

Ing. Miroslav KUČERA, Ph.D.
doc. Ing. Richard NOVÝ, CSc.
ČVUT Praha, Fakulta strojní,
Ústav techniky prostředí

Měření průtoku a tlakové poměry v tunelech metra

Measurement of Flow Rate and Pressure Conditions in Subway Tunnels

Recenzent
Ing. Miroslav Novák

Článek pojednává o měření průtoku a tlaku vzduchu v traťové propojce č. 2 trasy metra A Dejvická – Bořislavka. Vytyčuje problémy a úskalí tohoto měření a uvádí konkrétní výsledky a závěry z měření.

Klíčová slova: měření tlaku, průtok vzduchu, pístový efekt, hromadná doprava, metro, Praha

The article discusses measurement of air flow rate and air pressure in the track cross-passage no. 2 of the metro line A Dejvická - Bořislavka. It defines problems and pitfalls of this measurement and provides concrete results and conclusions of the measurement.

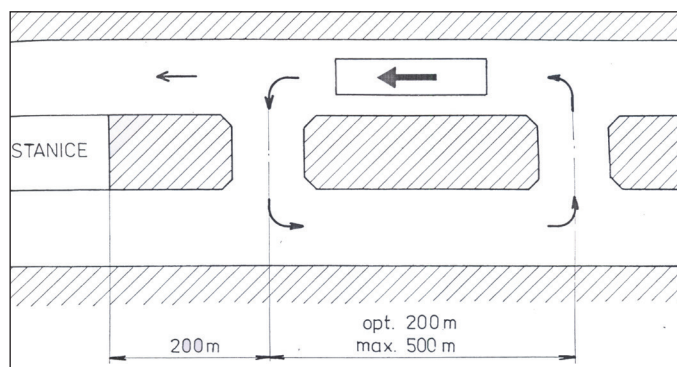
Keywords: pressure measurement, air flow rate, piston effect, public transportation, metro, Prague

ÚVOD

Většina vzduchotechniků i topenářů je zvyklá na ustálené poměry proudění tekutin v kanálech. Proudění vzduchu v tunelech metra je určitou zvláštností. Pokud se jedná o jednosměrný jednokolejový provoz, jde o záležitost na první pohled jednoduchou, avšak existence tzv. „propojek“ mezi souběžnými tunele komplikuje. Podzemní prostory metra jsou samozřejmě větrány nuceně ventilátory, jejichž provoz je ustálený. Z toho by měly vyplývat i ustálené rychlostní poměry v tunelech metra, do situace ale velmi významným způsobem vstupují průjezdy jednotlivých vlaků. Na stavu proudění v tunelu se tudíž významným způsobem podílí tzv. pístový efekt.

Pístový efekt se projevuje i v tunelech pro automobilovou dopravu, kde je však odlišný. Důvodem je malý poměr čelního průřezu automobilu k průřezu tunelu v kontrolovaném bodu. Čelní průřez automobilů, zvláště osobních, je relativně malý oproti ploše řezu tunelem, v jednosměrných jednokolejných tunelech metra je tomu naopak. Čelní plocha vagonu metra činí cca 9,5 m² a jednokolejné tunely např. nové části metra mezi stanicí Dejvická – Nemocnice Motol mají průřez cca 20 m².

Pístový efekt způsobený jízdou vlaku jednokolejným tunelem vytváří tlakové změny, které následně při vyrovnávání tlaku s okolním prostředím vyvolávají intenzivní proudění vzduchu. Průjezd vlaku tunelem je možné připodobnit pohybu pístu v potrubí nerovnoměrnou rychlostí. Část vzduchu pak proudí mezerou mezi pístem a potrubím v opačném směru proti pohybu pístu. Píst vyvolává před sebou proudění v trubici ve stejném směru, jako je jeho pohyb, a na opačném konci způsobuje přísávání. Na tlakový rozdíl před a za vlakem má významný vliv rychlost vlaku, jeho



Obr. 1 Funkce traťové propojky [4]

Fig. 1 Function of the track cross passage [4]

délka, která činí cca 100 m (5 vagonů), tvarování přední a zadní části vlaku, délka a drsnost stěn tunelu, tvar portálů tunelu a v neposlední řadě i jízda ostatních vlaků. Při rychlosti vlaku okolo 80 km/h je maximálně možný statický tlak na čelní straně prvního vagonu $p_{st} = 296$ Pa. Při aerodynamickém součiniteli nižším než 1 vychází průměrný statický tlak na čelní ploše vlaku samozřejmě nižší. Za vlakem se vytváří podtlak.

Vlak se ze stanice rozjede a vzniklý přetlak před vlakem a podtlak za vlakem způsobí nežádoucí proudění vzduchu v prostoru stanic a ve výstupcích na povrch. Jednou z možností, jak zmírnit rychlost proudění vzduchu do stanice, je snížení vjezdové rychlosti vlaku. Tato možnost není realizovatelná v době špičky, kdy je krátký interval mezi soupravami.

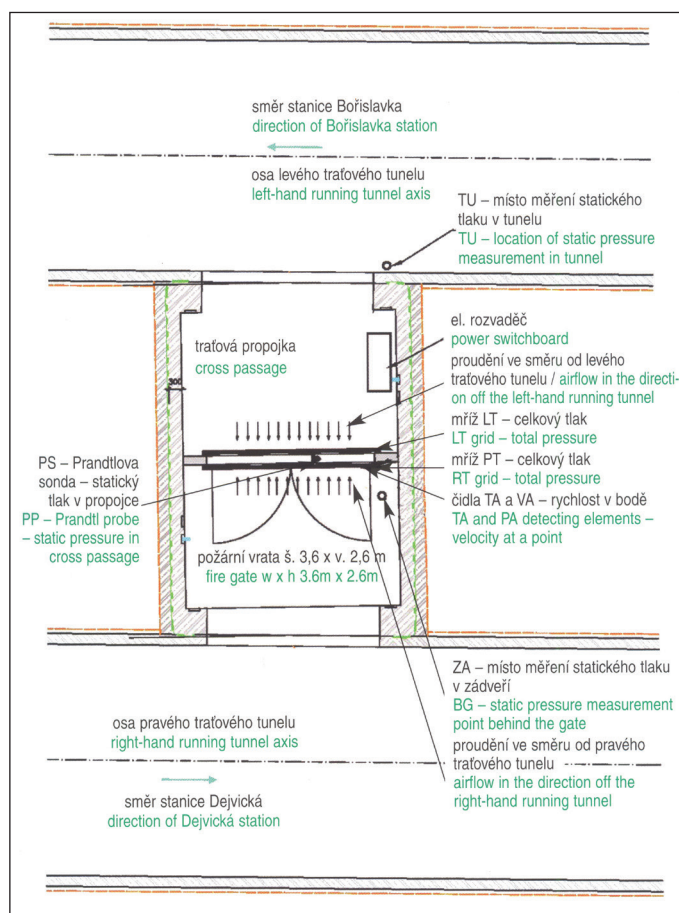
Na dosah pístového efektu v prostoru pro cestující působí řada vlivů, které jsou dány tvarem a rozměry vlaku, konstrukcí traťového tunelu, a zvláště uspořádáním prostorů pro cestující. Významněji se pístový efekt projevuje u hloubených stanic nízkou pod povrchem s velmi krátkými a přímými přístupovými cestami.

Aby se omezilo proudění vzduchu tunelem před vlakem (na velkou vzdálenost – až do nejbližší stanice), vytvářejí se mezi souběžnými jednokolejnými tunele tzv. propojky. Při maximální snaze o potlačení průtoku vzduchu tunely metra by bylo nutno propojovací tunely navrhovat s malou roztečí, což by samozřejmě prodražovalo celou stavbu.

Podle SGŘ DP hl. m. Prahy č. 9/2009 Zásady požární ochrany pro projektování a výstavbu pražského metra [5] je nutné mezi jednokolejnými tunele pro evakuaci osob a nástup záškových jednotek v případě požáru vytvořit maximálně každých 200 m spojovací chodby. Spojovací chodby musí být vybaveny požárními dveřmi o šířce min 0,9 m, které mohou být za běžného provozu v otevřené poloze.

Z hlediska snížení vlivu pístového efektu je takový průřez spojovacího tunelu zcela nedostačující. Pro co nejeftivnější snížení pístového efektu by bylo vhodné, aby průřez propojky byl shodný s průřezem traťového tunelu, tedy cca 20 m². Protože však ze statického hlediska není možné tak velkou propojku zbudovat, byl jejich průřez zmenšen na 15,25 m². Tyto spojovací chodby (propojky) jsou dlouhé cca 8 až 10 m, což je v podstatě dáno vzdáleností paralelních traťových tunelů. Schéma tunelové propojky je uvedeno na obr. 2.

Pro splnění požadavku požární ochrany byly v propojkách instalovány požární dvoukřídlové dveře o šířce 3,6 m a výšce 2,7 m. Tyto dveře jsou trvale otevřené a zajištěné elektromagnety dimenzovanými na zatížení



Obr. 2 Schéma tunelové propojky v traťovém úseku st. Dejvická – Bořislavka a označení měřicích míst

Fig. 2 Scheme of the tunnel cross passage in the track section st. Dejvická – Bořislavka and marking of the measuring points

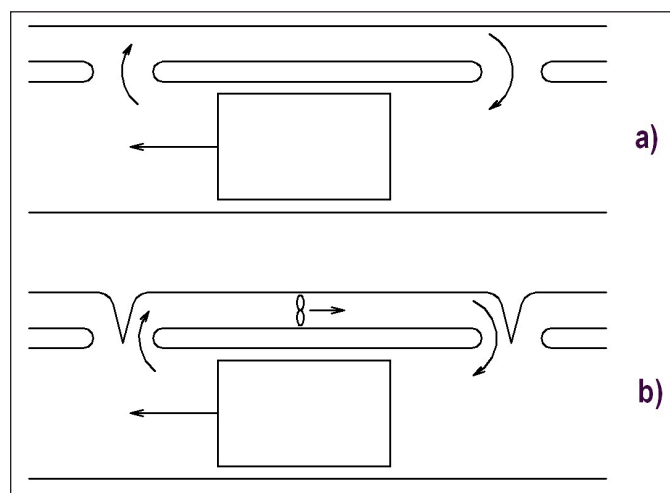
1800 N. V případě požáru se automaticky uzavřou a pro evakuaci cestujících pak slouží dvoje menší dveře osazené v křídlech vrat. Jednotlivé propojky jsou, jak bylo výše uvedeno, od sebe vzdáleny každých 200 m.

Provoz na nově otevřené trase ukázal na nedostatky, které souvisí s nejistou funkcí magnetů zajišťujících otevřenou polohu dveří a v případě nutnosti jejich dálkové uzavření. Dynamický průběh tlakových poměrů v tunelu metra má za následek namáhání zajišťovacích magnetů a tím nebezpečí jejich uvolnění, při němž by došlo k nekontrolovanému pohybu vrat při průjezdech vlaků a jejich možnému poškození.

Uvedené poznatky byly příčinou, že se firma Metroprojekt začala zajímat o konkrétní hodnoty tlakových a rychlostních poměrů v propojkách nově otevřené trasy metra A. Za tímto účelem bylo realizováno měření s cílem stanovit průběhy rychlostí vzduchu a tlakové poměry v propojkách v závislosti na čase a dopravní situaci.

SNÍŽENÍ PÍSTOVÉHO EFEKTU

Rozsáhlou prací na téma možnosti snížení pístového efektu v pražském metru je zpráva vzniklá v bývalém VÚV v Praze – Malešicích [3]. V této zprávě jsou shrnuty tehdy dosavadní způsoby snižování pístového efektu metodou velkých propojek v těsné blízkosti stanic. Dále rozbor tlakových poměrů, průtoků v traťovém tunelu a vliv konstrukce a drsnosti traťového tunelu na proudění vzduchu. V neposlední řadě má na pístový efekt vliv i provedení stanice a provozní podmínky vlaku. Značná část práce je



Obr. 3 Propojení tunelu před a za vlakem: a) bez ventilátoru; b) s ventilátorem [3]

Fig. 3 Linking of the tunnel in front of and behind the train: a) without fan; b) with fan [3]

věnována způsobům omezení pístového efektu podle zkušeností z dostupné zahraniční literatury, např. propojením tunelu před a za vlakem (obr. 3), dále oddělení kolejí od stanice dveřmi nebo propojení traťových tunelů s povrchem větracími šachtami. Pro pražské metro byly jako nejhodnější způsoby omezení pístového efektu a nepříjemného proudění vzduchu v prostorech pro cestující navrženy propojky traťových tunelů o průřezu, který odpovídá přibližně dvojnásobné velikosti traťového tunelu, a v prostoru pro cestující zvýšení odporu vstupů do stanic, tedy vybudování zádveří s vyšší tlakovou ztrátou.

Výsledky jednoho z měření mezitunelové propojky dnešního typu uvádí [4]. Tato zpráva navazuje na předchozí teoretický rozbor [3]. Cílem měření bylo ověřit snížení pístového efektu realizací malých mezitunelových propojek o průřezu 20 m² srovnatelných s rozměry traťového tunelu. Do té doby byly realizovány tzv. velké spojky v těsné blízkosti stanic o průřezech 100 m². Jejich neúčinnost na zmírnění pístového účinku byla v polovině 80. let potvrzena řadou měření.

Měření proudění v tunelové propojce bylo realizované v květnu 1986 v úseku trasy C mezi stanicemi Pražského povstání – Mládežnická (dnešní stanice Pankrác). Pro měření byly použity dva snímače. Žárový anemometr a vrtulkový anemometr. Oba snímače byly umístěny uprostřed propojky. Současně byl na magnetofonový pásek zaznamenán hluk v propojce, který následně sloužil k identifikaci průjezdu vlaku. Měření bylo realizováno vzhledem k tehdejší možnostem pouze v první ranní hodině provozu metra cca do 5:40 hodin. Z výsledků měření vyplývá, že rychlost v propojce se pohybuje v rozsahu 5 až 6,5 m/s, což – jak bude dále patrné – je v souladu s našimi změřenými hodnotami. Po průjezdu vlaku nastává druhý vrchol – sání za vlakem, při kterém dosahuje rychlost proudění vzduchu 3 až 3,5 m/s.

Ve zprávě je dále doporučeno realizovat mezitunelové propojky o minimálním průřezu 20 m² ve vzdálenostech 150 až 200 m. Důvodem definování této vzdálenosti je zvýšení účinnosti při snižování pístového efektu četností propojek a tím současně minimalizace vlivu projíždějícího vlaku druhým tunelem na funkci propojky.

MĚŘICÍ PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ

Volba přístrojového vybavení pro předemtné měření vycházela především z nutnosti automatického záznamu požadovaných veličin. Např. měření

tlakových poměrů (statický tlak, dynamický tlak) vyžaduje mít k dispozici převodníky v požadovaném rozsahu dynamicky se měnících tlaků.

Vlastní snímání tlaků závisí na požadovaných informacích. Zvláště důležitou informací pro objednavatele je průtok vzduchu průřezem „propojky“. Jak je zřejmé ze schematického nákresu na obr. 2, jedná se v podstatě o průtok rozbočkou (T kus), u které je hlavní část dána průměrem traťového tunelu metra (\varnothing 5,3 m) a průřezem propojky (15,25 m²). Propojovací tunel je možno uzavírat požárními vraty, která mají průřez 9,36 m².

Hrana, přes kterou dochází k ohybu proudnic vzduchu, je ostrá, bez jakéhokoliv zaoblení. To způsobuje odtržení proudnic a výrazný zpětný vír. Již z toho je naprosto jasné, že stanovení průměrné rychlosti proudění vzduchu po průřezu propojky v elementárním časovém úseku je velice problematické. Po zvážení všech dostupných možností bylo přistoupeno k návrhu měřicí mříže, na jejímž povrchu byly realizovány otvory pro snímání celkového tlaku tak, jako je tomu u válcové sondy. Celková dispozice měřicí mříže je na obr. 4. Mříž byla vyrobena z trubek o průměru 40 mm a délky odpovídající šířce vrat, která jsou instalována přibližně uprostřed „propojky“. Rozteč těchto válcových sond byla volena tak, aby



Obr. 4 Umístění měřicích mříží

Fig. 4 Positioning of measuring screens



Obr. 5 Rozmístění Prandtlových sond pro měření statického tlaku, termoanemometru a vrtulkového anemometru pro měření rychlosti proudění v jednom bodě

Fig. 5 Positioning of the Prandtl probes for measuring static pressure, thermo-anemometer and propeller anemometer for measuring the flow velocity at one point

se získala průměrná hodnota signálu odpovídající co nejvíce skutečnému průměrnému dynamickému tlaku v kontrolním průřezu. Z uvedeného je zřejmé, že kontrolní průřez je totožný s průřezem vrat. Jelikož „propojkou“ proudí vzduch ve dvou směrech, při průjezdu vlaku od levého či pravého tunelu, byly vyrobeny dvě měřicí mříže a instalovány v obou předpokládaných směrech proudění. Průměrný tlak (celkový tlak) měřený v příslušném směru jednotlivými válcovými sondami byl sveden do jednoho bodu. Aby bylo možné vyhodnotit průměrný dynamický tlak v kontrolním průřezu, byl paralelně snímán statický tlak v měřicím průřezu Prantlovými sondami (odběr statického tlaku), viz obr. 5.

Objednatel požadoval získání informací také o tlakových poměrech v blízkosti otevřených křídel vrat (zádveří – viz obr. 2) s cílem získat informaci o silách působících na křídlo vrat při průjezdu soupravy metra. Proto byly instalovány odběry tlaku také za křídly otevřených vrat a porovnávány s hodnotami statického tlaku uvnitř kontrolního průřezu. Dále byl snímán tlak v traťovém tunelu a porovnán se statickým tlakem zádveří. Paralelně s měřením tlaků byla v průřezu vrat instalována také v definovaných bodech čidla rychlosti proudění, a to vrtulkový anemometr o průměru 16 mm s rozsahem do 40 m/s a dále termoanemometr s rozsahem do 20 m/s.

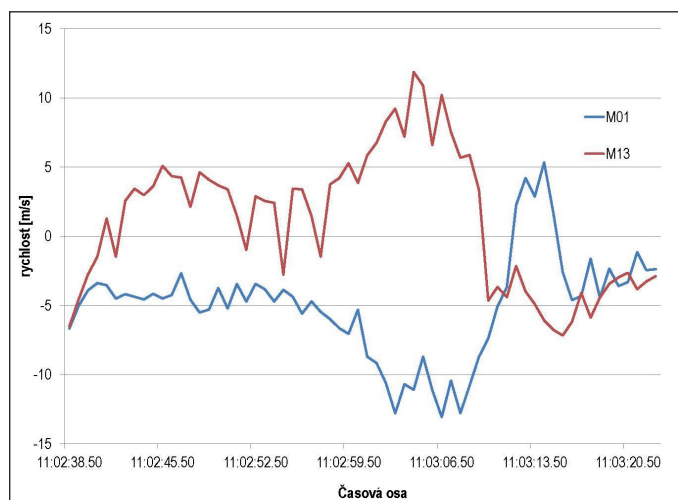
INSTALACE ZAŘÍZENÍ

Pro blíže nezasvěceného čtenáře se může zdát problém instalace měřicího zařízení a měřicích přístrojů jednoduchým problémem. Skutečnost je ale podstatně složitější. Prvním limitujícím faktorem je časový interval, ve kterém je nutné veškerý materiál (několik desítek kilogramů) přenést z nejbližší stanice metra (Bořislavka) do středu (délkové) tunelu mezi stanicemi Bořislavka a Dejvická (přibližně 0,5 km) a provést instalaci měřicích čidel a měřicích přístrojů a následně „propojku“ uklidit a vrátit se do výchozí stanice. Měřicí místo v této vzdálenosti bylo vybráno z toho důvodu, že vlak v tomto místě dosahuje nejvyšších rychlostí. Celkový čas na transport a instalaci byl maximálně 3 hodiny v čase výluky metra mezi půlnocí a třetí hodinou ranní. Zvláště náročným úkolem bylo 100% zabezpečení všech čidel, přístrojů a pomocných materiálů proti pohybu a zcela nepřipustnému uvolnění a úletu do tunelu při průjezdu vlaku.

Měřicí mříže byly fixovány za zárubně vrat svěrkami, jejichž sevření bylo realizováno šrouby. Kabeláž, Prandtlovy sondy a ostatní snímače byly fixovány svěrnými spoji, případně samolepicími páskami a vázacími dráty. Měřicí ústředny byly instalovány ve speciálním boxu, který byl kotven do podlahy. Vše bylo před odchodem podrobně kontrolováno. Zvláštní pozornost musela být věnována úklidu odpadního materiálu a odloženým nástrojům. Skutečnost, že by nějaká tuhá část materiálu byla proudem vzduchu nasáta do prostoru pohybujícího se vlaku, byla zcela nepřijatelná. Vlaky kolem kontrolní „propojky“ projíždějí rychlostí 80 km/h ($w = 22$ m/s), což odpovídá dynamickému tlaku $p_d = 296$ Pa.

MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem bylo měření naplánováno tak, že budou zaznamenána všechna data v časovém kroku 1 s. Významný problém představovala nutnost měření bez přítomnosti obsluhy a nemožnost opakování měření v náhradním termínu. Další úskalí představovala podmínka napojení měřicích ústředí na zdroj napětí. V případě jeho výpadku by se již ústředny nespustily a měření by bylo ztraceno. Cílem měření bylo nalézt extrémní hodnoty tlaků a průtoků propojky při provozu. Pro následné analýzy byla použita data v časovém rozpětí od 5:00 hodiny ranní do 24:00 hodiny. Významnými časovými intervaly provozu metra jsou ranní špička od 6:00 do 9:00 hodin, kdy je interval



Obr. 6 Extrémní hodnoty rychlosti proudění vzduchu v průřezu požárních vrat
Fig. 6 Extreme values of air flow velocity in the cross-section of the fire doors

mezi jednotlivými soupravami metra 120 s. Druhým je pak tzv. sedlo mezi 11:00 a 14:00 hodinou s intervalem vlaků 210 s a posledním je odpolední špička od 16:00 do 19:00 hodin s provozním intervalem 120 s (po 18:00 hodině interval 210 s).

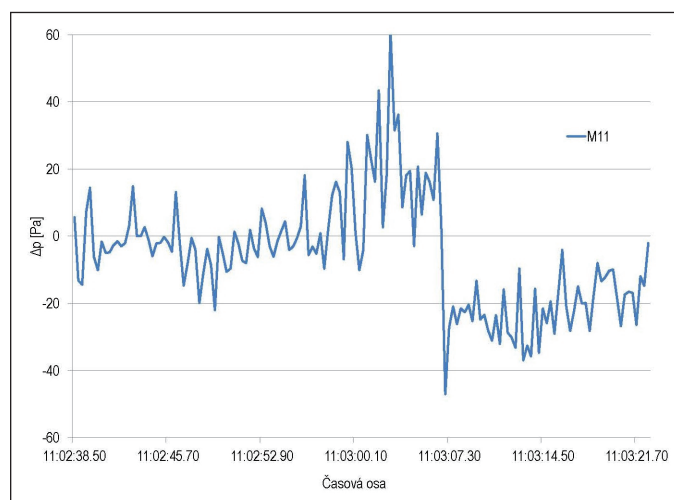
Měřicí mříže byly označeny podle směru proudění od levého tunelu LT a od pravého tunelu PT. Čidlo diferenčního tlaku označené M01 snímalo rozdíl celkového tlaku na mříži LT proti Prandtlově sondě PS (statický tlak), tedy LT - PS. Výsledkem je dynamický tlak pro výpočet střední rychlosti proudění v průřezu požárních vrat v [m/s]. Čidlo označené M03 měřilo diferencii tlaku na mříži PT (celkový tlak) proti Prandtlově sondě PS (statický tlak) PT - PS. Výsledkem je dynamický tlak pro výpočet rychlosti proudění v průřezu požárních vrat (m/s). Na obr. 6 je ukázka naměřených extrémních hodnot z čidel M01 a M03 v závislosti na čase.

Zjištění silových poměrů na křídlech vrat bylo provedeno na základě záznamů čidel M02 a M04. Čidlo M02 měřilo diferencii statického tlaku záďveří ZA proti statickému tlaku TU v levém tunelu, měření rozdílu statického tlaku působícího na pravé křídlo požárních vrat (Pa) ZA - TU. Kladné hodnoty představují směr proudění od pravého tunelu, záporné hodnoty směr proudění od levého tunelu. Ukázku naměřených dat prezentuje obr. 7.

Čidlo M04 zaznamenávalo diferencii záďveří ZA (statický tlak) proti Prandtlově sondě PS (statický tlak) ZA - PS, byl tedy měřen opět rozdíl statického tlaku působícího na pravé křídlo požárních vrat (Pa). Kladné hodnoty reprezentují směr proudění od pravého tunelu, záporné hodnoty směr proudění od levého tunelu (obr. 8).

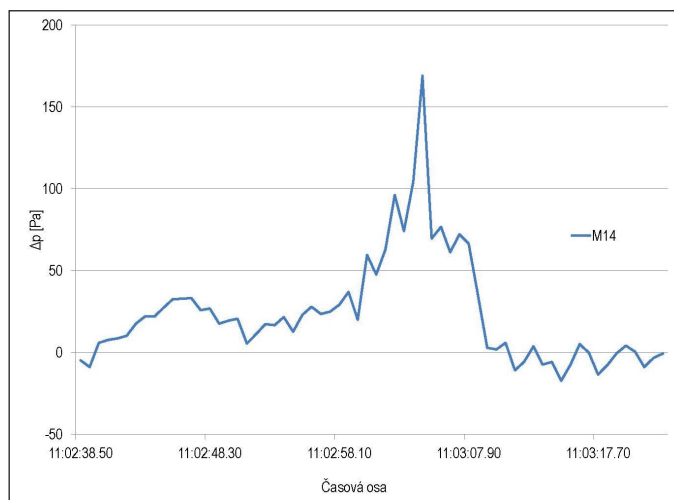
Nezávisle na měření tlaků byly zaznamenávány v jednom bodě průřezu požárních vrat údaje termooanemometru TA a vrtulkového anemometru VA. Dílčí výsledky tohoto měření předkládá graf na obr. 9. Z průběhu je patrná těsná shoda obou záznamů.

Celkové hodnocení výsledků podává přehled o proudění vzduchu tunelovou propojkou. Při průjezdu vlaků proudil otevřenými požárními vraty o ploše 9,36 m² vzduch průměrnou rychlostí 10 až 14 m/s, čemuž odpovídá průtok vzduchu tunelovou propojkou v rozsahu 90 až 130 m³/s. Maximální zjištěné hodnoty udávají průtok vzduchu propojkou až 160 m³/s. Vlak projíždí tunelem rychlostí 60 až 80 km/h, což vyvolává v tratovém tunelu podle [6] a [7] pístový účinek 400 až 500 Pa, jemuž odpovídá proudění vzduchu 160 až 200 m³/s.



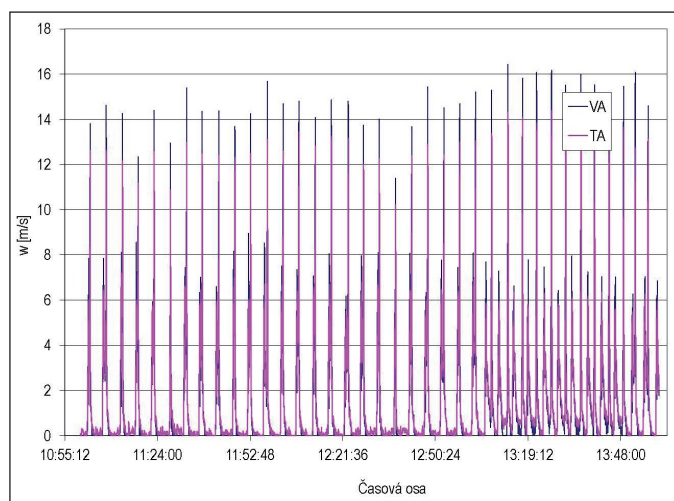
Obr. 7 Extrémní hodnoty rozdílu tlaků záďveří pravého křídla požárních vrat ZA a statického tlaku v levém tunelu TU

Fig. 7 Extreme values of pressure difference behind the right wing of the fire doors ZA and static pressure in the left tunnel TU



Obr. 8 Extrémní hodnoty rozdílu tlaků záďveří pravého křídla požárních vrat ZA a statického tlaku na Prandtlově sondě v průřezu požárních vrat PS

Fig. 8 Extreme values of pressure difference behind the right wing of the fire doors ZA and static pressure from the Prandtl probe in the cross-section of the fire doors PS



Obr. 9 Časová závislost rychlosti proudění vzduchu v průřezu požárních vrat měřená termooanemometrem TA a vrtulkovým anemometrem VA

Fig. 9 Time-dependent air flow velocity in the cross-section of the fire doors measured by thermo-anemometer TA and propeller anemometer VA

Pístový účinek vyvolaný jedoucím vlakem vytváří v traťové propojce změny tlaku. Nárůst tlaku na hodnoty až 180 Pa před vlakem a pokles tlaku až o -150 Pa za vlakem. Tlakové změny vytvářené jedoucím vlakem se šíří do stanice a přes eskalátory se vyrovnávají s okolním prostředím a vyvolávají tak krátkodobý diskomfort ve formě zvýšeného proudění vzduchu na úrovni přibližně 6 m/s.

SÍLY PŮSOBÍCÍ NA OTEVŘENÁ KŘÍDLA POŽÁRNÍCH VRAT

K zodpovězení této otázky byly měření získány potřebné údaje, z nichž plyne, že na otevřené křídlo dveří o ploše 4,7 m² působí průměrný tlak 110 Pa, čemuž odpovídá síla 517 N. Maximální zjištěná hodnota je 180 Pa, tedy síla 846 N. V projektové dokumentaci byl pro každé křídlo dostatečně dimenzován vždy jeden magnet na 1800 N, osazený v horní části vrat na vertikálním kloubu. Vzhledem k tomu, že křídla vrat jsou namáhána dynamicky, a tedy magnety namáhány nejen na tah, ale i na ohyb, byla navržena úprava zajištění vrat dvěma magnety o síle 1800 N v horní a dolní části vrat, s umístěním magnetů na horizontálním kloubu.

ZÁVĚR

Byla prověřena funkce traťové propojky, čímž se ukázalo, že propojka významnou měrou přispívá ke snížení pístového efektu, avšak nepotlačuje ho úplně. Z měření vyplývá, že 60 až 70 % vzduchu v tunelu cirkuluje přes tunelové propojky.

Důvodem je rozdílná dimenze propojky a traťového tunelu. Pro zlepšení by bylo třeba vybudovat propojku o minimálně stejné dimenzi jako traťový tunel (20 m²) a s menší roztečí než 200 m. Dále byly zjištěny síly působící na křídla požárních vrat, z čehož vyplynulo, že současné zajištění je zcela dostatečné, avšak pro další zvýšení úrovně bezpečnosti je vhodné instalovat zádržné magnety i v dolní části vrat.

Stanovení průměrné rychlosti proudění vzduchu v propojce představovalo nelehký úkol. Pokrytí tak velkého průřezu bylo provedeno soustavou válcových sond, které nebylo možné cejchovat. Z vyhodnocení výsledků je možné kvalifikovaným odhadem konstatovat, že měření rychlosti proudění vzduchu v kontrolních bodech bylo provedeno s přiměřenou přesností, která je dána jednak použitými přístroji a pečlivostí při vlastním měření, kdy měření v daném bodu nebyla možnost několikrát opakovat. Kvalifikovaným odhadem byla stanovena (pro pásmo spolehlivosti 95 %) rozšířená nejistota 7 %. Z toho samozřejmě plynou malé odchylky při kontrole průtoků vzduchu.

Kontakt na autory: miroslav.kucera@fs.cvut.cz; richard.novy@fs.cvut.cz

Použité zdroje:

- [1] KUČERA, M., NOVÝ, R., NOVÁK, M. *Měření průtoku a tlaku vzduchu v traťové propojce č. 2.4 – trasa V. A v Praze 6*. Závěrečná zpráva ČVUT FS UTP č. HS830-8301500B023. Praha, 2015.
- [2] NOVÁK, M. Měření průtoku a tlaku vzduchu v traťové propojce č. 2.4 – trasa V. A. *Tunel*. 2015, ročník 24, číslo 4, s. 4–10. ISSN 1211-0728.
- [3] RYBECKÝ, V., LIBIŠ, E. *Pístový efekt u metra a možnosti omezení jeho účinku na cestující*. Závěrečná zpráva č. Z 85 – 1723, VÚV Praha – Malešice. 1985.
- [4] RYBECKÝ, V. *Měření mezitunelové propojky*. Závěrečná zpráva č. 86 0035 905, VÚV Praha – Malešice. 1986.
- [5] Směrnice generálního ředitele DP hl. m. Prahy č. 9/2009. *Zásady požární ochrany pro projektování a výstavbu pražského metra*.
- [6] ČSN EN 14067: 2003. *Železniční aplikace – Aerodynamika – Část 1: Značky a jednotky*.
- [7] ČSN EN 14067: 2003. *Železniční aplikace – Aerodynamika – Část 3: Aerodynamika v tunelech*.



VYTÁPĚNÍ
VĚTRÁNÍ
INSTALACE

VVI Helpdesk

Příspěvky a informace uveřejňované v časopisu *Vytápění, větrání, instalace* mají především naplnit potřeby členů Společnosti pro techniku prostředí.

Časopis připravil pro pravidelné čtenáře novou rubriku s názvem **VVI Helpdesk**.
<http://www.stpcr.cz/cz/vvi-helpdesk>

Prostřednictvím formuláře na webových stránkách STP (v sekci časopisu VVI) můžete vznášet dotazy, které se týkají problematiky techniky prostředí.

Nejzajímavější dotazy a odpovědi vybraných odborníků budeme průběžně zveřejňovat v našem časopise.

Redakce VVI

Dvoji ocenění veletrhu Materialica pro ebm-papst

V říjnu 2016 získal německý výrobce ventilátorů ebm-papst na mnichovském veletrhu Materialica 2016 dvě ocenění v soutěži Materialica Design + Technology.

Prvním oceněným výrobkem byl diagonální kompaktní modul k použití pro filtraci vzduchu s prodlouženými intervaly údržby nových diagonálních kol, mechanicky kompatibilní s běžnými kompaktními axiálními ventilátory, který nabízí lepší hlukové parametry za nižší spotřebu výkonu i při vyšším znečištění oproti axiálnímu provedení. Získal stříbrnou cenu Materialica Award 2016 v kategorii Product.

Druhým oceněným výrobkem byl axiální ventilátor AxiCool jako zvláště výkonný ventilátor při chlazení vzduchu pro průmyslová chlazení, jenž získal špičkové ocenění Best of Award v kategorii CO₂ Efficiency. Ventilátor má vysokou účinnost po celou dobu životního cyklu. Axiální výkonová řada se stoupající účinností obsahuje kombinaci s integrovaným difuzorem a výstupním kolem, zvyšující výkon až o 30 % a umožňující snížení hluku až 5 dB (A). Dopravuje větší objem vzduchu s menší spotřebou energie a tím nižšími emisemi CO₂.

Pramen: Newsletter veletrhu Materialica 2016, München

(AB)

Výzkum umělé inteligence USA zaostává za Čínou

Podle zprávy Bílého domu k vývoji umělé inteligence (Artificial Intelligence – AI) začínají Spojené státy zaostávat ve výzkumu AI a aplikaci, jako je bionika, robotika, kybernetika, medicína a další, zejména ve vytváření hlubokých neuronálních sítí AI. Proti počítačnímu náskoku USA o tom svědčí také množství prostředků, které Čína dnes výzkumu technologií AI věnuje, počet publikací a citací čínských prací jinými výzkumníky. Hluboké znepokojení americké administrativy nad stavem technologie AI a jejím místem ve společnosti USA bylo mj. tématem první konference The White House Frontiers Conference v říjnu 2016 v Pittsburghu.

Pramen: futurism.com, 16. 8. 2016

(AB)