

Data Collection for Public Space Quality Evaluation

Změny v rychlosti pohybu chodců městským prostorem v závislosti na charakteru veřejného prostranství

Radka VAŠUT^a, Eva ŠIMARA (HORÁKOVÁ)^b, Pavla KILNAROVÁ^c

Tutors: ^aIng. arch. Kateřina Dokoupilová Pazderková, Ph.D., Ústav urbanismu;

^bdoc. Ing. arch. Jiří Palacký, Ph.D., Ústav prostorové tvorby; ^cdoc. Ing. arch. Gabriel Kopáček, Dr., Ústav urbanismu, Fakulta architektury, Vysoké učení technické v Brně

E-mail addresses: ^axavilimkova@stud.fa.vutbr.cz; ^bxahorakovae@stud.fa.vutbr.cz;

^cxakilnarova@stud.fa.vutbr.cz

ABSTRACT: The aim of this paper is to compare the number of pedestrians in individual directions of street, the total number of pedestrians and the walking speed in three selected locations of the pedestrian zone in Brno's historical centre. This will be done in order to verify the dependence of pedestrian walking speed on the character of the selected location. This article compares the acquisition of this data both empirically and by digital data collection using a data logger via a Wi-fi signal from the mobile phones of public space users. The outputs are presented as graphs comparing times and measured data from all case studies, complete with comparisons to the digital method.

KEYWORDS: pedestrian; walking speed; urban space; street; case study; Brno

ABSTRAKT: Cílem článku je porovnat počet procházejících osob v jednotlivých směrech na ulici, celkový počet chodců a rychlost chůze ve třech vybraných lokalitách v ulicích pěší zóny v historickém jádru Brna a ověřit závislost rychlosti pohybu chodců na charakteru vybrané lokality. V článku porovnáváme získávání těchto dat empiricky a digitálním sběrem dat pomocí k tomuto účelu sestrojeného dataloggeru využívajícího Wi-fi signál z mobilních telefonů uživatelů veřejných prostorů. Výstupem jsou grafy porovnávající časy a naměřená data u všech sledovaných lokalit, dále

pak porovnání těchto hodnot s údaji získanými digitální metodou.

KLÍČOVÁ SLOVA: chodci; rychlost chůze; veřejný prostor; ulice; případová studie; Brno

Úvod

Chůze nyní získává pozornost jako klíčový faktor při prosazování zdravějších, ekologických a sociálně aktivních komunit. Chůze může být také považována za základ udržitelného města, který poskytuje společenské, environmentální a ekonomické přínosy, často jako jediná možnost přepravy pro mnoho lidí ve městech. (Moura, 2017) Přináší rovněž život do ulic a obyvatelné ulice přispívají k bezpečnějšímu městskému prostředí. Přispění chůze k bezpečnosti, přístupnosti města a sociálnímu začleňování obyvatelstva se stává samostatným tématem v urbanismu i přes fakt, že se v minulém století přístupnost měst pro pěší chůzi stabilně snižovala. (Lee, 2014)

Díky rozvoji technologie mikroelektroniky především u moderních smartphonů a dostupných mikropočítačů, které jsou vybaveny bohatou sadou senzorů, je možné jí vybavené přístroje využívat jako všudypřítomnou výpočetní platformu. (Guo, 2019) Toto finančně nenáročné a efektivní technologické řešení bylo podrobeno intenzivnímu zkoumání a je často využíváno ve spojení s dalšími lokalizačními službami (GPS, Wi-fi lokalizace). (Zou, 2016 a; Zou, 2016 b; Zhao, 2016) Na rozdíl od metody *cellular automata*, která se také hojně využívá k lokalizaci chodců, ale je finančně výrazně náročnější metodou. (Rassafi, 2019; Zhou, 2019)

Obsahem tohoto článku je studium nízkonákladové metody sledování průchodu chodců veřejným prostorem v ulicích města se zaměřením na rychlost chůze a délku pobytu ve sledovaném území.

Metody zkoumání

Pro sledování pohybu chodců veřejným prostorem je nutno vybrat ulice s obdobnou délkou, avšak s rozdílným charakterem. Přestože je možné všechny pokládat za tranzitní, mají různou míru vybavenosti. Podmínkou měření je slunečné počasí. V každé lokalitě jsou nasazeni vždy tři pozorovatelé, na každém konci ulice jeden sledující celkové počty procházejících chodců a uprostřed jeden sledující délku průchodu ulicí na vzorku 30 chodců s náhodným výběrem. Sbíraná data jsou zaznamenávána manuálně i digitálně, aby bylo možno porovnat obě následující metody.

U manuálního sběru dat je sledován počet chodců, kteří překročí pomyslnou hranici vymezující ulici směrem dovnitř za dobu 20 minut. Trojnásobek této hodnoty poté vyjadřuje výsledný počet chodců za celou hodinu. Dále je během jedné hodiny na náhodném výběru jednotlivců, 15 chodců v jednom směru a 15 chodců v opačném směru, sledován celkový čas průchodu lokalitou. Současně je na tomto vzorku sledováno, kolik procent chodců využije vybavenosti ulice, tj. vstoupí do domu nebo obchodu, a kolik ulici v rámci sledované části opustí některou z bočních ulic.

U digitální metody sběru dat jsou používány pro tento účel sestrojené datalogery využívající Wi-fi signál v mobilních telefonech procházejících chodců. Datalogery zachycují množství telefonů s aktivní Wi-fi, jejichž uživatelé projdou v blízkosti pozorovatelů. Tato data jsou dále filtrována na připojení k síti vysílajícího dataloggeru po čas delší než 10 sekund a na připojení alespoň k dvěma dataloggerům. U takto vyfiltrovaných dat je možné zjistit relativní čas strávený v prostoru i průměrný čas a sledovat, kterým směrem mezi umístěnými datalogery se daný uživatel telefonu pohybuje.

Manuálně a digitálně nashromážděné hodnoty lze rozdělit do následujících sad výsledků:

I. K porovnání celkových počtů chodců v ulici jsou sečteny počty osob, které přišly dovnitř jedním vstupem, s počty osob, které vstoupily opačným vstupem. Jednotlivé datalogery, fungují-li samostatně, detekují počet průchozích chodců s telefony.

II. K porovnání počtů chodců v jednotlivých směrech jsou při manuálním sběru sečtení chodci z relevantních vstupů a toto číslo je porovnáno s údaji naměřenými datalogerem pro konkrétní směr pohybu.

III. Z naměřených časů průchodu je možné spočítat průměrnou rychlost pohybu, datalogery dále snímaly průměrnou dobu strávenou v lokalitě.

Výsledky

Pro demonstraci metodiky byla provedena případová studie na třech ulicích v centru Brna. Pro tento účel byly vybrány 3 brněnské ulice: Česká, Panská a Mínoritská, které mají obdobnou délku a liší se svým charakterem. Iniciační měření proběhla v květnu 2019 a hlavní sběr dat v srpnu 2019. Pro sběr dat byly vybrány všední dny a dva časové bloky: 13–14 hod. a 16–17 hod.

První (I.) a druhá (II.) sada výsledků, tedy porovnání celkových počtů chodců v ulicích a počtů chodců v jednotlivých směrech, vykazuje u rozdílných metod měření

značné odlišnosti. Rozdílnost je viditelná v Tab. 1.

Minoritská ulice	digitálně	manuálně 1	manuálně 2
13-14 h			
Směr Husova ->hl. nádraží	231	566	612
Směr hl. nádraží ->Husova	287	639	538
mezisoučet	518	1205	1150
16-17 h			
Směr Husova -> hl. nádraží	139	888	1488
Směr hl. nádraží -> Husova	127	705	754
mezisoučet	266	1593	2242
Panská ulice			
13-14 h			
Směr Špalíček -> centrum	237	558	312
Směr centrum -> Špalíček	400	568	219
mezisoučet	637	1126	531
16-17 h			
Směr Špalíček -> centrum	225	558	309
Směr centrum -> Špalíček	391	612	249
mezisoučet	616	1170	558
Česká ulice			
13-14			
Směr Husova ->N. Svobody	333	1314	1224
Směr N. Svobody -> Husova	528	1086	810
mezisoučet	861	2400	2034
16-17			
Směr Husova ->N. Svobody	299	1494	1323
Směr N. Svobody -> Husova	526	1138	1104
mezisoučet	825	2624	2427

Tab. 1. Naměřené počty chodců v jednotlivých ulicích

Třetí sada výsledků (III.), tedy rychlosti a časy strávené chodci v měřeném úseku ulic, byla podrobně vyhodnocena.

V ulici Panská o délce 112 m dosáhli procházející chodci při manuálním sběru dat za první měřený interval (21. 9. 2019, 13–14 hod.) rychlosti 1,493 m/s (průměr), resp. 1,474 m/s (medián) a ve druhém měřeném intervalu (21. 9. 2019, 16–17 hod.) rychlosti 1,600 m/s (průměr), resp. 1,555 m/s (medián). Průměrný čas strávený v ulici Panská v měřeném úseku byl dle digitálního měření 0:04:28,964 513 (21. 9. 2019, 13–14 hod.), resp. 0:03:59,667 789 (21. 9. 2019, 16–17 hod.).

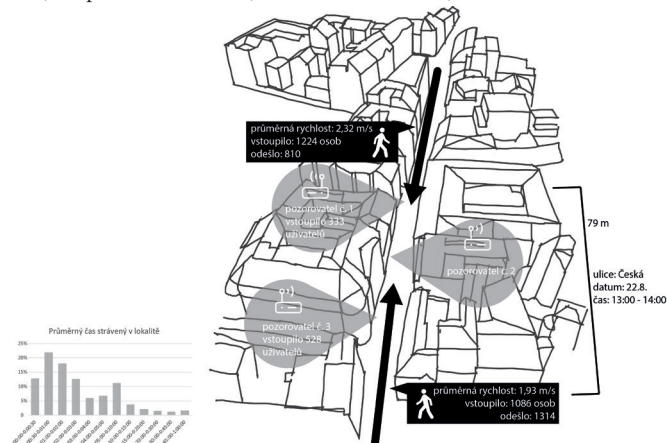


Obr. 3. Výsledky Panská 13–14 h

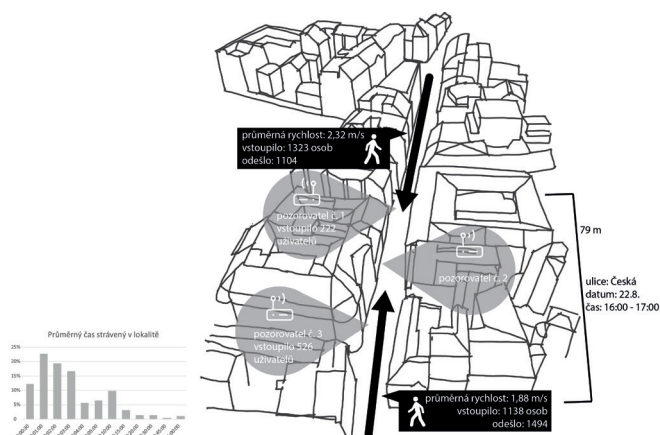


Obr. 4. Výsledky Panská 16–17 h

V ulici Česká o délce 79 m dosáhli procházející chodci při manuálním sběru dat v prvním měřeném intervalu (22. 8. 2019, 13–14 hod.) rychlosti 1,927 m/s (průměr), resp. 2,026 m/s (medián) a ve druhém měřeném intervalu (22. 8. 2019, 16–17 hod.) rychlosti 1,881 m/s (průměr), resp. 1,975 m/s (medián). Průměrný čas strávený v ulici Česká v měřeném úseku byl dle digitálního měření 0:04:42,978 599 (22. 8. 2019, 13–14 hod.), resp. 0:03:40,916 944 (22. 8. 2019, 16–17 hod.).



Obr. 5. Výsledky Česká 13–14 h



Obr. 6. Výsledky Česká 16–17 h

Rozložení průměrných časů chodců u jednotlivých ulic je reprezentováno v grafech.

Závěr

Cílem výzkumu bylo navrhnout a ověřit vhodnou metodu sledování rychlosti chůze uživatelů smartphonů ve veřejném prostoru. Samotné vyhodnocení vzorců chování bude obsahem následného výzkumu.

Hodnoty první sady výsledků (počty osob) vykazují značné rozdílnosti, jež jsou způsobeny faktem, že počet chodců s aktivním Wi-fi modulem v jejich telefonech je přibližně 50 % z celkového počtu procházejících. Rozdílnost manuálně naměřených hodnot (Manuálně 1, Manuálně 2) je způsobena nepřesností měření, resp. větší odchylka vzniká v důsledku zkrácení intervalu sčítání chodců a následného přenásobení hodnot. Z třetí sady výsledků vyplývá, že nejdelší časový interval stráví chodec v Minoritské ulici, která má jako jediná ze zkoumaných ulic ve veřejném prostoru restaurační zahrádky. Nejkratší interval byl naměřen v Panské ulici. Střední hodnoty vykazovala ulice Česká, která má největší procento zastoupení pro veřejnost atraktivní komerční vybavenosti.

Při srovnávání obou metod bylo zjištěno, že výsledky jsou mezi sebou obtížně porovnatelné, protože jednotlivé výsledky dokumentují dva odlišné jevy, a to rychlost průchodu ulic a dobu strávenou ve sledovaném území. Závěrem tedy je, že popsané metody – manuální a digitální – jsou využitelné spíše souběžně, než že by nahrazovaly jedna druhou.

Literatura

- GUO, Guangyi, Ruizhi CHEN, Feng YE, Liang CHEN, Yuanjin PAN, Mengyun LIU a Zhipeng CAO, 2019. A Pose Awareness Solution for Estimating Pedestrian Walking Speed. *Remote Sensing*. 11(1), 1–18. doi:10.3390/rs11010055. ISSN 2072-4292. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/2072-4292/11/1/55>.
- LEE, Sungduck a Emily TALEN, 2014. Measuring Walkability: A Note on Auditing Methods. *Journal of Urban Design*. 19(3), 368–388. doi:10.1016/j.landurbplan.2016.07.002. ISSN 1357-4809. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13574809.2014.890040>.
- MOURA, Filipe, Paulo CAMBRA a Alexandre B. GONÇALVES, 2017. Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. *Landscape and Urban Planning*. 157, 282–296. doi:10.1080/13574809.2014.890040. ISSN 01692046. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169204616301268>.
- RASSAFI, Amir Abbas a Fatemeh MOHAJERI, 2019. Analysis of walking patterns in a

- pedestrian environment using cellular automata. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Municipal Engineer. 172(1), 37–45. doi:10.1680/jmuen.16.00050. ISSN 0965-0903. Dostupné také z: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jmuen.16.00050>.
- ZHAO, Hailong, Baoqi HUANG a Bing JIA, 2016. Applying kriging interpolation for WiFi fingerprinting based indoor positioning systems. 2016 IEEE Wireless Communications and Networking Conference. IEEE, 2016, 1–6. doi:10.1109/WCNC.2016.7565018. ISBN 978-1-4673-9814-5. Dostupné také z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7565018/>.
- ZHOU, Xuemei, Jingjie HU, Xiangfeng JI a Xiongziyan XIAO, 2019. Cellular automaton simulation of pedestrian flow considering vision and multi-velocity. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 514, 982–992. doi:10.1016/j.physa.2018.09.041. ISSN 03784371. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378437118311786>.
- ZOU, Han, Baoqi HUANG, Xiaoxuan LU, Hao JIANG a Lihua XIE, 2016. A Robust Indoor Positioning System Based on the Procrustes Analysis and Weighted Extreme Learning Machine. IEEE Transactions on Wireless Communications. 15(2), 1252–1266. doi:10.1109/TWC.2015.2487963. ISSN 1536-1276. Dostupné také z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7293674/>.
- ZOU, Han, Baoqi HUANG, Xiaoxuan LU, Hao JIANG a Lihua XIE, 2016. Standardizing location fingerprints across heterogeneous mobile devices for indoor localization. 2016 IEEE Wireless Communications and Networking Conference. IEEE, 2016, 1–6. doi:10.1109/WCNC.2016.7564800. ISBN 978-1-4673-9814-5. Dostupné také z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7564800/>.