

Prostorové vyhodnocení pohybových aktivit z zastavěném území

Tomáš Krivka

Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci,
Třída Svobody 26, 771 46, Olomouc, Česká republika
tomas.krivka@email.cz

Abstrakt. Existuje nějaká souvislost mezi pohybovou aktivitou lidí a prostředím, ve kterém žijí? To je otázka, kterou se snaží zodpovědět projekt IPEN (International Physical Activity and the Environment Network).

Víme o velkém počtu determinant, které utvářejí pohybovou aktivitu. Je to naše osobnost, rodina, ekonomická situace atd. Ukazuje se, že prostředí, ve kterém žijeme, je také velmi důležitým faktorem. A právě jeho popis je úkolem GIS.

Projekt IPEN vypracoval vlastní metodiku pro hodnocení prostředí skrze pohybovou aktivitu. Pracoviště, která se účastní projektu IPEN, jsou vázány touto metodikou. Jejím hlavním výsledkem je Index chodeckosti, který se skládá ze čtyř dílčích indexů: Index konektivity, Index entropie, FAR index a Index sídelní hustoty. Výsledný index je součtem těchto dílčích indexů.

Na začátku této práce stála úvaha, jestli by nebylo užitečné sestavit nástroj, který by počítal indexy automaticky. To by zvýšilo spolehlivost analýz dělaných v různých státech. Došlo by také ke snížení počtů chyb během neautomatizovaného zpracování, čímž by se analýzy staly lépe porovnatelné.

Ideální řešení tohoto problému poskytuje firma ESRI. Nástroje byly komponovány jako ArcToolbox pro program ArcGIS 9.3 i 10. Požadovanou licenci je pouze ArcView. Toolbox byl kompletně sepsán v jazyku Python.

Klíčová slova: pohybová aktivita, Index chodeckosti, Python, ArcToolbox

Abstract. Is there any relationship between physical activity of people and environment where they live? It is question that tries to answer project IPEN (International Physical Activity and the Environment Network).

There are many determinants that shape our physical activity. It can be our personality, family, economical situation etc. It shows that very important factor is also environment where we live. To describe living environment is task of GIS.

Project IPEN has made methodology for analyzing environment according to physical activity. Workplaces, which participate on IPEN, must make their analysis in accordance to this methodology. The main result of this methodology is Walkability index. It consists of four partial indexes: Connectivity index, Entropy index, FAR index and Household index. Final Walkability index is sum of partial indexes.

On begin of this thesis was idea, that it could be useful to create some tool, which could calculate indexes automatically. It should increase reliability of analysis, which had been made in deferent countries. It could also reduce number of mistakes, which could make processors, and make analysis more comparable.

Ideal solution for this task provides ESRI. Tool was made like ArcToolbox for ArcGIS 9.3 or 10. Required licence is only ArcView. It was written in Python programming language.

Keywords: Physical activity, Walkability index, Python, ArcToolbox

1 Index chodeckosti

Jak již bylo nastíněno, Index chodeckosti vzniká součtem čtyř dílčích indexů: Index konektivity, Index entropie, Index FAR a Index sídelní hustoty (Index konektivity vstupuje do součtu s dvojnásobnou váhou než ostatní).

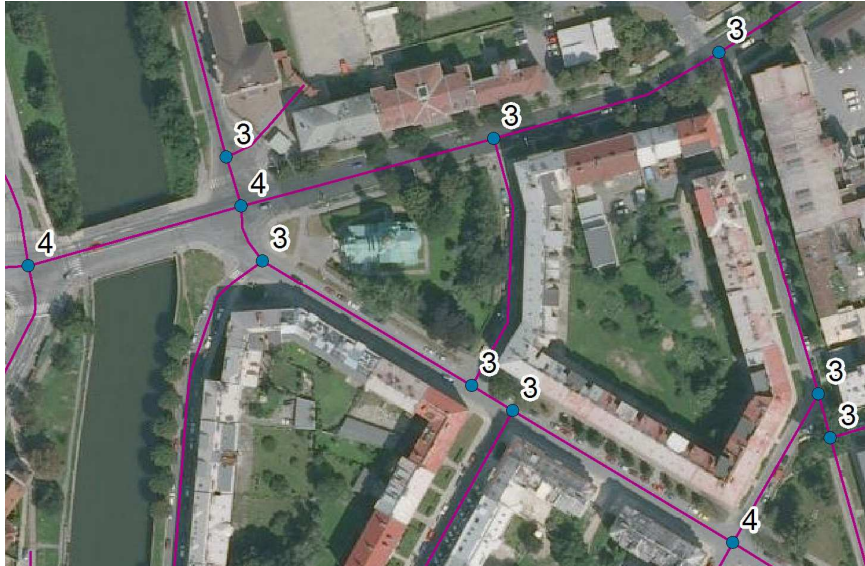
2 Index konektivity

Tomuto indexu je přikládána nejvyšší důležitost, neboť do výpočtu konečného Indexu chodeckosti vstupuje s dvojnásobnou váhou než ostatní ukazatele. Vyšší hodnoty indexu vypovídají o dobré propojenosti a prostupnosti území. Vysoká konektivita je typická pro centra měst, kde nejsou vhodné podmínky pro automobilovou dopravu, neboť zde nejsou rychlé silniční koridory ani dostatek míst pro parkování. Předpokládá se, že respondent bude preferovat aktivní transport před městskou hromadnou dopravou. Vzdálenosti jsou zde relativně malé, tudíž není problémem pěší doprava. V případě centra měst se respondent často vyskytuje celý den na relativně malém území.

Jinak je tomu u oblastí s nízkou konektivitou, která je charakteristická pro okrajové části měst. Obyvatelé zpravidla nepracují v místě svého bydliště, tudíž během dne musí překonávat velké vzdálenosti, které už není možno dosáhnout aktivním transportem. Respondent je tudíž často odkázán na automobil, jímž realizuje většinu dopravování.

Skript počítá počet křižovatek na plochu urbanistického obvodu, od které je odečtena rozloha vodních ploch a toků v příslušné oblasti. To je důvodem, proč do skriptu vstupuje také vrstva landuse. Termín počet křižovatek není zcela přesný, neboť k výpočtu nepostačuje výskyt samotné křižovatky, ale jednotlivé křižovatky musí nést atributové pole Valence.

Termín Valence označuje počet cest, které se v dané křižovatce setkávají. Křižovatka ve tvaru písmene „T“ má Valenci o hodnotě tři. Klasická křižovatka ve tvaru kříže má pak Valenci čtyři, neboť se zde potkávají právě čtyři cesty. V případě takové křižovatky nebude tedy započtena hodnota jedna (jako jedna křižovatka), nýbrž čtyři dle odpovídající Valence. Termín Valence dokresluje ještě obrázek.



Obr. 1. Valence křižovatek.

3 Index entropie (Shannon index)

Index entropie reprezentuje homogennost respektive heterogennost ve využití území. Čím větší je různorodost ve využití, tím vyšší bude i Index entropie. Stěžejním prvkem pro výpočet tohoto indexu je kvalitní vrstva landuse.

Jestliže je v daném obvodě vysoká entropie využití území, dá se předpokládat, že respondent může na relativně malé ploše vykonávat všechny činnosti běžného života. Je pravděpodobné, že v tomto obvodě bude pracovat, bude zde chodit do obchodu, za zábavou, k lékaři... A opět v tomto různorodém obvodu bude překonávat malé vzdálenosti, ale pravděpodobně je bude překonávat vlastními silami.

Přesně naopak tomu bude v obvodě s nízkým Indexem entropie. V takovém obvodě bude často převládat residenční či industriální způsob využití území. Respondent zde zpravidla nemá možnost uspokojit své potřeby (škola, práce, nákupy apod.), tudíž je za nimi nucen cestovat na větší vzdálenosti, které není schopen ujít pěšky.

S pojmem entropie se setkáváme v teorii informace, má však široké uplatnění i v matematické statistice. Entropie je číslo, které udává, jak obtížné je předpovědět hodnotu dané náhodné veličiny. Je zřejmé, že obtížnost této předpovědi je větší, jestliže je rozložení hodnot dané veličiny rovnoměrnější. Entropie tedy charakterizuje rovnoměrnost rozložení hodnot a míru neuspořádanosti daného systému. (Vajda, 2004)

Vzorec pro výpočet entropie byl pro účely projektu IPEN modifikován do tohoto tvaru:

$$H(S) = \frac{-\sum_{i=1}^k [(p_i) \cdot (\ln p_i)]}{\ln k} \quad (1)$$

Kde:

H(S)	Index entropie (Shannon index)
p_i	plocha příslušně kategorie landuse k celkové ploše všech kategorií (vždy v rámci jednoho obvodu)
k	počet kategorií landuse v daném obvodu

4 Index FAR

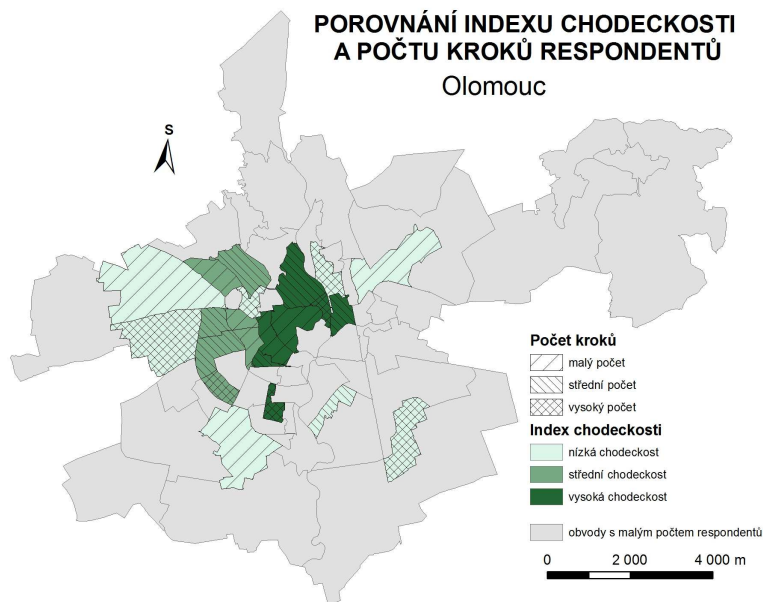
Index FAR představuje poměr rozloh obchodních budov a kategorie landuse s obchodním využitím. Předpokládá se, že vysoký index bude vypovídat o významném podílu maloobchodní sítě v urbanistickém obvodu. Tento obvod bude chodecky atraktivnější. Pokud FAR nabývá nízkých hodnot, je pravděpodobné, že se v obvodě vyskytnou velké obchody, které mají zpravidla velká parkoviště. Tudíž je pro respondenta příhodnější použít k nákupu automobil. Zpravidla také vykonává větší nákup na delší období. Opačně je to u respondenta z obvodu s vysokým FAR. Ten bude nakupovat bez automobilu, relativně často a pravděpodobně bude realizovat cesty za nákupem pěšky.

5 Index sídelní hustoty

Index reflektuje charakter bydlení v urbanistickém obvodě. Vysoká hodnota představuje větší hustotu bydlení. Takové hodnoty jsou opět typické pro centra měst, kde jsou vzdálenosti přijatelné pro aktivní transport.

6 Porovnání se skutečnou pohybovou aktivitou

Výsledky toolboxu byly potom porovnány se skutečnou pohybovou aktivitou naměřenou akcelerometry ActiGraph, které po dobu jednoho týdne monitorovaly pohyb aktivitu respondentů (pro účely analýzy byl použit počet kroků). Toto porovnání bylo provedeno nad Olomoucí.



Obr. 1. Porovnání Indexu chodeckosti s počty kroků.

Tabulka 1. Porovnání Indexu chodeckosti s počty kroků.

Urbanistické obvody dle Indexu chodeckosti	Počet respondentů	Charakteristiky urbanistických obvodů dle počtu kroků		
		Průměrný počet	Rozptyl	Směrodatná odchylka
Nízký	88	8142	1052209	1026
Střední	172	8319	967687	984
Vysoký	68	8362	547483	740
Vše	328	8275	808495	899

Zajímavé je porovnání průměrných počtů kroků. Nejvyššího průměrného počtu kroků dosáhly skutečně obvody s nejvyšším Indexem chodeckosti. Analogicky je tomu u obvodů s nejnižším Indexem chodeckosti, které se vyznačují nejnižšími počty kroků. Byly provedeny T-testy (porovnání středních hodnot počtu kroků) a F-test (porovnání rozptylů počtu kroků). Do testů vždy vstupovaly dvojice datasetů průměrných hodnot počtů kroků urbanistického obvodu. Žádný z testů však na hladině spolehlivosti 95 procent neprokázal statisticky významný rozdíl.

Reference

1. 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.*
2. Dygrýn, J., & Mitáš, J. (2009). *Zastavěné prostředí v pohybové aktivitě obyvatel Olomouce s využitím geografických informačních systému. [The built environment in physical activity research in Olomouc using Geographic Information System]. Tělesná kultura, 32(2), 100–109.*
3. Hendl, J. (2004): *Přehled statistických metod zpracování dat.* Portál, s.r.o., Praha, 584 s, ISBN 80-7178-820-1.
4. 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.*