

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Potřeba energie pro nucené větrání obytných budov
Jméno autora:	Bc. Jan Nečada
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav techniky prostředí
Oponent práce:	Ing. Viktor Zbořil
Pracoviště oponenta práce:	Projekční kancelář Ing. Viktor Zbořil

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
Téma diplomové práce je velmi důležitou oblastí oboru větrání rodinných domů, kdy je nadmíru důležité znát ekonomické aspekty návrhu těchto systémů. Zadání je náročné především variabilitou vstupů do analýzy (architektura, obsazenost domu, typy zařízení, provozní podmínky atd.), jejich správným uchopením a zpracováním a také množstvím výpočtů.	

Splnění zadání	splněno
Autor ve své práci splnil zadání.	

Zvolený postup řešení	správný
Postupy zvolené v práci jsou správné a zvolené metody jsou vhodné pro řešení dané problematiky.	

Odborná úroveň	C - dobře
Po odborné stránce je práce poměrně nevyvážená. Na jedné straně autor vykazuje systematickou práci a přehled o dané problematice, zároveň se však dopustil mnoha odborných i formálních chyb. V kapitole ekonomického zhodnocení se autor dopustil závažné chyby v dosazování jednotek a všechny vypočtené hodnoty v této kapitole jsou chybné. Níže uvádím přehled jednotlivých případů, kdy se podle mého názoru autor dopouští nepřesností a chyb.	
Str. 14 – Odstavec B – Oxid uhličitý – CO₂	
Autor uvádí: „Jako přijatelná koncentrace se nejčastěji uvádí hodnota 1000 ppm nad koncentrací ve venkovním prostředí“	
Výtka: Jako doporučená koncentrace CO ₂ se uvádí spíše 1000 ppm. Autorem uvedená koncentrace by byla cca 1400 ppm, která se již blíží k hranici únavy organismu. Byla by vhodnější formulace: „Jako nejvyšší přijatelná koncentrace...“ Navíc na straně 17 je autorem přímo uvedeno „Základem pro určení průtoku vzduchu je tzv. Pettenkoferovo kritérium. To stanovuje podmínku maximální koncentrace CO ₂ v prostoru, kde pobývají lidé, 0,1 % obj. (1 000 ppm).“	
Str. 17 – Kapitola 2.3 – Požadavky na větrání	
Autor uvádí: „Ve vydechovaném vzduchu je koncentrace oxidu uhličitého přibližně 4 % (4 000 ppm)“	
Výtka: 4 % jsou 40 000 ppm.	

Str. 20 – Odstavec – Teplovzdušné vytápění

Autor uvádí: „Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady samotného systému. Teplovzdušné vytápění navíc neumožňuje do prostoru prakticky žádné sálavé teplo, proto musí být pro navození tepelné pohody v prostoru vyšší teplota vzduchu. Vhodnost tohoto systému je spíše do budov s nízkou akumulační schopností a tepelnou ztrátou, např. pasivních domů.“

Poznámka: Zásadní nevýhodou teplovzdušného vytápění je především nemožnost regulace výkonu vytápění v různých prostorech domu. Případná regulace průtoku vzduchu na základě požadavku z jednotlivých místností systém dále prodražuje.

Str. 32 – Výpočet množství větracího vzduchu pro Jídelnu

Výtka: - chybně uvedená hodnota intenzity větrání 0,2 namísto 0,5. Jedná se pravděpodobně o překlep, protože výsledek výpočtu odpovídá intenzitě 0,5 h⁻¹.

Str. 34 – Výpočet pro Ložnici

Autor uvádí: „minimální množství čerstvého vzduchu 9 m³/h pro spící osobu lze připustit, proto celkové množství 18 m³ /h čerstvého vzduchu pro dvě osoby vyhovuje.“

Výtka: Dle mého názoru i praktické zkušenosti toto nevyhovuje. I autor zmiňuje, že člověk ve spánku vydechne cca 0,25 m³/h vzduchu s koncentrací CO₂ asi 4%, tedy zhruba 10l/h CO₂. Pro tyto hodnoty vychází potřeba čerstvého venkovního vzduchu pro udržení hodnoty 1000 ppm v interiéru ložnice na 15 m³/h na člověka, tedy pro dvě osoby 30 m³/h. Tato hodnota také figuruje jako minimální v ČSN EN15665/Z1, na kterou i autor sám odkazuje. Prosím autora o vysvětlení výše citovaného tvrzení (viz otázka 2.)

Str. 43 – Kapitola 3.3 – Návrh regulovaného průtoku vzduchu pro rodinné domy

Autor uvádí: „Případ řízení výkonu větrací jednotky podle čidla oxidu uhličitého je vhodný do místností, které jsou větrány jako jeden samostatný prostor, např. školní třídy, divadelní sály, kina apod. Další možnost regulace je např. s využitím pohybových čidel. Větrací jednotka poté přepíná režimy zapnuto/vypnuto, případně větrací výkon minimální/maximální.“

Poznámka: Většina zařízení je koncipována se třemi a více režimy (snížený, návrhový, maximální), s tím že regulace přepíná mezi 1 a 2 stupněm, třetí je většinou užíván jako režim nárazový ve smyslu zvýšeného požadavku na větrání celého objektu (například vyšší počet obyvatel při návštěvě atd.)

Str. 48 – Tabulka 4.1

Výtka: V popisku tabulky je uveden parametr tepelného faktoru $\varphi_{ZZT=0}$, přitom v tabulce je φ_{ZZT} jako proměnná.

Str. 52 – Obrázek 4.2

Výtka: Osa y má být popsána jako „Měrná potřeba el. energie ventilátoru“, pokud jsou jednotky vztaženy na m². Tato chyba se opakuje ve všech grafech, kde se tato hodnota vyskytuje i všechny grafy tohoto typu v přílohách.

Str. 76-79 – Kapitola 4.9 – Ekonomické hodnocení větracích systémů

Výtka: Ve vzorcích a výpočtech je chybná kombinace jednotek. Dosazované hodnoty SFP a K jsou uváděny v Ws/m³ respektive J/m³, ale ceny energií jsou v jednotkách Kč/kWh, čímž dochází k fatálnímu zkreslení výsledků o několik řádů! Je s podivem, že autorovi nepřišlo při zpracování výsledků podivné, že m³ přivedeného vzduchu by stál v nejlepším hodnoceném případě 3357 Kč. Touto chybou je ovlivněna kompletně celá kapitola ekonomického hodnocení pomocí EHV.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<p>Z hlediska formální a jazykové úrovně vykazuje práce několik výrazných chyb. Jednou z hlavních formálních chyb je nedodržování zavedeného užívání pojmu „intenzita větrání“ a „celková intenzita větrání“. Pojem celková intenzita větrání je často zjednodušena v zápise, a interpretaci výsledků, na intenzitu větrání, což je ale vzhledem k vymezení pojmů v rámci logiky práce matoucí a odkazuje to na jiný fyzikální význam pojmu.</p> <p>Další formální chyby v textech a nadpisech jsou uvedeny v bodech níže.</p> <p>Po pravopisné stránce vykazuje práce chyby, především v interpunkci.</p>	
Str. 18 – „Zejména je <u>nutné dbát důraz</u> na přívod vzduchu a větrání místností s plynovými spotřebiči typu A a B“	
Str. 22 – „Radiální ventilátory mají rovněž sání vzduchu v ose oběžného kola, ale výtlač vzduchu je na tuto osu kolmý. Jejich konstrukce poskytuje vyšší dopravní tlaky než v případě axiálních ventilátorů, které však mají nižší průtoky vzduchu.“ Věta je z hlediska českého jazyka tak špatně vystavěná, že tvrdí, že axiální ventilátory mají nižší průtoky vzduchu než radiální.	
Str. 23 – „Lepších parametrů lze dosáhnout <u>zvětšením průřezu teplosměnné plochy výměníku</u> , sníží se tím rychlost proudění.“ Chápu význam sdělení, ale teplosměnná plocha je plocha oddělující ve výměníku dva proudy médií. Slovní obrat „zvětšení průřezu plochy“ není správný. Myšleno je zřejmě zvětšení prostoru mezi lamelami (deskami) výměníku.	
Str. 57 – „Za účelem zjištění potřeby energie pro trvalé nucené větrání v aplikaci pro rodinné domy byla provedena hrubá analýza běžně dostupných větracích jednotek v rámci <u>české republiky</u> .“ Zde musím poznamenat, že absolvent VŠ by měl vědět, jak se píše název země, ve které žije!	
Str. 58 – Název kapitoly „Potřeba tepla hodnocených větracích jednotek“ Zde se domnívám má autor na mysli potřebu tepla na větrání (domu). Větrací jednotky mohou mít potřebu tepla pouze na dohřev nebo předehřev větracího vzduchu, to však není předmětem odstavce pod zmiňovaným názvem.	
Str. 87 – „Závislost vystihující roční platby větracích jednotek je uvedena na obrázku 6.1“ Zde z textu vyplývá, že větrací jednotky jsou plátcí ročních plateb.	
Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
Autor v práci řádně označuje citované pasáže. Zdroje jsou přehledně uvedeny v seznamu literatury.	

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Práce jako celek je zpracována přehledně a systematicky. V úvodu se autor věnuje podrobnému přehledu vstupních parametrů do návrhu vzduchotechnických zařízení především pro rodinné domy. Ve výpočtové části jsou přehledně zpracovány analýzy pro jednotlivé faktory vstupující do následných hodnocení, která jsou aplikována na různé druhy rodinných domů a vzorek vybraných vzduchotechnických jednotek. V závěru jsou provedena ekonomická hodnocení včetně zavedení srovnávacího kritéria EHV (Energetické hodnocení větrání) a srovnání návratnosti investic do jednotlivých systémů větrání.

Po formální stránce práce vykazuje několik větších pochybení (viz hodnocení výše), je nepřehledná ve správném užívání některých pojmů, jako intenzita větrání a celková intenzita větrání, dále často zaměňuje potřebu energie a měrnou potřebu energie (a dalších měrných veličin).

Některé formulace jsou chybné v rámci užívání spisovného jazyka natolik, že mění význam zamýšleného sdělení autora.

Zásadní chybou ovlivňující výsledky celé jedné části práce, a to té z hlediska implementace výsledků nejzajímavější, je chybná práce s jednotkami při stanovení EHV. Touto chybou vyšly autorovi výsledné hodnoty o několik (6) řádů vyšší, než je skutečnost.

Prosím autora o zodpovězení těchto otázek:

Otázka k obhajobě č. 1:

Str. 20 – Odstavec – Rekuperační deskové výměníky

Autor uvádí: „Konstrukce jednotlivých kanálků se optimalizuje pro zvýšení turbulence vzduchu. Tím dochází k lepšímu přenosu tepla a snížení tlakových ztrát.“

- **Prosím vysvětlit tvrzení, že zvýšením turbulence v kanálku se sníží tlaková ztráta.**

Otázka k obhajobě č. 2:

Str. 34 – Výpočet pro Ložnici

Autor uvádí: „minimální množství čerstvého vzduchu 9 m³/h pro spící osobu lze připustit, proto celkové množství 18 m³/h čerstvého vzduchu pro dvě osoby vyhovuje.“

Výtka: Dle mého názoru i praktické zkušenosti toto nevyhovuje. I autor zmiňuje, že člověk ve spánku vydechne cca 0,25 m³/h vzduchu s koncentrací CO₂ asi 4%, tedy zhruba 10l/h CO₂. Pro tyto hodnoty vychází potřeba čerstvého venkovního vzduchu pro udržení hodnoty 1000 ppm v interiéru ložnice na 15 m³/h na člověka, tedy pro dvě osoby 30 m³/h. Tato hodnota také figuruje jako minimální v ČSN EN15665/Z1, na kterou i autor sám odkazuje.

- **Prosím autora o vysvětlení výše citovaného tvrzení, že 9 m³/h lze pro spící osoby připustit.**

Otázka k obhajobě č. 3:

Str. 43 – Obr. 3.3

- **Prosím o vysvětlení, zda jde o graf platný pouze pro výsledky z předchozí analýzy pro celkový průměr přes všechny domy (dle vyznačených čar se zdá, že ano, ale není nikde uvedeno).**

Otázka k obhajobě č. 4:

Str. 50 – Kapitola 3.3 – Návrh regulovaného průtoku vzduchu pro rodinné domy

Autor uvádí: „Hodinové průměrné teploty se během dne výrazně mění, lze předpokládat, že nižších hodnot budou nabývat zejména v noci. Výpočtem potřeby tepla na větrání hodinou metodou jsou tyto výkyvy teplot zohledněny. Pro zjištění chyby je proveden výpočet potřeby tepla větracích systémů pracujících s konstantním průtokem, jehož velikost je stejná jako průměrná hodnota pro každý režim větrání. Výsledný rozdíl je zaznamenán v tabulce 4.3.

Tab. 4.3 Rozdíl potřeby tepla pro větrací systémy s proměnným průtokem vzduchu při výpočtu s průměrnou venkovní teplotou ($\varphi_{zst}=\emptyset$)“

- V odstavci je popsána metoda výpočtu s konstantním průtokem o hodnotě průměru příslušného režimu, v tabulce je pak popis výpočtu s průměrnou venkovní teplotou. Jedná se tedy o výpočet hodinovou metodou s konstantním průtokem a změnou teplot (dle hodinových hodnot), nebo o výpočet s průměrnou teplotou (měsíční, roční?) a konstantním průtokem?
- Prosím autora o vysvětlení vyhodnocených dat v tabulce 4.3.

Otázka k obhajobě č. 5.

- K jaké ploše byly vztaženy měrné hodnoty ve výpočtech, výsledcích a v grafech?

Otázka k obhajobě č. 6.

Str. 76-79 – Kapitola 4.9 – Ekonomické hodnocení větracích systémů

- Uveďte na pravou míru chyby v této kapitole

Otázka k obhajobě č. 7.

Výskyt případů, kdy se novostavba rodinného domu připojí na CZT je téměř nulový.

- Proč byl volen pro rodinné domy jako zdroj tepla právě CZT?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 30.1.2017

Podpis: Ing. Viktor Zbořil