Ing. Petr POLÁCH, CSc.
Airklima, spol. s r.o. Hodonín

AirQualitizeur – nový produkt z řady AL-KO Lufttechnik

AirQualitizeur – New Product of AL-KO Lufttechnik

Recenzent
prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

Nezbytnost energetických úspor a potřeba zajistit kvalitu vzduchu dostatečnou intenzitou větrání větraných a klimatizovaných místností jsou protichůdnými požadavky. Nový výrobek (AirQ) k řízení kvality vzduchu a jeho teploty umožňuje dosáhnout souladu při splnění obou požadavků a splňuje také požadavek na individuální regulaci v každé zóně. Při aplikaci v systémech s proměnným průtokem vzduchu (VAV) umožňuje dosahovat výrazných úspor energie. Uvedeny jsou příklady použití AirQ a dosažitelné výsledky.
Klíčová slova: *úspory energie, klimatizace, kvalita vzduchu, senzor kvality vzduchu, systémy s proměnným průtokem vzduchu*

Energy savings necessity and demands on providing the air quality by sufficient ventilation rate in ventilated and air conditioned rooms are contrary requirements. A new product (AirQ) for air quality and temperature control enables to bring into accord both requirements and meets as well the request on individual control in each zone. In variable air volume systems, it enables to achieve considerable energy savings. There are examples of AirQ utilization and accomplished results given in the article.
Key words: *energy savings, air conditioning, air quality, air quality sensor, variable air volume systems*

AirQualitizeur (dále jen AirQ) – tento nový výrobek k řízení kvality vzduchu s ohledem na úspory energií nebyl pojat jen jako část řídicího systému klimatizace, ale jako část nového přístupu k instalaci a provozování klimatizace s minimalizovanými nároky na spotřebu energie.

1. MARKETINGOVÁ STRATEGIE PRO ZAVEDENÍ AIRQ

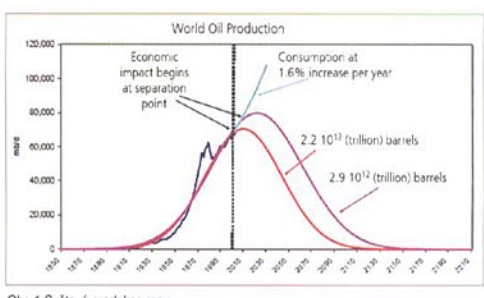
Obchodní motivace je dána intenzivní snahou po úsporách energie v evropské politice. Naprostá nezbytnost zavedení maximálně úsporných spotřebičů a systémů klimatizace a větrání vyplývá z následných faktů:

a) Politická nezávislost – dnes je EU ze 57 % závislá na dovozu energie, v roce 2020 to bude ze 70 %.

b) Podle studií US ministerstva obrany budou změny klimatu vyvolávat migrace obyvatelstva, které ve svých důsledcích budou nebezpečnější než je soudobý mezinárodní terorismu (otázky rychlé změny klimatu některých území (např. Holandsko 2007), silné bouře, zvýšení hladiny moří, neobyvatelnost některých tradičních území a s tím spojený pokles produkce potravin, pokles dostupné energie apod. Podle klimatických studií US je v současné době tak teplo jak nebylo za posledních 400 let. Což podle předpovědí meteorologů povede ke zvýšenému výskytu hurikánů a prudkých bouří a to i na Evropském kontinentu.

c) Kolem roku 2020 dojde ke zlomu v potřebách (dále rostoucích) a v těžbě ropy (pokles – vyčerpanost zdrojů) – potřeba by dále rostla, těžba se však začne snižovat. Růst ceny ropy se nezastaví, nýbrž urychlí. Dále podraží v EU certifikáty na CO_2.

Narůstající rozpor mezi potřebami a možnostmi těžby ropy ukazuje obr. 1.



Obr. 1 Světová produkce ropy

d) Značné zlepšení tepelně-izolačních vlastností staveb a stavebních prvků posouvá technická zařízení budov a v první řadě klimatizační a větrací zařízení, na první pozici ve spotřebě energie při provozu budov.

Pozornost se tedy plně obrací k energetické efektivnosti dodávaných zařízení, k jejich provozu a jejich prosazení do praxe. Souvisí s tím jak opatření u výrobců, tak řada společenských tlaků a v první řadě finanční politika v této oblasti, tj. cenová politika v energetice s tlakem na podporu a zvýhodňování výrobků a řešení s nízkou spotřebou energie.

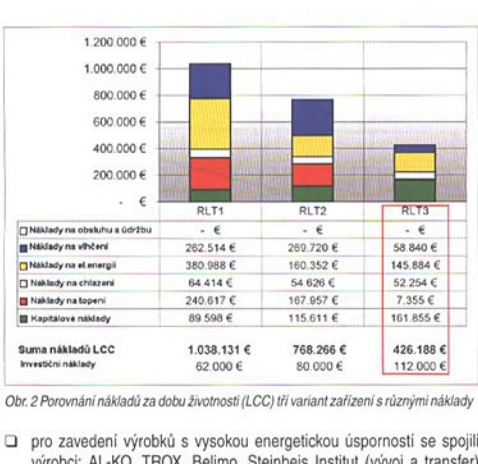
U koncových uživatelů je pak třeba informační kampaní dosáhnout toho, aby sami vytvářeli tlak na dodavatele z pohledu na spotřebu zařízení za dobu jeho životnosti, vyžadovali průkazy energetické náročnosti a garance energeticky efektního provozu s vědomím, že oni na konci tohoto řetězce budou hradit náklady po celou dobu životnosti zařízení. Byla proto rozpracována metoda LCC (Life Cycle Cost), kterou se vybírá zařízení s nejnižšími náklady na životní cyklus (viz obr. 2). Takovéto zařízení je pak nejekonomičtější z pohledu uživatele. Z pohledu developerských firem je tomu však právě naopak, což si musí uživatel předem uvědomit.

Blíže viz www.al-ko.de, kde je možno náklady propočítat v kalkulátoru (Excel). Tabulka je na těchto stránkách i v českém jazyce.

Poznámka: nejvýhodnější nemusí to být vždy zařízení s nejnižší spotřebou, záleží také na provozní době a dalších parametrech.

Aby se ve větší míře prosadily produkty s vysokou mírou energetické šetrnosti (tzv. energieeffizient, tj. energeticky hospodárné), plánuje německé spolkové ministerstvo průmyslu podpůrné programy:

- sanační kvóty nevyhovujících bytových fondů (z tepelně energetického hlediska) zvýšit z 1 na 5 %,

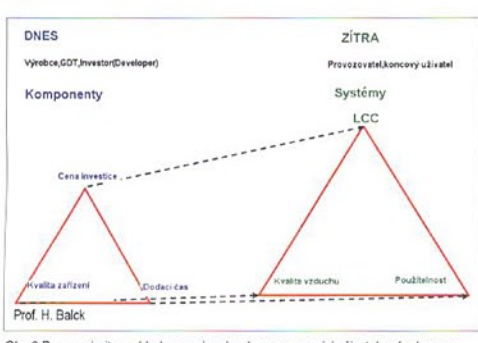


Obr. 2 Porovnání nákladů za dobu životnosti (LCC) tří variant zařízení s různými náklady

- pro zavedení výrobků s vysokou energetickou úsporností se spojili výrobci: AL-KO, TROX, Belimo, Steinbeis Institut (vývoj a transfer) a CAREL,
- daňová opatření na podporu energeticky šetrných výrobků.

Více než dosud jsou vnímány psychologické aspekty a pocity pracovníků v administrativních činnostech, jejichž počet narůstá. I tento trend je stálý a je jej potřeba vnímat. Míra reklamací je u stávajících provozovaných budov s konvenční klimatizací o cca 15 % vyšší než u budov s větráním okny, přestože klimatizovaná pracoviště jsou zpravidla méně zatěžována škodlivinami v porovnání s pracovišti v budovách s větráním okny. V klimatizovaných budovách je intenzita větrání zřetelně vyšší než u pracovišť větraných okny. Škodliviny jsou tím kontinuálně zřeďovány větracím zařízením, popřípadě zcela odstraňovány. Je tedy objektivně lepší kvalita vzduchu. Za předpokladu řádné údržby (což je velmi důležitý faktor!).

Tato fakta byla zcela objektivně prokázána řadou týmů na pracovištích v administrativních budovách. Pro uspokojení pocitů však požaduje 85 % zaměstnanců přímý vliv na klima na pracovišti, tedy individuelní regulaci v místnosti. Dotaz byl učiněn u 4 600 zaměstnanců klimatizovaných administrativních budov. Protože lidé v průmyslových státech tráví více jako 80% ve vnitřních prostorách budov, je management prostorového klimatu stěžejním bodem. Pro úsporné, pohodlné řízení vnitřního klimatu respektující nároky na individuelní nastavení parametrů jednotlivých místností byl vyvinut i následný systém s čidlem AirQualitizer. AirQualitizer je jakýsi „nos" klimatizačních zařízení, který v návaznosti na řadu dalších regulačních komponentů a v neposlední řadě i na klimatizační jednotku, jako zdrojový agregát, zaručuje optimální a psychicky dobře hodnocené individuální řízení klimatu.



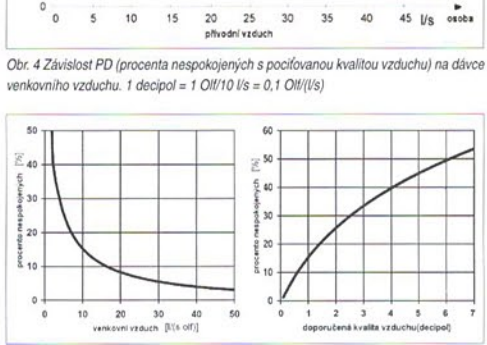
Obr. 3 Posun priorit a pohledu z pozice developera na pozici uživatele v budoucnu

Senzor AirQ validoval prof. Dr. Ing. R. Klein na Bremerském energetickém institutu. Pro srovnání je v obr. 7 ukázka změny signálu CO_2 čidla a tzv. Lugasova signálu s rostoucím procentem nespokojených.

AirQ je tedy, jak již bylo vzpomenuto, elektronický „nos", který signalizuje nejen teplotu, obsah CO_2, ale komplexní kvalitu vzduchu. Tuto lze nastavit podle klasifikace DIN EN 13779 v decipolech. Čidlo je bezúdržbové, nepotřebuje rekalibraci, vynikající stabilita je dosažena patentovanou LuQaS technologií.

S přesnou regulací přívodu čerstvého vzduchu u větracích zařízení je spojený i potenciál úspory energií. Proměnlivému počtu lidí v místnosti je přizpůsobován proměnlivý přívod čerstvého vzduchu s ohledem na požadovanou kvalitu vzduchu v pobytové sféře. S tím mohou být spojené až 70% úspory energie. Pro ilustraci je uvedena tabulka cenových výdajů za jednotlivé energie v návaznosti na změnu průtoku čerstvého vzduchu.

Jestliže nyní máme čidlo pro řízení proměnlivé potřeby čerstvého vzduchu v místnosti, je nutné dále mít zařízení, které celou svou koncepcí a stavbou umožňuje plynule proměnlivý průtok vzduchu. Tomu nejlépe vyhovují VAV systémy (Variable Air Volume). Aby se regulací dosáhlo maximálních energetických úspor, nelze použít tradiční regulační prvky (např. škrticí klapky apod.), ale celý systém musí obsahovat prvky s plynulou regulací, adaptabilní – prakticky celý systém musí být "elastický". Proto ono spojení výrobců jednotlivých součástí – jednotky, regulátory, distribuční elementy a propojovací informační síť (LON, BACnet).



Obr. 9 Potenciál úspor energie dosažitelných řízením kvality při průtoku 31 000 m³/h vzduchu

2. PŘÍMO K AIRQUALITIZERU – TROCHU POUŽÍVANÉ TEORIE A ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Co je to „decipol"?

Vzduch může být znečištěn dvěma směry:
1. může obsahovat cizí látky, které nás zatěžují svojí kvalitou (jsou nám cizí, nebo i zdraví nebezpečné), nebo
2. jsou běžné, avšak ve zvýšených, obtěžujících koncentracích.

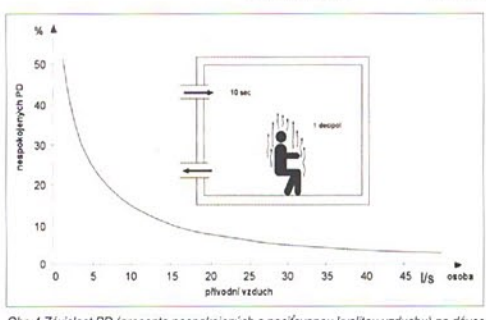
Jednáme mnohem rozumněji, když předem zabráníme působení takových látek na vzduch v našich obytných prostorech (což je cesta vždy primární, ale ne vždy realizovatelná), než když se snažíme znečištění následně odstranit zvětšenou intenzitou větrání. (Max von Pettenkofer). Tato výzva však stojí před stavařskou obcí a my se dále zabýváme případy, kdy je nutné větrání. V roce 1988 Ole Fanger na universitě v Kodani uvedl postup ke stanovení „doporučené kvality vzduchu" a zavedl k tomu dvě měřitelné veličiny pro znečištění a sílu zápachů.

Jako **jednotku pro znečištění** vzduchu volil 1 **„Olf"** což je znečištění (zátěž) vzduchu, kterou vytváří jeden průměrný dospělý člověk s hygienickým standardem 0,7 koupele denně při činnosti vsedě.

Jako **jednotku pro sílu pachů** (kvalitu) ve vzduchu zvolil veličinu **„decipol"**. Jeden decipol je vnímatelné zatížení vzduchu v místnosti se znečištěním 1 Olf, když je do místnosti dokonale přimícháváno 10 l/s (36 m^3/h) čistého venkovního vzduchu.

Příklady velikosti znečištění

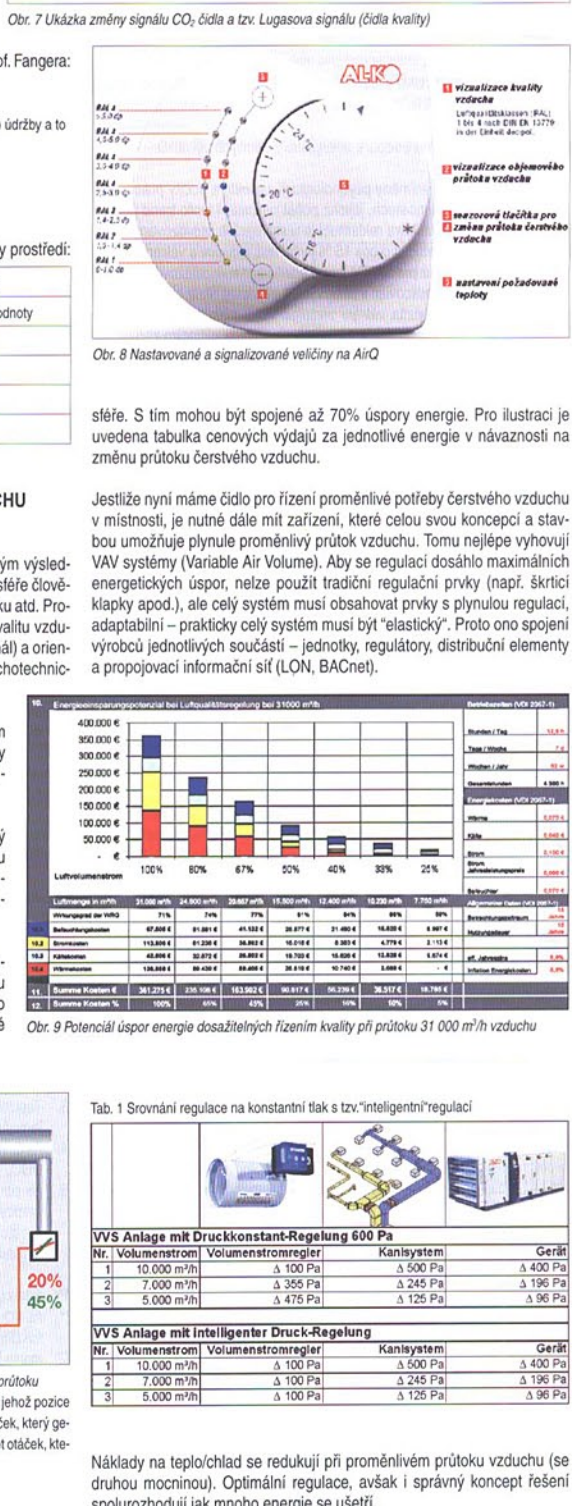
Zdroj:		**Stavební materiál:**	
1 sedící osoba	1 Olf	Koberec (vlna)	0,20 Olf
1 atlet	30 Olf	Koberec (umělá vlákna)	0,40 Olf
1 kuřák(silný)	25 Olf	PVC (linoleum)	0,20 Olf
1 kuřák(běžný)	5 Olf	Mramor (dlažba)	0,01 Olf
		Gumové těsnění	5,00 Olf



Obr. 4 Závislost PD (procenta nespokojených s pociťovanou kvalitou vzduchu) na dávce venkovního vzduchu. 1 decipol = 1 Olf/10 l/s = 0,1 Olf/(l/s)

Obr. 5a, 5b Procento nespokojených v závislosti na dávce venkovního vzduchu v l/ (s.olf)

Obr. 6 Nastavování kvality vzduchu v souladu s RAL na AirQ



Obr. 7 Ukázka změny signálu CO_2 čidla a tzv. Lugasova signálu (čidla kvality)

Zdroje znečištění v prostoru – vybráno z rozsáhlých pokusů prof. Fangera:

VZT zařízení při špatné údržbě	40 %
(Obvyklý případ v ČR – znám jen ojedinělé případy dobré (nikoliv vzorové) údržby a to i u tzv. „čistých prostorů").	
Tabákový kouř	25 %
Materiály v prostoru	20 %
Lidé	15 %

DIN EN 13779/4/, tab. 10 předepisuje následné kategorie čistoty prostředí:

Kategorie	Doporučená kvalita vzduchu v decipol	
	Obvyklý rozsah	Standardní hodnoty
RAL 1	= <1,0	0,8
RAL 2	1,0 až 1,4	1,2
RAL 3	1,4 až 2,5	2,0
RAL 4	>2,5	3,0

3. VĚDECKÁ VALIDACE SENZORU KVALITY VZDUCHU AIRQ A JEHO SROVNÁNÍ S CO_2 SENZOREM

Dosavadní praxe s použitím CO_2 senzoru nevedla k uspokojivým výsledkům a tento senzor se pro regulaci kvality vzduchu v pobytové sféře člověka nejeví jako vhodný – nepodchytí emise z laků, podlah, nábytku atd. Proto byl vyvinut senzor AirQ, aby bylo možno měřit skutečnou kvalitu vzduchu vztaženou k pobytové pohodě lidí (čidlo zvané Lugas – signál) a orientovanou na potřeby a energetickou optimalizaci provozu vzduchotechnických zařízení.

Obr. 8 Nastavované a signalizované veličiny na AirQ

Tab. 1 Srovnání regulace na konstantní tlak s tzv."inteligentní"regulací

VVS Anlage mit Druckkonstant-Regelung 600 Pa				
Nr.	Volumenstrom	Volumenstromregler	Kanlsystem	Gerät
1	10.000 m³/h	Δ 100 Pa	Δ 500 Pa	Δ 400 Pa
2	7.000 m³/h	Δ 355 Pa	Δ 245 Pa	Δ 196 Pa
3	5.000 m³/h	Δ 475 Pa	Δ 125 Pa	Δ 96 Pa
VVS Anlage mit inteligenter Druck-Regelung				
Nr.	Volumenstrom	Volumenstromregler	Kanlsystem	Gerät
1	10.000 m³/h	Δ 100 Pa	Δ 500 Pa	Δ 400 Pa
2	7.000 m³/h	Δ 100 Pa	Δ 245 Pa	Δ 196 Pa
3	5.000 m³/h	Δ 100 Pa	Δ 125 Pa	Δ 96 Pa

Obr. 10 Princip regulace ventilátoru podle pozice klapky VAV – regulátoru průtoku
1 – ventilátor, 2 – VAV-regulátor průtoku, jehož klapka je nejvíce otevřená a jehož pozice klapky (2) je proto brána jako referenční, 3 – AL-KO DDC s regulátorem otáček, který generuje potřebný signál pro frekvenční měnič. Ventilátor pak drží přesný počet otáček, kterým se klapkou regulátoru průtoku (2) drží pozice pro průtok 85 %

Využitím čidla kvality AirQ a inteligentní regulace tlaku, mohou být náklady na elektrický proud redukovány (s třetí mocninou) a náklady na energie (teplo, chlad) také (se druhou mocninou). Zvýšení průtoku a příkonu regulací otáček na dvojnásobek u téhož ventilátoru:

$$\dot{V}_2 = \dot{V}_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^1 = 10\,000\left[\frac{m^3}{h}\right] \times \frac{1660\left[\frac{1}{min}\right]}{830\left[\frac{1}{min}\right]} = 20\,000\left[\frac{m^3}{h}\right]$$

Příkon ventilátoru:

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 = 6\,[\mathrm{kW}] \times \left(\frac{1660\left[\frac{1}{min}\right]}{830\left[\frac{1}{min}\right]}\right)^3 = 48\,[\mathrm{kW}]$$

Z tab. 1 je vidět rozdíl tzv. "inteligentní" tlakové regulace oproti regulaci na konstantní tlak.

Úspora energie ventilátoru je pak patrná z obr. 11 a 12.

Tab. 2 Úspora energie při kvalitativní regulaci

Obr. 11 Průběh charakteristiky regulace při regulaci průtoku na konstantní tlak
P_{intern} 400 Pa variabel
$P_{externí}$ 600 Pa konstant

Obr. 12 Průběh charakteristiky regulace při inteligentní tlakové regulaci
P_{intern} 4 00 Pa variabel
$P_{externí}$ 500 Pa variabel
$P_{Vol.\ regler}$ 100 Pa constant

4. ZÁVĚR

Cílem tohoto příspěvku, který vznikl z podnikových materiálů a s laskavým svolením vedení firmy AL-KO Therm GmbH, Jettingen Scheppach, je ukázat jeden z trendů při projektování a výrobě energeticky úsporných klimatizačních zařízení. Originální čidlo kvality vzduchu AirQualitizer (AirQ) má značný význam zejména v následujícím:

1. Jde o první senzor, který měří v decipolech a je dlouhodobě stabilní, má nezávislé nastavování teploty a vlhkosti a byl dlouhodobě testován a úspěšně validován mezinárodně uznávanými institucemi.
2. Kvalita vzduchu je vizualizovaná 7 LED diodami, rovněž tak dávka čerstvého vzduchu.
3. Teplota a kvalita vzduchu se jednoduše nastavují – uživatelsky příjemně.
4. AirQ je vyroben jako periferie pro volně programovatelné systémy DDC.
5. Je použita technologie se dvěma Bus-systémy, z nichž jeden řídí samostatně chladicí a topné ventily a regulátor průtoku celého prostoru a druhý zásobuje nadřazenou komunikační jednotku informacemi.

Použité zdroje:

[1] AL-KO Therm GmbH, AirQualitizeur – Presentation 2007 (Martin Törpe, Stefan Ginsterblum, Christof Kotwinski)
[2] Martin Törpe: Systemtechnik Vorträge , AL-KO Therm GmbH. ■

Informace o problematice měření povrchových teplot stavebních konstrukcí

V příloze časopisu VVI 4/2008 vychází podrobný rozbor problematiky systematických chyb a standardních nejistot v případě měření povrchových teplot materiálů a konstrukcí. Tuto problematiku zpracoval Ing. Martin Zálešák, CSc. z Ústavu automatizace a řídicí techniky Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Ve své podrobné a rozsáhlé práci se zabývá systematickými chybami komplexu čidla s vodiči a sledovaného povrchu stavebních prvků. Hlavní příčiny systematických chyb měření povrchové teploty jsou důsledkem kontaktu čidla a sledovaného povrchu, což způsobuje následující problémy:

- nedokonalý styk čidla s povrchem, na němž je chyba měřena
- přívod, popř. odvod tepla z čidla na měřený povrch
- změny přenosu tepla na povrchu s čidlem a bez čidla
- vlastní zdroj tepla u čidla.

Práce je členěna na kapitoly:

- čidla pro měření teploty,
- teoretický rozbor měření povrchových teplot,
- dynamické vlastnosti teplotních čidel.

Autor hodnotí měření teploty z hlediska odchylek, které vznikají v důsledku vzájemného působení čidla, okolního prostředí a sledovaného povrchu konstrukcí. Na základě těchto rozborů a hodnocení dochází k závěru, že je možno převést měřené hodnoty z kategorie nejistoty měření do kategorie systematických chyb, u kterých může být jejich velikost stanovena. Dalším významným přínosem práce je hodnocení dynamických vlastností čidel z hlediska měření při nestacionárních teplotních podmínkách.

Originálně je zpracován vliv vodičů čidel na systematickou chybu měření. V důsledku vlastního zdroje tepla čidla a vodičů čidla vzniká při měření systematická chyba, kterou je možno uvedeným výpočtem ohodnotit a při posuzování výsledků měření částečně omezit. Jde o nejistotu typu B. Omezující zjednodušení, ze kterých vycházejí výpočty, jsou:

- Součinitel přestupu tepla mezi povrchem vodiče a okolím je konstantní, i když je jeho hodnota závislá na různé délce vodiče.
- Teplotní gradient mezní vrstvy závisí na pravé hodnotě teploty povrchu polomasivu, která je však před zahájením výpočtu známa pouze z měření teploty čidla. Přes tato uvedená zjednodušení jde o další přiblížení skutečnosti, které je pro potřebu průmyslové praxe přínosem.

Autor touto prací shrnul známé skutečnosti z hodnocení systematických chyb při měření tepla povrchu stavebních konstrukcí, tyto skutečnosti utřídil, včetně matematického popisu a doplnil o některé další originální práce. Čtenářům, kteří pracují v dané problematice, jistě tato obsáhlá a kvalitní práce uvedená v příloze časopisu pomůže k vyšší kvalitě výsledků jejich práce.

Ing. Zdeněk Lerl