

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie



Přírodovědecká
fakulta

**CESTY ADOLESCENTŮ DO ZŠ V OPAVĚ: KONEKTIVITA,
ENTROPIE A CHODECKOST URBÁNNÍHO PROSTŘEDÍ**

Diplomová práce

Autor: Mgr. et Bc. David Král

Studijní program: Geografie a regionální rozvoj

Vedoucí práce: prof. RNDr. Marián HALÁS, Ph.D.

Olomouc 2023

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo):	David Král (R200064)
Studijní obor:	Geografie a regionální rozvoj
Název práce:	Cesty adolescentů do ZŠ v Opavě: konektivita, entropie a chodeckost urbánního prostředí
Title of thesis:	Pathways of adolescents to primary school in Opava: connectivity, entropy and walkability of the urban environment
Vedoucí práce:	prof. RNDr. Marián HALÁS, Ph.D.
Rozsah práce:	65 stran, 3 strany vázaných příloh
Abstrakt:	<p>Hlavním cílem diplomové práce je zhodnotit vliv zastavěného prostředí hodnoceného na základě indexu chodeckosti na aktivní transport do školy u adolescentů vybraných základních škol v Opavě. Tato diplomová práce je vedena jako kvantitativní průřezová studie. Do výzkumu byly zahrnuty 3 základní školy v Opavě. Výzkumný soubor byl tvořen 129 účastníky (72 chlapců a 57 dívek). Index chodeckosti byl vypočítán pomocí již vytvořeného Arcgis toolboxu, kterým je Walkability index (WAI). Výsledky dokládají snižující se počet žáků, kteří s narůstající vzdáleností bydliště od školy využívají aktivní způsob transportu. Potvrdil se rovněž očekávaný vysoký index chodeckosti v centru Opavy, předměstí a na velkých sídlištích. Nebyl zjištěn žádný signifikantně významný vliv indexu chodeckosti na způsob transportu do a ze školy ani na pohybovou aktivitou během cesty do školy.</p>
Klíčová slova:	Chodeckost, konektivita, aktivní transport, Opava

Abstract:

The main goal of the thesis is to evaluate the influence of the built environment, which was evaluated based on the walkability index, on active transportation to school among adolescents of selected elementary schools in Opava. The thesis is a quantitative cross-sectional study. 129 participants (72 boys and 57 girls) from 3 elementary schools in Opava were included in the research. The walkability index was calculated with a Arcgis toolbox Walkability Index (WAI). The results show that the number of pupils using an active mode of transport decreases as the distance between their residence and school increases. The expected high pedestrian index in the centre of Opava, the suburbs and in large housing estates was also confirmed. No significant effect of the walkability index was found on the method of transport to and from school or on physical activity during the journey to school.

Keywords:

Walkability, connectivity, active transport, Opava

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením prof. RNDr. Mariána Haláse, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 25. července 2023

.....

Děkuji prof. RNDr. Mariánu Halásovi, Ph.D. za vedení diplomové práce. Velké díky patří i Mgr. Michalu Vorlíčkovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytl. Děkuji Mgr. Markovi Drozdkovi za poskytnutí potřebných dat o území Opavy. Děkuji také své rodině, a především své partnerce Simoně Králové, která mi byla ve studiích vždy oporou.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. David KRÁL**
Osobní číslo: **R200064**
Studijní program: **N0532A330021 Geografie a regionální rozvoj**
Téma práce: **Cesty adolescentů do ZŠ v Opavě: konektivita, entropie a chodeckost urbánního prostředí**
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

Zásady pro vypracování

Diplomová práce bude navazovat na Davidem Králem již obhájenou diplomovou práci na FTK UP. Použitý bude stejný výzkum i stejný vzorek respondentů, prezentované ale budou dominantně nové, originální výsledky, které se v původní diplomové práci nenacházely. Konkrétně se bude jednat např. o hodnocení konektivity, entropie nebo chodeckosti (walkability) urbánního prostředí na příkladu uskutečněných cest adolescentů do ZŠ v Opavě. Z již zmíněných důvodů může být teoretická (rešeršní) i empirická (výsledková) část práce zeštíhlena citovanými odkazy na původní práci.

Rozsah pracovní zprávy: **20 000 – 24 000 slov**
Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Dygrýn, J., & Mitáš, J. (2009). Zastavené prostředí v pohybové aktivitě obyvatel Olomouce s využitím geografických informačních systémů. *Tělesná kultura*, 32(2), 100-109.

Hajna, S., Dasgupta, K., Halparin, M., Ross, N. A. 2013. Neighborhood walkability: field validation of geographic information system measures. *American Journal of Preventive Medicine* 44 (6), 55–59.

Ikeda, E., Stewart, T., Garrett, N., Egli, V., Mandic, S., Hosking, J. 2018. Built environment associates of active school travel in new Zealand children and youth: a systematic meta-analysis using individual participant data. *J. Transp. Health* 9, 117–131.

Mandic, S., Leon de la Barra, S., García Bengoechea, E., Stevens, E., Flaherty, C., Moore, A. 2015. Personal, social and environmental correlates of active transport to school among adolescents in Otago, New Zealand. *J. Sci. Med. Sport*. 18, 432–437.

Mitáš, J., Dygrýn, J., Rubín, L., Křen, F., Vorlíček, M., Nykodým, J., ... & Frömel, K. (2018). Multifactorial research on built environment, active lifestyle and physical fitness in Czech adolescents: Design and methods of the study. *Tělesná kultura*.

Rišová, K., 2020 Walkability research: Concept, methods and a critical review of post-socialist studies. *Geografický časopis* 72 (3), 219–242.

Rubín, L., Mitáš, J., Dygrýn, J., Vorlíček, M., Nykodým, J., Řepka, E., & Frömel, K. (2018). Pohybová aktivita a tělesná zdatnost českých adolescentů v kontextu zastavěného prostředí. *Univerzita Palackého v Olomouci*. ISBN 978-80-244-5451-1.

Vedoucí diplomové práce: **prof. RNDr. Marián Halás, Ph.D.**
Katedra geografie

Oponent diplomové práce: **doc. Mgr. Pavel Klapka, Ph.D.**
Katedra geografie

Datum zadání diplomové práce: 16. ledna 2021
Termín odevzdání diplomové práce: 10. dubna 2024

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

doc. Mgr. Pavel Klapka, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 13. června 2023

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Přehled poznatků.....	11
	2.1 Aktivní transport do školy.....	11
	2.2 Urbánní prostor jako determinanta pohybové aktivity.....	12
	2.3 Monitorování a hodnocení zastavěného prostředí.....	13
	2.3.1 Význam a hodnocení chodeckosti.....	14
	2.4 Vliv urbánního prostředí na pohybovou aktivitu a aktivní transport.....	17
	2.5 Intervence podporující pohybovou aktivitu a aktivní transport.....	20
3	Cíle.....	22
	3.1 Hlavní cíl.....	22
	3.2 Dílčí cíle.....	22
	3.3 Výzkumné otázky.....	22
4	Metodika.....	23
	4.1 Výzkumný soubor.....	24
	4.2 Metody sběru dat o zastavěném prostředí.....	24
	4.2.1 Vymezení referenční vrstvy.....	24
	4.2.2 Výpočet chodeckosti.....	27
	4.3 Statistické zpracování dat.....	34
5	Výsledky.....	36
	5.1 Docházková vzdálenost bydliště od školy.....	36
	5.2 Index chodeckosti v Opavě.....	39
	5.3 Vliv indexu chodeckosti v okolí škol na aktivní transport adolescentů.....	46
6	Diskuse.....	49
	6.1 Silné stránky a limity práce.....	51
7	Závěry.....	53
8	Summary.....	53
9	Referenční seznam.....	54
10	Přílohy.....	66

1 ÚVOD

Pravidelná fyzická aktivita je jednou z nejdůležitějších věcí, kterou lidé mohou udělat pro udržení svého zdraví. Pozitivní vliv pohybu na lidské zdraví je prokazatelný, více pohybu a méně sezení má obrovské výhody pro každého (World Health Organization, 2009). Vlivem urbanizace a digitalizace života dochází v současnosti ke snížení intenzity a objemu pohybové aktivity jak ve vyspělých (Knuth & Hallal, 2009; Hallal et al., 2012), tak v rozvojových státech (Goryakin & Suhrcke, 2014; Ojiambo et al., 2012) a je prokázán i na příkladu České republiky (Sigmund et al., 2018; Sigmundová et al., 2011).

Bylo prokázáno, že děti školního věku, které dochází do školy pěšky nebo dojíždějí na kole, mají obecně vyšší úroveň pohybové aktivity (Davison et al., 2008; Sirard & Slater, 2008). Z pohledu každodenního režimu se aktivní transport významně podílí na celkovém objemu realizované pohybové aktivity v průměru z 20–30 % (Faulkner et al., 2009; Vorlíček et al., 2018). Navzdory zdravotním benefitům aktivní transport do školy využilo v České republice v roce 2011 o 47 % méně školáků než v roce 2001 (Dygrýn et al., 2015).

Pro zvýšení využití aktivního transportu je důležité co nejlépe poznat, které faktory volbu mezi aktivním a pasivním transportem ovlivňují. Cílem autora je na příkladu základních škol v Opavě zjistit, které geografické aspekty v okolí škol mají vliv na aktivní transport. Autor práce se tímto tématem zabýval již ve své dřívější práci (Kráal, 2022), kde zjišťoval, které překážky jednotlivým respondentům brání k aktivnímu transportu do školy. Bylo zjištěno, že na způsob dopravy do školy a ze školy má vliv absence chodníků a cyklostezek, hustý provoz a přechody, které nejsou žáky vnímány jako bezpečné. Dále autor práce prostřednictvím auditu MAPS (Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes) subjektivně hodnotil nejbližší okolí školy. Na základě výsledků z MAPS, ale nebyl prokázán vliv zastavěného prostředí v okolí školy na aktivní transport.

Existuje několik stovek potvrzených environmentálních atributů, které ovlivňují pohybovou aktivitu. Mezi environmentální atributy s nejsilnější asociací k pohybové aktivitě se řadí zejména hustota, konektivita, dostupnost a využití území (Saelens & Handy 2008). Na základě těchto atributů byl vytvořen index chodeckosti (Frank et al., 2005), dle kterého území s vysokou chodeckostí vytváří přívětivější podmínky pro aktivní transport, především pro chůzi. Na základě těchto skutečností byl zvolen hlavní cíl diplomové práce, kterým je zhodnotit vliv zastavěného prostředí hodnoceného na základě indexu chodeckosti na aktivní transport do školy u adolescentů vybraných základních škol v Opavě.

Dle Vorlíčka et al. (2018) se ukazuje, že většina adolescentů (85 %) považuje docházkovou vzdálenost do 20 minut za únosnou pro upřednostnění aktivní formy transportu z místa bydliště

do školy. Proto dílčím cílem této práce je také zhodnotit, jaký má vliv vzdálenost bydliště od školy na aktivní transport do školy u adolescentů na vybraných základních školách v Opavě.

Pro porovnání, jaký vliv má urbánní prostředí v okolí školy na aktivní transport adolescentů byl použit stejný vzorek respondentů z dřívější práce autora (Král, 2022). Data o pohybové aktivitě v této práci byla objektivně změřena pomocí chytrých náramků Garmin vivofit 3. Způsob transportu do a ze školy byl zjišťován pomocí mezinárodně uznávaného dotazníku IPEN Adolescent. Přesnému popisu metodiky a vyhodnocení dat týkajících se pohybové aktivity a způsobu transportu žáků do a ze školy se tato práce nevěnuje, ale lze ji nalézt v dřívější práci (Král, 2022). V rámci metodiky je tak kladen důraz na nové skutečnosti, a to především na výpočet indexu chodeckosti pro jednotlivé územní celky v Opavě, který je zpracován pomocí Arcgis toolboxu Walkability index (WAI).

2 PŘEHLED POZNATKŮ

Předložená práce se věnuje objasnění asociací mezi aktivním transportem žáků do školy a prostředím, ve kterém se běžně žáci pohybují. Pro pochopení kontextu je v této části představen v krátkosti aktuální stav pohybové aktivity, respektive aktivního transportu žáků do školy v kontextu České republiky. Autor práce by v této části mohl představit pohybovou aktivitu, její význam pro zdraví, ale také zdravotní doporučení nejen pro adolescenty, ale také pro dospělou populaci. Tyto informace by se ale opakovaly s dřívější prací autora (Král, 2022). Předložená práce se tak blíže věnuje hlavně determinantům, které ovlivňují aktivní transport do a ze školy, a které v předešlé práci autora nebyly řešeny. Je zde kladen důraz na tzv. 5D model a z něho vycházejícího indexu chodeckosti. Představen je rovněž význam indexu chodeckosti pro výzkum asociací mezi pohybovou aktivitou a urbánním prostředím. Rozepsány jsou i jednotlivé subindexy, ze kterého se index chodeckosti skládá, objasněn je jejich význam i hodnocení celého indexu chodeckosti. Také jsou představeny příklady intervencí, které podporují aktivní transport do školy. Na závěr jsou shrnuty základní myšlenky pro tvorbu strategických plánů, které podporují aktivní transport nejen do školy.

2.1 Aktivní transport do školy

Chůze, jízda na kole nebo jiná forma transportu, při kterém je využívána lidská energie s cílem přepravy z místa na místo lze označit jako aktivní transport nebo aktivní docházka. Bylo prokázáno, že děti školního věku, které dochází do školy pěšky nebo dojíždějí na kole, mají obecně vyšší úroveň pohybové aktivity (Davison et al., 2008; Sirard & Slater, 2008). Z pohledu každodenního režimu se aktivní transport významně podílí na celkovém objemu realizované pohybové aktivity v průměru z 20–30 % (Faulkner et al., 2009; Vorlíček et al., 2018; Southward et al., 2012). Aktivní doprava do školy přispívá k celkové denní pohybové aktivitě českých adolescentů (Dygrýn et al. 2015; Vorlíček et al., 2018;) a má potenciál přispět ke splnění každodenní 60minutové středně intenzivní pohybové aktivity adolescentů (Faulkner et al., 2009; Carver et al., 2011; Larouche et al., 2014).

Ze studie České školní inspekce (ČSI, 2016), do které se zapojilo celkem 978 základních škol a 509 středních škol, bylo zjištěno, že pěšky docházejí z domova do školy v průměru tři pětiny žáků základních škol. K cestě do školy využívá jízdní kolo průměrně necelých 8 % žáků. Koloběžku, skateboard či kolečkové brusle využívá k transportu do školy minimální podíl žáků. Aktivním transportem se do středních škol dopravuje menší podíl žáků než u základních škol. Důvodem je pravděpodobně větší průměrná vzdálenost střední školy od bydliště žáků. Pěšky dochází z domova do střední školy pouze necelá třetina žáků (u základních škol 60 %), jízdní kolo využívá k cestě do střední

školy 5 % žáků (u základních škol 7,9 %). Další dotazované možnosti (koloběžka, skateboard, kolečkové brusle) byly zaznamenány u zcela zanedbatelného podílu žáků (ČSI, 2016).

2.2 Urbání prostor jako determinanta pohybové aktivity

Urbání prostor, často popisován i jako zastavěné prostředí je v nejobecnějším měřítku definováno jako část fyzického prostředí, které vybudoval člověk svou aktivitou (Saelens & Handy, 2008). Jak prezentuje Chynoweth (2009), urbání prostor je nutné chápat jako pojem interdisciplinární, se kterým se lze setkat v řadě vědních oborů (geografie, architektura, urbanismus). Při výzkumu atributů, které ovlivňují pohybovou aktivitu je důležité se opírat o teorie chování. Pro vztah mezi pohybovou aktivitou a urbáním prostorem byl vytvořen Ekologický model čtyř domén aktivního života a chování. Těmto modelům se hlouběji věnuje předešlá práce autora (Král, 2022), která popisuje jednotlivé teorie a modely, ze kterých vychází základní představa o vedení výzkumu pohybové aktivity v urbáním prostoru.

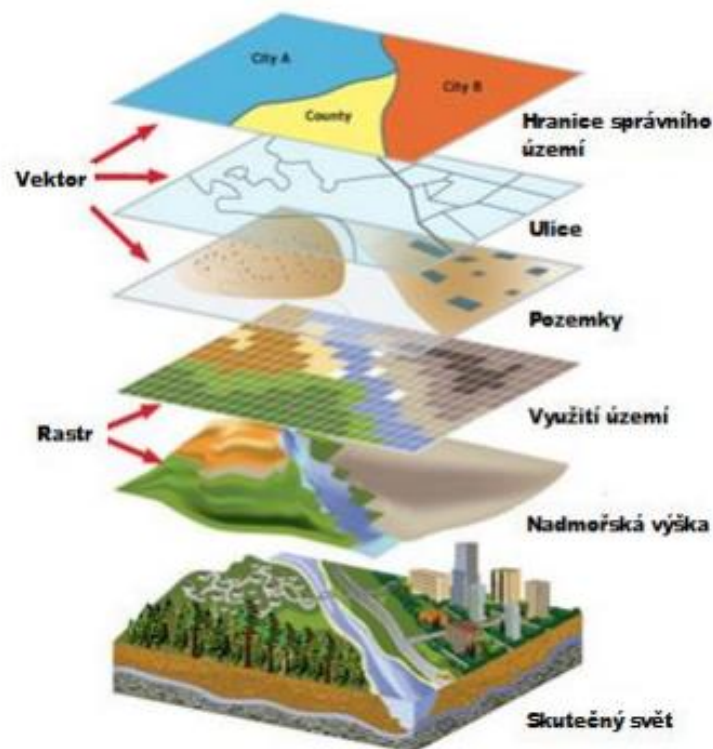
Existuje několik stovek potvrzených environmentálních atributů, které ovlivňují pohybovou aktivitu a aktivní transport (Ramirez et al., 2006). Pro aktivní transport, především pro chůzi, je velmi důležité, aby bylo prostředí přívětivé pro realizaci pohybové aktivity. Pro přívětivost zastavěného prostředí se používá termín walkability, ten ale zatím nemá v češtině ustálený překlad. Pro termín walkability jsou v česky psané literatuře používány termíny schůdnost nebo chodeckost. Odborníci z centra kinantropologického výzkumu FTK v Olomouci (Dygrýn & Mitáš, 2009; Rubín, 2018; Vorlíček 2020) využívají termín chodeckost, pro který se rozhodl také autor této práce.

Vědecké práce hodnotící pohybovou aktivitu v kontextu urbaního prostředí využívají 3D model. Tento model pracuje se třemi základními dimenzemi, a to s hustotou, diverzitou a designem ulic. Tyto dimenze byly dále doplněny o další 2 atributy (5D model), a to dostupnost a vzdálenost k cíli dopravy (Horák et al., 2022). Hustota se obvykle hodnotí pomocí ukazatelů, jako je hustota zalidnění nebo hustota pracovních míst. Diverzita je nejčastěji reprezentovaná využitím ploch (land-use mix) a hodnotí například počet kanceláří nebo rezidenčních objektů, které se nachází v dané oblasti. Design ulic zahrnuje počet křižovatek nebo podíl křižovatek se 4 cestami na plochu daného území. Dostupnost vyjadřuje prostorovou a časovou dosažitelnost jednotlivých bodů zájmu. Je ovlivňována především blízkostí dopravních uzlů. Dostupnost se ale může vztahovat k jiným faktorům mobility, jako je například vlastnictví osobního auta v rodině. Vzdálenost k cíli může být měřena jako nejkratší vzdálenost z místa bydliště k cíli nebo k nejbližší zastávce veřejné dopravy (Horák et al., 2022).

Tento 5D model představuje základ pro pochopení hlavních faktorů ovlivňujících chodeckost. Nicméně, není pravidlem, že všechny indexy chodeckosti vždy zkoumají všech 5 dimenzí. Vždy záleží především na autorech výzkumu a na jejich cíli výzkumu.

2.3 Monitorování a hodnocení zastavěného prostředí

Díky rozsáhlé digitalizaci se stále častěji začínají využívat pro hodnocení vlivu zastavěného prostředí na pohybovou aktivitu objektivní metody založené na geografických informačních systémech (GIS). Jedná se o speciální programy, které jsou schopny spravovat (editovat, analyzovat, zpracovávat, zobrazovat apod.) prostorové informace, tzv. geodata, a to včetně jejich dalších doplňkových informací uložených v atributových databázích (Břehovský et al., 2012). Pomocí geodat lze sloučit tematické mapové vrstvy (Obrázek 1) a vytvořit tzv. datový model skutečného prostředí (Břehovský et al., 2012).



Obrázek 1. Schéma vrstvení tematických map v GIS pro vytvoření modelu skutečného světa

Zdroj: Převezato z Rubín (2018)

Vědci vyvinuli více než 80 indikátorů pro hodnocení chodeckosti (Vale et al., 2016). Pro objektivní hodnocení chodeckosti je k dispozici několik nástrojů, například 3D model (Cervero & Kockelman, 1997), Pedshed (Porta & Renne, 2005), Walk Score (Kocher & Lerner, 2007), Pedestrian Index of the Environment (Lefebvre-Ropars & Morency, 2018; Arellana et al., 2020; Singleton et al., 2014), the Neighbourhood Destination Accessibility Index (Witten et al., 2011).

Jedním z nejčastěji používaných je index chodeckost (Walkability index), vyvinutý Frankem et al. (2010), použitý v mnoha studiích (Alves et al., 2020; Arellana et al., 2020; Dygrýn & Mitáš, 2009; Křivka, 2011). Index chodeckosti hodnotí konektivitu, heterogenitu využití území, velikost obchodů a hustotu domácností.

Dalším možným způsobem, jak hodnotit vliv prostředí na pohybovou aktivitu, je využití globálních družicových polohových systémů (nejčastěji GPS), tyto nástroje sice samy o sobě nedokážou zhodnotit podmínky prostředí, ale zajistí lokalizaci k ostatním datům. Ve specializovaných programech je možné získaná prostorová data propojit s měřením pohybové aktivity. Takovým programem je například PALMS (Personal Activity Location Measurement System) (Carlson et al., 2014b).

Využití nových objektivních způsobů hodnocení prostředí má řadu kladů a záporů, které je potřeba před jejich aplikací zvážit a zhodnotit. Aktuální publikace se shodují, že tyto metody přináší nové možnosti a potenciál pro budoucí výzkumy (Vorlíček, 2020).

2.3.1 Význam a hodnocení chodeckosti

Chodeckost vymezuje infrastrukturu a podmínky prostředí, které podporují pohybovou aktivitu. Území s vysokou chodeckostí vytváří prostředí přívětivější a přátelštější pro realizaci pohybové aktivity, zejména pro chůzi (Frank et al., 2005; Leslie et al., 2007).

Území s vyšší mírou chodeckosti je typické převahou a kvalitou chodníků, přechodů, pěších zón, dobrou dostupností do obchodů, služeb, ale také bezpečností, vhodným designem a estetikou prostředí (Obrázek 2). Vysoká chodeckost je charakteristická pro centra měst, nižší chodeckost naopak na okrajích měst.



Obrázek 2. Území s vysokou, respektive nízkou chodeckostí na příkladu Opavy

Zdroj: Mapy.cz (Panorama)

Chodeckost lze počítat s různými proměnnými a lze vytvářet různé subindexy. Záleží na konkrétní studii, jaké proměnné do výpočtu budou zahrnuty a zda budou mít všechny subindexy stejnou váhu nebo bude některému z nich přidána větší váha. Většina studií hodnotí chodeckost na základě subindexů vypočítaných ze sídelní hustoty, konektivity a struktury land use, u kterých se odborníci domnívají, že mají největší vliv na pohybovou aktivitu (Adams et al., 2014; Frank et al., 2005; Van Dyck et al., 2010). A právě proto byl pro tuto práci vybrán index chodeckosti (Walkability index), který z těchto subindexů vychází.

Index chodeckosti byl vytvořen a testován v amerických městech. Bylo potvrzeno, že čím vyšší je hodnota indexu chodeckosti v dané oblasti, tím více zde obyvatelé preferují chůzi před jízdou automobilem (Frank et al., 2010). Index chodeckosti vychází ze vzorce, který je uveden níže, a je tak součtem standardizovaných z-skóre čtyř subindexů.

Index chodeckosti

=

(Sídelní hustota) + (2x konektivita) + (Entropie) + (Prodejní plocha)

Sídelní hustota

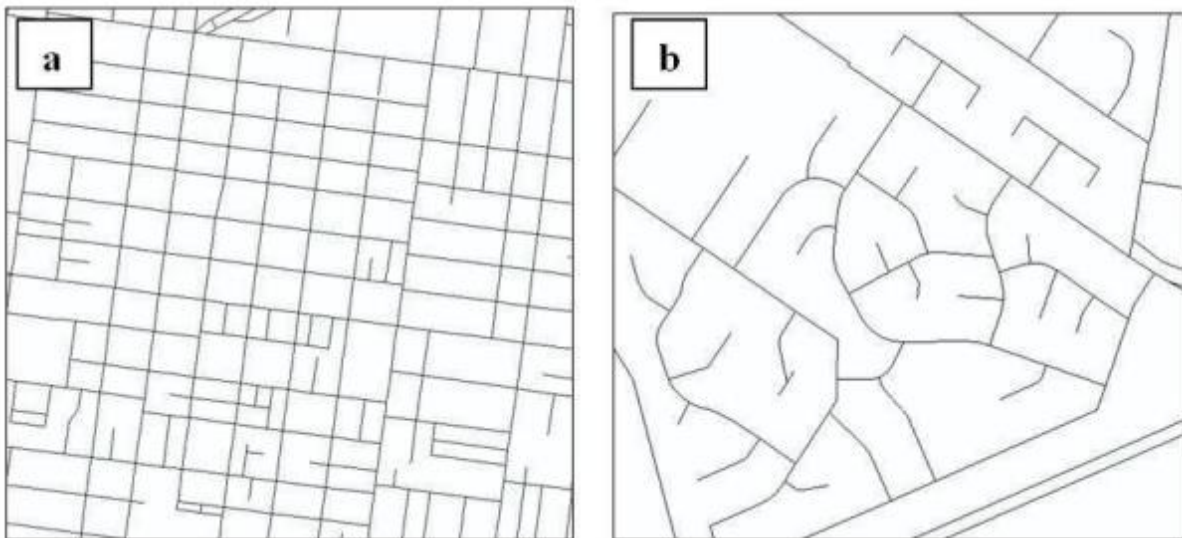
Hustota je relativní míra intenzity výskytu určitých prvků v daném prostoru nebo čase. Jednou z nejvíce používaných proměnných je sídelní hustota (Brownson et al., 2009; Butler et al., 2011). Index sídelní hustoty reflektuje charakter bydlení ve zkoumaném prostředí. Oblasti s vysokou sídelní hustotou podporují různorodost maloobchodní sítě a služeb, tím zkracují pěší dostupnost těchto zařízení. Jízda automobilem v těchto oblastech se tak nevyplácí a bývá často i obtížnější (Frank et al., 2005; Leslie et al., 2007). Vysoké hodnoty indexu sídelní hustoty jsou typické pro centra měst, kde jsou vzdálenosti přijatelné pro aktivní transport.

Konektivita

Konektivita je definována jako spojitost uliční sítě, a vztahuje se tak k dostupnosti a přímočarosti uliční sítě. Hodnotí to, jak je konfigurována silniční síť. Index konektivity se vymezuje dle počtu křižovatek, které mají tři a více napojení na plochu zkoumaného území (Brownson et al., 2009). Pro výpočet indexu konektivity je proto nutné mít kvalitní datovou sadu o komunikacích na daném území, které budou obsahovat nejen silnice, ale i chodníky, přechody, pěší zóny atd. Tento index má nejvyšší váhu, neboť do výpočtu konečného indexu chodeckosti vstupuje s dvojnásobnou váhou než ostatní ukazatele.

Vyšší konektivita poskytuje přímější cesty, zkracuje jak vzdálenost, tak i časovou dostupnost (Obrázek 3). Tyto oblasti tak jsou spojovány s vyšší úrovní pohybové aktivity, protože snižují závislost na pasivní formě transportu (Frank et al., 2005; Thornton et al., 2011). Vysoká konektivita je typická pro centra měst, kde nejsou vhodné podmínky pro automobilovou dopravu. Vzdálenosti jsou zde relativně krátké, a tedy přívětivé pro pěší dopravu. V případě center měst se obyvatelé často vyskytují celý den na relativně malém území. Městské části s nízkou konektivitou se většinou vyznačují rozsáhlými bloky budov, vyšším počtem slepých ulic a nižším počtem křižovatek (Forsyth et al., 2008). Obyvatelé zpravidla nepracují v místě svého bydliště, za prací musí kvůli delší vzdálenosti dojíždět a jsou odkázáni na pasivní transport, většinou svým automobilem.

Index chodeckosti je počítán nad referenční vrstvou. To má však svá úskalí, neboť územní jednotka může být ve svém prostorovém rozsahu velmi nehomogenní. Tento případ je častý v případě okrajových obvodů měst, kde územní jednotka často zahrnuje také extravilán. Tyto plochy už nejsou chodci využívány, tudíž mohou zkreslit výsledky analýz. Obvod, který zahrnuje louky, parky apod., bude mít velmi malý index konektivity, neboť na těchto plochách se žádné křižovatky nevyskytují. Skutečně zastavěné území, které je chodcem využíváno, se však může vyznačovat vysokou konektivitou.



Obrázek 3. Oblast s vysokou (a) a nízkou (b) konektivitou

Zdroj: Převzato z Thornton et al. (2011)

Index entropie – funkční využití území

Index entropie popisuje homogennost, respektive heterogennost ve využití území. Využití území lze pojmenovat rovněž jako land-use, který Forsyth et al. (2008) popisují jako funkční využití území nebo jednotlivých objektů na daném území. Toto území lze zařadit do samostatných kategorií dle jejich využití například na plochy obytné, komerčních, plochy pro sport a rekreaci, případně jako plochy využívané pro dopravu a technické vybavení. Matematicky lze využití území hodnotit pomocí indexu entropie (indexu rozdílnosti). Tento index určuje rovnoměrnost zastoupení všech druhů funkčních ploch v předem definované oblasti (Brown et al., 2009).

Území s vyšší mírou entropie se vyznačují vyšší mírou heterogenity land-use. V území je vše, co obyvatelé potřebují pro své každodenní činnosti, tzn. území plní funkci rezidenční a zároveň jsou zde pracovní možnosti, obchody, volnočasové aktivity a také základní lékařské služby. V tomto území je díky různorodosti prostředí a krátkým vzdálenostem vyšší pravděpodobnost, že jeho obyvatelé budou využívat aktivní transport (Brownson et al., 2009; Frank et al., 2005; Thornton et al., 2011).

Prodejní plocha – index FAR

Prodejní plocha, v zahraniční literatuře označována jako „floor area retail“, je počítána jako poměr prodejní plochy maloobchodní sítě k ploše zastavěné objekty s komerčním využitím v definovaném území. Pro tento výpočet jsou potřebná kvalitní data o využití území a prodejní ploše všech obchodů.

Předpokládá se, že vysoký index bude vypovídat o významném podílu maloobchodní sítě, a toto místo tak bude chodecky atraktivnější. Pokud index FAR nabývá nízkých hodnot, je pravděpodobné, že se ve vybraném území vyskytují velké obchody s dostatkem parkovacích míst. Předpokládá se, že zákazníci zde přijíždí automobilem pro větší nákup na delší časové období. Opačně je to u obyvatel z míst s vysokým indexem FAR. Díky většímu množství menších obchodních jednotek s různým zbožím obyvatelé nakupují relativně často, a pravděpodobně budou za nákupem chodit pěšky, protože zde není možnost parkování (Křivka, 2011; Rubín, 2018).

2.4 Vliv urbánního prostředí na pohybovou aktivitu a aktivní transport

Panter et al. (2008) představil podrobný koncept, jak zkoumat vliv urbánního prostředí na aktivní transport. Determinanty urbánního prostředí jsou zkoumány na 3 různých místech, a to v okolí bydliště, v průběhu cesty a v okolí cíle, kterým je v případě adolescentů škola. Vliv urbánního prostředí je zkoumán relativně často z pohledu jednotlivce, kdy výzkum je prováděn v okolí jeho bydliště. Poslední dobou se však začínají objevovat i výzkumy zaměřené na prostředí v okolí školy.

Očekává se, že pozorované asociace mezi aktivním transportem adolescentů do školy a prostředím v okolí školy se budou v různých zemích a kontinentech lišit. Důvodem může být rozdílný design a urbanismus zastavěného prostředí, bezpečnost v okolí školy, nebo rozdíly v kulturních a sociálních normách (D'Haese et al., 2015). Kromě toho je pravděpodobnost aktivního transportu do školy vyšší, když adolescenti žijí ve čtvrtích s dobrou chodeckostí, v oblastech s vyššími příjmy (Kerr et al., 2006), s vyšší hustotou křižovatek (Ikeda et al., 2018; Molina-García et al., 2019) a kratšími vzdálenostmi do školy (Mandic et al., 2015; Ikeda et al., 2018; Wong et al., 2011).

Vzdálenost bydliště od školy

Mezi bariéry, které nejvíce ovlivňují způsob transportu do a ze školy patří především vzdálenost. Jak zahraniční (např. Panter et al., 2010; Carlson et al., 2014a; Hume et al., 2009; Vanhelst et al., 2013), tak i české studie (např. Rubín, 2018; Vorlíček et al., 2018) se shodují, že volba typu transportu do školy závisí právě na vzdálenosti mezi domovem a školou. Děti, které žijí ve stejné obci, kde se nachází jejich škola, mají výrazně vyšší (16krát) šanci docházet do školy aktivně (Pavelka et al., 2012).

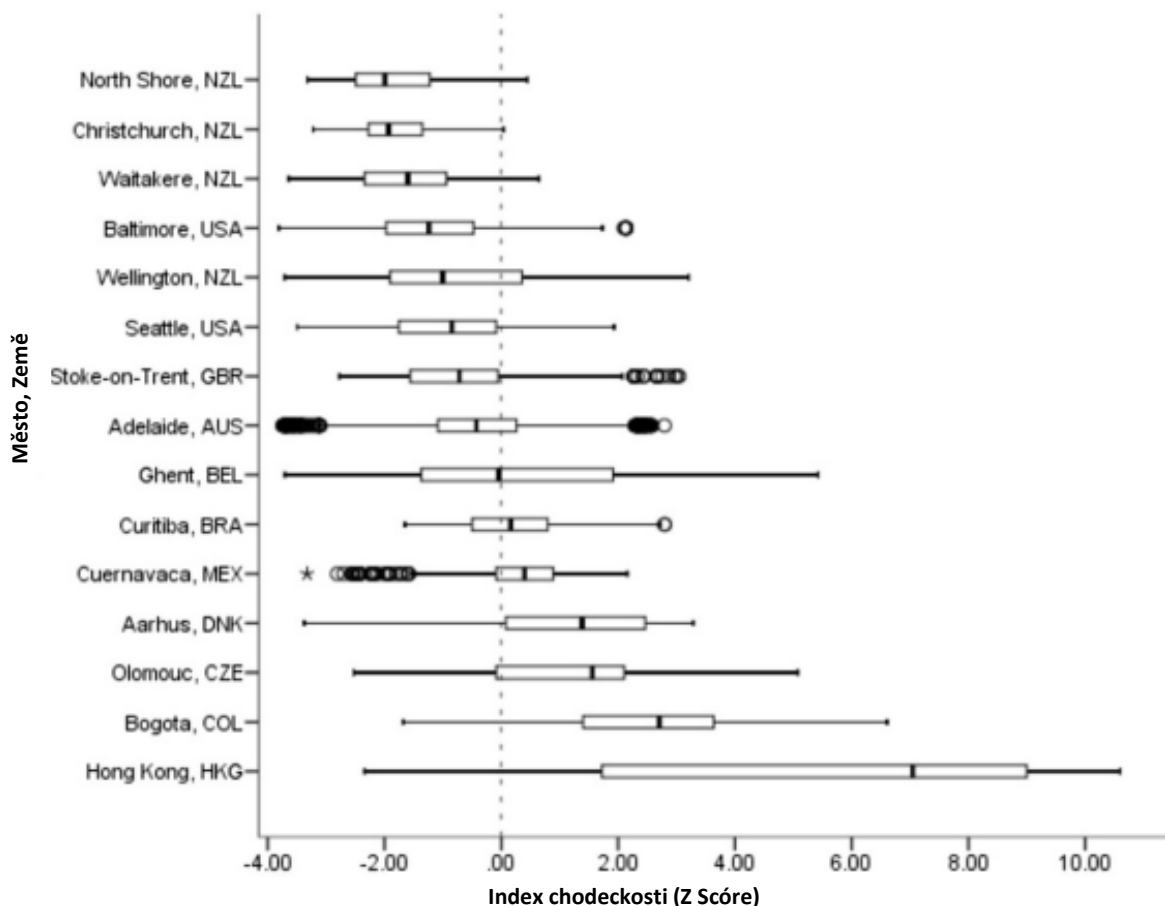
Vorlíček et al. (2018) na vzorku 1 745 českých adolescentů zjistili, že aktivní transport využívá 30 % žáků. Velmi důležité je, že mezi všemi žáky, kteří využívají aktivní transport jich 85 % žije ve vzdálenosti, kterou jsou schopni ujít do 20 minut. Výsledky této práce dokazují, že vzdálenost má vliv na způsob transportu, ale na počet kroků absolvovaných cestou do školy vliv nemá. Naopak výsledky studie od Pavelka et al. (2012), které se zúčastnilo 6 553 žáků z České republiky, dokazují, že vzdálenost od školy není vždy důležitým faktorem při volbě transportu do školy. Konkrétně není důležitým faktorem dle studie (Pavelka et al., 2012) pro 57,1 % jedenáctiletých, 54,8 % třináctiletých a 53,1 % patnáctiletých žáků. Za velmi důležitý považuje tento faktor pouze 13,4 % jedenáctiletých, 16,9 % třináctiletých a 17,2 % patnáctiletých žáků.

Za hraniční vzdálenost, která rozhoduje, zda žáci půjdou z bydliště do školy chůzí, je pokládána vzdálenost 2 kilometry (Frank et al., 2006; Panter et al., 2008), ta odpovídá přibližně 20 minutám chůze. Dle výzkumu od Holleina et al. (2019) téměř polovině českých školáků (46,7 %) trvá cesta do/ze školy 6–15 minut. Z výsledků australské studie (Timperio et al., 2006) vyplývá, že australské žáci měli více než pětkrát větší pravděpodobnost, že budou využívat aktivní transport, pokud bydlí ve vzdálenosti do 800 m od své školy, než žáci, kteří žili ve vzdálenějších oblastech. Dle McMillan (2007) žáci v USA, kteří bydleli do vzdálenosti 1 míle (1 609 m) od školy, měli třikrát větší pravděpodobnost, že využijí aktivní transport.

Index chodeckosti

Problematika indexu chodeckosti je v České republice zkoumána v Centru kinantropologického výzkumu na Fakultě tělesné kultury UP v Olomouci (Dygrýn & Mitáš, 2009; Mitáš & Frömel, 2013; Dygrýn, 2014; Rubín, 2018). Toto pracoviště je zahrnuto v rámci mezinárodního projektu IPEN. Indexu chodeckosti se věnují i na katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci (Dobešová & Křivka, 2012; Pospíšil, 2021), zde studenti v rámci svých diplomových prací vytvořili ArcToolbox s názvem Walkability index (WAI), kterým lze vypočítat index chodeckosti. Nejnověji se indexu chodeckosti věnují i na katedře geoinformatiky HGF VŠB-TOU Ostrava (Horák et al., 2022).

Chodeckost Opavy zatím v žádné studii hodnocena nebyla, ale několik výzkumů chodeckosti probíhalo na příkladu Olomouce. Na obrázku 4 je znázorněn index chodeckosti jednotlivých 15 měst z 5 kontinentů. Prostředí, ke kterému se index chodeckosti vztahuje, je vymezeno pro vzdálenost 1 km od místa bydliště respondenta. Výsledky indexu chodeckosti se zvyšovaly od minima -1,99 v North Shore (Nový Zéland) po nejvyšší hodnotu 7,05 v Hong Kongu (Čína). Olomouc lze dle studie IPEN považovat za město s vysokou chodeckostí v porovnání s dalšími 14 městy ze světa (Adams et al., 2014).



Obrázek 4. Skóre indexu chodeckosti napříč městy z různých kontinentů

Zdroj: Upraveno dle Adams et al. (2014)

Ve studii (Dygrýn & Mitáš, 2009) byl potvrzen vliv zastavěného prostředí na úroveň pohybové aktivity dospělých obyvatel v Olomouci. Nízká hustota zalidnění, nízká propojenost spolu s jednotvárným využitím území a nízkou hodnotou indexu FAR vede k poklesu pohybové aktivity. Oblasti byly vymezeny pomocí docházkové vzdálenosti 1 km od bydliště. Respondenti žijící v oblastech s nízkým indexem chodeckosti dosahovali 9 230 kroků denně, zatímco obyvatelé oblastí s vysokým indexem chodeckosti dosahovaly o 2 088 kroků více, tedy 11 318. Signifikantní rozdíly v průměrných hodnotách denního počtu kroků byly u respondentů s nízkou a vysokou chodeckostí potvrzeny jak v pracovních dnech ($p = 0,025$), o víkendových dnech ($p = 0,034$), tak i za celý týden ($p = 0,013$).

Dygrýn et al. (2015) zkoumali, jak se změnil počet adolescentů využívajících aktivní transport do školy mezi roky 2001 a 2011. Jejich výzkum zahrnoval 6 236 adolescentů a zjistil, že počet adolescentů aktivně docházejících do školy klesl z 49 % na 26 %. Při hodnocení vlivu zastavěného prostředí zjistili, že podíl aktivně se transportujících žáků bydlících v oblastech s nízkou chodeckostí klesl o 61 % (ze 37,4 % na 14,6 %), zatímco v oblastech s vysokou chodeckostí klesl jen o 39 % (z 54,5 % na 33,2 %). Sami autoři (Dygrýn et al., 2015) odhadují, že rodiče, kteří žijí v oblastech s vysokou chodeckostí, méně často používají auta (vyskytují se zde krátké vzdálenosti mezi místy a dobrá dostupnost veřejné dopravy) a své děti tak podporují k aktivnímu transportu.

2.5 Intervence podporující pohybovou aktivitu a aktivní transport

Zastavěné prostředí českých měst se v průběhu let proměňovalo a v různých obdobích přinášelo jak příznivé, tak i nepříznivé změny pro chodce. Proces těchto změn, ale i snah o návrat k městům, která budou podporovat pohybovou aktivitu probíhá postupně.

Města, která byla plánovaná před vznikem a rozšířením automobilů, byla plánovaná především pro pěší dopravu. Tato města byla charakteristická relativně vysokou sídelní hustotou, vyznačovala se různorodostí služeb a krátkými vzdálenostmi. S nástupem automobilů se musela města přizpůsobit automobilové dopravě, často na úkor pěší dopravy. Přizpůsobení míst automobilové dopravě na úkor pěší mělo za následek diskontinuitu pěších cest (Southworth, 2005), vznik bariér, hluk, znečištění ovzduší (Rafiemanzelat et al. 2017) nebo ohrožení bezpečnosti (Ariffin & Zahari, 2013).

Dnes se však na automobilovou dopravu, především v centrech měst, pohlíží jinak než před jejím začátkem. Města se opět snaží přizpůsobit chodcům a automobilovou dopravu omezit. Snaha je vytvářet příznivější a bezpečnější prostředí pro chodce a zároveň vytvářet prostředí šetrnější k životnímu prostředí. Opatření mohou být realizována v různých formách od malých, ale efektivních změn (tzv. small wins, např. oprava chodníků, změna osvětlení), přes částečné omezení automobilové dopravy v některých částech nebo ulicích měst, až po vymezení pěší zóny se zákazem automobilové dopravy (Yen & Anderson, 2012; Rišová, 2021).

Pokud se správně definují environmentální faktory, které pozitivně motivují obyvatele daného území k pohybu, mohou ovlivnit kvalitu života mnoha obyvatelům měst. Žádoucího efektu bude ovšem dosaženo pouze při následné praktické realizaci takto vytvořených doporučení, kterými se urbanisti, politici nebo úředníci na komunální úrovni budou řídit. Vybudování nového parku, pěší zóny, cyklostezky nebo dětského hřiště, které budou vhodně odrážet zájmy místních obyvatel a povedou k jejich využívání a v jejich důsledku k navýšení pohybové aktivity, je výborným uplatněním zjištěných asociací v praxi (Andersen et al., 2017; Richard et al., 2011; Veitch et al., 2018).

Rothman et al. (2022) tvrdí, že zajištění bezpečnější infrastruktury pro chodce, jako jsou bezpečnější přechody, opatření vedoucí ke snížení rychlosti aut (např. vyvýšené obrubníky, dopravní značky), může minimalizovat obavy rodičů o bezpečnost svých dětí cestou do školy.

Pro úspěšnou realizaci opatření vedoucí k podpoře pěší dopravy je potřeba spolupráce napříč různými aktéry města, např. odborníků dopravy, školství, zeleně, urbanistického plánování a dalších. V ČR se problematika aktivního transportu začala řešit v roce 2014 (Hollein et al., 2019), kdy schválila vláda České republiky Národní strategii ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí, která je strategickým dokumentem obsahující řadu opatření pro rozvoj veřejného zdraví v ČR (Ministerstvo Zdravotnictví České republiky, 2014).

Cílem intervencí zaměřených na zastavěné prostředí vhodné pro aktivní transport do školy je především dát dětem a adolescentům možnost volby, zda zvolí aktivní nebo pasivní způsob transportu. Lee a Moudon (2008) tvrdí, že nejen finančně a časově náročné realizace vedoucí ke zlepšení zastavěného prostředí, ale i jednoduché zásahy do designu ulic přizpůsobených pro pěší a cyklisty, mají potenciál zvýšit atraktivnost aktivního transportu. Například úprava chodníků a přechodů může zvýšit počet žáků, kteří se do školy vydají pěšky nebo na kole až o 37 % (Stewart et al., 2014). Vybudování nové cyklostezky může vést k navýšení počtu cyklistů až o 225 % (Parker et al., 2013).

V zahraničí existuje několik efektivních programů podporujících zvýšení úrovně aktivního transportu ve školách. Jedná se především o intervenci „Walking school bus“ (Smith et al., 2015), kdy zavedení tzv. „školních pěškobusů“ může znamenat navýšení aktivního transportu do školy až o 125 % (Mendoza et al., 2011). Obdobný příklad dobré praxe z České republiky je program Ride2sCool zaměřený na zkvalitnění a zpřístupnění možnosti dopravy do školy na kole pro děti ve věkovém rozmezí 6–14 let, který aktivně zapojuje vysokoškolské studenty jako průvodce a ochránce dětí na jejich cestě do školy. Takto plánovaná místní politika se jeví jako efektivní a atraktivní možnost, jak se mohou žáci bezpečně a aktivně dopravovat do školy (Johansson et al., 2011).

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnotit vliv urbanního prostředí hodnoceného na základě indexu chodeckosti na aktivní transport do školy u adolescentů vybraných základních škol v Opavě.

3.2 Dílčí cíle

1. Zhodnotit vliv vzdálenosti bydliště od školy na aktivní transport do a ze školy u adolescentů v Opavě.
2. Určit index chodeckosti v jednotlivých částech města Opavy.

3.3 Výzkumné otázky

VO1: Má docházková vzdálenost bydliště od školy vliv na způsob transportu pro cestu do a ze školy?

VO2: Má docházková vzdálenost bydliště od školy vliv na počet kroků během transportu do školy?

VO3: Jakých hodnot dosahuje index chodeckosti v jednotlivých částech města Opavy, hodnocených na základě základních sídelních jednotek?

VO4: Jaký vliv má index chodeckosti v okolí vybraných škol na způsob transportu pro cestu do a ze školy?

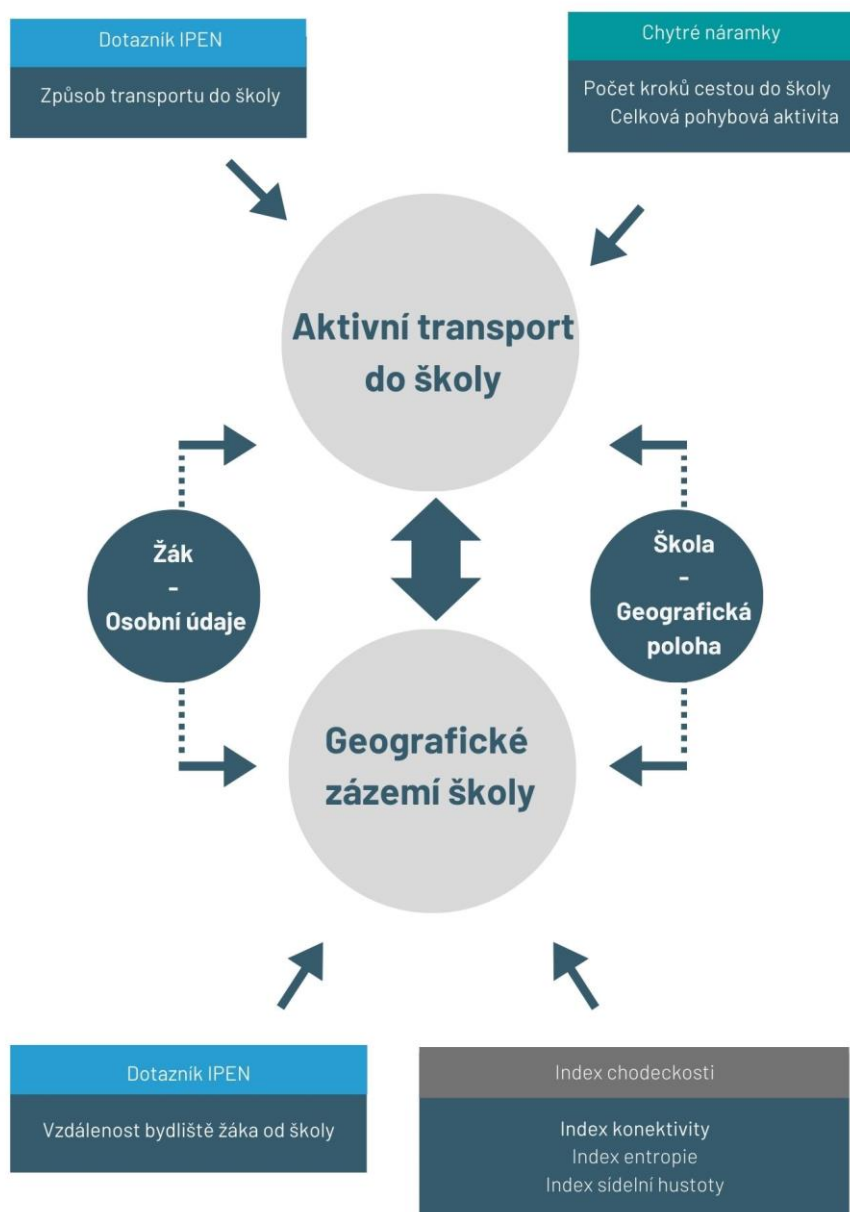
VO5: Jaký vliv má index chodeckosti v okolí vybraných škol na počet kroků během transportu do školy?

4 METODIKA

Tato práce je vedena jako kvantitativní průřezová studie a je součástí grantu Univerzity Palackého: (No. JG_2023_007) „Influence of environmental determinants on active transport of Czech children and adolescents in the context of 24-hour behavioural patterns“.

Projekt byl schválen etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod jednacím číslem 20/2023. Účastníci výzkumu byli informováni a souhlasili s cíli studie. Dále byli informováni, že mohou v průběhu testování kdykoli dobrovolně odstoupit.

Design studie se zvolenými výzkumnými metodami je schematicky znázorněn na obrázku 5.



Obrázek 5. Design studie

4.1 Výzkumný soubor

Do výzkumu byly zahrnuty 3 základní školy v Opavě. Jedná se o základní školu Vrchní, základní školu Englišova a základní školu T. G. Masaryka. Pro výzkum pohybové aktivity, respektive aktivního transportu byly z každé školy vybrány 2 třídy. Celkově se výzkumu zúčastnilo 129 žáků, z toho 72 chlapců a 57 dívek. Podrobný popis respondentů se nachází v předešlé práci autora (Král, 2022), kde se nachází i přesná metodika, která vedla ke sběru dat o pohybové aktivitě a způsobu aktivního transportu.

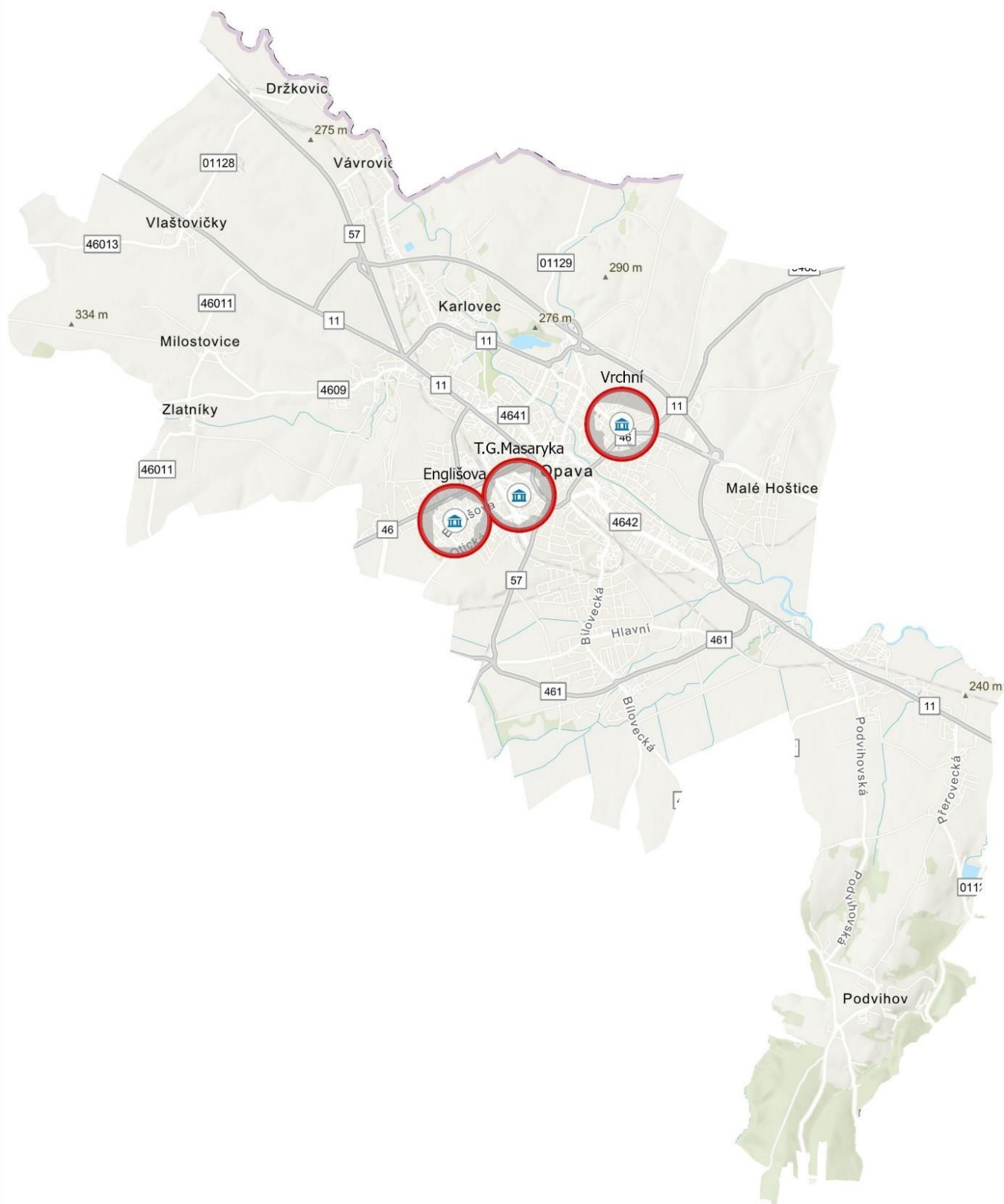
4.2 Metody sběru dat o zastavěném prostředí

Práce s prostorovými daty probíhala v programu ArcGIS PRO (verze 2.6), Arcmap (verze 10.4.1) a QGIS desktop (verze 3.16). Pro zjištění chodeckosti daného území byl využit Arcgis toolbox Walkability index (WAI). Jednotlivé kroky vedoucí k získání, editaci a zpracování dat vedoucích k výpočtu indexu chodeckosti jsou popsány v následujících podkapitolách.

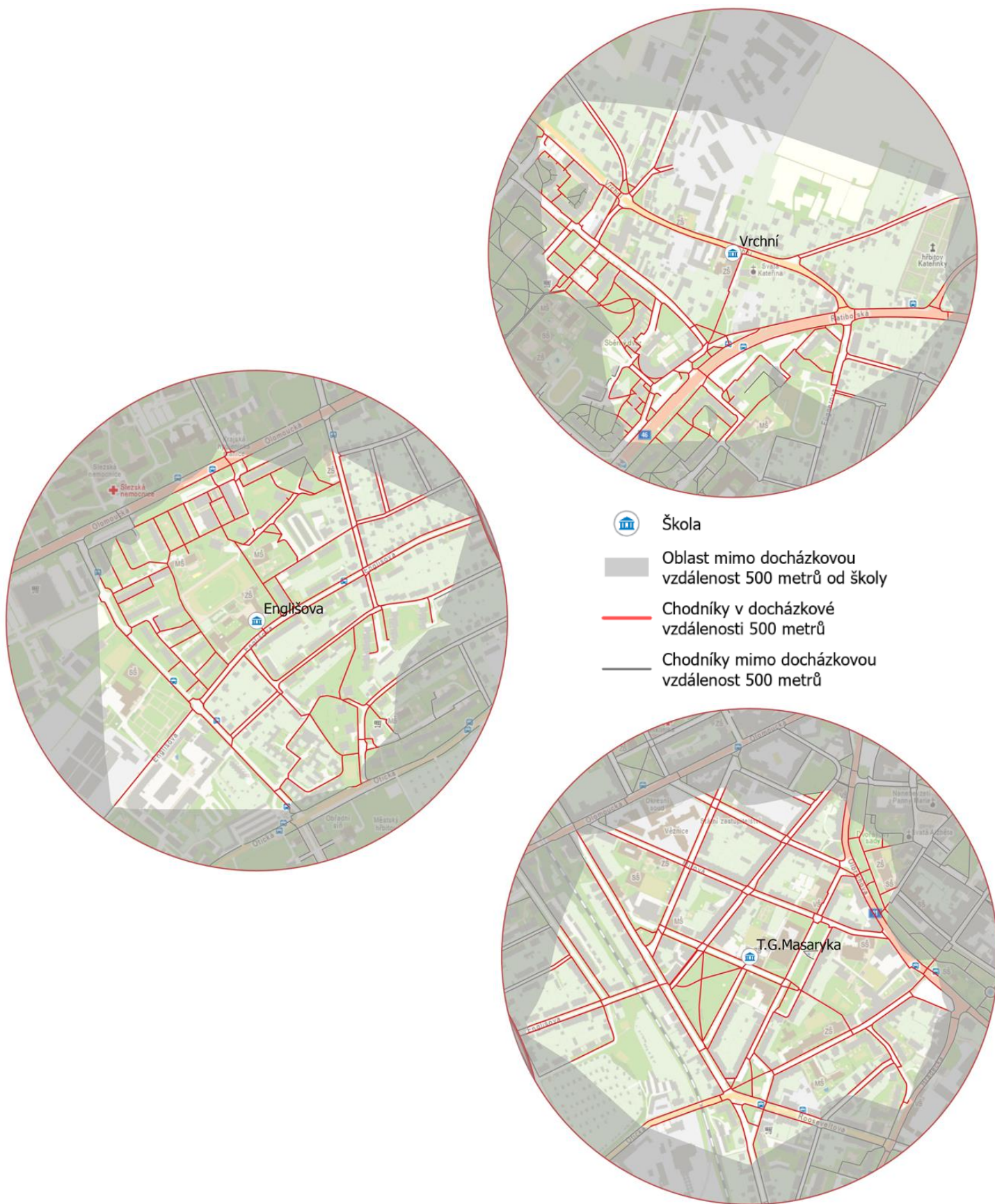
4.2.1 Vymezení referenční vrstvy

Pro výpočet indexu chodeckosti pro území celého města Opava bylo využito územní členění dle základních sídelních jednotek.

Referenční vrstva vymezující zázemí zkoumaných základních škol v Opavě byla vymezena pro docházkovou vzdálenost 500 metrů od školy. Území bylo vymezeno prostřednictvím programů ArcGIS PRO a QGIS desktop na základě poskytnutých dat o dopravních komunikacích správcem geografického informačního systému města Opavy, Markem Drozdkiem. Původním záměrem autora práce bylo vymezit zkoumané území na základě uliční sítě, případně pomocí silniční sítě, které by bylo metodicky přívětivější s ohledem na index konektivity. V blízkosti jednotlivých škol se ale vyskytují pěší zóny, které jsou přístupné chůzí pouze prostřednictvím chodníků, a tyto cesty by tak nebyly pro vymezení docházkové vzdálenosti zahrnuty. Na základě této skutečnosti byla použita liniová vrstva chodníků, ta ale ze své podstaty není navzájem propojená. Tato liniová vrstva chodníků byla proto doplněna autorem práce o přechody pro chodce, které tak vrstvu chodníků propojují v místech, které využívají chodci pro překonání silnice. Pro síťovou analýzu vymezující docházkovou vzdálenost byl využit zásuvný modul QNEAT3 - QGIS Network Analysis Toolbox 3 a jeho funkce Iso-Area as Polygons (from Layer). Tato funkce vytvořila území, které je možné ujít chůzí po chodnících do vzdálenosti 500 metrů od školy (Obrázek 6; Obrázek 7).



Obrázek 6. Vymezení zkoumaných škol a jejich území v rámci 500m docházkové vzdálenosti



Obrázek 7. Detailní vymezení škol a jejich území v rámci 500m docházkové vzdálenosti

4.2.2 Výpočet chodeckosti

Chodeckost území byla hodnocena pomocí již vytvořeného ArcToolboxu¹ Walkability index (WAI). Toolbox obsahuje pět samostatných skriptů, napsaných v jazyce Python, jedná se o Connectivity index (connect.py), Entropy (Shannon) index (entropy.py), FAR (far.py), Household density index (hdens.py) a Walkability index (wai.py). Každý z nich je určený pro výpočet konkrétního indexu. Finální index chodeckosti je vypočítán pomocí skriptu Walkability index. Tento toolbox vytvořil na katedře geoinformatiky v Olomouci ve své diplomové práci Tomáš Křivka (2011) pod vedením doc. Ing. Zdeny Dobešové Ph.D., s metodickou pomocí Mgr. Jana Dygrýna Ph.D. Následně tento toolbox aktualizoval a vylepšil ve své práci Jan Krejsa (2018), jehož verze byla využita v této práci pro konečný výpočet indexu chodeckosti. I přesto, že Jan Krejsa v roce 2018 aktualizoval skript toolboxu jak pro ArcGIS, tak i ArcGIS PRO, tak v nejnovějších verzích těchto programů nebylo možné indexy vypočítat a bylo zapotřebí mít starší verzi ArcMap 10.4.1, pro kterou byl tento toolbox vytvořen.

Výsledkem každého skriptu jsou tři nové atributy, a to výsledné hodnoty daného indexu, jejich standardizované hodnoty z-score (ze kterých se počítá finální index chodeckosti) a decily. Pro výslednou vizualizaci indexů do map byly územní celky rozděleny dle doporučení projektu IPEN do 3 kategorií dle hodnot výsledných decilů (Tabulka 1).

Tabulka 1. Rozdělení indexů do kategorií podle hodnot decilů

Kategorie indexu	Interval decilů
Nízký	<1,3>
Střední	(3,6>
Vysoký	(6,10>

Index sídelní hustoty

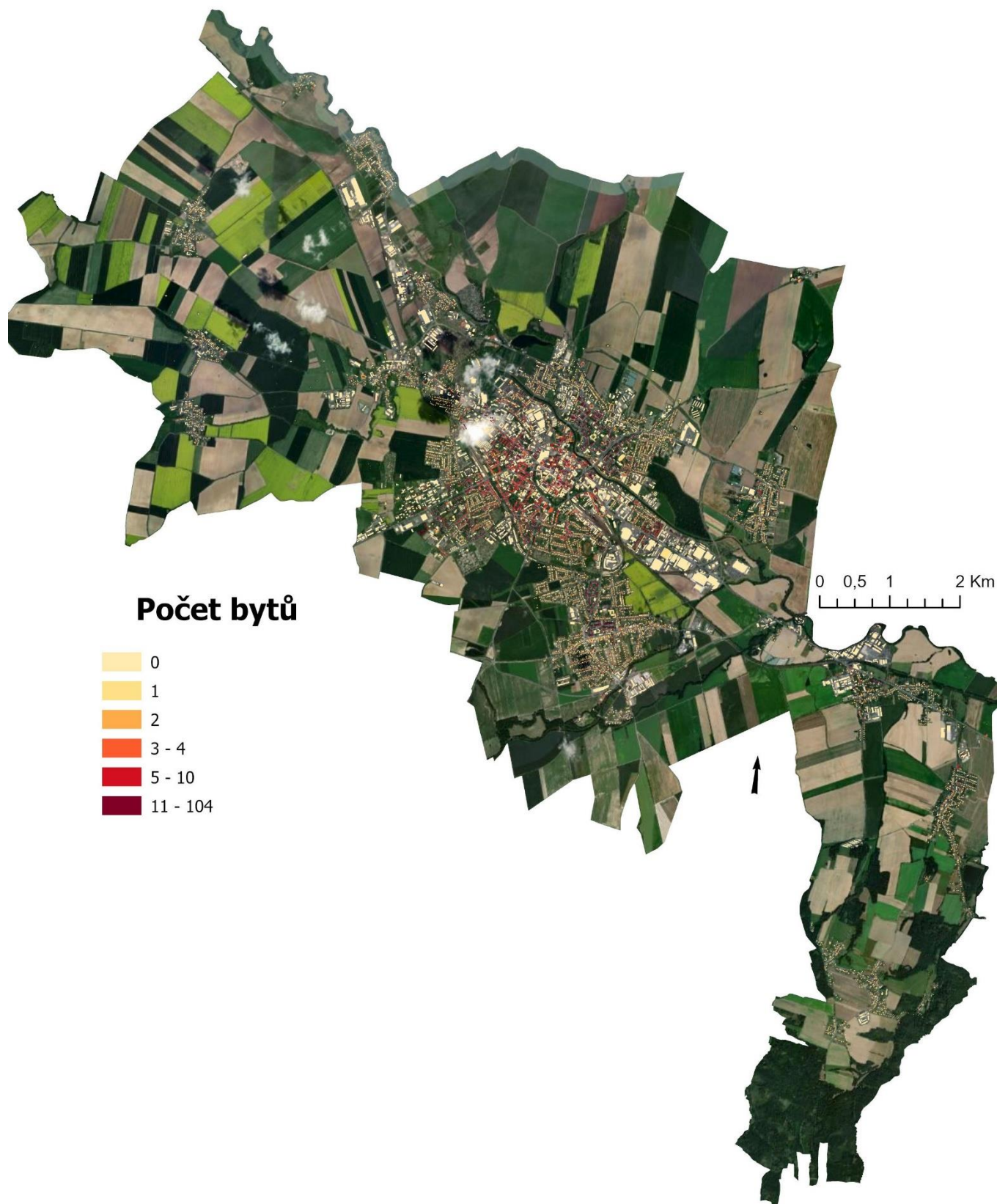
Index sídelní hustoty udává poměr počtu domácností k ploše využívané pro bydlení. Pro výpočet je využíván skript Household density index, který vyžaduje vrstvu zkoumaného území obsahující atribut o počtu bytů v daném území (Obrázek 8), dále je potřeba vrstva o využití území (Obrázek 10), která obsahuje údaje o ploše, která je využívána pro bydlení.

Základním zdrojem informací byl Registr územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN). Nahlížení a stahování jeho dat je dostupné na internetu přes Veřejný dálkový přístup. Přístup k datům z RÚIAN pro město Opava byl řešen prostřednictvím platformy QGIS a doinstalovaného zásuvného modulu RÚIAN plugin. Nástroj umožňuje stahovat a importovat data z registru ve vybraných formátech

¹ Toolbox Walkability index je volně dostupný na: <https://github.com/ZdenaDobesova/WalkabilityIndex>.

a dále s nimi pracovat. Stažený soubor zahrnoval polygonovou vrstvu stavebních objektů s atributem počtu bytů v příslušné budově. Lze předpokládat, že v každém bytě žije jedna rodina, tím pádem lze zjistit jaký počet rodin (domácností) se nachází v daném domě.

Nástrojem Spatial Join byly do bodové vrstvy bytů připojeny údaje, ve kterém zkoumaném území se nachází. Funkcí Summarize byl spočítán celkový počet bytů v jednotlivých územních celcích. Výstupem byla tabulka, která byla na základě názvu území připojena do výchozí vrstvy, vznikl tak nový atribut obsahující údaj o počtu domácností ve zkoumaném území. S takto vytvořenou vrstvou bylo možné vypočítat index sídelní hustoty.



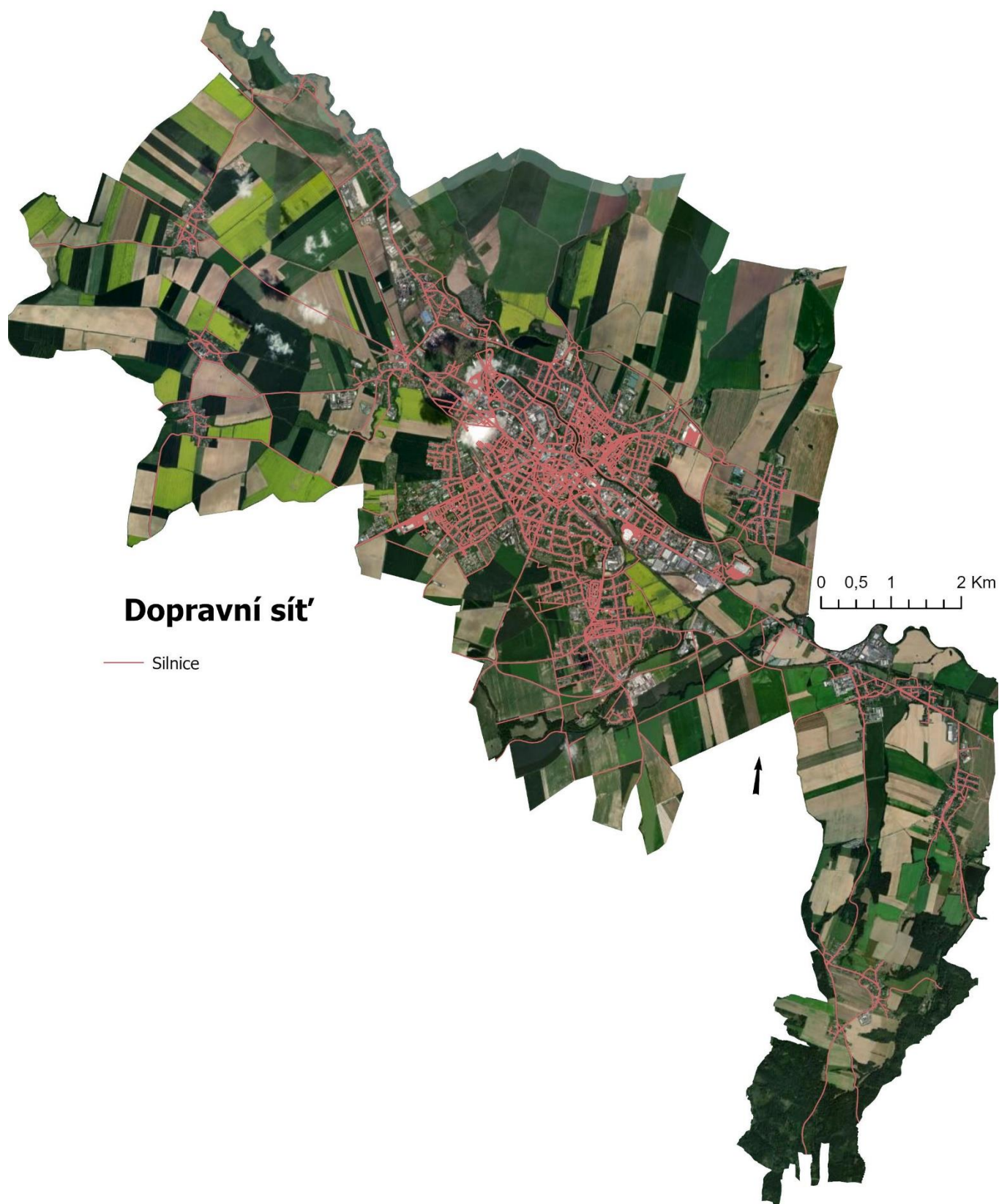
Obrázek 8. Počet bytů na území města Opavy

Index konektivity

Index konektivity (Connectivity index) udává počet křižovatek na plochu vymezeného území bez vodních ploch. Do výpočtu indexu vstupuje hodnota Valence, což je počet cest, které se v křižovatce setkávají. Křižovatka ve tvaru „T“ má valenci o hodnotě tři. Křižovatka ve tvar „X“ má valenci čtyři (Křivka, 2011). Do skriptu s názvem Connectivity index vstupuje vrstva zkoumaného území, vrstva dopravní sítě (Obrázek 9) a také vrstva o využití ploch v území (Obrázek 10).

Kompletní datovou sadu obsahující všechny komunikace na území města Opavy byly poskytnuty Markem Drozdkem, správcem GIS v Opavě. Datová sada obsahovala vrstvu silnic, chodníků i cyklostezek a nemusela být už dále nijak upravována.

Dle předložené metodiky (Křivka, 2011) bylo potřeba eliminovat komunikace, které nejsou určeny pro chodce, těmito komunikace jsou např. dálnice nebo rychlostní komunikace. Ve zkoumaném území města Opavy se však komunikace tohoto typu nevyskytují. Dále pro chodce nejsou určeny cyklostezky, z toho důvodu byly během výpočtu se skriptem Connectivity index zadány parametry, aby s touto vrstvou výpočet nepracoval. Aby mohla být od plochy vymezeného území odečtena vodní plocha, je potřeba mít k dispozici i vrstvu o využití území s kategorií, která rozlišuje vodní plochy a vodní tok.

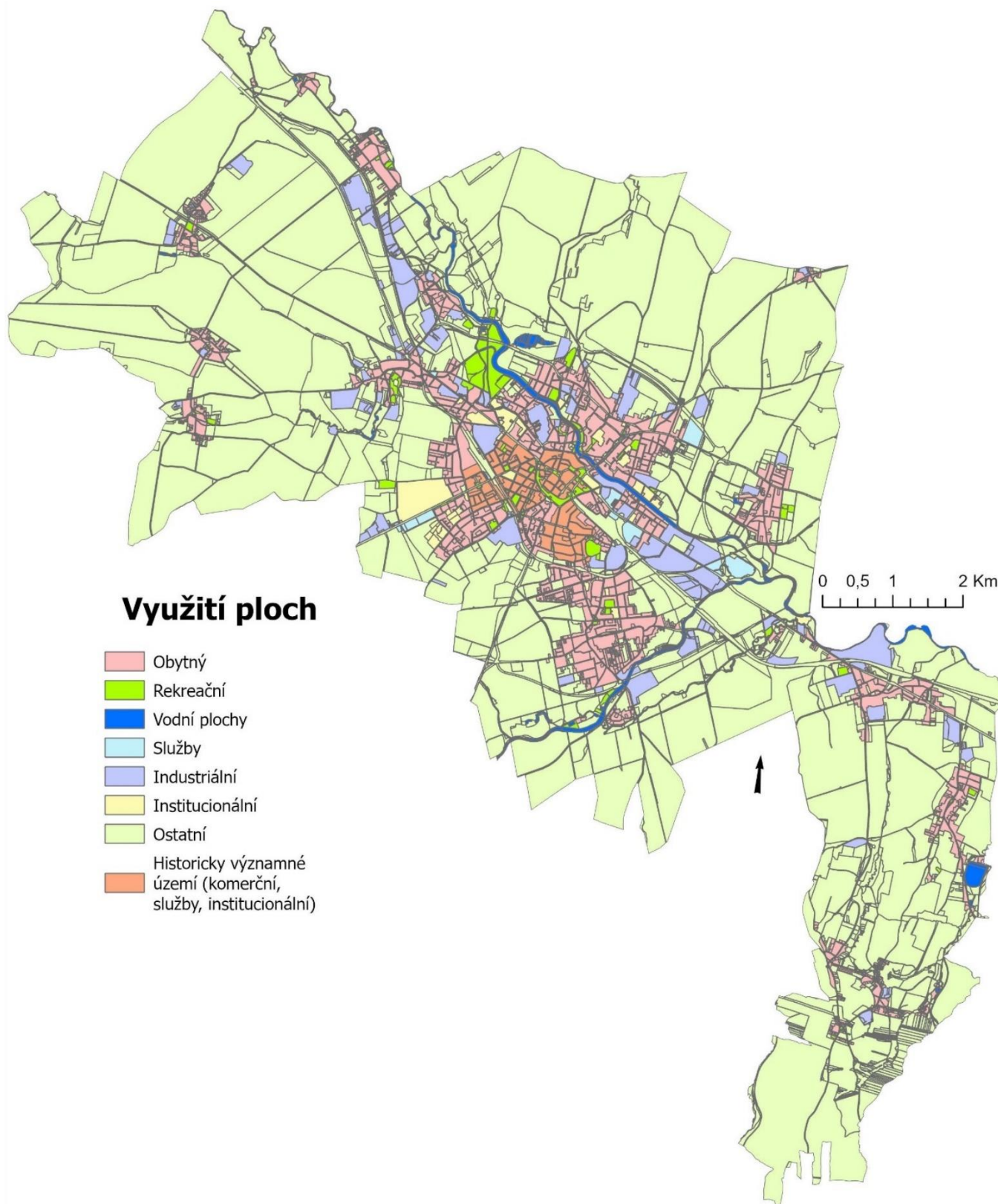


Obrázek 9. *Dopravní síť na území města Opavy*

Index entropie

Index entropie reprezentuje homogennost, respektive heterogennost ve využití území. Čím větší je různorodost ve využití, tím vyšší bude i index entropie. Pro výpočet indexu entropie slouží skript s názvem Entropy (Shannon) index. Do výpočtu vstupuje vrstva vymežující zkoumané prostředí a vrstva o využití ploch v území (obrázek 10).

Údaje o funkčním využití území byly poskytnuty magistrátem města Opavy a vychází z územního plánu města (Opava, 2022). Původní varianty využití byly sloučeny na 9 základních typů (obytný, komerční, služby, institucionální, industriální, rekreační, ostatní, vodní plochy a toky a plochy smíšené obytné), přesné rozdělení je představeno v příloze 1. Celkově bylo území rozděleno na 6 705 ploch. Z toho 384 ploch bylo dle územního plánu označeno za plochy změnové, tyto plochy proto musely být upravené dle současného využití.



Obrázek 10. Využití ploch na území města Opavy

Index FAR

Poslední vstupní faktor do indexu chodeckosti je index FAR (floor area ratio). Index vystihuje poměr prodejní plochy maloobchodní sítě k ploše zastavěné objekty s komerčním využitím. Podle standardní metodiky projektu IPEN Adolescent je však práce s touto proměnnou dobrovolná (Rubín, 2018). I přes snahu autora práce zahrnout tento index do výzkumu, nebylo možné na základě dostupných dat index FAR vypočítat.

Data týkající se prodejní plochy maloobchodní sítě nejsou sledována Českým statistickým úřadem a ve většině výzkumů v České republice jsou zjišťovány terénním šetřením (Křivka, 2011; Pospíšil, 2021). Možnou alternativou v poslední době se jeví získání dat z Open street map a využití analýzy building footprint polygon nad datovou sadou Commercial building Point (Horák, 2022). Tento alternativní způsob získání dat chtěl autor práce využít i v této práci. Ale u druhé veličiny, a to u plochy zastavěných objektů s komerčním využitím, byl problém s existencí dat. Pro výpočet těchto hodnot se využívá stejná datová sada jako v případě indexu entropie (využití ploch). Data o využití ploch v této práci byla získána pomocí územního plánu města, a ten bohužel blíže nespecifikuje plochy určené ke komerčnímu využití. Většina zkoumaného území náleží svým hlavním využitím mezi plochu obytnou. Platný územní plán (Opava, 2022) připouští na obytných plochách využití i pro obchody s prodejní plochou do 400 m². Z toho důvodu nelze zjistit přesnou plochu, která je vymezena pro maloobchodní síť. Obdobné výzkumy z Olomouce (Křivka, 2011; Pospíšil, 2021) nebo z Ostravy (Horák, 2022) využívaly data o využití ploch z Urban Atlas – Copernicus Land Monitoring Service, tato data ale pro Opavu zatím bohužel nejsou dostupná.

Index chodeckosti

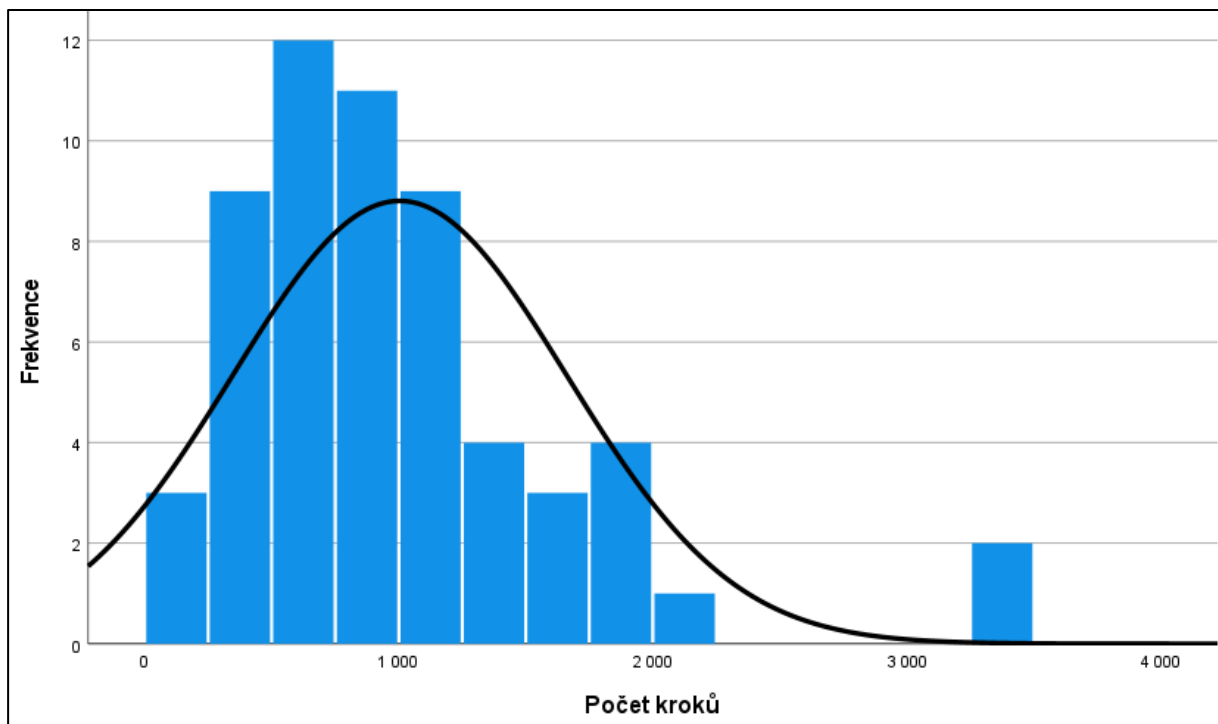
Vliv zastavěného prostředí na pohybovou aktivitu obyvatel charakterizuje index chodeckosti. K jeho výpočtu byl využit skript Walkability index, pro jehož výpočet je zapotřebí vrstva vymezující zkoumané prostředí, která obsahuje výsledky dílčích indexů. Její atributová tabulka musí tedy obsahovat hodnoty indexu konektivity, indexu entropie, indexu FAR a indexu sídelní hustoty, včetně standardizovaných hodnot a rozdělení do decilů. Do konečného výpočtu vstupuje s nejvyšší dvojnásobnou váhou index konektivity, ostatním třem dílčím indexům je přiřazována stejná váha.

4.3 Statistické zpracování dat

Data byla statisticky zpracována v softwaru IBM SPSS Statistics 28. Pro zjištění rozložení dat o aktivním transportu žáků do školy byl proveden test normality, konkrétně Shapiro-Wilk test. Na základě testu normality (Shapiro-Wilk $W=0,854$, $p=0,001$) a vizuální kontroly

histogramu (Obrázek 11) bylo zjištěno u počtů kroků během cesty do školy nenormální rozložení dat. V práci jsou tak využívány metody neparametrické statistiky.

Pro analýzu vztahů mezi naměřeným počtem kroků a geografickými podmínkami prostředí zjištěným indexem chodeckosti byl použit Spearmanův korelační koeficient. Pro porovnání dat o způsobu dopravy zjištěných dotazníkem IPEN (aktivní/pasivní transport) s indexem chodeckosti byl použit Mann Whitney U test. Hranice pro zamítnutí nulové hypotézy byla na základě obdobných šetření stanovena na $p \leq 0,05$.



Obrázek 11. Histogram průměrného denního počtu kroků cestou do školy

5 VÝSLEDKY

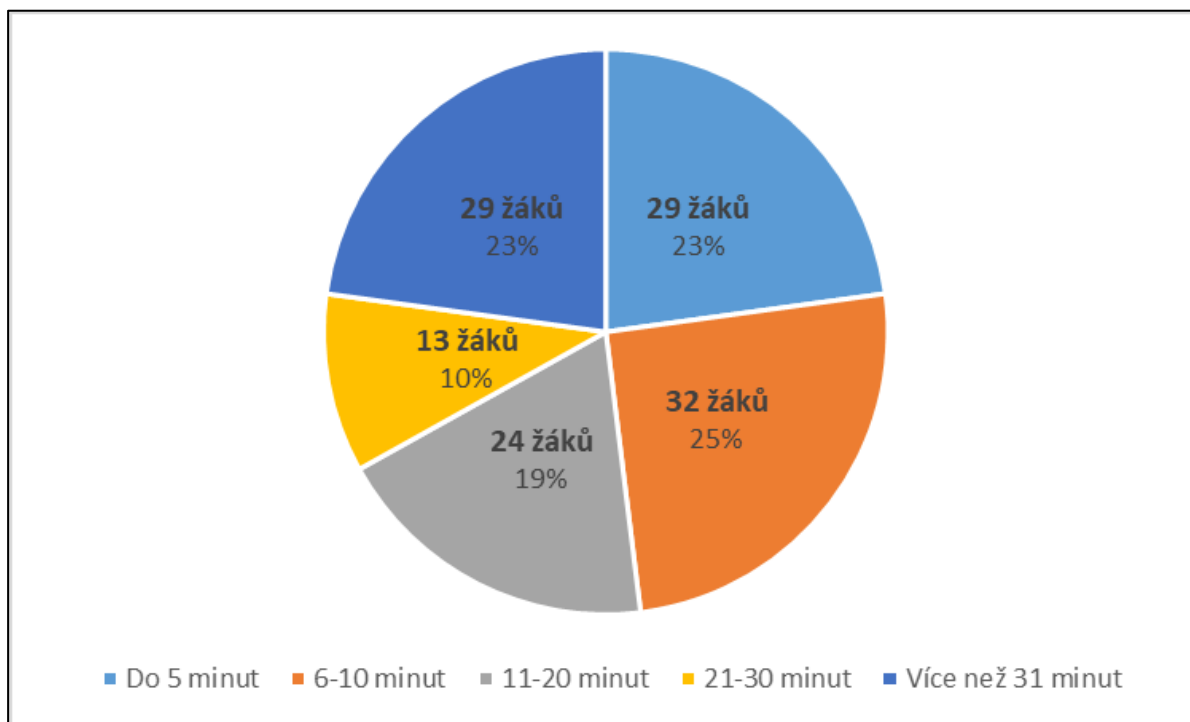
Rozdělení výsledkové části do jednotlivých podkapitol odpovídá dílčím cílům a výzkumným otázkám. V prvních podkapitole jsou zkoumány asociace mezi vzdáleností bydliště od školy v kontextu transportu do školy. Následuje podkapitola hodnotící index chodeckosti v rámci města Opavy. Třetí podkapitola hodnotí, jaký vliv má index chodeckosti v okolí vybraných škol na aktivní transport.

5.1 Docházková vzdálenost bydliště od školy

VO1: Má docházková vzdálenost bydliště od školy vliv na způsob transportu pro cestu do a ze školy?

VO2: Má docházková vzdálenost bydliště od školy vliv na počet kroků během transportu do školy?

Vzdálenost bydliště žáků od školy byla zjištěna prostřednictvím dotazníků IPEN, ve kterém žáci uvedli čas, za který dojdou do školy z domova v případě chůze. Dle uvedených vzdáleností byli žáci následně rozděleni do 5 kategorií. Téměř polovina žáků bydlí ve vzdálenosti, kterou jsou schopni ujít za méně než 10 minut (Obrázek 12), na druhou stranu 23 % žáků (celkem 29) bydlí ve vzdálenosti, která by jim zabrala více než 31 minut.

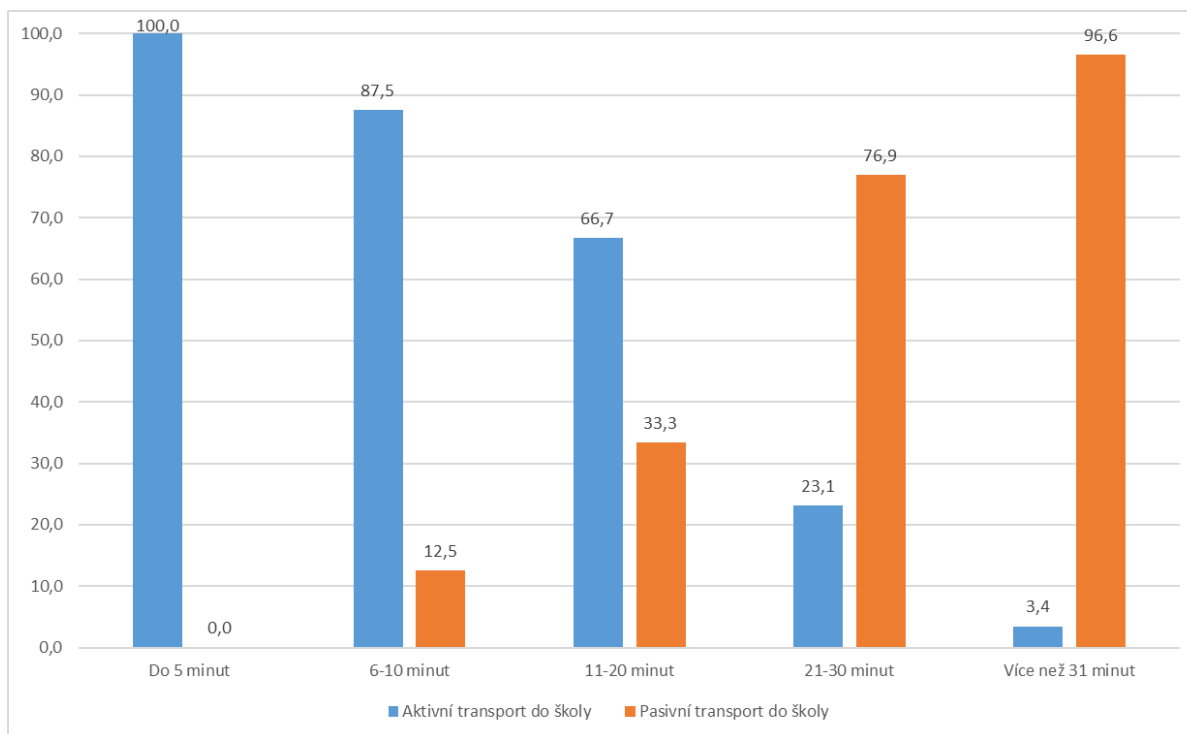


Obrázek 12. Počet žáků dle docházkové vzdálenosti bydliště od školy

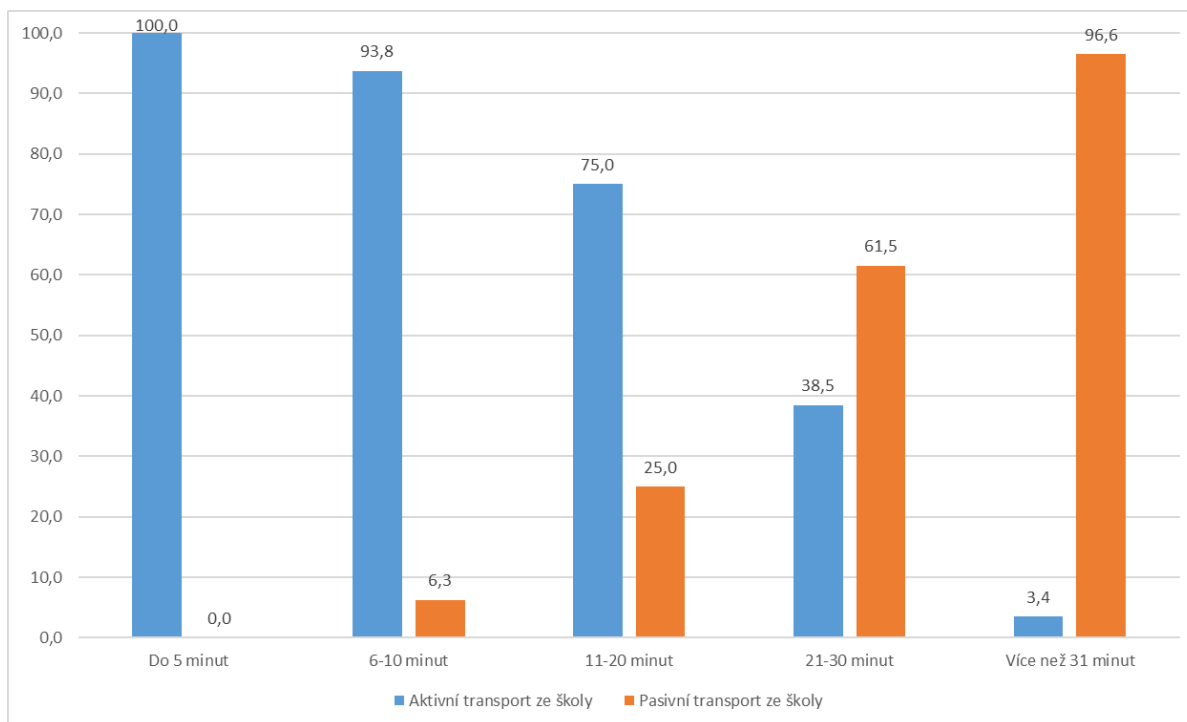
U docházkové vzdálenosti bydliště od školy byla zjištěna signifikantní asociace u způsobu dopravy do školy ($p=0,000$) i ze školy ($p=0,000$) na základě Mann-Whitney U testu. Tato skutečnost

je znázorněna i v grafech (Obrázek 13; Obrázek 14), které ukazují způsob transportu do a ze školy dle docházkové vzdálenosti školy z místa bydliště žáků.

Všichni žáci bydlící ve vzdálenosti kratší než 5 minut využili aktivní způsob dopravy. Mezi žáky bydlícími ve vzdálenosti 6 až 10 minut od školy využilo aktivní způsob transportu 87,5 % žáků pro cestu do školy, respektive 93,8 % žáků pro cestu ze školy. I žáci bydlící v docházkové vzdálenosti 11 až 20 minut od školy stále často využívají aktivní způsob dopravy pro cestu do školy (66,7 %) i ze školy (75 %). Pasivní forma dopravy před aktivním transportem začíná převažovat u žáků, jejichž místo bydliště je od školy vzdáleno 20 až 30 minut. U žáků bydlících v této vzdálenosti má vliv na způsob transportu, zda se jedná o cestu do školy (23,1 % aktivních) nebo o cestu ze školy (38,5 % aktivních). Změna z pasivního způsobu dopravy ráno na aktivní způsob dopravy odpoledne je zaznamenána pravděpodobně proto, že ráno je mohou rodiče dovézt do školy autem při jejich cestě do zaměstnání. Mezi žáky bydlícími ve vzdálenosti delší než 31 minut chůzí od školy je pouze jeden žák, který využívá aktivní způsob dopravy do i ze školy.



Obrázek 13. Způsob transportu do školy dle docházkové vzdálenosti bydliště



Obrázek 14. Způsob transportu ze školy dle docházkové vzdálenosti bydliště

Pokud jde pouze o žáky, kteří využívají aktivní způsob dopravy do školy, tak 74 % žáků bydlí ve vzdálenosti do 10 minut od školy a 94,8 % žáků do 20 minut od školy. Oproti cestě do školy lze sledovat mírný nárůst žáků (Tabulka 2), kteří používají aktivní transport během cesty ze školy, a to u žáků, kteří bydlí ve vzdálenosti delší, než je 6 minut.

Tabulka 2. Vztah docházkové vzdálenosti bydliště od školy a způsobu transportu do a ze školy

Docházková vzdálenost	Podíl aktivně docházejících/dojíždějících do školy			Podíl aktivně docházejících/dojíždějících ze školy		
	n	%	Kumulativní %	n	%	Kumulativní %
	Do 5 minut	29	37,7	37,7	29	34,9
6-10 minut	28	36,4	74,0	30	36,1	71,1
11-20 minut	16	20,8	94,8	18	21,7	92,8
21-30 minut	3	3,9	98,7	5	6,0	98,8
Více než 31 minut	1	1,3	100,0	1	1,2	100,0

Poznámka. n = počet žáků, % = průměr z rozsahu souboru

Odpověď na první výzkumnou otázku „Má docházková vzdálenost bydliště od školy vliv na způsob transportu pro cestu do a ze školy?“. **Docházková vzdálenost bydliště od školy má vliv na způsob dopravy pro cestu do školy ($p=0,000$) i ze školy ($p=0,000$) dle Mann-Whitney U testu. Dle výsledků se snižuje počet žáků, kteří využívají aktivní transport, souběžně s delší vzdáleností**

bydliště od školy. Více než 90 % žáků využívajících aktivní způsob transportu bydlí ve vzdálenosti kratší než 20 minut.

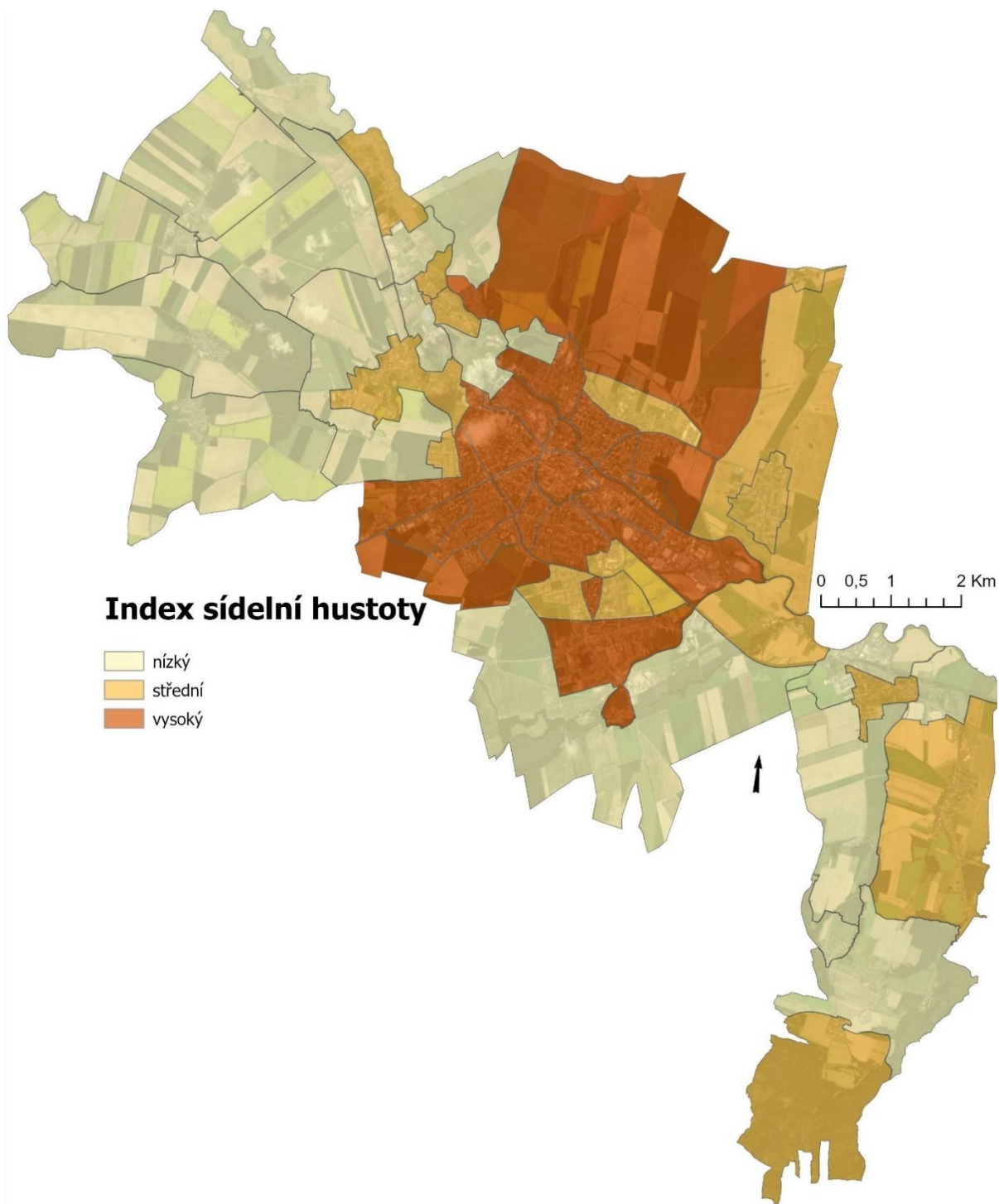
Zatímco vzdálenost bydliště od školy má vliv na způsob transportu do školy, tak na počet kroků, které nachodí adolescenti během transportu do školy, již žádný signifikantní vztah nalezen nebyl. To znamená, že vzdálenost bydliště žáka od školy nemá vliv na jeho celkový počet kroků během transportu do školy. Tento výsledek má souvislost s výsledky o způsobu transportu do školy. Čím dále mají žáci své bydliště od školy, tím více využívají pasivní formy transportu (auto, MHD) a jejich počet kroků během cesty do školy je srovnatelný nebo ještě nižší než u žáků, kteří mají vzdálenost bydliště od školy kratší.

Odpoověď na druhou výzkumnou otázku „Má docházková vzdálenost bydliště od školy vliv na počet kroků během transportu do školy?“. **Docházková vzdálenost bydliště od školy nemá vliv na počet kroků, které adolescenti ujdou během transportu do školy ($r_s=0,195$; $p=0,143$).**

5.2 Index chodeckosti v Opavě

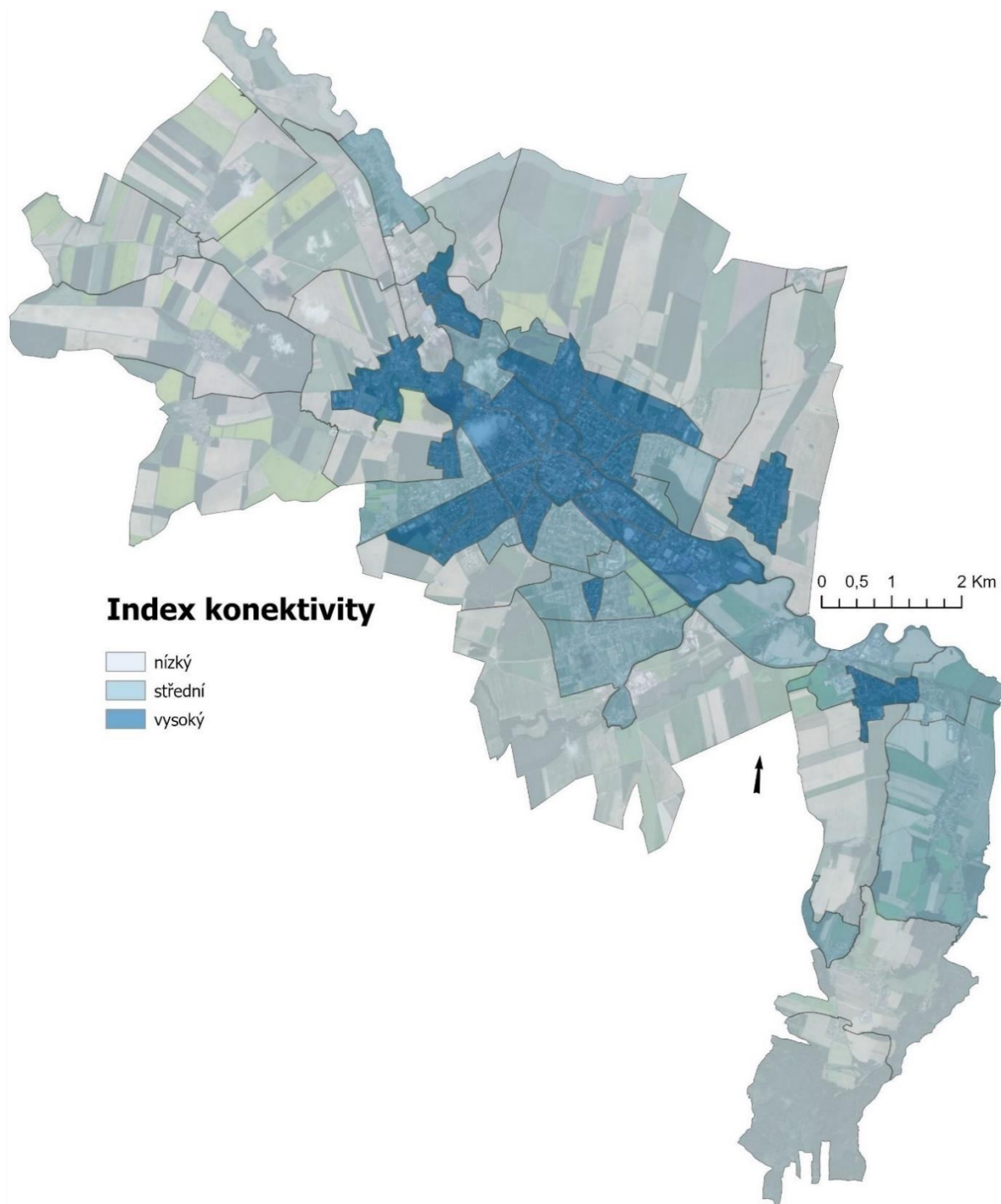
VO3: Jakých hodnot dosahuje index chodeckosti v jednotlivých částech města Opavy, hodnocených na základě základních sídelních jednotek?

Prvním indexem, ze kterého se počítá chodeckost, je index sídelní hustoty. Vysoké hodnoty tohoto indexu jsou typickým jevem pro centra měst. Tento předpoklad se potvrdil i na datech z Opavy, kde nejvyšších hodnot dosahuje centrum a jeho nejbližší okolí, dále to jsou městské části s velkými sídlišti, jako jsou například Kateřinky nebo Kylešovice. Středních hodnot dosahují městské části Malé Hoštice, Komárov anebo Jakař s obytnou zástavbou v rodinných domech (Obrázek 15, Příloha 2).



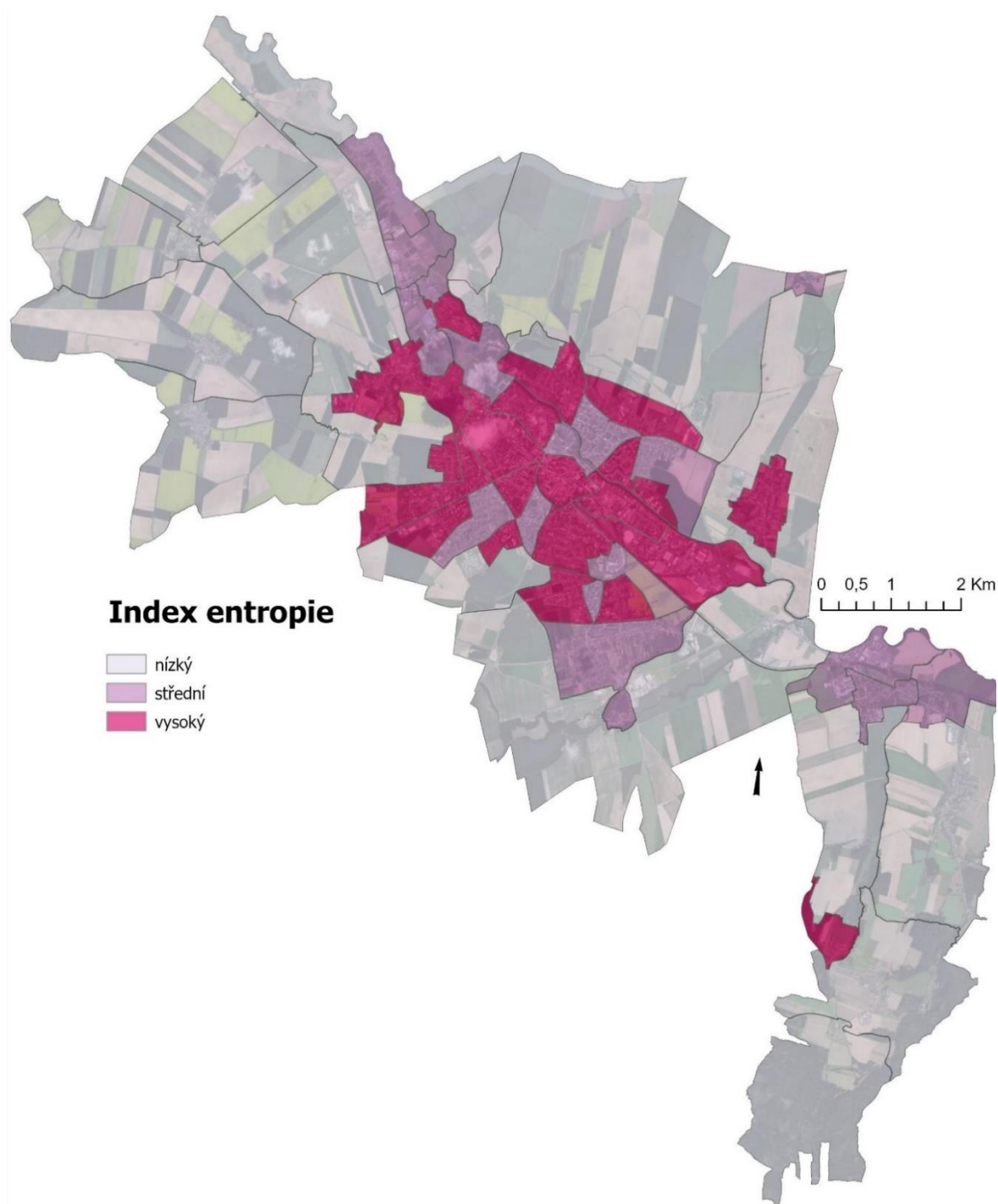
Obrázek 15. *Index sídelní hustoty*

Vysoká konektivita je charakteristická pro centra měst, které mají příznivé podmínky pro chodce. Předpokládané výsledky o indexu konektivity se rovněž potvrdil i v Opavě. Zde ale překvapivě historické centrum nedosahuje tak vysokých hodnot indexu konektivity jako předměstí vystavěné na přelomu 19. a 20. století. Vysokých hodnot indexu konektivity dosahují ale i městské části jako Komárov, Malé Hoštice, Jaktař nebo Vávrovice. Naopak prvorepubliková zástavba Kylešovického kopce a sídliště v Kylešovicích dosahuje pouze středních hodnot indexu konektivity (Obrázek 16, Příloha 2).



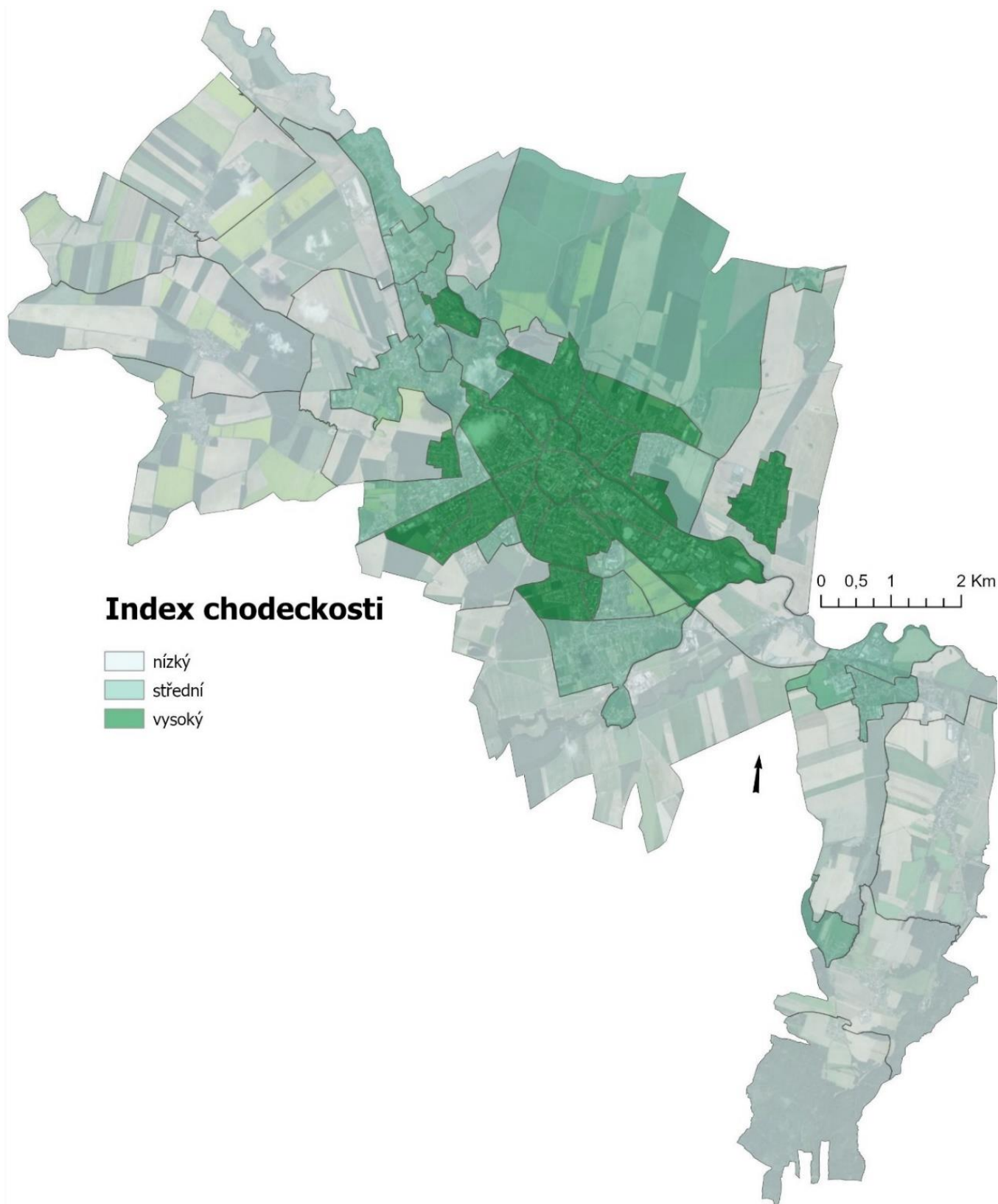
Obrázek 16. Index konektivity

Vysoké hodnoty indexu entropie mají území s různorodým využitím, kde obyvatelé mohou uspokojit své každodenní potřeby (obchod, škola, práce atd.) na relativně malé ploše. Proto se předpokládá, že se obyvatelé budou přepravovat pěšky. Opět vysokých hodnot dosahuje historické centrum Opavy. Naopak velká sídliště, jako jsou třeba Kateřinky, dosahují jen středních hodnot. Důvodem nižších hodnot je pravděpodobně to, že se jedná o území pro hromadné bydlení a přítomny zde jsou pouze služby, např. obchody nebo školy, ale chybí zde pracovní možnosti nebo zdravotní střediska (Obrázek 17, Příloha 2).



Obrázek 17. *Index entropie*

Na základě výpočtu jednotlivých subindexů mohl být vypočítán index chodeckosti pro území Opavy. Lze říct, že výsledný Index chodeckosti (Obrázek 18; Tabulka 3) je v souladu s očekáváním. Potvrdil se očekávaný vysoký index v centru města. Pro tuto oblast je typické husté zalidnění, vysoká konektivita a různorodé využití území. Všechny tyto faktory pozitivně ovlivňují pohybovou aktivitu. Nejvyšší hodnoty chodeckosti dosáhla sídelní jednotka Vávrovická s hodnotou 10,80. Zde je důležité podotknout, že nejvyšší hodnoty pravděpodobně dosáhla díky tomu, že se jedná o velmi malé území. Druhé nejvyšší hodnoty dosahovala sídelní jednotka Opava-Město, která je tvořena historickým centrem Opavy, tato oblast dosáhla hodnoty 7,30 dle indexu chodeckosti. Vysoké hodnoty indexu chodeckosti následovalo opavské předměstí s částmi Lidická, Haškova a Náměstí svaté Hedviky. Následně velká sídliště v Kateřinkách, U nemocnice nebo v Kylešovicích. Vysoký index chodeckosti mají i samostatné městské části Malé Hoštice a Palhanec. Středních hodnot dosahuje Komárov, historická část Kylešovic, Jakař, Vávrovice a Komárovské Chaloupky. Nejnižší hodnoty indexu chodeckosti jsou zaznamenány v málo obydlených oblastech s velkou plochou pro zemědělskou půdu nebo lesy.



Obrázek 18. Index chodeckosti

Tabulka 3. Index chodeckosti v základních sídelních jednotkách v Opavě

Název ZSJ	Walkability index	Decily	Název ZSJ	Walkability index	Decily
Bezručovo náměstí	3,10	9	Ochranova	3,36	9
Bílovecká	3,57	9	Ondříčkova	1,68	8
Držkovice	-2,83	3	Opava-střed	7,30	10
Grundy	-3,70	1	Palhanec	0,63	6
Gudrichova	1,05	7	Palhanecká	-1,55	4
Haškova	5,76	10	Pod Hlavní	-0,42	5
Holasická	0,97	7	Podhoří	-3,74	1
Horní pole	-4,01	1	Podvihov	-2,85	3
Jaktař	0,42	6	Polní	1,83	8
Jarkovice	-3,11	2	Přední Guslice	-2,02	4
Karlovec	0,81	7	Pusté Jakartice	-1,43	5
Kateřinky-východ	3,45	9	Ruská	0,20	6
Kateřinky-západ	3,98	9	Sadová	1,50	8
Komárov I	0,17	6	Střední pole	-1,46	4
Komárov II	-1,75	4	Stříbrné jezero	-3,06	2
Komárovské Chaloupky	-0,86	5	Suché Lazce	-2,60	3
Kravařov	-2,08	3	Šibeňák	-3,35	2
Květinová	1,09	8	U Hřbitova	0,22	6
Kylešovická osada	-2,39	3	U Nemocnice	0,06	6
Kylešovický kopec	1,56	8	U Švédské kaple	-0,81	5
Lidická	6,92	10	Vávrovice	-1,12	5
Malé Hoštice	0,88	7	Vávrovická	10,80	10
Maršovec	-3,35	2	Velké pole	-2,87	3
Městské sady	-0,89	5	Vlaštovičky	-3,21	2
Milostovice	-3,45	1	Wolkerova	0,94	7
Na Nové	-3,52	1	Za Humny	1,12	8
Na Studánkách	-3,72	1	Za Palhancem	-1,97	4
Nad Tratí	2,43	9	Zlatníky	-3,24	2
Náměstí svaté Hedviky	5,56	10			

Odpověď na třetí výzkumnou otázku „Jakých hodnot dosahuje index chodeckosti v jednotlivých částech města Opavy, hodnocených na základě základních sídelních jednotek?“. **Nejvyšší hodnoty indexu chodeckosti dosáhla sídelní jednotka Vávrovická s hodnotou 10,80, následovaná sídelní jednotkou Opava-Město, s hodnotou 7,30. Vysoké hodnoty indexu chodeckosti jsou i na opavském předměstí a na velkých sídlištích v Kateřinkách, u nemocnice nebo v Kylešovicích. Vysoký index chodeckosti mají i samostatné městské části Malé Hoštice a Palhanec. Nejnižších hodnot dosahují málo obydlené oblasti, které dosáhly záporných hodnot.**

5.3 Vliv indexu chodeckosti v okolí škol na aktivní transport adolescentů

VO4: Jaký vliv má index chodeckosti v okolí vybraných škol na způsob transportu pro cestu do a ze školy?

VO5: Jaký vliv má index chodeckosti v okolí vybraných škol na počet kroků během transportu do školy?

Pro hodnocení chodeckosti v okolí zkoumaných škol nemohly být využity výsledky o indexu chodeckosti v jednotlivých základních sídelních jednotkách. Nejbližší okolí školy se vyskytuje na území více než jedné sídelní jednotky, a není tak možné posoudit, které území má větší vliv na pohybovou aktivitu. Index chodeckosti byl proto vypočítán samostatně pro vytvořené území, které odpovídá docházkové vzdálenosti 500 metrů od školy (Obrázek 6; Obrázek 7).

Nejvyšší index sídelní hustoty i index entropie se vyskytuje v okolí základní školy T. G. Masaryka (Tabulka 4). Naopak vysokých hodnot indexu konektivity dosahuje území v okolí základní školy Vrchní. Při porovnání všech tří škol dosahuje nejnižší hodnoty u všech indexů ZŠ Englišova. Nejpřívětivější oblast pro pohybovou aktivitu má z pohledu indexu chodeckosti základní škola T. G. Masaryka s výslednou hodnotou 1,5932. Následuje ZŠ Vrchní s hodnotou 1,4105. Ačkoliv tato území nedosahují ani zdaleka hodnot jako historické centrum města s hodnotou 7,3, lze je řadit mezi území s vysokou chodeckostí v rámci celého města Opavy. Území v okolí základní školy Englišova lze hodnotit za území s nízkou až střední hodnotou indexu chodeckosti v rámci města Opavy.

Tabulka 4. *Hodnocení indexu chodeckosti pro základní školy v Opavě*

Škola	Sídlní hustota		Index konektivity		Index entropie		Index chodeckosti
	Výsledek	Z skore	Výsledek	Z skore	Výsledek	Z skore	Výsledek
Vrchní	0,0066	-0,5419	0,0010	1,1252	0,6477	-0,2980	1,4105
T. G. Masaryka	0,0145	1,1540	0,0007	-0,3380	0,9129	1,1151	1,5932
Englišova	0,0063	-0,6121	0,0006	-0,7872	0,5502	-0,8171	-3,0036

Vztahy mezi výsledky indexu chodeckosti a počtem kroků během transportu do školy byl hodnocen pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Dle zjištěných výsledků nebyl zaznamenán signifikantní vztah na hladině významnosti 0,05 u žádného z indexů.

Pro vyhodnocení vztahu mezi způsobem transportu (aktivní/pasivní) do školy a ze školy a indexem chodeckosti byl použit Mann-Whitney U test. Avšak ani v tomto případě nebyl na hladině významnosti 0,05 prokázán statisticky významný vliv (Tabulka 5).

Tabulka 5. *Vztah indexu chodeckosti k intenzitě a způsobu transportu do školy i ze školy*

	Index sídelní hustoty		Index konektivity		Index entropie		Index chodeckosti	
	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
Kroky cestou do školy (n=58)	0,242	0,067	-0,007	0,961	0,242	0,067	0,242	0,067
Způsob dopravy do školy (n=127)	p		p		p		p	
	0,994		0,985		0,994		0,994	
Způsob dopravy ze školy (n=127)	p		p		p		p	
	0,740		0,350		0,740		0,740	

Poznámka. r_s = hodnota Spearmanova korelačního koeficientu; p = hodnota statistické signifikance

Stejně jako se nepotvrdil vliv mezi indexem chodeckosti a počtem kroků, nepotvrdil se ani vliv mezi tímto indexem a způsobem transportu do školy. Částečný, i když ne úplně vypovídající vliv chodeckosti lze pozorovat u počtu kroků, které adolescenti absolvují cestou do školy. Zde lze vidět, že žáci ze ZŠ T. G. Masaryka, kde je i vyšší index chodeckosti, dosáhli znatelně více kroků během cesty do školy než žáci ZŠ Englišova, kde jsou hodnoty indexu chodeckosti nižší (Tabulka 6).

Tabulka 6. Vztah indexu chodeckosti k intenzitě a způsobu transportu do školy

Škola	Index chodeckosti	Žáci využívající aktivní způsob transportu do školy (%)	Průměrný počet kroků během cesty do školy
Vrchní	1,4105	64 % (36/56)	846
T. G. Masaryka	1,5932	60 % (20/33)	1295
Englišova	-3,0036	65 % (25/38)	943

Odpověď na čtvrtou výzkumnou otázku „Jaký vliv má index chodeckosti v okolí vybraných škol na způsob transportu pro cestu do a ze školy?“. **Dle Mann-Whitney U testu nebyl zjištěn na hladině významnosti 0,05 žádný signifikantně významný vliv indexu chodeckosti na způsob transportu do a ze školy.**

Odpověď na pátou výzkumnou otázku „Jaký vliv má index chodeckosti v okolí vybraných škol na počet kroků během transportu do školy?“. **Pro žádný z indexů chodeckosti nebyl nalezen na hladině významnosti 0,05 signifikantně významný vliv na počet kroků během cesty do školy.**

6 DISKUSE

Vliv vzdálenosti bydliště od školy na aktivní transport

Mezi bariéry, které nejvíce ovlivňují způsob transportu do a ze školy, se řadí především vzdálenost. Tato práce se připojuje k pracím, které se shodují, že volba typu transportu do školy závisí právě na vzdálenosti mezi domovem a školou.

Při porovnání s výsledky od Vorlíček et al. (2018) bylo zjištěno, že vzdálenost bydliště od školy na příkladu Opavy má ještě mnohem větší vliv na způsob transportu. Aktivního transportu využívá 90 % žáků, kteří bydlí od školy ve vzdálenosti od 5 do 20 minut. Žáci, kteří bydlí v docházkové vzdálenosti kratší než 5 minut, využívají aktivní transport všichni. Byly potvrzeny i výsledky od Frank et al. (2006) a Panter et al. (2008), kteří za hraniční vzdálenost, která rozhoduje, zda žáci půjdou z bydliště do školy chůzí, pokládají vzdálenost 2 kilometry, ta odpovídá přibližně 20 minutám chůze.

Index chodeckosti

Využití kombinace nástrojů pro hodnocení zastavěného prostředí může přinést lepší vypovídající informace o zastavěném prostředí. Audity hodnotící prostředí, jako je například MAPS Global, který využil autor práce v předešlé práci (Král, 2022), mohou lépe interpretovat informace o estetice daného prostředí. Mezi nástroje, které hodnotí objektivní data, se řadí například index chodeckosti, který je počítán prostřednictvím GIS. Data poskytují informace např. o hustotě zalidnění, konektivitě nebo využití ploch. Proto index chodeckosti může poskytnout jiný pohled na vhodnost daného prostředí pro pohybovou aktivitu.

Výsledný index chodeckosti v Opavě dosahuje předpokládaných hodnot. Potvrdil se očekávaný vysoký index chodeckosti v centru města s hodnotou 7,30. Vysoké hodnoty indexu chodeckosti jsou i na opavském předměstí a na velkých sídlištích v Kateřinkách, u nemocnice nebo v Kylešovicích. Podobné rozmístění oblastí s vysokou chodeckostí lze pozorovat i na příkladu Olomouce (Křivka, 2011; Krejsa, 2018; Pospíšil, 2020), kde se rovněž nejvyšší hodnoty indexu chodeckosti vyskytují v historickém centru, v blízkém předměstí a na území velkých sídlišť.

Přesné porovnání Opavy s jinými městy na základě zvolené metodiky pro výpočet indexu chodeckosti není možné. Problémem při porovnání výsledků je rozdílné územní členění. Tento problém při porovnávání může vyřešit dělení území na hexagony, které ve své práci využívá Krejsa (2018) nebo Horák et al. (2022). Tato metoda je vhodná pro porovnání výsledků z různých měst České republiky, které nemají k dispozici stejnou úroveň administrativního dělení, ale také ke srovnání měst na mezinárodní úrovni.

Částečný rámec, jak by bylo možné hodnotit chodeckost Opavy v mezinárodním kontextu, přináší studie Adams et al. (2014). Tato práce hodnotila chodeckost ve vzdálenosti 1 km od bydliště participantů. Tímto způsobem bylo hodnoceno mimo jiné i město Olomouc, které je územním členěním k Opavě relativně blízké, a může tak poskytovat základní oporu pro porovnání i s jinými městy. Dle Adams et al. (2014) je chodeckost prostředí města Olomouce, v porovnání s ostatními městy, která se studie IPEN zúčastnila, považována za jednu z nejvyšších. Zdaleka nejvyšších hodnot chodeckosti je dosahováno v Hong Kongu (7,05), dále v Bogotě a následně v Olomouci s hodnotou kolem 2 bodů. Podobných hodnot chodeckosti jako Olomouc dosahuje i dánský Aarhus. Nejmenších hodnot dosahují severoamerická města nebo města v Austrálii a na Novém Zélandu (hodnoty kolem - 2 bodů).

Index konektivity je využíván i v indexech zabývajících se problematikou zastavěného prostředí. Propojenost území skutečně vypovídá o přívětivosti území pro chodce. Velký význam přisuzovaný tomuto indexu dosvědčuje i to, že do konečného indexu chodeckosti vstupuje tato charakteristika s dvojnásobnou vahou než ostatní indexy.

Dle Křivka (2011) má v rámci indexu chodeckosti své opodstatnění i index entropie, kdy rozdílnost využití ploch a tím pádem i dostupnost různých typů služeb podporuje aktivní transport. Metodika výpočtu ale pracuje s pouze jednou variantou využití každého polygonu. Tento problém nastává především v centrech měst, kdy jedna budova plní více funkcí a výsledná hodnota indexu entropie tak může být zkreslená.

Vliv indexu chodeckosti na aktivní transport

Index chodeckosti je vhodný k analýze struktury města a jeho vztahu k aktivnímu pohybu obyvatel. Na reálných datech se vyhodnotí, které části města mají vhodné podmínky a podporují aktivní pohyb, a u kterých naopak není přívětivé prostředí pro chůzi.

Tato práce nehodnotila vliv indexu chodeckosti na aktivní transport na celém území města, ale pouze ve vymezeném území pro docházkovou vzdálenost 500 metrů od vybraných základních škol. Dle předložené metodiky nebyl zjištěn žádný signifikantně významný vliv indexu chodeckosti na intenzitu ani způsob aktivního transportu. Rozdílné výsledky přináší Carlson et al. (2015), kteří ve studii realizované na respondentech ve věku 12 až 16 let ze Severní Ameriky potvrdili vliv mezi indexem chodeckosti a aktivním transportem, kdy v území s vyšším indexem chodeckosti strávili respondenti delší dobu jízdou na kole nebo chůzí. Signifikantní vztah mezi chodeckostí a aktivním transportem byl u adolescentů zjištěn rovněž v další americké studii (Duncan et al., 2016).

Jaký vliv má území s rozdílným indexem chodeckosti zkoumali Dygrýn a Mitáš (2009). Ve své práci hodnotili území do vzdálenosti 1 km od bydliště participantů vymezené docházkovou vzdáleností. Ve studii byl potvrzen vliv zastavěného prostředí na úroveň pohybové aktivity dospělých

obyvatel v Olomouci. Signifikantní rozdíly v průměrných hodnotách denního počtu kroků byly u participantů z oblastí s nízkou a vysokou chodeckostí zjištěny v pracovních dnech ($p=0,025$), o víkendových dnech ($p=0,034$) i za celý týden ($p=0,013$).

Křivka (2011) hodnotil pohybovou aktivitu dle základních sídelních jednotek, ve kterých participantů bydleli. Žádný z testů však neprokázal statisticky významný rozdíl. Na základě rozdělení území na základní sídelní jednotky v Olomouci hodnotil vliv indexu chodeckosti na pohybovou aktivitu dospělých Dygrýn (2014). Z výsledků vyplývá, že respondenti bydlící v prostředí s vyšší chodeckostí realizovali denně o 3,7 minuty více mírné až intenzivní fyzické aktivity oproti respondentům bydlícím v prostředí s nízkou chodeckostí. Tyto rozdíly v týdenní pohybové aktivitě však nebyly statisticky významné.

Rubín (2018) ve své práci zjistil, že adolescenti žijící na území s vysokou chodeckostí dosáhli v průběhu víkendových dnů v průměru vyšší pohybové aktivity (10 907 kroků) oproti stejně starým jedincům žijícím na území s nízkou chodeckostí (9 018 kroků). Ve školních dnech, potažmo v celém týdnu, nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. Přesto u respondentů žijících na území s vyšší chodeckostí je patrný vyšší počet realizovaných kroků zhruba o 1 tisíc oproti respondentům z oblastí s nízkou chodeckostí.

Metodika pro výpočet indexu chodeckosti, byla vytvořena pro hodnocení amerických měst, tudíž jeho využití například v České republice může být zavádějící. Metodika klade poměrně velký význam automobilové dopravě, která je typická právě pro americká města. Metodika nezohledňuje městskou hromadnou dopravu ani další možnosti aktivního transportu (například pro Českou republiku typickou cyklistiku). Hodnotíme-li zastavěné prostředí v České republice jako vysoce chodecké, lze předpokládat, že území s nízkým indexem chodeckosti v České republice by v porovnání městského prostředí západních států byla hodnocena jako vysoce chodecké. Z tohoto důvodu je dle Dygrýna a Mitáše (2009) potřeba přistupovat k hodnocení vlivu indexu chodeckosti na pohybovou aktivitu s různou váhou napříč městy z různých kontinentů.

6.1 Silné stránky a limity práce

Silnou stránkou práce je využití objektivních metod pro hodnocení urbánního prostředí prostřednictvím indexu chodeckosti, který je vypočítán pomocí GIS a dále i objektivně změřenou pohybovou aktivitou chytrými náramky. Metody objektivní jsou v porovnání se subjektivními přesnější, výsledky nejsou ovlivněny individuální schopností jedince vnímat prostředí, ve kterém žije a na které prvky prostředí si je v průběhu vyplňování dotazníku schopen vzpomenout. Je ale důležité zmínit, že to, jak jedinec vnímá své okolí, je také důležité a pro některý typ výzkumu pravděpodobně podstatnější než objektivní hodnocení daného prostředí.

Ověřování pohybové aktivity v kontextu urbanního prostředí s sebou nese řadu limitů. Sběr dat je nejen časově náročný jak pro výzkumníka (příprava přístrojů, sběr dat v okolí školy), tak také pro respondenty (nošení chytrých náramků během celého dne, vyplnění rozsáhlého dotazníku IPEN, dodržení habituálního režimu pohybové aktivity). Je také náročný z pohledu finančního a etického. Jelikož pro realizaci výzkumu jsou zapotřebí také příslušné přístroje (chytré náramky), a v neposlední řadě souhlas rodičů se zapojením jejich dětí do výzkumu. Z toho pramení relativně nižší počty (např. v porovnání s čistě dotazníkovým sběrem) participantů, které lze do podobného typu studie reálně získat.

7 ZÁVĚRY

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv zastavěného prostředí hodnoceného na základě indexu chodeckosti na aktivní transport do školy u adolescentů vybraných základních škol v Opavě. Dále dílčími cíli práce bylo určit index chodeckosti v jednotlivých částech města Opavy a zhodnotit vliv vzdálenosti bydliště od školy na aktivní transport do školy.

Tato diplomová práce byla vedena jako kvantitativní průřezová studie. Do výzkumu byly zahrnuty 3 opavské základní školy, a to ZŠ Vrchní, ZŠ Englišova a ZŠ T. G. Masaryka. Z každé školy byly zařazeny do výzkumu 2 třídy. Výzkumný soubor byl tvořen 129 účastníky (72 chlapců a 57 dívek). Index chodeckosti pro základní sídelní jednotky na území celého města Opavy byl vypočítán pomocí Arcgis toolboxu Walkability index (WAI). Referenční vrstva vymezující zázemí zkoumaných základních škol v Opavě byla vymezena pro docházkovou vzdálenost 500 metrů od školy.

Pro základní sídelní jednotky města Opavy byl vypočítán index chodeckosti a znázorněn na tematických mapách dle dílčích indexů. Nejvyšší hodnoty chodeckosti dosáhla sídelní jednotka Vávrovická s hodnotou 10,80. Zde je důležité podotknout, že nejvyšší hodnoty pravděpodobně dosáhla kvůli tomu, že se jedná o velmi malé území. Druhé nejvyšší hodnoty dosahovala sídelní jednotka Opava-Město, která je tvořena historickým centrem Opavy. Tato oblast dosáhla dle indexu chodeckosti hodnoty 7,30. Vysoké hodnoty indexu chodeckosti měly i oblasti na opavském předměstí a na velkých městských sídlištích a také v samostatných městských částech Malé Hoštice a Palhanec. Nejnížší hodnoty indexu chodeckosti byly zaznamenány v málo obydlených oblastech s velkou plochou pro zemědělskou půdu nebo lesy.

Mezi indexem chodeckosti a způsobem transportu do a ze školy a mezi počtem nachozených kroků během cesty do a ze školy nebyl zaznamenán významný signifikantní vliv. Nicméně žáci ze ZŠ T. G. Masaryka, z oblasti s vysokým indexem chodeckosti, dosáhli znatelně více kroků během cesty do školy než žáci ZŠ Englišova s nízkým indexem chodeckosti.

Signifikantní asociace byla zjištěna mezi docházkovou vzdáleností od školy a způsobem dopravy do školy i ze školy. Výsledky dokazují snižující se počet žáků, kteří s narůstající vzdáleností bydliště od školy využívají aktivní způsob transportu. Pokud jde pouze o žáky, kteří využívají aktivní způsob dopravy do školy, tak 74 % žáků bydlí ve vzdálenosti do 10 minut od školy a 94,8 % žáků do 20 minut od školy. Naopak mezi docházkovou vzdáleností žáků od školy a počtem kroků, které nachodí adolescenti během transportu do školy, nebyl žádný signifikantní vliv nalezen.

Výsledky této diplomové práce dokazují, že vliv bydliště adolescentů na vzdálenost školy má vliv na aktivní způsob transportu do školy, zatímco index chodeckosti způsob transportu významně neovlivňuje.

8 SUMMARY

The main goal of the thesis was to evaluate the influence of the built environment, evaluated on the basis of the walkability index, on active transportation to school among adolescents of selected elementary schools in Opava. The particular goals of the work were to determine the walkability index in individual parts of the city of Opava and evaluate the effect of the distance of residence from school for active transport to school.

This thesis was conducted as a quantitative cross-sectional study. In the research were included three elementary schools in Opava: Vrchní, Englišova and T. G. Masaryk. In the study participated two classes from each school. The research group consisted of 129 participants (72 boys and 57 girls). The walkability index for basic residential units in the entire city of Opava was calculated using the Arcgis toolbox Walkability Index (WAI). The referencial layer defining the background of the surveyed elementary schools in Opava was defined for a walking distance of 500 meters from the school.

The walkability index for the basic residential units of the city of Opava was calculated and shown on thematic maps according to sub-indexes. The highest value of walkability was achieved by the residential area Vávrovická with a value of 10.80. It is important to note here that it probably reached the highest value due to the fact that it is a very small area. The second highest value was achieved by the residential unit Opava-Město, which consists of the historical center of Opava, this area reached a value of 7.30 according to the walkability index. Areas on the outskirts of Opava and in large urban housing estates also had high values of the walkability index. High walkability index achieved also the separate urban districts of Malé Hoštice and Palhanec.. The lowest walkability index values were recorded in uninhabited areas with a large area for agricultural land or forests.

Significant influence wasn't find of the walkability index on the method of transport to and from school or on physical activity during the journey to school. Nevertheless, students from T. G. Masaryk elementary school, from an area with a high walkability index, achieved significantly more steps during the journey to school than students from Englišova elementary school with a low walkability index.

A significant association was found with the walking distance of residence from school with the mode of transportation to and from school. The results show that the number of adolescents using an active mode of transport decreases as the distance between their home and school increases. If it only concerns s who use an active means of transport to school, then 74 % of adolescents live within 10 minutes from school and 94.8 % of adolescents live within 20 minutes from school. No significant effect was found on the number of steps taken by adolescents during transport to school.

The results of this diploma thesis prove that the influence of the residence of adolescents on the distance to school has an effect on the active method of transport to school, while the walkability index does not significantly affect the method of transport.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adams, M. A., Frank, L. D., Schipperijn, J., Smith, G., Chapman, J., Christiansen, L. B., ... Sallis, J. F. (2014). International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems: The IPEN adult study. *International Journal of Health Geographics*, 13(1), 43. <http://doi.org/10.1186/1476-072X-13-43>
- Andersen, H. B., Christiansen, L. B., Klinker, C. D., Ersbøll, A. K., Troelsen, J., Kerr, J., & Schipperijn, J. (2017). Increases in use and activity due to urban renewal: Effect of a natural experiment. *American journal of preventive medicine*, 53(3), e81-e87. doi: 10.1016/j.amepre.2017.03.010
- Alves, F., Cruz, S., Ribeiro, A., Bastos Silva, A., Martins, J., & Cunha, I. (2020). Walkability index for elderly health: a proposal. *Sustainability*, 12(18), 7360.
- Arellana, J., Saltarín, M., Larrañaga, A. M., Alvarez, V., & Henao, C. A. (2020). Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America. *Transport reviews*, 40(2), 183-203.
- Ariffin, R. N. R., & Zahari, R. K. (2013). Perceptions of the urban walking environments. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 105, 589-597.
- Brown, B. B., Yamada, I., Smith, K. R., Zick, C. D., Kowaleski-Jones, L., & Fan, J. X. (2009). Mixed land use and walkability: Variations in land use measures and relationships with BMI, overweight, and obesity. *Health and Place*, 15(4), 1130-1141. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.06.008>.Mixed
- Brownson, R. C., Hoehner, C. M., Day, K., Forsyth, A., & Sallis, J. F. (2009). Measuring the built environment for physical activity: state of the science. *American journal of preventive medicine*, 36(4), S99-S123.
- Břehovský, M., Jedlička, K., & Šíma, J. (2012). *Úvod do geografických informačních systémů* (1st ed.). Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.

- Butler, E. N., Ambs, A. M. H., Reedy, J., & Bowles, H. R. (2011). Identifying GIS measures of the physical activity built environment through a review of the literature. *Journal of Physical Activity and Health*, 8(Suppl. 1), S91–S97. <http://doi.org/10.1123/jpah.8.s1.s91>
- Carlson, J. A., Jankowska, M. M., Meseck, K., Godbole, S., Natarajan, L., Raab, F., ... Kerr, J. (2014b). Validity of PALMS GPS scoring of active and passive travel compared with SenseCam. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(3), 662–667. doi: 10.1249/MSS.0000000000000446
- Carlson, J. A., Saelens, B. E., Kerr, J., Schipperijn, J., Conway, T. L., Frank, L. D., ... Sallis, J. F. (2015). Association between neighborhood walkability and GPS-measured walking, bicycling and vehicle time in adolescents. *Health and Place*, 32(1), 1–7. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.12.008>
- Carlson, J. A., Sallis, J. F., Kerr, J., Conway, T. L., Cain, K., Frank, L. D., & Saelens, B. E. (2014a). Built environment characteristics and parent active transportation are associated with active travel to school in youth age 12–15. *British Journal of Sports Medicine*, 28(22), 1634–1639. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093101>
- Carver, A., Timperio, A. F., Hesketh, K. D., Ridgers, N. D., Salmon, J. L., & Crawford, D. A. (2011). How is active transport associated with children's and adolescents' physical activity over time?. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-126>
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199- 219.
- ČSI. (2016). Vzdělávání v tělesné výchově, podpora rozvoje, Tematická zpráva Čj.: ČŠIG-2038/16-G2, Česká školní inspekce
- Davison, K., Werder, J., & Lawson, C. (2008). Children's active commuting to school: Current knowledge and future directions. *Preventing Chronic Diseases*, 5(3), 1-11.
- Dobešová, Z., & Křivka, T. (2012). Walkability index in the urban planning: A case study in Olomouc city. *Advances in spatial planning*, 2.

- Duncan, S. C., Strycker, L. A., Chaumeton, N. R., & Cromley, E. K. (2016). Relations of neighborhood environment influences, physical activity, and active transportation to/from school across African American, Latino American, and White girls in the United States. *International Journal of Behavioral Medicine*, 23(2), 153–161. <http://doi.org/10.1007/s12529-015-9508-9>
- Dygrýn, J. (2014). Pohybová aktivita, zastavěné prostředí a obezita dospělé populace s využitím geografických informačních systémů. [Disertační práce]. Univerzita Palackého v Olomouci
- Dygrýn, J., & Mitáš, J. (2009). Zastavěné prostředí v pohybové aktivitě obyvatel Olomouce s využitím geografických informačních systémů. *Tělesná kultura*, 32(2), 100-109.
- Dygrýn, J., Mitáš, J., Gába, A., Rubín, L., & Frömel, K. (2015). Changes in active commuting to school in Czech adolescents in different types of built environment across a 10-year period. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(10), 12988–12998. <http://doi.org/10.3390/ijerph121012988>
- D’Haese, S., Vanwolleghem, G., Hinckson, E., De Bourdeaudhuij, I., Deforche, B., Van Dyck, D., & Cardon, G. (2015). Cross-continental comparison of the association between the physical environment and active transportation in children: a systematic review. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 12(1), 1-14.
- Faulkner, G. E., Buliung, R. N., Flora, P. K., & Fusco, C. (2009). Active school transport, physical activity levels and body weight of children and youth: a systematic review. *Preventive medicine*, 48(1), 3-8.
- Forsyth, A., Hearst, M., Oakes, J. M., & Schmitz, K. H. (2008). Design and destinations: Factors influencing walking and total physical activity. *Urban Studies*, 45(9), 1973–1996. <http://doi.org/10.1177/0042098008093386>
- 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. *American journal of preventive medicine*, 28(2), 117-125. <http://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.11.001>

- Frank, L. D., Sallis, J. F., Conway, T., Chapman, J., Saelens, B., & Bachman, W. (2006). Multiple pathways from land use to health: walkability associations with active transportation, body mass index, and air quality. *Journal of the American Planning Association*, 72(1), 75-87.
- Frank, L. D., Sallis, J. F., Saelens, B. E., Leary, L., Cain, K., Conway, T. L., & Hess, P. M. (2010). The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *British journal of sports medicine*, 44(13), 924-933.
- Goryakin, Y., & Suhrcke, M. (2014). Economic development, urbanization, technological change and overweight: What do we learn from 244 demographic and health surveys? *Economics and Human Biology*, 14(1), 109–127. <http://doi.org/10.1016/j.ehb.2013.11.003>
- Hallal, P. C., Bauman, A. E., Heath, G. W., Kohl 3rd, H. W., Lee, I. M., & Pratt, M. (2012). Physical activity: more of the same is not enough. *The Lancet*, 380(9838), 190-191.
- Hollein, T., Pavelka, J., & Sigmundová, D. (2019). Aktivní transport českých školáků v kontextu školních opatření. *Tělesná kultura*, 41(2), 49-55. doi: 10.5507/tk.2019.001
- Horák, J., Kukuliac, P., Maresova, P., Orlikova, L., & Kolodziej, O. (2022). Spatial pattern of the walkability index, walk score and walk score modification for elderly. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(5), 279.
- Hume, C., Timperio, A., Salmon, J., Carver, A., Giles-Corti, B., & Crawford, D. (2009). Walking and cycling to school: Predictors of increases among children and adolescents. *American Journal of Preventive Medicine*, 36(3), 195–200. <http://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.10.011>
- Chynoweth, P. (2009). The built environment interdiscipline: A theoretical model for decision makers in research and teaching. *Structural Survey*, 27(4), 301–310. <http://doi.org/10.1108/02630800910985090>
- Ikeda, E., Stewart, T., Garrett, N., Egli, V., Mandic, S., Hosking, J., ... & Smith, M. (2018). Built environment associates of active school travel in New Zealand children and youth: A systematic meta-analysis using individual participant data. *Journal of Transport & Health*, 9, 117-131.

- Johansson, K., Laflamme, L., & Hasselberg, M. (2011). Active commuting to and from school among Swedish children - a national and regional study. *The European Journal of Public Health*, 22(2), 209-214.
- Kerr, J., Rosenberg, D., Sallis, J. F., Saelens, B. E., Frank, L. D., & Conway, T. L. (2006). Active commuting to school: Associations with environment and parental concerns. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(4), 787–794. <http://doi.org/10.1249/01.mss.0000210208.63565.73>
- Kocher, J., Lerner, M. (2007). Walkscore, [Online]. Available: <https://walkscore.com/>.
- Král, D. (2022). *Analýza aktivního transportu adolescentů a geografických podmínek vybraných škol v Opavě* [Diplomová práce]. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Krejša, J. (2018). *Aktualizace programů pro výpočet indexu chodeckosti a jeho aplikace* [Diplomová práce]. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Křivka, T. (2011). *Prostorové vyhodnocení pohybových aktivit v zastavěném území* [Diplomová práce]. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Larouche, R., Saunders, T. J., Faulkner, J., Guy, E., Colley, R., & Tremblay, M. (2014). Associations between active school transport and physical activity, body composition, and cardiovascular fitness: A systematic review of 68 studies. *Journal of Physical Activity and Health*, 11(1), 206-227. doi: 10.1123/jpah.2011-0345
- Lee, C., & Moudon, A. V. (2008). Neighbourhood design and physical activity. *Building research & information*, 36(5), 395-411.
- Lefebvre-Ropars, G., & Morency, C. (2018). Walkability: which measure to choose, where to measure it, and how?. *Transportation research record*, 2672(35), 139-150.
- Leslie, E., Coffee, N., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., & Hugo, G. (2007). Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. *Health and Place*, 13(1), 111–122. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2005.11.001>

- Mandic, S., de la Barra, S. L., Bengoechea, E. G., Stevens, E., Flaherty, C., Moore, A., ... & Skidmore, P. (2015). Personal, social and environmental correlates of active transport to school among adolescents in Otago, New Zealand. *Journal of science and medicine in sport*, 18(4), 432-437.
- McMillan, T. E. (2007). The relative influence of urban form on a child's travel mode to school. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(1), 69–79. doi: 10.1016/j.tra.2006.05.011
- Mendoza, J. A., Watson, K., Baranowski, T., Nicklas, T. A., Uscanga, D. K., & Hanfling, M. J. (2011). The walking school bus and children's physical activity: a pilot cluster randomized controlled trial. *Pediatrics*, 128(3), e537. doi:10.1542/peds.2010-3486
- Ministerstvo Zdravotnictví České republiky. (2014). *Zdraví 2020*. Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR.
- Mitáš, J., Dygrýn, J., Rubín, L., Křen, F., Vorlíček, M., Nykodým, J., ... & Frömel, K. (2018). Multifactorial research on built environment, active lifestyle and physical fitness in Czech adolescents: Design and methods of the study. *Tělesná kultura*.
- Mitáš, J., & Frömel, K. (2013). *Pohybová aktivita české dospělé populace v kontextu podmínek prostředí* (1st ed.). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Molina-García, J., García-Massó, X., Estevan, I., & Queralta, A. (2019). Built environment, psychosocial factors and active commuting to school in adolescents: clustering a self-organizing map analysis. *International journal of environmental research and public health*, 16(1), 83.
- Ojiambo, R. M., Easton, C., Casajús, J. A., Konstabel, K., Reilly, J. J., & Pitsiladis, Y. (2012). Effect of urbanization on objectively measured physical activity levels, sedentary time, and indices of adiposity in Kenyan adolescents. *Journal of Physical Activity and Health*, 9(1), 115–123. <http://doi.org/10.1123/jpah.9.1.115>
- Opava (2022) Územní plán Opavy, dostupné online: <https://www.opava-city.cz/cz/nabidka-temat/uzemni-planovani/uzemni-planovani/platny-uzemni-plan-opavy.html>

- Panter, J. R., Jones, A. P., & van Sluijs, E. M. F. (2008). Environmental determinants of active travel in youth: A review and framework for future research. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5(1), 34. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-5-34>
- Panter, J. R., Jones, A. P., Van Sluijs, E. M., & Griffin, S. J. (2010). Neighborhood, route, and school environments and children's active commuting. *American journal of preventive medicine*, 38(3), 268-278.
- Parker, K. M., Rice, J., Gustat, J., Ruley, J., Spriggs, A., & Johnson, C. (2013). Effect of bike lane infrastructure improvements on ridership in one New Orleans neighborhood. *Annals of Behavioral Medicine*, 45(S1), 101–107. doi:10.1007/s12160-012-9440-z
- Pavelka, J., Sigmundová, D., Hamřík, Z., & Kalman, M. (2012). Active transport among Czech school-aged children. *Acta Gymnica*, 42(3), 17-26.
- Porta, S., & Renne, J. L. (2005). Linking urban design to sustainability: formal indicators of social urban sustainability field research in Perth, Western Australia. *Urban Design International*, 10(1), 51-64.
- Pospíšil, Lukáš. (2021). Index chodeckosti. Co to je a jak jej lze vypočítat. *ArcRevue* 1/2021. <https://www.arcdata.cz/media/download/3830>.
- Rafiemanzelat, R., Emadi, M. I., & Kamali, A. J. (2017). City sustainability: the influence of walkability on built environments. *Transportation research procedia*, 24, 97-104.
- Ramirez, L. K. B., Hoehner, C. M., Brownson, R. C., Cook, R., Orleans, C. T., Hollander, M., ... & Wilkinson, W. (2006). Indicators of activity-friendly communities: an evidence-based consensus process. *American journal of preventive medicine*, 31(6), 515-524.
- Richard, L., Gauvin, L., & Raine, K. (2011). Ecological models revisited: their uses and evolution in health promotion over two decades. *Annual Review of Public Health*, 32, 307–326. doi: 10.1146/annurev-publhealth-031210-101141
- Rišová, K. (2021) *Časovo-priestorový prístup ako nástroj pre geografické skúmanie podmienok pre pešiu dopravu* [Disertační práce] Univerzita Komenského v Bratislave

- Rothman, L., Ling, R., Hagel, B. E., Macarthur, C., Macpherson, A. K., Buliung, R., ... & Howard, A. W. (2022). Pilot study to evaluate school safety zone built environment interventions. *Injury prevention, 28*(3), 243-248
- Rubín, L., Mitáš, J., Dygrýn, J., Vorlíček, M., Nykodým, J., Řepka, E., & Frömel, K. (2018). *Pohybová aktivita a tělesná zdatnost českých adolescentů v kontextu zastavěného prostředí*. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5451-1.
- Rubín, L. (2018). *Asociace mezi pohybovou aktivitou, tělesnou zdatností a zastavěným prostředím u adolescentů*. [disertační práce]. Univerzita Palackého.
- Saelens, B. E., & Handy, S. L. (2008). Built environment correlates of walking: A review. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 40*(7), 550–566. doi: 10.1249/MSS.0b013e31817c67a4
- Sigmund, E., Badura, P., Sigmundová, D., Voráčková, J., Zacpal, J., Kalman, M., ... Hamrik, Z. (2018). Trends and correlates of overweight/obesity in Czech adolescents in relation to family socioeconomic status over a 12-year study period (2002–2014). *BMC Public Health, 18*(1), 122. doi: 10.1186/s12889-017-5013-1
- Singleton, P. A., Muhs, C. D., Schneider, R. J., & Clifton, K. J. (2014). *Predicting Walking Trips: The Pedestrian Index of the Environment (PIE)*.
- Sirard, J., & Slater, M. (2008). Walking and bicycling to school: A review. *American Journal of Lifestyle Medicine, 2*(5), 372-396.
- Smith, L., Norgate, S. H., Cherrett, T., Davies, N., Winstanley, C., & Harding, M. (2015). Walking school buses as a form of active transportation for children—a review of the evidence. *Journal of School Health, 85*(3), 197-210. doi: 10.1111/josh.12239
- Southworth, M. (2005). Designing the walkable city. *Journal of urban planning and development, 131*(4), 246-257.

- Stewart, O., Moudon, A. V., & Claybrooke, C. (2014). Multistate evaluation of safe routes to school programs. *American Journal of Health Promotion*, 28(S3), 89–96. doi:10.4278/ajhp.130430-QUAN-210
- Thornton, L. E., Pearce, J. R., & Kavanagh, A. M. (2011). Using Geographic Information Systems (GIS) to assess the role of the built environment in influencing obesity: A glossary. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 71. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-8-71>
- Timperio, A., Ball, K., Salmon, J., Roberts, R., GilesCorti, B., Simmons, D., Baur, L. A., & Crawford, D. (2006). Personal, family, social, and environmental correlates of active commuting to school. *American Journal of Preventive Medicine*, 30(1), 45–51. doi: 10.1016/j.amepre.2005.08.047.
- Vale, D. S., Saraiva, M., & Pereira, M. (2016). Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility. *Journal of transport and land use*, 9(1), 209-235.
- Van Dyck, D., Cardon, G., Deforche, B., Owen, N., Sallis, J. F., & De Bourdeaudhuij, I. (2010). Neighborhood walkability and sedentary time in Belgian adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 39(1), 25–32. <http://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.03.004>
- Vanhelst, J., Béghin, L., Salleron, J., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., De Bourdeaudhuij, I., ... Gottrand, F. (2013). A favorable built environment is associated with better physical fitness in European adolescents. *Preventive Medicine*, 57(6), 844–849. <http://doi.org/10.1016/j.ypped.2013.09.015>
- Veitch, J., Salmon, J., Crawford, D., Abbott, G., Giles-Corti, B., Carver, A., & Timperio, A. (2018). The REVAMP natural experiment study: The impact of a play-scape installation on park visitation and park-based physical activity. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 15, 10. doi: 10.1186/s12966-017-0625-5
- Vorlíček, M. (2020). Časoprostorová lokalizace pohybové aktivity českých adolescentů v kontextu behaviorálních změn [disertační práce]. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Vorlíček, M., & Rubín Jan Dygrýn Josef Mitáš, L. (2018). Pomáhá aktivní docházka/dojíždka českým adolescentům plnit zdravotní doporučení pro pohybovou aktivitu?. *Tělesná kultura*, 40(2), 112-116.

- Witten, K., Pearce, J., & Day, P. (2011). Neighbourhood Destination Accessibility Index: a GIS tool for measuring infrastructure support for neighbourhood physical activity. *Environment and planning A*, 43(1), 205-223.
- Wong, B. Y. M., Faulkner, G., & Buliung, R. (2011). GIS measured environmental correlates of active school transport: a systematic review of 14 studies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 1-22.
- World Health Organization. (2009). *Global Health Risks*. Dostupné online: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf
- Yen, I. H., & Anderson, L. A. (2012). Built environment and mobility of older adults: important policy and practice efforts. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(5), 951-956.

10 PŘÍLOHY

Příloha 1. Využití ploch – rozdělení do kategorií

Název kategorie	Zkratka	Vstupní typy
Obytný	L	Plochy smíšené obytné městské (SM)
		Plochy smíšené obytné venkovské (SV)
		Plochy smíšené obytné – farmy (SF)
		Plochy bydlení hromadného (BH)
		Plochy bydlení individuálního – městské a příměstské (BI)
Komerční	C	Plochy občanského vybavení – komerčních zařízení velkoplošných (OK)
Industriální	I	Plochy smíšené výrobní (VS)
		Plochy výroby a skladování – lehkého průmyslu (VL)
		Plochy výroby a skladování – těžkého průmyslu (VT)
		Plochy výroby a skladování – výroby zemědělské (VZ)
Institucionální	T	Plochy specifické – vězeňství a bezpečnosti státu (SX)
Rekreační	R	Plochy občanského vybavení – sportovních a rekreačních zařízení (OS)
		Plochy rekreace rodinné (RR)
		Plochy veřejných prostranství (PV)
		Plochy veřejných prostranství – zeleně veřejné (ZV)
		Plochy zeleně ochranné (ZO)
Ostatní	O	Plochy občanského vybavení – veřejné infrastruktury (OV)
		Plochy občanského vybavení – hřbitovů (OH)
		Plochy zemědělské – produkční (ZP)
		Plochy zemědělské – zahrady (ZZ)
		Plochy komunikací (K)
		Plochy technické infrastruktury (TI)
		Plochy technické infrastruktury pro nakládání s odpady – kompostárny (TO)
		Plochy lesní (L)
		Plochy zemědělské (Z)
		Plochy přírodní (PP)
		Plochy dopravní infrastruktury silniční (DS)
Plochy dopravní infrastruktury drážní (DD)		
Vodní plochy	W	Plochy vodní a vodohospodářské (VV)
Smíšené plochy	LCT	Plochy smíšené obytné – městská památková zóna (MPZ)
		Plochy smíšené obytné – urbanisticky a architektonicky zvláště cenné (UA)

Příloha 2. Index chodeckosti pro základní sídelní jednotky v Opavě

NAZ_ZSJ	Index entropie			Index sídelní hustoty			Konektivity index		
	Index	Z skóre	decily	Index	Z skóre	decily	Index	Z skóre	decily
Bezručovo náměstí	0,618	0,371	5	0,0075	0,711	9	0,00018	1,011	9
Bílovecká	0,522	0,029	5	0,0089	0,964	9	0,00021	1,288	10
Držkovice	0,257	-0,910	3	0,0008	-0,516	3	0,00001	-0,702	3
Grundy	0,049	-1,649	1	0,0006	-0,545	2	0,00000	-0,751	2
Gudrichova	1,000	1,722	10	0,0013	-0,428	5	0,00007	-0,121	6
Haškova	0,860	1,227	10	0,0117	1,461	10	0,00023	1,534	10
Holasická	0,723	0,741	8	0,0063	0,494	9	0,00006	-0,131	6
Horní pole	0,000	-1,822	1	0,0000	-0,654	1	0,00000	-0,767	1
Jaktař	0,688	0,618	7	0,0013	-0,415	5	0,00009	0,107	7
Jarkovice	0,178	-1,192	2	0,0007	-0,536	2	0,00001	-0,693	3
Karlovec	0,799	1,009	9	0,0011	-0,463	4	0,00009	0,131	7
Kateřinky-východ	0,759	0,870	8	0,0107	1,292	10	0,00014	0,646	9
Kateřinky-západ	0,645	0,466	6	0,0098	1,127	9	0,00020	1,194	9
Komárov I	0,593	0,280	5	0,0014	-0,394	6	0,00009	0,142	7
Komárov II	0,504	-0,034	4	0,0004	-0,581	1	0,00002	-0,566	4
Komárovské Chaloupky	0,709	0,692	7	0,0009	-0,495	3	0,00002	-0,528	5
Kravařov	0,376	-0,488	4	0,0009	-0,488	3	0,00002	-0,551	5
Květinová	0,726	0,753	8	0,0016	-0,356	6	0,00011	0,348	8
Kylešovická osada	0,321	-0,686	3	0,0009	-0,486	4	0,00002	-0,611	4
Kylešovický kopec	0,917	1,428	10	0,0039	0,048	8	0,00008	0,041	6
Lidická	0,749	0,832	8	0,0285	4,516	10	0,00016	0,788	9
Malé Hoštice	0,697	0,648	7	0,0017	-0,345	6	0,00011	0,286	8
Maršovec	0,120	-1,395	2	0,0006	-0,549	2	0,00001	-0,703	3
Městské sady	0,632	0,420	6	0,0000	-0,654	1	0,00004	-0,330	5
Milostovice	0,098	-1,476	2	0,0007	-0,531	2	0,00001	-0,719	2
Na Nové	0,075	-1,556	2	0,0011	-0,462	4	0,00000	-0,751	2
Na studánkách	0,012	-1,781	1	0,0011	-0,453	5	0,00000	-0,742	2
Nad tratí	0,766	0,894	9	0,0040	0,077	8	0,00015	0,728	9
Náměstí svaté Hedviky	0,882	1,304	10	0,0099	1,147	9	0,00024	1,554	10
Ochranova	0,546	0,115	5	0,0052	0,294	8	0,00023	1,476	10

NAZ_ZSJ	Index entropie			Index sídelní hustoty			Konektivity index		
	Index	Z skóre	decily	Index	Z skóre	decily	Index	Z skóre	decily
Ondříčkova	0,637	0,438	6	0,0044	0,144	8	0,00013	0,551	8
Opava-střed	0,799	1,012	10	0,0250	3,879	10	0,00020	1,206	9
Palhanec	0,636	0,432	6	0,0011	-0,458	5	0,00011	0,329	8
Palhanecká	0,666	0,540	6	0,0006	-0,554	2	0,00000	-0,767	1
Pod Hlavní	0,515	0,005	4	0,0020	-0,296	7	0,00007	-0,064	6
Podhoří	0,052	-1,636	1	0,0005	-0,566	2	0,00000	-0,767	1
Podvihov	0,254	-0,921	3	0,0008	-0,514	3	0,00001	-0,705	3
Polní	0,767	0,896	9	0,0047	0,191	8	0,00012	0,370	8
Přední Guslice	0,379	-0,479	4	0,0013	-0,425	5	0,00002	-0,560	4
Pusté Jakartice	0,679	0,587	6	0,0009	-0,483	4	0,00000	-0,767	1
Ruská	0,745	0,818	8	0,0017	-0,353	6	0,00006	-0,134	6
Sadová	0,770	0,907	9	0,0041	0,085	8	0,00010	0,253	7
Střední pole	0,039	-1,684	1	0,0132	1,733	10	0,00000	-0,756	2
Stříbrné jezero	0,191	-1,145	3	0,0000	-0,654	1	0,00001	-0,632	4
Suché Lazce	0,286	-0,808	3	0,0011	-0,459	5	0,00001	-0,668	4
Šibeňák	0,058	-1,618	1	0,0019	-0,310	7	0,00001	-0,712	3
U hřbitova	0,694	0,640	7	0,0057	0,377	9	0,00004	-0,401	5
U nemocnice	0,762	0,881	8	0,0029	-0,137	7	0,00004	-0,340	5
U Švédské kaple	0,489	-0,087	4	0,0026	-0,175	7	0,00005	-0,273	6
Vávrovice	0,608	0,333	5	0,0010	-0,467	4	0,00003	-0,492	5
Vávrovická	0,686	0,611	7	0,0015	-0,382	6	0,00061	5,288	10
Velké pole	0,321	-0,684	3	0,0000	-0,654	1	0,00000	-0,767	1
Vlaštovičky	0,149	-1,294	2	0,0008	-0,506	3	0,00001	-0,704	3
Wolkerova	0,789	0,976	9	0,0022	-0,256	7	0,00009	0,110	7
Za humny	0,770	0,907	9	0,0015	-0,385	6	0,00011	0,300	8
Za Palhancem	0,576	0,221	5	0,0000	-0,654	1	0,00000	-0,767	1
Zlatníky	0,153	-1,279	2	0,0009	-0,498	3	0,00000	-0,734	2