

Ing. Zuzana MATHAUSEROVÁ,
Státní zdravotní ústav Praha

Klimatizovat kabiny řidičů městské i dálkové dopravy?

Reasons for Air-Conditioning of Driver's Cab in Public Transport as well as in Long Haulage

Recenzentka
MUDr. Ariana Lajčíková, CSc.

Autorka upozorňuje na nevhodné mikroklimatické podmínky na místě řidiče hromadné autobusové dopravy. V letním období jsou zde překračovány nejen optimální, ale i dlouhodobě únosné teploty. Z výsledků vyplývá, že tepelná pohoda na místě řidiče je dosažitelná jen nucenou úpravou vzduchu.

Klíčová slova: autobus, kabina řidiče, klimatizace

The author draws attention to unsuitable microclimatic conditions at driver's cab in public mass transport. In summer, the temperatures exceed not only the optimal value but also the sustainable level for a longer exposure. The results show, that thermal comfort at the place of the driver can be reached only using air conditioning.

Key words: bus, driver's cab, air conditioning

ÚVOD

Snad každé léto řeší pracovníci orgánů ochrany veřejného zdraví (hygienici) i odboráři stížnosti na neúnosné mikroklimatické podmínky na pracovištích řidičů ve všech dopravních prostředcích, kde není chlazení vzduchu. Kabiny řidičů, ať již zcela uzavřené – oddělené od prostoru pro cestující, nebo polootevřené, jsou malé části prostoru s prostředím velmi ovlivněným sluneční radiací a nedostatečným nebo naopak nadměrným prouděním vzduchu. Tlak odborů i samotných řidičů směřuje k instalaci „klimatizace“ do kabin řidičů u stávajících dopravních prostředků a při nových nákupech se doporučuje zajímat se jen vozidla klimatizovaná (alespoň v části řidiče, cestující se, pokud se nejedná o dálkovou jízdu, se zvýšenou teplotu vyrovnávají snadněji). Podíváme-li se třeba na situaci v MHD v Praze, dozvíme se, že „Klimatizaci si řidiči MHD mohou pustit pouze v nových tramvajích z plzeňské Škody a v opravených kloubových tramvajích. Jsou jich asi tři procenta z celkového počtu. Lepší je situace u autobusů. Klimatizací jsou podle informací Dopravního podniku hlavního města Prahy vybaveny kabiny zhruba třetiny vozů“.

POŽADAVKY NA MIKROKLIMATICKÉ PODMÍNKY

Kabiny řidičů jsou pracovištěm, proto by zde měly platit požadavky nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Podle vykonávané činnosti (energetického výdeje) jsou řidiči zařazeni do třídy práce IIa, pro kterou jsou stanoveny požadavky uvedené v tab.1.

Operativní teplota se při dodržení uvedených rychlostí proudění vzduchu číselně neliší od výsledné teploty kulového teploměru t_g (°C), tj. přímo měřitelné teplotní veličiny.

Neměla by tedy být překročena výsledná teplota 27 °C. Je-li však kabina řidiče přímo osluněná po větší část jízdy i při stání a jako druhotná otopná

Tab.1 Celoročně a celosměnově přípustné mikroklimatické podmínky pro řidiče vozidel – podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Třída práce	Energetický výdej M [W.m ⁻²]	Operativní teplota t_o [°C]			Rychlost proudění vzduchu v_a [m.s ⁻¹]	Relativní vlhkost rh [%]
		$t_{o \text{ min}}$	$t_{o \text{ opt}}$	$t_{o \text{ max}}$		
IIa	81 až 105	18	20±2	27	0,1 až 0,2	30 až 70

plocha se na zvyšování teploty vzduchu podílí i rozpálená přístrojová deska a ostatní povrchy v kabině, není možné tento teplotní limit bez přívodu chlazeného vzduchu dodržet. Není možné dodržet ani limit pro tzv. dlouhodobě únosnou dobu práce při dané teplotě, která je pro činnost řidiče cca 34 °C. Teploty 27 až 34 °C by rozhodně neměly ohrozit zdraví řidiče, ale je to již oblast teplotního diskomfortu, který se může podílet na nárůstu únavy, nesoustředěnosti a chybovosti řidiče. O zcela negativním vlivu ještě vyšších teplot na okamžitý stav i zdraví řidiče není třeba diskutovat. Ale to dosud hovoříme jen o teplotách. Další veličinou, která pocit tepelného komfortu značně ovlivňuje je rychlost proudění vzduchu. S tím souvisí individuální vnímání teplot jednotlivými řidiči. Někteří dokáží celý den řídit v uzavřené kabině s vysokými teplotami vzduchu, jiní mají celou směnu dokořán okno a proudícím vzduchem si odpařováním potu trvale prochladují levou část těla (samozřejmě s následnými zdravotními problémy).

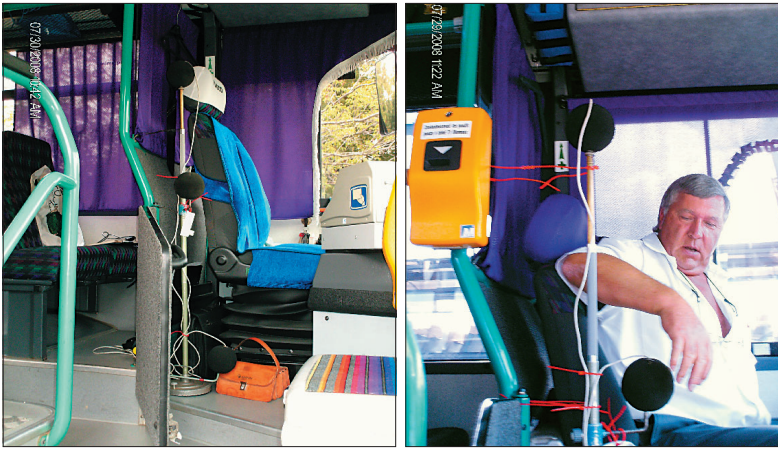
A na tento problém s nadměrným prouděním vzduchu jsme narazili i u těch několika klimatizovaných kabin řidičů autobusů, kde jsme letní mikroklima měřili. Jde o špatnou distribuci přiváděného chladného vzduchu, který přímo ofukuje zpocenou některou část těla řidiče. Při vysokých teplotách by ale mělo být proudění vždy vzduchu citelné, slouží nejenom k ochlazení řidiče, ale proudící vzduch svým pulsním charakterem řidiče „probouzí“.

NAMĚŘENÉ HODNOTY MIKROKLIMATICKÝCH PODMÍNEK

V návaznosti na měření parametrů pracovního prostředí řidičů MHD v roce 2001 a 2002 jsme se v tomto roce věnovali řidičům autobusů meziměstské dopravy – autobusy Karosa IVECO bez klimatizace. Postupovali jsme podle stejné metodiky, tj. v souladu s nařízením vlády č. 361/2007 Sb. a Metodickým opatřením HH č.12/04 „Měření mikroklimatických parametrů pracovního prostředí a vnitřního prostředí staveb“, jsme sledovali a v intervalech cca 20 min odečítali hodnoty mikroklimatických parametrů:

- výsledné teploty kulového teploměru t_g (°C),
- teploty vzduchu t_a (°C),
- relativní vlhkosti vzduchu rh (%),
- rychlosti proudění vzduchu v_a (m.s⁻¹).

Výsledné teploty a rychlosti proudění vzduchu byly měřeny ve výšce hlavy, břicha a kotníků sedícího řidiče (vpravo vedle řidiče) a v dalším místě měření nad přístrojovou deskou před řidičem – obr. 1 a 2



Obr. 1a, b Umístění kulových teploměrů co nejbliže řidiči



Obr. 2 Umístění kulového teploměru na přístrojové desce

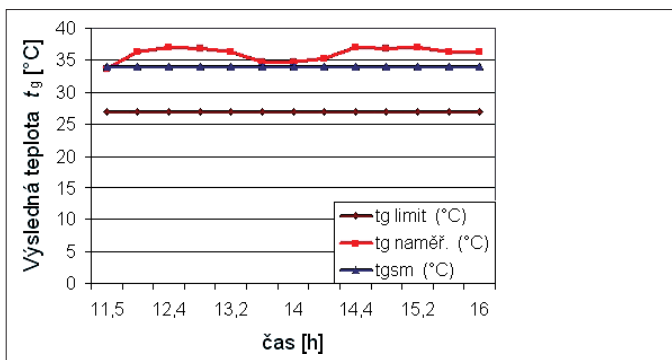
Vzhledem k rychlostem proudění vyšším než $0,2 \text{ m.s}^{-1}$ byly naměřené výsledné teploty na místě řidiče přepočítány na operativní teploty, na místech nad přístrojovou deskou odpovídají výsledné teploty přímo hodnotám operativních teplot.

Jako příklad viz na obr. 3 a 4 naměřené hodnoty operativních teplot na dvou meziměstských linkách. Maximální venkovní teploty byly po oba dny $27,8$ a $27,6 \text{ }^\circ\text{C}$ při jasné obloze a převažujícím slunečním svitu (konec července 2008).

Průměrné celosměnové hodnoty mikroklimatických podmínek na místě řidiče a cca 10 cm nad přístrojovou deskou jsou uvedeny v tab. 2.

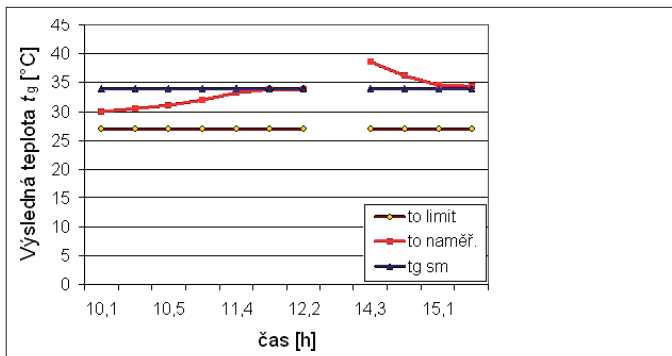
Tab. 2 Průměrné hodnoty naměřených mikroklimatických veličin – kabiny řidičů autobusů

Linka	Prostředí v kabině řidiče					10 cm nad přístrojovou deskou	
	Výsledná teplota t_g [$^\circ\text{C}$]	Operativní teplota t_o [$^\circ\text{C}$]	Teplota vzduchu t_a [$^\circ\text{C}$]	Rychlost proudění vzduchu v_a [m.s^{-1}]	Relativní vlhkost vzduchu rh [%]	Výsledná teplota t_g [$^\circ\text{C}$]	Rychlost proudění vzduchu v_a [m.s^{-1}]
1	35,8	35,7	34,6	0,21	28	43,8	0,18
2	33,5	33,4	32,8	0,28	32	36,0	0,19



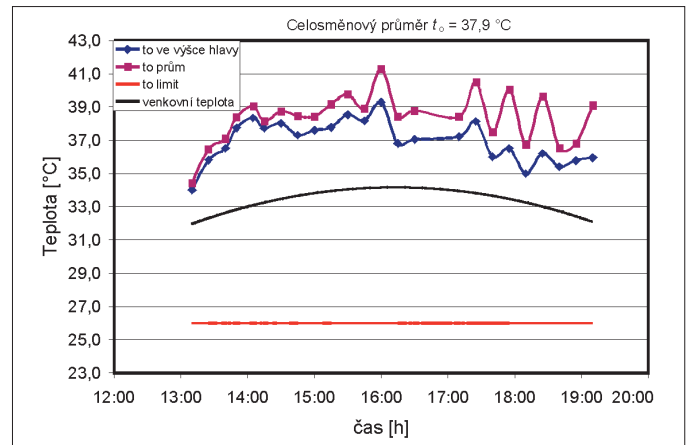
Obr. 3 Linka 1

Porovnání naměřených výsledných teplot (červená křivka) s přípustným teplotním limitem pro řidiče autobusů (hnědá křivka) a limitem pro dlouhodobě únosnou dobu práce (modrá křivka) – Max. venkovní teplota $27,8 \text{ }^\circ\text{C}$.



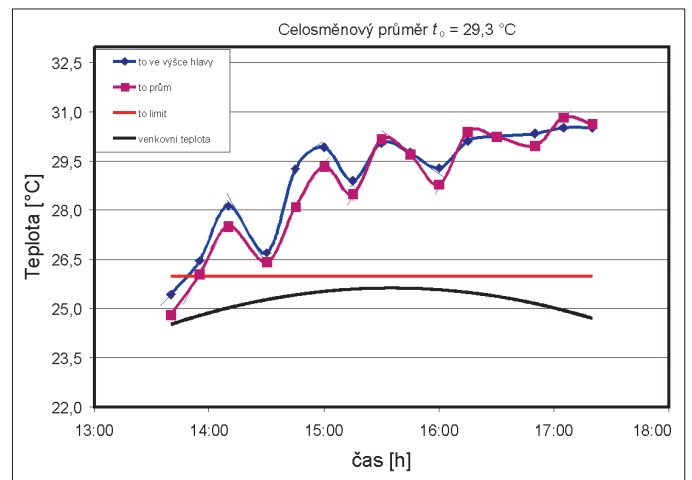
Obr. 4 Linka 2

Porovnání naměřených výsledných teplot (červená křivka) s přípustným teplotním limitem pro řidiče autobusů (hnědá křivka) a limitem pro dlouhodobě únosnou dobu práce (modrá křivka) – Max. venkovní teplota $27,6 \text{ }^\circ\text{C}$.



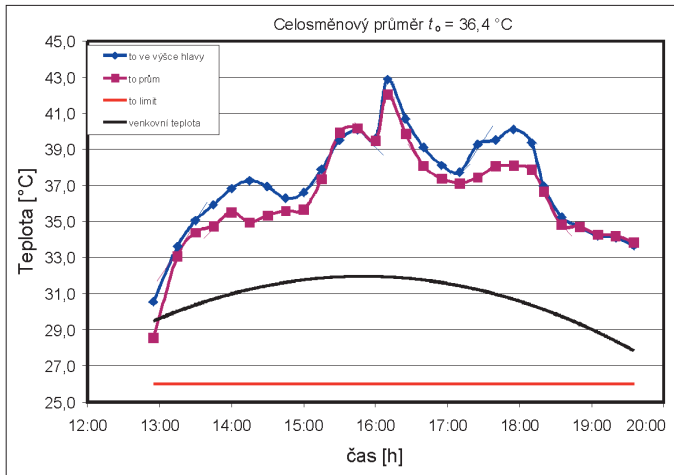
Obr. 5 Řidič č. 12, autobus Karosa 700 LPG

Porovnání naměřených operativních teplot průměrných (červená křivka) a ve výšce hlavy (modrá křivka) s přípustným teplotním limitem pro řidiče autobusů (červená přímká)



Obr. 6 Řidič č. 17, trolejbus TR14

Porovnání naměřených operativních teplot průměrných (červená křivka) a ve výšce hlavy (modrá křivka) s přípustným teplotním limitem pro řidiče trolejbusů (červená přímká).



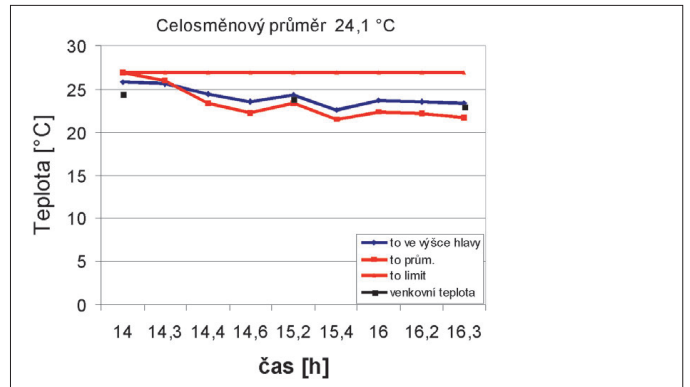
Obr. 7 řidiče č. 22, tramvaj T6

Porovnání naměřených operativních teplot průměrných (červená křivka) a ve výšce hlavy (modrá křivka) s přípustným teplotním limitem pro řidiče trolejbusů (červená přímková).

Příklady průběhů teplot na linkách MHD, kde kabiny řidičů nebyly chlazeny, viz obr. 5 až 7, podmínky v klimatizovaní kabině autobusu viz obr. 8.

ZÁVĚR

Ze všech průběhů naměřených teplot vyplývá, že jsou v letním období roku překračovány nejen podmínky tepelného komfortu na pracovištích ři-



Obr. 8 Řidič č. 2, klimatizovaný autobus Karosa B 900

Porovnání naměřených operativních teplot průměrných (červená křivka) a ve výšce hlavy (modrá křivka) s přípustným teplotním limitem pro řidiče autobusů (červená přímková).

dičů městské nebo dálkové dopravy, ale jsou překračovány i dlouhodobě únosné doby práce při zjištěných teplotách. To se může negativně projevit na zdravotním stavu řidičů i na bezpečnosti cestujících. Z průběhu teplot na grafu 6 jasně vyplývá, že při vhodně zvoleném a správně provozovaném klimatizačním zařízení a při vyřešení distribuce vzduchu (a hluku) v kabině řidiče je možné i na malém, nezastíněném pracovišti exponovanému sálavému teplu vytvořit odpovídající kvalitu vnitřního prostředí na pracovišti řidičů. Proto je odpověď na počáteční otázku jasná – ano, optimální (nebo aspoň přípustné) prostředí v kabinách řidičů je třeba řešit nu- cenou úpravou vzduchu. ■

*** Nanostříbrem proti biofilmům**

Německý výrobce vodovodních a kanalizačních trub a armatur ze šedé a tvárné litiny, oceli i plastů a známá smaltovna Düker nasazením nanostříbra úspěšně vyřešila problém kontaminace vody mikroorganismy z biofilmů, nebezpečných zejména u vodovodních rozvodů nemocnic.

Za vhodných podmínek vznikají na vnitřním povrchu potrubí a armatur, především v místech bez pohybu, tzv. extracelulární slizové substance, kde dochází ke vzniku biofilmů, v nichž se usazují a rozmnožují nejrůznější škodlivé mikroorganismy, zde úspěšně odolávající účinku chlorace. Časem se odtud uvolňují a ohrožují především osoby se sníženou imunitou.

Ukázalo se, že výrazný účinek na omezení tvorby biofilmů má nanokrystalické stříbro o velikosti částic řádu 10 až 100 nm (1 nm = 10⁻⁹ m), v prvním kroku zabudované do smaltů a do elastomerů, používaných jako těsnění. Jako další krok byl zkontrolován obsah nanostříbra moderní analytickou technikou jako jsou RFA, AES, XPS, REM a další, podobně jako stanovení jeho biocidního účinku. Samotný účinek nanostříbra není nic nového, podobně jako modifikace plastů a elastomerů, přínosem firmy Düker je však modifikace smaltu, pokud nejde jen o úpravu jeho povrchu. Nanostříbro vyrobil Fraunhofer-Institut f. Angewandte Materialforschung (IFAM), Bremen; na úpravě smaltu pro tenkostěnné litinové trubky a roury se podílel Fraunhofer-Institut f. Silicatforschung (ISC), Würzburg.

Dodejme, že biocidní účinky stříbra již znali staří Římané a před 100 lety bylo známo, že stříbrná mince, v nádobě s mlékem dokáže zabránit jeho zkysání. Tablety přípravku MicroPUR Forte MC1T švýcarské firmy Katadyn, na bázi účinku iontů stříbra a chloru, dokáží vyčistit vodu a udržet ji nezávadnou až 6 měsíců. Prodávají se i v ČR.

Pramen: Tisková informace Eisenwerke Fried. Wilh. Düker GmbH & Co., Laufach, 2008

(AB)

*** Elektrofiltrace vzduchu se třemi inovacemi**

Nejnovější elektrofiltry MultiTronic Premium německé firmy GEA Delbag Lufttechnik odstraňují z průmyslových atmosfér částice aerosolů PM₁₀ do průměru 0,01 µm s účinností nejméně 99,9 %. Nový filtrační systém je optimalizován především pro oddělování jemných aerosolů chladících kapalin a olejových emulzí, kouře, dýmu a prachu vznikajících při obrábění, svařování a povrchové úpravě kovů.

Zařízení má kompaktní čtyřdílnou modulovou konstrukci různých výkonů od 1500 do 8500 m³h⁻¹ vzduchu, jejíž jednotky – předfiltr, elektrofiltr, univerzální filtr a ventilátor lze podle potřeby volně kombinovat. Nový elektrofiltr má patentovanou geometrii s řízeným vířením vzduchu, vytváří hvězdicovité elektrické pole a má nejméně o 25 % vyšší účinnost oddělování částic, což umožňuje mnohdy upustit od druhého stupně. Účinnost zvyšuje nové a rovněž patentované ovládní MultiTronic Premium, zaměřené zejména na vysokonapěťovou část. Celý systém má diagnostiku poruch, automatické řízení ventilátoru podle průtoku, možnost provozu na 2 proudy a automatické měření rozdílů tlaku.

K vyšší účinnosti přispívá i separace částic na inovovaných izolátorech Lotus-Isolator z nanotechnologicky vyrobené keramiky KER 221, využívajících tzv. „lotosového efektu“ se samočisticí funkcí povrchu hustě strukturovaného kuželovými nopky, na němž se částice oleje, vody a prachu neudrží a odpadají. Povrch filtru je tak dlouhodobě čistý, což příznivě ovlivňuje výkon, prodlužuje intervaly údržby a zlevňuje provoz.

Všechny komponenty zařízení jsou vyrobeny v olejo- a vzduchotěsném provedení s povrchovou úpravou skříň práškové stříkanými laky nebo plasty. Zařízení může pracovat v režimu recyklace vzduchu zbaveného zdraví nebezpečných aerosolů v halách nebo s jeho vypouštěním do okolí.

Pramen: Tisková informace GEA Delbag Lufttechnik GmbH, Herne, pro veletrh METAV 2008, Düsseldorf.

(AB)