

# Měření jednotek zpětného získávání tepla

Jakub Jiřinec

Katedra elektroenergetiky a ekologie

Fakulta elektrotechnická

Západočeská univerzita v Plzni

jjirinec@kee.zcu.cz

## Measuring of Heat Recovery Units

**Abstract** – The purpose of the paper is to describe the measurement system for heat recovery unit. A long-term measurement of the indoor environment parameters was performed in a classroom equipped with Whisperair heat recovery unit produced by 2VV. The main observed parameter was the evolution of CO<sub>2</sub> concentration, temperature and humidity in different parts of the room.

*Keywords* – Heat Recovery Unit; HVAC; Measuring System; Temperature and CO<sub>2</sub> Measurement

### I. ÚVOD

V současné době začíná být stále více kladen důraz na kvalitu vnitřního vzduchu v budovách. Zateplením budov a výměnou oken za nová, s lepšími termo-izolačními vlastnosti, se zamezilo přirozené výměně vzduchu v interiéru. Při nedostatečném větrání velice často dochází ke zvýšení vlhkosti a koncentrace CO<sub>2</sub>. Tento jev je nejvíce patrný v učebnách nebo v prostorách s výskytem většího počtu osob. Z tohoto důvodu je vhodné zajistit dostatečnou výměnu vzduchu pomocí nuceného větrání s použitím rekuperační jednotky. Pro získání informací o tom, jakým způsobem může ovlivnit rekuperační jednotka vnitřní prostředí budov, bylo provedeno dlouhodobé měření parametrů vnitřního prostředí v učebně osazené ventilační jednotkou Whisperair od společnosti 2VV. Hlavním sledovaným parametrem byl vývoj koncentrace CO<sub>2</sub>, vlhkosti a teploty v různých částech místnosti.

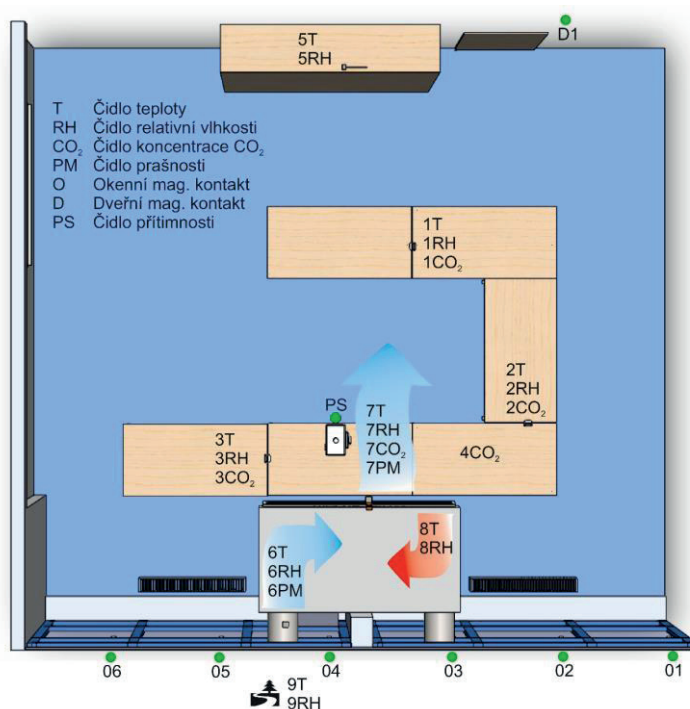
### II. POPIS MĚŘICÍHO SYSTÉMU

V učebně byla naistalována čidla teploty, vlhkosti a koncentrace CO<sub>2</sub> pro měření parametrů prostředí v pracovním prostoru sedících posluchačů. Dále byla osazena čidla prašnosti a čidlo přítomnosti. Jednotka byla připojena přes analyzátor sítě Nemo 96HDLe od společnosti IME. Díky tomuto zařízení lze monitorovat aktuální příkon rekuperační jednotky a měřit její zpětný vliv na síť. Jako řídicí jednotka systému bylo použité C-RIO od společnosti National Instruments, které bylo naprogramováno pomocí programu LabVIEW. C-RIO zajišťuje komunikaci s rekuperační jednotkou a analyzátozem sítě, ukládání měřených dat a jejich vizualizaci. Díky komunikačnímu protokolu Modbus TCP/IP bylo možné využít čidla umístěná přímo v jednotce a dále také načítat nastavení a aktuální provozní stav rekuperační jednotky. Samotný program je rozdělen na několik částí: sběr dat ze slotů C-RIO, sběr dat z jednotky WHISPER AIR, sběr dat z analyzátoru sítě, vizualizace dat a ukládání dat.

Obrázek I zobrazuje rozmístění měřicích čidel v učebně. Čidla jsou instalována na stolech a umístěna na držácích vytištěných na 3D tiskárně, které byly navrženy pro danou aplikaci s ohledem na vhodné proudění vzduchu okolo měřicích čidel. K čidlu

teploty a vlhkosti (EATEC TTHIV) bylo z druhé strany instalováno čidlo koncentrace CO<sub>2</sub> od společnosti 2VV (CI-CO2-M).

Do nasávacího potrubí přívodního vzduchu a do prostoru vyfukovaného vzduchu do místnosti byla instalována čidla teploty, vlhkosti a také prašnosti. Díky tomuto měření lze stanovit účinnost zachycení prachových částic pomocí filtru přívodního vzduchu umístěného v rekuperační jednotce. Řídicí systém jednotky disponuje měřením rozdílového tlaku před a za filtrem, který slouží k měření zanesení filtru. Všechna okna a vstupní dveře jsou osazena magnetickými kontakty, pomocí kterých je signalizováno jejich otevření. Pro snazší vyhodnocování naměřených dat bylo do místnosti instalováno čidlo přítomnosti a IP kamera, která při detekci pohybu každých 30min uloží snímek na server.



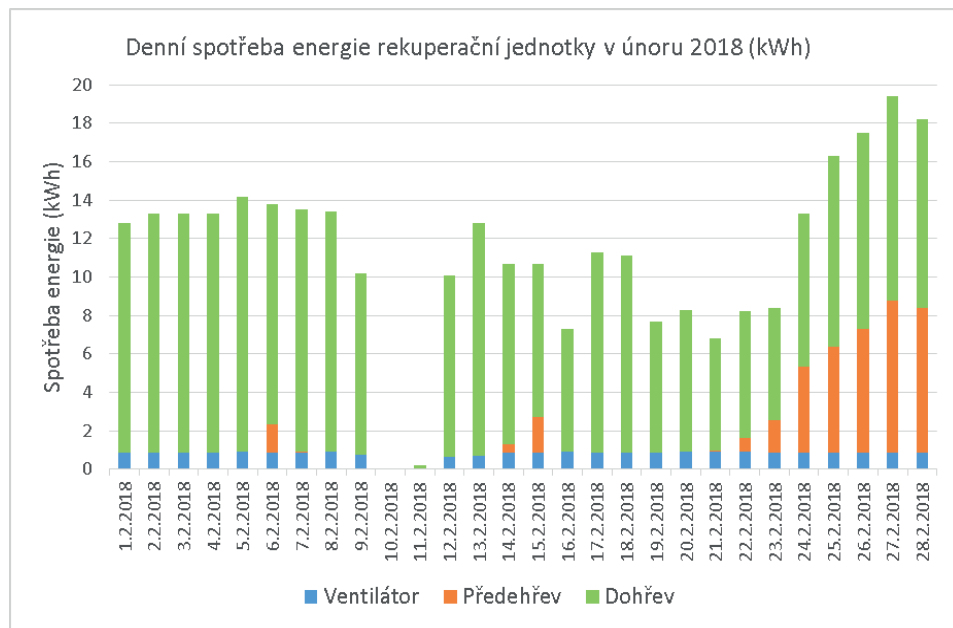
**Obrázek I. Rozmístění čidel v učebně**

Rekuperační jednotka je připojena k elektrické síti pomocí analyzátoru sítě Nemo 96 HDLe od společnosti IME. Analyzátor komunikuje s řídicí jednotkou C-RIO pomocí komunikačního protokolu Modbus RTU a slouží k měření vybraných elektrických parametrů. Jedná se o veličiny měřené v jednotlivých fázích (napětí, proud, činný a jalový výkon, celkové harmonické zkreslení napětí a proudu) a o hodnoty třífázové (činný, jalový a zdánlivý výkon, energie, frekvence a účinník).

### III. MĚŘENÍ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Pro vyhodnocování spotřeby rekuperační jednotky je každou minutu ukládána i informace o spotřebované energii naměřené analyzátozem sítě. Je tedy možné stanovit denní spotřebu rekuperační jednotky. Jedná se o energii potřebnou na chod ventilátorů a řídicí elektroniky, předehřev nasávaného vzduchu a dohřev vzduchu po rekuperaci. Naměřené denní spotřeby elektrické energie jsou znázorněny na Obrázek II. Jedná se o nejvyšší naměřené hodnoty spotřeby rekuperační jednotky, které byly způsobeny nepřetržitým ventilováním místnosti i v nočních hodinách na minimální hodnotu 300 m<sup>3</sup>/hod. Venkovní teploty v tomto měsíci klesaly až na -13 °C. Bylo tedy nutné

nasávaný vzduch elektricky předehřívát a po výstupu z rekuperační jednotky dohřívát na požadovanou vnitřní teplotu kolem 23 °C.



**Obrázek II. Denní spotřeba energie v měsíci únoru 2018**

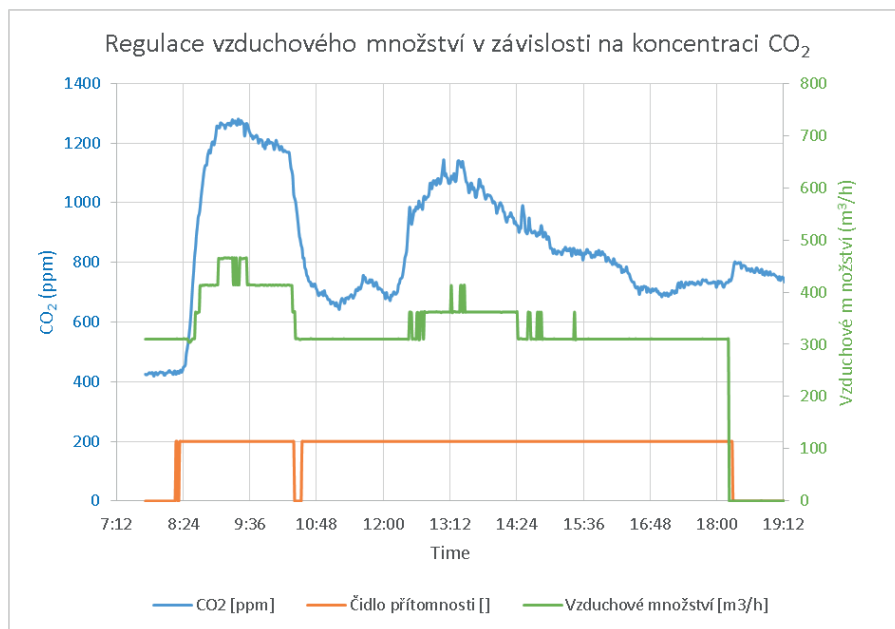
Z Obrázek II je patrná nulová spotřeba 10. a 11. 2. 2018, které byla způsobena výpadkem měřicího systému a rekuperační jednotky. Nejvyšší denní spotřeba byla 27. 2. 2018 a činila 19,4 kWh. Energetickou náročnost rekuperační jednotky je možné snížit vypínáním jednotky v nočních hodinách, kdy v místnosti nejsou přítomny žádné osoby. Dále by bylo možné zapínat rekuperační jednotku dle externího čidla CO<sub>2</sub> v místnosti pouze při překročení stanoveného limitu. Rekuperační jednotka má instalované čidlo koncentrace CO<sub>2</sub> v nasávacím otvoru odtahovaného vzduchu z místnosti a z tohoto důvodu je nutný neustálý chod ventilátorů na minimální otáčky (300m<sup>3</sup>/hod). Díky externímu čidlu instalovanému přímo v místnosti by bylo možné přivádět čerstvý vzduch do místnosti pouze při překročení limitu koncentrace CO<sub>2</sub> a tím docílit dalšího snížení nákladů, zejména v zimních měsících, spojených s předehříváním a dohříváním přiváděného venkovního vzduchu.

#### IV. MĚŘENÍ KONCENTRACE PRACHOVÝCH ČÁSTIC A CO<sub>2</sub>

Rekuperační jednotka nasává venkovní vzduch přes filtry, které čistí přivodní vzduch a tím snižují koncentraci prachových částic vyfukovaných do místnosti. Pro ověření filtrační schopnosti byla rekuperační jednotka osazena čidly prašnosti. Z naměřených hodnot vyplývá, že vstupní filtry zachytávají částice prachu a dochází tak k čištění vzduchu vstupujícího do místnosti. To může být výhodné zejména v oblastech s velkou koncentrací prachových částic. Pro správnou funkčnost je nutné udržovat prachové filtry dostatečně čisté. K tomu slouží měření rozdílového tlaku před a za filtrem. Díky tomu je možné přesně indikovat zanesení filtru a upozornit tak uživatele na nutnost jeho výměny.

Rekuperační jednotky se primárně instalují z důvodu vysoké koncentrace CO<sub>2</sub> v interiérech. Jejich hlavním úkolem je zajištění dostatečné výměny vzduchu v místnosti a tím udržení koncentrace CO<sub>2</sub> v předepsaných limitech. Z tohoto důvodu bylo v místnosti rozmístěno několik měřicích čidel. Rekuperační jednotka byla nastavena na automatickou regulaci otáček ventilátorů dle koncentrace CO<sub>2</sub>. Jednotka tedy automaticky reguluje množství vzduchu přiváděného do vnitřního prostoru. Minimální

hodnota vzduchového množství je 300 m<sup>3</sup>/h. Z Obrázek III je patrné zvýšení koncentrace CO<sub>2</sub> při příchodu lidí do místnosti. Při překročení určité koncentrace dojde k automatickému zvýšení množství vzduchu vstupujícího do místnosti a tím i ke snížení koncentrace CO<sub>2</sub> v místnosti. Modrý průběh v grafu zobrazuje koncentraci CO<sub>2</sub> měřenou čidlem umístěným na lavici přímo u sedících osob. Snížení vzduchového množství na nulovou hodnotu je způsobeno časovým plánem, na kterém je nastaveno vypnutí rekuperační jednotky po 18:00.



**Obrázek III. Regulace vzduchového množství v závislosti na koncentraci CO<sub>2</sub>**

## V. ZÁVĚR

Na základě provedených měření lze konstatovat, že při použití nuceného větrání s rekuperační jednotkou lze udržet koncentraci CO<sub>2</sub> v předepsaných limitech. Je ale nutné její správné navržení a zejména řízení, díky kterému lze uspořit velkou část provozních nákladů. Další fází této studie bude provozování rekuperační jednotky pomocí nadřazeného systému, který bude optimalizovat její chod dle ročního období a venkovní teploty.

## PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2018-005 a za podpory studentského výzkumného projektu SGS-2018-038.

## LITERATURA

- [1] TZBinfo: technická zařízení budov [online]. Praha: Topinfo, 2018 [cit. 2017-09-18]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz>
- [2] SZÉKYOVÁ, Marta. 2006. Větrání a klimatizace. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 359 s. ISBN 80-807-6037-3.
- [3] DUFKA, Jaroslav. *Větrání a klimatizace domů a bytů*. 2. přeprac. vyd. Praha: Grada, 2002. ISBN 978-80-247-1144-7.