

Index chodeckosti

Co to je a jak jej lze vypočítat

Lukáš Pospíšil, Univerzita Palackého v Olomouci

Populace České republiky je jednou z nejvíce obezitou postižených v Evropě. Jedním z důvodů je nezdravý životní styl a nedostatek pohybu. Aktivním pohybem může být organizovaná sportovní činnost i obyčejná chůze. Ke sledování pohybové aktivity obyvatel se používá tzv. **index chodeckosti**, který charakterizuje vliv zastavěného prostředí obyvatel na jejich pohybovou aktivitu, a umožňuje z reálných dat odhalit části města s vhodnými podmínkami pro aktivní pohyb i lokality, které naopak svým prostředím „zamezují“, aby lidé více chodili pěšky. Tvorba uživatelské sady nástrojů pro ArcGIS Desktop je vhodným nástrojem pro výpočet indexu chodeckosti. V článku je popsán samotný index chodeckosti a možnost jeho výpočtu pomocí volně dostupného nástroje **Walkability**, včetně aplikace nástroje na příkladu Olomouce v roce 2020.

POHYBOVÁ AKTIVITA

Existuje řada faktorů ovlivňujících pohybovou aktivitu obyvatel. Mezi důležité patří vzdálenost obchodu či školy od domova, hustota uliční sítě či funkční využití území. Mezinárodní organizace *IPEN (International Physical Activity and the Environment Network)* zabývající se vztahem mezi pohybovou aktivitou obyvatel a prostředím vyvinula metodu pro analýzu městského prostředí a jeho vlivu na pohybovou aktivitu. Části města lze potom ohodnotit indexem chodeckosti.

INDEX CHODECKOSTI

Index chodeckosti (Walkability index, WAI) slouží k vyjádření předpokládané pohybové aktivity obyvatel v jednotlivých územních celcích. Vypočítá se z hodnot čtyř dílčích indexů:

- › **index konektivity (Connectivity index, CONN)** – počet křižovatek na plochu územního celku bez vodních ploch,
- › **index entropie (Entropy/Shannon index, ENT)** – udává homogennost nebo heterogenost využití území v územním celku,
- › **index FAR (Floor Area Ratio index, FAR)** – poměr prodejní plochy obchodů k ploše území s komerčním využitím,
- › **index sídelní hustoty (Household density index, HDENS)** – poměr počtu domácností a plochy využívané pro bydlení.

Rovnice výpočtu indexu chodeckosti:

$$WAI = (2 \times CONN) + ENT + FAR + HDENS$$

Index konektivity CONN vstupuje do výpočtu s dvojnásobnou váhou, než mají ostatní indexy, protože je mu přisuzován největší vliv na chodeckost. Dobrá propojenost území je pro volbu pěšího transportu důležitější faktor, než velký počet obchodů, či různorodé využití ploch.

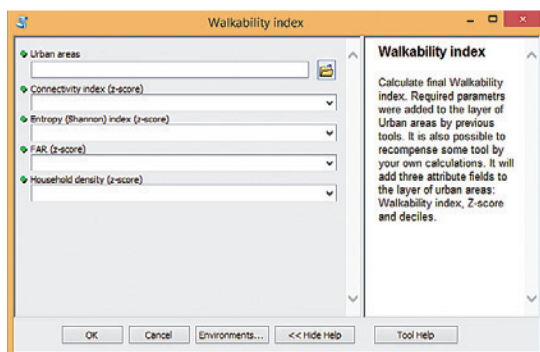
DATA A METODY

Pro výpočet dílčích indexů se používají následující data a atributy:

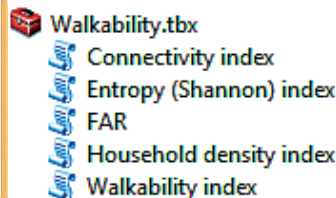
Index	Datová vrstva	Atribut
Index konektivity (CONN)	Základní sídelní jednotky	
	Uliční síť	Typ komunikace
	Využití území	
Index entropie (ENT)	Základní sídelní jednotky	
	Využití území	
Index FAR (FAR)	Základní sídelní jednotky	
	Obchody	Velikost prodejní plochy
	Využití území	
Index sídelní hustoty (HDENS)	Základní sídelní jednotky	Počet domácností
	Využití území	

Tab. 1. Přehled potřebných dat a atributů pro výpočet indexu chodeckosti.

Potřebná data uliční sítě, využití území a obchodních objektů pro Olomouc byla dostupná pouze za rok 2011, a proto je bylo potřeba nejprve zaktualizovat k roku 2020. Členění Olomouce na základní sídelní jednotky bylo převzato z databáze



Obr. 1. Dialogové okno skriptu Walkability index.



Obr. 2. Struktura toolboxu Walkability.

ArcČR® 500 verze 3.3, doplněno atributem s hodnotou počtu domácností na jejich území, dostupnou v RÚIAN.

Dopravní komunikace byly převzaty z geodatabáze *StreetNet CZE 1911* (© 2020 CEDA Maps), protože obsahuje označení úseků komunikací, které nejsou určeny pro pěší. Alternativním zdrojem může být *OpenStreetMap*, který je pro účely výpočtu dostatečně podrobný.

Vrstva využití území byla aktualizována z *Copernicus Urban Atlas 2018*, aktuálního územního plánu města Olomouc a z Ortofota ČR. Metodika projektu IPEN připouští 8 kategorií landuse (obytný, komerční, služby, industriální, institucionální, rekreační, vodní plochy a ostatní) a předpokládá, že každý polygon má právě jedno využití. V českých městech však zcela běžně dochází ke kombinovanému využití ploch, proto se použily zástupné kódy, které umožňují kategorie kombinovat. Plocha s více způsoby využití je popsána řetězcem znaků, složeným z těchto kódů. Například území, kde se mísí obytné (Living), komerční (Commercial) a institucionální (Institutional) využití, je v atributové tabulce označeno třemi znaky: LCT. Výsledná vrstva landuse je velmi specifická a nelze ji nahradit z jiného dostupného zdroje.

Největší výzvou je však získání aktuálních dat o obchodech, jelikož vypisování údajů z *Administrativního registru ekonomických subjektů* je v takto velkém měřítku neefektivní. Využita byla bodová vrstva maloobchodní sítě Magistrátu města Olomouce. Časově nejnáročnější byl sběr dat v terénu pomocí mobilní aplikace a ověřování velikosti prodejní plochy obchodu pomocí laserového dálkoměru, dotázaním se obsluhy či expertním odhadem. Aktualizovaná vrstva obchodů v Olomouci obsahovala 953 prvků.

NÁSTROJ

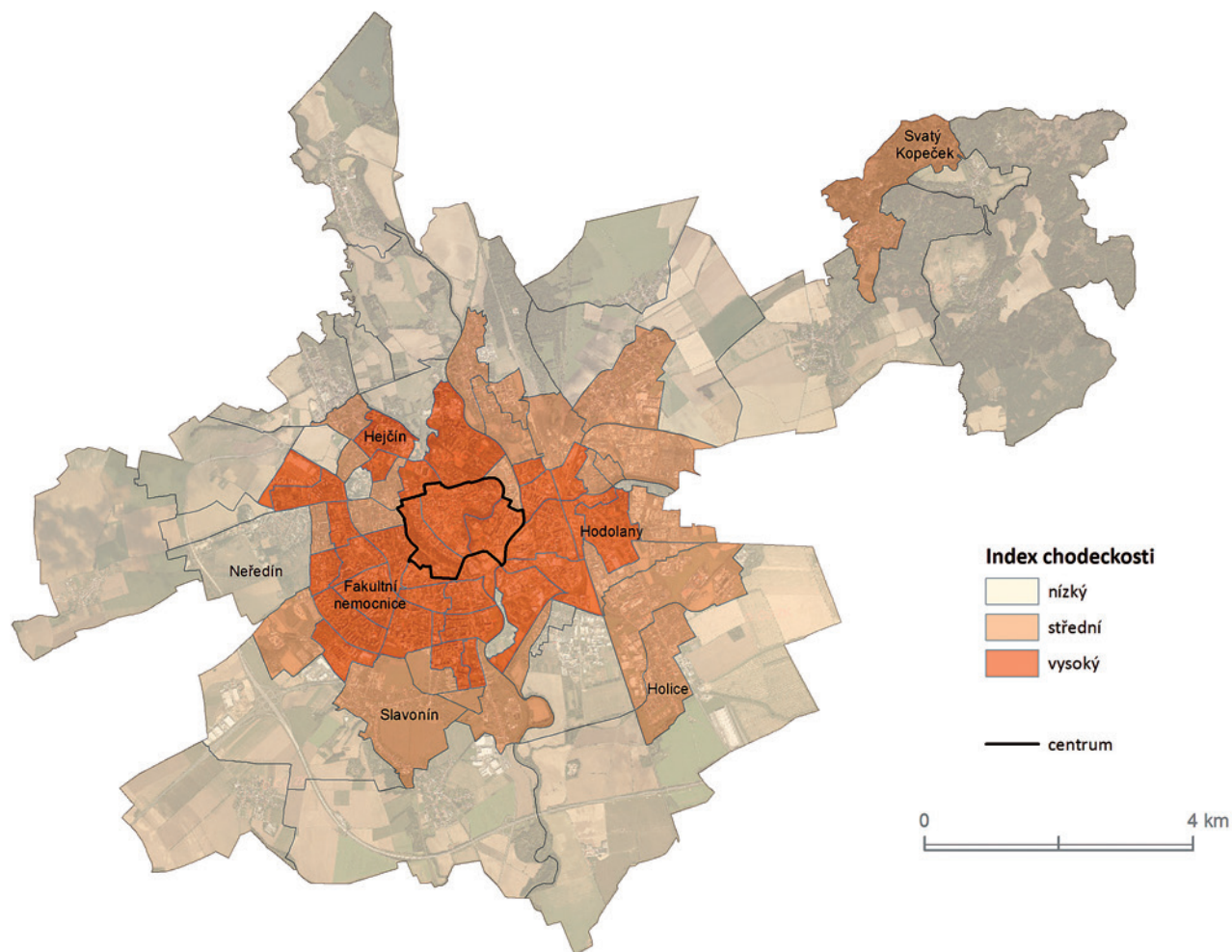
Indexem chodeckosti se již zabývali na Univerzitě Palackého v Olomouci student Tomáš Křivka, který v roce 2011 formou ArcToolboxu sestavil automatizovaný nástroj *Walkability*, pro výpočet indexu chodeckosti, a student Jan Krejsa (2018), který tento nástroj upravil pro aktuálnější verze ArcGIS Desktop a ArcGIS Pro 2.1.

Toolbox *Walkability* se skládá z pěti skriptů v jazyce Python: *Connectivity index* (connect.py), *Entropy/Shannon index* (entropy.py), *FAR* (far.py), *Household density index* (hdens.py) a *Walkability index* (wai.py). Každý skript je určený pro výpočet daného indexu, jehož výslednou hodnotu společně se standardizovanou hodnotou z-score a decily, které se používají k vizualizaci, ukládá do tří nových atributů zvolené referenční vrstvy. Výsledný index chodeckosti se počítá ze standardizovaných hodnot daných indexů. Pro možnost mezinárodního použití jsou rozhraní nástrojů, nápovědy i komentáře ve zdrojovém kódu psány v anglickém jazyce.

VÝPOČET INDEXU CHODECKOSTI

Vstupní datovou sadou pro výpočty všech dílčích indexů je vrstva základních sídelních jednotek (ZSJ). Časově a výpočetně nejnáročnější je výpočet indexu konektivity CONN nad uliční linií vrstvou. Na vstupu se nejprve volí atribut označující úseky, které nejsou určeny pro chodce (např. dálniční nájezdy). Tyto úseky uliční sítě nejsou zahrnuty do výpočtu. Následně výpočet nejprve stanoví hodnotu *Valence*, což je počet cest, které se v křižovatce setkávají. Tato hodnota je přidána do atributové tabulky bodové vrstvy křižovatek, která je pouze pracovní a skript *Connectivity index* ji počítá jako dílčí mezivýsledek. Například křižovatka ve tvaru „X“, kde se setkávají čtyři cesty, má hodnotu *Valence* 4. Skript *Connectivity index* umožňuje definovat vzdálenost pro sloučení křižovatek, které jsou blízko sebe a pro chodce se jeví jako jedna. Metodika IPEN doporučuje hodnotu této vzdálenosti 15 metrů. Ostatní výpočty ani nastavení už nejsou časově náročná. Pro kontrolu postupů obsahuje toolbox *Walkability* nápovědu.

Na závěr je do vrstvy základních sídelních jednotek přidán atribut *WAI* s hodnotou indexu chodeckosti a atribut *wai_dec* s rozdělením hodnot indexu chodeckosti do decilů, deseti kategorií. Každá ZSJ (základní sídelní jednotka) má tedy stanovený index chodeckosti. Standardizovaná hodnota se nepočítá.



Obr. 3. Vysoký index chodeckosti je kromě centra města i na jihozápadě Olomouce, kde se nachází především sídlištní zástavba. Data: StreetNet CZE 1911, ArcČR 500. Podkladová data: ČÚZK.

VÝSLEDKY

Index konektivity CONN, vypovídající o ulicích dobře propojeném a prostupném území, vykazuje vysoké hodnoty v centru města, které je využíváno pro různé účely – kombinuje se zde bydlení, komerční využívání ploch, institucionální budovy, rekreační plochy a provozovny služeb. Obyvatelé zde uspokojují většinu svých potřeb. Takové území charakterizuje vysoký index entropie ENT, který se směrem od centra k perifériím snižuje. Vysoké hodnoty v centru města nabývá také index sídelní hustoty HDENS a díky velkému počtu obchodů i FAR index.

Výpočty pro město Olomouc potvrdily očekávaný vysoký index chodeckosti WAI v centru města, kde je vysoká konektivita, různorodé využití území, husté zalidnění a velký podíl obchodů. Všechny tyto faktory pozitivně ovlivňují pohybovou aktivitu. Lidé v centru města mají díky husté síti křižujících se komunikací a pěších zón více příležitostí, jak dojít na cílové místo pěšky. Centrum Olomouce je obklopeno rozsáhlými parky. Navíc úzké ulice v centru a nedostatek parkovacích míst nejsou vhodné pro intenzivní automobilovou dopravu. Pro pohyb mezi obchody, rozmístěnými na relativně malé ploše centra, je volba chůze taktéž pohodlnější. To vše je předpokladem největší pohybové aktivity obyvatel Olomouce v jeho centru.

S výjimkou indexu konektivity nejsou výpočty ostatních indexů náročné. Skript *Connectivity index* potřeboval pro výpočet s daty Olomouce zhruba 30 minut. Důvodem

je počítání *Valence* křižovatek. Zbývající nástroje pracují jen několik sekund, i když záleží na konfiguraci počítače. V programu ArcMap 10.4.1. bylo vytvořeno 5 mapových výstupů pro výsledné aktuální indexy a 6 mapových výstupů pro srovnání výpočtů indexů na aktualizovaných a původních datech. Pro srovnání výpočtů byla Olomouc územně rozdělena na hexagony. Důvodem je rozdílné administrativní dělení Olomouce v roce 2011 a 2020, kdy jsou původní urbanistické obvody nahrazeny ZSJ. Z původních urbanistických obvodů bohužel nelze realizovat přepočtení počtu domácností do nově vzniklých hexagonů. Bez této hodnoty nelze vypočítat index sídelní hustoty, a tudíž ani celkový index chodeckosti. Proto byly mapově porovnány pouze výsledky indexu konektivity CONN (viz obr. 4), FAR indexu a indexu entropie ENT. Tato metoda je vhodná pro porovnání výsledků z různých měst České republiky, které nemají k dispozici stejnou úroveň administrativního dělení, ale také k srovnání měst na mezinárodní úrovni.

ZÁVĚREM

Index chodeckosti je vhodným deskriptorem v analýzách struktury města a jeho vztahu k aktivnímu pohybu obyvatel. Výsledky indexu chodeckosti mohou posloužit urbanistům při navrhování revitalizací městských částí či restrukturalizaci měst. Snahou by mělo být projektování lepší sítě komunikací, tak aby území bylo prostupnější, více

kombinovat budovy s různým využitím a preferovat rovnoměrné rozmístění menších obchodů před velkými nákupními centry za městem, kam lidé jezdí autem.

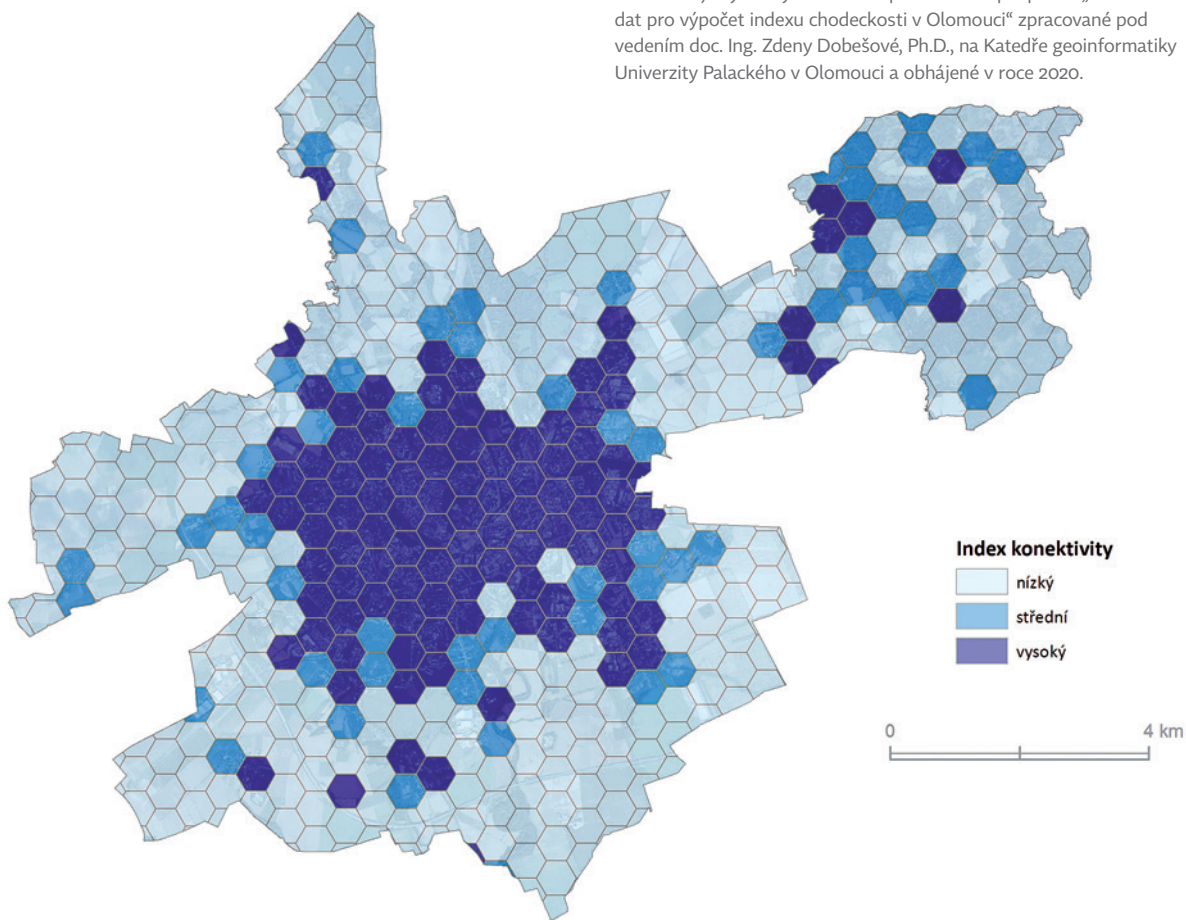
ArcToolbox Walkability pro ArcGIS Desktop je vhodný nástroj k automatizaci výpočtu indexu chodeckosti. Uspodňuje výpočet a snižuje riziko výskytu chyb, kterých by se řešitelé mohli dopustit při manuálním zpracování. Jeho metodika je přizpůsobena charakteru evropských měst, lze ho tedy aplikovat pro vyhodnocení pohybové aktivity

obyvatel libovolného evropského města s dostupnými daty. Zdrojový kód je doplněn anglickými komentáři a uživatel si může jednoduše skripty upravit podle svých potřeb. Samotný výpočet indexu chodeckosti v prostředí Esri není náročný. Úskalí spočívá v dostupnosti dat či v objemu práce při přípravě a tvorbě dat, protože tato část práce není automatizovaná a je pro uživatele časově náročná.

Toolbox Walkability je volně dostupný na: <https://github.com/ZdenaDobesova/WalkabilityIndex>. **««**

Bc. Lukáš Pospíšil, Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Kontakt: lpospisil01@gmail.com

Text shrnuje výsledky bakalářské práce autora příspěvku „Aktualizace dat pro výpočet indexu chodeckosti v Olomouci“ zpracované pod vedením doc. Ing. Zdeny Dobešové, Ph.D., na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci a obhájené v roce 2020.



Obr. 4 Index konektivity Olomouce v roce 2020 vypočítaný v hexagonální síti. Data: StreetNet CZE 1911, ArcČR 500. Podkladová data: ČÚZK.