ZASTAVĚNÉ PROSTŘEDÍ V POHYBOVÉ AKTIVITĚ OBYVATEL OLOMOUCE S VYUŽITÍM GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMU¹

Jan Dygrýn, Josef Mitáš

Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého, Olomouc, ČR

Předloženo v srpnu 2009

Geografické informační systémy (GIS) umožňují kombinovat různé datové vrstvy zastavěného prostředí a díky tomu modelují oblasti s odlišnou mírou sídelní hustoty, konektivity, hustoty sportovních zařízení, dostupnosti služeb a rekreačních prvků. Hlavním cílem studie je analyzovat vztah mezi vybranými charakteristikami prostředí a úrovní pohybové aktivity (PA) dospělých obyvatel pomocí GIS. Výzkumný soubor tvořilo 70 náhodně vybraných obyvatel města Olomouce. Soubor byl vnitřně diferencován na základě indexu chodeckosti (spočítaném v GIS) a průměrného denního počtu kroků. Pro stanovení indexu chodeckosti, hlavního kritéria hodnocení vlivu prostředí na úroveň PA, bylo nezbytné analyzovat v software ArcGIS 9.3 vybraná data: buffer bydliště, vrstva obydlených domů, vrstva středních čar uliční sítě, vrstva využití území (land-use mix), vrstva budov s obchodním využitím a demografická data. PA účastníků byla monitorována pedometrem Yamax SW-700 v průběhu jednoho týdne. Vzhledem k vyššímu průměrnému počtu kroků u obyvatel žijících v oblastech s vysokým indexem chodeckosti předpokládáme, že zastavěné prostředí má vliv na úroveň PA.

Klíčová slova: *Buffer bydliště, land-use mix, index chodeckosti, pedometr.*

ÚVOD

¹ Studie vznikla za podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky při řešení výzkumného záměru „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ s identifikačním kódem: RP 6198959221.

Vliv zastavěného prostředí na PA byl v poslední době tématem mnoha studií (Frank, Schmid, Sallis, Chapman, & Saelens, 2005; Humpel, Owen, & Leslie, 2002; McCormack, Giles-Corti, & Bulsara, 2008; Saelens, Sallis, Black, & Chen, 2003; Sallis, Bauman, & Pratt, 1998; Van Dyck, Deforche, Cardon, & De Bourdeaudhuij, 2009). Hledání vlivu typu městské zástavby na utváření korelátů PA a propojení specialistů v oblasti PA a prostředí je žádoucí (Frank, Schmid, Sallis, Chapman, & Saelens, 2005; Rodríguez, Khattak, & Evenson, 2006). Vytváření společných mezinárodních grantů postupujících jednotnou metodikou a vznik nových výzkumných center řešící tuto problematiku (Centre for the Built Environment and Health [C_BEH], 2007) je toho důkazem. Ukazuje se, že ve vhodně naplánované nové rezidenční oblasti je více příležitostí pro aktivní transport a plnění zdravotních doporučení pro PA, než v oblastech s tradičním prostředím (Saelens, Sallis, Black, & Chen, 2003). Prostředí je determinanta, která ovlivňuje PA populace (Abu-Omar & Rütten, 2008; Badland, Duncan, & Mummery, 2008; Giles-Corti & Donovan, 2002).

Zastavěné prostředí, které má pozitivní vliv na PA, je častěji prezentováno vyšší hustotou obyvatel, dostatečnou konektivitou, vyšší hodnotou land-use mix a vysokou hodnotou indexu FAR (floor area ratio).

Hlavním cílem studie je analyzovat vztah mezi vybranými charakteristikami prostředí a úrovní PA dospělých obyvatel Olomouce pomocí GIS. Dílčím cílem je posouzení vlivu prostředí na úroveň PA v pracovních dnech a o víkendu.

METODIKA

Výzkumu se zúčastnilo 135 náhodně vybraných obyvatel města Olomouce ve věku 20–64 let. Vyloučením jedinců, kteří nesplnili podmínky pro zařazení do studie (chybné nebo neúplné údaje), se snížil počet na 70 (41 mužů a 29 žen, BMI $23,87 \pm 3,96 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$).

V předchozích studiích (Frank, Schmid, Sallis, Chapman, & Saelens, 2005; Van Dyck, Deforche, Cardon, & De Bourdeaudhuij, 2009; Sallis et al., 2009) bylo za okolí bydliště participanta, ke kterému se vztahují GIS analýzy, považováno celé území urbanistického obvodu, případně městské čtvrti. Taková struktura byla pro potřeby naší studie nevyhovující, zejména z důvodu jiných principů členění měst v České republice a v západních státech. Proto byl pro každého účastníka v prostředí GIS vytvořen buffer bydliště (Obr. 1) vymezený

plochou území do vzdálenosti 1000 m od bydliště. Všechna prostorová data byla vztažena k této oblasti.

Pro stanovení indexu chodeckosti jako hlavního kritéria je třeba zpracovat datové vrstvy: buffer bydliště, vrstva obydlených domů, vrstva středních čar uliční sítě, vrstva využití území (land-use mix), vrstva budov s obchodním využitím a demografická data (Mitáš, Dygrýn, & Frömel, 2008).

Obr. 1 Buffer bydliště - chůzí dostupná oblast do vzdálenosti 1000 m v okolí bydliště

Z daných vrstev získáme pro jednotlivé buffery hodnoty sídelní hustoty, indexu konektivity, land-use mix a indexu FAR.

Sídelní hustota

Informace o počtu obyvatel v domech a bytech města Olomouce byly získány z Ohlašovny trvalého pobytu a propojeny s prostorovými daty obydlených objektů. Tyto údaje vztažené k ploše zastavěné obytnými domy v daném bufferu byly rozděleny do decilů a použity pro výpočet indexu chodeckosti.

Index konektivity

Ukazatel je založený na počtu křížovatek v bufferu a vypovídá o míře propojenosti oblasti. Data získána z uličního grafu města Olomouce byla po rozdělení do decilů, použita do vzorce indexu chodeckosti.

Land-use mix (index entropie)

Údaje o funkčním využití území byly získány z územního plánu. Původní varianty využití byly sloučeny na 7 základních typů (obytný, komerční, služby, institucionální,

industriální, rekreační a ostatní). Index entropie vychází ze vzorce $IE = \frac{-\sum_{i=1}^k [(p_i) \cdot (\ln p_i)]}{\ln k}$,

kde p_i je poměr plochy každého typu land-use k ploše celkové, k je počet typů land-use. Land-use mix indikuje stupeň diverzity využití území. Hodnoty jsou normalizovány na stupnici od 0 do 1, kde 0 znamená pouze jeden typ využití (např. bydlení) a 1 indikuje rovnoměrné zastoupení všech typů.

Index FAR

Poslední vstupní faktor do indexu chodeckosti, index FAR - floor area ratio (prodejní plocha maloobchodní sítě) byl nejnáročnější na sběr i kvalitu dat. Vzhledem k tomu, že data takového charakteru nejsou sledována Českým statistickým úřadem, musela být získána z terénního šetření. Index vystihuje poměr prodejní plochy maloobchodní sítě k ploše zastavěné objekty s komerčním využitím.

Index chodeckosti

Vzorec pro výpočet indexu chodeckosti v obecné formě je:

Index chodeckosti = [(2 x index konektivity) + (sídlní hustota) + (indexu FAR) + (land-use mix)]

Buffery bydliště jednotlivých participantů seřadíme a rozdělíme do decilů na základě normalizovaných hodnot „indexu chodeckosti“ (Frank, Schmid, Sallis, Chapman, & Saelens, 2005).

Pedometr

Pro zjištění velikosti PA, reprezentované průměrným denním počtem kroků, byl použit pedometr Yamax SW-700 spolu se záznamním listem. Využití pedometru k monitoringu PA po dobu jednoho týdne je dostačující (Tudor-Locke et al., 2005).

Statistické zpracování

Pro zpracování výsledků byl použit dvouvýběrový t-test v programu Statistica 8.0 (StatSoft CR, 2007). Při výsledném výpočtu byla stanovena statistická významnost na hladině $p < 0,05$. Velikost efektu byla posuzována podle koeficientu d . Jeho vyjádření udává $d = 0,2$ malý efekt, $d = 0,5$ střední efekt, $d = 0,8$ velký efekt.

VÝSLEDKY

Ve studii byl potvrzen vliv zastavěného prostředí na úroveň pohybové aktivity dospělých obyvatel (Tab. 2). Nízká hustota zalidnění, nízká propojenost spolu s jednotvárným využitím území a nízkou hodnotou indexu FAR vede k poklesu PA.

Signifikantní rozdíly v průměrných hodnotách denního počtu kroků byly u participantů z bufferů s nízkou a vysokou chodeckostí zjištěny v pracovních dnech ($M2 - M1 = 2119$, $p = 0,025$), o víkendových dnech ($M2 - M1 = 2007$, $p = 0,034$) i za celý týden ($M2 - M1 = 2088$, $p = 0,013$).

Tab. 2 Počet kroků v bufferech s rozdílnou chodeckostí

Kroky	Buffer		p	t	SD		d
	1	2			1	2	
	Mdn	Mdn			Mdn	Mdn	
pracovní dny	9916	12035	0,025	-2,29	2950	4602	0,55
víkendové dny	7516	9523	0,034	-2,17	2835	4685	0,52
týden	9230	11318	0,013	-2,56	2554	4091	0,61

Vysvětlivky:

1 – nízká chodeckost, 2 – vysoká chodeckost, Mdn – hodnoty mediánu, SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti, d – koeficient „effect size“

V souladu s výsledky zahraničních (Tudor-Locke et al. 2004, Van Dyck, Deforche, Cardon, & De Bourdeaudhuij, 2009) i domácích (Frömel et al., 2004) studií zjišťujeme, že velikost BMI je negativním korelátem PA (Tab. 3). Signifikantní rozdíly byly zaznamenány v pracovním týdnu ($p = 0,001$) i v celém týdnu ($p = 0,008$) pouze o víkendech se rozdíly neprojevíly.

Tab. 3 Počet kroků dospělých s rozdílným BMI

Kroky	BMI ^a		p	t	SD		d
	≥ 25	≤ 25			≥ 25	≤ 25	
	Mdn ^b	Mdn ^b			Mdn ^b	Mdn ^b	
pracovní dny	8463	11846	0,001	-3,32	3059	3918	0,96
víkendové dny	8204	8628	0,69	-0,39	5184	3519	0,10
týden	8389	10927	0,008	-2,74	3350	3402	0,75

Vysvětlivky:

^aBMI – body mass index ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$), Mdn^b – hodnoty mediánu, SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti, d – koeficient „effect size”.

DISKUSE

Hlavním cílem výzkumu bylo analyzovat vztah mezi vybranými charakteristikami prostředí a úrovní pohybové aktivity dospělých obyvatel Olomouce. Závěry studií z USA (Saelens, Sallis, Black & Chen, 2003, Frank, Schmid, Sallis, Chapman, & Saelens, 2005), Austrálie (Owen et al., 2007) a Belgie (Van Dyck, Deforche, Cardon, & De Bourdeaudhuij, 2009) se shodují s našimi; zastavěné prostředí může výrazně ovlivňovat každodenní PA. Hlavním přínosem analýz bylo porovnání objektivního hodnocení PA pomocí pedometru s reálnou situací daného prostředí bydliště na základě GIS podkladů.

Respondenti, žijící v oblastech s nízkým indexem chodeckosti, dosahovali v průměru 9230 kroků za den, tedy o 2088 kroků méně, než obyvatelé žijící v oblastech s vysokým indexem chodeckosti. Průměrná hodnota denního počtu kroku celého souboru byla 10274 a doporučenou hodnotu 10000 kroků/den přesáhlo 53 % obyvatel. V porovnání s výsledky z ostatních studií zaměřených na využití krokoměrů pro monitoring PA se jedná o pohybově aktivnější skupinu než v USA (Tudor-Locke et al. 2004) a v Belgii (Van Dyck, Deforche, Cardon, & De Bourdeaudhuij, 2009). Výsledky o vyšší míře PA dospělého obyvatelstva České republiky potvrzují závěry předchozí studie (Frömel et al., 2004). Je však třeba brát v úvahu, že v ČR je méně diferencován socioekonomický status (SES) a dostupnost PA je snazší i pro obyvatele s nízkým SES. Také tradice chodecké společnosti a využívání kola jako prostředku transportu obecně zvyšuje velikost PA v ČR.

Na rozdíl od zahraniční studie (Sallis et al, 2009) nebyl zaznamenán rozdíl mezi průměrnou hodnotou BMI u podskupiny žijící v bufferech s nízkou ($\text{BMI}=23,84 \pm 4,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) a vysokou chodeckostí ($\text{BMI}=23,91 \pm 3,8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

Nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi vlivem zastavěného prostředí na PA v týdnu, v pracovních nebo víkendových dnech, rozdíly v průměrném denním počtu kroků však jednoznačně ukazují, že lidé žijící ve vysoce chodeckém prostředí mají lepší předpoklady a větší šance být pohybově aktivní.

ZÁVĚRY

Chůze jako nejrozšířenější pohybová aktivita (Frömel et al., 2004), je výrazně ovlivněna typem a strukturou zastavěného prostředí. Vzhledem k nedostatku datových podkladů pro výpočet indexu chodeckosti se studie zaměřuje pouze na území jednoho krajského sídla. Výsledky tak nelze zevšeobecňovat pro celou Českou republiku.

Za limitu výzkumu považujeme nízký počet participantů. Vzhledem k náročnosti zpracování vstupních dat, zejména nutnosti přesné identifikace bydliště, došlo ke snížení počtu respondentů o 48 %, tedy ze 135 na 70. Nejčastějším důvodem nezařazení bylo nevyplnění adresy bydliště, případně vyplnění adresy neexistující.

Další limitou je skutečnost, že hodnoty z pedometru a záznamního listu nelze zobecnit na celkovou charakteristiku PA, zejména pro nezohlednění aktivit plavání, cyklistiky a statických činností.

Rozdíly ve výsledcích ze zahraničních studií můžou být spojeny s relativním stanovením indexu chodeckosti. Hodnotíme-li zastavěné prostředí v České republice jako vysoce chodecké, lze předpokládat, že buffery bydliště s nízkým indexem chodeckosti v Olomouci, by v „konkurenci“ městského prostředí západních států byly hodnoceny jako vysoce chodecké. Tato skutečnost tak výrazně limituje možnosti komparace výsledků z různých států.

Podle výše uvedené metodiky je třeba zpracovávat další studie hledající determinanty zastavěného prostředí na PA, aby bylo možné vyvíjet nástroje a postupy pro zachování a vytváření zdravého a pohybově přátelského prostředí.

REFERENČNÍ SEZNAM

- Abu-Omar, K., & Rütten, A. (2008). Relation of leisure time, occupational, domestic, and commuting physical activity to health indicators in Europe. *Prev. Med.*, 47(3), 319–323.
- Badland, H. M., Duncan, M. J., & Mummery, W. K. (2008). Travel perceptions, behaviors, and environment by degree of urbanization. *Prev. Med.*, 47(3), 265–269.
- Centre for the Built Environment and Health (2007). Retrieved 2. 4. 2009 from the Word Wide Web: http://www.sph.uwa.edu.au/go/C_BEH
- Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman, J., & Saelens, B. E. (2005). Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: Findings from SMARTRAQ. *Am. J. Prev. Med.*, 28(2 Suppl.), 117–125.
- Frömel, K., et al. (2004). Physical activity of men and women 18 to 55 years old in Czech Republic. In F. Vaverka (Ed.), *Movement and Health* (pp. 168–173). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Giles-Corti, B., & Donovan, R. J. (2002). The relative influence of individual, social and physical environment determinants of physical activity. *Soc. Sci. Med.*, 54(12), 1793–1812.
- Humpel, N., Owen, N., & Leslie, E. (2002). Environmental factors associated with adults' participation in physical activity. *Am. J. Prev. Med.*, 22(3), 188–199.
- McCormack, G. R., Giles-Corti, B., & Bulsara, M. (2008). The relationship between destination proximity, destination mix and physical activity behaviors. *Prev. Med.*, 46(1), 33–40.
- Mitáš, J., Dygrýn, J., & Frömel, K. (2008). Využití geografických informačních systémů při sledování ukazatelů pohybové aktivity. *Čes. Kin.*, 12(4), 21–29.
- Owen, N., et al. (2007). Neighborhood walkability and the walking behavior of Australian adults. *Am. J. Prev. Med.*, 33(5), 387–395.
- Rodríguez, D. A., Khattak, A. J., & Evenson, K. R. (2006). Can new urbanism encourage physical activity? *J. Am. Plann. Assoc.*, 72(1), 43–54.
- Sallis, J., et al. (2009). Neighborhood built environment and income: Examining multiple health outcomes. *Soc. Sci. Med.*, 68(7), 1285–1293.
- Sallis, J., Bauman, A., & Pratt, M. (1998). Environmental and policy interventions to promote physical activity. *Am. J. Prev. Med.*, 15(4), 379–397.

- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B., & Chen, D. (2003). Neighborhood-based differences in physical activity: An environment scale evaluation. *Am. J. Pub. Health*, 93(9), 1552–1558.
- StatSoft CR (2007). *Statistika Cz 8.0* [Computer software]. Praha: StatSoft CR.
- Tudor-Locke, C., et al., 2004. Descriptive epidemiology of pedometer-determined physical activity. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 36(9), 1567–1573.
- Tudor-Locke, C., et al., 2005. How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? *Prev. Med.*, 40(3), 293–298.
- Van Dyck, D., Deforche, B., Cardon, G., & De Bourdeaudhuij, I. (2009). Neighbourhood walkability and its particular importance for adults with a preference for passive transport. *Health & Place*, 15(2), 496–504.

Mgr. Jan Dygrýn
Centrum kinantropologického výzkumu
FTK UP olomouc
Tř. Míru 115
771 11 Olomouc
email: jan.dygryn@upol.cz

THE BUILT ENVIRONMENT IN PHYSICAL ACTIVITY RESEARCH IN OLOMOUC USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Geographical Information Systems (GIS) combine different data layers of the built environment. GIS allow to model the area with varying degrees of residential density, connectivity, density of sports facilities, the availability of services and various recreational items. The main goal of this study is to analyze the relationship between selected environmental characteristics and level of physical activity (PA) of adult population using GIS. Dataset consisted of 70 randomly selected inhabitants of the Olomouc city. The dataset was divided into groups based on the walkability index (calculated in GIS) and average daily number of steps. To determine the walkability index, the main criteria for evaluating the impact of environment on PA level, it is necessary to analyze these data using software ArcGIS 9.3: neighborhood buffer, residential density, street network, land use mix, the layer of buildings with retail area and demographic data. Weeklong PA of participants was measured by using the Yamax SW-700 pedometer. Inhabitants with higher average number of steps live in high walkable areas. We expect that the built environment affects the level of PA.

Key words: *Neighborhood buffer, land-use mix, walkability index, pedometer.*