

Měřicí a poradní systém pro větrání v historických budovách

Michal Široký

Obhajoba DP, červen 2010

Cíle práce

- Navrhnout a realizovat měřicí a poradní systém pro zamezení kondenzace vodní páry v historických a památkových budovách na základě selekce vzduchu vpouštěného do budovy.
- Systém by měl být schopen dlouhodobého provozu a vyžadovat minimální údržbu.
- Měřicí systém by měl být nenápadný a dodržovat omezení spojená s instalací v historických / památkových budovách.
- Přenos dat od měřicího zařízení ke stanovišti obsluhy by měl být bezdrátový.
- Pro zobrazování a vyhodnocování měřených dat by měla sloužit uživatelsky přívětivá aplikace běžící na standardním PC.

Historické budovy

- Historickou budovou je myšlen nějaký zámek či klášter.
- Tyto budovy mají obvykle problémy s nedostatečnou tepelnou izolací.
- Takové budovy se navíc ve většině případů přes zimu nevytápějí a vlastně vymrznou.
- Studené zdi mají sklon k plesnivění.
- Údržba těchto budov je omezena jak finančně, tak památkářsky.
- Jako modelový případ je možné vzít konvent bývalého cisterciáckého kláštera v Plasích.

Konvent je... rozsáhlý

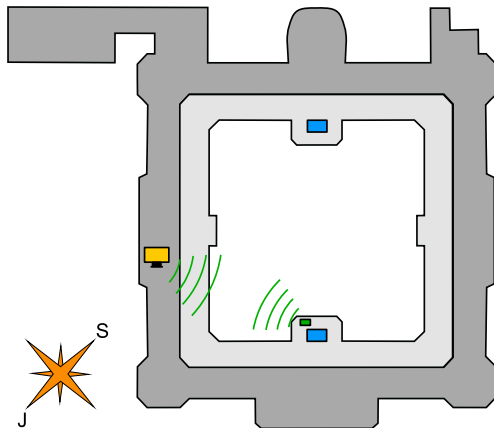


- 380 oken ve třech poschodích. 180 oken lze využít ke větrání.
- Provedení akčního zásahu je půlkilometrová procházka.
- Konvent stojí na vodě a uvnitř má dva bazény a to ztěžuje situaci (nízká teplota a vysoká vlhkost vzduchu).

Pojmy

- *Absolutní vlhkost* (ρ_p) – Hmotnost vodní páry obsažené v 1m^3 vlhkého vzduchu
- *Relativní vlhkost* (φ , RH) – Poměr množství par aktuálně obsažených ve vzduchu k maximálnímu množství par, které může být ve vzduchu obsaženo při dané teplotě.
- *Rosný bod* – Stav, při kterém je vzduch nasycen vodními parami. Pod pojmem *rosný bod* se rozumí i teplota, při které tento stav nastane.

Požadavky na umístění zařízení



Komunikace přes ZigBee na vzdušnou vzdálenost cca 30 m.

Vybavení a technologie

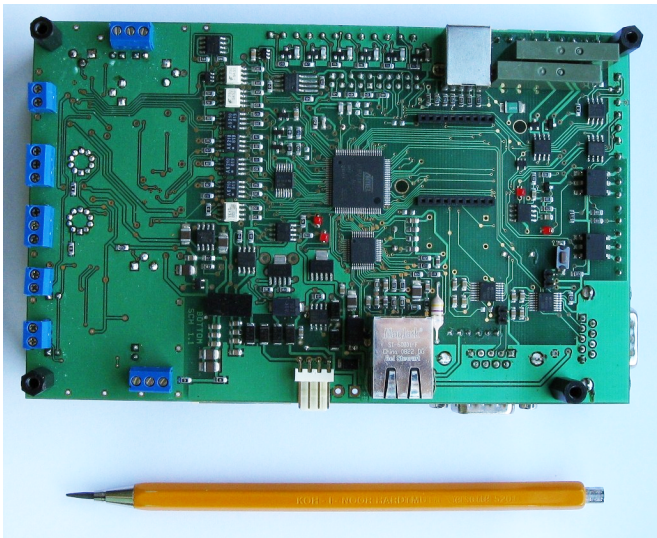
Hardware:

- Karta pro vložené měření a řízení *M-Board*
- Moduly bezdrátové komunikace *XBee XB24ASI*
- Čidla relativní vlhkosti a teploty *Humirel HTM1735*

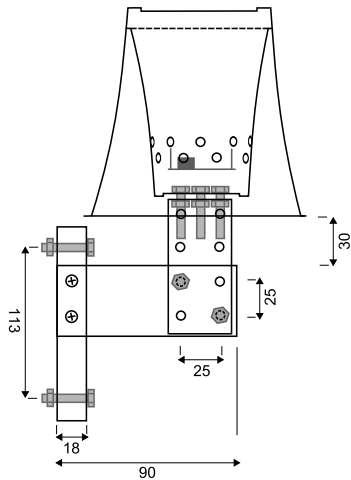
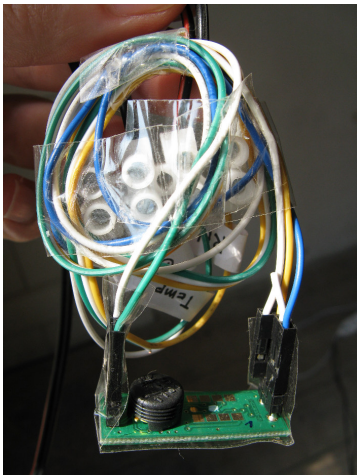
Software (vlastní výroba s použitím SW knihoven třetích stran):

- Program řídící měření na *M-Boardu* v jazyce C
- Aplikace pro PC v jazyce Java
 - Server: Komunikuje s měřicím zařízením, zpracovává a archivuje data
 - Klient: Možnost instalace na více počítačů současně. Vizuální reprezentace dat poskytovaných serverem. Ovládání měřicího zařízení přes server.
 - Airflow Desktop: Vizualizace archivních dat, provádění dalších výpočtů, publikace grafů v PNG, PDF, SVG.

M-Board: karta pro vložené měření a řízení



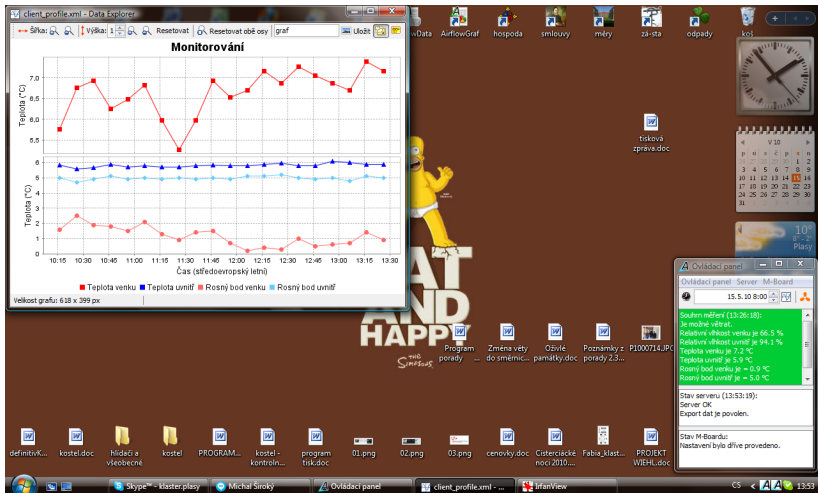
Čidlo HTM1735, protidešťový kryt



Instalace zařízení

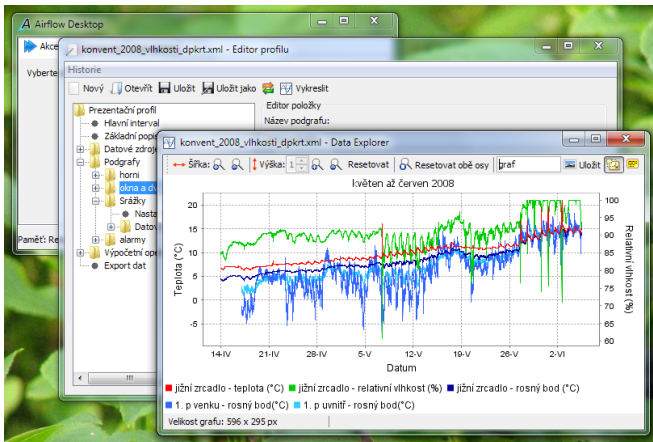


Software



Měření a vizualizace – provoz v reálných podmínkách

Software



Airflow Desktop

Výpočty

Výpočet odporu termistoru:

$$r_t = \frac{u_t \cdot r_r}{U_c - u_t}$$

Výpočet teploty podle r_t na základě tabulky od výrobce čidla:

$$t = 7.391 \cdot 10^{-5} r_t^4 - 0.008 r_t^3 + 0.333 r_t^2 - 7.124 r_t + 70.271$$

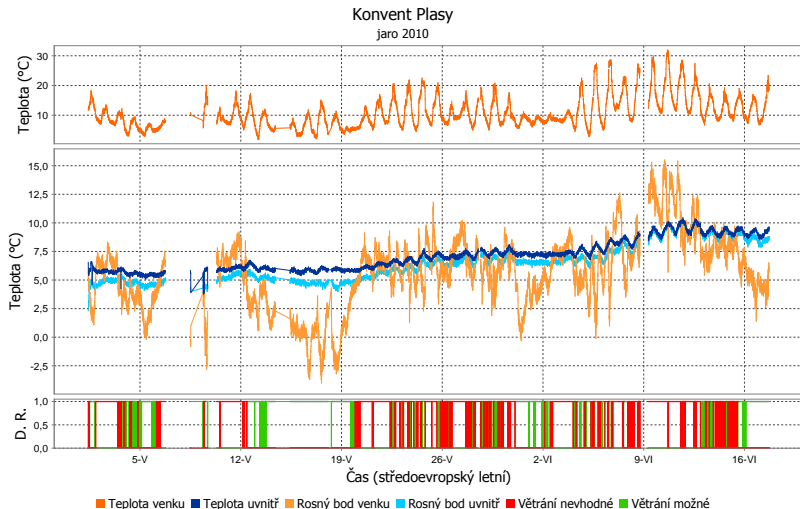
(t v $^{\circ}\text{C}$ pro r_t v $k\Omega$)

Výpočet relativní vlhkosti:

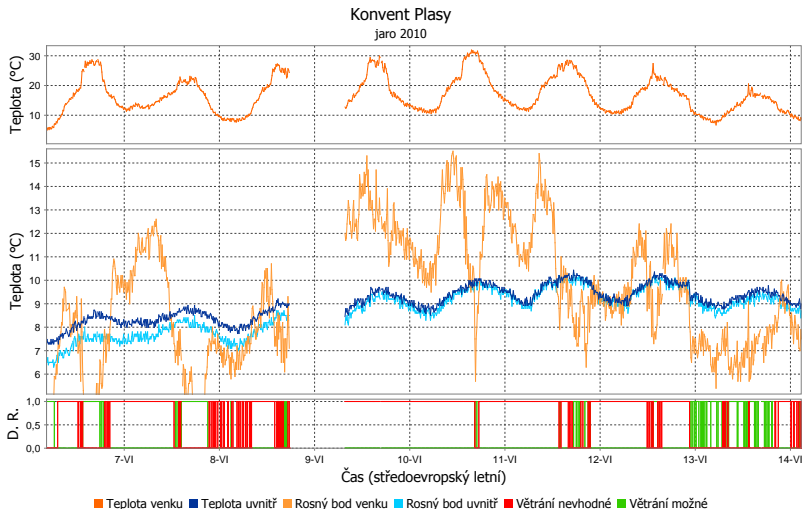
$$RH = 0.0397 u_{RH} - 42.017$$

(RH v % pro u_{RH} v mV)

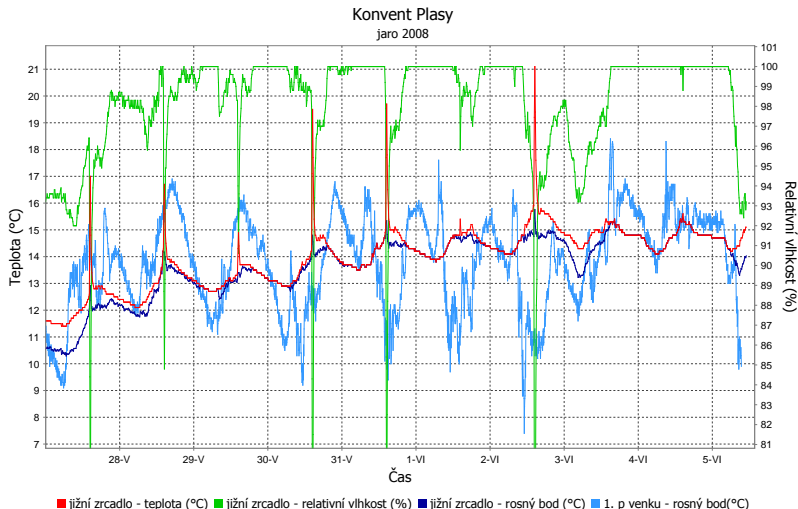
Celkové měření – jaro 2008



Kondenzace vodní páry na začátku června



Porovnání s rokem 2008 (data z bakalářské práce)



Dosažené výsledky

- Úspěšné vytvoření a zprovoznění měřicího a poradního systému zamezujícího nadměrné kondenzaci vodní páry v konventu plaského kláštera.
- Systém je velmi rozšiřitelný. V plánu je zpřístupnění měřených dat i ve studijním depozitu ve 2. patře konventu. Je zde také velká míra přenositelnosti na jiné památkové objekty.
- Systém jej cenný pro plánovanou rekonstrukci schodiště.
- *Airflow Desktop* je využíván dalšími studenty ZČU v jejich bakalářských a diplomových pracích a firmou *Josef Řehák - SPELEO* (vyhodnocování průtoků v Plzeňském historickém podzemí).
- Projekt byl velmi úspěšně prezentován na *Studentské vědecké konferenci FAV* v roce 2009 a 2010.

Poděkování

Doc. Ing. Eduardu Janečkovi, CSc.

Ing. Ondřeji Ježkovi

Mgr. Pavlu Duchoňovi

Mgr. Sylvii Kročákové

Martině Hoškové

Zdeňku Formanovi

Projekt pokračuje



Internetové stránky projektu:

<http://michalsiroky.com/airflow>

Kontakt: majks@email.cz

Internetové stránky kláštera: <http://www.klaster-plasy.cz>

Internetové stránky KKY: <http://www.kky.zcu.cz>