

VEDA | VÝSKUM | PRENOS TECHNOLOGIÍ DO PRAXE



ŠPECIÁL KOMPETENČNÉHO CENTRA

2 | obsah

3 | tiráž / editoriál

transfer

4 | **MERANIA KVALITY VNÚTORNÉHO PROSTREDIA V PRIESTOROCH KNIŽNIČNÉHO A INFORMAČNÉHO CENTRA NA STAVEBNEJ FAKULTE STU**

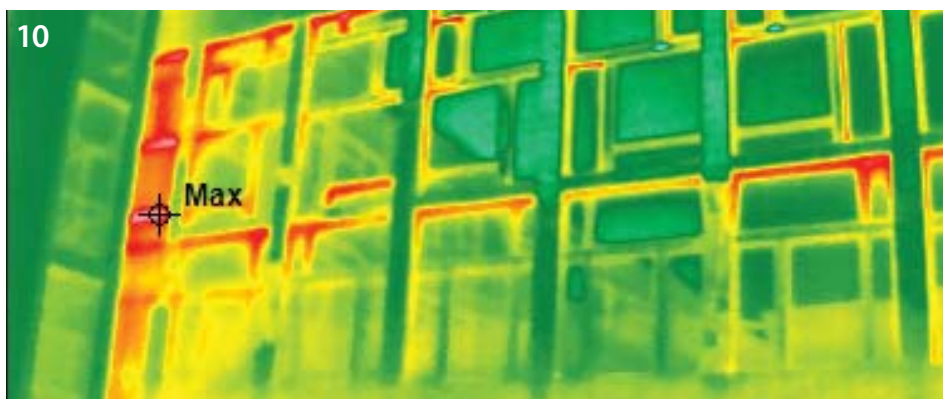


4



7

7 | **MERANIE INTENZITY VETRANIA S POUŽITÍM CO2 AKO STOPOVACIEHO PLYNU VO VÝŠKOVOM OBJEKTE**



10

10 | **TERMOVÍZNE POSÚDENIE PREVÁDZKY SYSTÉMOV TECHNIKY PROSTREDIA V PRIESTOROCH STAVEBNEJ FAKULTY STU V BRATISLAVE**

Blok C
severovýchodná
orientácia

14

12 | **VPLYV SKOKOVÝCH ZMIEN PRIETOKU TEPLONOSNEJ LÁTKY NA PREVÁDZKU STROPNÉHO VEĽKOPLOŠNÉHO VYKUROVANIA**

14 | **NAVIGÁCIA VO VNÚTORNÝCH PRIESTOROCH VYUŽITÍM TECHNOLOGIE RFID**



16

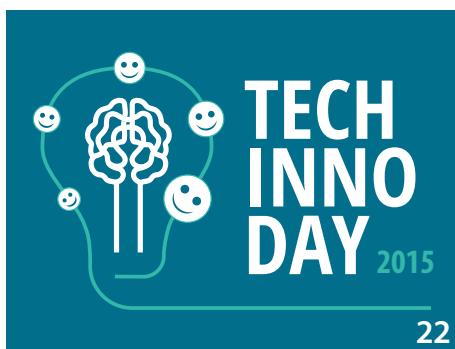
16 | **HYDRAULICKÉ ASPEKTY PREVÁDZKY VYKUROVACEJ SÚSTAVY VO VÝŠKOVOM OBJEKTE**



19

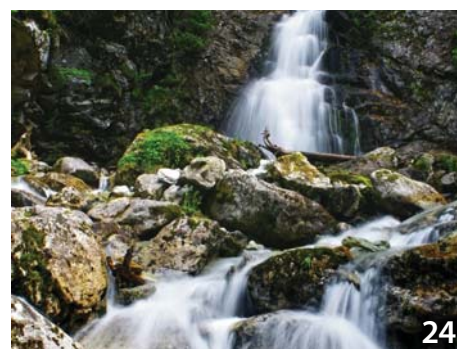
19 | **AKTÍVNE BIOSENZORICKÉ/ SENZORICKÉ IMPLANTÁTY - VÝSKUM, OBMEDZENIA A RIEŠENIA**

22 | **VÝSTAVA TECHNICKÝCH INOVÁCIÍ TECH INNO DAY 2015**



22

24 | **MONITOROVANIE ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA**



24

NEPREDAJNÉ. ŠTVŔTROČNÍK.
 Číslo neprešlo jazykovou úpravou
 Dátum vydania: máj 2015

FOTO TITULKA
 www.sxc.hu

FOTOGRAFIE
 www.sxc.hu, STU, archív autorov textov

VYDALA
 STU Scientific, s.r.o. – obchodná spoločnosť
 Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

GRAFICKÝ VIZUÁL A TLAČ
 Monkey Lounge s. r. o.

EV 3504/09
 ISSN 1337-9747

ZODPOVEDNÁ REDAKTORKA
Nora Lovászová, STU Scientific, s.r.o.

REDAKČNÁ RADA

prof. Ing. Robert Redhammer, PhD.
 Slovenská technická univerzita v Bratislave

prof. Ing. Marian Peciar, PhD.
 Slovenská technická univerzita v Bratislave

Ing. Milan Belko, PhD.
 STU Scientific, s.r.o.

prof. Ing. Ján Bujňák, CSc.
 Žilinská univerzita v Žiline

doc. Ing. Miloš Čambál, CSc.
 Materiálovotechnologická fakulta STU

Dr. h. c. prof. Ing. Anton Čižmár, CSc.
 Technická univerzita v Košiciach

Ing. Miroslav Balog, PhD.
 SIEA

prof. Ing. Stanislav Kmeť, CSc.
 Technická univerzita v Košiciach

doc. Ing. Eva Kráľová, PhD.
 Fakulta architektúry STU

Ing. Darina Kyliánová
 Úrad priemyselného vlastníctva SR

Ing. Lenka Mikulíková
 Univerzitný technologický inkubátor STU

Ing. Vladimír Švač
 KPMG, Slovensko

prof. Ing. Ján Tuček, CSc.
 Technická univerzita vo Zvolene

doc. Ing. Marián Zajko, PhD.
 Ústav manažmentu STU

Ing. Mgr. Mária Búciová
 Slovenská technická univerzita v Bratislave

*Za obsah dodaného príspevku zodpovedá jeho autor.
 Redakcia nemusí súhlasiť so všetkými publikovanými názormi.
 Uzavierka 2. čísla 2014: 31. 7. 20154*

VÁŽENÍ ČITATELIA TRANSFERU.

Aktuálne číslo časopisu TRANSFER je zamerané na prezentáciu dosiahnutých výsledkov v rámci riešenia projektu s názvom Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb. Hlavným partnerom projektu je STU v Bratislave, ďalší partneri pochádzajú z prostredia akademického výskumu, ale tiež z hospodárskej sféry.

Okrem obstarania špičkovej technickej infraštruktúry je významná časť aktivít v rámci projektu venovaná aplikovanému výskumu. Výskum sa koncentruje do troch aktivít – výskum inteligentných senzorových systémov, výskum riadiacich robotických systémov a výskum elektronických a informačných služieb. Výskumné aktivity sa z aplikačného hľadiska dotýkajú troch aplikačných domén – I. Elektronizácia a informatizácia zdravotníctva, II. Monitorovanie životného prostredia a III. Inteligentné budovy.

Z hľadiska obsahu aktuálneho čísla je možné povedať, že ťažiskom sú vybrané výsledky doterajšieho riešenia problematiky aplikačnej domény III. Inteligentné budovy. Autori zo SvF STU sa vo svojich príspevkoch venujú meraniu kvality vnútorného prostredia vo vybraných priestoroch fakulty, zaoberajú sa hydraulickými aspektmi prevádzky vykurovacej sústavy, využitím termovízie pre posúdenie prevádzky systémov techniky prostredia, ako aj navigáciou vo vnútorných priestoroch využitím technológie RFID.

Riešitelia z FEI STU popisujú dosiahnuté výsledky v rámci aplikačnej domény I. Elektronizácia a informácia zdravotníctva. Vo svojom príspevku sa venujú zaujímavým problematikám aktívnych biosenzorických a senzorických implantátov.

Jeden z partnerov z hospodárskej sféry vo svojom príspevku z oblasti aplikačnej domény II. Monitorovanie životného prostredia pripravil inovatívny zberný systém údajov životného prostredia, zahrňujúci najmä dáta o atmosfére a gama žiarení, otvorený pre inštaláciu inovatívnych senzorov – či už dočasnú alebo trvalú. Pre vedecko-výskumných pracovníkov vyvíjajúcich nové senzory to predstavuje príležitosť ušetriť značnú námahu spojenú s inštaláciou takého senzora v externom prostredí. Stačí im daný senzor priniesť do kompetenčného centra. Navyše, k dátam meraným svojím senzorom dostanú aj množstvo súbežne meraných dát z tradičných senzorov, ktoré sú cenným kontextom pre ich vlastné meranie.

Prijemné čítanie.

Redakcia

MAILBOX

Chcete odprezentovať svoj názor, prípadne sa chcete stať spolutvorcami časopisu ?

Ak áno, kontaktujte nás ►



E-MAIL
 info@stuscientific.sk



ADRESA VYDAVATEĽA
 STU Scientific, s.r.o., IČO: 43988318,
 Pionierska 15, 831 02 Bratislava



TELEFÓN REDAKCIA
 +421 907 732 952

MERANIA KVALITY VNÚTORNÉHO PROSTREDIA V PRIESTOROCH KNIŽNIČNÉHO A INFORMAČNÉHO CENTRA NA STAVEBNEJ FAKULTE STU

V súčasnosti študuje na bakalárskych, inžinierskych a doktorandských programoch Stavebnej fakulty STU v Bratislave niekoľko tisíc študentov. Knižničné a informačné centrum (KIC), ktoré funguje v priestoroch fakulty, poskytuje tomuto množstvu študentov voľný prístup k odbornej literatúre, publikáciám, technickým normám a predpisom a poskytuje priestor na individuálne štúdiá a prípravu. KIC je teda obľúbeným a mimoriadne vyťaženým pracoviskom, ktoré mesačne zaznamená v priemere viac ako 2500 vstupov. Počas obdobia dvoch týždňov v decembri 2014, kedy sa uskutočnili merania prezentované v tomto príspevku, sa zaznamenalo dokonca viac ako 5200 vstupov. Pri vysokom počte návštevníkov a charaktere činnosti vykonávanej v KIC vzniká silná požiadavka na dosiahnutie a udržanie vysokej kvality vnútorného prostredia, čo však môže byť, najmä pri celodennej takmer 100 % obsadenosti náročné.

Na zdokumentovanie stavu vnútorného prostredia sa v decembri, kedy sú priestory KIC počas roka najviac vyťažené, uskutočnili merania parametrov kvality vnútorného prostredia, ktoré okrem dlhodobých objektívnych meraní zahŕňali aj subjektívne hodnotenie kvality vnútorného prostredia pomocou dotazníkov a hodnotenie rizika prievanu pri



Obr. 1 – Priestory Knižničného a informačného centra

prevádzke núteného vetrania – vzduchotechniky. Merania môžu slúžiť ako podklad pre ďalšie skvalitňovanie prostredia pre študentov, ako i pre personál KIC.

POPIS KNIŽNIČNÉHO A INFORMAČNÉHO CENTRA

KIC sa nachádza v B-bloku Stavebnej fakulty na treťom nadzemnom podlaží (obr. 1). Koncipované je v dvoch výškových úrovniach, poskytuje až 190 miest na sedenie a ročne ho navštívi až okolo 35 000 študentov. Priestor sa vykuruje konvekčnými vykurovacími telesami umiestnenými pod oknami na 1. podlaží. Vetrá sa prevažne prirodzeným spôsobom, infiltráciou cez netesnosti v obvodovom plášti, resp. otvorením okien, je však inštalované vzduchotechnické zariadenie, ktoré možno potenciálne využiť na vetranie, resp. chladenie priestorov.

DLHODOBÉ MERANIA KVALITY VNÚTORNÉHO PROSTREDIA

V období 2.-18. 12.2014 prebiehali dlhodobé merania parametrov kvality vnútorného prostredia. Toto obdobie je pre KIC kvôli

končiacemu zimnému semestru jedným z najvyťaženejších období roka a kapacita KIC je takmer po celý deň naplnená. Monitorovanými parametrami boli relatívna vlhkosť RH (%), teplota vnútorného vzduchu (°C) a koncentrácia CO₂ (ppm), ktoré sa zaznamenávali pomocou šiestich snímačov, päť rozmiestnených v priestoroch KIC a jeden na parapete v exteriéri.

Hodnotiace kritériá

Vnútorné prostredie sa hodnotilo na základe požiadaviek uvedených vo vyhláske MZSR č. 259/2008 Z.z. a v STN EN 15251. Podľa vyhlásky MZSR č. 259/2008 Z.z. je prípustný rozsah operatívnej teploty v chladnom období 18-26 °C, prípustný rozsah relatívnej vlhkosti 30-70 %. Prípustná úroveň koncentrácie CO₂ sa v tejto vyhláske neuvádza, uvádza sa len požiadavka na násobnosť výmeny vzduchu v priestore. Merania násobnosti výmeny vzduchu prekračujú rozsah tohto príspevku.

Pri hodnotení podľa STN EN 15251 sa uvažovalo s kategóriou II vnútorného prostredia, ktorá predstavuje normálnu úroveň očakávania kvality vnútorného prostredia pre nové a rekonštruované budovy. Požiadavky na operatívnu teplotu v miestnosti a úroveň

Tab. 1 - Požiadavky na vnútorné prostredie podľa STN EN 15251-2 pre kategóriu II

Typ priestoru	Kat.	Operatívna teplota (°C)		Úroveň CO ₂ nad vonkajšou koncentráciou (ppm)
		Minimum	Maximum	
Kancelárie s otvorenou dispozíciou: Sedavé činnosti 1,2 met	II	20,0	26,0	500

koncentrácie CO₂ sú uvedené v tab. 1. Relatívna vlhkosť sa odporúča medzi 30 až 70 %, pričom nad úrovňou 70 % možno očakávať zvýšené riziko rastu mikroorganizmov a plesne a naopak, pod hranicou 30 % možno predpokladať zvýšené riziko podráždenia očí a sliznic.

Hodnotenie vnútorného prostredia

Na účel hodnotenia sa použili len filtrované údaje namerané počas pracovných dní a otváracích hodín Knižničného a informačného centra. Časový priebeh teploty vzduchu (ktorú možno v tomto prípade zjednodušene považovať za operatívnu teplotu) je v grafe 1. Teplota vonkajšieho vzduchu sa počas celej doby merania pohybovala medzi 0 a 10 °C. Teplota vzduchu, ako i relatívna vlhkosť v KIC počas sledovaného obdobia vyhovovali požiadavkám vyhlášky MZSR č. 259/2008 Z.z., hoci treba poznamenať, že spodná hranica 18 °C je veľmi nízka a vzduch s takto nízkou teplotou by pravdepodobne viedol k tepelnej nepohode.

Časový priebeh koncentrácie CO₂ počas sledovaného obdobia je v grafe 2.

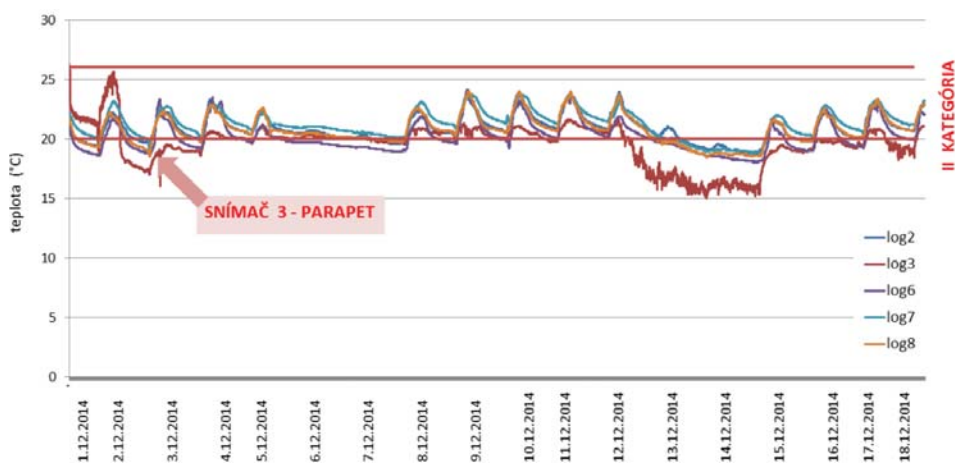
Na základe nameraných údajov možno určiť, koľko percent času zo sledovaného časového obdobia zodpovedalo kvalite vzduchu podľa požiadaviek jednotlivých kategórií vnútorného prostredia uvedených v ŠTN EN 15251 (graf 3). Stĺpce v zelenom ráme ukazujú percento času, počas ktorého parametre vnútorného prostredia zodpovedali kategórii II alebo vyššej.

Merania preukázali, že z hľadiska teploty vzduchu bolo 93,5 % času vnútorné prostredie vyhovujúce, lokálne sa však zhoršené výsledky zistili v oblasti vnútorného parapetu okien na prízemí KIC, kde bola teplota oproti zvyšným snímačom nižšia (graf 1). Relatívna vlhkosť spĺňala dokonca nadštandardné parametre kategórie I takmer 100 % času. Na druhej strane, prejavila sa znížená kvalita vzduchu v dôsledku vysokej obsadenosti priestoru, reprezentovaná vysokou koncentráciou CO₂, ktorá bola počas 84 % sledovaného časového obdobia horšia ako požaduje norma. Táto situácia sa vzťahuje na obdobie, kedy je KIC naplno vyťažovaná a tento výsledok neodráža typický stav počas školského roka, kedy je situácia priaznivejšia.

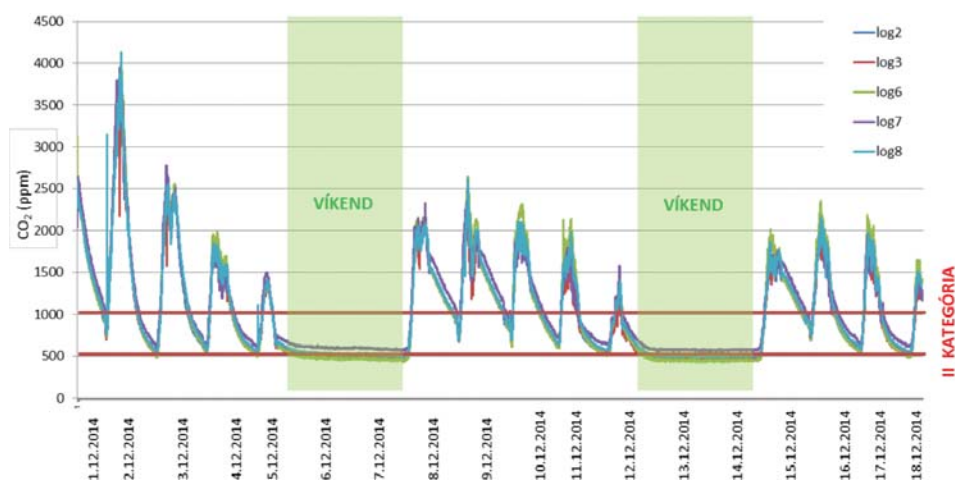
SUBJEKTÍVNE HODNOTENIE KVALITY VNÚTORNÉHO PROSTREDIA

V období prebiehajúcich meraní 3.-17.12.2014 sa návštevníkom KIC rozdávali dotazníky, v ktorých boli študenti požiadaní o subjektívne hodnotenie spokojnosti s vnútorným prostredím. Priestor KIC bol pre tento účel rozčlenený na 5 funkčných zón a respondenti mali odpovedať na otázky týkajúce sa pocitu spokojnosti s faktormi vnútorného prostredia – tepelnou pohodou, osvetlením, hlukom, lokálnou tepelnou nepohodou predstavujúcou pocit prievanu a kvalitou vzduchu v priestore (obr. 2). Celkovo sa zozbieralo 1473 vyplnených dotazníkov.

Z celkového vyhodnotenia všetkých zozbieraných dotazníkov bola na otázku „Ako ste vnímali teplotu v miestnosti?“ a „Ako ste vnímali kvalitu vzduchu?“ pri hodnotení v rozmedzí od 0-100 (0 najhoršie, 100

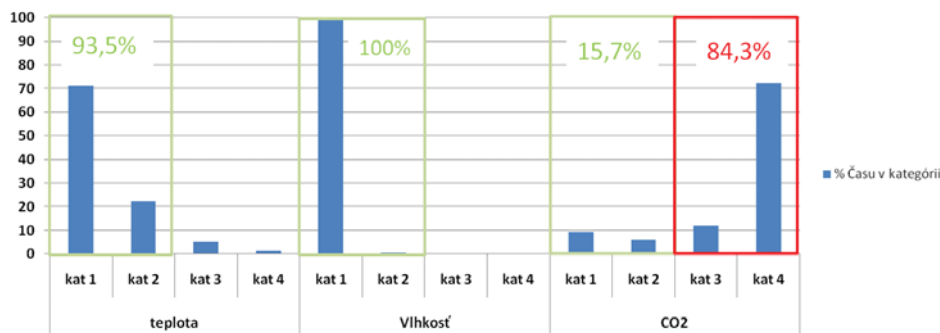


Graf 1 – Priebeh teploty vzduchu s vyznačeným rozsahom pre kategóriu II

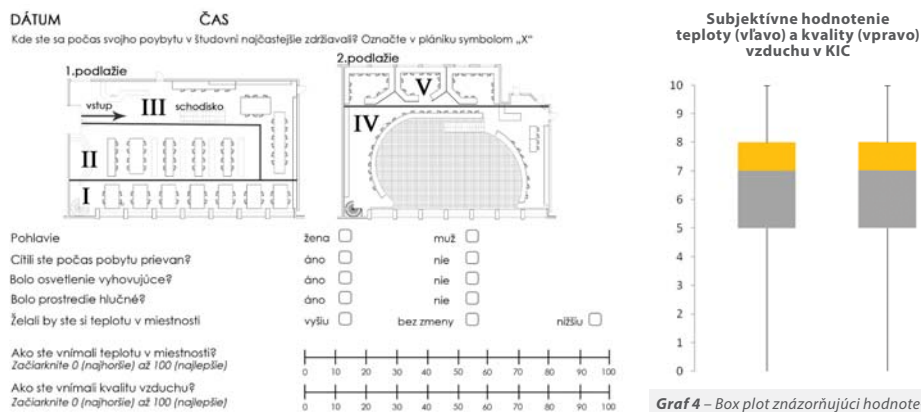


Graf 2 – Priebeh koncentrácie CO₂ s vyznačením rozsahu pre kategóriu II

percento času v kategórii kvality vnútorného prostredia podľa STN EN 15251-2



Graf 3 – Percento času, počas ktorého sa KIC nachádza v jednotlivých kategóriách kvality podľa vnútornej teploty, relatívnej vlhkosti a obsahu CO₂ nad vonkajšou úrovňou



Obr. 2 – Vzor dotazníkového formulára rozdávaného návštevníkom KIC.

Graf 4 – Box plot znázorňujúci hodnotenie teploty a kvality vzduchu respondentmi (spodná hrana obdĺžnika predstavuje 1. kvartil, rozhranie dvoch farieb medián, horná hrana 3. kvartil).

Tab. 2 - Percentuálne rozloženie odpovedí na jednotlivé dotazníkové otázky počas sledovaného obdobia

Sledované obdobie (% rozloženie odpovedí)	Pohlavie	Cítili ste prievan?		Bolo osvetlenie vyhovujúce?		Bolo prostredie hlučné?		Želali by ste si teplotu?				
		žena	muž	áno	nie	áno	nie	áno	nie	vyššiu	bez zmeny	nižšiu
3.12.2014	streda	33,5	66,5	25,5	74,5	89,1	10,9	31,3	68,7	30,2	64,7	5,1
4.12.2014	štvrtok	50,8	49,2	23,9	76,1	83,5	16,5	40,1	59,9	25,1	67,9	7,0
5.12.2014	piatok	19,2	80,8	19,2	80,8	86,5	13,5	24,0	76,0	25,0	69,2	5,8
8.12.2014	pondelok	47,1	52,9	24,3	75,7	85,5	14,5	34,9	65,1	28,3	64,2	7,5
9.12.2014	utorok	24,3	75,7	21,2	78,8	87,3	12,7	36,8	63,2	32,8	63,5	3,7
10.12.2014	streda	47,2	52,8	19,0	81,0	91,5	8,5	23,2	76,8	25,4	69,7	4,9
11.12.2014	štvrtok	23,9	76,1	16,4	83,6	88,1	11,9	31,1	68,9	23,1	67,9	9,0
12.12.2014	piatok	53,6	46,4	28,8	71,2	86,4	13,6	43,8	56,2	31,9	62,7	5,4
15.12.2014	pondelok	45,9	54,1	28,2	71,8	95,2	4,8	47,1	52,9	29,4	63,5	7,1
16.12.2014	utorok	49,1	50,9	27,8	72,2	80,6	19,4	43,7	56,3	36,1	62,0	1,9
17.12.2014	streda	49,1	50,9	24,5	75,5	86,8	13,2	45,3	54,7	24,5	64,2	11,3
PRIEMER		40,3	59,7	23,5	76,5	87,3	12,7	36,5	63,5	28,3	65,4	6,2



Obr. 3 – Meracie pozície a riziko lokálnej nepohody spôsobenej prievanom

najlepšie) mediánová hodnota na úrovni 70. (t.z. 50 % odpovedí bolo nižších alebo rovnakých ako táto hodnota a 50 % odpovedí bolo vyšších) (graf 4).

Pri otázkach s jasne formulovanými odpoveďami bol vyhodnotený percentuálny podiel jednotlivých odpovedí na každú otázku (tab. 2).

Z výsledkov vyplýva, že približne štvrtina študentov zapojených do prieskumu by si teplotu v KIC želala zvýšiť a rovnako takmer štvrtina respondentov cítila počas svojho pobytu v KIC prievan. Tieto problémy možno pravdepodobne z veľkej časti prísúdiť otváraniu okien v dôsledku zníženej kvality vzduchu v čase najväčšieho náporu študentov. Výsledky ohľadne osvetlenia možno vnímať pozitívne. Pomerná hlučnosť je logickým dôsledkom pobytu v plne obsadenom otvorenom priestore, je typickým znakom všetkých otvorených priestorov tohto typu, no nemusí byť vnímaná striktne negatívne, pretože vyjadruje potrebu a slobodnú možnosť konzultácií študentov so svojimi kolegami.

RIZIKO PRIEVANU

Na základe meraní vykazujúcich riziko zvýšenej koncentrácie CO₂ pri plnom obsadení sa pristúpilo k prevencii možnosti využitia núteného vetrania pomocou vzduchotechniky. Po uvedení vzduchotechniky do prevádzky sa testoval najmä to, či nedochádza pri jej činnosti k zvýšeniu rizika lokálnej nepohody v dôsledku prievanu. Meranie prebehlo 28.1.2015 v dopoludňajších hodinách a vyhodnotenie sa vykonalo podľa metodiky uvedenej v STN EN ISO 7730, s použitím nasledujúceho vzťahu:

$$DR = (34 - t_{a,i}) \cdot (v_{a,i} - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot v_{a,i} \cdot T_u + 3,14) \quad (1)$$

kde DR je riziko lokálnej tepelnej nepohody v dôsledku prievanu (%); $t_{a,i}$ je lokálna teplota vzduchu (°C); $v_{a,i}$ je lokálna rýchlosť prúdenia vzduchu (m/s); T_u je lokálna veľkosť turbulencie pri prúdení vzduchu (%).

Päť meracích stanovišť bolo rovnomerne rozložených v priestore KIC so zameraním najmä na potenciálne rizikové pozície (obr. 3). Na každom stanovišti sa v úrovni členkov vo výške 0,1 m a vo výške 1,1 m merala teplota vzduchu, rýchlosť prúdenia vzduchu a jej štandardná odchýlka.

Celkovo prebehlo 10 meraní, pričom v 3 prípadoch sa zistilo zvýšené riziko lokálnej nepohody spôsobenej prievanom. Všetky prípady súviseli s blízkosťou vetracej výstky. Možno teda konštatovať, že zvýšené riziko prievanu môže hroziť v prípade, ak sa osoba nachádza priamo pod vetracou výstkou, prípadne v niektorých prípadoch v blízkosti výstky. Na ďalších miestach v KIC bolo riziko prievanu v norme. V prípade, ak sa namerané rýchlosti prúdenia vzduchu porovnajú s hodnotou 0,2 m/s, odporúčanou vo vyhláske MZSR č. 259/2008 Z.z., možno za rizikové považovať len stanovište 4, kde v oblasti členkov bola nameraná rýchlosť 0,33 m/s. Riziko prievanu by sa dalo zmierniť zvýšením teploty vzduchu privádzaného do miestnosti, resp. znížením prietoku vzduchu z výustiek, a tým aj rýchlosti prúdenia vzduchu.

Pre študentov Stavebnej fakulty je dnes KIC neodmysliteľnou súčasťou ich štúdií. Dotazníkový prieskum ukázal, že ho vo veľkej miere využívajú a vážia si možnosti ktoré ponúka, čo bolo jasne badateľné najmä z mnohých pozitívnych komentárov na adresu KIC a jej ochotného personálu. Práve pre svoju obľúbenosť a časté využívanie jeho kapacity sa najmä v kritických týždňoch končiaceho zimného semestra môže prejaviť zníženie kvality vzduchu v dôsledku vysokej obsadenosti. Tento problém študenti obvykle riešia otvorenými oknami, čo však môže viesť k lokálnemu zníženiu teploty vzduchu a k lokálnej tepelnej nepohode v dôsledku prievanu. Pomôcť by mohlo častejšie využívanie systému vzduchotechniky, avšak za predpokladu, že sa tento systém nastaví tak, aby sa na všetkých študijných miestach predišlo riziku nepohody.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



KOMPETENČNÉ CENTRUM
INTELIGENTNÝCH TECHNOLOGIÍ PRE ELEKTRONIZÁCIU
A INFORMATIZÁCIU SYSTÉMOV A SLUŽIEB



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



MERANIE INTENZITY VETRANIA S POUŽITÍM CO₂ AKO STOPOVACIEHO PLYNU VO VÝŠKOVOM OBJEKTE

Vzhľadom na obrovský potenciál úspor energie spotrebovanej pre budovy, v Európe už roky prebieha postupné zvyšovanie nárokov na úroveň energetickej hospodárnosti budov. V našich zemepisných podmienkach, kde najväčšia časť energie budov sa spotrebuje na vykurovanie, sa má zlepšenie energetickej hospodárnosti dosiahnuť vo veľkej miere zlepšovaním tepelnej ochrany budov, teda znižovaním tepelných strát prechodom tepla pomocou zateplovania a tepelných strát vetraním vplyvom utesnenia obvodových plášťov.

Zníženie prirodzenej infiltrácie vzduchu, ktorá sa stále využíva vo väčšine budov ako jediný spôsob vetrania, má však za následok zníženie kvality vnútorného vzduchu a množstvo čerstvého vonkajšieho vzduchu dodaného do vnútorného prostredia z exteriéru už nemusí zodpovedať požiadavkám na kvalitu vzduchu v budovách. Predmetná štúdia predstavuje možnosti merania intenzity vetrania nepriamo, s použitím CO₂ ako stopovacieho plynu, a uvádza ukážku aplikácie tejto metódy vo výškovej budove s novým energeticky efektívnym obvodovým plášťom. Namerané hodnoty sa porovnávajú s požiadavkami uvedenými v predpisoch.

MERANIE INTENZITY VETRANIA S POUŽITÍM CO₂ AKO STOPOVACIEHO PLYNU

Intenzita vetrania udáva, koľkokrát sa vnútorný vzduch v priestore vymení za čerstvý vonkajší vzduch. Napríklad, ak je intenzita vetrania 2 1/h, znamená to, že počas jednej

hodiny sa vzduch v priestore vymení 2-krát. Intenzita vetrania sa môže merať nepriamo pomocou stopovacieho plynu. Ako stopovací plyn možno použiť napríklad SF₄ či N₂O, najjednoduchším a najlacnejším riešením v praxi však môže byť využitie CO₂, ktorý vzniká ako produkt metabolickej aktivity človeka. Z viacerých metód sa často využívajú metóda stúpajúcej koncentrácie a metóda klesajúcej koncentrácie. Tieto metódy sú založené na rovnici zachovania hmoty, keď musí byť vždy zachovaná rovnováha medzi množstvom CO₂ privádzaným do priestoru, množstvom CO₂ odvádzaným z priestoru, produkciou CO₂ v priestore a aktuálnou koncentraciou CO₂. Matematickými úpravami možno rovnicu upraviť do nasledovného tvaru:

$$C_i(t) = (C_i - C_a) \cdot e^{(-\lambda \cdot t_i)} + C_a + \frac{E}{\lambda \cdot V_R \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot t_i})} \quad (1)$$

kde C₀ je koncentrácia CO₂ na začiatku merania (kg/m³); C_a je koncentrácia CO₂ vonku (kg/m³); λ je intezita vetrania (1/h);

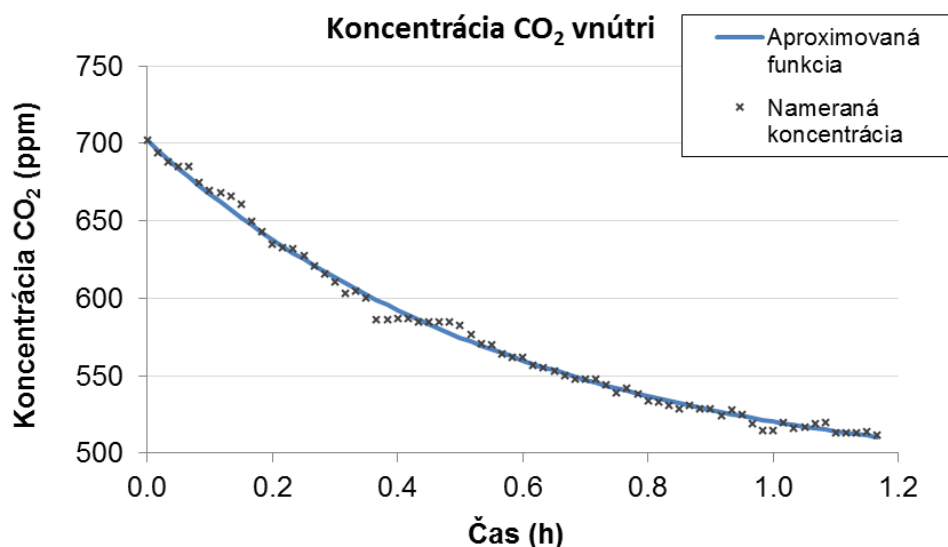
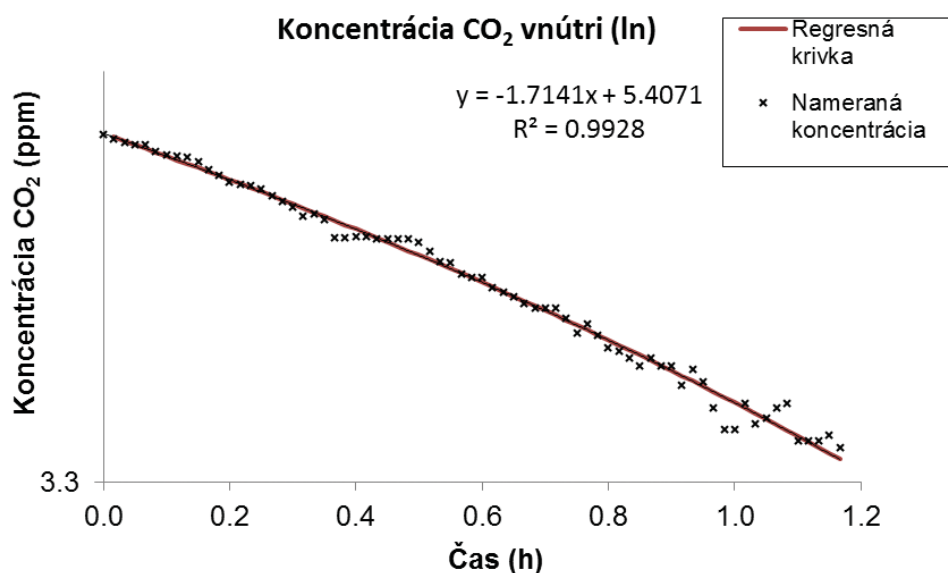
E je množstvo produkovaného CO₂ za jednotku času (m³/s); V_R je objem miestnosti (m³); t_i je čas (s).

Pri metóde stúpajúcej koncentrácie sú C₀, C_a, V_R a t_i známe. Množstvo CO₂ produkovaného osobami možno odhadnúť na základe výšky, váhy a metabolickej produkcie človeka. Intenzita vetrania sa zisťuje iteratívne – hodnota sa nastaví tak, aby krivka získaná pomocou rovnice zodpovedala skutočne nameraným hodnotám. Pri metóde klesajúcej koncentrácie sa v priestore nenachádzajú žiadne osoby a posledný člen rovnice 1, zahŕňajúci produkciu CO₂ užívateľmi, sa rovná nule. Priebeh koncentrácie CO₂ po opustení kancelárie je na obrázku 2.

Rovnicu 1 možno logaritmoviť na nasledovný tvar:

$$\ln(C(t) - C_a) = \ln(C_0 - C_a) - \lambda \cdot t \quad (2)$$

Intenzitu vetrania λ potom možno vypočítať z rovnice 2 pomocou regresnej krivky získanej metódou najmenších štvorcov (obrázok 3).

Obr. 1 – Priebeh koncentrácie CO₂ po opustení kancelárieObr. 2 – Logaritmicke hodnoty koncentrácie CO₂ a regresná krivka

POPIS PRIESTOROV

Priestory, pre ktoré sa merania vykonali, predstavujú kancelárie vo výškovej budove. Tieto kancelárie majú svetlú výšku 2,7 m, podlahovú plochu 17 až 18 m² a sú vetrané



Obr. 3 – Kancelária s jedným užívateľom a s dvojitým obvodovým plášťom

prirodzeným vetraním, teda infiltráciou vonkajšieho vzduchu cez netesnosti v obvodovom plášti, resp. otvorením okien. Obvodový plášť je na jednej svetovej strane jednoduchý, zatiaľ čo na druhej strane je dvojitý, so vzduchovou medzerou medzi vonkajším a vnútorným zasklením dvojitej fasády. Vzduchová medzera je prevetrávaná, teda prúdi ňou čerstvý vonkajší vzduch. Jedna z kancelárií s dvojitým plášťom, obsadená jedným užívateľom, je na obrázku 3.

POŽIADAVKY NA VETRANIE KANCELÁRSKÝCH PRIESTOROV

Okrem emisie znečistenia z rôznych zdrojov a požiadaviek na prijateľnú kvalitu vzduchu založených na zdraví, komforte a výkonnosti užívateľov, závisia požadované dávky čerstvého vzduchu aj na filozofii ich tvorcov. Príkladom je rozdiel medzi STN EN 15251 a americkou normou ASHRAE 62.1, keď požiadavky STN EN sú založené na pocítovanej kvalite neadaptovaných ľudí (teda pocítovaná kvalita hneď pri vstupe do miestnosti), zatiaľ čo americká norma uvažuje s ľuďmi, ktorí sa už na vzduchu v miestnosti adaptovali

(strávili v miestnosti nejaký čas). Vo všeobecnosti možno povedať, že pocítovanie znečistenia klesá rýchlosťou 2,5 % za sekundu v porovnaní s prvým dojmom, a to až na úroveň približne 40 % z prvého dojmu (Fang et al., 1998). Porovnanie požiadaviek na vetranie podľa STN EN 15251 (CEN) a ASHRAE 62.1 je v tabuľke 1.

V tabuľke 1 sú uvedené požiadavky na vetranie podľa STN EN 15251 pre znečistenie užívateľmi vyjadrené pomocou l/s na m². Ak chceme tieto požiadavky na vetranie pre znečistenie užívateľmi vyjadriť pomocou l/s na osobu, možno použiť hodnoty v tabuľke 2.

Okrem toho možno požadovanú intenzitu vetrania vyjadriť aj pomocou dávky vzduchu na jednotku znečistenia. Olf je jednotka sensorického znečistenia (znečistenie pocítované čuchom), ktorá predstavuje sensorické znečistenie produkované jednou štandardizovanou osobou. Za predpokladu, že poznáme mieru sensorického znečistenia v priestore, možno požadovanú dávku vzduchu určiť z tabuľky 3. Hodnoty v tabuľke sa vzťahujú na hodnotenie kvality vzduchu osobami pri vstupe do miestnosti (teda nie adaptovanými na vzduch v miestnosti).

Na základe vyššie uvedených požiadaviek možno pre typickú kanceláriu s plochou 17 m², s objemom 46 m³, obsadenú jedným užívateľom, vypočítať požadované dávky čerstvého vzduchu, resp. intenzity vetrania nasledovne:

Podľa STN EN 15251, pre znečistenie užívateľmi 7 l/(s.osoba), pre znečistenie od budovy 0,7 l/(s.m²):

Dávka vzduchu = 7 l/(s.osoba) x 1 osoba + 0,7 x 17 m² = 18,9 l/s = 68 m³/h
Intenzita vetrania = 68 m³/h / 46 m³ = 1,5 1/h

Podľa ASHRAE 62.1, pre znečistenie užívateľmi 2,5 l/(s.osoba), pre znečistenie od budovy 0,3 l/(s.m²):

Dávka vzduchu = 2,5 l/(s.osoba) x 1 osoba + 0,3 x 17 m² = 7,6 l/s = 27 m³/h
Intenzita vetrania = 27 m³/h / 46 m³ = 0,6 1/h

Podľa CR 1752 pre sensorické znečistenie (tabuľka 3), uvažuje sa sensorické znečistenie od človeka 1 olf/osoba, od koberca 0,3 olf/m²podlahy, od stien a stropu 0,05 olf/m²podlahy, od PC 0,25 olf:

Senzorické znečistenie = 1 olf x 1 osoba + 0,3 olf/m²podlahy x 17 m² + 0,05 olf/m²podlahy x 17 m² + 0,25 = 7,2 olf
Dávka vzduchu = 7,2 olf · 7 l/(s.olf) = 50,4 l/s = 181 m³/h
Intenzita vetrania = 181 m³/h / 46 m³ = 3,9 1/h

VÝSLEDKY

V tomto článku je prezentovaná vzorka výsledkov získaná metódou klesajúcej koncentrácie. Merania sa uskutočnili v období február až marec 2014. Namerané hodnoty intenzity vetrania pre kancelárie s dvojitou aj s jednoduchou fasádou sú na obrázku 4. Chybové úsečky predstavujú 95 % interval spoľahlivosti. Pri výpočte intervalu spoľahlivosti sa uvažovalo s chybou v dôsledku rozptylu nameraných údajov, ako i s chybou v dôsledku neistoty odhadu vonkajšej koncentrácie CO₂. V prípade dvojitej fasády sa za vonkajšiu koncentráciu považovala koncentrácia CO₂ v medzere medzi vnútornou a vonkajšou časťou fasády (koncentrácia bola o niečo vyššia ako v exteriéri).

Tab. 1 - Požiadavky na vetranie kancelárií podľa ASHRAE 62.1 (2013) a STN EN 15251 (2007)

Typ priestoru	Kategória CEN	Hustota obsadenia priestoru		Pre znečistenie užívateľmi		Pre znečistenie z materiálov budovy				Celkom v l/(s.m2)	
		CEN	ASHRAE	CEN	ASHRAE	CEN veľmi málo znečistené	CEN málo znečistené	CEN znečistené	ASHRAE	CEN Málo znečistené	ASHRAE
		osoba/m2		l/(s.m2)	l/(s.osoba)	l/(s.m2)	l/(s.m2)	l/(s.m2)	l/(s.m2)	l/(s.m2)	l/(s.m2)
Uzavretá kancelária	I	0,1		1		0,5	1	2		2	
	II	0,1	0,05	0,7	2,5	0,3	0,7	1,4	0,3	1,4	0,43
	III	0,1		0,4		0,2	0,4	0,8		0,8	

Tab. 2 - Požiadavky na vetranie kancelárií pre nebytové budovy (STN EN 15251)

Kategória	Dávka vzduchu na osobu	Dávka vzduchu pre znečistenie od budovy, l/(s.m2)		
	l/(s.osoba)	Veľmi málo znečistené budovy	Málo znečistené budovy	Znečistené budovy
I	10	0,5	1	2
II	7	0,35	0,7	1,4
III	4	0,2	0,4	0,8

Tab. 3 - Tri kategórie počítavanej kvality vzduchu (CR 1752, 1998)

Kategória	Pocítované kvalita vzduchu		Požadovaná dávka vzduchu (l/s x olf)
	nespokojní (%)	dp	
A	15	1,0	10
B	20	1,4	7
C	30	2,5	4

DISKUSIA

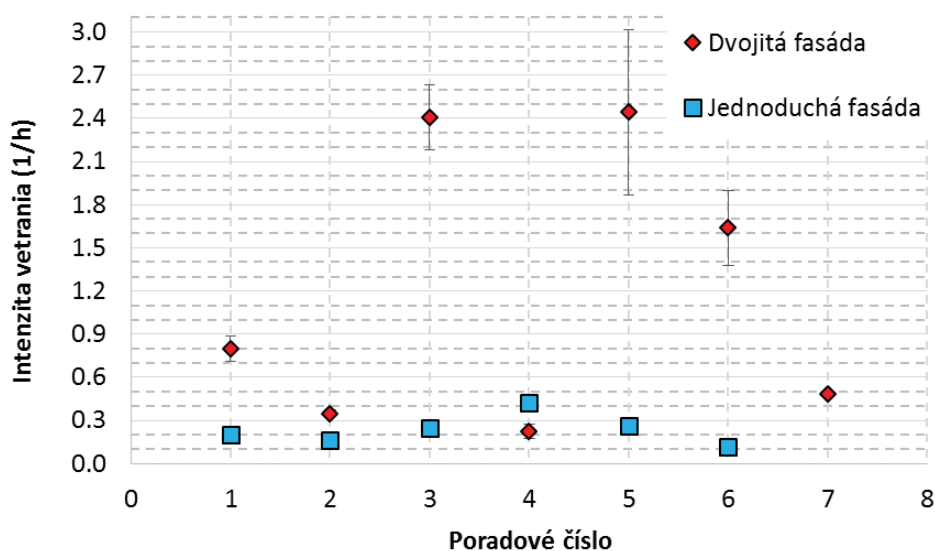
Namerané hodnoty intenzity vetrania pre jednoduchú fasádu sa pohybujú v rozmedzí 0,1 až 0,4 l/h. Všetky hodnoty sa namerali v tej istej kancelárii na 6. nadzemnom podlaží. Na základe osobnej komunikácie sa zistilo, že užívateľ počas doby meraní nikdy neotváral okná. Tieto namerané hodnoty teda vyjadrujú, koľkokrát sa vzduch v miestnosti vymení pri zatvorených oknách a dverách. Variáciu v hodnotách možno vysvetliť najmä tlakom vonkajšieho vzduchu na fasádu (pri veternom počasí sa infiltrácia zvyšuje), prípadne v menšej miere infiltráciou vzduchu do kancelárie z vnútorných priestorov (z chodby) či neistotou merania.

V prípade dvojitej fasády je rozptyl nameraných hodnôt podstatne väčší. Všetky hodnoty okrem jednej sa namerali v tej istej kancelárii na 6. nadzemnom podlaží. Nízke hodnoty intenzity vetrania od 0,2 do 0,5 l/h predstavujú intenzitu vetrania pri zatvorených oknách a dverách. Hodnotu 0,8 l/h nemožno spoľahlivo interpretovať. Vysoké intenzity vetrania v rozsahu od 1,6 do 2,4 l/h sa dosiahli pravdepodobne pri otvorení jedného z okien na ventiláciu, čím sa infiltrácia čerstvého vzduchu do miestnosti výrazne zvýšila. Variáciu v hodnotách možno vysvetliť rovnako, ako v prípade jednoduchej fasády, pričom v medzere môže vznikáť výrazné prúdenie vzduchu, čo môže takisto ovplyvniť infiltráciu.

Namerané hodnoty intenzity vetrania v prípade zatvorených okien sú nižšie, ako sú požiadavky na vetranie kancelárskych

priestorov. Namerané hodnoty sú najbližšie k pomerne benevolentným požiadavkám podľa americkej normy ASHRAE 62.1, ktorá uvažuje s užívateľmi adaptovanými na vnútorný vzduch. Na druhej strane, namerané hodnoty sú vzdialené požiadavke pri podrobnom výpočte senzorickeho znečistenia podľa CR 1752. Túto požiadavku možno považovať za prísnu, a to najmä kvôli uvažovanej vysokej miere znečistenia z koberca. Treba poznamenať, že koberec (najmä starý) môže výrazne prispieť k zníženiu kvality vzduchu v priestore.

Merania potvrdili, že nový obvodový plášť spĺňa to, čo sa od energeticky efektívneho obvodového plášťa očakáva, teda pomerne nízku mieru infiltrácie vzduchu, a tým zníženie tepelných strát vetraním. Plášť dokáže plniť túto funkciu i vo väčších výškach, kde tlak vzduchu na fasádu môže byť vyšší ako pri zemi. Na druhej strane, utesnenie plášťa vedie k intenzite vetrania nižšej, ako sa odporúča v predpisoch. Toto možno kompenzovať vetraním otvorením okien. Kvalitu vzduchu okrem toho možno zlepšiť odstránením zdrojov znečistenia, ako môže byť napríklad starý koberec.



Obr. 4 – Hodnoty intenzity vetrania získané metódou klesajúcej koncentrácie

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



KOMPETENČNÉ CENTRUM
INTELIGENTNÝCH TECHNOLOGIÍ PRE ELEKTRONIZÁCIU
A INFORMATIZÁCIU SYSTÉMOV A SLUŽIEB



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ

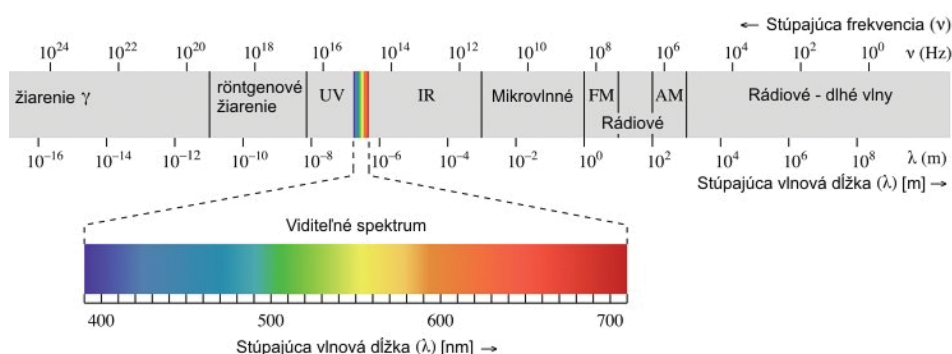


Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



TERMÓVÍZNE POSÚDENIE PREVÁDZKY SYSTÉMOV TECHNIKY PROSTREDIA V PRIESTOROCH STAVEBNEJ FAKULTY STU V BRATISLAVE

Článok sa zameriava na termovízne posúdenie priestorov Knižničného a informačného centra (KIC) na Stavebnej fakulte STU v Bratislave v období mesiaca december, kedy je KIC najvyťaženejšie. V tomto mesiaci sa zaznamenalo viac ako 5000 vstupov. Cieľom meraní bolo vyhodnotenie funkčnosti systému techniky prostredia v spolupôsobení so stavebnými konštrukciami. Článok predstavuje základné princípy termovízneho merania objektov, hodnotí úroveň tepelnej ochrany vonkajšej fasády, zároveň sa zachytáva fungovanie systému konvekčného vykurovania vykurovacími telesami, ako i prevádzka systému núteného vetrania pomocou vzduchotechniky. Termovízne merania sa vykonali prístrojom rady ThermoPro™ TP8, Top – end IR Thermographic Camera.



Obr. 1 – Spektrum elektromagnetického žiarenia. Zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/EM_spectrum_SK.jpg

PRINCÍP TERMOGRAFIE

Termografia je určenie a znázornenie rozloženia povrchovej teploty pomocou merania hustoty infračerveného žiarenia z povrchu, vrátane vyhodnotenia mechanizmov spôsobujúcich nepravidelnosti v tepelných obrazoch. Vykonáva sa prístrojom, ktorý nazývame termovízna kamera. Spektrum elektromagnetického žiarenia je na obr. 1 (usporiadané podľa vlnovej dĺžky, od krátkého po dlhé):

- Gama
- Röntgenové
- Ultrafialové
- Viditeľné
- Infračervené
- Mikrovlnné
- Rádiové.

Infračervené žiarenie je elektromagnetické žiarenie s vlnovou dĺžkou väčšou ako viditeľ-

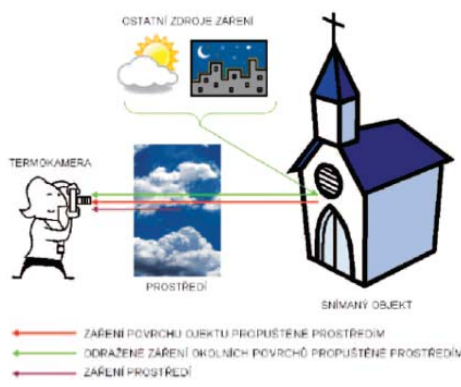
né svetlo a kratšou ako mikrovlnné žiarenie. Názov znamená „pod červenou“, pričom červená je farba viditeľného svetla s najdlhšou vlnovou dĺžkou. Infračervené žiarenie zaberá v spektre 3 dekadý a má vlnovú dĺžku medzi 760 nm a 1 mm, resp. energiu fotónov medzi 0,0012 a 1,63 eV. Nazýva sa tiež tepelné žiarenie.

Zdrojom infračerveného žiarenia je každý predmet v našom okolí, živé organizmy a všetky vesmírne objekty. Všetky telesá s teplotou menšou než 4000 Kelvinov vysielajú maximum svojho žiarenia v infračervenej oblasti.

APLIKÁCIA TERMOGRAFIE NA BUDOVY

Infračervená termografia je založená na zdieľaní tepla sálaním. Termokamera sníma infračervené žiarenie z povrchu sledovaného objektu a transformuje reliéf teplotného poľa na viditeľný obraz. Do objektívu kamery prichádza žiarenie z troch zdrojov a to žiarenie z povrchu snímaného objektu, žiarenie okolia odrazené snímaným povrchom a žiarenie prostredia medzi snímaným povrchom a kamerou.

Termovízne meranie budov je špecifické svojimi požiadavkami na prostredie, v ktorom meranie prebieha. Pred a počas termovízneho merania treba zistiť a sledovať najmä: teplotu vzduchu v exteriéri aj interiéri, rýchlosť



Obr. 2 – Princíp termovízneho merania objektov. Zdroj: VAVERKA J. A KOL. Stavební tepelná technika a energetika budov. Brno: VUTIUM, 2006 ISBN 80-214-2910-0.

a smer prúdenia vetra, slnečný svit. Pokiaľ sa jedná o teplotné podmienky, je potrebné aby bol min. 2 dni pred meraním vytvorený dostatočný tepelný spád, t. j. rozdiel medzi vnútornou a vonkajšou teplotou vzduchu – min. 10°C, optimálne 15-20°C. Najmenej 10 h pred meraním by mal byť rozdiel teploty medzi interiérom a exteriérom aspoň 10 °C alebo 3/U, kde U je súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie. Rýchlosť vetra počas merania v exteriéri nemá prekročiť hodnotu 3 m/s. Po dobu aspoň 12 hod pred začiatkom a počas merania nesmie byť meraná plocha vystavená priamemu slnečnému svitu a atmosférickým zrážkam (dážď, sneh). Meranie sa nesmie vykonávať v hmle. Rovnako dôležité je zoznámiť sa s emisívnosťou snímaných materiálov.

TERMOVÍZNE MERANIA KIC

Popis meraného priestoru

Priestory KIC sa nachádzajú v budove STU v Bratislave na Radlinského 11 v bloku B na treťom poschodí. KIC Stavebnej fakulty predstavuje teoretickú základňu pre individuálne vzdelávanie a výskum pedagógov, vedeckých pracovníkov a študentov Stavebnej fakulty STU. Zároveň KIC plní všetky funkcie vysokoškolskej knižnice so zameraním na budovanie knižných a časopiseckých fondov a poskytovanie vedeckých informácií v profile pedagogického a výskumného procesu Stavebnej fakulty STU.

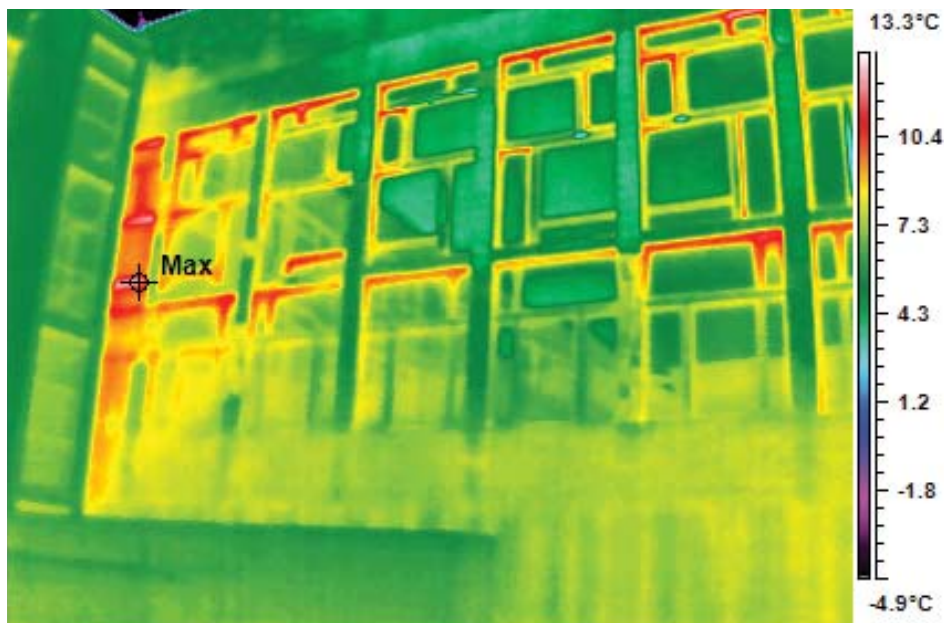
Knižnica prešla v roku 2003 kompletnou rekonštrukciou priestorov, v rámci ktorej sa vymenili pôvodné staré okná za nové plastové okná. Momentálne je knižnica vetraná prevažne prirodzeným vetraním. V priestoroch je nainštalovaná aj vzduchotechnika, ktorá slúži na dodávku čerstvého vzduchu z hygienického hľadiska, dokurovanie priestorov a prípadné dochladzovanie priestorov. Vykurovanie je zabezpečené pomocou vykurovacích telies s termostatickými hlavcami, ktoré sú umiestnené pod oknami na prvom podlaží knižnice.

Termovízne hodnotenie stavebných konštrukcií KIC

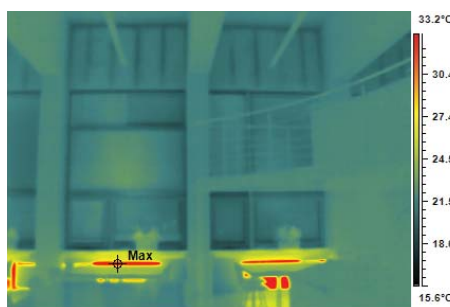
Termovízia na obr. 3 bola vyhotovená v 12/2014 o 6:12 pri teplote -4°C, bezvetrie. Snímka bola vyhotovená z átria areálu Stavebnej fakulty STU. Na Obr. 3 možno vidieť farebnú škálu s teplotným vyhodnotením. Z obrázku je možné konštatovať najväčší únik tepla cez rámy otvorových konštrukcií.

Termovízne hodnotenie systémov techniky prostredia v KIC

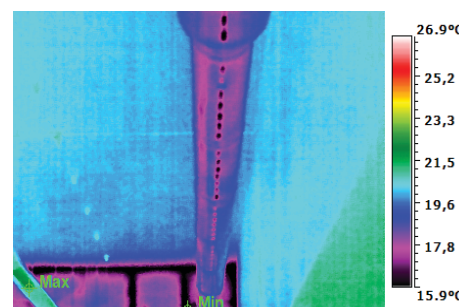
Na obr. 4 je snímka vnútorného priestoru KIC. Pri vyhotovení snímky bola vnútorná teplota vzduchu 20 °C a vonkajšia teplota -4 °C. Snímka bola vyhotovená o pár minút



Obr. 3 – Termovízna snímka stavebných konštrukcií KIC.



Obr. 4 – Termovízna snímka stavebných konštrukcií KIC a systému konvekčného vykurovania.



Obr. 5 – Termovízna snímka stavebných konštrukcií KIC a systému potrubia vzduchotechniky.

neskôr ako predchádzajúca, pri rovnakých exteriérových podmienkach. Zo snímky je zrejmé, že vykurovací systém je v prevádzke, a že stredná teplota vykurovacej vody sa pohybuje okolo 40 °C. Rámy otvorových konštrukcií sú ochladzované vonkajším vzduchom. Povrchová teplota otvorových konštrukcií je približne 15 °C.

Vzduchotechnika na prívod hygienického minima vzduchu a dokurovanie, dochladenie priestorov KIC, bola v čase merania taktiež v prevádzke. Teplota vzduchu privádzaného do miestnosti bola nastavená na 16 °C. Na Obr. 5 možno vidieť šírenie chladného vzduchu v potrubí, v dôsledku čoho je chladný aj povrch potrubia. Najbližšou výstokou prúdi najchladnejší vzduch, následne dochádza k jeho postupnému oteplovaniu. Najvzdialenejšia výstok má najteplejší vzduch, čo je v dôsledku postupného ohrievania vzduchu od teplej-

šieho vzduchotechnického potrubia. Táto snímka vyjadruje proces chladenia priestoru vzhľadom na to, že vnútorná teplota vzduchu miestnosti bola vyššia ako teplota chladiaceho vzduchu.

V meranom priestore knižničného a informačného centra boli snímky vyhotovené pri takmer optimálnych podmienkach, a preto ich po odstránení meracích chýb vo vyhodnocovacom programe môžeme hodnotiť ako dôveryhodné. Možno teda konštatovať, že stavebné konštrukcie, rovnako ako zahrnuté prvky technických zariadení budov, plnia požadované funkcie. Vzhľadom na pomerne nízku teplotu čerstvého vetracieho vzduchu privádzaného pomocou vzduchotechniky by sa mohlo zväziť zvýšenie jeho teploty, aby sa zabránilo prípadnému riziku lokálnej tepelnej nepohody vplyvom prievanu.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



KOMPETENČNÉ CENTRUM
INTELIGENTNÝCH TECHNOLOGIÍ PRE ELEKTRONIZÁCIU
A INFORMATIZÁCIU SYSTÉMOV A SLUŽIEB



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



VPLYV SKOKOVÝCH ZMIEN PRIETOKU TEPLONOSNEJ LÁTKY NA PREVÁDZKU STROPNÉHO VEĽKOPLOŠNÉHO VYKUROVANIA

Vykurovanie a chladenie veľkoplošnými stropnými systémami v súčasnosti nachádza široké uplatnenie v tradičných stavebných objektoch ale aj v objektoch s požiadavkou na nízku spotrebu energie. Veľkou prednosťou je rovnomerné vertikálne a horizontálne rozloženie teplôt, dané pomerne veľkou teplovýmennou plochou a prevažne sálavým spôsobom odovzdávania tepelného toku do priestoru. Stropný vykurovací systém bol navrhnutý aj do výškovej budovy Stavebnej fakulty v Bratislave, ktorej výstavba sa realizovala v rokoch 1964 až 1974.



Obr. 1 – Výšková budova stavebnej fakulty, blok C (zdroj <http://www.ron-del.net/index.php?co=1&sub=3&kat=55&detail=1779>)

CHARAKTERISTIKA STAVEBNÉHO OBJEKTU A MIESTA MERANIA

Výšková budova (blok C) má 23 nadzemných podlaží. Vzhľadom na zlý stav obvodového plášťa (veľké úniky tepla v zime a vysoké tepelné zisky v lete) sa realizovala jeho komplexná rekonštrukcia, ktorá bola ukončená v roku 2010. Nová fasáda je riešená nasledovne: severovýchodná je jednoplášťová s použitím izolačného trojskla. Juhozápadná fasáda je dvojvrstvá s prevetrávaným medzipriestorom a sklopným vetracím krídlom otváraným vo vnútornom plášti.

Výšková budova je zásobovaná teplom z odovzdávacej stanice tepla typu voda-voda. Distribučný systém pre blok C je rozdelený do dvoch tlakových pásiem (ďalej TP). Prvé TP zásobuje 1. až 10. NP, druhé TP zásobuje 11. až 23. NP. Každé tlakové pásmo je rozdelené na dve zóny, dve vetvy zásobujú SV zónu a dve vetvy JZ zónu pre každé TP. Každá vetva má vlastnú ekvitermickú reguláciu teploty vykurovacej vody. Ako odovzdávací systém je navrhnuté stropné veľkoplošné teplovodné vykurovanie typu CRITTALL s projektovaným teplotným spádom 55/45 °C. Skladba vykurovacej plochy je na obr. 2.

Pre účely merania bola vybraná kancelária na 14. poschodí, ktorá je orientovaná na severovýchodnú stranu. Má jednu ochladzovanú obvodovú stenu s oknom, vnútorné stavebné konštrukcie susedia s miestnosťami vykurovanými na rovnakú teplotu. Stropná vykurovací plocha tvorí približne 45 % celkovej plochy stropu. Rozmery miestnosti ako aj situovanie vykurovacej plochy je na obr. 3. V letnom období je stropný systém po rekonštrukcii využívaný na chladenie.

METODIKA MERANIA Z HĽADISKA MERANÝCH VEĽIČÍN A MERACÍCH PRÍSTROJOV

Merali sa nasledovné fyzikálne parametre:

- teplota vnútorného vzduchu θ_i a vonkajšia teplota θ_e , údaje sa zaznamenávali v záznamníku teploty,
- teplota povrchu stropnej vykurovacej θ_p plochy snímačmi PTS 350-2/0 umiestnenými v piatich meracích miestach, údaje sa zaznamenávali monitorovacím systémom MS 5D. Pre vyhodnotenie sa použila priemerná teplota povrchu stropnej vykurovacej plochy. Vykurovací plocha bola zameraná termovíznou kamerou.
- teplota prírodnej vykurovacej vody $\theta_{\text{ÚK}}$ bola meraná snímačom PTS 350-2/0 umiestnenom na povrchu potrubia, pred uzatváracou armatúrou a za ňou, údaje sa zaznamenávali monitorovacím systémom MS 5D.
- operatívna teplota, údaje sa zaznamenávali ručne v určených časových intervaloch.

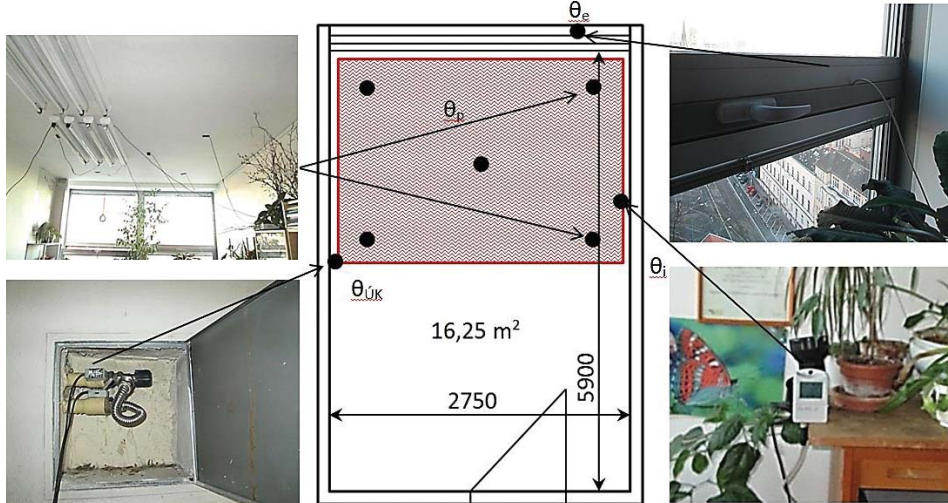
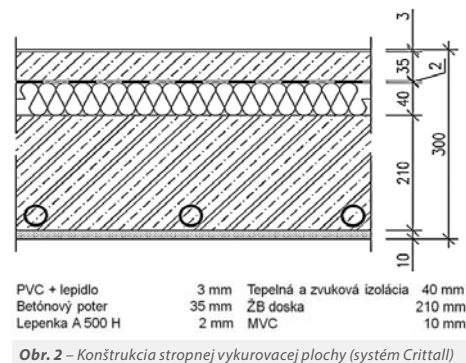
METODIKA MERANIA Z HĽADISKA ČASU

Pre účely merania bolo vybrané obdobie od 23.1. do 29.1. 2015. Jednotlivé fyzikálne veličiny sa sledovali pri nasledovnej prevádzke vykurovacieho systému:

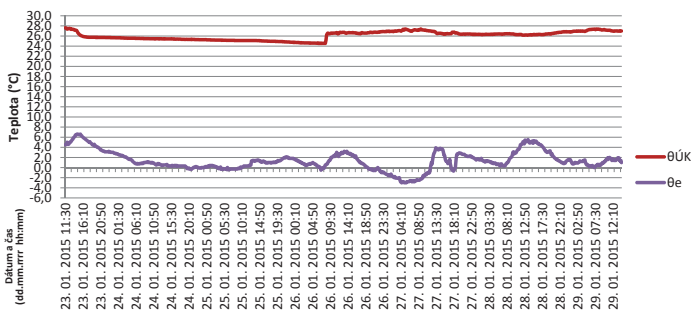
- počas chladnutia vykurovacej plochy pri uzavretej uzatvárací armatúre na prírodnom potrubí, obdobie od 23.1. do 26.1. 2015,
- počas nábehu vykurovacej plochy pri následnom otvorení uzatvárací armatúry na prírodnom potrubí, počas jedného dňa 26.1. 2015,
- počas bežnej prevádzky pri otvorenej uzatvárací armatúre, obdobie od 26.1. do 29.1. 2015.

VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

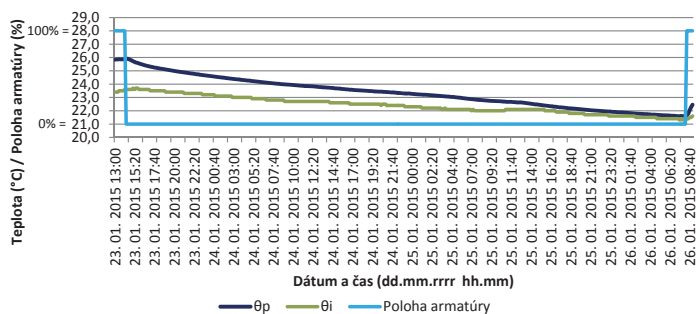
Na obr. 4 je znázornený priebeh vonkajšej teploty a teploty prírodnej vykurovacej vody počas sledovaného časového obdobia.



Obr. 3 – Pôdorys sledovanej miestnosti a rozmiestnenie jednotlivých meracích miest; θ_i – teplota vnútorného vzduchu, θ_e – teplota vonkajšieho vzduchu, $\theta_{\text{ÚK}}$ – teplota prírodnej vykurovacej vody, θ_p – teplota povrchu stropnej vykurovacej plochy



Obr. 4 – Priebeh vonkajšej teploty a teploty prívodnej vykurovacej vody
 $\theta_{ÚK}$ – teplota prívodnej vykurovacej vody, θ_e – teplota vonkajšieho vzduchu

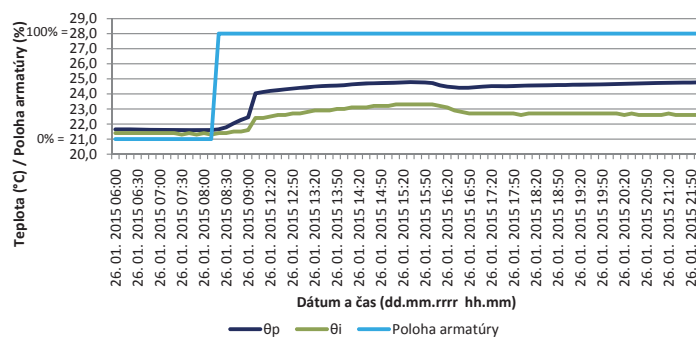


Obr. 5 – Priebeh teplôt počas chladnutia vykurovacieho systému
 θ_p – priemerná teplota povrchu vykurovacej plochy, θ_i – teplota vnútorného vzduchu, poloha armatúry – 100 %-otvorená, 0 %-uzavretá

Tab. 1 – Hodnoty meraných teplôt na začiatku a na konci chladnutia a ohrevu vykurovacej plochy

Teploty (°C)	Chladnutie			Ohrev		
	23.1. 14:20h	26.1. 8:20h	Rozdiel (K)	26.1. 8:20h	26.1. 15:20h	Rozdiel (K)
	Spolu 62 h			Spolu 7 h		
$\theta_{ÚK}$	27,1	24,5	2,6	24,5	26,7	2,2
θ_p	25,9	21,7	4,2	21,7	24,8	3,1
θ_i	23,6	21,4	2,2	21,4	23,3	1,9

$\theta_{ÚK}$ – teplota vykurovacej vody, θ_p – priemerná teplota povrchu vykurovacej plochy, θ_i – teplota vnútorného vzduchu



Obr. 6 – Priebeh teplôt počas ohrevu vykurovacieho systému a ustálený stav
 θ_p – priemerná teplota povrchu vykurovacej plochy, θ_i – teplota vnútorného vzduchu, poloha armatúry – 100 %-otvorená, 0 %-uzavretá

Na obr. 5 je znázornený priebeh nameraných teplôt počas chladnutia vykurovacej plochy – priemerná povrchová teplota vykurovacej plochy, teplota vnútorného vzduchu a poloha armatúry na prívodnom potrubí. Dňa 23.1. (piatok) o 14:20 h bola armatúra uzavretá a následne otvorená 26.1. (pondelok) o 8:20 h. Vonkajšia teplota sa v tomto období pohybovala v rozpätí od -0,5 do 6,6 °C, v priemere 1,3 °C (obr. 4). Z grafu na obr. 5 je zrejmé, že v čase otvorenia armatúry systém stále nedosiahol ustálený stav. Chladnutie systému bolo spomalené, nakoľko prívod vykurovacej vody do vykurovacích plôch

susediacich miestností nebol uzavretý. Údaje o teplotách na začiatku a na konci chladnutia sú uvedené v tab. 1.

Na obr. 6 je znázornený priebeh meraných teplôt počas ohrevu vykurovacej plochy a následne ustálený stav. Dňa 26.1. (pondelok) o 8:20 h bola otvorená armatúra na prí-

vodnom potrubí do vykurovacej plochy. Systém nadobudol ustálený stav približne o 15:20 h, teda po siedmych hodinách. Vonkajšia teplota sa v tomto období pohybovala v rozpätí od 0,6 do 3,2 °C. V ďalšom období bola armatúra na prívode otvorená a vykurovanie prebiehalo podľa nastavenej ekvitermickej krivky.

Na základe výsledkov merania možno konštatovať nasledovné:

- Operatívna teplota bola počas merania zaznamenávaná ručne v určitých časových intervaloch. Tieto hodnoty boli následne porovnané s nameranými údajmi teploty vnútorného vzduchu. Odchýlka medzi nimi bola $\pm 0,1$ až $\pm 0,3$ K, takže je možné povedať, že teplota vnútorného vzduchu a operatívna teplota sa približne rovnajú. Podľa Vyhlášky Z. z. č. 259/2008 Ministerstva zdravotníctva SR je pre triedu činnosti 1a (administratívne práce, činnosť posediačky spojená s ľahkou manuálnou prácou...) požadovaný interval optimálnej operatívnej teploty 20 – 24 °C, a požadovaný interval prípustnej operatívnej teploty 20 – 27 °C. Počas celého obdobia monitorovanej prevádzky sa operatívna teplota pohybovala v intervale optimálnej operatívnej teploty a neklesla pod hodnotu 20 °C ani počas uzavretia armatúry na prívodnom potrubí. Pokles teploty vzduchu bol 2,2 K a pokles teploty vykurovacej plochy bol 4,2 K.
- Ohrev vykurovacej plochy po otvorení armatúry trval približne 7 hodín, kým sa systém dostal do rovnovážneho stavu. Počas tohto obdobia teplota vzduchu stúpala o 1,9 K a teplota povrchu vykurovacej plochy o 3,1 K.
- Vonkajšie teploty počas merania kolísali v rozpätí približne od -0,5 do +7 °C. Rozdiel medzi priemernou teplotou vykurovacej plochy a teplotou vnútorného vzduchu

- bol počas bežnej prevádzky veľmi malý, približne 2 až 3 K, v dôsledku čoho sa veľmi výrazne prejavoval samoregulačný efekt vykurovacej plochy.
- Dlhá odozva vykurovacieho systému pri náhlom prestavení regulačnej armatúry (i keď v tomto prípade sa jednalo iba o otvorenie a uzavretie armatúry na prívodnom potrubí do vykurovacej plochy) je spôsobená veľkou akumulácnou schopnosťou danou konštrukciou vykurovacej plochy. Táto vlastnosť sa s výhodou môže využiť pri šetrení energie, kedy je možné systém vypnúť na dlhšie obdobie bez zníženia kvality tepelnej pohody. Avšak problém nastáva práve pri náhlých zmenách vonkajších klimatických podmienok, ktoré sa v dôsledku ľahkého obvodového plášťa s vysokým podielom transparentnej časti rýchlo prenášajú na teplotu vnútorného vzduchu a ktoré klasická ekvitermickej regulácia teploty prívodnej vykurovacej vody nie je schopná v dôsledku veľkej akumuláčnej schopnosti vykurovacieho systému kompenzovať. Dochádza k prehrievaniu alebo nedokurovaniu interiéru s následným znížením kvality tepelnej pohody. Riešením tohto problému by bolo navrhnutie regulátora s prediktívnym riadením, ktorý by riadil prevádzku vykurovacieho systému na základe predpovede počasia.
- Výsledky meraní počas obdobia chladnutia a ohrevu však nemožno zovšeobecniť pre celý blok C, keďže teplotný útlm bol robený len pre jednu miestnosť a nie pre celý objekt.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



KOMPETENČNÉ CENTRUM
 INTELIGENTNÝCH TECHNOLOGIÍ PRE ELEKTRONIZÁCIU
 A INFORMATIZÁCIU SYSTÉMOV A SLUŽIEB



Agentúra
 Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
 pre štrukturálne fondy EÚ



NAVIGÁCIA VO VNÚTORNÝCH PRIESTOROCH VYUŽITÍM TECHNOLOGIE RFID

V ostatných rokoch pozorujeme snahu o čo najefektívnejšie využitie energetických zdrojov pri prevádzke stavebných objektov, čoho predpokladom je optimalizácia procesov prebiehajúcich v týchto objektoch. Trend vo vývoji technických zariadení budov a ich riadiacich systémov predpokladá, že inteligentné budovy budú bežným štandardom v krátkom časovom horizonte. Nevyhnutnou súčasťou inteligentných budov (najmä administratívnych) je aj vlastný informačný systém, ktorý umožní prevádzkovateľom efektívne riadenie procesov s vysokou mierou automatizácie.

Optimálnu prevádzku budov je možné dosiahnuť iba efektívnym využívaním ich vnútorných priestorov. Preto by mal byť nevyhnutnou súčasťou veľkých administratívnych budov, s predpokladaným veľkým počtom návštevníkov (klientov) a personálu, aj systém umožňujúci navigáciu osôb pohybujúcich sa v budove. Pomocou takéhoto systému si návštevník môže vyhľadať cieľ svojho záujmu (návštevy) a navigovať sa po optimálnej (najkratšej, najrýchlejšej) trase až do cieľa. Takáto „riadená“ návšteva umožní skrátiť čas nevyhnutný na návštevu, čo vedie k úsporám energie a k zvýšeniu kvality vzduchu vo vnútorných priestoroch znížením počtu osôb, ktoré sa v danej budove zdržujú. Zníženie počtu návštevníkov výrazne zvýši bezpečnosť a zníži riziká súvisiace s počtom ľudí v budove (evakuácia ľudí a pod.). Jednou z možností lokalizácie ľudí vo vnútorných priestoroch

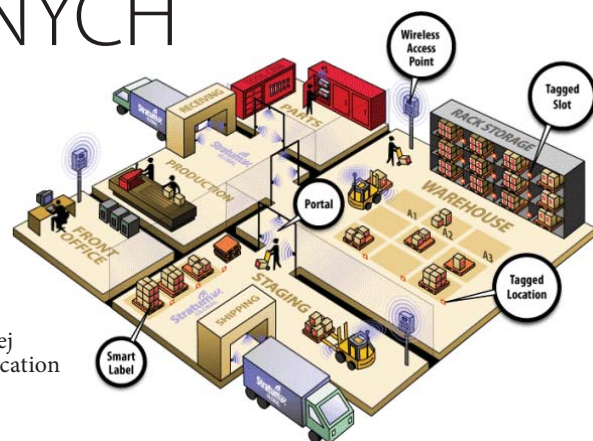
stavebných objektov a ich navigovania je využitie technológie rádiových frekvencií (Radio Frequency Identification – RFID).

RÁDIOFREKVENČNÁ IDENTIFIKÁCIA

Rádiových frekvencií identifikácia (RFID z angl. Radio Frequency Identification) je rýchlo sa rozvíjajúcou technológiou pre automatizovanú identifikáciu a sledovanie objektov. Technológia RFID je založená na elektromagnetickej komunikácii medzi RFID čítacím zariadením a štítkom (tagom), kde čítacie zariadenie zachytáva dáta emitované RFID štítkom. RFID štítky, na ktorých sú uložené informácie je možné deliť na aktívne a pasívne. Aktívne štítky s integrovaným zdrojom napájania poskytujú väčší snímací dosah, avšak ich nevýhodou je vyššia cena. Pasívne štítky (bez integrovaného zdroja napájania) sa používajú najmä ako náhrada technológie čiarových kódov. Ich výhodou je nízka cena a teoreticky možná nepretržitá prevádzka systému. Ich nevýhodou je kratší snímací dosah (Hazas, 2006).

Pomocou technológie RFID môžu byť údaje zo štítkov prenášané k čítačkám pomocou rádiových vln (údaje z jedného štítku väčšinou pozostávajú z jedinečného identifikačného čísla). Najčastejší spôsob identifikácie pozície je identifikácia blízkosti, tiež označovaná ako Cell-ID, kedy systém indikuje prítomnosť osoby, ktorá má na sebe štítko, v konkrétnej bunke systému. Presnosť určenia polohy v tomto prípade závisí od veľkosti vytvorenej bunky.

Ďalšou možnosťou využitia technológie RFID pri určovaní polohy je použitie aktívnych prvkov v systéme. Tieto umožňujú určovanie polohy pomocou triangulácie alebo multilaterácie. Pri triangulácii sa určujú dĺžky aktívnych prijímačov od vysielačov (ktoré sú pevne umiestnené v budove a poznáme ich súradnice). Meraná dĺžka sa určuje pomocou metódy ToA (Time of Arrival), ktorá je založená na meraní časového rozdielu medzi vyslaním signálu vysielačom a prijatím signálu prijí-



Obr. 1 – Využitie technológie RFID pri sledovaní pohybu tovaru (danbygroup, 2015)

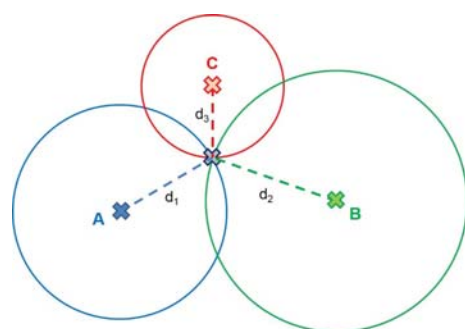
mačom. So známej rýchlosti šírenia signálu (ktorá je definovaná použitou frekvenciou) je možné počítať vzdialenosť vysielača od prijímača (Schwartz, 2012). Na určenie polohy je potrebné poznať polohu najmenej troch vysielačov a vzdialenosť prijímača od týchto vysielačov (Obr. 2).

Polohu aktívneho snímača je možné určiť aj pomocou metódy TDoA (Time Difference of Arrival). Na rozdiel od metódy ToA, metóda TDoA nemeria čas šírenia signálu od vysielača po prijímača, ale časový rozdiel prijatia signálu od minimálne 3 vysielačov (pri egocentrickom systéme), alebo časový rozdiel prijatia signálu minimálne tromi prijímačmi, ktorých poloha je definovaná (pri exocentrickom systéme) (Schwartz, 2012). Princíp určenia 2D polohy je znázornená na Obr. 3.

Výsledkom samotného merania TDoA je hyperbola. Ohniskami hyperboly sú vysielače so známou polohou, pričom body ležiace na tejto hyperbole zodpovedajú výsledku jedného merania TDoA. O tom, na ktorej vetve hyperboly sa určovaný bod nachádza sa rozhoduje na základe toho, z ktorého vysielača bol signál prijatý skôr. Polohu prijímača v rovine je možné určiť ako priesečník dvoch hyperbol (obr. 3 vpravo). Prienikom troch hyperbol získame 3D polohu prijímača. Takémuto určovaniu polohy sa hovorí tiež multilaterácia.

LOKALIZAČNÝ SYSTÉM VYUŽÍVAJÚCI RFID

Popularita technológie RFID vzrástla najmä príchodom mobilných telefónov s technológiou NFC (Near Field Communication).



Obr. 2 – Princíp triangulácie



Obr. 3 – Princíp určenie polohy metódou TDoA (vľavo), určenie 2D polohy (vpravo)



Obr. 4 – Určenie polohy pomocou lokalizačného systému



Obr. 5 – Hardvérové vybavenie systému Multilux

do svojich produktov, ktorými je možné získať informácie, resp. prenášať údaje medzi zariadeniami len priložením smartfónu k štítku resp. k inému zariadeniu. Spomenuté aplikácie majú spoločné to, že obe využívajú technológiu RFID resp. jej modifikáciu NFC. V prvom čísle časopisu TRANSFER z roku 2014 bol publikovaný lokalizačný systém QR_STU vyvinutý na katedre geodézie Stavebnej fakulty STU v Bratislave, využívajúci QR-kódy. S cieľom dosiahnuť plne automatizované určovanie polohy osôb, boli v systéme QR-kódy nahradené NFC štítkami.

Základom lokalizačného systému je identifikácia NFC štítkov zariadením pohybujúcim sa v budove. NFC štítky umiestnené na charakteristických miestach (napr. dverách miestnosti) v budove umožňujú užívateľom zistiť svoju aktuálnu polohu na mape, resp. vo virtuálnom modeli budovy exaktne s minimálnou neistotou (poloha NFC tagu je exaktne definovaná v súradnicovom systéme modelu). NFC tag obsahuje URL adresu, ktorou je možné jednoznačne určiť polohu užívateľa (na webserveri lokalizačného systému). Okrem URL adresy NFC tag obsahuje aj doplnkové informácie o objekte, kde sa užívateľ aktuálne nachádza (číslo poschodia, blok a číslo kancelárie apod.). Využívanie systému na báze NFC technológie smartfónom užívateľa umožňuje vytvorenia a v smartfóne inštalovaná aplikácia NFC_APP. Aplikácia je vytvorená v jazyku Java navrhnutá pre OS Android.

Úlohou návštevníka je aktivovať svoju čítačku NFC štítkov využitím nastavení svojho smartfónu alebo pre zjednodušenie tohto procesu pomocou aplikácie NFC_APP. Priložením telefónu k NFC štítku sa informácia zakódovaná do daného štítku zobrazí automatizovane na obrazovke telefónu (Obr. 4). Užívateľ je potom presmerovaný na externý webserver, kde je lokalizačný systém umiestnený. Pre vylúčenie potreby využitia mobilných dát v smartfóne návštevníka, tento webserver je dostupný cez lokálnu wifi sieť budovy.

Po určení polohy užívateľa, zobrazení časti virtuálneho modelu a jeho konkrétnej lokalizácii, si môže užívateľ zistiť všetky potrebné informácie o človeku, prípadne kancelárii, ktorú hľadá, kliknutím na ktorúkoľvek miestnosť. Návštevník je zároveň schopný na základe aktuálnej polohy a funkcionality systému nájsť optimálnu cestu k hľadanej miestnosti alebo osobe.

Lokalizačný systém na báze NFC je v skúšobnej prevádzke inštalovaný v priestoroch Katedry geodézie SvF STU v Bratislave. Virtuálny model katedry (2.poschodie bloku A Stavebnej fakulty STU v Bratislave) bol vytvorený v softvéri AutoCad a Google Sketchup. Následne bol inštalovaný webový server, na ktorom je uložený model poschodia. Do systému boli doplnené interaktívne funkcionality a doplnkové informácie typu – meno učiteľa, ktorému kancelária patrí, presmerovanie na univerzitný informačný systém, posielanie e-mailov učiteľovi, prehliadanie rozvrhu alebo presmerovanie na webovú stránku katedry.

SYSTEM MULTILUX

Ako súčasť riešenia projektu Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb bol obstaraný systém na navigáciu vo vnútorných priestoroch, ktorého súčasťou sú hardvérové komponenty využívajúce technológiu RFID. Tieto komponenty sú súčasťou systému Multilux firmy Multiloc Ltd. Základ systému tvoria RFID vysielace (ďalej len kotvy), a aktívne prijímače (ďalej len tagy). Jednotlivé komponenty systému sú navrhnuté tak, aby umožnili vytvorenie lokalizačného systému s ľubovoľnou architektúrou. Hardvérové vybavenie pre jednotlivé komponenty je rovnaké, líši sa len funkciami, ktoré sú však modifikovateľné.

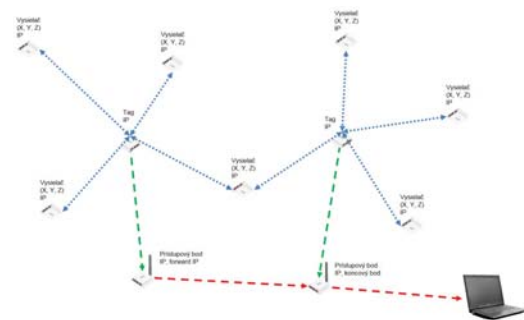
Systém pracuje na frekvencii 2,45 GHz čo umožňuje jednoduchú komunikáciu medzi riadiacim počítačom a komponentami systému použitím prístupových bodov. Kotvy majú zabudovaný programovateľný mikroprocesor a anténu, pomocou ktorej vysielajú svoje identifikačné údaje a merací signál. Napájané sú pomocou USB B konektora napätím 5V a prúdom 1A. Montujú sa na strop a ich antény vysielajú pod 120° uhlom, čím je determinovaná plocha pokrytia systému (v závislosti od svetlej výšky miestnosti). Systém je určený predovšetkým na navigáciu osôb a zariadení vo veľkých priemyselných halách a skladoch. Tagy majú okrem mikroprocesora a antény na prijímanie signálu integrované aj zdroje napätia, aby sa umožnila maximálna mobilita a nezávislosť monitorovaných pohybujúcich sa zariadení a osôb (na ktorých je tag namontovaný).

Kotvy musia byť namontované na strope danej miestnosti (prípadne na stene) a ich poloha musí byť známa. Kotvy vysielajú informácie o svojej IP adrese a o svojej polohe. Tag tieto informácie prijíma a ich mikroprocesor určuje polohu využitím metódy TDoA (popísanej vyššie). Tag vysiela informácie o svojej IP adrese a polohe, ktoré sa pomocou prístupových bodov posielajú do riadiaceho počítača, kde môžu byť ďalej spracované.

Riadenie systému ako aj programovanie mikroprocesorov je možné pomocou sprístupnených zdrojových kódov napríklad využitím softvéru MATLAB®. Na začiatku treba naprogramovať parametre systému ako sú napr. poloha jednotlivých kotiev, interval určovania polohy (pomocou TDoA), čas na dotazovanie informácií od kotiev po strate polohy, rozsah oblasti možného pohybu mimo buniek vytvorených kotvami, maximálna vzdialenosť kotiev od tagu, maximálna rýchlosť zmeny polohy tagu, parametre funkcie na filtráciu údajov (vyhladenie trasy pohybu) a výstupný výkon (RF radio).

V súčasnosti sa na katedre geodézie SvF STU v Bratislave pracuje na vývoji algoritmov na určovanie polohy pomocou systému Multilux. Algoritmus na určenie polohy je založený na multilaterácii pomocou metódy TDoA. V budúcnosti do algoritmu budú zabudované filtračné algoritmy umožňujúce spresnenie určenia polohy zo súčasných 1 až 2 m na predpokladanú 0,2 m. Takáto presnosť je postačujúca pre sledovanie pohybu ľudí a zariadení v priemyselných objektoch a umožní zvýšiť ich bezpečnosť včasným varovaním pred možnými kolíznymi situáciami vznikajúcimi počas prevádzky v týchto priestoroch.

RFID je automatizovaná identifikácia, ktorá sa v rôznych modifikáciách čoraz viac objavuje v každodennom živote ľudí. Používa sa od 70-tich rokov minulého storočia a od tej doby prešla mnohými úpravami a vylepšeniami. RFID systémy sa stávajú čoraz cenovo dostupnejšími a preto sa využívajú v rôznych procesoch vyžadujúcich automatizovanú identifikáciu. V predkladanom príspevku sú popísané systémy vyvíjané pracovníkmi katedry geodézie SvF STU v Bratislave na automatizovanú lokalizáciu a navigáciu osôb vo vnútorných priestoroch na báze technológií NFC a RFID. Systémy sú vyvíjané s cieľom naplniť požiadavky a potreby budúcich užívateľov pôsobiach v rôznych oblastiach priemyslu, zdravotníctva, školstva, dopravy, poskytovania administratívnych služieb alebo obchodu.



Obr. 6 – Architektúra systému Multilux

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



KOMPETENČNÉ CENTRUM
INTELEKTUÁLNYCH TECHNOLOGIÍ PRE ELEKTRONIZÁCIU
A INFORMATIZÁCIU SYSTÉMOV A SLUŽIEB



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štruktúrne fondy EÚ



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



Operačný program
VÝSKUM A VÝVOJ

HYDRAULICKÉ ASPEKTY PREVÁDZKY VYKUROVACEJ SÚSTAVY VO VÝŠKOVOM OBJEKTE

Hydraulické vyregulovanie vykurovacích systémov je základnou požiadavkou pre dosiahnutie optimálnej prevádzky budov. Výpočtový stav nastane väčšinou iba niekoľko dní v roku, prevažne dominuje prechodné obdobie. Hydraulické parametre sa neustále menia podľa rôznych prevádzkových stavov. Pre vytvorenie energeticky aj ekonomicky efektívneho vykurovacieho systému je neoddeliteľnou časťou návrhu overenie týchto prechodných období. Správnymi nastaveniami regulačných armatúr a obehových čerpadiel môžeme dosiahnuť významné úspory.

Dôležitým faktorom z hľadiska správneho vyregulovania systému je aj zohľadnenie orientácie na svetové strany. Pri zasklenených budovách má oslnenie významný vplyv na vykurovací systém. Pri takých budovách je nevyhnutnou úlohou rozdeliť vykurovací systém na zóny.

V súčasnosti sa kladie pozornosť na zateplenie budov, resp. na výmenu transparentných konštrukcií. Pomocou týchto opatrení sa zlepšujú tepelnotechnické vlastnosti budov, potreba tepla sa zmenší. Treba však prispôsobiť aj vykurovacie sústavy a následným vyregulovaním systému dosiahnuť optimálny prevádzkový stav.

Cieľom experimentu bolo preveriť hydraulické aspekty vykurovacej sústavy výškovej budovy, pri rôznych prevádzkových stavoch a následne navrhnúť opatrenia na optimalizáciu energetického systému.

TECHNICKÉ RIEŠENIE

Referenčnou budovou experimentu bola Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Merania prebiehali vo výškovom objekte (blok C). Budova fakulty je napojená na diaľkové zásobovanie teplom, odovzdávanie tepla prebieha v primárnej a sekundárnej odovzdávacej stanícii. Vo výškovej budove je navrhnutý stropný sálavý vykurovací systém (CRITTALL) s nízko teplotnou teplovodnou vykurovacou sústavou s núteným obehom. V letnom období systém slúži aj ako vysokoteplotné stropné chladenie. Výpočtový teplotný spád vykurovania pri vonkajšej výpočtovej teplote -11°C je $50/40^{\circ}\text{C}$. Výšková budova je rozdelená na dve tlakové pásma, v našom experimente sme skúmali 1. tlakové pásmo, ktoré zásobuje 1 až 10.NP. Rozdeľovač a zberač 1. tlakového pásma sa nachádza v suteréne v bloku C, má štyri hlavné vetvy, ktoré rozdeľujú výškovú budovu na štyri zóny – dve severovýchodné a dve juhozápadné. Jednotlivé vetvy sú regulované podľa vonkajšej teploty ekvitermickou reguláciou pomocou

trojcestných zmiešavacích ventilov. Nútený obeh zabezpečia obehové čerpadlá s tromi stupňami otáčok typu Grundfos UPS 40-120F. Počas experimentu boli nastavené na tretí stupeň. Ležaté rozvody od rozdeľovača a zberača sú vedené pod stropom suterénu, na ktoré sú napojené zvislé stúpacie potrubia jednotlivých zón. Experimentálne merania sa uskutočnili na jednej severovýchodnej vetve a na jednej juhozápadnej.

METODIKA MERANIA

V rámci projektu Kompetenčné centrum boli inštalované na Stavebnej fakulte štyri merače tepla, z ktorých dva boli osadené na pome-

nutých vetvách v bloku C. Merače tepla pozostávajú z prietokomeru, ktorý zaznamenáva aktuálny objemový prietok pracovnej látky vo vratnom potrubí, z ponorných snímačov prírodnej a vratnej teploty pracovnej látky a z vyhodnocovacieho člena, ktorý určí aktuálne dodané množstvo tepla, resp. chladu. Pomocou osadených meračov a snímačov boli odmerané nasledovné veličiny:

- θ_p – teplota prírodnej teplotnosnej pracovnej látky [$^{\circ}\text{C}$],
- θ_v – teplota vratnej teplotnosnej pracovnej látky [$^{\circ}\text{C}$],
- $\Delta\theta$ – aktuálny teplotný spád teplotnosnej pracovnej látky [K],
- M – objemový prietok teplotnosnej pracovnej látky [m^3/h]



Obr. 1 – Zónovanie výškovej budovy a merané zóny pomocou meračov tepla



Obr. 2 – Rozdeľovač a zberač pre 1. tlakové pásmo

Tab. 1 – Popis I. etapy merania

Rok	Mesiac	Deň	Typ prevádzky	Klimatické faktory	Vonkajšie teploty vzduchu
2014	december	16.	plná	prechodné obdobie	5 až 10°C
2014	december	17.	plná	prechodné obdobie	5 až 10°C
2014	december	22.	utlmená	prechodné obdobie	5 až 10°C
2014	december	23.	uzavretý systém	prechodné obdobie	5 až 10°C
2015	január	7.	plná	veľmi chladné obdobie	-5 až 0°C
2015	február	14.	utlmená	prechodné obdobie	-5 až 5°C

- Φ – okamžitý tepelný výkon [W].
Pomocou vonkajšieho snímača bola sledovaná nasledovná veličina:
- θ_e – okamžitá teplota vonkajšieho vzduchu [°C].
Nepriamou metódou boli určené nasledovné veličiny:
- H – dopravná výška čerpadla [m] – podľa diagramu výrobcu obehového čerpadla,
- P – výkon čerpadla [W] – podľa diagramu výrobcu obehového čerpadla

EXPERIMENTÁLNE MERANIA

Experimentálne merania prebehli v dvoch etapách. V prvej etape sa to uskutočnilo odčítaním veličín z vyhodnocovacieho člena. Merania sa uskutočnili v tejto etape počas šiestich dní pri exteriérových vonkajších teplotách vzduchu od $\theta_e = -5^\circ\text{C}$ až do 10°C . Presné hodnoty nameraných veličín sú zaznamenané v tabuľke č. 1. Od 14. februára 2015 bolo nastavené diaľkové zaznamenávanie dát do centrálného počítača. Druhú etapu experimentu tvorí obdobie v rozmedzí od 14.2.2015 do 15.3.2015. Sledované obdobie môžeme považovať za prechodné obdobie, exteriérová teplota sa pohybovala od 0°C až do 15°C . V tejto etape boli spracované dáta zaznamenané centrálnym počítačom, ktorý zaznamená merané údaje v časovom intervale 15 minút.

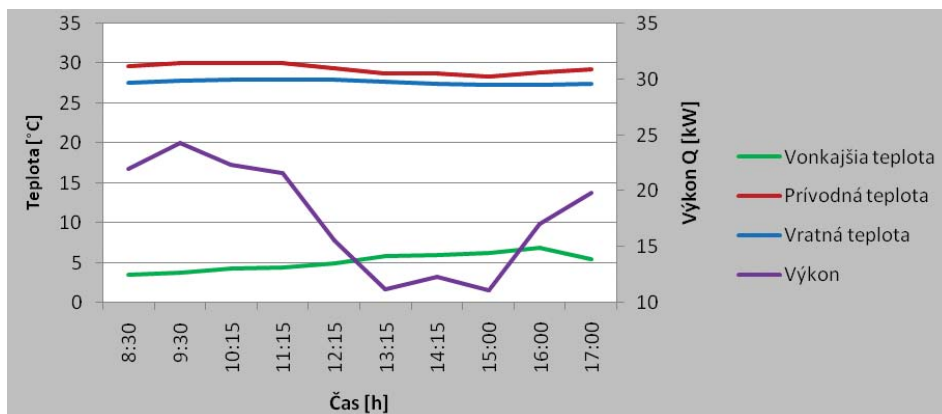
VÝSLEDKY MERANIA

Na základe nameraných hodnôt boli analyzované hydraulické parametre vo vybraných referenčných dňoch. V prvom rade boli vybraté dva dni s rôznymi klimatickými faktormi, jeden z prechodného obdobia a jeden z chladného obdobia (16.12.2014 a 7.1.2015). V grafoch č. 1 a 2 sú porovnané výkonové charakteristiky a priebehy teplôt druhej vetvy, ktorá zásobuje druhú zónu orientovanú na juhozápad. Z nameraných údajov je zrejmé, že priebehy výkonov stúpajú a klesajú prudko v závislosti od vonkajšej teploty, na rozdiel pri teplotách prírodnej a vratnej vody náhle zmeny nenastanú.

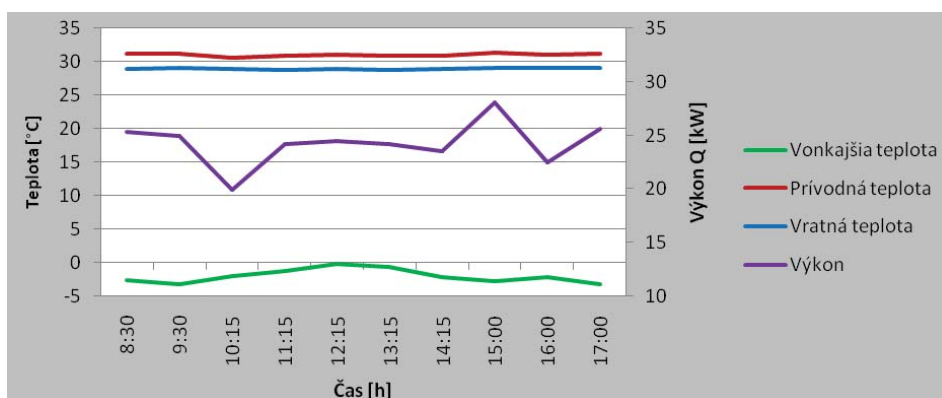
Na analyzovanie teploty prírodnej a vratnej vykurovacej vody boli vybraté aj ďalšie referenčné dni s rôznymi klimatickými faktormi, s cieľom graficky znázorniť a určiť skutočné teplotné spády pri jednotlivých exteriérových teplotách a následne porovnať severovýchodnú a juhozápadnú stranu budovy. Referenčné dni boli zvolené tak, aby obsiahli čo najširšie spektrum rôznych klimatických podmienok.

V grafoch č. 3 a 4 sú zohľadnené teplotné spády prvej a druhej vetvy podľa nameraných hodnôt. Uvedené výsledky preukáza, že teploty prírodnej vody sú pri rovnakej exteriérovej teplote zhodné na severovýchodnej a juhozápadnej vetve, t.j. vykurovacia sústava nie je regulovaná podľa jednotlivých zón. Pomocou trendových čiar boli znázornené priemerné teploty prírodnej a vratnej teplotnosnej látky, na základe ktorých boli určené predpokladané teplotné spády pri vonkajšej výpočtovej teplote $\theta_e = -11^\circ\text{C}$. Podľa nameraných údajov predpokladaný teplotný spád pre prvú vetvu je $36,5/32,5^\circ\text{C}$ a pre druhú vetvu $36,5/34^\circ\text{C}$. Výsledky znázorňujú značný rozdiel v porovnaní s výpočtovým teplotným spádom $50/40^\circ\text{C}$.

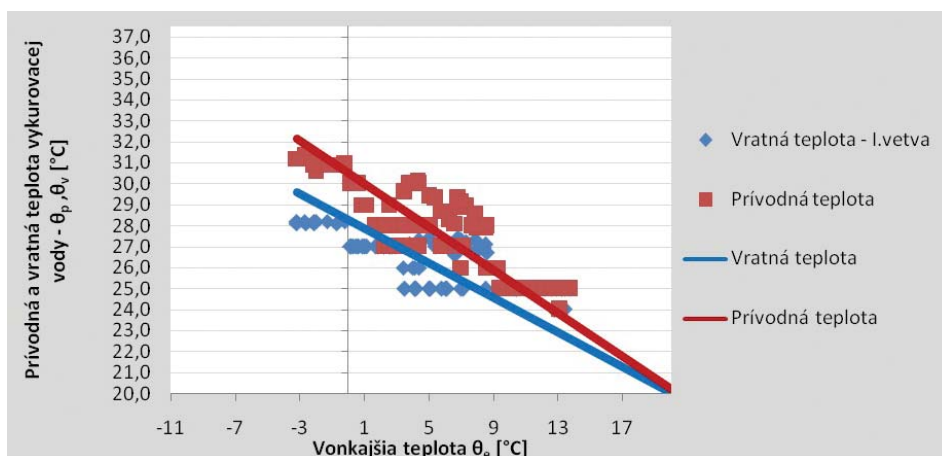
Na určenie pracovného bodu čerpadla boli preverené objemové prietoky sústavy. Analyzovaná bola druhá vetva v období v rozmedzí



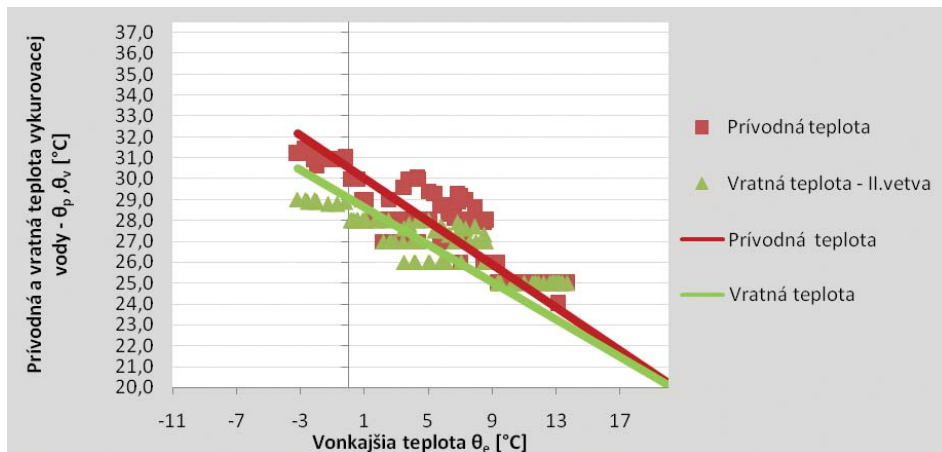
Graf 1 – Hydraulické parametre sústavy v prechodnom období v dni 16.12.2014 na II. vetve



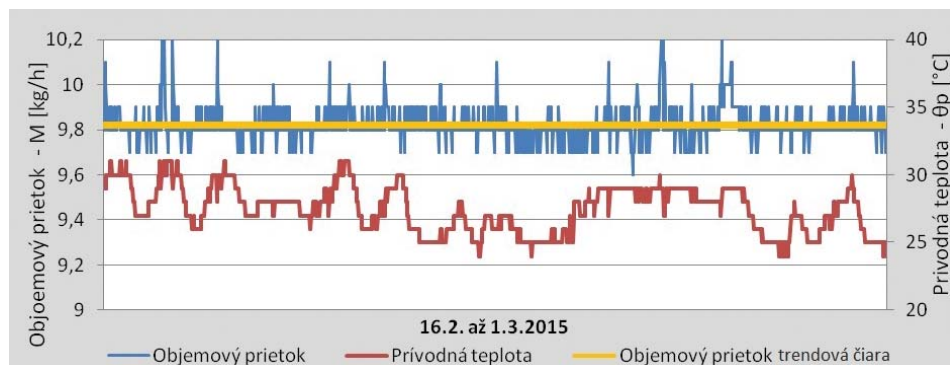
Graf 2 – Hydraulické parametre sústavy v prechodnom období v dni 7.1.2015 na II. vetve



Graf 3 – Teplotný spád na I. vetve podľa nameraných hodnôt



Graf 4 – Teplotný spád na II. vetve podľa nameraných hodnôt

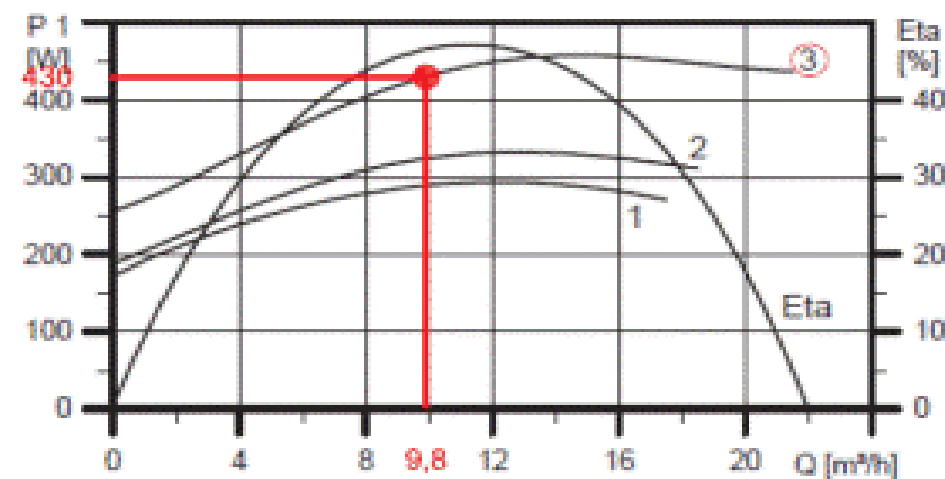
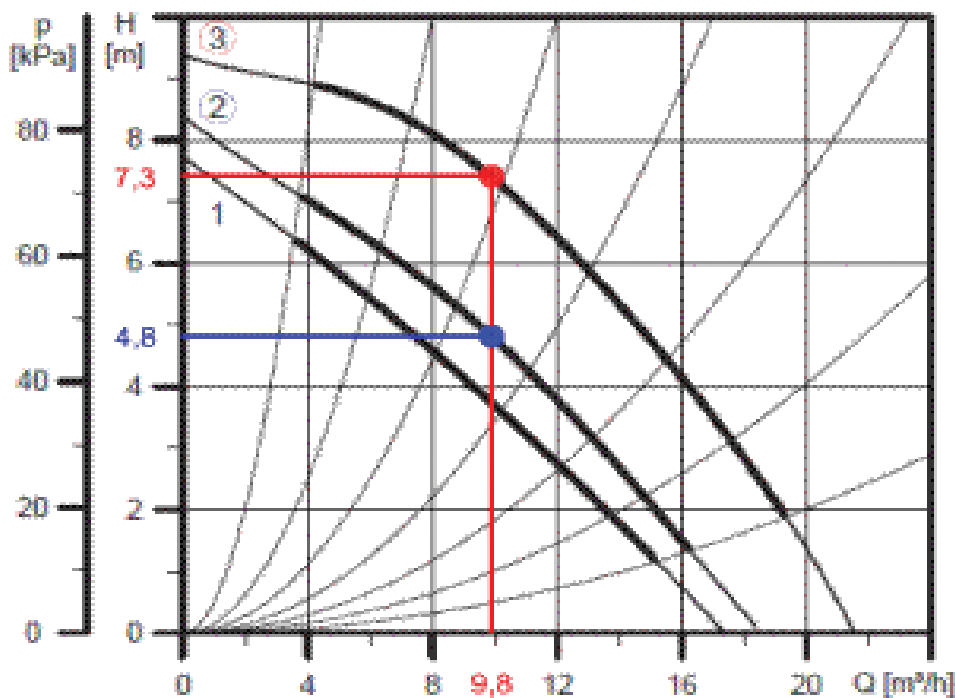


Graf 5 – Objemový prietok a teplota prírodnej vody na II. vetve

od 16.2.2015 do 1.3.2015. Z analyzovaných hodnôt môžeme konštatovať, že objemový prietok na druhej vetve je približne konštantný s priemernou hodnotou $M_{2,pr} = 9,82 \text{ m}^3/\text{h}$. Pri vyšších teplotách prírodnej vody sa mierne stúpa objemový prietok, závislosť je znázornené v grafe č. 5.

Na základe objemového prietoku a výkonového diagramu čerpadla Grundfos UPS 40-120F bol určený pracovný bod čerpadla. Z grafov č. 6 a 7 bola určená nepriamou metódou dopravná výška čerpadla a potrebný elektrický príkon. Čerpadlo je nastavené na najvyšší stupeň otáčok, pri objemovom prietoku $M_{pr} = 9,82 \text{ m}^3/\text{h}$ dosiahne dopravnú výšku $H = 7,3 \text{ m}$ (červenou farbou). Pri danom objemovom prietoku je potrebný elektrický príkon čerpadla

$P = 430 \text{ W}$. Dôvodom malého teplotného spádu vo vykurovacej sústave je nesprávne nastavenie čerpadla. Kvôli vysokému objemovému prietoku nenastane efektívne odovzdanie tepla, teplotná látka sa vracia naspäť s pomerne vysokou teplotou. Dalším nežiaducim výsledkom je vysoká potreba elektrickej energie. Nastavením čerpadla na nižší, druhý stupeň otáčok (modrou farbou) by sa znížila potreba elektrickej energie, avšak výrazne by klesala aj dopravná výška čerpadla, ktorá by nepostačila na pokrytie tlakových strát v rozvodnej sieti. V projektovej dokumentácii je predpísané nastavenie obehového čerpadla na 2. stupeň.



Graf. 6 a 7 – Výkonový diagram čerpadla Grundfos UPS 40-120F

Experimentálnymi meraniami boli v tejto fáze analyzované hydraulické aspekty vykurovacej sústavy počas plnej prevádzky v rôznych klimatických podmienkach. Výsledky preukázali značný rozdiel medzi výpočtovými a skutočnými veličinami. Na základe grafickej analýzy môžeme konštatovať, že čerpadlo nie je optimálne nastavené, resp. orientácie na svetové strany jednotlivých zón nie sú zohľadnené pri regulácii. Na vylepšenie hydraulických parametrov je potrebná analýza tlakových pomerov v systéme a následne optimalizácia parametrov čerpadla. Cieľom optimalizácie je zníženie otáčok obehového čerpadla a zníženie objemového prietoku v takom pomere, aby dopravná výška čerpadla pokryla tlakové straty vzniknuté v dôsledku trenia a vradenými odpormi. Ďalšou možnosťou je prehodnotenie aplikácie jestvujúceho obehového čerpadla a jeho zámena za čerpadlo s frekvenčným meničom, ktorý plynule reguluje otáčky a tým optimalizuje spotrebu elektrickej energie. Optimalizácia sústavy ovplyvňuje aj ekonomické parametre, vhodné nastavenie čerpadla, resp. vhodná voľba čerpadla a zohľadnenie jednotlivých zón pri regulácii by mali pozitívne pôsobiť na energetické a ekonomické aspekty systému. V ďalšej fáze analýzy je plánované vyhodnotenie utlmenej prevádzky, resp. preverenie navrhnutých opatrení na vylepšenie energetického systému.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



KOMPETENČNÉ CENTRUM
INTELIGENTNÝCH TECHNOLOGIÍ PRE ELEKTRONIZÁCIU
A INFORMATIZÁCIU SYSTÉMOV A SLUŽIEB



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ

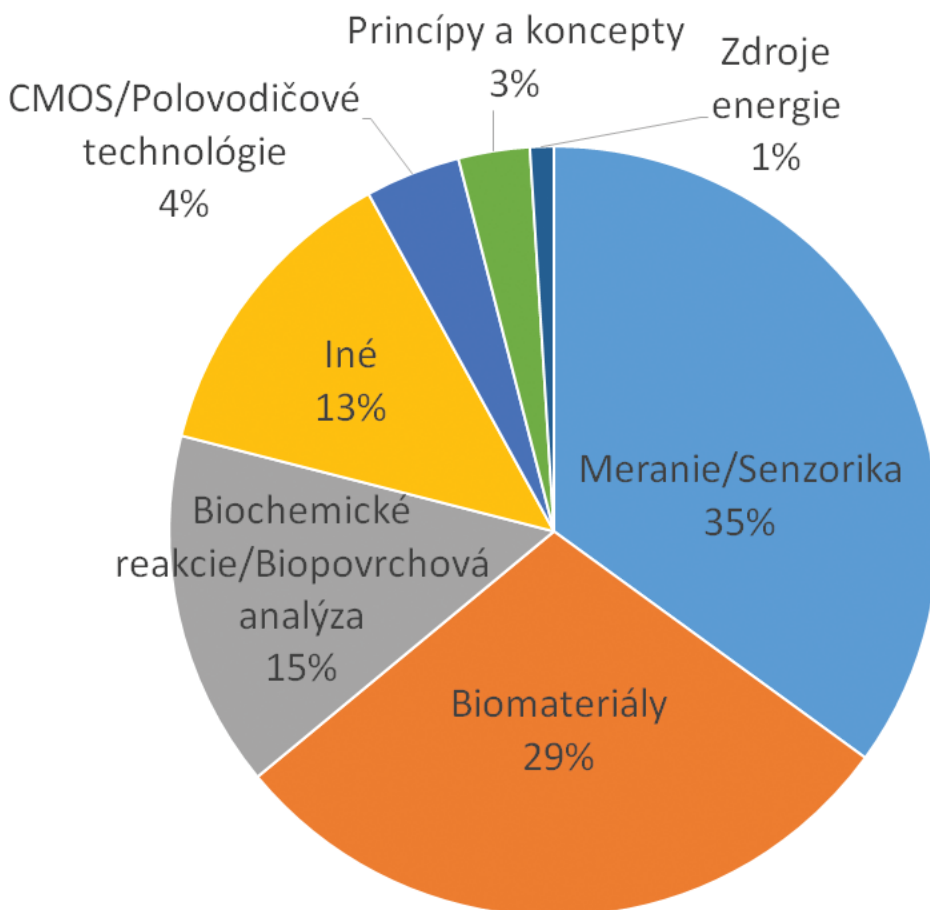


Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



AKTÍVNE BIOSENZORICKÉ/ SENZORICKÉ IMPLANTÁTY - VÝSKUM, OBMEDZENIA A RIEŠENIA

Zdravotníctvo rovnako ako aj iné oblasti spoločenského života, priemyslu a vedy, podliehajú neustálej inovácii a modernizácii. Stimulom je neustály nárast počtu ľudí, zvyšujúci sa podiel starnúcej populácie, či zvýšené požiadavky na lekársku starostlivosť. Sofistikované medicínske zariadenia sa stávajú súčasťou zdravotníckej starostlivosti a zvyšovania kvality života pacientov. Ich aplikačné nasadenie je však vo veľkej miere limitované striktnými požiadavkami, ktoré sú na ne kladené. Špeciálne to platí pre aktívne biosenzorické a senzorické implantáty. Aby bolo možné plne využiť ich potenciál, je nutné sa vo výskume venovať riešeniu troch základných problémov t.j. spotreba energie, priestorová náročnosť a bezpečnosť.



Obr. 1 – Tematické zameranie publikácií v oblasti výskumu a vývoja biosenzorov a bioelektroniky (rok 2009).

Prvým míľnikom v tejto oblasti bolo zavedenie pojmu bioelektronika v roku 1912, ktorý zahŕňoval meranie elektrických signálov generovaných ľudským telom. Vo všeobecnosti bioelektronika združuje viacero vedných oblastí a má interdisciplinárny charakter. Obr. 1 zobrazuje približné tematické rozdelenie vedeckých prác publikovaných v oblasti bioelektroniky evidovaných do roku 2009, kde je možné pozorovať veľmi malý podiel troch významných oblastí – CMOS/Polovodičové technológie, Zdroje energie a Princípy a koncepty. V súčasnosti sú však práve tieto tri kategórie limitujúcim faktorom v širšom nasadení senzorov a biosenzorov v reálnych biomedicínskych aplikáciách.

Druhým míľnikom, ktorý priamo ovplyvnil smerovanie samotného zdravotníctva je rozvoj tzv. elektronického zdravotníctva v kombinácii s telemetriou. Pojem elektronického zdravotníctva je pomerne nový (datuje sa od roku 1999) a vo všeobecnosti predstavuje hlavne proces informatizácie zdravotníctva a rozširovanie poskytovaných

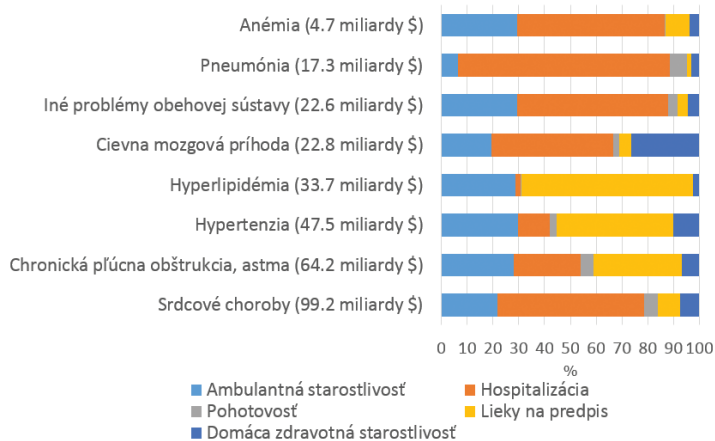
služieb. Telemetria je v súčasnosti už súčasťou každodenného života a významným spôsobom preniká i do oblasti elektronického zdravotníctva, čím prispieva k jeho celkovému skvalitneniu. Výsledkom vzájomnej symbiózy je tak zavedenie nového konceptu známeho ako elektronická domáca zdravotná starostlivosť (EDZS). Obr. 2 zobrazuje priame ekonomické náklady v dolároch ako aj ich prerozdelenie v percentách podľa poskytnutej zdravotníckej služby (v USA pre rok 2009). Je možné pozorovať, že domáca zdravotná starostlivosť (zahrňujúca aj EDZS) predstavuje ekonomicky menej náročnú alternatívu v porovnaní so starostlivosťou vyžadujúcou nutný presun pacienta do zdravotníckych inštitúcií. Narastajúca pozornosť súčasného výskumu na tento druh starostlivosti o pacienta je teda logickou reakciou.

Koncept EDZS je však významne podmienený úrovňou a kvalitou monitorovacích, transportných a spracovateľských schopností a služieb tzv. pacientovo-centrickeho systému (obr. 3) zdravotníckej starostlivosti, ktorý

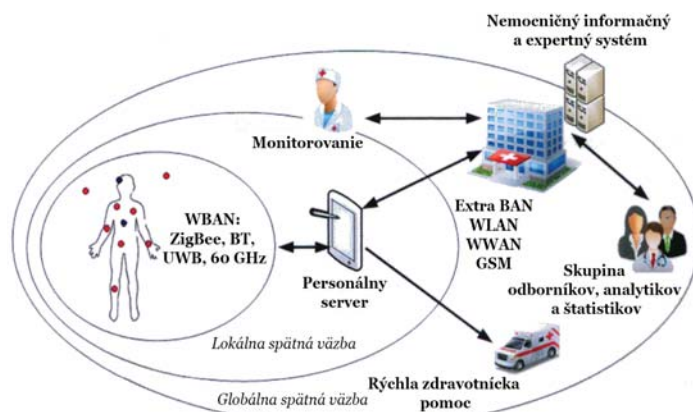
sa skladá z troch hlavných častí (systémov): globálna spätná väzba, lokálna spätná väzba a oblasť známa ako bezdrôtová telová sieť (angl. Wireless Body Area Network – WBAN). Práve bezdrôtová telová sieť je najkritickejšou časťou celého systému a môžeme konštatovať, že bezprostredne obmedzuje celkový rozvoj EDZS najmä v súvislosti s problematikou AIMZ, ktorej je venovaný tento príspevok. Keďže rozvoj biosenzorov a biokompatibilných materiálov významne prevyšuje napredovanie oblastí CMOS/Polovodičové technológie, Zdroje energie a Princípy a koncepty (obr. 1), bolo potrebné sústrediť súčasný výskum práve na tieto oblasti.

CHARAKTERISTIKA IMPLANTOVATEĽNÝCH MEDICÍNSKÝCH ZARIADENÍ

Pri charakteristike základných typov medicínskych zariadení sa budeme držať definícií podľa medzinárodnej normy ISO 13485 (ISO/



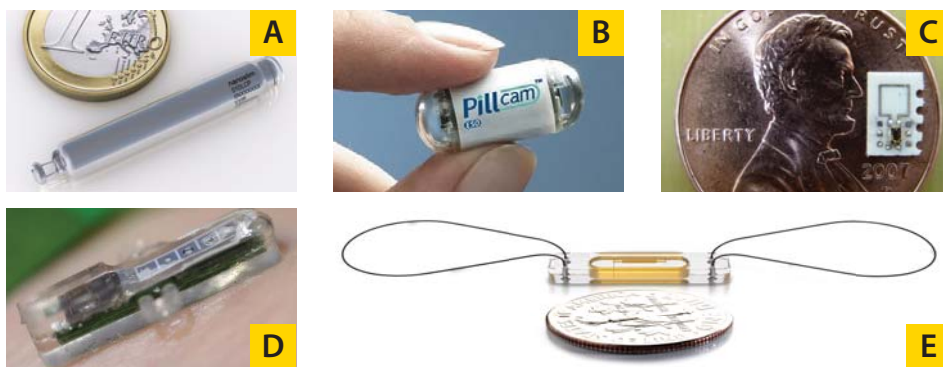
Obr. 2 – Priame ekonomické náklady pre rôzne ochorenia a podiel (v %) vzhľadom na typ poskytnutej starostlivosti (USA, 2009)



Obr. 3 – Pacientovo-centrický systém spolu s niektorými bezdrôtovými technológiami.



Obr. 4 – Využitie ABSI v budúcnosti.



Obr. 5 – Príklady medicínskych zariadení: a) AIMZ (ABS) NanostimTM - bezdrôtový kardiostimulátor, b) AMZ PillCam® - kapsulová endoskopia, c) AMZ zo Stanfordskej univerzity - cievny transportný systém, d) AIMZ od EPFL - monitorovanie chemického zloženia krvi, e) AIMZ CardioMEMS - senzor krvného tlaku.

TC 210), ktorá definuje a kategorizuje medicínske zariadenia nasledovne:

- Implantovateľné medicínske zariadenie (IMZ): je medicínske zariadenie určené k úplnému alebo čiastočnému zavedeniu do ľudského tela (alebo prirodzeného otvoru) alebo k nahradeniu epiteliálneho povrchu alebo povrchu oka prostredníctvom chirurgického zákroku, s úmyslom zotrvania v ľudskom tele po dobu minimálne 30 dní, a ktoré môže byť odstránené len lekársym alebo chirurgickým zákrokom.
- Aktívne medicínske zariadenie (AMZ): je medicínske zariadenie, ktorého činnosť závisí od zdroja elektrickej energie alebo akéhokoľvek iného zdroja energie, ktorý nie je priamo generovaný ľudským telom alebo gravitáciou.
- Aktívne implantovateľné medicínske zariadenie (AIMZ): je aktívne medicínske zariadenie určené k úplnému alebo čiastočnému zavedeniu, buď chirurgicky alebo medikamentne do ľudského tela, alebo tiež zdravotníckym zákrokom do prirodzeného otvoru s úmyslom zotrvania v ľudskom tele aj po ukončení procedúry.

Vo všeobecnosti IMZ zahŕňa zariadenia od bežných pasívnych protéz (telesných náhrad) až po sofistikované implantáty, akými sú napríklad aktívne biosenzorické a senzorické implantáty (ABSI). Chápanie termínu ABSI konkretizujeme na prítomnosť permanentného rezervoáru elektrickej energie (napr. batéria), ktorý zabezpečuje monitorovacie/stimulačnú autonómiu a možnosť inicializovať bezdrôtovú komunikáciu (obr. 4). V takomto prípade ABSI možno z pohľadu komunikácie všeobecne nazývať vnútrotelovým senzoric- kým uzlom alebo HUBom, pretože disponuje

schopnosťou komunikovať s interným (vnútrotelovým) alebo externým (mimotelovým) prijímačom. Zdôrazňujeme však, že vnútrotelovým senzoric- kým uzlom môžu byť aj AMZ zavedené do tela na obmedzenú dobu (napr. kapsulová endoskopia, kapsulová donáška liečiv a pod.). Pre lepšiu predstavu sú niektoré významné súčasné medicínske zariadenia uvedené na obr. 5 spolu s ich zaradením do niektorej z vyššie uvedených kategórií.

AKTÍVNE BIOSENZORICKÉ/ SENZORICKÉ IMPLANTÁTY (ABSI)

Medicínske zariadenia predstavujú komplexné, multidisciplinárne systémy, ktoré sú zvyčajne tzv. „šité na mieru“. Inak povedané musia prejsť zložitým optimalizačným procesom vzhľadom na požiadavky cieľovej aplikácie na rôznych úrovniach ich návrhu. Tento proces býva obzvlášť nevyhnutný v prípade AIMZ, ktorých parametre sú veľmi striktné špecifikované.

Z tohto dôvodu skutočnou výzvou pre vedeckú komunitu je výskum ABSI, ktoré patria do kategórie AIMZ s tým, že na svoju činnosť a komunikáciu nevyužívajú externý (mimotelový) zdroj energie, ale permanentný interný (vnútrotelový) zdroj elektrickej energie (obr. 6). Veľká časť energetických zberačov uvedených na obr. 6 využíva ako permanentný zdroj energie práve ľudské telo, čo je výhodné pre vnútrotelové aplikácie. Výnimkou je azda len alfa/beta voltaický zberač predstavujúci kvázi-permanentný zdroj elektrickej energie. Z hľadiska ukladania energie zo zberačov, podľa definície ABSI, jediný relevantný rezervoár energie sú batérie, ktoré v súčasnos-

ti priamo limitujú životnosť celého systému (z dôvodu energetickej náročnosti). Použitie kombinácie zberača a rezervoáru energie však plne korešponduje s konceptom ABSI.

V súvislosti s ABSI je nutné riešiť tri základné otázky: energetickú náročnosť, priestorovú kompaktnosť a bezpečnosť, ktoré sú vo všeobecnosti aplikácie závislé. Z pohľadu spotreby energie je všeobecne známe, že hlavný problém tvorí bezdrôtový komunikačný podsystém, či už jeho softvérová stránka (zložitý štandardizovaný protokol) alebo hardvérová realizácia. Čo sa týka rozmerov systému a priestorovej náročnosti, kritickými prvkami sú hlavne mikrosystémové štruktúry zahrňujúce tzv. zberače energie a moderné zásobníky energie. Taktiež vysielačo-prijímacia časť (anténa, piezoelektrický menič, elektródy, atď.) komunikačného podsystému významne určuje výslednú veľkosť ABSI systému. V neposlednom rade je tu otázka bezpečnosti, na ktorú sa dá v zmysle ABSI pozerat ako na hardvérovú, softvérovú a materiálovú bezpečnosť.

NOVÉ RIEŠENIA ABSI A DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

V kontexte ABSI je náš výskum zameraný na ich energetickú náročnosť a výsledný rozmer (miniaturizáciu). Predpokladáme, že nájdenie nového riešenia v oblasti „Princípov a konceptov“ (obr. 1) by mohlo viesť k rapidnejšiemu pokroku v rozvoji ABSI v porovnaní s hľadaním nového riešenia na nižších úrovniach systému. Z tohto dôvodu výskumníci z oddelenia Návrhu a testovania integrovaných obvodov z Ústavu elektroniky

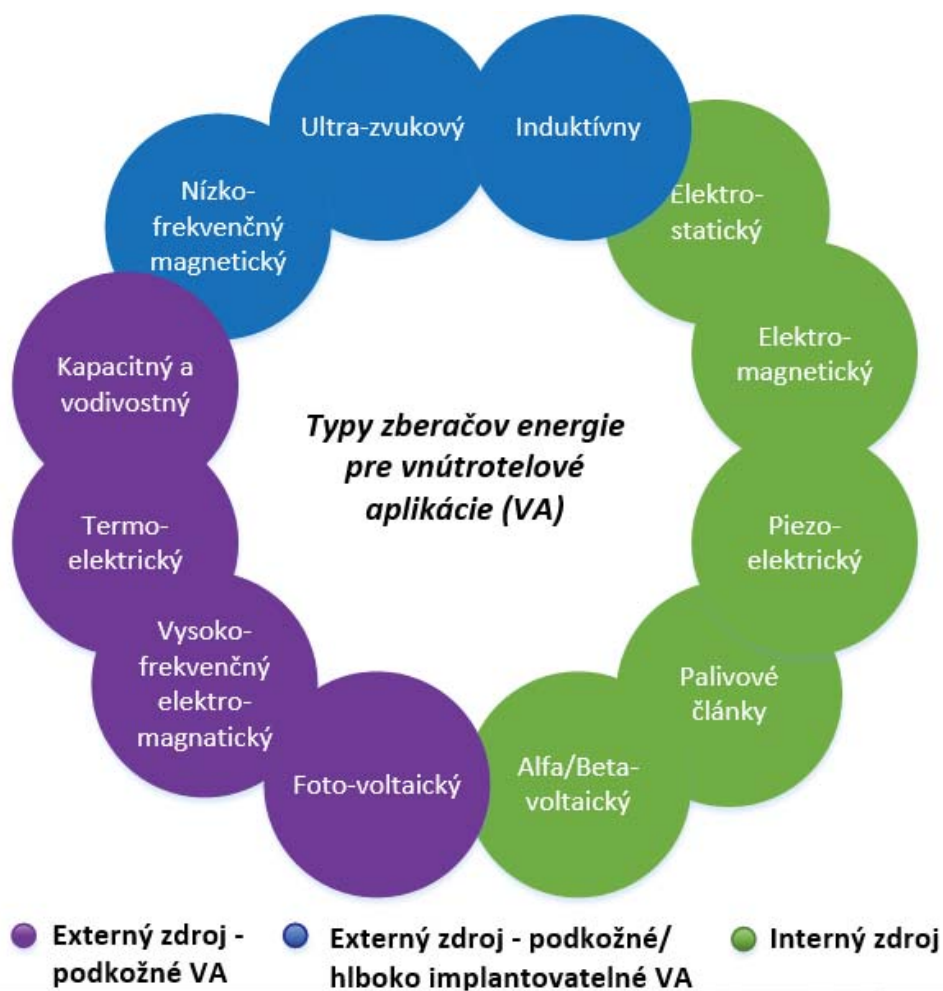
a fotonika FEI STU navrhli nový koncept ABSI na systémovej úrovni. Za prioritu si kladú vyriešenie jeho najkritickejšej časti – komunikačného modulu, ktorý je postavený na vysokofrekvenčnej elektromagnetickej komunikácii (RF komunikácia); a to v súvislosti so spotrebou energie aktívnej časti fyzickej vrstvy a v súvislosti s priestorovými nárokmi pasívnej časti fyzickej vrstvy – antény.

Hlavnou nevýhodou RF komunikácie v porovnaní s ostatnými používanými komunikačnými technológiami (induktívna, ultrazvuková, kapacitná/vodivostná) je väčší útlm v ľudskom tkanive (napr. svalovine) v rámci pracovných frekvencií. To vedie k potrebe aplikovať vyšší vyžiarovaný výkon za účelom zachovania spoľahlivého prenosu, čo ale obmedzuje jej nasadenie pre hlboko implantované ABSI. Aj napriek tejto nevýhode atraktivita RF komunikácie tkvie v schopnosti preniesť informáciu do externého prostredia (t.j. mimo ľudského tela) a zároveň v odolnosti voči vzájomnému priestorovému vychýleniu prijímača/vysielača. Prínosom nasadenia RF komunikácie je tak dosiahnutie cieleného komfortu (oproti induktívnemu prenosu) a vynechanie nutných HUBov umiestnených na povrchu tela (obr. 4) s cieľom zlepšiť kvalitu života pacienta, aj keď za cenu obmedzeného využitia komunikácie. Navyše možná kompatibilita s už dostupnými zariadeniami využívajúcimi RF komunikáciu a tiež jednoduchšia realizácia vysielacieho/prijímacieho člena – antény (v porovnaní s ultrazvukovou komunikáciou) je tiež vítaným benefitom. Rozšírenie potenciálu RF komunikácie z pohľadu hĺbky umiestnenia ABSI systému v tkanive je všeobecne možné tromi spôsobmi:

1. zvýšením výkonu akceptovaného anténou
2. znížením pracovnej frekvencie
3. zvýšením zisku antény

Prvý spôsob je v rozpore s požiadavkami kladenými na ABSI. Druhý spôsob vedie k zníženiu útlmu elektromagnetickej vlny v ľudskom tkanive, ale tradične vedie k väčším rozmerom antén z dôvodu zachovania jej radiačných schopností (zisku), čo má negatívny dopad na rozmery ABSI. Optimálnym riešením je teda posledná možnosť, čo znamená nájsť buď inovatívnu štruktúru a usporiadania antény alebo nový princíp zvýšenia zisku antény bez významného zväčšovania rozmerov systému. Jeden z možných a pomerne nových prístupov je použitie prispôbovacej (dielektrickej) vrstvy, pričom len samotný prístup dokáže významným spôsobom prispieť k zvýšeniu vyžarovacej účinnosti antény aj viac ako o 10 dB.

Doteraz nepreskúmaním riešením, ktoré by viedlo v koncepte ABSI k priestorovej optimalizácii je pokus integrovať anténu na čip spolu so zvyškom systému v štandardnej CMOS technológii s cieľom vytvoriť tzv. systém na čipe. Realizácia antény v štandardnom CMOS procese, ktorý využíva substrát s nízkym merným odporom, je však efektívna len



Obr. 6 – Zdroje elektrickej energie pre vnútrotelové aplikácie (VA)

pre vysoké frekvencie t.j. viac ako niekoľko desiatok GHz. To v praxi znemožňuje využitie takéhoto prístupu z dôvodu výrazného útlmu elektromagnetickej vlny v živom tkanive pre také vysoké frekvencie. Vyššie spomínaný vedecký tím z FEI STU v Bratislave navrhol riešenie, v podobe nového konceptu, ktorý by mohol znamenať posun vo výskume a aplikácii ABSI. Jadro riešenia spočíva v kombinácii použitia prispôbovacej (dielektrickej) vrstvy a spôsobu puzdrenia čipu do výsledného integrovaného systému. Prvé odhady boli uskutočnené prostredníctvom simulácií a vyzkazujú možné zlepšenie radiačnej účinnosti antén integrovaných na čipe v rozsahu od 10 dB do 20 dB (t.j. 10-100 krát) v závislosti od frekvencie (vyšetrovaný rozsah 1-5 GHz) a štruktúry antén. V takomto prípade by bolo teoreticky možné využiť takýto typ realizácie RF komunikačného modulu v ABSI systémech do hĺbky implantátu až niekoľko jednotiek cm. Integrácia antény na čip v rámci ABSI by predstavovala inovatívny prístup v rozvoji medicínskych zariadení. Hlavným problémom sa však zatiaľ javí nájdenie vhodného

materiálu a spôsobu puzdrenia určeného pre takýto typ systému, ktoré nebolo doposiaľ riešené nakoľko nejstvovala reálna požiadavka.

Okrem priestorovej optimalizácie komunikačného RF modulu bola navrhnutá aj jeho energetická optimalizácia, ktorá je postavená na princípe „prenechania všetkých energetickej náročných operácií“ na externý (mimotelový) prijímač/vysielač. To je možné prostredníctvom využitia širokopásmovej IR-UWB technológie ako vhodného kandidáta pre realizáciu vysielacieho a úzkopásmovej komunikácie v ISM pásme 2,4 GHz pre realizáciu prijímača ABSI systému v tzv. wake-up konfigurácii. Wake-up prijímače majú pomerne nízku citlivosť, ale tento nedostatok môže byť vykompenzovaný dostatočnou hodnotou vyžiarovaného výkonu. V takomto prípade je možné dosiahnuť vlastnú spotrebu front-end časti komunikačného RF modulu na úrovni desiatok μ W, pričom spotreba konvenčných modulov určených pre AIMZ sa pohybuje na úrovni jednotiek až desiatok mW (napríklad ZL70103).

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



KOMPETENČNÉ CENTRUM
INTELEKTUÁLNYCH TECHNOLOGIÍ PRE ELEKTRONIZÁCIU
A INFORMATIZÁCIU SYSTÉMOV A SLUŽIEB



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



VÝSTAVA TECHNICKÝCH INOVÁCIÍ TECH INNO DAY 2015

Na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU sa uskutočnila výstava technických inovácií s názvom TECH INNO DAY 2015, ktorú organizoval Univerzitný technologický inkubátor InQb v spolupráci so spoluorganizátormi a partnermi. Podujatie sa uskutočnilo vo štvrtok 26. marca 2015. Snahou organizátorov bolo prostredníctvom neho zvýšiť povedomie o technických inováciách, na ktorých pracujú študenti, ako aj inovatívne start-up firmy z Bratislavského kraja. Vystavujúce tímy študentov a firiem mali možnosť predstaviť svoju prácu a výsledky aj formou krátkej prezentácie. Možnosť nadviazať kontakty na partnerov a investorov mali účastníci počas networkingovej časti podujatia.



TECH INNO DAY 2015

Na podujatí sa predstavili nasledujúci vystavovatelia:

Študentské tímy:

1. **Breakpoint** – navigácia v budove pomocou bluetooth beaconov.
2. **Eye blink** – komplexná starostlivosť o zdravie očí pri práci s počítačom, využívanie webkamery a meranie frekvencie žmurkania používateľa, podľa ktorej je možné rozoznať zdravie očí.
3. **FAST Design Team** – dizajn na mieru v spolupráci s konštruktérmi produktov.
4. **FME Racing Team** – vozidlo „Futuristic Prototype“ šetriace životné prostredie prostredníctvom nízkej spotreby paliva – spotrebuje 1 l benzínu na 400 km.
5. **Gappers** – aplikácia umožňujúca rozšírené monitorovanie, poskytujúca odchytyvanie a zobrazovanie chýb spôsobených nasadenou klientskou aplikáciou, automaticky upozorní na spôsobené chyby a možnosť definovania vlastných udalostí.
6. **Sitting Hamsters** – real-time aplikácia na monitorovanie správneho držania tela pri práci na počítači.
7. **STUBA Green Team** – pretekársky automobil typu formula s elektrickým pohonom.
8. **ÚEF SkyBean Team** – variometer – indikátor vertikálnej rýchlosti pre pilotov bezmotorového lietania.
9. **ÚRK FEI STU** – mobilná robotika nasaditeľná do každej oblasti života – priemysel, zdravotníctvo, domácnosť, rôzne oblasti hospodárstva.

Firemné tímy:

1. **e-Sense Slovakia s.r.o.** – technológie, ktoré zbavia svet skládok, odkrývanie potenciálu nových foriem mobility po zemi, vode i vo vzduchu, mechatronické a výrobné systémy a zariadenia, hľadanie nových spôsobov zušľachtovania a spracovania materiálov.
2. **GeoModel Solar s.r.o.** – systém SOLARGIS, ktorý počíta a poskytuje údaje o slnečnom žiarení, meteorologické údaje a geografické údaje pre solárnu energetiku po celom svete.
3. **Innovatrics, s.r.o.** – softvér pre biometrické projekty, predovšetkým týkajúce sa rozpoznávania odtlačkov prstov a tváre.
4. **InWheels** – kolieska na skateboard s integrovaným elektrickým pohonom.
5. **ISA, s.r.o.** – riadiaca jednotka pre plne automatizovaný bazén s veľkou pridanou hodnotou pre majiteľa.
6. **mSolutions s.r.o.** – aplikácia Rewardy určená pre malé podniky (kaviarne, reštaurácie, kaderníctva, servery a pod.) – ide o lojalitný systém zbierania pečiatok za návštevy alebo nákupy so získaním odmeny pre zákazníkov; aplikácia Mobilný čašník slúži na objednávanie si jedál a nápojov v reštauráciách a baroch bez čakania na čašníka.
7. **POP palivo s.r.o.** – výroba bionafty – ekologické spracovanie odpadu.
8. **Speckle, s.r.o.** – špeciálne hry riešiacie problém nízkej motivácie detí v predškolskom veku precvičovať logopedické cvičenia.

Bližšie informácie o podujatí a o jednotlivých vystavovateľoch sa nachádzajú na stránke www.inqb.sk/techinnoday.



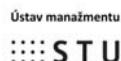
HLAVNÍ ORGANIZÁTORI

SPOLUORGANIZÁTORI

GENERÁLNÝ PARTNER



PARTNERI



MONITOROVANIE ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

Vďaka tvorivému potenciálu v oblasti meteorológie a fyziky Zeme sa za dvadsať rokov vypracovali na celosvetovo pôsobiacu úspešnú firmu, patriacu k špičke vo svojom odbore. Vizionársky prístup a neutíchajúca vytrvalosť sprevádzajú spoločnosť MicroStep-MIS od jej začiatkov. Na nové výzvy odpovedá vždy áno a stáva sa tak stabilnou spoločnosťou so silným postavením na trhu monitorovacích a informačných systémov.

MicroStep-MIS sa špecializuje na vývoj, výrobu a realizáciu monitorovacích a informačných systémov a spracovanie nimi nameraných údajov vrátane predpovedných modelov a krízového manažmentu. Rozsah aktivít a služieb tejto spoločnosti zahŕňa vývoj a výrobu hardvéru a softvéru pre účely týchto systémov ako aj ich systémovú integráciu, na čom sa podieľa zhruba stovka zamestnancov. Medzi nimi nájdeme okrem administratív a manažmentu hlavne hardvéristov, softvéristov a fyzikov.

Bezsenne noci a výlety do neznáma

Ale poďme pekne od začiatku a vráťme sa o 20 rokov dozadu. Prvé dodávky sa uskutočnili v rámci Slovenska. Pilotným projektom bola dodávka softvéru pre SHMÚ, nasledovali meteorologické systémy pre Armádu SR a varovný systém pre Jadrovú elektrárň Jaslovské Bohunice.

Úmerne k úspechom firmy sa zlepšujú aj podmienky pre jej zamestnancov. „Z mladších dnes nikto nepochopí, že sme v začiatkoch nepoznali osemhodinový pracovný čas, alebo spávali v spacáku pod pracovným stolom, aby sme ráno mohli pokračovať v tom, čo sme už večer nevládali dokončiť,“ spomína jeden z konateľov, Andrej Lúčny.

Kľúčovým momentom bola pozvánka na prezentáciu firmy v Ománe. V roku 1997 tak dostali prvú objednávku softvéru pre meteorologické stanice a firme sa tak otvoril prístup na zahraničné trhy. O rok neskôr prišiel dopyt na dodávku systému pre hlavné ománske letisko Muscat International Airport. A to už nebolo cesty späť.

Dobré odporúčania dostali MicroStep-MIS do Saudskej Arábie, kde sa podarilo získať objednávku na dodávku meteorologického systému pre jedno z najväčších letísk na svete. „Z dnešného pohľadu to bolo nepredstaviteľné dobrodružstvo. Išlo o zákazku vo väčšom rozsahu ako všetko ostatné, čo sme dovtedy vyrobili a dodací termín bol 3 mesiace. Verili sme, že to dokážeme, a že do toho musíme ísť,“ spomína generálny riaditeľ Jozef Omelka.

Profil spoločnosti MicroStep-MIS

Od roku 2001 pôsobí MicroStep-MIS ako ekonomicky samostatný subjekt a cieľavedome diverzifikuje svoje portfólio. Spoločnosť vyvinula radu zaujímavých produktov, často

vďaka spolupráci s domácim akademickým sektorom. Nové, postupne celosvetové, dimenzie dostali aj obchodné aktivity. Svoje pobočky založila v Dubaji, Ománe, Vietname a Indii, v ďalších krajinách disponuje sieťou agentov a partnerov. Významné produkty spoločnosti dnes možno nájsť v 48 krajinách sveta.

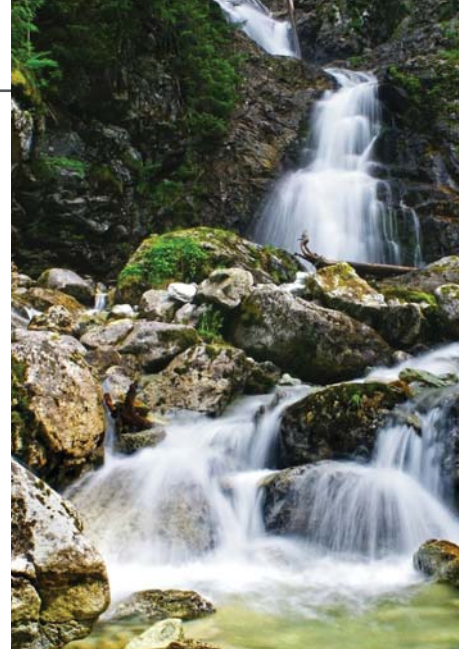
Okrem meteorológie a letiskových meteorologických systémov sa dnes MicroStep-MIS zaoberá aj cestnými informačnými systémami, radiačným a emisným monitoringom, čistotou ovzdušia, seizmológiou, oceánografiou, hydrologiou a podpornými službami ako je napríklad kalibrácia meradiel. Medzi najväčších zákazníkov patria letiská, meteorologické a seizmologické inštitúcie, organizácie zaoberajúce sa životným prostredím, rizikové priemyselné prevádzky, civilná ochrana a podobne. Ponúka služby vlastného vývoja a tiež služby systémovej integrácie. Kvalitou a komplexnosťou svojich produktov a služieb sa spoločnosť stala aj uznávaným dodávateľom Svetovej meteorologickej organizácie WMO.

MicroStep-MIS zabezpečuje taktiež širokú škálu technickej podpory a údržby. Okrem podpory na mieste a servisných stredísk sa môžu naši zákazníci spoľahnúť aj na vzdialenú podporu Centra pomoci MicroStep-MIS, ktorá je vysoko oceňovaná.

Spolupráca s akademickým sektorom

Zárukou vývoja a dodávky najprogressívnejších riešení na základe požiadaviek zákazníkov sú vysoko kvalifikovaní vývojoví a výskumní pracovníci ako aj spolupráca s vedeckými kapacitami z akademického sektora, najmä zo Slovenskej technickej univerzity (Fakulta elektrotechniky a informatiky – FEI STU), z Univerzity Komenského (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky – FMFI UK), Slovenskej akadémie vied (Ústav informatiky a Geofyzikálny ústav), Technickej univerzity vo Zvolene, Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra a Slovenského hydrometeorologického ústavu.

MicroStep-MIS nielen vytvára pilotné aplikácie pre vedecko-výskumné projekty, ale dokáže zdefinovať aj vlastné výskumné témy, ktorých výsledkom sú produkty uplatniteľné na trhu. Zamestnanci ako odborníci z praxe vedú diplomové práce, externe vyučujú na univerzitách a podporujú študentské aktivity. Spoločnosť pravidelne víta mladé talenty



zo SPŠE K. Adlera, podporuje Korešpondenčný seminár z programovania, krúžky robotiky a súťaž mobilných robotov ISTRÓBÓT. V spolupráci s FEI STU a FMFI UK založili laboratórium robotiky a podporujú občianske združenie Robotika.sk.

Univerzity, predovšetkým FEI STU a FMFI UK naopak podporujú spoločnosť produkciou kvalitných absolventov, pre ktorých je MicroStep-MIS – vďaka zamestnaneckým benefitom a podielom na zisku z projektov – atraktívnym domácim zamestnávateľom.

Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb

V rámci projektu KC-INTELINSYS pôsobí MicroStep-MIS v spolupráci s UI ŠAV ako drobný, ale významný partner v doméne životného prostredia. Pre potreby kompetenčného centra pripravil inovatívny zberný systém údajov životného prostredia, zahrňujúci najmä dáta o atmosfére a gama žiarení, otvorený pre inštaláciu inovatívnych senzorov – či už dočasnú alebo trvalú. Pre vedecko-výskumných pracovníkov vyvíjajúcich nové senzory to predstavuje príležitosť ušetriť značnú námahu spojenú s inštaláciou takého senzora v externom prostredí. Stačí im daný senzor priniesť do kompetenčného centra. Navyše, k dátam meraným svojim senzorom dostanú aj množstvo súbere meraných dát z tradičných senzorov, ktoré sú cenným kontextom pre ich vlastné meranie. Možné je taktiež využiť dáta z predpovedných modelov ako aj medzinárodných výmenných sietí, napríklad družicové snímky, ktoré sú v pilotnom zbernom systéme k dispozícii. A v neposlednom rade možno dostať aj dobrú radu od odborníkov z praxe. MicroStep-MIS víta dnes i v budúcnosti každého, kto by mal o spoluprácu tohto typu záujem, stačí sa obrátiť na kc@microstep-mis.com.

MicroStep - MIS



KOMPETENČNÉ CENTRUM
INTELIGENTNÝCH TECHNOLOGIÍ PRE ELEKTRONIZÁCIU
A INFORMATIZÁCIU SYSTÉMOV A SLUŽIEB

STU

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE