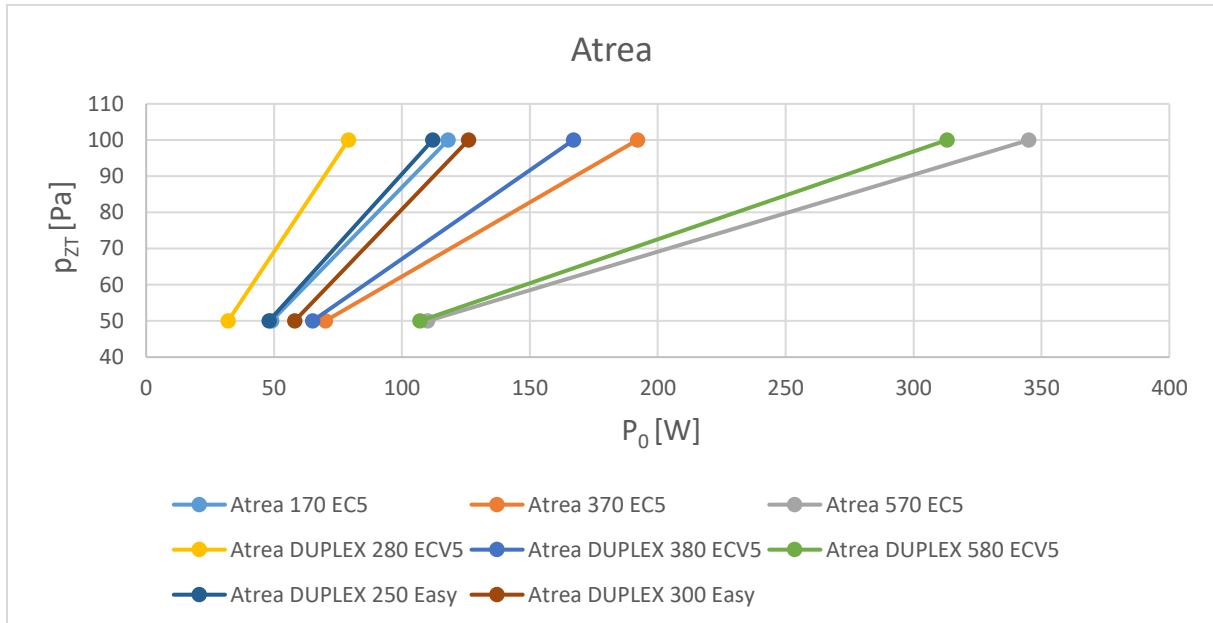
Graf 1: Závislost účinnosti ZZT  $\Phi$  [%] na průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] rekuperačních jednotek společnosti Atrea



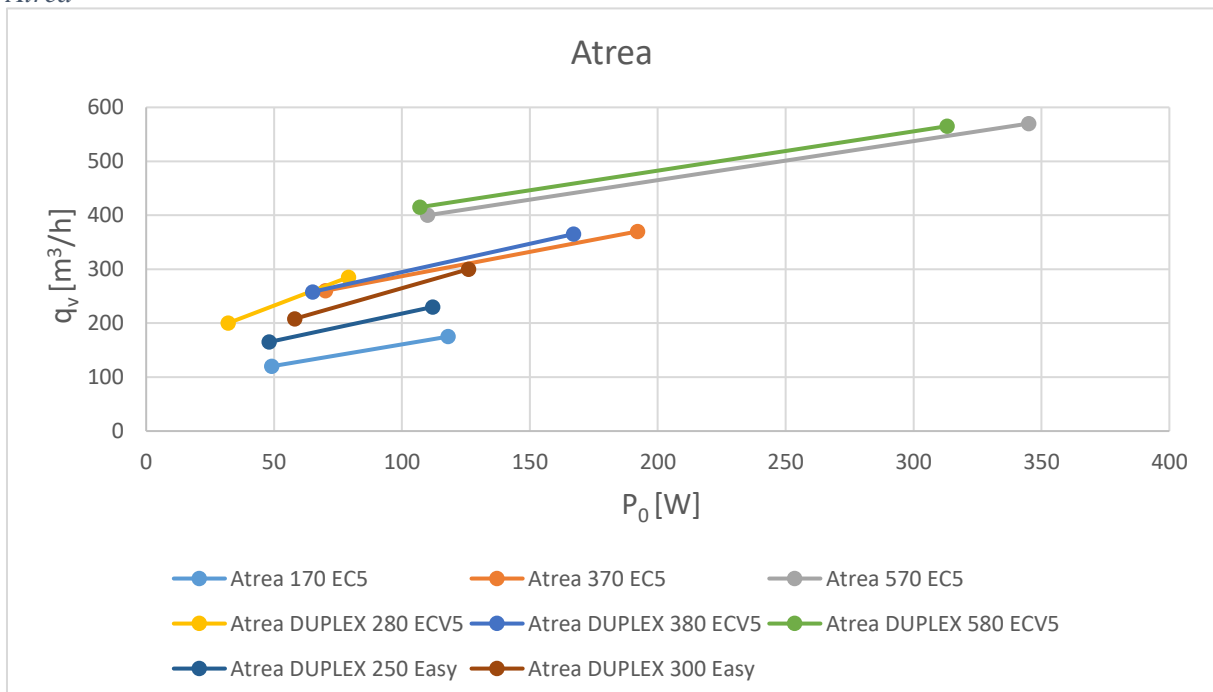
Graf 2 a 3 znázorňuje závislosti tlakové ztráty a průtoku vzduchu na příkonu jednotky. Společnost Atrea udává pouze dvě příkonové hodnoty, a to při maximálním průtoku vzduchu a při tlakové dispozici 100 Pa. Druhá hodnota je označována jako referenční průtok, tedy 70 % maximálního průtoku, a tlaková dispozice dosahuje 50 Pa. Pro zákazníka jsou v tomto

případě uváděné hodnoty nedostačující, neboť není schopen zjistit příkon ventilátoru při jím požadovaných podmínkách pro konkrétní prostředí.

Graf 2: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Atrea



Graf 3: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Atrea



### 3.2 Brink Climate Systems [14]

Výrobky společnosti Brink Climate Systems jsou na českém trhu dostupné prostřednictvím firmy Štorc. Na webových stránkách společnosti je zákazník seznámen s obecnou

charakteristikou nabízených jednotek. Firma zde také vyzdvihuje svou přednost – získání certifikátu od Passivhaus Institutu, který uděluje certifikáty na základě skutečných laboratorních měření. Na českém trhu jsou dostupné jednotky Renovent v řadě Excellent a Sky. Jednotky Renovent Excellent jsou vybaveny automatickou regulací vyváženého průtoku vzduchu, ochranou proti zamrznání s předeřevem a bypass klapkou. Jednotky jsou dodávány se dvěma snadno přístupnými a vyměnitelnými filtry a současně mohou být dodávány i s rozšířenou kartou ovládání. Renovent Sky jsou podstropními prostorově úspornými jednotkami, jsou vyrobeny na základě technologií Renovent Excellent a jejich hlavní předností je nízká spotřeba energie, nízká hlučnost a díky své prostorové nenáročnosti také široké možnosti instalace.

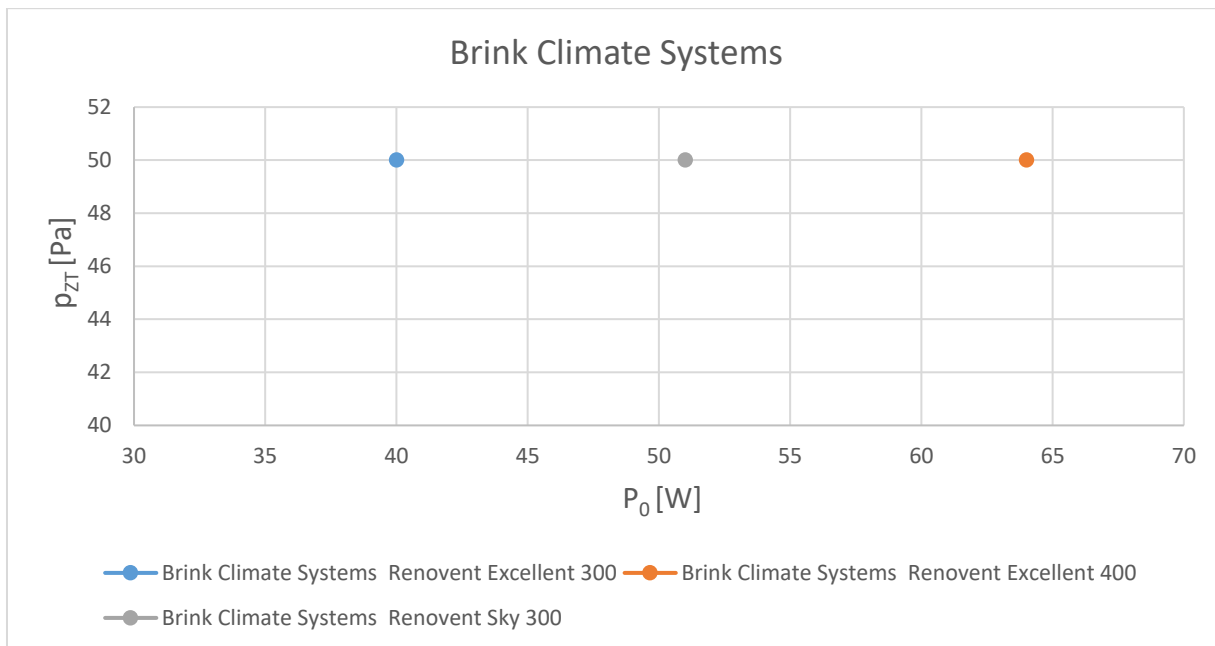
U výrobku RenoventExcellent 300, 400 chybí pro zákazníka velmi podstatná informace. Uvádí účinnost ZZT 95 %, nicméně chybí údaj o průtoku vzduchu při této účinnosti. Z toho důvodu není možné zobrazit graf závislosti účinnosti ZZT na průtoku vzduchu. U jednotek RenoventSky také chybí informace o průtoku vzduchu při účinnosti 95 %, nicméně výrobce uvádí, že efektivní účinnost je dle konkrétního typu 84-85%. Stále však chybí informace o průtoku vzduchu při dané účinnosti. Zákazník si tedy ani orientačně nemůže zjistit, jakou účinnost by měla jednotka při jeho konkrétních podmínkách.

Na grafech 4 a 5 jsou znázorněny závislosti tlakové ztráty a průtoku na příkonu ventilátoru. Na obou grafech není zaznamenána jednotka Renovent Sky 150, protože výrobce sice uvádí maximální průtok vzduchu 150 m<sup>3</sup>/h při tlakové ztrátě 150 Pa, ale již neuvádí příkon jednotky, který si zákazník prakticky není nijak jinak schopen ze zadaných údajů zjistit. Příkon jednotky není uveden ani u referenční hodnoty. U jednotek Renovent Excellent 300,400 a Renovent Sky 300 není uveden příkon při maximálním průtoku vzduchu. Uvádí referenční hodnoty jednotek, tj. při tlakové ztrátě 50 Pa a 70 % maximálního průtoku vzduchu. Proto jsou v grafech zaznamenány pouze referenční hodnoty jednotek.

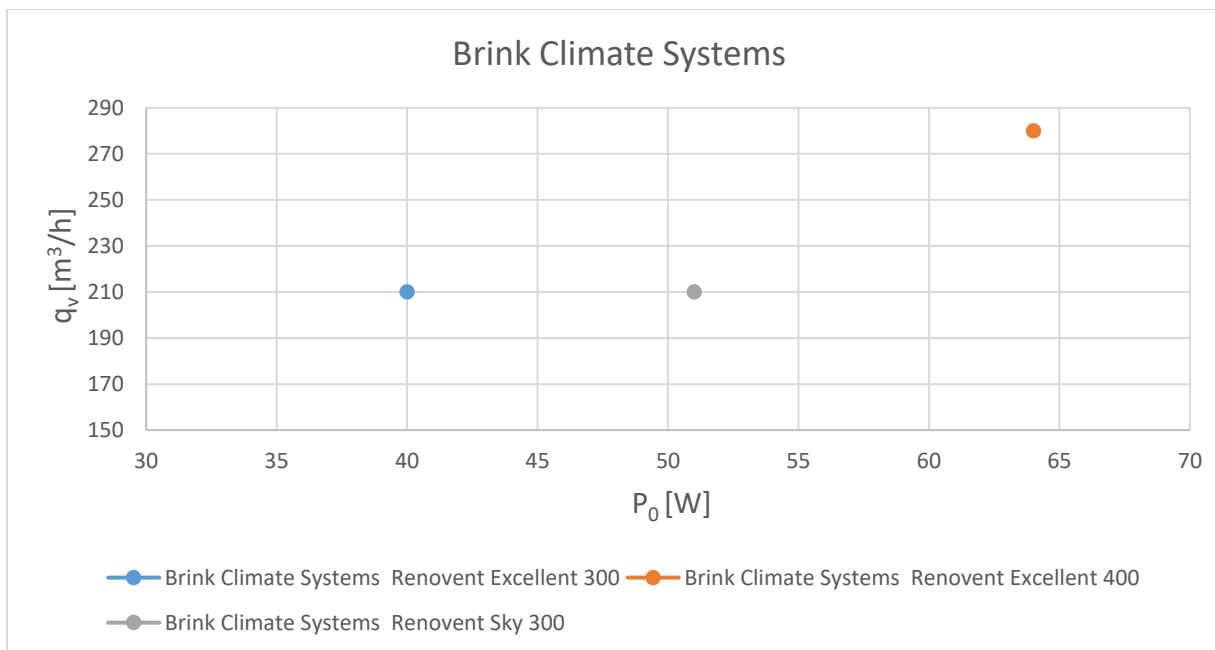
Dále jsou uvedeny hodnoty maximálního průtoku vzduchu, ale u jednotky Renovent Sky 300 je uvedena hodnota 230 Pa, zatímco u jednotek Renovent Excellent 300 a 400 je uvedena hodnota 150 Pa.



Graf 4: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Brink Climate Systems



Graf 5: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Brink Climate Systems

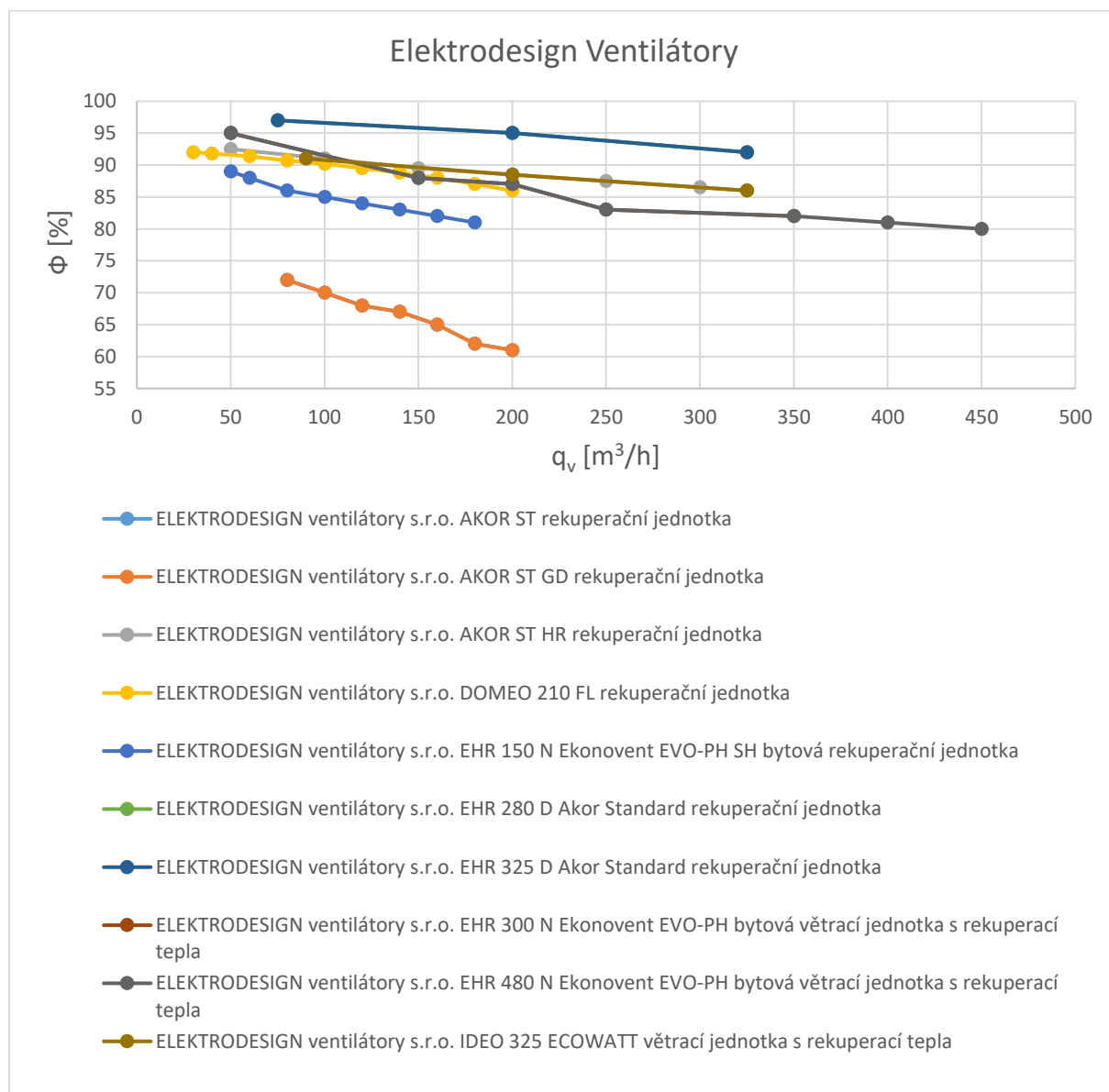


### 3.3 Elektrodesign ventilátory [15]

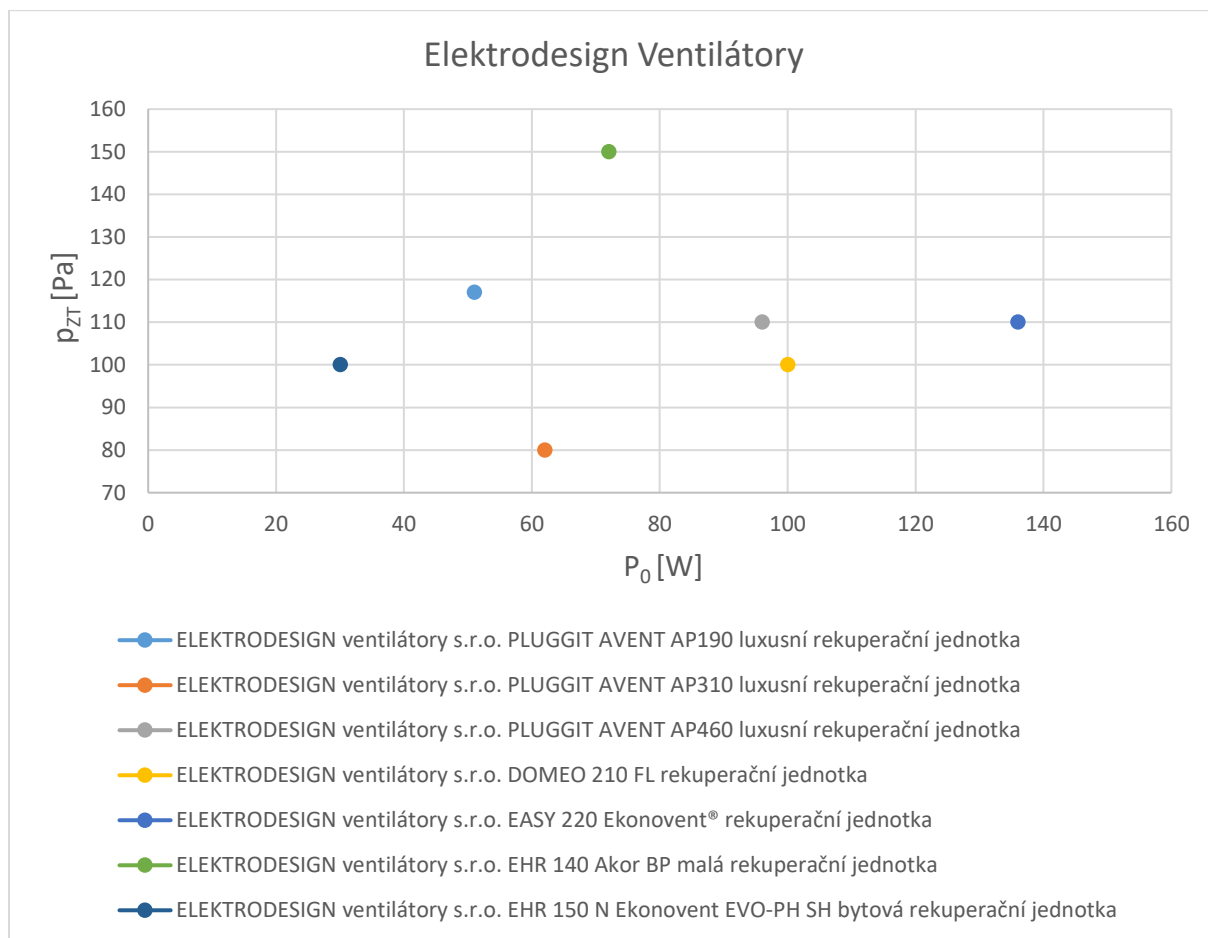
V kvalitě poskytovaných informací nepatří Elektrodesign ventilátory mezi nejlepší. Webové stránky jsou spíše pro odbornou veřejnost, grafy jsou špatně čitelné a není snadné z nich

získat potřebné informace. U některých jednotek chybí požadované informace, většinou chybí údaj o tlakové ztrátě při zadaném průtoku a příkonu. Nejednotné je také udávání hodnot, neboť u některých jednotek jsou zadány referenční hodnoty, u některých maximální provozní hodnoty. U některých jednotek je uváděna pouze jedna hodnota, u některých jednotek více hodnot. To prakticky znemožňuje porovnání jednotek mezi sebou. Výhodou je však velmi široká škála výrobků a mnoho konstrukčních řešení jednotek. Díky tomu by si měla být většina zákazníků schopna vybrat vhodnou jednotku. Pravděpodobně právě kvantita výrobků snižuje kvalitu uváděných technických listů u jednotlivých jednotek. Výhodou avšak je, že u většiny jednotek uvádí společnost graf účinnosti jednotky.

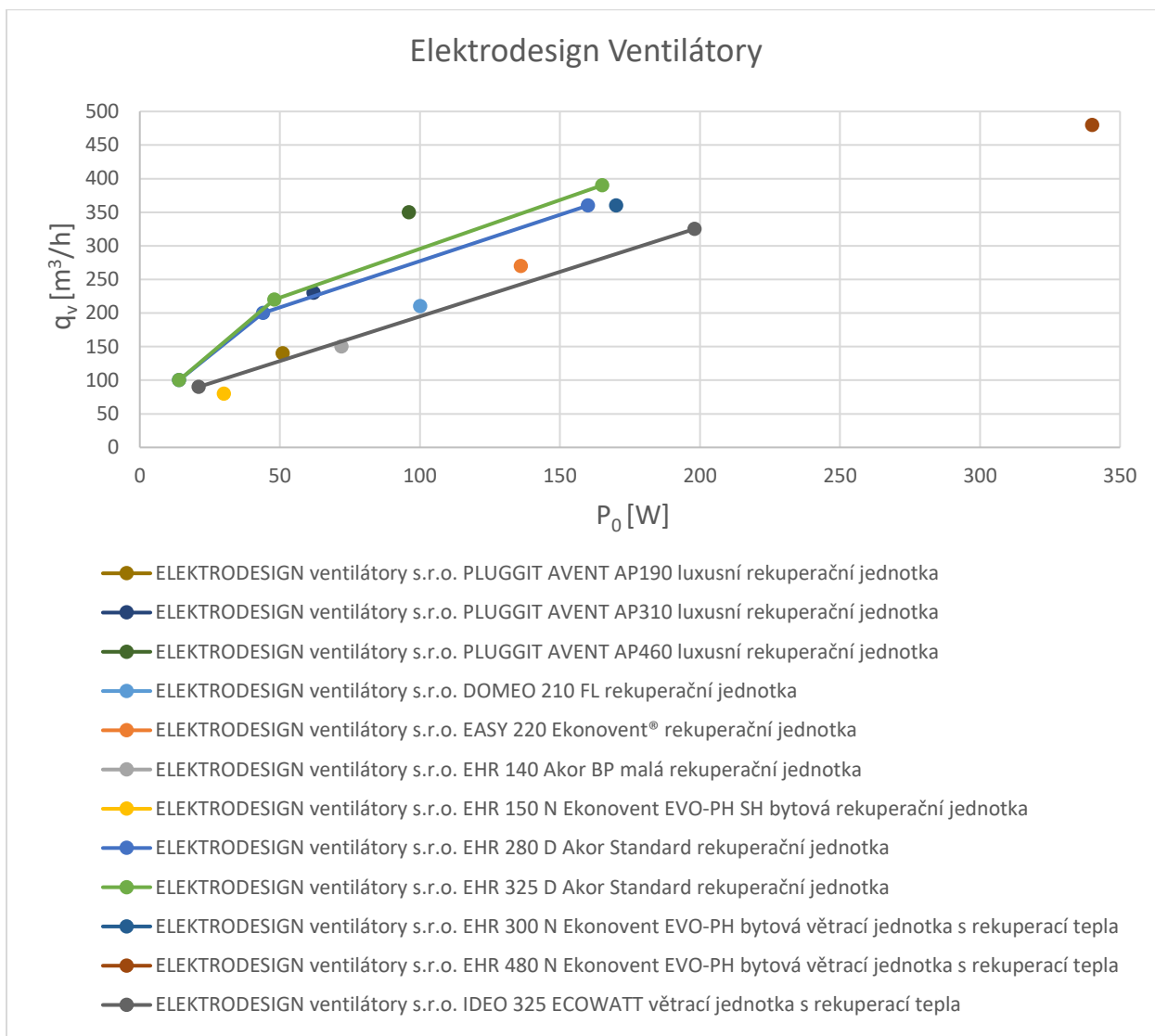
Graf 6: Závislost účinnosti ZZT  $\Phi$  [%] na průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] rekuperačních jednotek společnosti Elektrodesign Ventilátory



Graf 7: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Elektrodesign Ventilátory



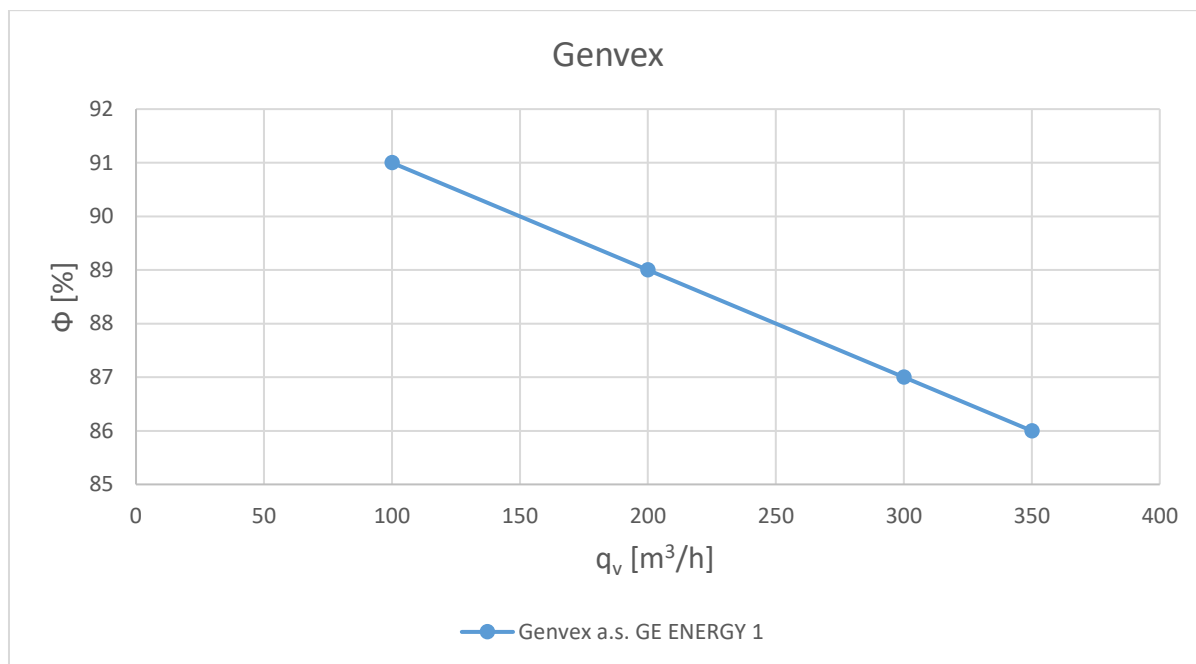
Graf 8: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Elektrodesign Ventilátory



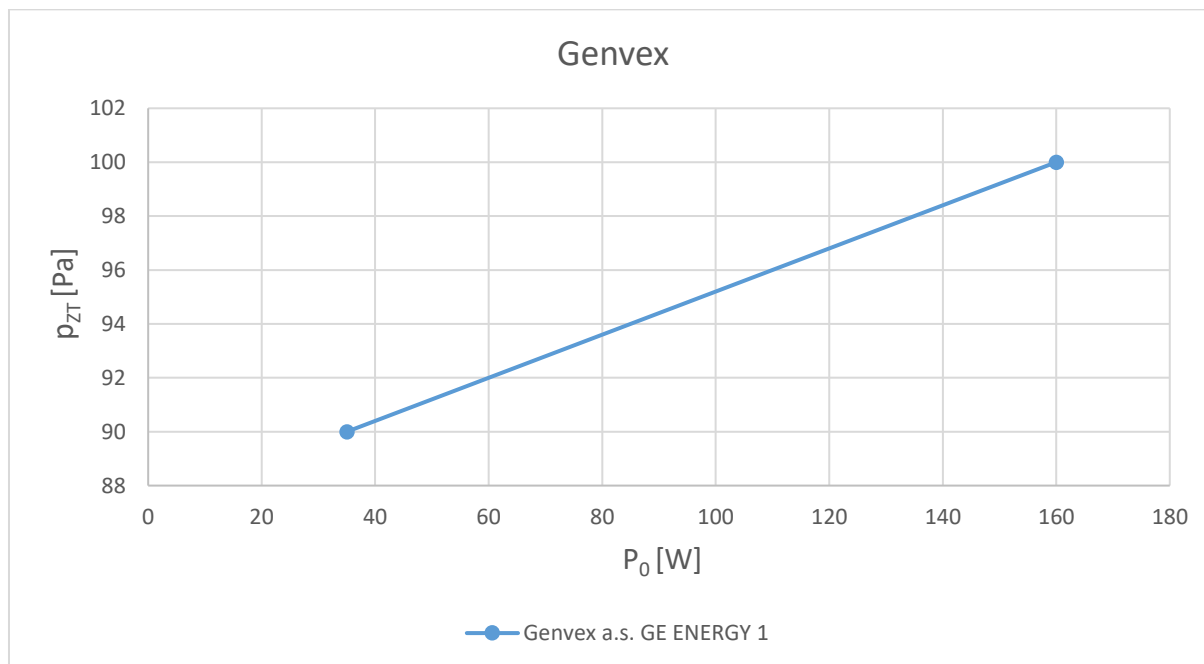
### 3.4 Genvex [16]

Technické údaje o jednotkách Genvexu jsou uvedeny pouze u jednotky GE Energy 1, u ostatních tyto údaje zcela chybí, neboť se Energy 2 a 3 odkazují na údaje jednotky Energy 1. Jednotky se od sebe vzájemně odlišují průtokem vzduchu, nejsou však zjistitelné konkrétní údaje o hodnotách průtoku. Genvex dále nabízí jednotku Genves GES Energy, u které technický list chybí úplně.

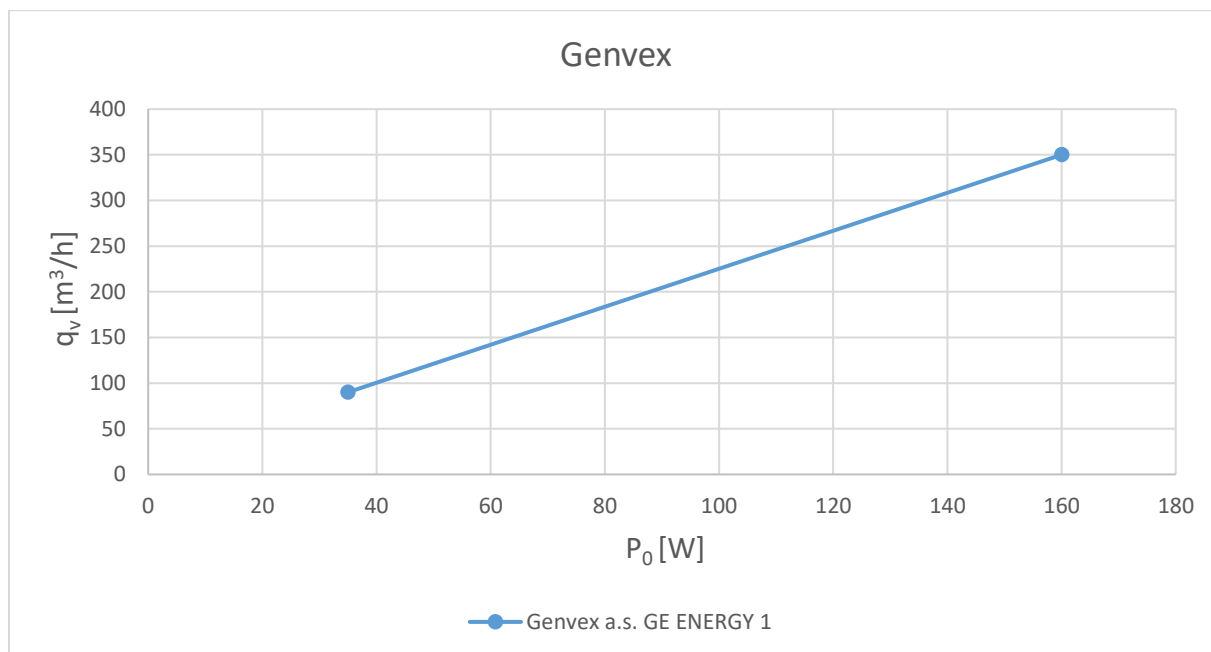
Graf 9: Závislost účinnosti ZZT  $\Phi$  [%] na průtoku vzduchu  $q_v$  [m<sup>3</sup>/h] rekuperačních jednotek společnosti Genvex



Graf 10: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Genvex



Graf 11: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] na příkonu  $P_0$  [ $W$ ] rekuperačních jednotek společnosti Genvex

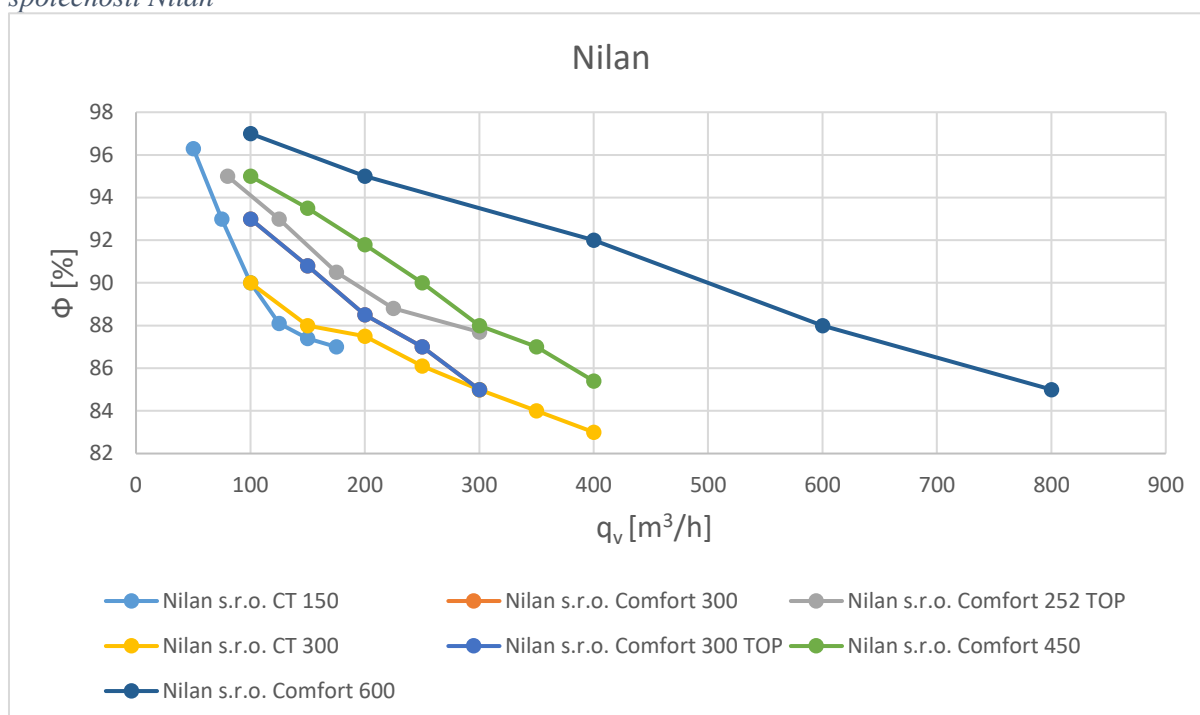


### 3.5 Nilan [17]

Společnost Nilan nabízí pro své zákazníky kvalitní informace o svých výrobcích, které jsou spíše zaměřeny na odbornější veřejnost, nikoliv pro úplné začátečníky v problematice (na rozdíl např. od společnosti Atrea). Nicméně webové stránky této společnosti lze řadit mezi lepší ve svém oboru.

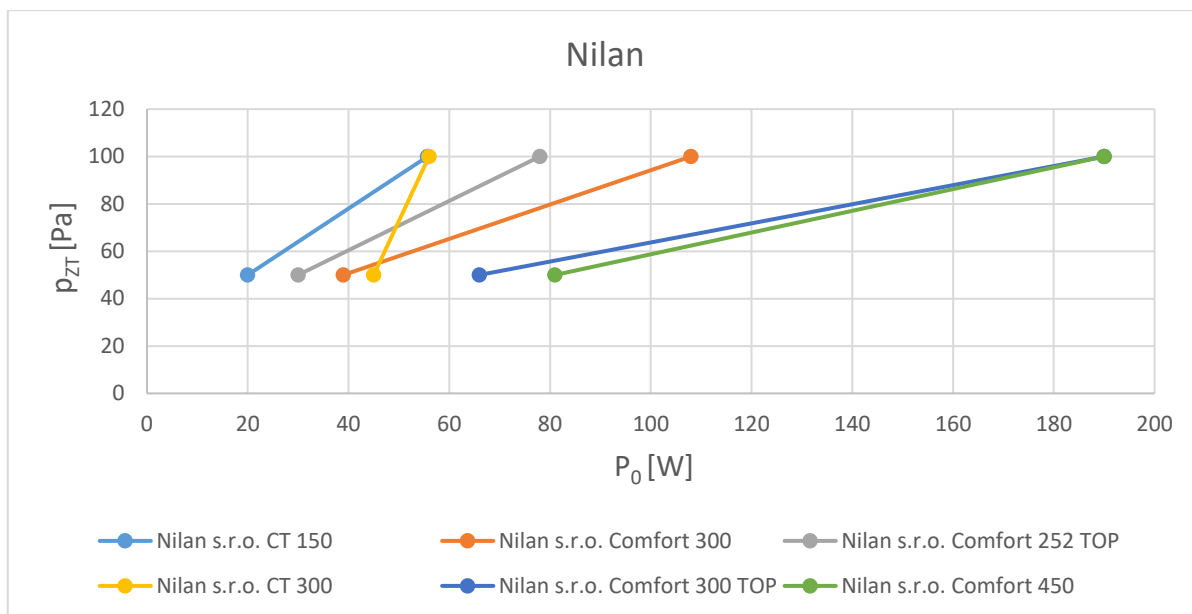
U jednotek Comfort 300 TOP a Comfort 300 výrobce udává stejné hodnoty účinnosti, proto jsou na grafu 6 křivky těchto jednotek totožné a překrývají se.

Graf 12: Závislost účinnosti ZZT  $\Phi$  [%] na průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] rekuperačních jednotek společnosti Nilan



Na grafech 7 a 8 již chybí znázornění jednotky Comfort 600, neboť výrobce neuvádí tabulky s potřebnými daty (tj. tlaková ztráta, příkon a průtok vzduchu).

Graf 13: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Nilan



Graf 14: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [m<sup>3</sup>/h] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Nilan



### 3.6 Paul [18]

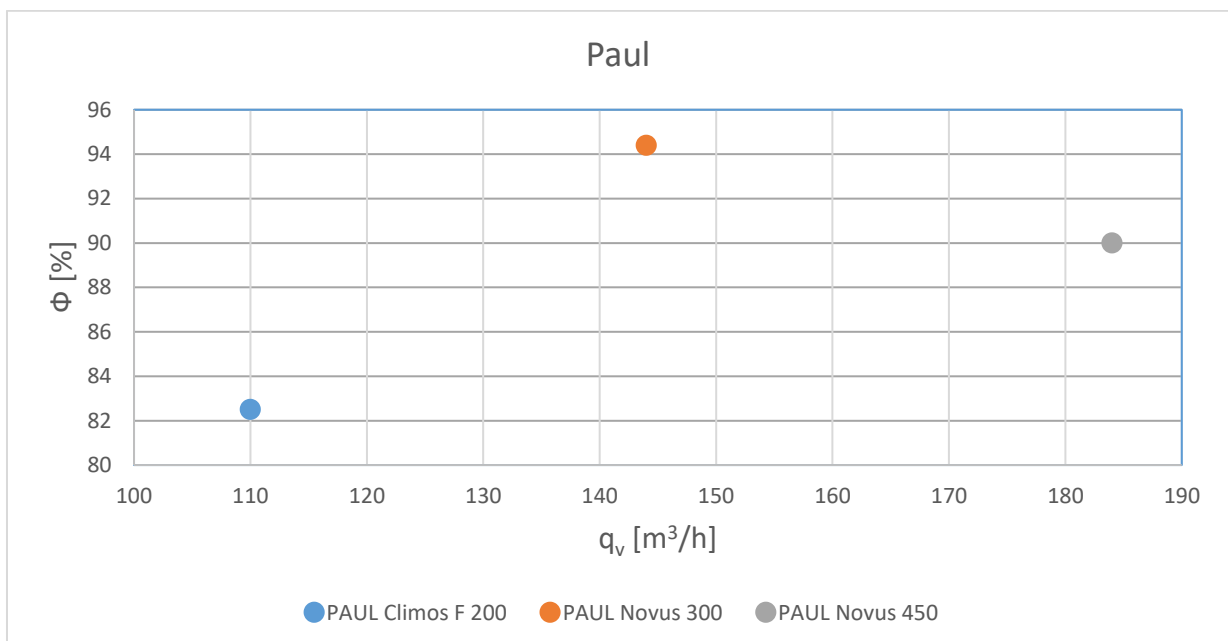
Webové stránky společnosti Paul (podobně jako Atrea) seznamují širokou veřejnost obecně s problematikou rekuperace. Paul nabízí celkem 4 jednotky: Climos F 200, Novus 300, 450 a Focus 200. Jednotka Climos F 200 je podstropní větrací jednotkou pro řízené větrání objektů, u které je požadována výměna vzduchu do 170 m<sup>3</sup>/h. Je vhodná zejména pro objekty bez technických místností, tedy pro byty, malé rodinné domy či kanceláře. Jednotky Novus 300 a 450 jsou nástěnné větrací jednotky, u kterých je požadována výměna vzduchu do 300



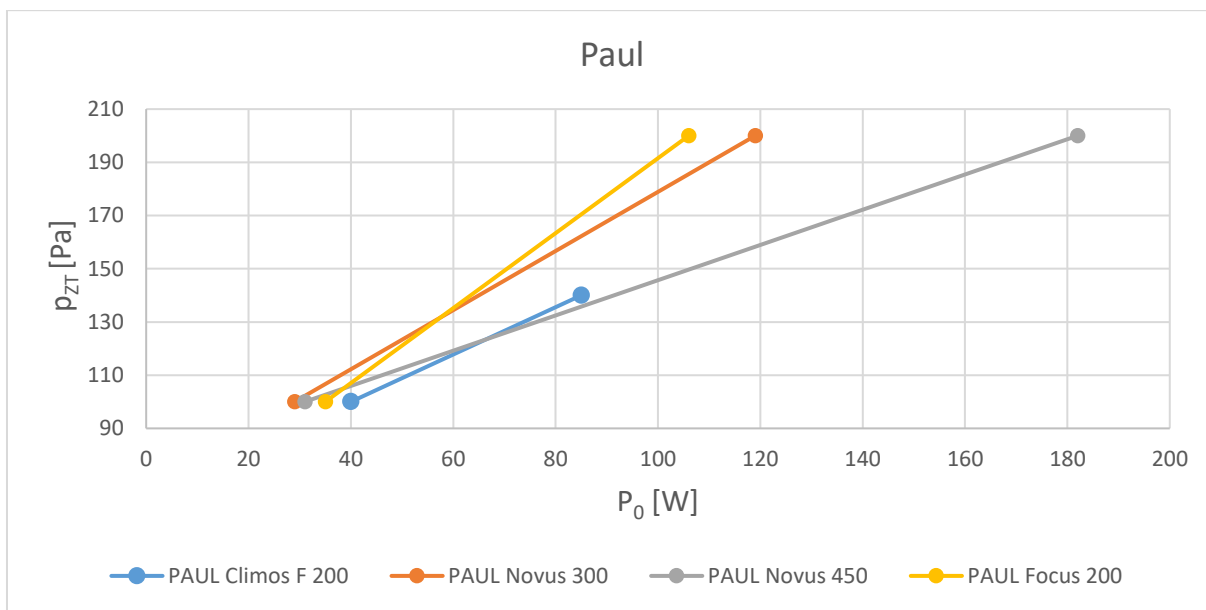
$\text{m}^3/\text{h}$ . Výhodou této jednotky je fakt, že je možné ji montovat v horizontální i vertikální poloze a dovybavit výměníkem pro zpětný zisk vlhkosti. Poslední sledovanou jednotkou je Focus 200, jež je jednotkou nástěnnou s požadavkem na výměnu vzduchu do  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ . Stejně jako Novus 300 a 450 je možné ji dovybavit výměníkem pro zpětný zisk vlhkosti.

Při různých průtocích a tlakových ztrátách znázorňuje v hlavních bodech příkony jednotky (síťový graf). Pro účely této bakalářské práce byly vybrány hodnoty při  $100 \text{ Pa}$  a  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  a dále maximální hodnoty tlakové ztráty a průtoku. Účinnost je však výrobcem vyjádřena pouze jednotlivými body, tedy při určitém průtoku. U jednotky Focus 200 úplně chybí údaj o účinnosti.

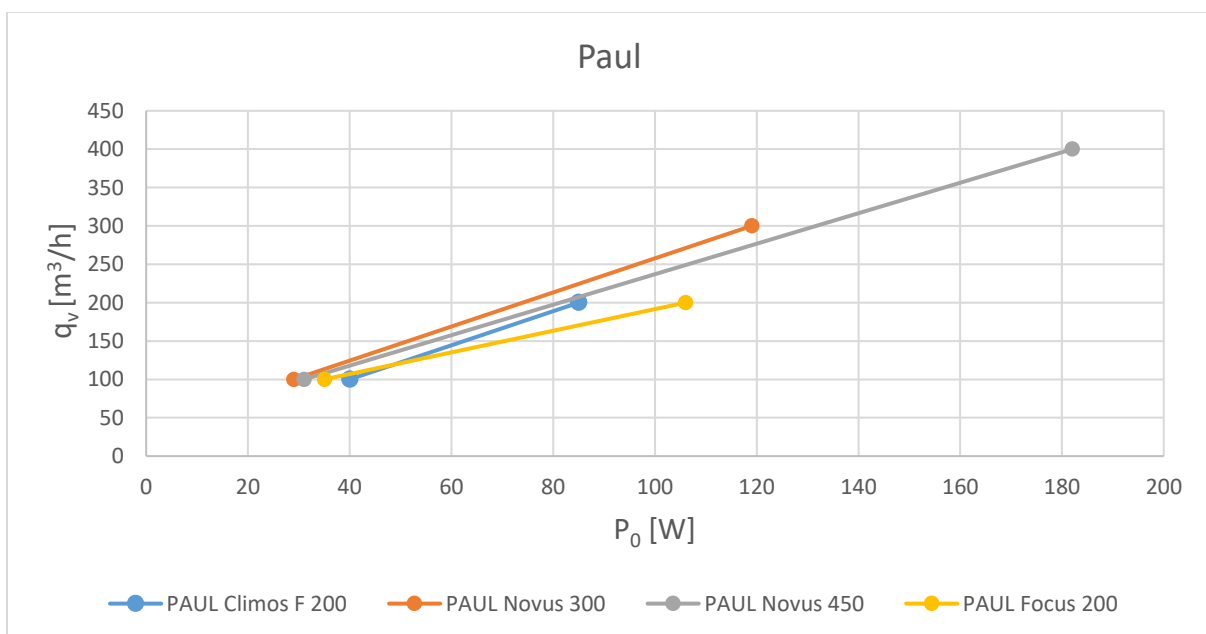
Graf 15: Závislost účinnosti ZZT  $\Phi$  [%] na průtoku vzduchu  $q_v$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] rekuperačních jednotek společnosti Paul



Graf 16: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Paul



Graf 17: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Paul



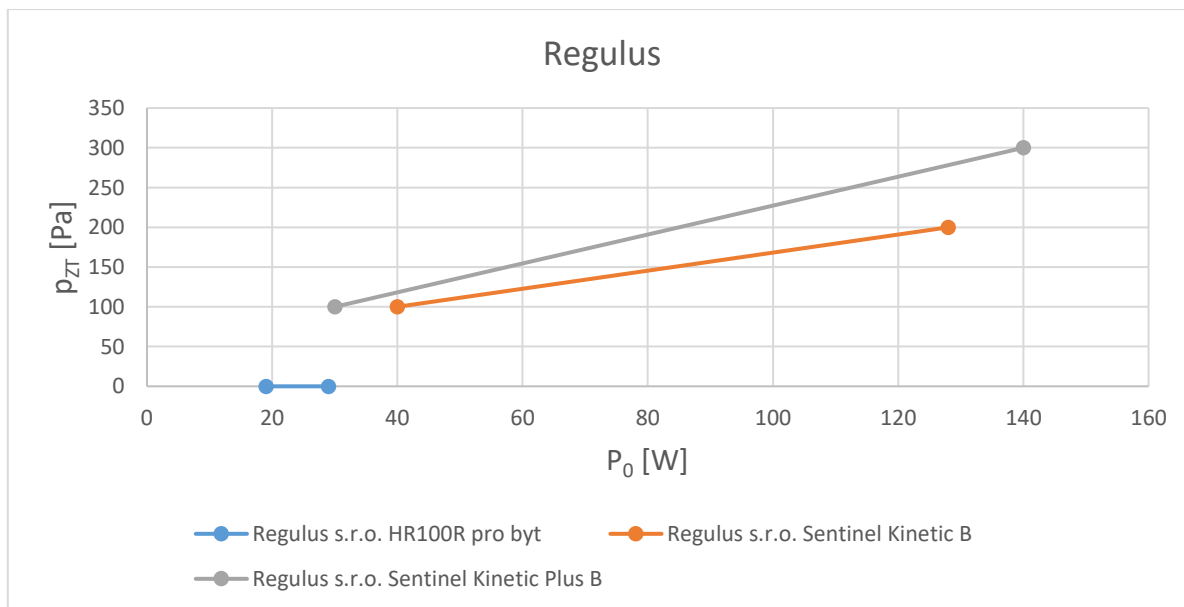
### 3.7 Regulus [19]

Regulus rovněž seznamuje i neodbornou veřejnost s problematikou zpětného získávání tepla, např. pomocí videí, a radí zákazníkovi, jak správně navrhnout systém zpětného získávání tepla. Nabízí celkem tři rekuperační jednotky: HR 100R, Sentinel Kinetic B a Sentinel Kinetic Plus B.

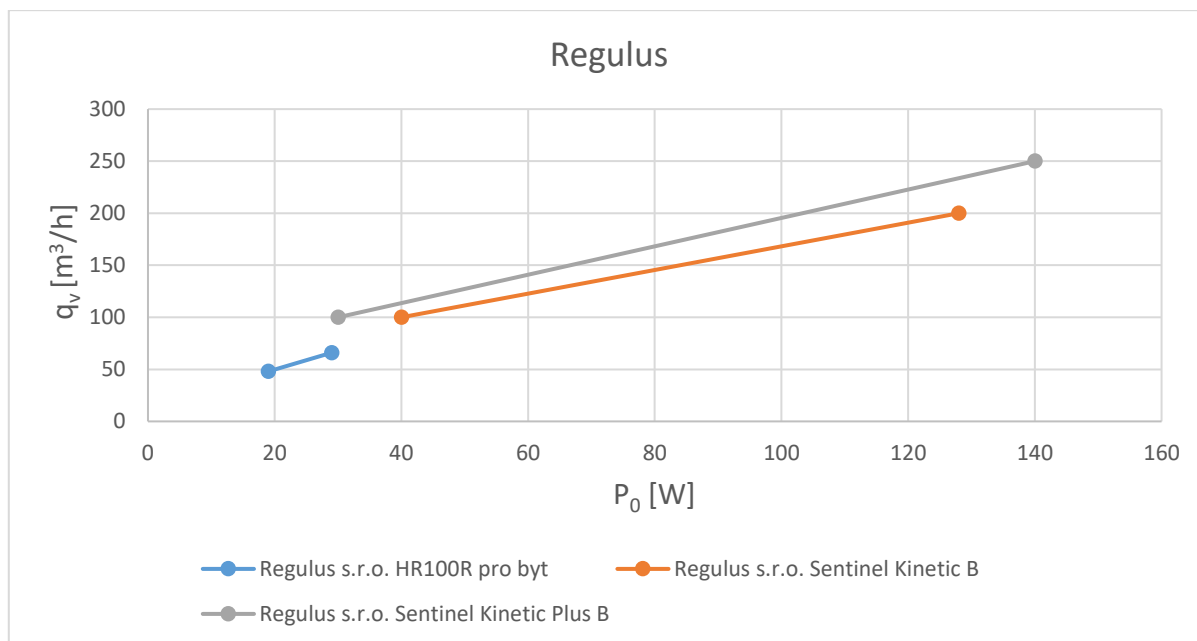
HR 100 R je centrální jednotka určená pro větrání menších bytů či místností a má pouze dva režimy chodu (nízký a vysoký). Nejčastěji je instalována do stropního podhledu či na půdu. Sentinel Kinetic B je určena pro byty do rozlohy 200 m<sup>2</sup> a je vybavena vestavěným letním bypassem. Instaluje se na stěnu v technické místnosti, případně na podlahu v půdním prostoru. Sentimel Kinetic Plus B je jednotka určená pro byty s obytnou plochou do 350 m<sup>2</sup>. Stejně jako předchozí jednotka je instalována na stěnu v technické místnosti nebo na podlahu půdy. Obě jednotky jsou prostorově nenáročné a mají malou hlučnost.

Společnost Regulus uvádí pouze účinnost rekuperace bez udání průtoku vzduchu při dané účinnosti. Zákazníkovi tedy chybí podstatná informace, stejně jako autorovi této bakalářské práce, neboť bez těchto dat nebylo možné vytvořit graf závislosti účinnosti ZZT na průtoku vzduchu. U jednotky HR100R je uveden průtok vzduchu a příkon při nulové tlakové ztrátě, což odpovídá hodnotám jednotky nepřipojené k soustavě rozvodů. Jako jeden z mála výrobců uvádí výkonové křivky, ze kterých zákazník může vyčíst orientační hodnoty příkonů při různých režimech provozu. Vyčíst jdou však pouze orientační hodnoty, proto není níže zaznamenaná celá křivka, neboť by nebyla zcela přesná.

Graf 18: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Regulus



Graf 19: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Regulus



### 3.8 Systemair [20]

Velkou výhodou této společnosti je systém, který na svých webových stránkách zákazníkovi nabízí. U každé jednotky si může zákazník vytvořit výkonovou křivku podle svých požadovaných parametrů. Z diagramu je poté patrná výkonová křivka jednotky a pracovní oblast jednotky. Dále systém vypočítá hladinu akustického výkonu (při stanoveném hlukovém filtru) a další parametry. Podobně jako systém společnosti Atrea také počítá s teplotami na vstupu a výstupu, což umožní spočítat účinnost jednotky (neuvádí však grafické znázornění účinnosti).

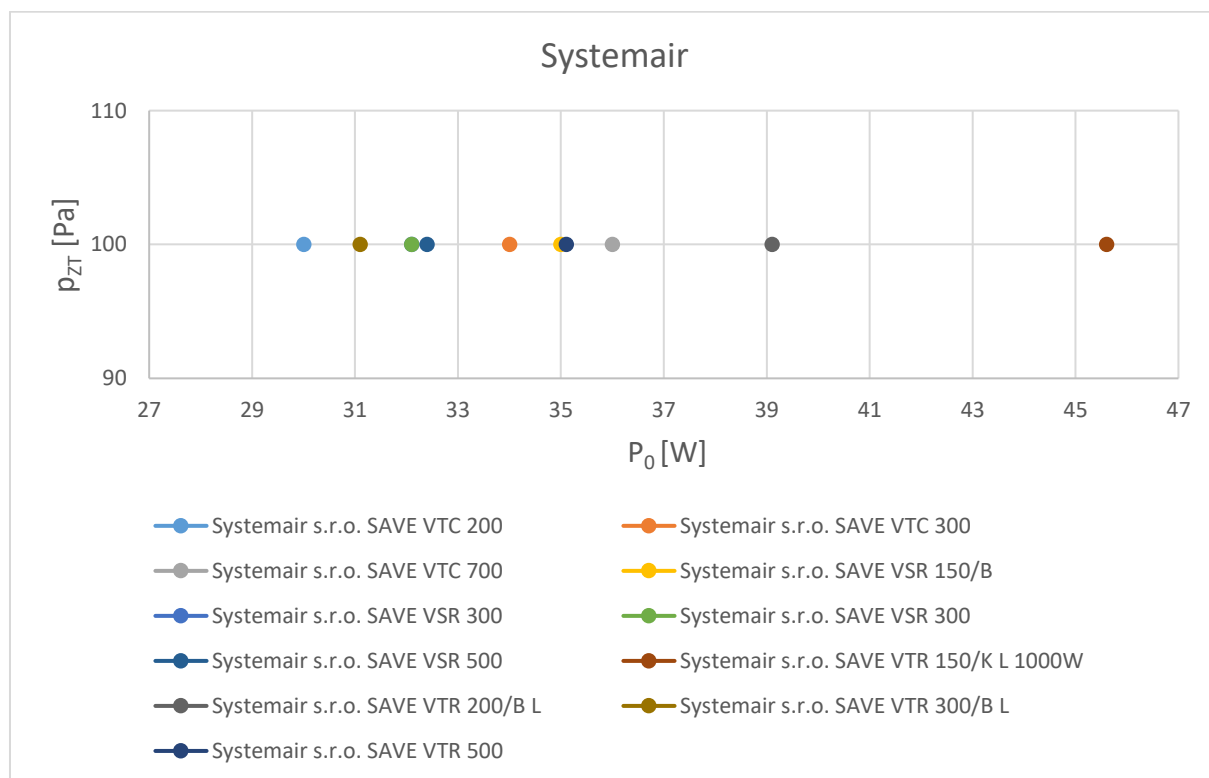
Společnost Systemair nabízí na svých stránkách rozdělení jednotek na rezidenční jednotky s protiproudým, rotačním a deskovým výměníkem. Dále jsou jednotlivé jednotky rozdělení podle toho, zda jsou umístěny horizontálně, vertikálně nebo v případě rotačních výměníků do podhledu. Jednotky s deskovým výměníkem jsou na stránkách nabízeny, nicméně podle informací nesplňují normu Erp 125 a již nesmí být prodávány na území Evropské unie a projektantům není doporučeno vkládat je do projektů. Proto ani v této bakalářské práci nebudou nijak blíže popsány.

Rezidenčních jednotek s protiproudým výměníkem je celkem nabízeno šest, nicméně prakticky existují tři druhy, kdy se od sebe jednotky liší pouze konstrukčním provedením. Jsou tedy nabízeny jednotky SAVE VTC 200L/R, SAVE VTC 300 L/R a SAVE VTC 700

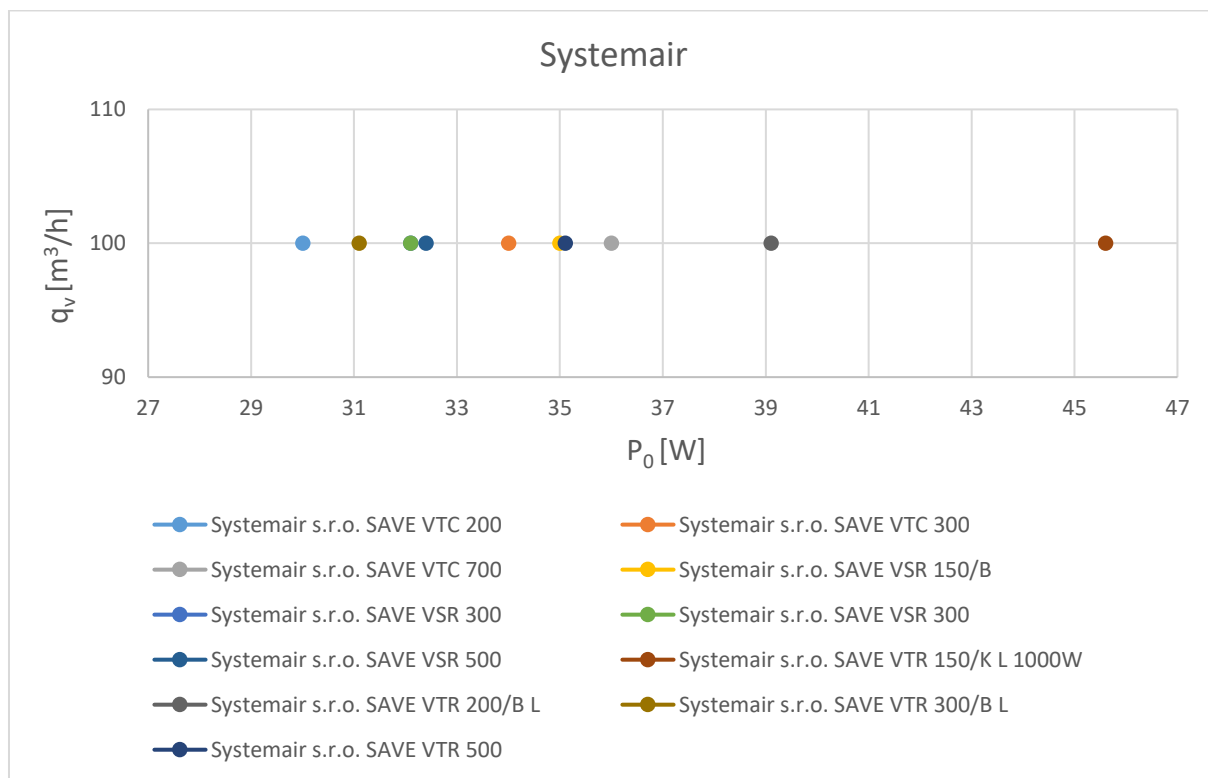
L/R. Tyto jednotky mají maximální vzduchový výkon až 900 m<sup>3</sup>/h při 100 Pa. Pro účely této práce byly u jednotek vybrány referenční hodnoty při 100 Pa a 100m<sup>3</sup>/h.

Rezidenční jednotky s rotačním výměníkem mají různá provedení pro montáž na stěnu, do podkroví, podhledu či kuchyňské linky a jejich vzduchový výkon se pohybuje mezi 140-600 m<sup>3</sup>/h. Také u některých těchto jednotek je poznámka, že produkce byla ukončena (např. X-SAVE VSR 150/B). Jednotky s vertikálním připojením je celkem nabízeno 14, nicméně 4 základní typy – jednotky se od sebe odlišují konstrukčně i vzhledově (např. materiálem), výkonem přehříváče. Některé z těchto jednotek jsou také navíc vybaveny digestoří do kuchyní. Rekuperační výměníky jsou poháněny motory s velmi nízkými příkony (např. min. 5W). Jednotky s horizontálním připojením jsou nabízeny pouze dvě (SAVE VSR 300 a 500), nenabízí tedy tolik variability jako jednotky s vertikálním připojením. Pro menší domy a byty je určena jednotka určena do podhledu – SAVE VSR 150/B.

Graf 20: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Systemair



Graf 21: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Systemair

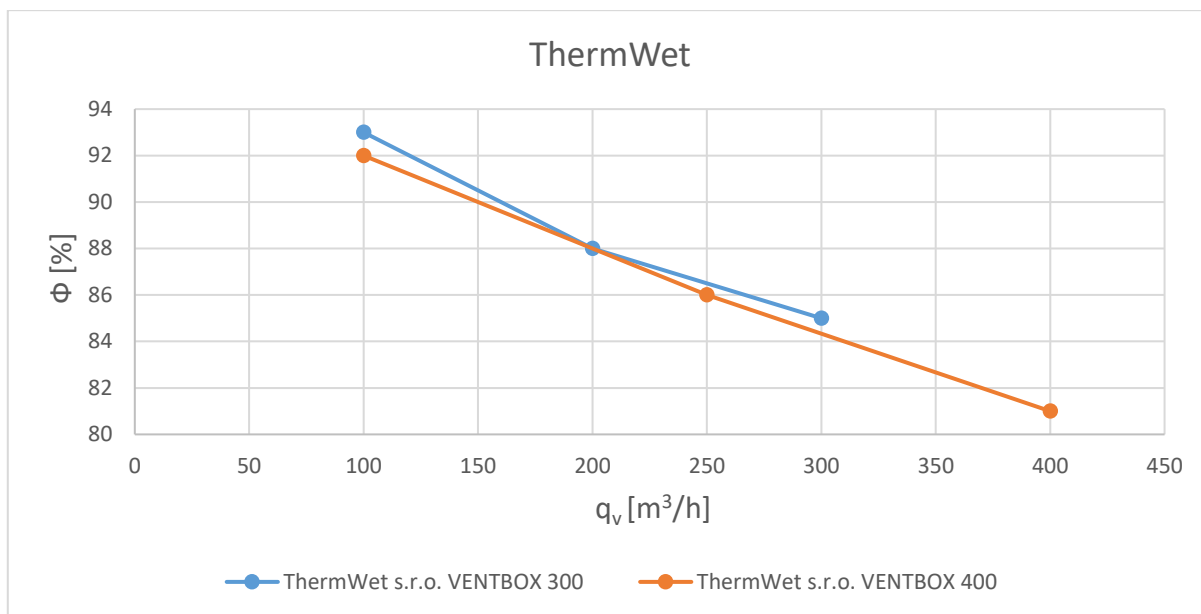


### 3.9 ThermWet [21]

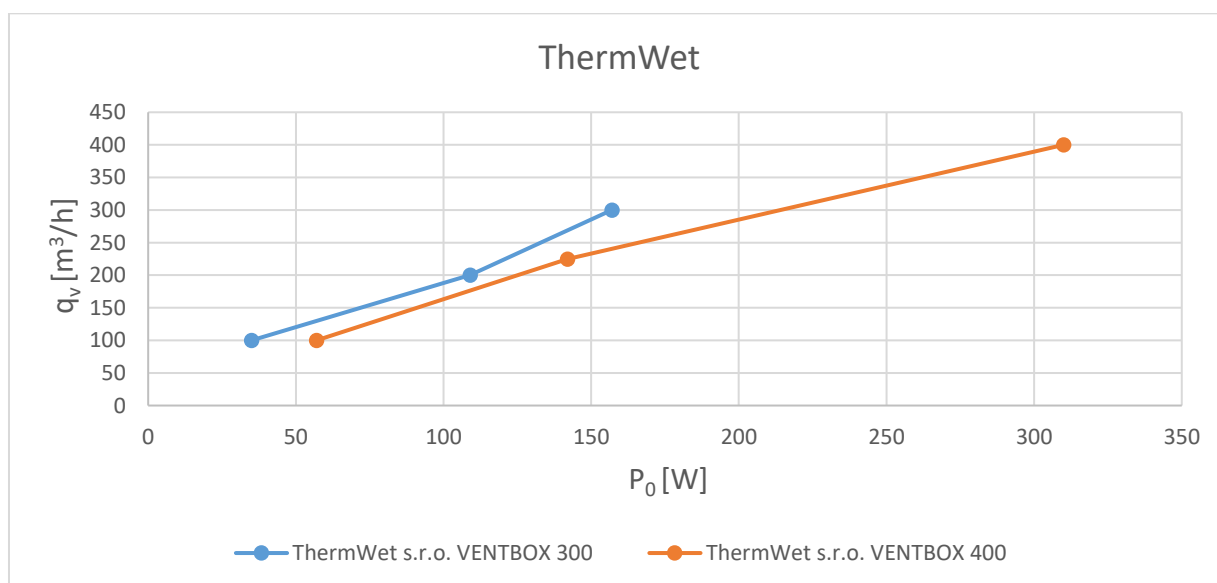
ThermWet seznamuje zákazníky pouze okrajově s principem rekuperace, nabízí však podrobné informace o nabízených jednotkách. Porovnávány budou dvě jednotky: Ventbox 300 a 400. U všech jednotek udává výrobce velmi podrobný popis technických parametrů včetně obrazových příloh, které umožní bližší poznání jednotek. Ventbox 300 je instalována pouze ve svislé poloze, doporučená výměra obytného prostoru je do 200 m<sup>2</sup> a patří mezi nejefektivnější zařízení na trhu díky zařazení do energetické třídy A. Ventbox 400 je jednotka určena pro obytné prostory do 300 m<sup>2</sup>, je rovněž instalována ve svislé poloze a patří do energetické třídy A.

Společnost ThermWet uvádí různé hodnoty příkonu a průtoku, což lze hodnotit kladně v porovnání s jinými výrobci, bohužel však neuvádí, při jaké tlakové ztrátě jsou dané hodnoty. Z toho důvodu chybí graf závislosti tlakové ztráty na příkonu.

Graf 22: Závislost účinnosti ZZT  $\Phi$  [%] na průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] rekuperačních jednotek společnosti ThermWet



Graf 23: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti ThermWet



### 3.10 Vailant [22]

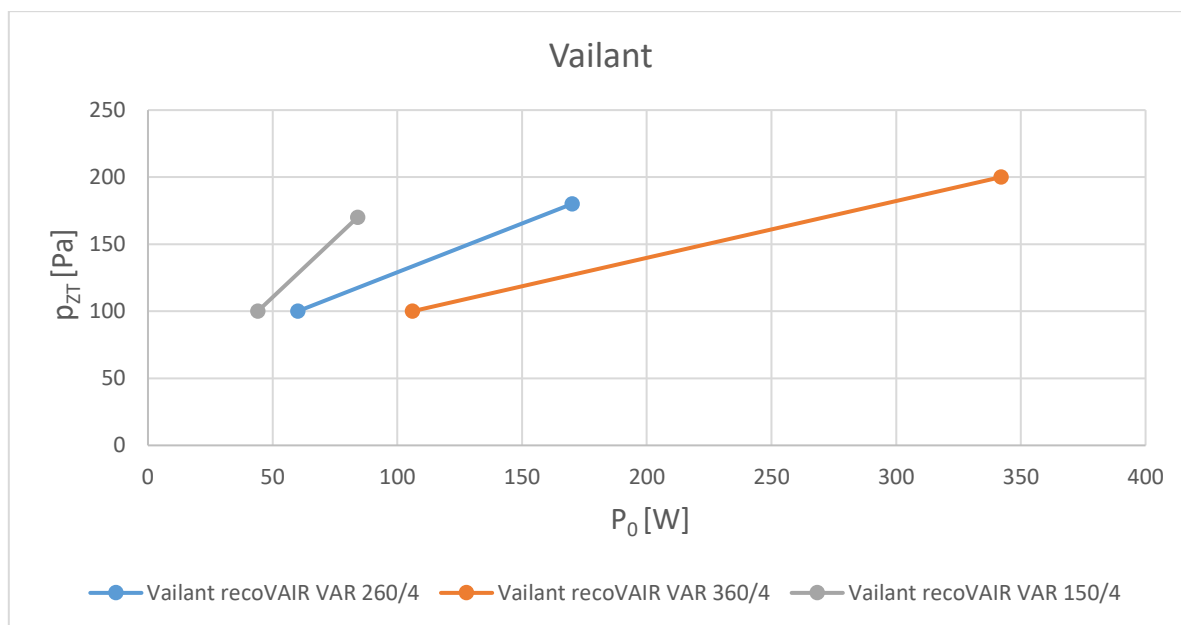
Společnost Vailant vůbec neposkytuje zákazníkovi obecné informace o rekuperaci, ale rovnou seznamuje s nabízenými jednotkami. Porovnáváné jednotky jsou recoVAIR VAR 260/4, 360/4 a 150/4.

RecoVAIR VAR 260/4 je křížovo-protiproudý výměník, který je určen pro svislou montáž na zeď. RecoVAIR 360/4 má stejné charakteristiky jako 260/4, odlišují se v maximálním

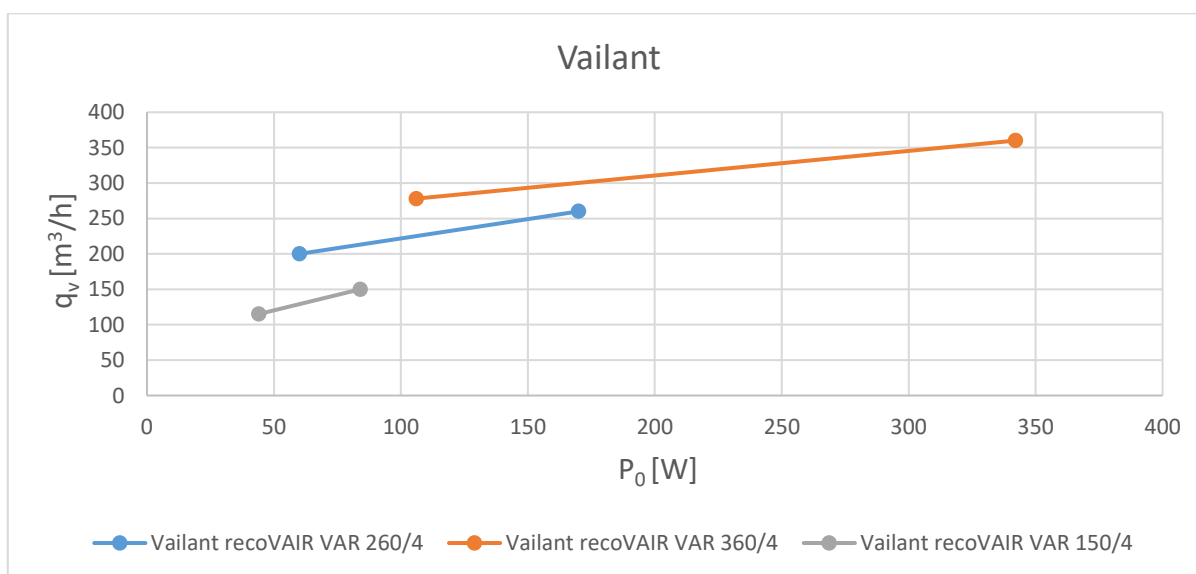
průtoku vzduchu. Zatímco 260/4 nabízí maximální průtok 260 m<sup>3</sup>/h při 180 Pa (až cca 190 m<sup>2</sup>), 360/4 nabízí maximálně 360 m<sup>3</sup>/h při 200 Pa (až cca 300 m<sup>2</sup>).

Vailant podobně jako Regulus a další uvádí hodnoty účinnosti bez daného průtoku. Neuvádí závislosti v podobě grafů, ale tabulkově pro jednotlivé režimy pracovní jednotky. Pro zákazníka je tato varianta poměrně přehledná, ale opět i zde chybí informace doplňující charakteristiky jednotky a tím neumožňuje dokonalou představu o fungování jednotky.

Graf 24: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Vailant



Graf 25: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [m<sup>3</sup>/h] na příkonu  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Vailant



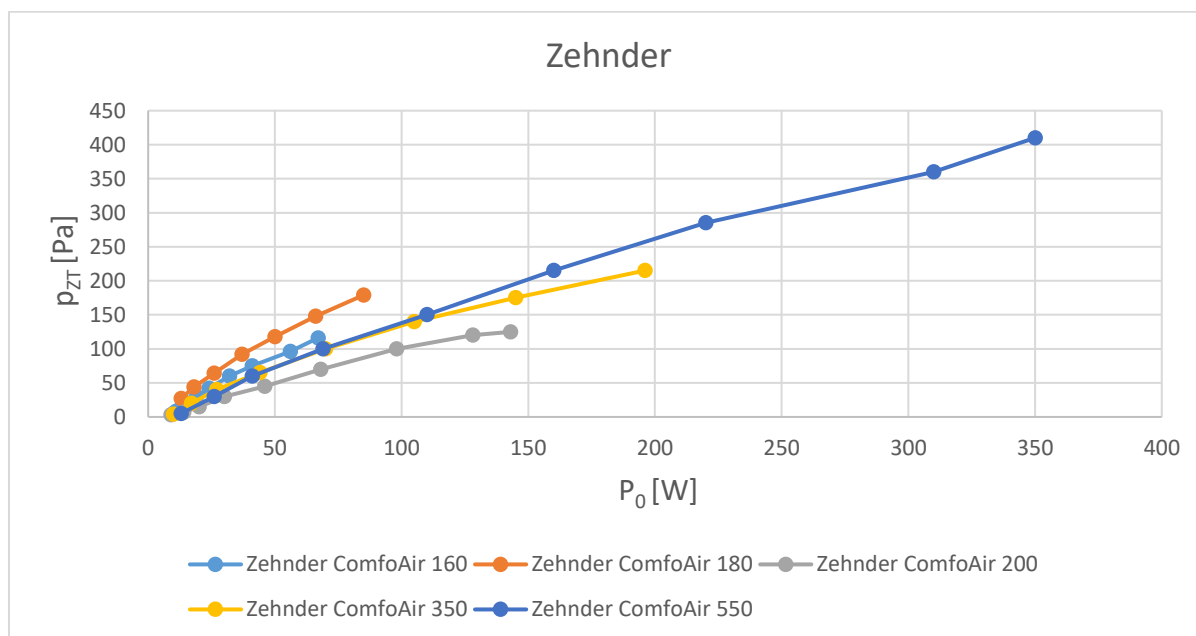


### 3.11 Zehnder [23]

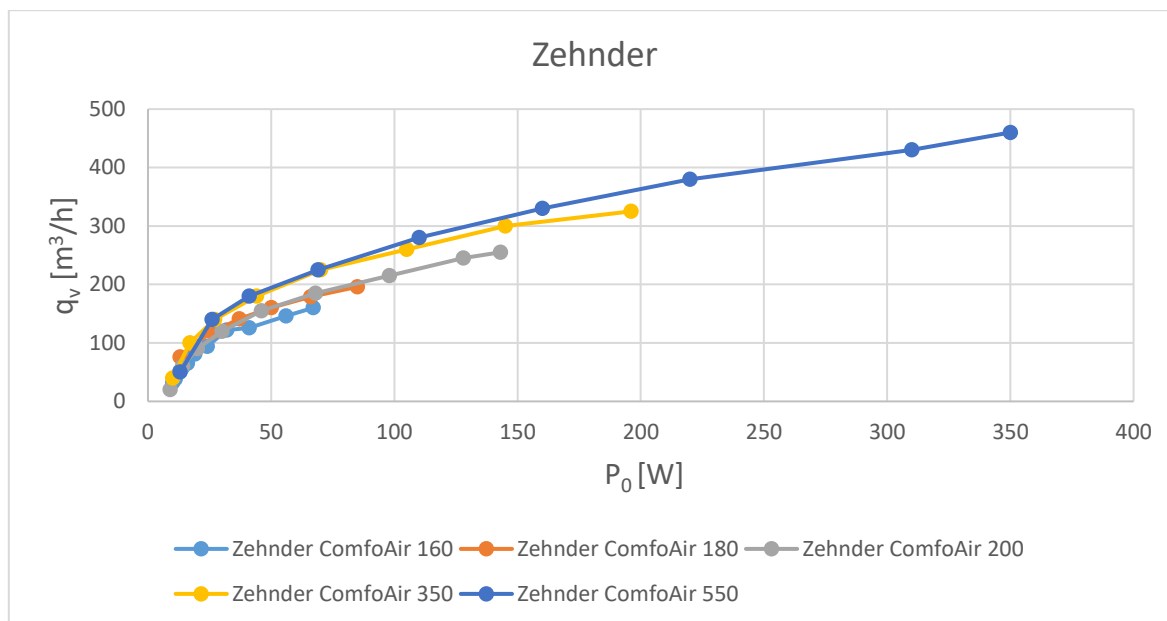
Zehnder nabízí poměrně širokou škálu větracích jednotek centrálních i decentrálních. Centrálních jednotek s průtokem vzduchu do 800 m<sup>3</sup>/h nabízí celkem 9, pro účely této práce bylo vybráno pouze 5 jednotek: ComfoAir 160, 180, 200, 350 a 550. U ostatních jednotek chybí technická specifikace. Porovnávané jednotky se liší maximálním průtokem vzduchu při tlakové ztrátě 100 Pa.

Společnost Zehnder uvádí účinnost u svých jednotek 95 %, ale zároveň tvrdí, že tato hodnota odpovídá nejnižším průtokům a nejnižším tlakovým ztrátám. Tyto hodnoty jsou však prakticky v běžném provozu nedosažitelné a pro hodnocení jednotky tedy bezpředmětné. Opět tak není možné vytvořit graf závislosti účinnosti na průtoku vzduchu. Další data naopak uvádí velmi precizně, hodnoty průtoků, příkonů a tlakových ztrát jsou znázorněny graficky a v tabulce a zákazníkovi umožňují vytvořit si velmi dobrý obraz o dané jednotce. Uvádí také několik hodnot při různých režimech, čímž se značně odlišuje od konkurenčních společností, které většinou uvádí pouze referenční a maximální hodnoty. Společnost Zehnder lze tedy v celkovém součtu hodnotit jako jednu z nejlepších pro orientaci zákazníka.

Graf 26: Závislost tlakové ztráty  $p_{zT}$  [Pa] na příkonu ventilátoru  $P_0$  [W] rekuperačních jednotek společnosti Zehnder

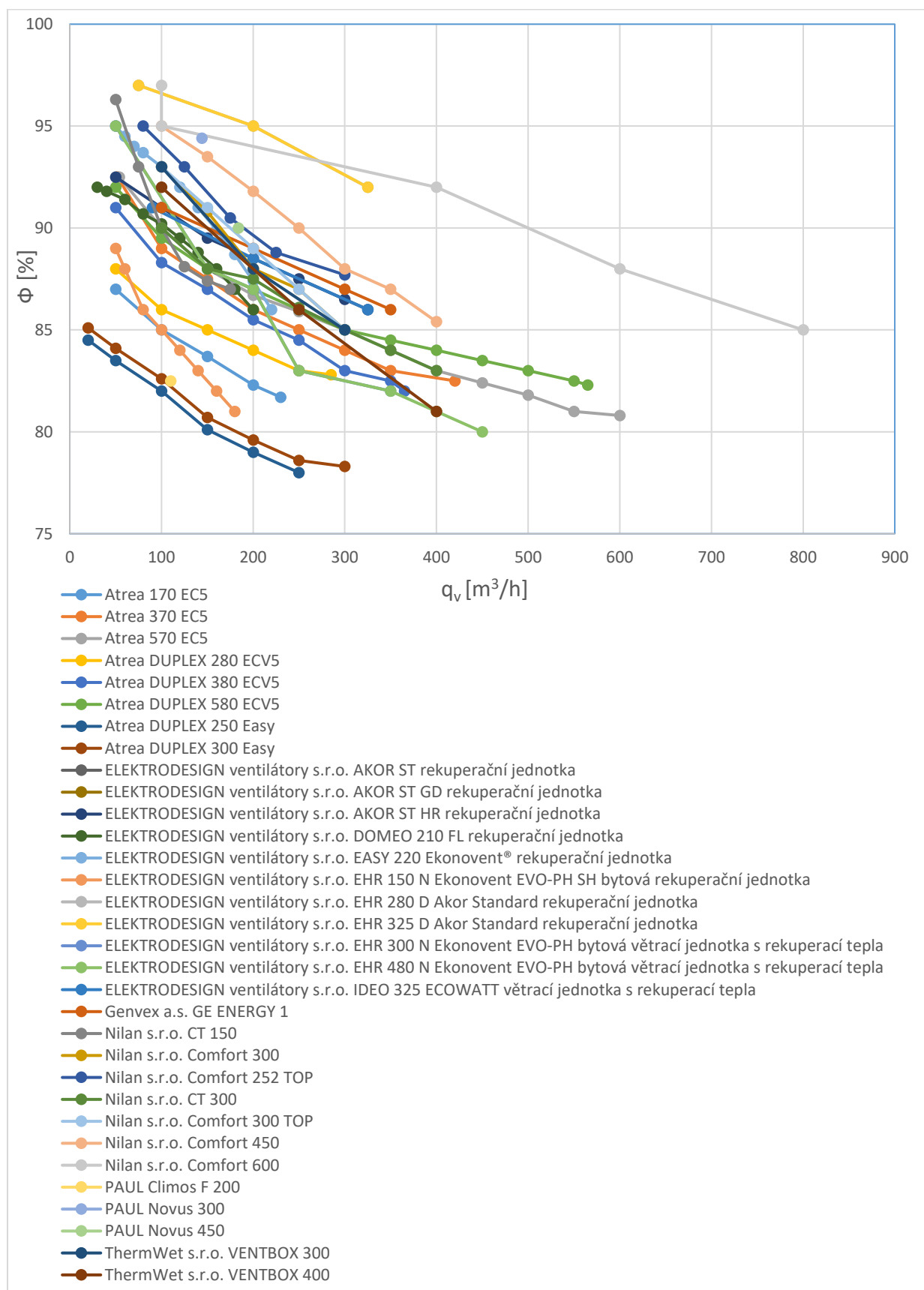


Graf 27: Závislost průtoku vzduchu  $q_v$  [ $m^3/h$ ] na příkonu  $P_0$  [ $W$ ] rekuperačních jednotek společnosti Zehnder



Na následujícím grafu je znázorněno porovnání všech rekuperačních jednotek na trhu, u kterých výrobci uvádí hodnotu účinnosti při daném průtoku vzduchu. Některé jednotky, přesněji řečeno výrobci či prodejci, nejsou v tomto grafu vůbec zastoupeny, protože neuvádějí účinnost pro určitý průtok vzduchu. Dále výrobci uvádějí většinou jen pro ně výhodou zvolenou referenční hodnotu příkonu, nebo jen hodnoty příkonu pro maximální průtok vzduchu. Nelze tedy jednoznačně říci, která jednotka je horší či lepší než ostatní. Zákazník si tak nemůže vytvořit ucelený obraz o situaci na trhu, výrobcům a prodejcům lze tedy pouze doporučit, aby upřesnili a doplnili chybějící informace a tím usnadnili zákazníkovi výběr požadované jednotky podle jeho potřeb. V tomto ohledu lze velmi kladně hodnotit systém společnost Systemair a Atrea, který zákazníkovi poskytne veškeré parametry jednotky podle jeho požadavků.

Graf 28: Přehled všech jednotek na trhu, závislost účinnosti ZZT na průtoku vzduchu



## Závěr

Větrání obytných budov je stále diskutovanějším tématem zejména kvůli zvyšujícímu se podílu času, který lidé tráví uvnitř prostor, a tím větší náchylnosti k populačním nemocem jako je např. astma. Kvalitní odvětrávání prostor je tak u nově stavěných budov prakticky nutností a také u přestavby starších domů je kladen důraz na zajištění co největšího odvětrávání. Zároveň ruku v ruce s výše uvedeným rostou nároky na pokles nákladů na vytápění, díky čemuž se rozšiřují tzv. rekuperační jednotky, tedy jednotky se zpětným získáváním tepla.

Na českém trhu se vyskytuje přibližně desítku výrobců či prodejců, kteří mají ve svém portfoliu rekuperační jednotky se zpětným získáváním tepla. Některé společnosti jsou čistě českými firmami (Atrea, Elektrodesign aj.), ostatní firmy jsou zahraniční (např. Nilon). Některé společnosti na svých webových stránkách seznamují zákazníky teoreticky s problematikou rekuperace (Atrea), čímž oslovují i neodbornou veřejnost. Obecně je však problém s neúplností informací poskytovaných výrobcí. Velmi často chybí hodnoty průtoku při udané účinnosti, případně jsou udávány pouze maximální či referenční hodnoty. To značně znemožňuje zákazníkovi orientaci v rekuperačních jednotkách a jejich porovnání. V některých případech si ani není schopen zjistit příkon, tlakovou ztrátu či účinnost pro svoje konkrétní podmínky. Někteří výrobci či prodejci uvádí grafy závislosti sledovaných parametrů, ze kterých však lze pouze orientačně odečíst požadované hodnoty. Tato fakta se odráží i v této bakalářské práci, neboť chybějící informace (případně i odlišně zadané informace) znemožňují vytvoření uceleného porovnání jednotek na trhu. Mezi společnostmi, které mají poměrně kvalitně zpracované údaje o svých jednotkách, patří Atrea, Nilan, Zehnder a v neposlední řadě také Systemair.

## Seznam grafů, obrázků a tabulek

Graf 1: Závislost účinnosti ZZT [%] na průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h]rekuperačních jednotek společnosti Atrea .....	30
Graf 2: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W]rekuperačních jednotek společnosti Atrea .....	31
Graf 3: Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Atrea .....	31
Graf 4: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Brink Climate Systems .....	33
Graf 5:Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Brink Climate Systems .....	33
Graf 6:Závislost účinnosti ZZT [%] na průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h]rekuperačních jednotek společnosti Elektrodesign Ventilátory.....	34
Graf 7: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Elektrodesign Ventilátory.....	35
Graf 8:Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Elektrodesign Ventilátory .....	36
Graf 9:Závislost účinnosti ZZT [%] na průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h]rekuperačních jednotek společnosti Genvex .....	37
Graf 10: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Genvex .....	37
Graf 11:Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Genvex .....	38
Graf 12: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Nilan .....	39
Graf 13:Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Nilan .....	40
Graf 14:Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Nilan .....	40
Graf 15: Závislost účinnosti ZZT [%] na průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h]rekuperačních jednotek společnosti Paul.....	41
Graf 16:Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Paul.....	42

Graf 17: Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Paul.....	42
Graf 18: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Regulus.....	43
Graf 19: Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Regulus.....	44
Graf 20: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Systemair.....	45
Graf 21: Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Systemair.....	46
Graf 22: Závislost účinnosti ZZT [%] na průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] rekuperačních jednotek společnosti ThermWet.....	47
Graf 23: Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti ThermWet.....	47
Graf 24: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Vailant.....	48
Graf 25: Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Vailant.....	48
Graf 26: Závislost tlakové ztráty [Pa] na příkonu ventilátoru [W] rekuperačních jednotek společnosti Zehnder.....	49
Graf 27: Závislost průtoku vzduchu [m <sup>3</sup> /h] na příkonu [W] rekuperačních jednotek společnosti Zehnder.....	50
Graf 28: Přehled všech jednotek na trhu, závislost účinnosti ZZT na průtoku vzduchu .....	51
Obrázek 1: Schéma deskového výměníku s křížovým proudem .....	19
Obrázek 2: Schéma deskového výměníku s protiproudem .....	20
Obrázek 3: Schéma a fotografie rotačního regeneračního výměníku .....	23
Obrázek 4: Výpočet úspory tepla při použití rekuperace při teplotě venkovního vzduchu 15°C .....	29
Obrázek 5: Výpočet úspory tepla při použití rekuperace při teplotě venkovního vzduchu -20°C.....	29

Tabulka 1: Požadavky na větrání obytných budov podle ČSN EN 15665/Z1 .....	12
Tabulka 2: Účinky CO <sub>2</sub> na lidský organismus .....	13
Tabulka 3: Výhody a nevýhody deskových výměníků .....	19
Tabulka 4: Výhody a nevýhody trubkových výměníků .....	20
Tabulka 5: Výhody a nevýhody výměníků s přirozeným oběhem chladiva .....	21
Tabulka 6: Výhody a nevýhody rotačního regeneračního výměníku.....	23
Tabulka 7: Přehled rekuperačních jednotek na českém trhu.....	27

## Zdroje

- [1] DUFKA, Jaroslav. Větrání a klimatizace domů a bytů.1. vyd. Praha: Grada, 2002. ISBN; 8024702223.
- [2] DRKAL, František, Vladimír ZMRHAL a České vysoké učení technické v Praze. Strojní fakulta. Větrání.1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 9788001051818.
- [3] RUBINOVÁ, Olga a Aleš RUBINA. Klimatizace a větrání.1. vyd. Brno: ERA, 2004. ISBN 8086517306.
- [4] ZMRHAL, Vladimír. Větrání rodinných a bytových domů.1. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 9788024745732.
- [5] ZMRHAL, Vladimír a Petra ŠTÁVOVÁ. Nové požadavky na větrání obytných budov podle národní přílohy k ČSN EN 15665: New Requirements For Residential Buildings Ventilation Pursuant To National Supplement To ČSN EN 15665 Standard
- [6] MAURER, Karel. Vzduchotechnická zařízení: pro 3. a 4. ročník SPŠ stavební studijního oboru TZB. Vyd. 3., přeprac. v Sobotáles 1. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN 9788086817217
- [7] Mathauserová Zuzana, Státní zdravotní ústav. Dostupné z: [http://www.europanel.cz/files/europanel-air/vnitri\\_prostredi\\_staveb\\_pardubice-mathauserova\\_0.pdf](http://www.europanel.cz/files/europanel-air/vnitri_prostredi_staveb_pardubice-mathauserova_0.pdf) [cit. 10.11.2016]
- [8] Portál o bydlení, Ministerstvo pro místní rozvoj. Dostupné z: <http://www.portalobydleni.cz/cilove-skupiny/majitel/regenerace/vytapeni-a-vetrani/> [cit. 10.11.2016]
- [9] Ing. Schwarzer, Jan, Ph.D., Novotný Jiří, Novinka na TZB-info - přehled větracích jednotek s rekuperací, TZB info, Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/11207-novinka-na-tzb-info-prehled-vetracich-jednotek-s-rekuperaci> [cit. 19.11.2016]
- [10] Ing. Lain Miloš, Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci (II), TZBinfo, Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3688-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-ii> [cit. 19.11.2016]



- [11] Ing. Lain Miloš, Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci (I), TZBinfo, Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3648-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-i> [cit. 30.11.2016]
- [12] Atrea, Dostupné z: <http://www.atrea.cz/cz/co-je-to-rekuperace>
- [13] Atrea, Dostupné z: <http://www.atrea.cz>
- [14] Štorc, Dostupné z: <http://storc.cz/brink-climate-system/>
- [15] Elektrodesign ventilátory, Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz>
- [16] Genvex, Dostupné z: <http://www.genvex.cz>
- [17] Nilan, Dostupné z: <http://www.nilan.cz>
- [18] Paul, Dostupné z: <http://www.rekuperacepaul.cz>
- [19] Regulus, Dostupné z: <http://www.regulus.cz>
- [20] Systemair, Dostupné z: <https://www.systemair.com/cz/Ceska/>
- [21] Thermwet, Dostupné z: <http://www.thermwet.cz>
- [22] Vaillant, Dostupné z: <https://www.vaillant.cz/pro-zakazniky/>
- [23] Zehnder, Dostupné z: <http://www.zehnder.cz>