

# Návrh prototypu pro stabilizaci klimatických podmínek v konventu plaského kláštera

Michal Široký

Obhajoba BP, červen 2008

# Cíle práce

- Navrhnout a realizovat technické zařízení pro dlouhodobé měření a záznam teploty a relativní vlhkosti vzduchu na více místech současně
- Nainstalovat toto zařízení do budovy konventu na předem zvolená klíčová místa
- Zjistit míru vlivu vnějších povětrnostních podmínek na vnitřní prostředí konventu při různých režimech větrání
- Zjistit, která místa budovy mohou být nejvíce ohrožena kondenzací vzdušné vlhkosti
- Vypracovat pravidla a postupy pro zamezení kondenzace vlhkosti v kritických místech

# Stručná historie kláštera

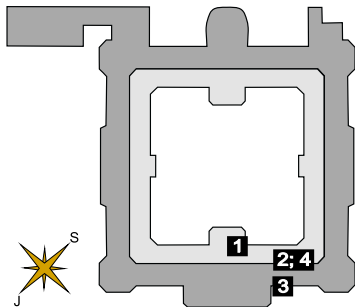
- Klášter založen r. 1144
- Od r. 1945 je převážná část areálu ve správě státu
- Současný konvent - barokní, dokončen r. 1739
  - V souladu s cisterciáckými požadavky vybudován na náplavách v meandru řeky Střely
  - Hlavní architekt - Jan Blažej Santini
  - Unikátní dřevěný základový systém konzervovaný vodou. Hladina vody je pozorovatelná ve vodních zrcadlech.
  - Větrací a klimatizační systém zahrnující ambitové chodby s cca 150 okny, pozemní šachty a prostory hlavních schodišť.

# Areál plaského kláštera



Obrázek: Letecký snímek klášterního areálu (foto Jiří Berger)

# Měřená místa



- ① Přízemí u jižního vodního zrcadla
- ② 1. patro v ambitu jihovýchodního křídla
- ③ 1. patro – obvodová stěna jihovýchodního křídla
- ④ 2. patro v ambitu jihovýchodního křídla

# Měřicí zařízení

- 2 dataloggery *MicroLog PRO EC750*
- Průmyslový počítač *WinCon-8731* osazený analogovým výstupním modulem *i-8024* a vstupním modulem *i-8017H*
- K WinConu byla připojena 2 čidla teploty a relativní vlhkosti *Humirel HTM1735*.
- Pro měření, záznam a vizualizaci hodnot z čidel jsem napsal vlastní aplikaci v jazyce *C#*.

# Zapojení HTM1735

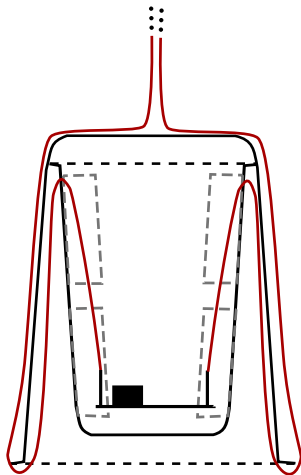
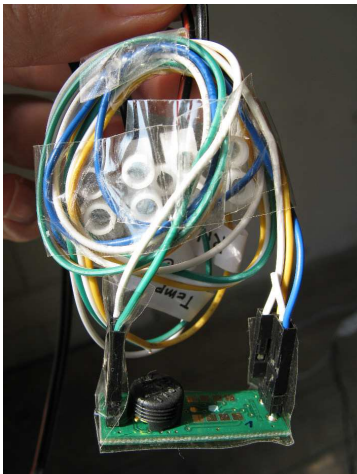
- Čidla jsou napájena napětím 5V (4,8V) z analogového výstupního modulu WinConu.
- Relativní vlhkost je vyjádřena napětím ( $V_{out}$ ) měřeným vstupním modulem *i-8017H*. Převod napětí na relativní vlhkost ( $RH$ ):

$$RH \hat{=} 40,563 \cdot V_{out} - 42$$

- Teplota je vyjádřena napětím ( $u_t$ ) měřeným na svorkách termistoru zabudovaného do čidla. Převod napětí na teplotu ( $t$ ) je prováděn aproximací pomocí polynomu 3. stupně:

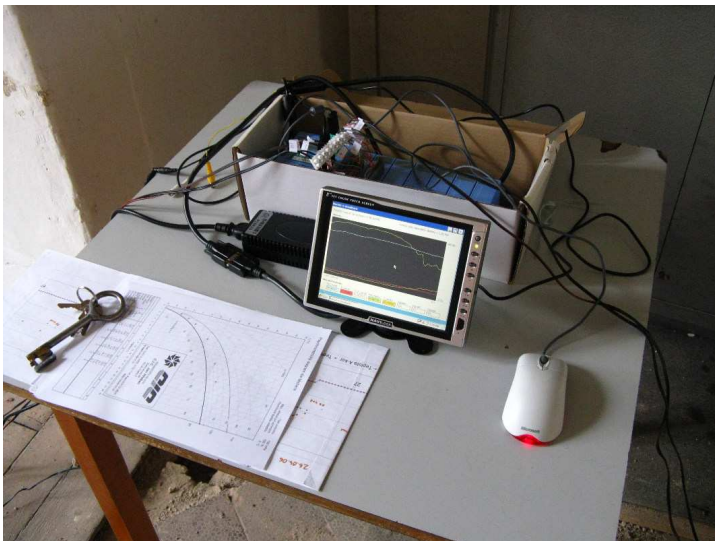
$$t(u_t) \hat{=} -132,38(u_t)^3 + 1664,71(u_t)^2 - 7026,60(u_t) + 9987,40$$

# Montáž HTM1735, protidešťový kryt





# Běžící WinCon



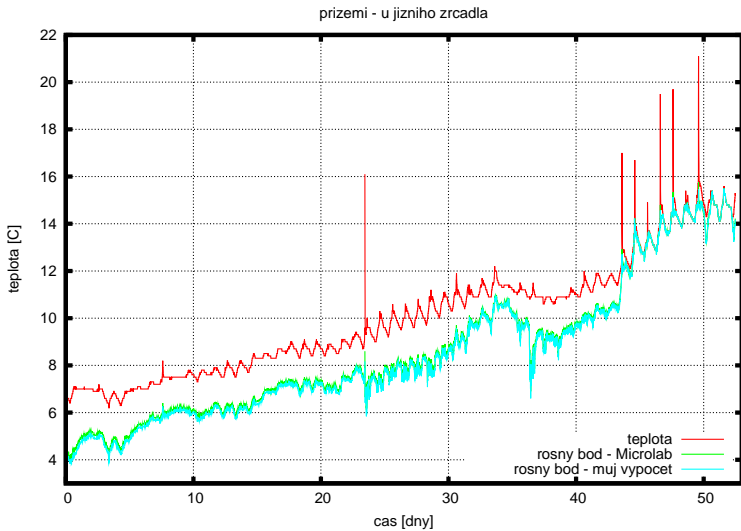
# Časový průběh měření 2008

- 13. dubna – instalace zařízení, WinCon v testovacím režimu
- 14. dubna, 00h, 00min – oficiální začátek časové osy měření
- 16. dubna – nastavení WinConu do provozního režimu
- 17. dubna, 00h, 00min – první oficiální data z WinConu
- 6. května, 23h, 55min – poslední data zahrnutá v odevzdané bakalářské práci
- 7. května, konec měření ve druhém patře
- 18. května – oprava koeficientů pro přepočet RH
- 5. června – demontáž zařízení a vrácení WinConu

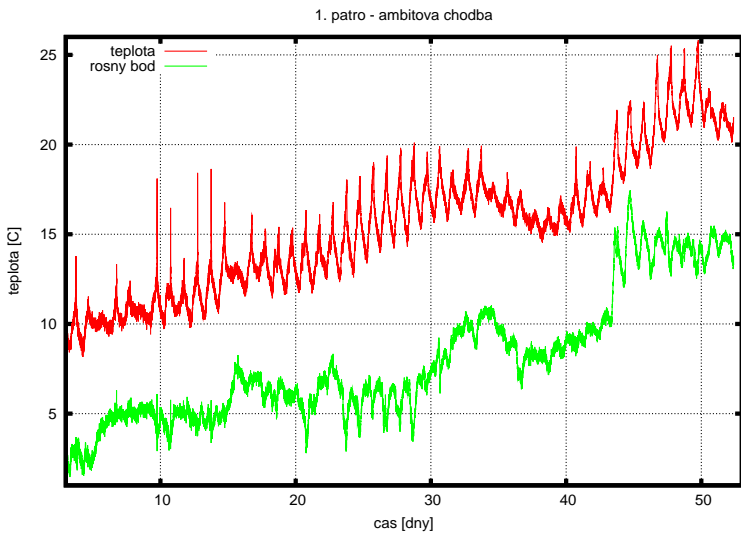
# Slovníček pojmů

- *Absolutní vlhkost* ( $\rho_p$ ) – Hmotnost vodní páry obsažené v  $1 \text{ m}^3$  vlhkého vzduchu
- *Relativní vlhkost* ( $\varphi$ ,  $RH$ ) – 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.

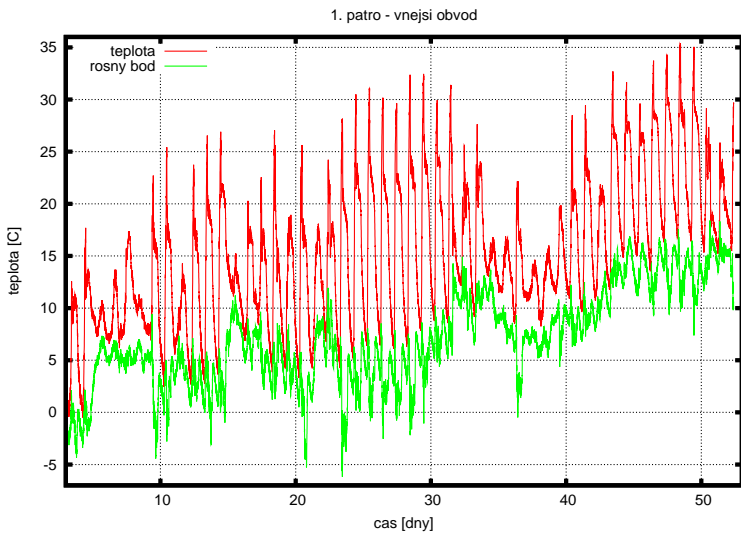
# Přízemí



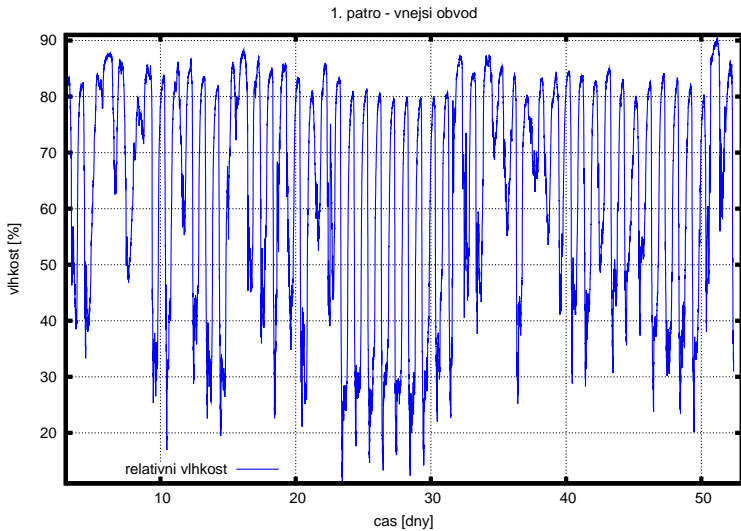
# 1. patro uvnitř



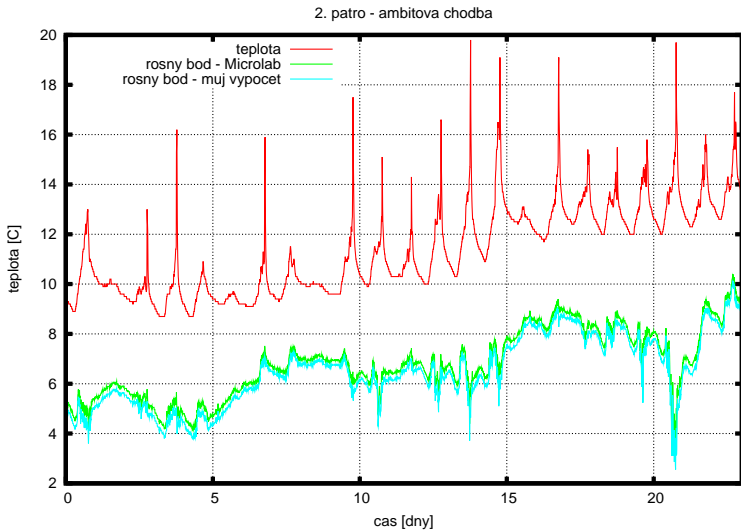
# 1. patro venku



# 1. patro venku



## 2. patro uvnitř





# Pravidla pro větrání

- 1 Pro zahájení větrání, či pokračování v něm musejí být všechna následující kritéria splněna:
- 2 Vstupní (vnější) vzduch musí mít vyšší teplotu, než nejteplejší vzduch uvnitř budovy.
- 3 Rosný bod vnějšího vzduchu musí mít nižší hodnotu, než je teplota nestudenějšího místa v cestě proudícího vzduchu uvnitř budovy. (Rosný bod vnějšího vzduchu musí mít nižší hodnotu, než je teplota u vodních zrcadel)

# Tabulka pro zjištění teploty rosného bodu

$t \backslash RH$	25,0	35,0	45,0	55,0	65,0	75,0	85,0
30,0	6,9	12,2	16,2	19,5	22,4	24,8	27,0
28,0	5,2	10,5	14,5	17,7	20,5	22,9	25,1
26,0	3,5	8,7	12,7	15,9	18,6	21,0	23,2
24,0	1,8	7,0	10,9	14,1	16,8	19,1	21,2
22,0	-0,0	5,1	9,1	12,2	14,9	17,2	19,3
20,0	-1,8	3,3	7,2	10,3	13,0	15,3	17,3
18,0	-3,5	1,5	5,3	8,5	11,1	13,3	15,4
16,0	-5,2	-0,4	3,4	6,5	9,1	11,4	13,4
14,0	-6,8	-2,2	1,5	4,6	7,2	9,4	11,4
12,0	-8,2	-4,0	-0,4	2,7	5,3	7,5	9,4
10,0	-9,6	-5,7	-2,2	0,7	3,3	5,5	7,5

# Shrnutí výsledků bakalářské práce

- Vytvoření prototypového měřicího, záznamového a vizualizačního systému
- Získání množství dat popisujících chování klimatu v budově konventu
- Vytvoření sady pravidel pro minimalizaci kondenzace vzdušné vlhkosti. Ověřování účinnosti aplikace těchto pravidel bude probíhat od 1.7.2008.
- Uspořádání dvou popularizačních přednášek pro studenty Gymnázia Plasy

# Poděkování

Doc. Ing. Eduardu Janečkovi, CSc.

Ing. Pavlu Baldovi, Ph.D.

Mgr. Pavlu Duchoňovi

Mgr. Radce Lomičkové

Zdeňku Formanovi

# Projekt pokračuje

Internetové stránky projektu: <http://control.kx.cz/airflow/>  
Kontakt: [majks@email.cz](mailto:majks@email.cz)

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