

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2011

Zbyněk Vít

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

**Mikroklimatické podmínky v kabinách
strojvedoucích železniční dopravy, řidičů
MHD
a dálkové dopravy**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce:
Ing. Zuzana Mathauserová

Odevzdal:
.....

Vypracoval:
Zbyněk Vít

Abstrakt

Ve své práci jsem se snažil shromáždit teoretické poznatky o problematice mikroklimatických podmínek na pracovišti a jejich vlivu na zdraví a výkonnost pracovníka, se zaměřením na speciální pracoviště - kabiny strojvedoucích železniční dopravy, řidičů MHD a dálkové dopravy.

Vycházel jsem z právně závazných předpisů – zdravotního zákona, zákoníku práce, nařízení vlády a prováděcích vyhlášek i z doporučení ČSN – pro oblast železniční dopravy pak norem železničních s označením TNŽ.

V teoretické části jsem popsal jednotlivé požadavky a limity faktorů ovlivňujících kvalitu vnitřního prostředí na pracovišti – především sledovaných mikroklimatických podmínek, ale stručně i dalších faktorů vnitřního prostředí jako je hluk, vibrace, prašnost, osvětlení, ergonomie pracovního místa apod.

Po části teoretické jsem se věnoval části praktické, kde jsem vycházel z měření, kterých jsem se osobně zúčastnil a vlastní měření jsem doplnil o výsledky měření z dalších Protokolů o měření zpracovaných ve Státním zdravotním ústavu Praha. Praktické zkušenosti z měření byly pro mou práci hlavní, protože bez nich bych nedokázal objektivně zhodnotit dané téma a problematiku. Na jednotlivých měřeních bylo velmi zajímavé to, jak technická zařízení pracovala a jak byla nastavena, aby zajistila optimální mikroklimatické podmínky na pracovišti. Nejrozsáhlejší výsledky měření jsou ze zkoušek na elektrických vlakových jednotkách známých nyní v našem systému železniční dopravy jako „Pendolino“.

Zatím co na pracovištích strojvedoucích byly většinou splněny stanovené celoroční limity faktorů vnitřního prostředí, na pracovištích řidičů MHD i dálkové dopravy se letní venkovní podmínky projevovaly velkým zhoršením mikroklimatických podmínek - velkou tepelnou zátěží řidičů, která se bez finančně náročných technických opatření nedá odstranit (měřilo se většinou v neklimatizovaných vozidlech).

Klíčová slova:

Mikroklimatické podmínky; teplota, vlhkost a rychlost proudění vzduchu; tepelná zátěž, kabina strojvedoucího; větrání; vytápění

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně na základě použité literatury uvedené na konci této práce.

Souhlasím, aby práce byla uložena v knihovně Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Českých Budějovicích dne

.....

Zbyněk Vít

.....

Poděkování:

Na tomto místě bych rád vyjádřil poděkování paní Ing. Zuzaně Mathauserové, vedoucí mé bakalářské práce, za odborné rady, cenné připomínky a čas, který mi věnovala při jejím zpracování.

Obsah

	Úvod	9
1	<i>Současný stav</i>	10
1.1	Pracovní prostředí	10
1.1.1	Mikroklimatické podmínky na pracovišti	14
1.1.2	Základní kritéria pro vyhodnocení mikroklimatických parametrů	14
1.1.3	Právně závazné požadavky na parametry vnitřního prostředí pracovišť	15
1.1.4	Místa měření	17
1.1.5	Metody měření	17
1.2	Mikroklimatické veličiny a charakteristika měřicích přístrojů ...	18
1.3	Doporučení drážních předpisů na konstrukci a parametry prostředí kabiny strojvedoucího...	21
1.3.1	Všeobecné požadavky.....	21
1.3.2	Technické požadavky.....	23
1.3.3	Pracovní prostředí v kabině.....	24
2	<i>Cíl práce a hypotézy</i>	28
2.1	Cíl práce	28
2.2	Hypotézy	28
3	<i>Metodika</i>	29
	Použité metody	
3.2	Charakteristika výzkumného souboru	29
4	<i>Výsledky</i>	30
4.1	Elektrická vlaková jednotka 680 – letní mikroklima – stání.....	30
4.2	Elektrická vlaková jednotka 680 – letní mikroklima – za běžných jízdních podmínek.....	33
4.3	Elektrická vlaková jednotka 680 – zimní mikroklima.....	34
4.4	Lokomotiva 703.801.1.....	37
4.4.1	Měření mikroklimatických podmínek	38
4.4.2	Měření základních rozměrů pracovního místa	40
4.4.3	Měření prašnosti	41

4.4.4	Měření umělého osvětlení a denních a nočních jasových poměrů	43
4.5	Měření letních mikroklimatických podmínek v kabinách řidičů MHD	44
4.6	Měření letních mikroklimatických podmínek v kabinách řidičů meziměstské dopravy	48
5	<i>Diskuze</i>	51
6	<i>Závěr</i>	53
7	<i>Seznam použitých zdrojů</i>	54
8	<i>Klíčová slova</i>	55
9	<i>Přílohy</i>	56

Úvod

Kvalitní pracovní podmínky jsou nezbytným předpokladem pro bezchybný pracovní výkon, ovlivňují míru soustředění a dobu nástupu únavy – což je zvláště důležité na pracovištích strojvedoucích, řidičů MHD i dálkové dopravy, pracovníků velínů, dozoren apod.

Toto téma jsem si vybral proto, že mně velice zaujalo, když jsem se k němu dostal jako asistent při měření mikroklimatických podmínek na Státním zdravotním ústavu v Praze. Již první zkušenosti s ověřováním jednotlivých parametrů vnitřního prostředí na pracovišti strojvedoucího elektrické vlakové jednotky na zkušebním železničním okruhu ve mně vyvolala něco více než jen standardní pracovní zážitek. Mimo jiné mě velice zaujaly rozdíly mezi naměřenými hodnotami při stání a jízdě.

Zajímavé pro mě bylo to, že ne vždy mikroklimatické podmínky odpovídaly platným předpisům a že výrobce neměl dostatečně zajištěná technická opatření na úpravu mikroklimatických podmínek – především v autobusech, trolejbusech a tramvajích MHD. Nebylo výjimkou, že se na jednom pracovišti měření opakovalo několikrát, vždy po přidání nových technických prostředků dodatečně nainstalovaných výrobcem, které ovlivnily tepelnou pohodu na pracovišti.

1. Současný stav

1.1 Pracovní prostředí

Kvalita prostředí je charakterizována řadou fyzikálních, chemických a biologických činitelů:

a) **Mikroklimatické podmínky**, označované také jako tepelně vlhkostní podmínky, jsou popsány teplotou, vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu. Uvádějí se zejména s ohledem na potřebu hodnocení zátěže teplem a chladem, kdy nadměrný chlad nebo teplo jsou rizikové faktory pracovního prostředí a je třeba je všemi dostupnými způsoby omezovat. Uvedené veličiny jsou navzájem závislé, změna jedné z nich má za následek i změnu dalších dvou.

Působení mikroklimatu na člověka

V organismu je nutné udržovat teplotu jádra v úzkém tepelném rozmezí – s tím souvisí nepříznivé účinky působení tepla či chladu na organismus. Buňka je poškozována při teplotě menší než $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vyšší než $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplotu nad $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ snáší jen poměrně krátkou dobu. Pokud při teplotě, jíž je organismus člověka vystaven, selžou termoregulační mechanismy organismu, dochází k jeho poškození, které může být dočasné i trvalé.

Uvedené mikroklimatické veličiny (teplota, relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu) vymezují subjektivní pocit pohody či nepohody, v extrémních případech je lze posuzovat jako škodliviny s negativním vlivem na zdraví člověka – hrozí jeho přehřátí nebo podchlazení. Rozhodující pro tepelný stav člověka je jeho tepelná bilance, tj. vztah mezi množstvím tepla jím produkovaného a množstvím tepla odváděného z organismu do okolního prostředí.

Tepelné podmínky mají mnohem větší vliv na subjektivní pocit pohody člověka, míru odpočinku i skutečnou produktivitu práce než chemické škodliviny či obtěžující hluk. Vlhkost je sice člověkem mnohem méně pocíťována než teplota, ale i tak se může

na nepříznivém zdravotním stavu jedince podílet. Tepelná pohoda může být značně ovlivněna rychlostí proudění vzduchu [4; s. 147]

b) **Prašnost** - pojmem prach se obvykle rozumí veškeré tuhé aerosoly, tj. prašnost, která představuje znečištění ovzduší hmotnými částicemi. Hmotné částice se dělí podle skupenství částic na tuhé a kapalné. Aerosol je charakterizován svou koncentrací, velikostí částic a fyzikálními, chemickými, popř. biologickými vlastnostmi částic. Podle mechanismu vzniku a velikosti částic se za tuhý aerosol považuje prach vznikající drcením pevných hmot (hrubý prach o velikosti částic nad 20 – 30 μm , který již rychle sedimentuje, nebývá za aerosol považován), kouř (vzniká spalováním organických látek) a dým (vzniká oxidací anorganických látek). Mlha je kapalný aerosol vzniklý kondenzací vodní páry. Frakce prachu se označují jako vdechovatelná (10 až 100 μm), thorakální (do 30 μm) a respirabilní (menší než 10 μm), [4; s. 57]

c) **Hluk** je jakýkoli nepříjemný, rušivý nebo pro člověka škodlivý zvuk. Zvuk představuje z fyzikálního hlediska mechanické vlnění pružného prostředí ve frekvenčním rozsahu normálního lidského sluchu od 20 Hz do 20 kHz, šíří se od zdroje prostřednictvím zvukových vln, jimiž se přenáší akustická energie. Zvuk o frekvenci nižší než 20 Hz je infrazvuk, nad 20 kHz pak ultrazvuk (hluk o frekvenci 8 – 20 kHz je hluk vysokofrekvenční). Při posuzování hluku jde nejčastěji o hluk šířící se vzduchem; zvukové vlny se však od zdroje mohou také šířit stavební nebo strojní konstrukcí a následně mohou být vyzářeny do pracovního prostoru. Subjektivně se rozeznává hlasitost, výška a barva zvuku, podle časového průběhu se rozlišuje hluk impulsní nebo neimpulsní; ten pak dále na ustálený, proměnný či přerušovaný. Ustálený hluk je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě nemění v závislosti na čase o více než 5 dB. Proměnný hluk je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě mění v závislosti na čase o více než 5 dB. Impulsní hluk je hluk tvořený jedním impulsem nebo sledem zvukových impulsů; doba trvání každého impulsu je kratší než 0,2 s. Vysoce impulsní hluk je tvořen impulsy ve venkovním prostoru, jejichž zdrojem je

střelba, trhací, důlní a demoliční práce s pomocí výbušnin a nárazy při posunování vagónů, [4; s. 125-126]

d) **Vibrace** - vibracemi rozumíme mechanické kmitání a chvění pevných těles. Vibrace představují pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body kmitají kolem své rovnovážné polohy. Velikost vibrací se vyjadřuje výchylkou, rychlostí nebo zrychlením, z praktických důvodů se nejčastěji měří a hodnotí velikost zrychlení vibrací.

Podle časového průběhu se vibrace dělí na:

- deterministické (okamžitou hodnotu v daném čase lze přesně určit podle jejího dosavadního průběhu),
- náhodné (mění se nepředvídatelným způsobem).

Zvláštní skupinu kmitání tvoří mechanické rázy a otřesy. Ráz je náhlá změna určující veličiny vibrací, která v soustavě vybudí přechodové vzruchy. Otřes je jednorázový děj, při kterém se změní poloha mechanické soustavy v krátkém čase (je charakterizován náhlou změnou určující veličiny).

Důležitý je způsob a místo přenosu vibrací na člověka. Rozeznávají se:

- celkové vibrace (přenášejí se na sedící nebo stojící osobu z vibrujícího sedadla, plošiny nebo podlahy a způsobují intenzivní vibrace celého organismu);
- celkové vertikální vibrace o frekvenci nižší než 0,5 Hz (vyvolávají tzv. nemoci z pohybu neboli kinetózy);
- vibrace přenášené na ruce (případně nohy) při práci s vibrujícími nástroji (např. vibrace přenášené z rukojeti ručního mechanizovaného nářadí, vibrace přenášené z řídítek nebo volantu);
- vibrace přenášené zvláštním způsobem, zejména vibrace, které způsobují intenzivní kmitání horní části páteře i hlavy (například působení vibrací přenosných motorových křovinořezů, zádových postřikovačů aj.).

V případě expozice vibracím se vždy jedná o systémové účinky postihující celý organismus. Expozice intenzivním vibracím je spojena s nepříjemným subjektivním vjemem nepohody s celkovou únavou organismu mající za následek snížení pozornosti,

zpomalené a zhoršené vnímání, pokles motivace a snížení pracovní výkonnosti. Mohou být postiženy cévy, nervy, kosti, klouby, šlachy a svaly horních končetin. Vznikají bolesti svalů, mravenčení a brnění v prstech, zhoršení citlivosti v prstech, zhoršení obratnosti v prstech, záchvaty bílých nebo modrých prstů v chladu s pocitem zalézání za nehty, bolest v postižených kloubech (zpočátku po námaze, později i v klidu). Dlouhodobá expozice celkovým vibracím a rázům ve spojení s vynucenou pracovní polohou se může projevit poškozením páteře, [4; s. 134-135]

e) **Osvětlení** – je charakterizováno intenzitou osvětlení (lx), tj. velikostí světelného toku dopadajícího na určitou plochu a také rovnoměrností osvětlení v celém prostoru. Nedostatek světla není definován jako rizikový faktor, práce se zobrazovacími jednotkami při nedostatečném osvětlení již ale ano. Rozhodující jsou zde i jasové poměry a případné oslnění. Dostatek světla je důležitý pro psychickou i fyzickou pohodu člověka a může ovlivnit i jeho zdravotní stav (při porušení biorytmů).

f) **Neionizující elektromagnetická pole a záření** - elektrické pole vzniká v okolí elektricky nabitých částic, magnetické pole zpravidla vzniká pohybem těchto elektricky nabitých částic. Základním sledovaným hygienickým parametrem je intenzita obou polí a limity jsou uvedeny v platném předpisu.

g) **Chemické látky, pachy a oděry** - chemické látky a přípravky vykazují jednu nebo více nebezpečných vlastností pro zdraví člověka a pro tyto vlastnosti jsou klasifikovány jako výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce toxické, toxické, zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilizující, karcinogenní, mutagenní nebo toxické pro reprodukci. Zvláštní skupinu tvoří látky nebezpečné pro životní prostředí, které po proniknutí do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo opožděné nebezpečí. Protože mohou přímo poškozovat lidské zdraví, jsou stanoveny maximálně přípustné koncentrace jednotlivých látek, které nesmí být v průběhu pracovní směny překročeny [4; s. 78-79]

1.1.1 Mikroklimatické podmínky na pracovišti

Podle řady studií o vlivu prostředí na člověka se ukazuje, že nejvíce jsou vnímány tepelně vlhkostní složky prostředí – tedy mikroklimatické podmínky – viz obr. 1.

1.1.2 Základní kritéria pro vyhodnocení mikroklimatických parametrů vnitřního prostředí staveb a uzavřených pracovišť:

Teplota vzduchu	t_a (°C)
Operativní teplota vzduchu	t_o (°C)
Výsledná teplota kulového teploměru	t_g (°C)
Relativní vlhkost vzduchu	rh (%)
Rychlost proudění vzduchu	v_a (m.s ⁻¹)

Vysvětlení pojmů

Teplota vzduchu t_a (°C) také nazývaná suchá teplota, je teplota v okolí lidského těla, měřená jakýmkoli teplotním čidlem neovlivněným sáláním okolních ploch.

Operativní teplota vzduchu t_o (°C) je jednotná teplota uzavřeného prostoru, uvnitř které by člověk sdílel sáláním a prouděním stejně tepla jako v prostředí skutečném. Stanoví se výpočtem.

Výsledná teplota kulového teploměru t_g (°C) je teplota v okolí lidského těla měřená kulovým teploměrem, která zahrnuje vliv současného působení teploty vzduchu, teploty okolních ploch a rychlosti proudění vzduchu.

Relativní vlhkost vzduchu rh (%) vyjadřuje stupeň nasycení vzduchu vodními parami, definovaný poměrem hustoty vodní páry ve vzduchu a ve vlhkém vzduchu nasyceném vodní párou při stejné teplotě a tlaku.

Rychlost proudění vzduchu v_a (m.s⁻¹) je veličina charakterizující pohyb vzduchu v prostoru, je určena svojí velikostí a směrem proudění. Protože rychlost proudění vzduchu v prostoru značně kolísá, je nutné její změny vyjadřovat střední hodnotou za časovou jednotku.

1.1.3 Právně závazné požadavky na parametry vnitřního prostředí pracovišť

Železniční normy TNŽ, pokud nejsou zezávněny nějakým předpisem, lze používat jako doporučení, právně závazné požadavky na pracovní prostředí (tedy i pracoviště strojvedoucího v uzavřené kabině) jsou dány prováděcím předpisem k zákoníku práce – zákonu č. 262/2006 Sb. v platném znění s odvoláním na zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví – v platném znění. Tím prováděcím předpisem je nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády (dále NV) č. 68/2010 Sb.

Požadavky na mikroklimatické podmínky na pracovišti jsou stanoveny pro vykonávanou činnost na pracovišti, resp. podle energetického výdeje pracovníka. V NV je uveden příkladový seznam, který podle energetického výdeje pracovníků řadí pracovní činnosti do „tříd práce“.

Tab. 1: Třídy práce – příkladový seznam činností podle NV č. 361/2007 Sb. v platném znění

Třída práce	Druh práce	M (W.m ⁻²)
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech, práce s PC, laboratorní práce, sestavování drobných předmětů ...	≤ 80
IIa	Práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, řízení osobního vozidla a některých drážních vozidel , přesouvání lehkých břemen, kusová práce nástrojařů, práce pokladní ...	81 až 105
IIb	Práce řidičů , převažující práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou, přenášení břemen do 10 kg ...	106 až 130

[1]

Těmto třídám práce potom odpovídají požadavky na mikroklimatické podmínky na pracovišti, při odpovídajícím oblečení pracovníků uvedené v tab. 2.

Tab. 2: Požadavky na mikroklimatické podmínky – celoročně přípustné při relativní vlhkosti vzduchu 30 až 70 % podle NV č. 68/2010 Sb.

Třída práce	Energetický výdej M ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)	Operativní teplota t_o ($^{\circ}\text{C}$)		Rychlost proudění vzduchu ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
		$t_{o \text{ min}}$	$t_{o \text{ max}}$	
		nebo $t_{g \text{ min}}$	nebo $t_{g \text{ max}}$	
I	≤ 80	20	28	0,1 až 0,2
IIa	81 až 105	18	27	0,1 až 0,2
IIb	106 až 130	14	26	0,2 až 0,3

[2]

Tab. 3: Doporučované optimální mikroklimatické podmínky podle NV č. 361/2007 Sb. – při stejných rychlostech proudění vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu jako předchozí v tab. 2.

Třída práce	$t_{o \text{ opt}}$ ($^{\circ}\text{C}$) nebo $t_{g \text{ opt}}$ ($^{\circ}\text{C}$)
I	22 ± 2
IIa	20 ± 2
IIb	16 ± 2

[1]

Protože teplota je faktor prostředí vnímaný člověkem velmi individuálně, najde se vždy v prostředí člověk, který je s daným tepelným stavem prostředí nespokojený. Optimální hodnoty stanovené v našich předpisech jsou takové, které odpovídají 90 % osob spokojených s daným tepelným stavem prostředí – tedy 10 % nespokojených označovaných jako ukazatel PPD v závislosti na tepelném stavu prostředí PMV - viz obr. 1.

1.1.4 Místa měření

Volba míst měření je závislá na činnosti a pohybu osob; doporučené výšky umístění snímacích čidel jsou uvedeny pro úroveň hlavy, břicha a kotníků člověka – pro průměrnou osobu (podle ČSN EN ISO 7726 a Standardní metodiky Hlavního hygienika ČR): pro sedící osobu 1,1; 0,6; 0,1 m, pro stojící osobu 1,7; 1,1; 0,1 m.

V jiných případech (děti, jiné polohy apod.) je třeba výšky měření přizpůsobit vzrůstu a poloze člověka, příp. požadavkům dalších předpisů.

1.1.5 Metody měření

Metodika měření je jednoznačně dána v Metodickém opatření Hlavního hygienika ČR č.12 - „Měření mikroklimatických parametrů pracovního prostředí a vnitřního prostředí staveb“, Věstník MZ ČR, částka 2/2009, metodika hodnocení je v nařízení vlády č. 361/2007 Sb. v platném znění a dále uváděných železničních normách.

Jednotlivé charakteristiky měřicích přístrojů z hlediska požadovaného měřicího rozsahu, přesnosti měření, doby ustálení apod. jsou podrobně uvedeny v ČSN EN ISO 7726 Tepelné prostředí – Přístroje a metody měření fyzikálních veličin. U všech přístrojů, které odpovídají požadavkům této normy, je nutné dodržet postupy dané výrobcem.

Měření prováděná pro České dráhy jsou především pro typové zkoušky – při schvalování nových nebo repasovaných vozů ČD. Provádí se při mimořádných zkušebních jízdách na běžných tratích, ale většinou spolu s dalšími funkčními zkouškami jen na železničním zkušebním okruhu – obr. 2, který je evropskou raritou a probíhají zde zkoušky celé řady zahraničních železničních souprav.

Měření v kabinách řidičů MHD a dálkových spojů jsou nejčastěji vyvolána stížnostmi řidičů na nevhodné mikroklimatické podmínky na pracovišti a jde tedy o terénní měření za běžného provozu.

1.2 Mikroklimatické veličiny a charakteristika měřicích přístrojů

a) Teplota vzduchu

Při měření teploty lze použít jakékoli teplotní čidlo s požadovanou přesností měření $\pm 0,5$ °C. Musí být brána v úvahu jeho tepelná setrvačnost, výslednou hodnotu lze odečítat až po ustálení čidla. Je zapotřebí snížit vliv okolní radiace na teplotní čidlo, změřená hodnota by pak neodpovídala skutečné teplotě vzduchu, ale ležela by někde mezi teplotou vzduchu a střední teplotou sálání.

Pro průběžná dlouhodobější měření (24 hod, týden) se používají termografy se zápisem průběhu sledovaných teplot nebo datalogery s vyhodnocením na počítači.

b) Výsledná teplota kulového teploměru

Pro měření se používá kulový teploměr Vernon nebo Vernon-Jokl o průměru koule 150 nebo 100 mm, na povrchu koule je černěný měděný plech nebo černý polyuretan – viz obr. 3 a), b). Doba ustálení kulového teploměru je 20 - 30 minut podle fyzikálních vlastností koule a podmínek prostředí. Pro velkou tepelnou setrvačnost není tento přístroj vhodný pro měření v prostředí s rychlými teplotními změnami.

c) Operativní teplota

Jestliže je nutné stanovit operativní teplotu (pro rychlosti proudění vzduchu $\leq 0,2$ m/s je výsledná teplota kulového teploměru číselně téměř shodná s operativní teplotou, při vyšších rychlostech proudění, vysoké vlhkosti vzduchu apod. je třeba operativní teplotu počítat), vycházíme z předchozích naměřených mikroklimatických veličin, ale nejprve stanovíme tzv. střední teplotu sálání (tj. sálavou tepelnou složku prostředí) přímým měřením radiometrem nebo výpočtem podle NV č. 361/2007 Sb. z výsledné teploty kulového teploměru:

Střední teplota sálání se určí podle vztahu:

$$\bar{t}_r = [(t_g + 273)^4 + 2,9 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} (t_g - t_a)]^{1/4} - 273 \quad [1]$$

kde t_g - výsledná teplota kulového teploměru ϕ 100 mm ($^{\circ}\text{C}$)

t_a - teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)

v_a - rychlost proudění vzduchu ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

nebo

$$\bar{t}_r = [(t_g + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} (t_g - t_a)]^{1/4} - 273 \quad [2]$$

kde t_g - výsledná teplota kulového teploměru ϕ 150 mm ($^{\circ}\text{C}$)

Operativní teplota je potom daná vztahem

$$t_o = \bar{t}_r + A (t_a - \bar{t}_r) \quad [3]$$

kde t_a - teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$) – průměrná hodnota za směnu nebo zvolený časový interval

\bar{t}_r - střední teplota sálání ($^{\circ}\text{C}$) – průměrná hodnota za směnu nebo zvolený časový interval

A - koeficient, který je funkcí rychlosti proudění vzduchu podle tab. 1

Tab. 4: Závislost koeficientu A na rychlosti proudění vzduchu

v_a ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
A (-)	0,50	0,53	0,60	0,65	0,70	0,75

[1]

d) Vlhkost vzduchu

V našich podmínkách je zvykem používat jako vlhkostní kritérium relativní vlhkost vzduchu. Je vyjádřena jako poměr tlaku vodní páry ve vzduchu ku tlaku vodní páry v nasyceném vzduchu, je udávána v % nebo jako bezrozměrná veličina ve tvaru 0,xx.

Používanými přístroji jsou:

- **psychrometry**, kde se hodnota relativní vlhkosti získá z psychrometrické tabulky nebo diagramu na základě změřené suché teploty t_a a mokré teploty t_w nuceně větraného mokrého teploměru;

- **kapacitní vlhkoměry** – na hodnotu vlhkosti se převádí kolísání elektrické kapacity čidla;
- **hygrometry**, tj. vlhkoměry založené na prodloužení nebo deformaci organického materiálu, např. blánové a vlasové. Tyto vlhkoměry se musí často kalibrovat a před měřením vždy provést „regeneraci“ organického materiálu (čidlo zabalit do vlhké látky).

e) Rychlost proudění vzduchu

Rychlost proudění vzduchu v prostoru je nutno měřit metodami, které umožňují stanovit s dostatečnou přesností nízké rychlosti proudění $0,05$ až $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Protože pohyb vzduchu v prostoru je značně turbulentní a časově velmi proměnný, nelze k vyhodnocení použít okamžité změřené hodnoty, ale pouze střední hodnoty za delší časový interval – minimálně 1 min, optimálně 3 min. Je třeba uvážit citlivost čidla na směr proudění vzduchu. Pro měření v prostoru jsou doporučována všesměrová čidla s krátkou dobou ustálení. Při použití směrového čidla je zapotřebí měřit ve směru, kde byly zjištěny největší okamžité hodnoty. Je vhodné toto měření minimálně 3x opakovat, aby se vyloučila chyba měření způsobená nesprávným směrem měření.

K měření rychlosti proudění vzduchu se nejčastěji používají

- všesměrová čidla, např. anemometr se zahřívanou kuličkou, termistorový anemometr, laserový Dopplerův anemometr, ultrazvukový anemometr,
- směrová čidla, např. lopatkové anemometry, anemometr se žhaveným vláknem.

Všechny používané přístroje musí mít platnou kalibraci. Protože nejsou stanovenými měřidly podle vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb. v platném znění, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování, je v pravomoci každé laboratoře provádějící měření mikroklimatických veličin stanovit kalibrační lhůty měřidel na základě vlastních zkušeností s přihlédnutím k doporučením výrobců.

1.3 Doporučení drážních předpisů na konstrukci a parametry prostředí kabiny strojvedoucího

Kabina strojvedoucího

Základní požadavky vycházejí z technických norem železničních TNŽ 73 2800, TNŽ 285201, kde jsou podrobně stanoveny hlavní technické požadavky na konstrukci provedení a vybavení kabiny strojvedoucího železničních kolejových vozidel a řídicích vozů (dále jen vozidel) o rozchodu 1435 a 1520 mm. Tyto normy odpovídají mezinárodním předpisům UIC – UIC 553, UIC 651.

Důležité termíny a vysvětlivky

Kabina strojvedoucího (dále jen „kabina“) je část vozidla, v níž je umístěno stanoviště strojvedoucího. U lokomotiv je to zpravidla samostatný konstrukční prvek, který je uložen na rámu lokomotivy a spojen s její skříní nebo kapotou.

Čelní neprůchozí kabina je kabina umístěná na čele vozidla, která nemá čelní dveře nebo průchod do připojeného vozidla. Tyto kabiny jsou na vozidle obvykle dvě.

Čelní průchozí kabina je kabina umístěná na čele vozidla, která má dveře nebo průchod do připojeného vozidla. Tyto kabiny jsou na vozidle obvykle dvě.

Věžová kabina je kabina, umístěná ve střední části nebo na čele vozidla, převyšuje kapoty vozidla a je na vozidle jen jedna.

Úrovňová kabina je kabina, umístěná ve střední části nebo na čele vozidla, nepřevyšuje kapoty vozidla a je na vozidle jen jedna.

Stanoviště strojvedoucího (dále jen stanoviště) je prostor v kabině, ve kterém jsou umístěny ovládače a sdělovače potřebné k ovládání vozidla a sledování činnosti jeho zařízení. V kabině mohou být jedno nebo dvě stanoviště, přičemž jedno z nich nemusí být úplně vybavené [3; s. 1-2]

1.3.1 Všeobecné požadavky

Stanoviště musí být vždy v pravé polovině kabiny vzhledem ke směru jízdy vozidla vpřed a musí umožňovat jednočlennou obsluhu. Musí být řešeno tak, aby umožňovalo strojvedoucímu pohodlné ovládání vozidla vsedě i ve stoje.

Interiér kabiny spolu s předměty v něm umístěnými má tvořit po stránce průmyslového designu estetický celek, který působí na strojvedoucího uklidňujícím dojmem, avšak zároveň posiluje jeho pracovní pohotovost.

Kabina musí být řešena tak, aby měla co nejméně vystupujících hran a rohů, které by ohrožovaly strojvedoucího nebo doprovázejícího pracovníka.

Zvláště v místech možného zárazu musí být hrany zaoblené a pokud možno měkce obložené (pasivní prvky ochrany).

K obložení stěn kabiny a ke konstrukci předmětů v ní uložených se nesmí používat tříštivých materiálů a materiálů stupně hořlavosti C3 dle ČSN 73 0823, není-li ujednáno jinak.

Vnitřní prostor kabiny musí být snadno čistitelný. Kabina musí být izolována jak tepelně, tak i proti hluku. Musí být chráněna před otřesy, chvěním a proti vnikání vody, prachu a výparů ze strojovny. Proti vnikání výfukových plynů z výfuků vlastního vozidla musí být kabina chráněna i při otevřených oknech a vstupních dveřích z venkovního prostoru.

V kabině je vytápěcí, větrací a klimatizační zařízení, které nesmí vířit prach, vyvozovat podtlak jak vůči vnějšímu prostoru, tak i okolním, od kabiny odděleným prostorům. Zvláště pak nesmí obtěžovat strojvedoucího ani doprovázejícího pracovníka proudem horkého či chladného vzduchu, průvanem, hlukem nebo jinak přispívat ke zvyšování jejich únavy.

Ovládače musí být na řídicím pultu rozmístěny tak, aby je strojvedoucí mohl pohodlně obsluhovat. Důležité ovládače musí být zvýrazněny (např. velikostí nebo tvarem ovládací páky či tlačítka, umístěním apod.). Ovládače potřebné k bezprostřednímu ovládní vozidla (kontrolér, ovládače brzdy, ovládač píšťaly nebo houkačky, tlačítka bdělosti apod.) musí být pohodlně dosažitelné i strojvedoucímu ovládajícímu vozidlo od bočního okna (např. při posunu).

Sdělovače souvisící přímo s ovládním vozidla a zajišťující jeho bezpečnou jízdu musí být umístěny co nejbliže ke středu zorného pole strojvedoucího.

Užití světelné signalizace normálních provozních stavů jednotlivých agregátů nebo zařízení hnacího vozidla musí být co nejvíce omezeno.

Použitelná světelná signalizace a osvětlení stupnic scelovačů nesmí rušit návštěvi přenášené návěstním opakovačem a nesmí oslňovat strojvedoucího.

Osvětlení stupnic scelovačů musí mít regulovatelnou intenzitu svého jasu nejméně ve 2 stupních. Regulace není nutná u centrální signalizace poruchy požáru [3; s.2-4].

1.3.2 Technické požadavky

Stručně uvádím základní uspořádání a rozměry kabiny strojvedoucího, jejich dveří a oken.

Kabina musí být dostatečně prostorná. Objem nezastavěného prostoru kabiny musí být, není-li jiného ujednání, jehož musí být účastníkem příslušný orgán hygienické služby, nejméně 10 m³. Volný pohyb strojvedoucího v kabině nesmí být omezován vestavěnými zařízeními.

Světlá výška kabiny musí být ve všech místech, v nichž se předpokládá ovládání vozidla ve stoje a v nichž to dovoluje obrys pro vozidla nejméně 200 cm. V ostatních místech musí být tato výška nejméně 185 cm.

Šířka kabiny má využívat plně možností dané půdorysem i obrysem vozidla a musí strojvedoucímu umožňovat z bočních oken na obou stranách výhled na vlak jedoucí nebo stojící na přímé koleji bez nebezpečného vyklánění a bez pomoci zpětných zrcátek.

Hloubka kabiny měřená v podélné ose vozidla ve výši očí sedícího strojvedoucího musí být, není-li jiného ujednání, jehož musí být účasten příslušný orgán hygienické služby, nejméně 150 cm (vzdálenost od vnitřní plochy čelního okna k protilehlé ploše stěny, dveří apod.), a to v šířce nejméně 200 cm.

Vzdálenost čelního skla kabiny od okna strojvedoucího musí být v mezích 50 až 120 cm.

Vstup do čelní kabiny může být řešen:

- a) bočními dveřmi v jedné (levé) nebo obou bočních stěnách kabiny, vedoucími přímo z venkovního prostoru a otevíranými dovnitř nebo dveřmi předsouvajícími se od čela vozidla,

b) jedněmi nebo dvěma dveřmi v zadní stěně kabiny, vedoucími do vnitřních prostorů vozidla. V tomto případě musí být vozidlo opatřeno bočními dveřmi pro výstup z vozidla na obě strany nejdále 8 m od čelní plochy nárazníků [3; s.4-5].

1.3.3 Pracovní prostředí v kabině

Kabina je pro strojvedoucího pracovním prostředím. Toto pracovní prostředí ovlivňují především tyto faktory:

- a) **Celkové prostorové uspořádání** – je dáno druhem vozidla a typem kabiny.
- b) **Hluk a vibrace** - kabina musí být určitým způsobem zvukově izolována tak, aby na stanovišti strojvedoucího byla pokud možno nejnižší úroveň hluku. V kabině musí být hladina hluku při rychlostech do 160 km/h⁻¹ menší než 78 dB(A). Má-li ustálený nebo proměnný hluk v kabině tónový charakter, nesmí být hladina hluku větší než 73 dB.

Akustické návěstí, používané v kabině musí být svým kmitočtem jak mezi sebou, tak i vůči hluku v kabině tak odlišné, aby byly strojvedoucím postřehnutelné a musí převyšovat hladinu hluku v kabině.

Kabina musí být účinně chráněna před vibracemi přenášenými od trakčních nebo pomocných agregátů vozidla. Vážené hladiny vibrací nesmí v kabině ve frekvencích 1/3 oktávových pásmech překračovat hodnoty uvedené v následující tab.3.

Tab. 5: Limitní hodnoty vibrací

Kmitočtová pásma	Celkové vážené vibrace [dB]		
	celkové svislé	celkové vodorovné	místní přenášené na ruce
1/3 oktávová	110	107	118

- c) **Mikroklimatické podmínky** (vytápění, větrání, klimatizace)

Stěny, strop a zvláště podlaha kabiny musí být tepelně izolovány, okna a dveře utěsněny. Kabiny musí být vybaveny vytápěcím, větracím a klimatizačním zařízením, není-li jiného ujednání, jehož musí být účasten příslušný orgán hygienické služby.

Vzduchotechnické zařízení nesmí nikdy nasávat výfukové plyny nebo jiné škodlivé výpary z výfuku nebo strojovny vozidla.

Hluk způsobený kterýmkoliv zařízením pro úpravu mikroklimatu nesmí v kabině překročit hladinu akustického tlaku $L_a = 78 \text{ dB(A)}$.

Vytápěcí zařízení musí být navrženo tak, aby splňovalo tyto základní požadavky:

- vytápěcí zařízení musí mít takový tepelný výkon, aby při vnější teplotě $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ za jízdy vozidla dovolenou rychlostí umožnilo v kabině dosažení teploty v rozmezí $18 \text{ až } 23 \text{ }^\circ\text{C}$, měřeno ve výši $1,3 \text{ m}$ nad patním bodem v prostoru sedadla strojvedoucího;
- vytápěcí zařízení musí být vybaveno regulací teploty v kabině v rozsahu do $+23 \text{ }^\circ\text{C}$ a tolerancí $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;
- rozdíl teplot naměřených ve vzdálenosti $0,1 \text{ m}$ nad podlahou a $0,1 \text{ m}$ pod stropem nemá překročit $10 \text{ }^\circ\text{C}$;
- a) vytápěcí zařízení nesmí způsobovat místní přehřátí kabiny zvláště ne v úrovni hlavy strojvedoucího, přičemž rychlost proudění vzduchu musí být nejvýše $0,2 \text{ m/s}$;
- b) relativní vlhkost vzduchu se má pohybovat v mezích $30 - 70 \%$;
- c) vytápění prostoru pro nohy strojvedoucího má být ovládním oddělitelné od ostatních vytápěcích těles;
- d) nekryté otopné plochy vytápěcího zařízení nesmí mít větší povrchovou teplotu než $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Základním teplotním kritériem pro hodnocení tepelného stavu není teplota vzduchu, ale výsledná teplota kulového teploměru. Při měření kulovým teploměrem se doporučují výsledné teploty v kabině strojvedoucího v období: zimním $20 - 22 \text{ }^\circ\text{C}$, letním do $25 \text{ }^\circ\text{C}$, rozdíl teplot ve výši hlavy a kotníků je max. $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Větrací (klimatizační) zařízení musí umožňovat výměnu vzduchu v kabině i při uzavřených oknech a dveřích. Větrání musí být zajištěno nuceným přívodem venkovního vzduchu čištěného filtry, a to v klidu i za jízdy vozidla. Množství přiváděného vzduchu má být $30 \text{ m}^3/\text{h}$ na jednoho člena pravidelného obsazení kabiny. Přívod vzduchu do kabiny má být plynule nebo alespoň stupňovitě

regulovaný tak, aby rychlost i směr proudění vzduchu byly nastavitelné. Rychlost proudění vzduchu ve výši hlavy strojvedoucího (1,3 m nad patním bodem) má být v rozmezí 0,1 až 0,3 m/s a nesmí překročit hodnotu 0,5 m/s.

Výkon klimatizačního zařízení má být takový, aby udržel v kabině ve výši hlavy strojvedoucího teplotu na hodnotě

$$t_{\text{int}} = 20 + 0,5 (t_{\text{ext}} - 20) \quad [4]$$

kde t_{int} – teplota uvnitř kabiny (°C)

t_{ext} – vnější teplota (větší než 20°C)

Klimatizační zařízení má přivádět do kabiny minimálně 30 m³/h vzduchu na jednoho člena pravidelného obsazení kabiny.

Všechny funkce klimatizačního zařízení mají být plynule nebo alespoň stupňovitě (nejméně ve 3 stupních) regulovatelné a jednoduše ovladatelné. Rychlost proudění vzduchu musí vyhovovat výše zmíněným hodnotám.

d) Prašnost a toxické látky v ovzduší

Nejvyšší přípustná koncentrace oxidu uhelnatého, který je indikátorem znečištění ovzduší kabiny toxickými součástmi výfukových plynů, a nejvyšší přípustné množství polévatého prachu v ovzduší kabiny jsou uvedeny v následující tab. 4:

Tab. 6: Limitní koncentrace CO a prachu na stanovišti strojvedoucího

látko	30-minutová nejvyšší přípustná koncentrace (mg/m ³)
CO	6
polévatý prach	0,5

Prašnost se měří při uzavřených oknech a dveřích při zapnutém klimatizačním zařízení (je-li na vozidle) u všech vozidel, koncentrace CO jen u motorových vozidel. Měření se provádí v klidu (při volnoběhu spalovacího motoru u motorových vozidel, při chodu kompresorů a ventilátorů u elektrických vozidel) a za jízdy rychlostí 80 až 100 km/h, případně rychlostí maximální u vozidel, která mají maximální rychlost menší než 80 km/h. Polévatý prach se zachycuje na membránový filtr nebo filtr z organických mikrovláken apod. Množství prachu se zjišťuje z přírůstkem hmotnosti filtru.

Koncentrace CO v ovzduší kabiny se měří průběžně analyzátozem pracujícím na fotometrickém, elektrochemickém nebo jiném principu.

e) Osvětlení, vč. jasů a odlesků,

V kabině musí být nainstalována svítidla pro:

- a) celkové osvětlení kabiny,
- b) osvětlení scelovačů,
- c) osvětlení jízdního řádu,
- d) orientační osvětlení panelu ovládačů,
- e) osvětlení stolku doprovázejícího pracovníka.

Intenzita osvětlení kabiny musí být regulovatelná nejméně ve dvou stupních. Orientační osvětlení panelu ovládačů může být provedeno i rozptýleným světlem z osvětlení sdělovačů. Svítidla používaná v kabině nesmí oslňovat strojvedoucího ani vytvářet nežádoucí reflexy nebo zhoršovat výhled z kabiny.

Celkové plné osvětlení kabiny má mít intenzitu 60 Lx v úrovni řídicího pultu. Tlumené osvětlení kabiny musí zajišťovat orientaci strojvedoucího a doprovázejícího pracovníka v kabině. Samostatná svítidla pro osvětlení jízdního řádu a stolku doprovázejícího pracovníka mají zajišťovat ve středu osvětlené plochy intenzitu 40 Lx s možností regulace, a to pro každé svítidlo samostatně.

f) Barevnost interiéru

Barevné provedení interiéru kabiny musí být barevně odlišné od základních návěstních barev. Povrch nátěrů má být matný, v odůvodněných případech až polomastný [3; s.20-24.]

2. Cíl práce a hypotézy

2.1 Cíl práce

Cílem práce bylo zmapování celé problematiky týkající se kvality vnitřního prostředí na pracovišti, konkretizování problémů s tepelnou nebo chladovou zátěží strojvedoucích železniční dopravy, řidičů MHD i dálkové dopravy a nastínění možností řešení – obecný návrh řešení pro zajištění odpovídajících mikroklimatických podmínek na pracovišti.

2.2 Hypotézy

Požadované tepelně vlhkostní podmínky (omezení tepelné nebo chladové zátěže řidičů) je možné zajistit:

- vhodnou technikou – nuceným větráním, resp. klimatizací, která požadované mikroklimatické podmínky na pracovišti zajistí, bez obtěžování pracovníka nadměrným hlukem nebo ochlazujícím prouděním vzduchu;
- organizací práce – vhodným režimem práce a přestávek (pokud to jízdní řády dovolí);
- dodržováním pitného režimu - poskytováním ochranného nápoje;
- možnostmi odpočinku v cílových stanicích nebo při přerušení jízdy.

3. Metodika

3.1 Použité metody

Metody použité k vypracování této práce:

1. Pečlivě jsem se seznámil s problematikou v dané oblasti pomocí odborných konzultací, platných právně závazných předpisů i doporučení ČSN, studiem odborné literatury a samotných měření.
2. Zúčastnil jsem se několika měření jako asistent Státního zdravotního ústavu (dále SZÚ), Národní referenční laboratoře pro prašnost a mikroklíma v pracovním prostředí.
3. Nastudoval jsem další příslušné Protokoly o měření a následně je použil pro zpracování a vyhodnocení sledované problematiky.

3.2 Charakteristika výzkumného souboru

Pro problematiku mé bakalářské práce jsem zvolil pro oblast železniční dopravy soubor měření ve třech různých elektrických vlakových jednotkách 680 (Pendolino) a v odlišné kabině lokomotivy 703.801-1, měření sledující pracoviště řidičů probíhala na autobusech, trolejbusích a tramvajích MHD v Praze, Hradci Králové a mostě, a na meziměstských autobusech v okolí Olomouce.

4 Výsledky

4.1 Elektrická vlaková jednotka 680 (Pendolino) – letní mikroklima, stání

Pracovním podkladem je Posouzení vzduchotechnického systému vlakové elektrické jednotky řady 680 pro teplé období roku, tj. pro letní mikroklima zpracované v Protokolu o měření č. D6/04 ze dne 31.5.2004.

Předmět posouzení :

U vlakové elektrické jednotky řady 680 byly předmětem posouzení funkční zkoušky vzduchotechnického systému – vzduchový výkon, chladičí výkon a regulační rozsah klimatizačního systému. Při stání vlakové jednotky byly posuzovány mikroklimatické parametry uvnitř kabiny strojvedoucího i oddílu pro cestující pro letní období roku - při simulaci venkovních tepelných podmínek do 40 °C.

Popis klimatizačního zařízení

Klimatizační zařízení je určeno pro větrání (přívod i odvod vzduchu), teplovzdušné dotápění pro extrémní venkovní podmínky (vytápění vozidla je vedeno v podlaze) nebo chlazení prostor pro cestující, včetně nástupních prostor a WC a kabiny strojvedoucího. Zařízení pracuje s venkovním i oběhovým vzduchem, výkon zařízení je 4500 m³/h, z toho průtok venkovního vzduchu 1200 m³/h. Nasávací otvor venkovního vzduchu je umístěn na boku vozidla, je opatřen ochrannou žaluzií a filtrem vzduchu, odváděný vzduch je vyfukován nad střechu vozidla. Klimatizační jednotka je tvořena ventilátorovou částí – 2 spřažené ventilátory na jedné hřídeli, které mají velmi strmou pracovní charakteristiku. To umožňuje ochranu vzduchotechnického systému při míjení se vlaků nebo při vjezdu a pohybu v tunelu - velkým tlakovým změnám odpovídá minimální změna průtoku vzduchu. Součástí jednotky je výměník pro tepelnou úpravu vzduchu. Ohřev vzduchu je elektr. odporový, chladičí okruh má kompresor umístěný na střeše vozu, použité chladivo je 134a. V každém voze jsou 2 jednotky, což představuje 100% zálohování.

Rozvody vzduchu – přívodní vzduchové kanály jsou umístěny po obou stranách oddílu pro cestující podél celého spodního profilu prostorů pro zavazadla, výdech vzduchu do prostoru je děrovanými vyústkami. Odvodní vzduchový kanál je veden podélně ve středu oddílu pod stropem. Přívodní vzduchové kanály jsou prodlouženy až do představku a do kabiny strojvedoucího. V kabině strojvedoucího je zajištěna další požadovaná úprava vzduchu samostatnou klimatizační jednotkou s vlastní regulací (průtok vzduchu 300 m³/h, z toho 150 m³/h venkovního vzduchu), umístěnou na střeše vagonu za vlastní kabinou.

Vzduchotechnické rozvody od klimatizačních jednotek jsou v těsném provedení (jednotlivé vozy vlakové soupravy jsou tlakotěsné), tam, kde je to potřeba, jsou opatřeny tepelnou a hlukovou izolací. Regulace klimatizačního zařízení je automatická pomocí mikroprocesorové elektronické centrály (regulace teploty na základě teplotních čidel Pt100, zanášení filtru vzduchu je kontrolováno diferenciálním snímačem tlaku). Spouštění chodu i diagnostiky je centrální, poruchy jsou signalizovány.

Prvky klimatizačního systému jsou snadno přístupné pro montáž a údržbu.

V případě výpadku proudu se provoz jednotek přepne na náhradní zdroj a je zajištěno dostatečné větrání oddílu pro cestující bez úpravy vzduchu, přepnutím klapky je zajištěn obtok přiváděného vzduchu kolem výměníku přímo do oddílu pro cestující. Odvod vzduchu je zajištěn otevřením dveří u představku a nouzovým střešním otvorem. Havarijní větrání kabiny strojvedoucího je řešeno otevřením oken.

Hodnocení výsledků měření

Výsledky měření jsou zpracovány v protokolech - italském originálu i českém překladu. Měření, tj. funkční zkouška klimatizačního zařízení, systému chlazení, regulace a mikroklimatických parametrů, bylo provedeno jak pracovníky závodu Alstom (výrobce „Pendolina“), tak pracovníky SZÚ. Z výsledků v protokolech a ze zjištění na místě měření vyplývá:

1. Klimatizační zařízení je plně funkční v souladu s technickou dokumentací. V rámci zkoušky bylo ověřováno množství přiváděného venkovního vzduchu do oddílu pro cestující. Je přiváděno 1270 m³/h. Pro udávaný počet 60 cestujících při požadavku

20 m³/h na osobu je toto množství vzduchu dostatečné – odpovídá uvedeným výkonovým parametrům klimatizační jednotky.

2. Pro zkoušku vychlazení vlakové elektrické jednotky řady 680 byla pro simulaci venkovních podmínek 40 °C použita sušící pec, kam byla elektrická jednotka umístěna. Tato zkouška trvala 3 hodiny. Postup zkoušky odpovídal požadavkům UIC 553-1, k vychlazení oddílu pro cestující došlo za 60 min, kabiny strojvedoucího za 75 min – na teplotu 27 °C. Dosažené výsledky odpovídají požadavkům podle UIC 553 pro oddíl cestujících, resp. TNŽ 73 2800 a UIC 651 pro kabinu strojvedoucího, resp. TNŽ 28 5201 (dále jen požadavky).
3. Při venkovní teplotě 40 °C byla systémem regulace udržována teplota vzduchu v oddíle pro cestující a kabině strojvedoucího na 25 °C, výsledná teplota kulového teploměru v kabině strojvedoucího se nelišila od teploty vzduchu, tj. $t_g = 25$ °C. Na představnících byla teplota vzduchu 28 °C, na WC 27 °C. Rozdíl teplot ve výši 0,1 a 1,7 m od podlahy byl menší než 3 °C. Relativní vlhkost v době měření byla uvnitř vozu cca 35 %, vně vozu cca 20 %. Požadavky jsou splněny.
4. Zkouška regulace byla doplněna o měření rychlosti proudění vzduchu – v oddílu pro cestující $v_{max} = 0,17$ m/s, v kabině strojvedoucího $v_{max} = 0,18$ m/s. Požadavky jsou splněny.
5. Tato mikroklimatická měření lze uznat jako část zkoušek letního mikroklimatu, tj. měření při stání vlakové soupravy při venkovní teplotě 40 °C. Zjištěné hodnoty parametrů vnitřního mikroklimatu v oddílech prokázaly, že instalovaná klimatizace s mikroprocesorovým regulátorem je schopná zajistit v prostorech pro cestující mikroklima, jehož parametry splňují základní hygienické požadavky i požadavky UIC předpisů.
6. Mikroklimatická měření pro letní období za jízdy a pro zimní období se musí udělat dodatečně na zkušebním okruhu nebo jako provozní měření.

Pro měření byly použity kalibrované přístroje s dostatečnou přesností, místa a způsob měření jednotlivých veličin odpovídal citovaným UIC a TNŽ i platné metodice měření.

4.2 Elektrická vlaková jednotka 680 (Pendolino) – letní mikroklima za běžných jízdních podmínek

Sledovaným pracovištěm bylo stanoviště I i II strojvedoucího ve vlakové jednotce č. 681003-0 při zkušebním provozu na trati Praha – Děčín a zpět.

Postup měření a použité přístroje jsou ve všech třech v Bakalářské práci uváděných případech stejné.

Průběh měření

Měření se uskutečnilo dne 18. srpna 2005 v době mezi 10. a 16. hod., kdy se venkovní teploty pohybovaly mezi 20 – 29 °C, relativní vlhkost mezi 58 – 47 %.

Měření probíhalo v režimu jízdy a při stání vozidla. Kulové teploměry byly umístěny na místě strojvedoucího na stanovišti I čelně ve směru jízdy, ve výškách 0,1, 0,6 a 1,1 m (úroveň kotníků, břicha a hlavy sedící osoby). Intervaly zjišťování mikroklimatických parametrů byly 20 – 30 minut.

Časový snímek měření:

9,50 h – instalace přístrojů při stání vozu (volnoběh), klimatizace nastavena na 1/2, částečně osluněna kabina v oblasti břicha strojvedoucího, přítomny 4 osoby (instruktor, koordinační pracovník, 2 osoby provádějící měření);

10,20 h – odjezd vlaku směr Děčín, clona na čelním okně stažena cca do 1/3, kabina neosluněna, rychlost 80 – 90 km/h, v některých úsecích 140 – 160 km/h, v kabině přítomny 2 osoby (strojvedoucí a instruktor);

12,10 h – příjezd Děčín – stání na volném prostranství na slunci (osluněna střecha, kabina neosluněna), klimatizace nastavena na plný výkon, bez obsluhy, přítomen pouze 1 pracovník provádějící měření;

13,30 h – přesun na stanoviště II, instalace přístrojů při stání vozu, klimatizace nastavena na 1/2 výkonu;

14,00 h – odjezd směr Praha, část kabiny osluněna, clona stažena do 1/3 čelního okna, klimatizace nastavena na plný výkon, otevřeny dveře do představku, přítomny 3 osoby – problémy s nefunkční klimatizací;

14,45 h – klimatizace zprovozněna na plný výkon, omezená rychlost vlaku kvůli poruše signalizace v úseku Roudnice – Kralupy, čelní okno a část řídicího pultu osluněna, v kabině přítomny 2 osoby;

15,45 h – dojezd do Prahy.

Výsledky měření

Vzhledem k poruše klimatizačního zařízení na stanovišti II nebyly tyto výsledky měření v době poruchy zahrnuty do výpočtu průměrných hodnot mikroklimatických parametrů pro konečné hodnocení – viz tab. 7.

Tab. 7: Průměrné hodnoty mikroklimatických parametrů pro jízdu a stání vozidla na stanovišti I.

Měření	Výsledná teplota t_g (°C)	Výsledná teplota - hlava t_g (°C)	Teplota vzduchu t_a (°C)	Rychlost proudění vzduchu v_a (m.s ⁻¹)	Relativní vlhkost vzduchu rh (%)	Rozdíl hlava - kotníky	Poloha pracovníka
jízda	23,1	22,6	23,7	0,20	36,4	0,5	sedí
stání	22,0	21,2	21,9	0,22	36,7	0,3	-

Hodnocení

Stejně jako v předchozím případě byly splněny požadavky na mikroklimatické podmínky na pracovišti (s výjimkou doby, kdy klimatizace nebyla funkční).

4.3 Elektrická vlaková jednotka 680 (Pendolino) – zimní mikroklima

Další měření – tentokrát ověření funkčních vlastností, elektrické jednotky řady 680 za zimních podmínek - proběhlo za jízdy na trati Praha – Čáslav a zpět, které se provedlo ve vlakové jednotce PENDOLINO č. 682007-0 opět na stanovišti strojvedoucího.

Oproti vlakové soustavě sledované v předchozím případě byla v kabině strojvedoucího provedena malá změna proti původnímu systému vytápění - byla přidána

jedna topnice (pro celkové vytápění kabiny, ne pro vytápění stupínku pro nohy strojvedoucího). Toto opatření mělo zajistit zkrácení doby zátopy a zajištění předpisy požadované teploty na pracovišti v zimním období.

Průběh měření

Měření se uskutečnilo dne 2. března 2006 v době 8 a 14,30 hod., kdy se venkovní teploty pohybovaly od -3,5 do + 3,0 °C, při průměrné relativní vlhkosti 60 %. Vlaková souprava byla přes noc částečně umístěna v hale depa – cca 20 m jednotky 682007 bylo vysunuto venku z haly. Měření probíhalo v režimu jízdy a při stání vozidla. Kulové teploměry byly umístěny na místě strojvedoucího na stanovišti I jednotky 682 čelně ve směru jízdy (směr Čáslav a zde zůstaly i po změně směru, kdy strojvedoucí přešel na stanoviště II) ve výškách 0,1, 0,6 a 1,1 m (úroveň kotníků, břicha a hlavy sedící osoby). Přístroje byly nainstalovány v cca 8,00 hod, intervaly zjišťování mikroklimatických parametrů byly 15 – 30 minut.

V tab. 8 jsou uvedeny zjištěné průměrné hodnoty mikroklimatických parametrů pro jízdu a stání vozidla na stanovišti strojvedoucího I.

Tab. 8: Naměřené hodnoty mikroklimatických parametrů

čas (hod)	t _g hlava (°C)	t _g břicho (°C)	t _g kotníky (°C)	Δt _g hlava- kotníky (°C)	Relativní vlhkost rh (%)	Pozn.
8,15	7,9	9,7	7,3	0,6	24	stání, zapnuto topení v kabině
8,30	13,1	13,3	6,3	6,8	23	kabina čelně osluněna, staženy
8,45	17,2	18,8	7,7	9,5	23	žaluzie na 1/3
9,00	21,7	26,9	14,4	7,3	23	
9,20	25,5	32,0	18,1	7,4	20	
9,45	28,3	32,1	20,5	7,8	16	
10,10	27,8	28,1	19,9	7,7	13	zataženo, zapnuta klimatizace (souběžně s topením, klimatizace na ruční ovládání)

10,20	27,1	27,5	20,1	7,0	15	výjezd vlaku z haly, stání, popojíždění polojasno
10,30	26,1	26,1	20,0	6,1	16	
10,50	25,0	24,6	19,8	5,2	16	
11,10	23,9	23,5	20,0	3,9	16	výjezd na trať Praha – Čáslav
11,30	23,2	23,2	19,8	3,4	15	zataženo
12,00	22,3	22,6	20,1	2,2	14	12,15 – 13,30 stání Čáslav, slunce
13,10	23,5	23,5	20,3	3,2	13	zprava
13,45	24,1	23,4	20,0	4,1	13	13,30 výjezd na trať Čáslav –
14,05	22,6	22,1	20,9	1,7	14	Praha, zataženo

Tab. 9: Naměřené rychlosti proudění vzduchu

čas (hod)	V _a hlava (m/s)	V _a břicho (m/s)	V _a kotníky (m/s)	rychlost vlaku (km/h)
9,30	0,04	0,04	0,06	0
10,00	0,11	0,17	0,14	0
10,15	0,07	0,10	0,15	0
10,25	0,07	0,08	0,11	13
10,35	0,10	0,11	0,12	28
11,25	0,08	0,05	0,11	100
11,45	0,11	0,10	0,12	160
12,10	0,08	0,09	0,08	50
13,30	0,09	0,09	0,08	40
13,45	0,10	0,11	0,11	100

Tab. 10: Průměrné hodnoty mikroklimatických parametrů na stanovišti strojvedoucího

režim	t_g kotníky (°C)	Δt_g hlava- kotníky (°C)	relativní vlhkost rh (%)	rychlost proudění v_a (m.s ⁻¹)
zátop, stání	viz 1.část tabulky 1			< 0,2
stání, popojíždění	24,6	6,1	16	
jízda	22,4	3,1	14	

Hodnocení

I v zimním období byla ověřena funkčnost klimatizace a vytápění – mikroklimatické podmínky odpovídaly požadavkům platných předpisů.

4.4 Lokomotiva 703.801-1

V tomto případě byly provedeny komplexní zkoušky k ověření všech fyzikálních parametrů pracovního prostředí.

Provedená měření:

Měření mikroklimatických podmínek

Měření celkové koncentrace polétavého prachu

Měření základních rozměrů pracovního místa strojvedoucího a posouzení i ergonomických parametrů stanoviště strojvedoucího

Měření osvětlení

Popis měřeného objektu

Motorová lokomotiva 703.801-1 je určena pro lehkou posunovací službu na vlečkách, v depech apod. při teplotách venkovního prostředí od – 20 °C do + 40 °C. Maximální provozní rychlost je 40 km/hod, při posunu je používána pracovní provozní rychlost 15 km/hod. Kabina rekonstruované lokomotivy 703801-1 je celoobvodově prosklená,

v bočních stěnách jsou posuvně otevíratelná okna a na zadní stěně jsou vstupní dveře do kabiny. Podél čelních stěn jsou diagonálně umístěny dva shodné řídicí pulty a sedadla strojvedoucího. Tak jsou vytvořena dvě rozměrově a funkčně stejná stanoviště strojvedoucího (přední a zadní). Odtlačení sedadla dozadu (pohyb sedadla pomocí otočného ramene) vzniká před řídicím pultem dostatečný prostor pro řízení vozidla vstoje. Uprostřed přední stěny je umístěn jeden společný centrální pult. Vytápění kabiny je pomocí nezávislého teplovodního potrubí, zdrojem tepla je agregát EBERSPÄCHER D7W. V kabině jsou umístěny dva tepelné výměníky, které vyhřívají kabinu. Větrání je zajištěno ventilátorem zabudovaným ve stropě a dále na jízdnicích stanovištích, kde jsou umístěny malé ventilátory o dvourychlostním ovládním. Čelní skla jsou opatřena slunečními clonami a stěrači. Osvětlení kabiny je provedeno 2 kombinovanými svítdly se zářivkou a čtyřmi sufitovými žárovkami. Pro osvětlení přístrojů je použito osvětlení žárovkami Ba 9s a sufitovou žárovkou pro osvětlení rychloměru. Základní pracovní poloha je vsedě, podle potřeby vstoje tj. v případech, kdy strojvedoucí musí při posunu sledovat provoz výhledem (vykloněním) z okna.

4.4.1 Měření mikroklimatických podmínek

Metodika měření

Měření bylo provedeno stejně jako v předchozích případech měření.

Podmínky a průběh měření

Průměrné venkovní klimatické parametry za celou dobu měření: $t_e = 22,3 \text{ }^\circ\text{C}$, $rh = 42 \%$, polojasno až oblačno, slabý vítr.

Průběh měření

Posunovací lokomotiva byla přistavena v kolejišti areálu Lounských strojírén. Kulové teploměry byly umístěny na místě strojvedoucího na stanovišti II cca 25 cm od sedadla ke středu kabiny, ve výškách 10, 110 a 170 cm nad podlahou.

9,55 h – instalace přístrojů – měření za stání vozidla při volnoběžných otáčkách

10,20 h – začátek měření za stání vozidla

10,55 h. – přesun do haly, stání v hale

11,55 h – konec měření za stání

13,15 h – začátek měření při jízdě provozní rychlostí 15 km/hod

14,30 h – konec měření při jízdě provozní rychlostí

Při měření byly přítomny 3 osoby (strojvedoucí + 2 pracovníci provádějící měření), po celou dobu měření byly spuštěny stolní ventilátory a zavřeny dveře a okna, další režimy (stupeň rychlosti stolního ventilátoru, pootevření oken, spuštění stropního ventilátoru) jsou označeny v tab. 11.

Výsledky měření

V tab. 11 jsou uvedeny všechny naměřené hodnoty, pro hygienické hodnocení MKL slouží vypočtené průměrné hodnoty měřené ve výšce 110 cm nad patním bodem (podlaha) na místě sedadla strojvedoucího.

Měření letních mikroklimatických podmínek v kabině strojvedoucího posunovací lokomotivy 703 801-1 proběhlo za vyhovujících meteorologických podmínek s tím, že lokomotiva byla před začátkem měření a prakticky po celou dobu měření (kromě doby stání v hale mezi 12,00 – 13,00 h) osluněna.

Průměry z naměřených hodnot:

Průměrná výsledná teplota ve výšce hlavy sedícího strojvedoucího: $t_{g110} = 29,7 \text{ } ^\circ\text{C}$

Průměrná teplota vzduchu v kabině: $t_a = 28,6 \text{ } ^\circ\text{C}$

Rozdíl teplot ve výšce hlavy a kotníků : $\Delta t < 5 \text{ } ^\circ\text{C}$

Průměrná relativní vlhkost: $rh = 47 \text{ } \%$

Průměrná rychlost proudění vzduchu ve výšce hlavy sedícího strojvedoucího:
 $v = 0,46 \text{ m.s}^{-1}$

Tab. 11: Naměřené hodnoty mikroklimatických parametrů v kabině lokomotivy 703 801-1

Měření (hod)	Výsledná teplota v kabině			t_a ($^\circ\text{C}$)	rh (%)	v (m.s^{-1})
	t_{g170} ($^\circ\text{C}$)	t_{g110} ($^\circ\text{C}$)	t_{g10} ($^\circ\text{C}$)			

Stání						
10,20 (2)	26,6	26,7	24,0	24,7	58	0,50
10,55 (1)	32,0	30,1	27,8	29,2	54	0,35
11,55*(1)	29,1	28,1	25,2	27,2	47	0,40
Jízda						
13,15 (2)	29,4	29,2	26,8	29,4	39	0,60
13,35 (1)	33,2	32,0	29,0	30,3	41	0,24
14,00 ** (2)	31,4	31,5	30,0	30,1	49	0,70
14,30 *** (1)	30,0	30,2	29,1	29,9	40	0,40

* - otevřeno 1/2 okno na straně strojvedoucího

** - zapnut přiváděcí ventilátor ve stropě kabiny

*** - ventilátor vypnut, otevřeno 1/2 okno

(1), (2) – stupeň rychlosti stolních ventilátorů

Hodnocení

V tomto případě byly překročeny teplotní limity i rychlosti proudění vzduchu. Proudění vzduchu je ovlivněno systémem práce – otevřeným oknem při posunování, aby měl strojvedoucí vždy přehled o situaci na trati. Ochlazovací účinky rychle proudícího vzduchu jsou proto kompenzovány zvýšenou teplotou vzduchu.

4.4.2 Měření základních rozměrů pracovního místa a posouzení ergonomických parametrů stanoviště strojvedoucího

Použitá metodika

Technické požadavky na stanoviště strojvedoucího předepisuje TNŽ 28 5201 Kolejová vozidla – Kabina strojvedoucího.

Vlastní měření a posouzení

Kabina strojvedoucího - délka (hloubka) 212 cm, šířka 288 cm, výška 184 cm

Řídicí pulty jsou umístěny napravo pod čelním oknem ve směru jízdy (šířka 65 cm, hloubka 45 cm, výška 85 cm). Na vodorovné části řídicího pultu jsou umístěny ovládací

prvky nezbytné pro řízení vlaku, z toho jsou 3 ovládače trvale používané a 1 ovládač častý, na svislé horní části pultu jsou umístěny sdělovací a kontrolní prvky. Na podlaze jsou umístěny 2 nožní ovládače (houkačka - častý, pískovač – zřídka až častý). Boční stěny pultu tvoří výklenek pro nohy strojvedoucího (šířka 67 cm, hloubka 48 cm). Stanoviště strojvedoucího není osazeno stupínkem pro nohy.

Centrální pult (šířka 130 cm, hloubka 43 cm, výška 85 cm), zde je umístěn hlavní zobrazovací displej a jednotka, kontrolky baterií a dobíjení a ovládače osvětlení, topení a větrání, které jsou používány pouze na začátku a konci směny.

Sedadlo strojvedoucího je v předložené dokumentaci označeno jako sedadlo řidiče typ 7001.1.0.1 (výrobce C.I.E.B. Kahovec s.r.o., o.z. K-BASS), je čalouněné s textilním potahem, anatomicky tvarované. Je vybaveno sklopnými loketními opěrkami, sedák i zádová opěra mají stavitelný úhel sklonu v dostatečném rozsahu. Sedadlo je odpruženě připevněno k boční stěně. Kromě pohybu sedadla pomocí otočného ramene je možný horizontální posun sedadla v celkovém rozsahu 670 mm. Výška sedadla je nastavitelná v celkovém rozsahu 130 mm.

Hodnocení zjištěných rozměrů

Zjištěné rozměry sedadla:

Výška zatíženého sedadla (osoba 78 kg, 181 cm) v základní poloze, t.j. ve středu vertikálního posunu od roviny B (vodorovná rovina, v tomto případě podlaha), činí 50 cm, v krajních polohách 43,5 až 56,5 cm.

Požadavky jsou splněny, podle TNŽ 28 5201 má být výška sedadla 42,0 – 49,0 cm.

4.4.3 Měření prašnosti

Použitá metodika

Byla stanovena celková prašnost Standardní metodou měření prašnosti v pracovním ovzduší – nyní uvedena v NV č. 361/2007 Sb., dříve Příloha č. 8 k AHEM/1976.

Podmínky a průběh měření

Měření bylo provedeno při jízdě a při stání vozu v dýchací zóně sedícího pracovníka.

Měření A – stání, vzorek č. 1

Měření B – jízda, vzorek č. 2

Měření C – celkový osobní odběr prachu (stání, jízda), vzorek č. 3

Průběh měření:

9,55 h - začátek měření C – odběrová hlavice umístěna na klopu pracovního oděvu strojvedoucího do dýchací zóny

10,00 h - začátek měření A – stání za chodu motoru, volnoběžné otáčky (726 ot/min.),
teplota vzduchu $t = 24,7 \text{ }^\circ\text{C}$, relativní vlhkost $rh = 51 \%$

10,35 h - konec měření A

11,00 h - přerušeno měření C (oběd, strojvedoucí mimo kabinu),

13,05 h - začátek měření B – jízda provozní rychlostí 15 km/hod. (1100 – 1300 ot/min.)
teplota vzduchu $t = 29,4 \text{ }^\circ\text{C}$, relativní vlhkost $rh = 39 \%$

13,10 h – znovu spuštěno měření C

14,00 h - konec měření B

teplota vzduchu $t = 30,3 \text{ }^\circ\text{C}$, relativní vlhkost $rh = 54 \%$

14,30 h - konec měření C

Venkovní podmínky: polojasno, slabý vítr, průměrná venkovní teplota $t_e = 22,3 \text{ }^\circ\text{C}$,
průměrná relativní vlhkost $rh = 42 \%$.

Výsledky měření

Výsledky měření jsou uvedeny v tab. 12, zjištěná celková koncentrace prachu je udávána v mg/m^3 .

Tab. 12: Celková koncentrace prachu

Měření č.	Průtok (l/min)	Doba odběru (min)	Odebraný objem vzduchu (m^3)	Navážka prachu (mg)	Koncentrace prachu (mg/m^3)
A 1	16,4	35	0,57	0,17	0,30
B 2	16,4	55	0,90	0,37	0,41
C 3	2,2	140	0,31	0,12	0,39

4.4.4 Měření umělého osvětlení a denních a nočních jasových poměrů

Použitá metodika měření

Měření osvětlení bylo provedeno Standardní metodikou pro měření a hodnocení světelných podmínek pracovišť a jiných vnitřních prostorů, dále byly respektovány: ČSN 36 0450 Umělé osvětlení vnitřních prostorů, ČSN 36 0010 Měření světla, ČSN 360011-1 a ČSN 360011-3 Měření osvětlení vnitřních prostorů, ČSN 36 0008 Oslnění, jeho hodnocení a zábrana, TNŽ 28 5201 Kabina strojvedoucího.

Popis osvětlovací soustavy

Celkové osvětlení kabiny je provedeno dvěma svítidly s mléčným krytem na stropě nad řídicími pulty (kolmo na osu kabiny). Každé svítidlo je osazeno 1 ks zářivky (24W C - MEGALUX SEC -SR) pro plné osvětlení a 4 ks sufitových žárovek (5W Tesla) pro tlumené osvětlení. Osvětlení ukazatelů je samostatné (žárovka sufit pro osvětlení rychloměru + žárovky Ba 9s pro osvětlení přístrojů) a má 2 stupně regulace intenzity osvětlení.

Měření intenzity umělého osvětlení (noční osvětlení)

Měření bylo provedeno při těchto režimech svícení:

- I. Plné osvětlení v kabině
- II. Tlumené osvětlení kabiny

Při všech režimech bylo rozsvícené plné osvětlení ukazatelů (stupeň 2).

Měření na určených místech bylo provedeno 3x, průměrné hodnoty osvětlenosti (E_p) v luxech (lx) a rovnoměrnosti osvětlení (r) jsou uvedeny v tab. 13.

Měření jasů při umělém i denním osvětlení kabiny strojvedoucího

Jasy jsou rozhodující pro dobré rozlišení údajů zobrazovací jednotky a displejů, byly měřeny jasoměrem z místa sedící obsluhy pro plné a tlumené osvětlení. Měření bylo

podrobné a rozsáhlé, protože se přímo nedotýká řešené problematiky a dokladuje pouze komplexnost zkoušek, výsledky měření zde neuvádím.

Tab. 13: Intenzity osvětlení E_p v lx a rovnoměrnost osvětlení $r = E_{\min} : E_p$

Místo měření	Režim svícení					
	stanoviště I			stanoviště II		
	E_p (lx)		r	E_p (lx)		r
	střed	průměr		střed	průměr	
kabina ve výši řídicího pultu	72	89,2	0,68	2,9	4,7	0,62
podlaha	57	38	0,39	nehodnoceno $E_p < 1lx$		
řídicí pult I – panel ovládačů	132	147,1	0,89	6,4	6,6	0,89
řídicí pult I – panel ukazatelů	156			6,8		
řídicí pult II – panel ovládačů	129	130,1	0,88	5,9	6,3	0,90
řídicí pult II – panel ukazatelů	140			6,2		
centrální pult	92*	91,6	0,62	4,2*	3,8	0,55

* - v místě monitoru

4.5 Měření letních mikroklimatických podmínek v kabinách řidičů MHD

Na rozdíl od kabiny strojvedoucího ČD je pracovištěm řidiče MHD velmi malý prostor, někdy volně propojený s prostorem pro cestující, jindy částečně nebo úplně oddělený. Jen malá část autobusů, trolejbusů a tramvají MHD, především starší typy, je vybavena klimatizací a pokud ano, řidiči ji odmítají pouštět z důvodu hluchosti a nepříjemného „průvanu“.

Na základě stížností bylo provedeno měření mikroklimatických parametrů v kabinách řidičů autobusů (v Praze, Litvínově, Mostě), trolejbusů (v Hradci Králové) a tramvají (v Praze). Celkem bylo proměřeno 24 kabin řidičů při různých venkovních klimatických podmínkách. Metodika a postup měření byly stejné jako při měření v kabinách strojvedoucích.

Výsledky měření

V tab. 14 jsou uvedeny pouze průměrné naměřené hodnoty. Je vypočtena i operativní teplota a uvedena střední radiační teplota – viz výpočtové vztahy [1] až [3].

Tab. 14: Mikroklimatické parametry v kabinách řidičů MHD a venkovní teplota

* klimatizované kabiny, zvýrazněno je nedodržení limitů

Řidič č.	Prům.venk. teplota vzduchu T_e (°C)	Hodnoty v kabině řidiče				
		Teplota vzduchu t_a (°C)	Operativní teplota t_o (°C)	Radiační teplota t_r (°C)	Rychlost proudění ($m.s^{-1}$)	Relativní vlhkost (%)
A u t o b u s y						
1*	23,1	24,0	23,4	23,8	0,08	58
2*	22,4	23,0	24,9	25,8	0,10	58
3*	26,5	28,1	28,1	28,1	0,30	35
4*	23,8	23,2	23,6	24,0	0,22	59
5	29,8	31,4	33,3	35,4	0,30	34
6	24,2	25,1	25,1	25,1	0,28	49
7	22,6	26,3	26,0	25,7	0,13	58
8	29,0	31,5	33,8	36,3	0,29	34
9	29,2	31,2	32,1	33,0	0,08	37
10*	29,8	27,0	28,4	29,8	0,18	38
11	30,8	31,9	32,5	33,3	0,42	29
12	31,2	32,0	32,6	33,6	0,51	35
13	33,4	35,6	37,9	40,4	0,27	35
14	23,4	28,6	29,7	31,4	0,42	45
15	26,2	28,9	31,7	35,3	0,36	32
16	25,9	29,5	30,8	32,1	0,15	47
T r o l e j b u s y						
17	25,1	27,8	28,4	29,0	0,21	44

18	27,4	28,8	29,3	29,8	0,16	57
----	------	------	-------------	------	-------------	----

Pokračování Tab. 14

Řidič č.	Prům.venk. teplota vzduchu T_e (°C)	Hodnoty v kabině řidiče				
		Teplota vzduchu t_a (°C)	Operativní teplota t_o (°C)	Radiační teplota t_r (°C)	Rychlost proudění ($m.s^{-1}$)	Relativní vlhkost (%)
T r a m v a j e						
19	25,0	26,1	26,1	26,1	0,30	41
20	30,5	33,4	35,7	38,0	0,09	38
21	33,5	35,1	35,8	36,9	0,46	33
22	30,2	35,6	36,4	37,5	0,36	38
23	26,9	29,3	30,1	31,3	0,39	48
24	27,4	31,7	31,2	32,6	0,35	42

Hodnocení

Požadavky na hodnoty **optimálních** teplot, proudění a relativní vlhkosti vzduchu pro řidiče MHD (třída práce IIa) jsou podle NV č. 361/2007Sb.:

operativní teplota vzduchu $t_o = 20 \pm 2$ °C

rychlost proudění vzduchu $v_a = 0,1 - 0,2$ $m.s^{-1}$

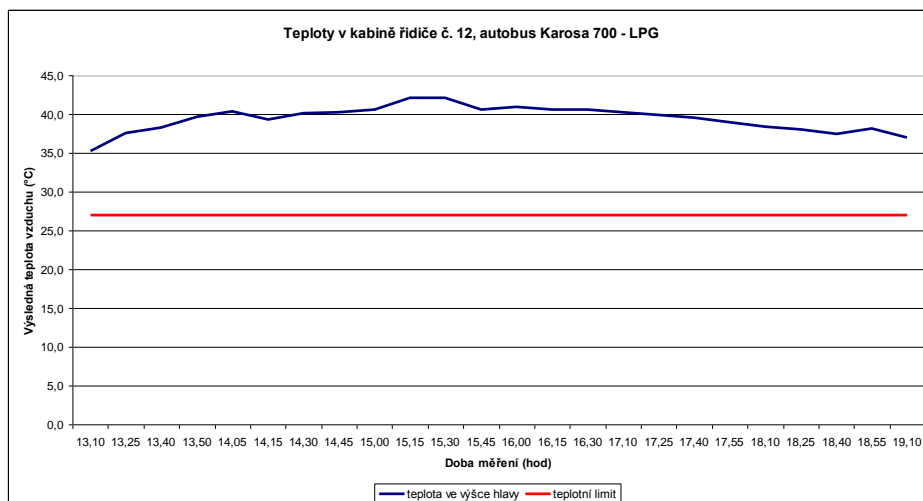
relativní vlhkost vzduchu $rh = 30 - 70$ %

Přípustné teploty vzduchu $t_o = 20 - 27$ °C

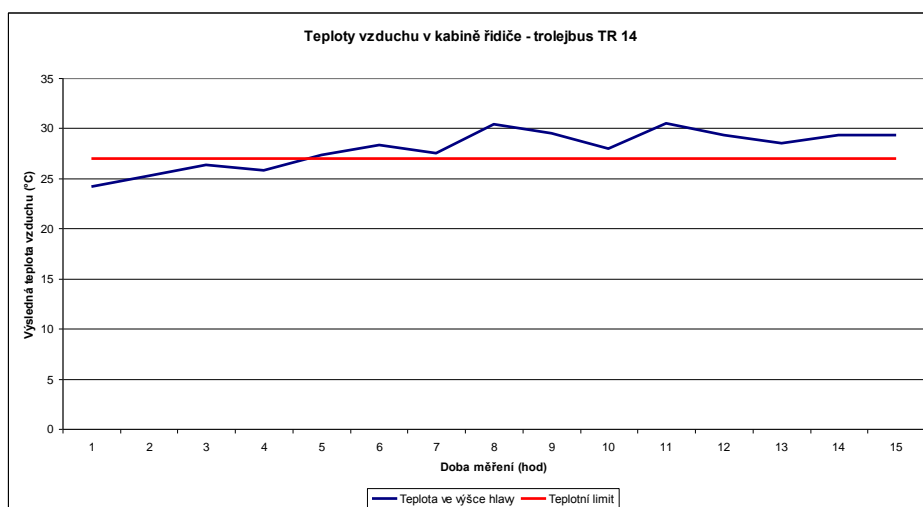
Dlouhodobě únosná doba práce – celosměnově únosná bez omezení do 34 °C (to je teplota, kdy by nemělo být ohroženo zdraví zdravého člověka, ale člověk již pociťuje značný tepelný diskomfort).

Z 24 sledovaných kabin řidičů MHD byly v 18 případech výrazně překročeny únosné teploty pro daný typ práce, hodnoty optimální byly pouze na třech pracovištích, ale pouze v části pracovní směny. V několika případech byly překročeny limity i pro dlouhodobě únosnou dobu práce. V tomto případě je zcela nezbytné dodržovat zvýšený pitný režim a zařadit přestávky na odpočinek.

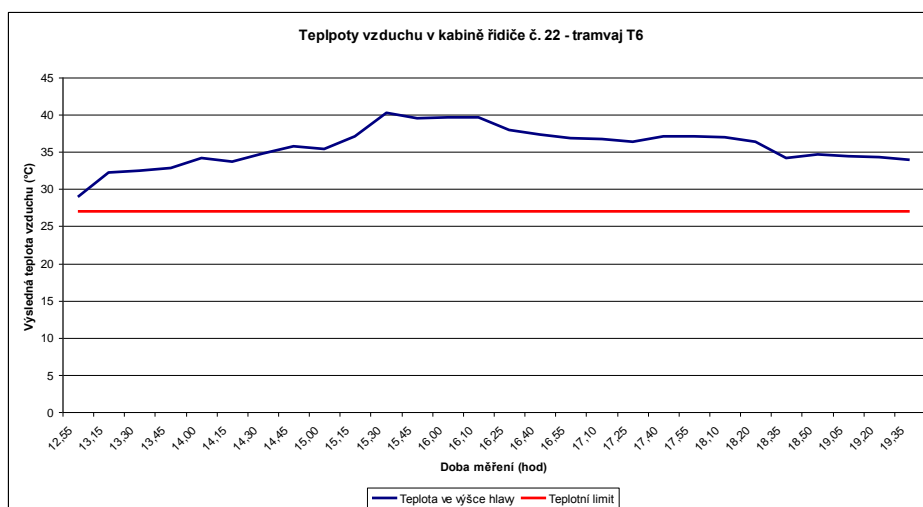
V následujících grafech 1 až 3 jsou ukázky celosměnových průběhů teplot v porovnání s ještě přípustným teplotním limitem 27 °C. Teploty se měnily v závislosti na venkovních teplotách, přímém osálení kabiny řidiče i na tom, zda trasa vedla volnou krajinou nebo zástavbou.



Graf 1: Autobus



Graf 2: Trolejbus



Graf 3: Tramvaj

4.6 Měření letních mikroklimatických podmínek v kabinách řidičů meziměstské dopravy

Podmínky měření

Měření proběhlo na několika autobusových linkách za obvyklých provozních podmínek – viz obr. 5 a 6. Dne 29. 7. 2008 na lince Olomouc AN – Kroměříž AN a zpět, bus 0305, C 954 ELC – Karosa IVECO, dne 30. 7. 2008 na stejném typu autobusu na linkách Olomouc AN – Prostějov – Lutín – Olomouc AN a Olomouc AN – Tršice a zpět. Od cca 12,30 hod byl autobus na 2 hodiny odstaven ve stínu pod tříškou na AN Olomouc. Autobusy neměly klimatizaci, oba řidiči jeli s otevřeným oknem – s šířkou štěrbinou od 5 do 25 cm.

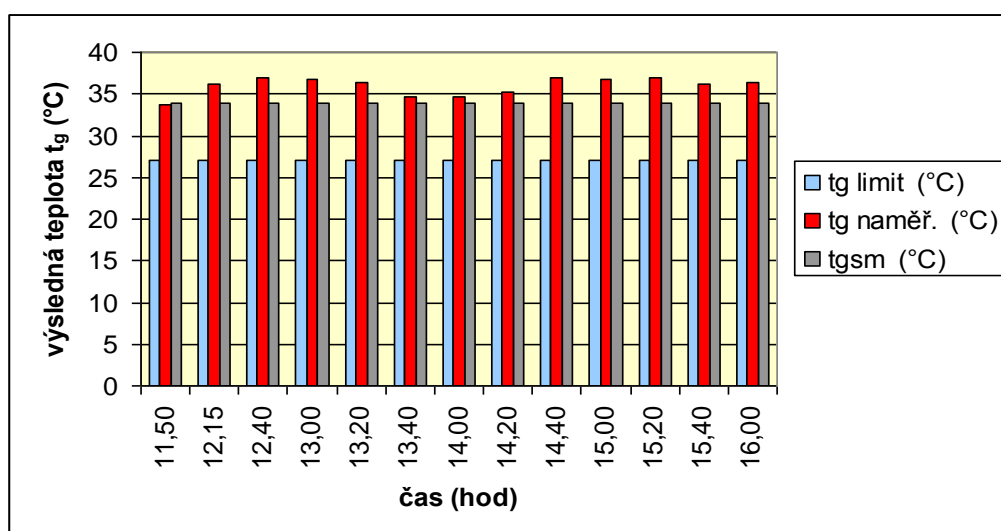
Maximální venkovní teploty dne 29. 7. byly 27,4 °C, dne 30. 7. byly 27,8 °C.

Výsledky měření

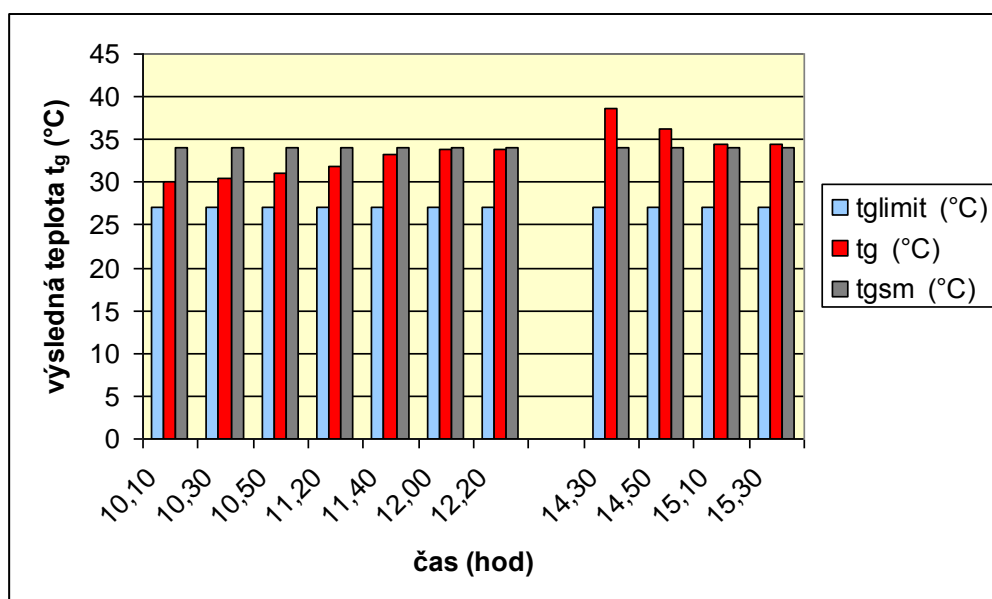
V tab. 14 uvádím pouze průměrné hodnoty, jednotlivé naměřené hodnoty v porovnání se stanoveným limitem jsou v následujících grafech 4 a 5. Pro toto měření byla vypočtena i operativní teplota – výpočet dokazuje, že se při rychlostech proudění vzduchu < 0,2 m.s⁻¹ jen nepatrně liší od výsledné teploty kulového teploměru a není třeba ji počítat.

Tab. 14: Průměrné hodnoty naměřených mikroklimatických veličin – kabiny řidičů autobusů

Datum měření	Výsledná teplota t_g (°C)	Operativní teplota t_o (°C)	Teplota vzduchu t_a (°C)	Rychlost proud. vzduchu v_a (m.s ⁻¹)	Rel. vlhkost vzduchu rh (%)	Výsl.tep. nad přístr. deskou t_g (°C)	Rychlost proud. vzduchu v_a (m.s ⁻¹)
29.7.2008	35,8	35,7	34,6	0,21	28	43,8	0,18
30.7.2008	33,5	33,4	32,8	0,28	32	36,0	0,19



Graf 4: Porovnání naměřených výsledných teplot (červené sloupce) s přípustným teplotním limitem pro řidiče autobusů (sv. modré sloupce) a limitem pro dlouhodobě únosnou dobu práce (šedé sloupce) – pro třídu práce IIa podle NV č. 361/2007 Sb. – měření ze dne 29. 7. 2008



Graf 5: Porovnání naměřených výsledných teplot (červené sloupce) s přípustným teplotním limitem pro řidiče autobusů (sv. modré sloupce) a limitem pro dlouhodobě únosnou dobu práce (šedé sloupce) – pro třídu práce IIa podle NV č. 361/2007 Sb. – měření ze dne 30. 7. 2008

Hodnocení

Při shora uvedeném měření letních mikroklimatických podmínek v kabinách řidičů meziměstské autobusové dopravy **byly vždy překročeny přípustné teplotní limity** pro tento typ práce. Z porovnání naměřených hodnot s hodnotami uvedenými v tabulkách č. 1a a 1b Přílohy 1, Části B, NV č. 361/2007 Sb. vyplývá, že v době měření – 29. 7. a odpoledne 30. 7. byly **mírně překročeny i limity pro dlouhodobě únosnou dobu práce**. Také v tomto případě je nutné dodržovat pitný režim a najít možnost odpočinku řidičů.

5. Diskuze

Sledované profese - strojvedoucí nebo řidič - by měly být prováděny na pracovišti, kde jsou zajištěny optimální podmínky prostředí ve všech parametrech, aby nedocházelo k nadměrné únavě a nesoustředěnosti pracovníka. Únavu samozřejmě ovlivňuje i psychická náročnost prací a jak jsme v terénu zjistili i časté nedodržování pitného režimu. Jsou to také pracoviště specifická z pohledu prostorových požadavků i jejich uspořádání.

Pro zmapování situace na pracovištích strojvedoucího ČD jsem vybral dva naprosto rozdílné případy – klimatizovanou moderní kabinu „Pendolina“, kde jsou technickými opatřeními zajištěné odpovídající mikroklimatické podmínky i dodržení ostatních limitů pro jednotlivé parametry vnitřního prostředí a kabinu posunovací lokomotivy, kde se strojvedoucí neobejde bez otevřeného okna, takže i sebelepší klimatizace by byla pro zajištění teplotních limitů málo platná.

Opravdový problém je na pracovištích řidičů MHD i dálkových spojů – pokud nemají k dispozici moderní klimatizované autobusy. Situace na těchto pracovištích je stejná, jako u všech ostatních přirozeně větraných pracovišť – je závislá na venkovní teplotě. Pokud řidiči jezdí mezi rozpálenými budovami na rozpálených asfaltkách, kabina je trvale osluněna apod., roste teplota uvnitř ještě výše. My cestující máme v létě občas problém ve vyhřátém dopravním prostředku „přežít“, jsme tam ale jen po dobu naší cesty – řidič je v této teplotě téměř celou směnu.

Řešení je zdá se jasné – klimatizace. Ale u starších typů vozidel je instalace dodatečné klimatizace většinou technicky neproveditelná – o finančních nákladech už vůbec nikdo nechce diskutovat. Do kabin jsou proto namontované malé ventilátorky, které si mají řidiči pouštět a rychle proudícím vzduchem, který odpařováním potu ochlazuje tělo, si trochu ulevit od tepelné zátěže (i usínání). Ale ne každý tento „průvan“ bez obtíží snáší. Takže nezbývá než čekat na nový vozový park a zatím řidičům poskytnout aspoň možnost zázemí v cílových stanicích, kde si mohou odpočinout a pořádně se napít a najíst.

Doufám, že se mi v této práci podařilo naplnit stanovené cíle a dokázat platnost uvedených hypotéz. Prováděná měření nejsou komplikovaná, jsou jen náročná na čas a na vlastní domluvu s provozovateli jednotlivých linek nebo výrobců i konečných řidičů a strojvedoucích. Jsem rád, že jsem měl možnost se terénních měření zúčastnit a s danou problematikou se na místě seznámit.

6. Závěr

Doufám, že se mi v této práci podařilo naplnit stanovené cíle a dokázat platnost uvedených hypotéz. Prováděná měření nejsou komplikovaná, jsou jen náročná na čas a na vlastní domluvu s provozovateli jednotlivých linek nebo výrobců i konečných řidičů a strojvedoucích. Jsem rád, že jsem měl možnost se terénních měření zúčastnit a s danou problematikou se na místě seznámit.

7. Seznam doporučené literatury

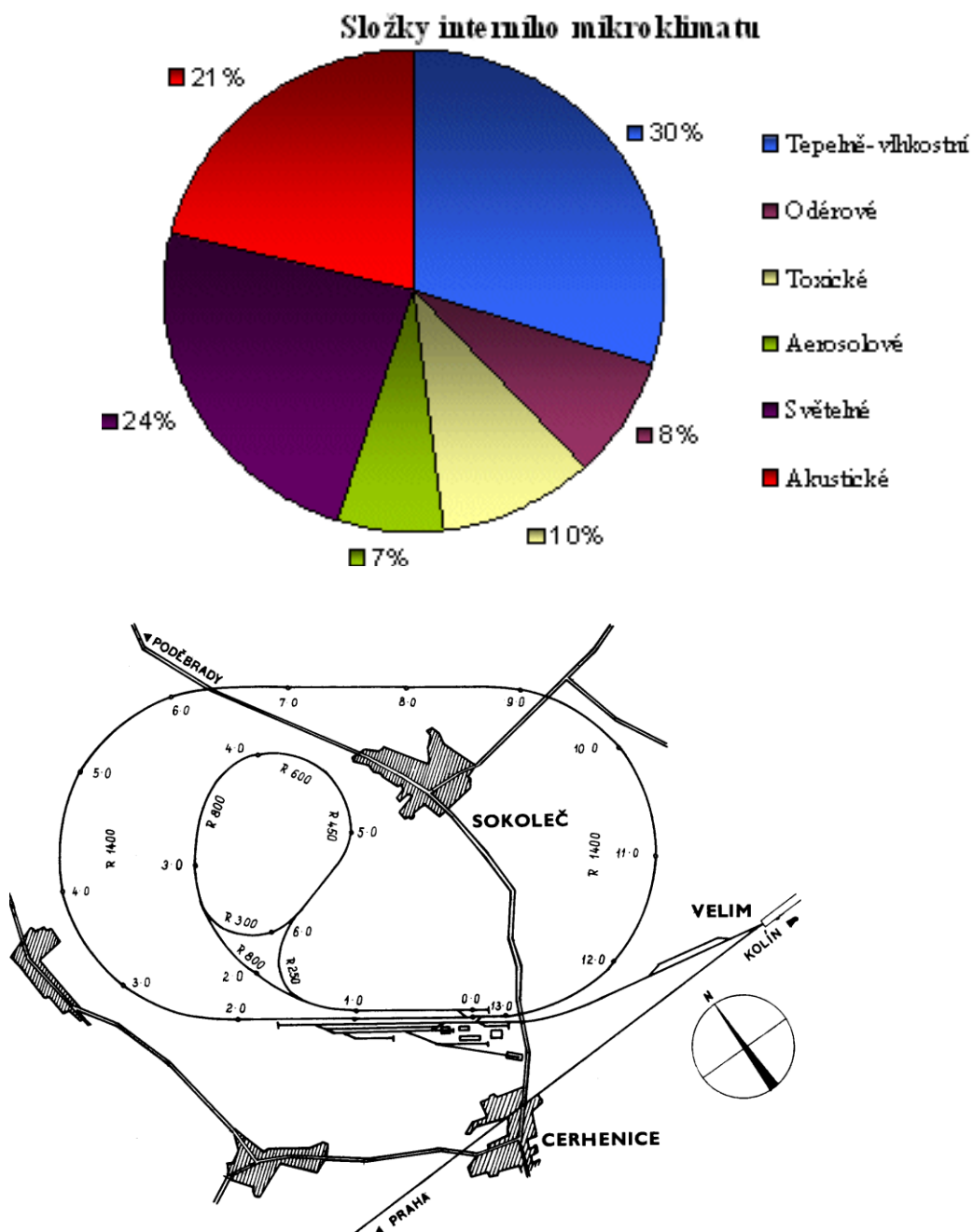
- [1] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky zdraví při práci
- [2] Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb.
- [3] TNŽ 28 5201 Kolejová vozidla – železniční, Kabina strojvedoucího
- [4] TUČEK, M.-CIKRT, M.-PELCOVÁ, D. *Pracovní lékařství pro praxi: příručka s doporučenými standardy*. 1. vydání. Praha: Grada publishing, 2005. 328 s. ISBN 80-247-0927-9.
- [5] Portál TZB-info, Větrání, klimatizace, ISSN 1801-4399

8. Klíčová slova

Mikroklimatické podmínky; teplota, vlhkost a rychlost proudění vzduchu; tepelná zátěž, kabina strojvedoucího; větrání; vytápění

9. Přílohy

Obr. 1: Vnímání stavu prostředí nejvíce ovlivňují tepelně vlhkostrní podmínky, více než světelné a hlukové



Obr. 2: Schéma zkušební okruhu pro zkoušky drážních vozidel

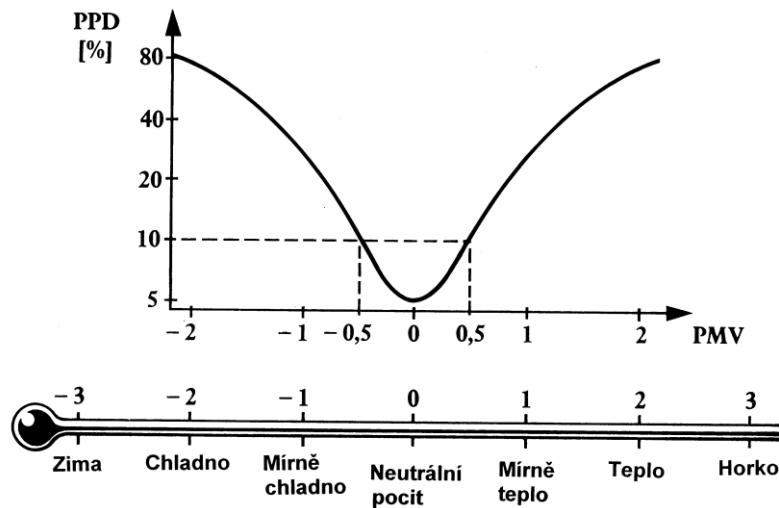


a)



b)

Obr. 3: Měření výsledné teploty kulovým teploměrem Vernon-Jokl a teploty a vlhkosti vzduchu datalogerem ve výšce a) kotníků a břicha, b) ve výšce hlavy strojvedoucího



Obr. 4: Procenta osob nespokojených (PPD) s daným tepelným stavem prostředí (PMV) podle ČSN EN ISO 7730 – PPD 10 % odpovídá optimálnímu tepelnému stavu prostředí



Obr. 5: Typ sledovaného autobusu

Obr. 6: Umístění kulových teploměrů



