

# NOVÁ LABORATOŘ TECHNOLOGIE V BODOVÁCH NA UNIVERZITĚ T. BATI VE ZLÍNĚ

Martin Zálesák<sup>1</sup>, Petr Polach<sup>2,3</sup>, Vladimír Venhoda<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fakulta aplikované informatiky, UTB ve Zlíně  
<sup>2</sup>Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, VUT v Brně  
<sup>3</sup>AIRKLIMA s.r.o.  
<sup>4</sup>AIRTECHNOLOGY s.r.o.

<sup>1</sup>zalesak@fai.utb.cz, <sup>2,3</sup>polachpetr@phd.feec.vutbr.cz, <sup>4</sup>venhoda@airtechnology.cz

## ANOTACE

Na Univerzitě T. Bati, Fakultě aplikované informatiky ve Zlíně byla dokončena laboratoř Technologie v budovách. V této laboratoři byl aplikován vzduchotechnický systém se zapojením obnovitelných zdrojů (tepelné čerpadlo s možností reverzního chodu, sluneční kolektor). Toto zařízení představuje komplexní systém s náročnými podmínkami pro řízení a monitorování. Řízení je provedeno pomocí otevřeného sběrnice systému KNX, s komunikační branou s připojením na internet s protokolem TCP/IP. Pro vizualizaci byl využit nástroj ControlWeb.

Laboratoř má více funkcí. V rámci laboratoře je možno také modelovat různé vybrané stavy a optimalizovat tak řídicí systém. Příspěvek představuje laboratoř a uvádí první zkušenosti s jejím užíváním.

## ÚVOD

Cílem projektu bylo vybudovat laboratoř jako víceúčelové experimentální a výzkumné zázemí pro výuku řady předmětů v oborech studijního programu, které jsou zaměřeny na řízení, monitorování a management vyspělých technologických systémů v budovách (inteligentní budovy), s možností studia a ověřování vybraných prvků těchto technologických systémů a způsobů komunikace.

Laboratoř bude tak i připravena na případné rozšíření výuky se zaměřením na inteligentní budovy a vybrané státy z řízení tepelných procesů pro tvorbu mikroklimatu v budovách.

Laboratoř měla obsahovat

- technologickou část, zahrnující prvky
  - technologie tvorby tepelného mikroklimatu
  - zabezpečovací technologie
  - osvětlovací technologie;
- řídicí a informační včetně instrumentace, regulačních a akčních členů; pracovní a školící místa (12 pracovních míst a 1 místo učtelské). Laboratoř byla otevřena v 1. polovině 2007.

## LABORATOŘ

Laboratoř je určena především jako experimentální podpora pro budované nové zaměření studijního oboru informační technologie - integrované systémy v budovách - inteligentní budovy a bude použita ve výuce pro praktické aplikace teoretické výuky při ověření a studiu reálné funkce zařízení, řídicí sběrnice systémů a komunikace. V neposlední řadě bude laboratoř využita pro výzkum a vývoj.

Výzkum se předpokládá v oblasti optimalizace funkce tepelné energetických procesů a jejich parametrů, řízení reálných technologií, parametrů regulátorů a optimalizace jejich nastavení, sběrnice komunikace, vizualizace procesů a komunikační brány, vzdáleného řízení a monitorování procesů a vizualizačních metod. Předpokládá se i propojení s podobnou laboratoří zaměřenou na zabezpečovací systémy budov.

V oblasti vývoje se předpokládá spolupráce s příslušnými průmyslovými subjekty zaměřená na funkční parametry a spolehlivost jednotlivých prvků a aplikace.

Významná část laboratoře byla vybudována v rámci programu MŠMT č.4 - Využití moderních technologií a přístrojové techniky podporující rozvoj nových akreditovaných studijních programů.

Strojní část laboratoře představuje vzduchotechnický systém. Energetická část systému je tvořena obnovitelnými zdroji energie - tepelné čerpadlo a sluneční kolektor. Řídicí systém je založen na sběrnici KNX s přístroji SIEMENS a aplikací Control Web dodavatele Moravských přístrojů s.r.o. Monitorování klimatických veličin je prostřednictvím metostanice dodavatele ENVITECH BOHEMIA s.r.o. Monitorování mikroklimatických veličin je provedeno přístroji dodavatele AHLBORN s.r.o. Pro detekci povrchové teploty prvků je použita termovizní kamera FLUKE dodavatele AHLBORN s.r.o. Pro výuku sběrnice systémů bylo vybudováno výukové pracoviště KNX se šesti pracovními místy. Všechny použité prvky jsou od organizace MERTEN CZECH s.r.o.

Vybudování laboratoře významně podpořily generální projektant a dodavatel AIRKLIMA s.r.o., AIRTECHNOLOGY s.r.o., MERTEN CZECH s.r.o a SIEMENS divize Building technologies.

Další perspektivy laboratoře v závislosti na finančních možnostech se zaměří na sběrnice systémy komunikací silovými kabely a radiofrekvenční komunikace a aplikace LonWorks sběrnice. Laboratoř může být využita i pro spolupráci s průmyslem ve vývoji aplikací a jako školící středisko pro sběrnice systémy.

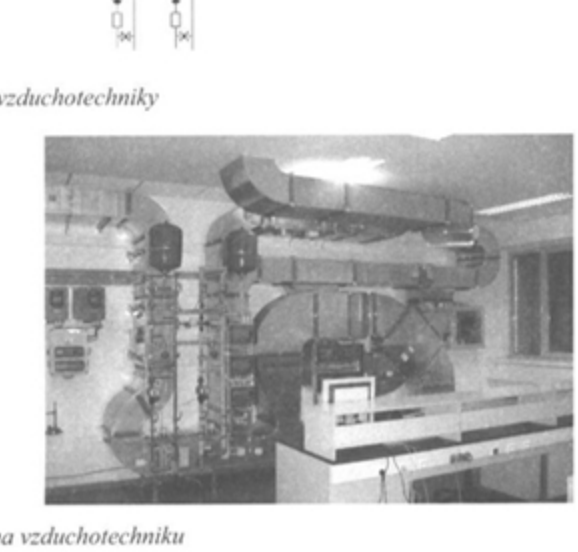
V tomto příspěvku je uveden systém vzduchotechniky, v rámci části technologie tvorby tepelného mikroklimatu.

## VZDUCHOTECHNIKA

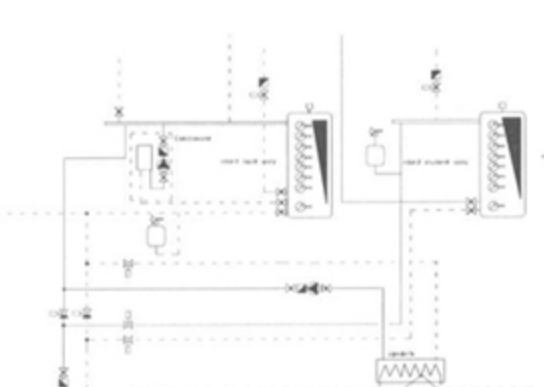
Vzduchotechnika obsahuje standardní systém s využitím odpadního tepla (deskový výměník a výměníky pro ohřev a chlazení). Oba ventilátory jsou nezávisle řízeny měnění otáček a celý systém je navržen tak, aby bylo možno provádět různé varianty směřování a nastavení tlakových podmínek na straně vzduchu. Schéma systému vzduchotechniky je uvedeno na obrázku 1. Fotografie vzduchotechnického systému je uvedena na obrázku 2.

## ENERGETICKÝ SYSTÉM

Základním zdrojem energie pro vytápění i chlazení je tepelné čerpadlo s bivalentním zdrojem a sluneční kolektor. Tepelné čerpadlo může být funkční jak v režimu vytápění, tak i chlazení. Jednotlivé funkce se nastavují přepnutím, ručním nebo automatickým, podle teploty vody v akumulačních nádržích. Schéma energetického systému je uvedeno na obrázku 3. Fotografie energetického systému je uvedena na obrázku 4.



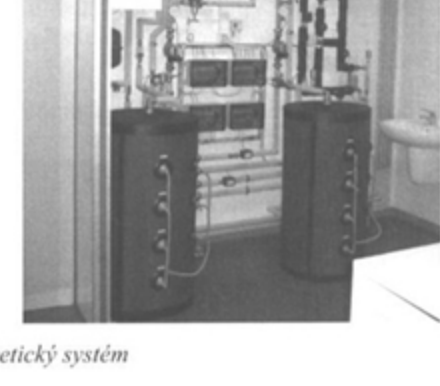
Obr. 1 Schéma vzduchotechniky



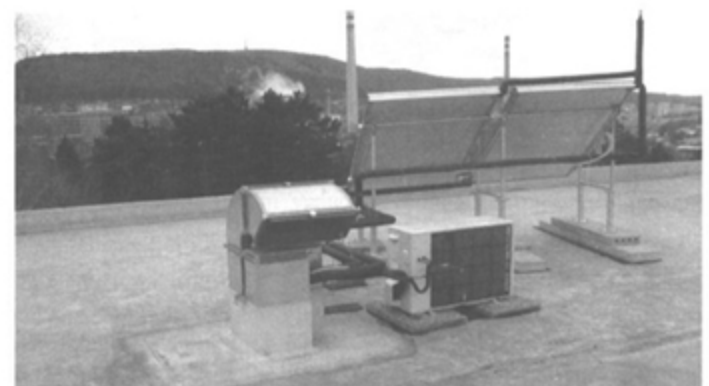
Obr. 2 Pohled na vzduchotechniku



Obr. 3 Schéma zapojení tepelného čerpadla

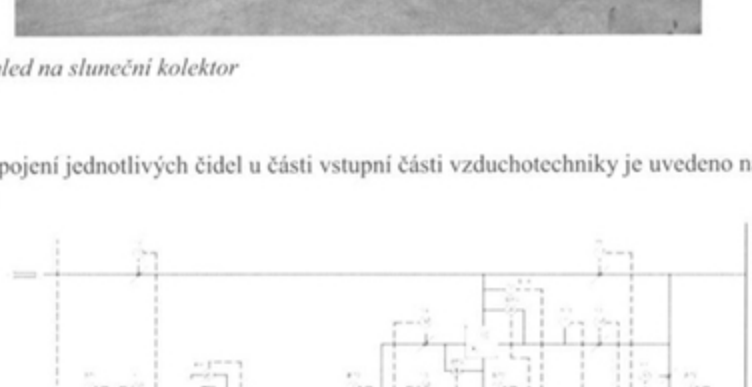


Obr. 4 Pohled na energetický systém



Obr. 5 Pohled na sluneční kolektor

Schéma zapojení jednotlivých čidel v části vstupní části vzduchotechniky je uvedeno na obrázku 6.



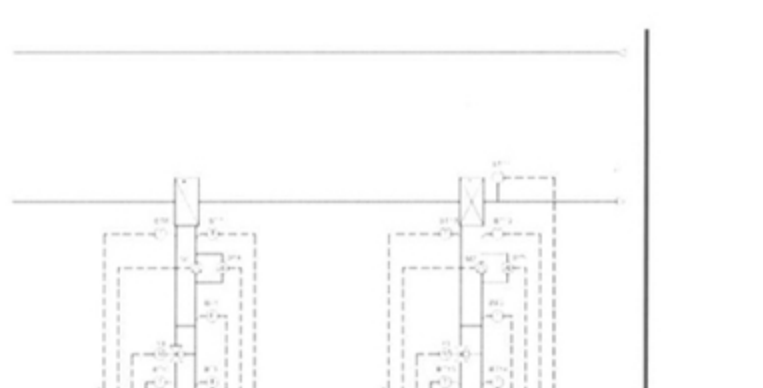
Obr. 6 Schéma zapojení jednotlivých čidel v vstupní části vzduchotechniky

Schéma zapojení výměníků je uvedeno na obrázku 7.



Obr. 7 Schéma zapojení výměníků

Schéma řízení ventilátorů je uvedeno na obrázku 8.



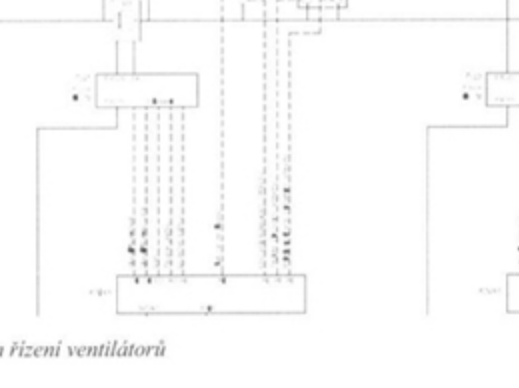
Obr. 8 Schéma řízení ventilátorů

Schéma energetického systému je uvedeno na obrázku 9.



Obr. 9 Schéma energetického systému

Schéma systému chlazení je uvedeno na obrázku 10.



Obr. 10 Schéma systému chlazení

## ŘÍDICÍ A MONITOROVACÍ SYSTÉM

Řídicí a monitorovací systém VZT je založen na otevřeném komunikačním systému KNX. Použit byl systém z řady Saphir výrobce Siemens. Hlavní řídicí jednotka je Siemens ACX32 který mimo vlastní řídicí algoritmy zastává také funkci routeru a komunikačního arbitra. Po sběrnici KNX jsou s ním propojeny satelitní řídicí jednotky Siemens ACX36, které v tomto zapojení vytváří řídicí systém s distribuovanými vstupy a výstupy. Topologie zapojení je uvedena na obrázku 11. Satelitní jednotky s čidly a akčními členy tvoří její spodnější řídicí úroveň.

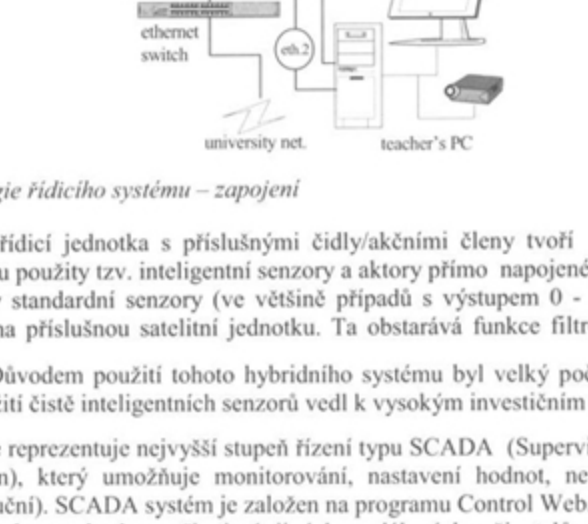


Obr. 11 Topologie řídicího systému – zapojení

Každá satelitní řídicí jednotka s příslušnými čidly/akčními členy tvoří inteligentní uzel. V systému nejsou použity tzv. inteligentní senzory a aktory přímo napojené na sběrnici KNX, nýbrž jsou užity standardní senzory (ve většině případů s výstupem 0 - 10 V), které jsou napojeny vždy na příslušnou satelitní jednotku. Ta obstarává funkce filtrování, offsetování a komunikace. Důvodem použití tohoto hybridního systému byl velký počet senzorů (200), který by při použití čistě inteligentních senzorů vedl k vysokým investičním nákladům.

Učtelská stanice reprezentuje nejvyšší stupeň řízení typu SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), který umožňuje monitorování, nastavení hodnot, nebo výběr režimu (automatický - ruční). SCADA systém je založen na programu ControlWeb. Učtelská stanice dovoluje přes ochranu heslem připojení jiných vzdálených uživatelů. Učtelský PC je propojen s hlavním regulátorem jednak po ethernetu (vysokorychlostní komunikace pro běžné funkce - vizualizace, uživatelské nastavování parametrů řízeného ovládní), jednak sekundární sériovou linkou (RS232). Tento způsob zapojení umožňuje sestavení celého zařízení prostřednictvím SCADA aplikace v programu Control Web 5 professional společnosti Moravské přístroje a vzdálený servis a diagnostiku zařízení i na nízké úrovni (programování podstanice).

Aplikace SCADA umožňuje monitorování, archivaci dat, vizualizaci procesů a také komunikaci se studentskými stanicemi (jímž „nabízí“ ke čtení a zápisu údaje datové moduly). Studenti tak mohou vidět svoji úlohu a nastavovat žádané hodnoty pouze vybraných parametrů týkající se samotné úlohy. V průběhu výuky studenti pracují s reálnými daty, která mohou zpracovávat do vhodné formy. Mimo funkcí pro distribuci dat studentským pracovištím obsahuje softwarové vybavení učtelského PC také webový server pro zobrazování dat na internetových stránkách.



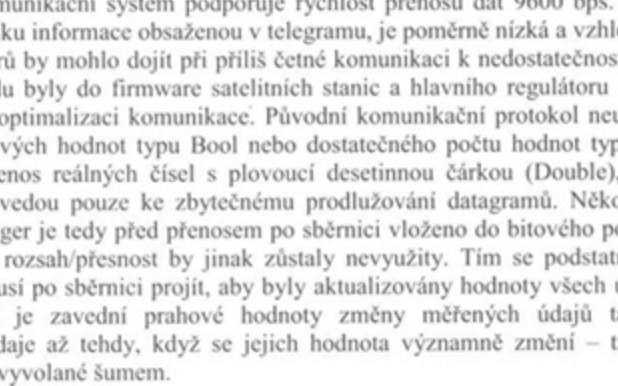
Obr. 12 Topologie řídicího systému - software

Řídicí a komunikační systém mezi hlavní řídicí jednotkou a satelitními podstanicemi využívá sběrnici Konnex v režimu S-Mode, který nabízí vysokou flexibilitu pro realizaci funkcí řízení technologie budov, především co se týká nastavení hodnot parametrů jednotlivých vstupů/výstupů. V tomto případě tedy nebyl ke konfiguraci zařízení na sběrnici Konnex použit standardní program KNX ETS3, který neobsahuje možnost konfigurovat satelitní stanice v konkrétním případě. Pro programování řídicích stanic jsou použity konfigurační bloky přístupné přes Siemens Saphir IDE.

Po kompilaci je komunikace po sběrnici KNX součástí firmwaru podstanice. Hlavní řídicí stanice funguje jako arbitr při komunikaci mezi jednotlivými podstanicemi. V tomto ohledu nemožou studenti, ale ani učitel konfigurovat mezi komunikací. V dalším vývoji zařízení se však uvažuje doplnění systému o komunikační modul umožňující programování dalších aplikací i z pracovního místa učitele.

Jak bylo posáno výše, aplikace je experimentální i v použití sběrnice KNX pro komunikaci mezi řídicími jednotkami Siemens, takže v průběhu aplikace muselo docházet k doladování programu. Komunikační systém podporuje rychlost přenosu dat 9600 bps. Tato rychlost, s ohledem na délku informace obsaženou v telegramu, je poměrně nízká a vzhledem k množství senzorů a aktorů by mohlo dojít při příliš časté komunikaci k nedostatečnosti sběrnice. Také z tohoto důvodu byly do firmwaru satelitní stanic a hlavního regulátoru implementovány algoritmy pro optimalizaci komunikace. Původní komunikační protokol neumožňuje přenos např. jednobitových hodnot typu Bool nebo dostatečného počtu hodnot typu Short Integer, zato nabízí přenos reálných čísel s plnou desetinnou částkou (Double), které však pro většinu údajů vedou pouze ke zbytečnému prodloužení datagramů. Několik hodnot typu Bool nebo Integer je tedy před přenosem po sběrnici vloženo do bitového pole hodnoty typu Double, jehož rozsah/přesnost by jinak zůstaly nevyužity. Tím se podstatně zmenší počet zpráv, které musí po sběrnici projit, aby byly aktualizovány hodnoty všech údajů v systému. Samozřejmě musí je zavední práhové hodnoty změny měřených údajů tak, aby systém aktualizoval údaje až tehdy, když se jejich hodnota významně změní – tzn. nepenáší se změny hodnot vyvolané šumem.

Architektura firmwaru hlavní řídicí stanice je modulární a je konfigurovatelná prostřednictvím učtelského PC, umožňuje spouštět a odstavovat základní kontrolní bloky (např. chlazení, větrání, zavírání a otevírání klapek a ventilů, spouštění podsystémů) a dále umožňuje nastavit parametry PID regulátorů a také offsety senzorů a další funkce. Výřez obrazovky hlavního konfiguračního modulu je zobrazen na obrázku 13.



Obr. 13 Obrazovka hlavního konfiguračního modulu

Hlavní řídicí stanice je vybavena komunikační kartou OPC server, na které běží OPC server. SCADA software na učtelském PC používá pro přístup k údajům tohoto OPC serveru, což umožňuje nastavení žádaných hodnot a čtení hodnot ze snímačů (viz. obrázek 12). Učtelský počítač je vybaven dvěma ethernetovými rozhraními. Jedno, jak bylo uvedeno výše, slouží pro běžnou komunikaci mezi učtelským PC a hlavní řídicí jednotkou. Tato ethernetová linka je oddělena od běžné sítě použít v učebně. Druhé rozhraní je použito pro univerzitní síť (zobrazování hodnot na webu a také připojení studentských stanic k učtelskému počítači, z nějž přebírají aktuální data). Na obrázku 14 je zobrazen příklad obrazovky studentského pracoviště vybrané úlohy prostřednictvím aplikace SCADA.



Obr. 14 Příklad obrazovky studentského pracoviště

## ZÁVĚR

Výše popsaný systém je v současné době ve stadiu provozních zkoušek. První zkušenosti s jeho použitím jsou příznivé.

## LITERATURA

- [1] Sauter, T., Dietrich D., Kastner, W. (Eds.). (2001)EIB Installation Bus System. (Siemens Aktiengesellschaft, Berlin and Munich), 319 p. Publicis Corporate Publishing, Erlanger.
- [2] Firemní podklady Siemens
- [3] SmartHouse Code of Practice CWA 50487:2005. CENELEC, 2005
- [4] EN 50090 Home and building electronic system
- [5] ISO 16484 Building Automation and Control Systems
- [6] PrEN 14908 Control Networks Protocol
- [7] ISO/IEC 15045-1: Information technology – Home electronic system (HES) gateway
- [8] „Project Engineering for EIB Installations. Basic Principles“, 4th (revised) edition, EIBA, 2005
- [9] Zálesák,M., Vašek,V.: Problems of intelligent buildings control and communication systems. Proceedings of 16th International DAAM Symposium, 2005
- [10] Zálesák,M.: Řízení instalace, tvorby prostředí - současť integrovaných systémů budov. Vytápění Větrání Systémové řešení 16, 2007, číslo 3, str. 151 - 155

Tento příspěvek byl vypracován v rámci grantu MŠMT ČR č. MSM 7088352102 a grantu Grantové Agentury ČR (GAČR) č.102/03/0625.