Edice Geographica

Prostorové simulační modelování dopravní dostupnosti

Jiří Horák,
Jaroslav Burian
a kol.

ČESKÁ GEOGRAFICKÁ SPOLEČNOST
1894

Edice Geographica, sv. 11

PROSTOROVÉ SIMULAČNÍ MODELOVÁNÍ DOPRAVNÍ DOSTUPNOSTI

Prostorové simulační modelování dopravní dostupnosti

Jiří Horák,
Jaroslav Burian
a kol.

Česká geografická společnost

Praha 2019

Publikace vznikla v rámci řešení projektu GA ČR 14-26831S „Prostorové simulační modelování dostupnosti“ řešeného na Institutu geoinformatiky VŠB – Technické univerzity v Ostravě a na katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci.

Publikace prošla recenzním řízením.

© Jiří Horák, Jaroslav Burian, Igor Ivan, Lenka Zajíčková, Jan Tesla, Vít Voženílek, David Fojtík, Tomáš Inspektor, Miroslav Rypka, 2019
© Česká geografická společnost, 2019
© Vít Voženílek (foto), 2019

ISBN 978-80-907728-0-9

Předmluva

Hodnocení dopravní dostupnosti je základem řady prostorových analýz, které studují geografickou a dopravní situaci jednotlivých míst, jejich vztahy či souhrnně charakteristiku celého systému s důrazem na charakter a sílu interakčních vazeb mezi součástmi systému.

Dostupnost je obvykle vnímána jako charakteristika relativní blízkosti jednoho místa vůči ostatním. Obecněji dostupnost vyjadřuje úroveň, ve které geografický a dopravní systém umožňuje jednotlivci či skupině jedinců nebo zboží dosáhnout určité aktivity nebo místa s využitím dopravních prostředků a jejich kombinací (Geurs, Ritsema van Eck 2001).

Je zřejmé, že dopravní dostupnost ovlivňuje řada faktorů, které lze zjednodušeně zařadit do základních kategorií osobní, geografické a dopravní faktory. Hodnocení dostupnosti je navíc spojeno se subjektivním vnímáním dostupnosti, ať se již snažíme zohlednit individuální charakteristiky a postoje posuzovaných osob ve vlastním modelu, nebo jako autor modelu vybíráme a interpretujeme charakteristiky dostupnosti, které ji nejlépe popisují.

Rozsah a komplexnost faktorů, stejně jako do určité míry subjektivní hlediska, se projevují v široké škále měr dostupnosti a přístupů, které jednotliví autoři používají. Použité metriky mají významný vliv i na výsledné hodnocení dostupnosti.

U analýzy veřejné dopravy je hodnocení dostupnosti komplikováno faktory, kterými jsou například individuální preference určitých módů veřejné dopravy a cenových výhod, nutnost volby jistého typu optimalizace vyhledávaného spojení, potřebný větší počet charakteristik hodnotících nejen vzdálenost, čas a cenu, ale také počet přesedání, délku čekání a existenci zpátečního spojení, výrazná časová heterogenita poskytovaných dopravních služeb a s tím spojená heterogenita výsledků hodnocení, a v neposlední řadě volba způsobu agregace dílčích výsledků získaných z jednotlivých typů hodnocení. Analýzy dostupnosti veřejnou dopravou by měly preferovat hodnocení dostupnosti cílů, distribuce času v rámci sledovaného časového úseku a relativní srovnání s vhodným etalonem, kterým může být individuální automobilová doprava či alternativní hodnocení veřejné hromadné dopravy.

Jednou z možností, jak eliminovat problémy mnoharozměrné parametrizace úloh dostupnosti, je využití stochastického simulačního přístupu k hodnocení

dostupnosti, ve kterém se výsledné hodnocení získává z mnoha dílčích individuálně nastavených hodnocení dopravního spojení.

Cílem prostorové stochastické simulace je pomocí generování velkého počtu náhodných cest v souladu s modely očekávaného individuálního chování dosáhnout lepšího poznání situace v jednotlivých místech sledovaného území a přispět k rozlišení dopravního a geografického faktoru v hodnocení dostupnosti.

I tak je však potřebné počítat se skutečnostmi, že hodnocení dostupnosti je definováno účelem hodnocení a že vzhledem k mnoharozměrnosti faktorů veřejné dopravy nelze prezentovat hodnocení dopravní dostupnosti na jediném scénáři, tedy že nelze uspokojit všechny hlavní požadavky jedním scénářem a z něho vyplývajícím hodnocením dopravní dostupnosti. Proto v předložené monografii není prezentován jeden „výsledný" scénář a jeho „výsledné" hodnocení, nýbrž více variant, které se integrují až v etapě syntézy.

Simulace může být založena na realizaci posloupnosti aktivit, které vykonává jednotlivec nebo skupina. Simulace chování více jednotlivců či jednotlivce za jiných situací ať již náhodně či systematicky měněných se realizuje postupným opakováním spouštění modelu podobně jako u multiagentních systémů, kde se nejistoty eliminují stochastickým simulováním. Stejným způsobem se implementuje i modelování heterogenity prostředí. Hlavní výhodou metody je zejména přímá kontrola probíhajících procesů, naopak hlavní nevýhodou je obtížně realizovatelná interakce mezi jednotlivci nebo mezi jednotlivci a prostředím.

Při realizaci prostorového simulačního modelování se autorský kolektiv zaměřil na modelování individuálních požadavků spojených s dopravní mobilitou. Zdrojem informací o vlastnostech, postojích a chování jedinců bylo dotazníkové šetření (*face to face*) a výsledky SLDB (2011). Podmínky a možnosti chování skupin byly studovány na základě integrace a agregace individuálních charakteristik a potřeb. Skupiny byly vymezeny podle základních charakteristik, potenciálně ovlivňujících jejich mobilitu jako je ekonomická aktivita, věk, pohlaví a vzdělání, limitovaných dostatečným počtem respondentů. U skupin se sledovaly i rozdíly dle důvodu cestování, typu dne, použitého dopravního módu a typu urbanizace.

Pro realizaci prostorového simulačního modelování byl z řady možností vybrán individuální model řízený událostmi, ve kterém se realizují jednotlivé jednodušší i složitější scénáře požadavků na dopravu.

Realizace vyžadovala připravit automatizovaný výpočetní systém pro generování simulací, který využívá informací o struktuře a velikosti místní populace, znalosti vzdálenostních funkcí gravitačního modelování, frekvenci individuálních požadavků a jejich časovou distribuci, znalosti typů, velikosti a časových omezení konkrétních cílů a samozřejmě možností dopravních spojení nabízených veřejnou hromadnou dopravou. Do modelu byla zahrnuta i pěší docházka.

Je potřebné poznamenat, že autoři rozumí modelem vědeckou konstrukci (matematickou, fyzikální aj.), která slouží k abstrakci reality a jejímž cílem je vysvětlit určitý okruh jevů, pozorování či vědeckých problémů. Z tohoto pohledu se model považuje za autorské dílo stejně jako vytvořené koncepce, které umožňují realizovat nové výzkumy založené na různých typech modelování. Modelem se nerozumí jen prostředek k dosažení řešení problému, i když je samozřejmě výhodné a užitečné model aplikovat. V některých případech není z důvodu dosavadních implementačních problémů koncepce modelu zatím realizovatelná a tak podobně jako v jiných vědeckých oborech byly a jsou sestavovány modely, na jejichž ověření a uplatnění se teprve čeká. Právě tvorba modelů a vývoj programových aplikací pro jejich nasazení v geografické praxi a výzkumu jsou jednou z hlavních úloh geoinformatiky (anglicky *„Geographic Information Science"*) a geografové takových výstupů geoinformatického výzkumu intenzivně využívají. Takto jsou role geografie a geoinformatiky v současném světě přijímány.

Prostorové simulační modelování dopravní dostupnosti umožňuje modelovat dopravní podmínky a potřeby na úrovni jednotlivců a hodnocení stavět na postupné agregaci těchto individuálních výsledků. Tento přístup je výhodný zejména při hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou, která zpravidla vykazuje vysokou heterogenitu v prostoru a čase.

V předložené vědecké monografii autoři shrnují výsledky výzkumného projektu GA ČR 14-26831S „Prostorové simulační modelování dostupnosti" řešeného na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava a Univerzitě Palackého v Olomouci a přispívají k řešení výše uvedených problémů.

Cílem monografie je vysvětlit, rozvinout a vyzkoušet současné možnosti prostorově simulačních modelů pro hodnocení dopravní dostupnosti. Předmětem výzkumu jsou návrh, sestavení a realizace simulačně založeného modelu včetně jeho aplikace pro různé formy analýz, ověření jeho vlastností a demonstrace možnosti jeho nasazení. Koncepce výzkumu vychází z potenciálu simulačního modelu generovat dopravní spojení respektující individuální požadavky, lokální situaci a možnosti jízdních řádů, resp. konkrétního dopravního systému. Vlastnosti sady náhodně vytvořených dopravních spojení (stovek tras) umožňují hodnotit řadu aspektů dopravní dostupnosti, které nelze získávat přímo z dotazníkových či censovních šetření. Studované modelování se zaměřilo na hodnocení dostupnosti veřejnou dopravou, jejíž adekvátní studium vyžaduje mnoharozměrný pohled. Ukazuje se, že je nezbytné sledovat i další faktory než jen tradiční hodnocení doby dopravy či inverzní úlohy typu počet cílů do časového limitu.

Provedené simulační modelování je aplikováno na analýze dostupnosti dvou pilotních území, a to Olomoucka a Ostravska, prostřednictvím multidimenzionálního modelu hodnocení dostupnosti veřejnou dopravou akcentující komplexní zhodnocení dopravních podmínek. Hodnotí se dostupnost zaměstnání, obchodů a dalších vybraných služeb. Dosažené výsledky simulačního

modelování jsou srovnávány s alternativními (konvenčními) způsoby hodnocení dopravní dostupnosti.

Vhodně připravené a kalibrované simulační modely generují mnohem podrobnější a svým způsobem přesnější data popisující dopravní situaci, než jaká lze získat z běžných zdrojů. Díky tomu mohou být výsledky hodnocení dostupnosti přesnější a objektivnější. Tradičně shromažďovaná data (typicky dotazníková šetření nebo SLDB) již v současnosti nestačí ke zkoumání a hodnocení dopravní situace, zejména u veřejné dopravy. Například z dotazníků nelze, oproti simulačnímu modelování, získat dostatečně přesné a spolehlivé údaje o dopravních spojeních na úrovni potřebných detailů. Těmi jsou informace o výčtu zastávek, na které cestující chodí, kde a kolikrát přesedá, které spoje využívá, kolik času čeká na navazující spoje, jaké má možnosti návratu, kolik času musí čekat na začátek pracovní směny apod. Při simulačním modelování slouží údaje z dotazníků či SLDB pouze pro parametrizaci výsledných modelů, nikoli přímo pro hodnocení dostupnosti. Tento přístup představuje hlavní přednost simulačního modelování.

Monografie má tři části – metodickou (kapitoly 1 až 4), empirickou (kapitoly 5 až 8) a závěr (kapitoly 9 až 12). Kapitola 1 popisuje koncepty používané v analýzách dopravní dostupnosti a zaměřuje se na její metriky, zejména na takové, které jsou následně využity v empirické části monografie.

Kapitola 2 představuje základní možnosti a přístupy k realizaci simulačního modelování, jejich výhody a nevýhody a následně navrhuje sadu základních typů modelů, které konkretizují způsob generování náhodných simulací pro potřeby analýzy dopravní dostupnosti. Tím se také vymezují základní požadavky na zdroje dat (typy objektů a jevů, jejich prostorové a časové rozlišení atd.; kapitola 3). Podstatnou součástí řady modelů dojíždění je formulace vlivu cíle, jeho atraktivity a vzdálenosti, vyjadřované jistou variantou gravitačního modelování. Proto jsou v kapitole popsány principy gravitačního modelování a odvozování vzdálenostních funkcí, které jsou zásadní pro realizaci simulací (výpočty gravitační síly a podle ní výběry cílů pro dojíždění). Výsledně je popsána implementace prostorového simulačního modelování pro jeden typ modelování. Široce koncipovaný datový model umožňuje připravovat i další typy simulačních modelů. V kapitole je rovněž prezentována koncepce záznamu individuálních charakteristik osob, jejich aktivit, časových režimů a nastavování simulací. Dále je popsána koncepce nové programové aplikace pro implementaci výpočtů a simulací, což je důležité pro pochopení způsobu realizace simulací.

Kapitola 3 řeší problematiku zdrojů dat pro analýzy mobility. V úvodu je podán popis způsobu vymezení pilotních území. Dále text popisuje možnosti určení zdrojů (startů) mobility, cílů mobility, jejich vlastností (parametrů) a vysvětluje postupy nezbytné přípravy dat pro analýzy, včetně geokódování a integrace heterogenních dat.

Kapitola 4 poskytuje nejdříve úvod do obecného hodnocení dopravního chování obyvatel v Česku, pilotních regionech a městech. Na to navazuje popis

přípravy a realizace dotazníkového šetření v pilotních městech, zpracování a interpretace jeho výsledků s využitím běžných statistických přístupů i na základě vzdálenostních funkcí. V kapitole je dokumentováno vyhodnocení volby dopravních prostředků, vliv vybraných geografických faktorů, obslužnosti, sociálněmografických i psychologických faktorů. Rovněž byly vyhodnoceny denní vzorce chování respondentů, na jejichž základě byly vybrány scénáře pro modelování dostupnosti. Dále jsou popsány zdroje dat a nezbytné předzpracování dat pro vstupy do modelování.

Kapitola 5 popisuje analýzu dopravní dostupnosti pilotních území individuální automobilovou dopravou. Je popsána příprava a nastavení sítě pro analýzy. Vyhodnocení se zaměřuje na tři ukazatele – čas do nejbližšího cíle, počet zařízení do určitého času a kombinované hodnocení dostupnosti (anglicky *„Public Transport and Walking Accessibility Index"*, dále PTWAI).

Kapitola 6 obsahuje analýzu dopravní dostupnosti veřejné hromadné dopravy provedenou tzv. deterministickým způsobem, při kterém se předem určí všechny parametry analýzy a výsledné hodnocení probíhá na jednom či více obrazech dostupnosti získaných z opakování analýz při změněných parametrech. V úvodu kapitoly je popsáno nastavení analýzy a hodnocení dostupnosti pro různé cíle – zaměstnavatelé, obchody, střední školy, sportovní zařízení a praktický lékař pro dospělé. Následuje hodnocení dalších ukazatelů: podíl dostupných cílů na vybrané hodiny, časová variabilita dopravní dostupnosti a kombinované hodnocení dostupnosti (PTWAI). V případě měst bylo hodnocení provedeno pro stometrové čtverce, u regionů na mediánové středy základních sídelních jednotek (dále ZSJ). Účelem kapitoly bylo připravit základní variantu hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou pro následné porovnání rozdílů mezi výsledky získanými deterministickými a simulačními metodami.

Kapitola 7 popisuje vlastní realizaci prostorového simulačního modelování. Nejdříve jsou představeny jednotlivé vybrané varianty modelování, volba scénářů a popsány nastavení parametrů simulací, včetně optimalizace gravitačních funkcí pro města a regiony. Následuje hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů ve sledovaném území na základě prostorových simulací pro nejběžnější scénář denní mobility domov – zaměstnání – domov. Pro území měst byly vytvořeny a vyzkoušeny dva modely: (1) dojížďka k náhodně vybranému velkému zaměstnavateli na pevně určený čas a (2) dojížďka k náhodně vybranému zaměstnavateli podle gravitačního modelu a frekvenční křivky času. Součástí kapitoly je i popis provedení částečné interní validace modelů. Pro region se pak implementoval model náhodného výběru velkých zaměstnavatelů s aproximací gravitačního modelu. Po zhodnocení jednotlivých variant byla provedena klasifikace výsledků 3–4 ukazatelů a na jejich základě provedeno souhrnné hodnocení dostupnosti pro zaměstnavatele. Kapitola dále popisuje simulační hodnocení dostupnosti obchodních center v pilotních městech pro základní scénář velkého nákupu domov – obchodní centrum – domov. Nejdříve je vyhodnocena

dostupnost k nejbližšímu obchodnímu centru, která je základem pro optimalizaci nastavení parametrů. Následně bylo realizováno několik možných modelů a podle výsledků validace vyhodnoceny nejlepší pro Olomouc a pro Ostravu. Závěr kapitoly demonstruje možnost vyhodnocení kombinovaného scénáře pro simulační modelování. Na příkladu modelování posloupnosti domov – zaměstnání – střední nákup – domov – zábava – domov jsou demonstrovány výhody simulačního modelování, tj. proměnlivé nastavení času začátku jednotlivých aktivit podle dotazníkových frekvenčních křivek a proporcionálně gravitační výběry cílů. Kapitola akcentuje zaměření hodnocení na podmínky a možnosti realizace takového scénáře v území měst Olomouce a Ostravy. Výsledky ukazují plasticitu a komplexnost takového hodnocení.

Kapitola 8 obsahuje syntézu získaných empirických výsledků hodnocení dostupnosti v pilotních územích. Porovnává výsledky hodnocení dostupnosti veřejné hromadné dopravy pomocí jednotlivých použitých metod, vysvětluje jejich rozdíly, zabývá se nedostatky některých ukazatelů a poskytuje doporučení.

Monografie poskytuje čtenáři ucelený pohled na problematiku prostorového simulačního modelování od základních konceptů přes demonstraci možností modelování až k ukázkám hodnocení dopravní dostupnosti v pilotních územích.

Jiří Horák

Obsah

Předmluva 5

I. SIMULAČNÍ MODELOVÁNÍ DOPRAVNÍ DOSTUPNOSTI

1. Dopravní dostupnost a její hodnocení 19
   1.1. Dopravní dostupnost a její komponenty 19
   1.2. Hodnocení dopravní dostupnosti 21
      1.2.1. Dostupnost veřejnou hromadnou dopravou 23
      1.2.2. Hodnocení dopravní dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou . . 24
   1.3. Ukazatele dopravní dostupnosti 26

2. Prostorové simulační modelování 30
   2.1. Modelování systémové dynamiky 32
   2.2. Multiagentní systémy 32
   2.3. Modelování diskrétních událostí 34
   2.4. Procedurální modelování 34
   2.5. Prostorové simulační modelování 35
   2.6. Aplikace prostorového simulačního modelování na modelování dopravních toků a hodnocení dopravní dostupnosti 38
   2.7. Základní typy modelů 39
   2.8. Kombinované typy modelů pro prostorové simulační modelování 42
   2.9. Gravitační modelování 45
      2.9.1. Principy a využití gravitačního modelování 45
      2.9.2. Vzdálenostní funkce pro parciální gravitační modelování 49
      2.9.3. Výpočet přitažlivosti cíle 54
   2.10. Implementace prostorového simulačního modelování 56
      2.10.1. Technologické řešení 56
      2.10.2. Aplikační nadstavba 62
   2.11. Možnosti hodnocení simulací 67

3. Vymezení území a potenciální zdroje dat pro hodnocení mobility 69
3.1. Vymezení zájmových území 69
3.1.1. Vymezení města 69
3.1.2. Vymezení regionu 71
3.2. Určení a popis výchozích míst mobility 74
3.2.1. Registr obyvatel 75
3.2.2. Informační systémy místních samosprávných úřadů 75
3.2.3. Registr územní identifikace, adres a nemovitostí 75
3.2.4. Statistické budovy 76
3.2.5. Mikrodata SLDB 76
3.2.6. Moderní zdroje dat 76
3.3. Výpočet mediánových středů 78
3.3.1. Srovnání ZSJ a částí obce 78
3.3.2. Stanovení reprezentativních bodů v ZSJ 78
3.4. Určení a popis cílových míst mobility 80
3.4.1. Zaměstnavatelé 82
3.4.2. Školy 85
3.4.3. Zdravotnická zařízení 85
3.4.4. Úřady 86
3.4.5. Obchody 87
3.4.6. Sportovní zařízení 88
3.4.7. Kulturní zařízení 88
3.3.8. Ostatní zařízení 89
3.5. Dopravní postoje a potřeby cestujících 89
3.6. Geokódování zdrojů a cílů mobility 91

4. Dopravní chování obyvatel 92
4.1. Dopravní charakteristiky 92
4.1.1. Dopravní charakteristika Česka 92
4.1.2. Dopravní charakteristiky Olomoucka a Ostravska 93
4.1.3. Dopravní charakteristiky Olomouce a Ostravy 95
4.2. Realizace dotazníkového šetření 96
4.3. Vyhodnocení dotazníkového šetření 102
4.3.1. Dělba přepravní práce 102
4.3.2. Vlastnictví automobilu 103
4.3.3. Charakteristiky infrastruktury 104
4.3.4. Faktory ovlivňující dopravní chování respondentů 110
4.3.5. Deskripce cestovního chování respondentů 113
4.3.6. Odvozené denní vzorce chování respondentů 120
4.4. Určení startů dojíždění 124
4.4.1. Určení cílů dojíždění a jejich parametry 125
4.4.2. Geokódování a polohová přesnost dat 129

II. EMPIRICKÁ STUDIE OLOMOUCKA A OSTRAVSKA

5. Modelování dopravní dostupnosti individuální automobilovou dopravou 133
5.1. Popis modelování 133
5.1.1. Silniční síť pro modelování 133
5.1.2. Generování OD matic 134
5.1.3. Míry dostupnosti 135
5.2. Hodnocení dopravní dostupnosti Olomouce 136
5.2.1. Čas do nejbližšího cíle 136
5.2.2. Kombinovaný index dopravní dostupnosti 138
5.3. Hodnocení dopravní dostupnosti Ostravy 139
5.3.1. Čas do nejbližšího cíle 139
5.3.2. Počet zařízení do určitého času od zdroje 141
5.3.3. Kombinovaný index dopravní dostupnosti 142
5.4. Hodnocení dopravní dostupnosti Olomoucka 142
5.4.1. Čas do nejbližšího cíle 142
5.4.2. Počet zařízení do určitého času od zdroje 144
5.4.3. Kombinovaný index dopravní dostupnosti 146
5.5. Hodnocení dopravní dostupnosti Ostravska 146
5.5.1. Čas do nejbližšího cíle 146
5.5.2. Počet zařízení do určitého času od zdroje 147
5.5.3. Kombinovaný index dopravní dostupnosti 149
5.6. Porovnání dostupnosti 149
5.6.1. Porovnání dostupnosti Olomouce a Ostravy 149
5.6.2. Porovnání dostupnosti Olomoucka a Ostravska 150

6. Hodnocení dopravní dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou deterministickými metodami 152
6.1. Příprava dat 152
6.2. Podíl dostupných cílů 154
6.2.1. Dostupnost na úrovni měst 154
6.2.2. Dostupnost na úrovni regionu 158
6.3. Časová variabilita dopravní dostupnosti 160
6.3.1. Časová variabilita dopravní dostupnosti na úrovni měst 163
6.3.2. Časová variabilita dopravní dostupnosti na úrovni regionů 166
6.4. Kombinované hodnocení dopravní dostupnosti 168
6.5. Porovnání dopravní dostupnosti mezi veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou 172
6.5.1. Porovnání dopravní dostupnosti mezi veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou na úrovni měst 172
6.5.2. Porovnání dopravní dostupnosti mezi veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou na úrovni regionů 176

7. Simulační modelování dopravní dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou . . 179
7.1. Nastavení parametrů pro simulační modelování 179
7.1.1. Volba osob a jejich parametrů 179
7.1.2. Nastavení časové distribuce požadavků na spojení 180
7.1.3. Volba scénářů pro simulace 180
7.1.4. Nastavení startů a cílů mobility 181
7.1.5. Nastavení parametrů simulací 181
7.1.6. Nastavení gravitačních funkcí pro města 182
7.1.7. Nastavení gravitačních funkcí pro pilotní regiony 184
7.1.8. Testování 185
7.1.9. Integrované hodnocení dopravní dostupnosti 187
7.2. Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů 188
7.2.1. Scénář dojížďky veřejné hromadné dopravy v Ostravě k jednomu zaměstnavateli na směnný provoz 189
7.2.2. Scénář dojížďky veřejné hromadné dopravy ke všem zaměstnavatelům na různé začátky osmihodinové pracovní doby . . 192
7.2.3. Scénář dojížďky hromadnou dopravou k náhodně vybranému významnému zaměstnavateli na určenou hodinu 198
7.2.4. Validace modelů pro města 201
7.2.5. Výsledné integrované hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů pro Olomouc a Ostravu 205
7.2.6. Scénář dojížďky v regionu k náhodně vybranému velkému zaměstnavateli 206
7.3. Hodnocení dostupnosti obchodních center 218
7.3.1. Scénář dojížďky hromadnou dopravou do nejdostupnějšího obchodního centra 219
7.3.2. Scénář dojížďky hromadnou dopravou do obchodního centra vybraného na základě gravitačního modelu 225
7.3.3. Validace modelů pro obchodní centrum 227
7.3.4. Výsledné integrované hodnocení dostupnosti obchodního centra pro města Olomouc a Ostravu 231
7.4. Kombinované hodnocení dostupnosti různých druhů cílů 233
7.4.1. Hodnocení pro Olomouc 234
7.4.2. Hodnocení pro Ostravu 237

8. Komplexní hodnocení dopravní dostupnosti 243
8.1. Hodnocení pilotních území z hlediska dopravní dostupnosti 243
8.2. Statistické hodnocení výsledků ukazatelů dostupnosti 244
8.2.1. Porovnání výsledků v rámci jedné metody 244
8.2.2. Porovnání výsledků různých metod 250
8.2.3. Geografické porovnání klasifikovaných výsledků různých metod . . 259
8.3. Vybrané případové lokální studie 267
8.3.1. Olomouc 267

8.3.2. Zábřežsko 270
8.3.3. Ostrava 271
8.3.4. Nový Jičín 275
8.4. Využitelnost simulačního hodnocení dostupnosti pro ověřování některých geografických jevů 277
8.5. Hodnocení prostorového simulačního modelování dostupnosti 281

III. ZÁVĚR

9. Shrnutí metodiky, zdrojů dat a výsledků 287
9.1. Metodický přístup a zdroje dat 287
9.2. Výsledky tradičního modelování dopravní dostupnosti 289
9.3. Výsledky prostorových stochastických simulací 291
10. Závěrečné srovnání jednotlivých metod a doporučení 298

Literatura 303
Seznam tabulek a obrázků 315
Seznam použitých zkratek 323

Summary 325
About Authors 343
List of Tables and Figures 345

Rejstřík 353
O autorech 361

I.
SIMULAČNÍ MODELOVÁNÍ DOPRAVNÍ DOSTUPNOSTI

1. Dopravní dostupnost a její hodnocení

1.1. Dopravní dostupnost a její komponenty

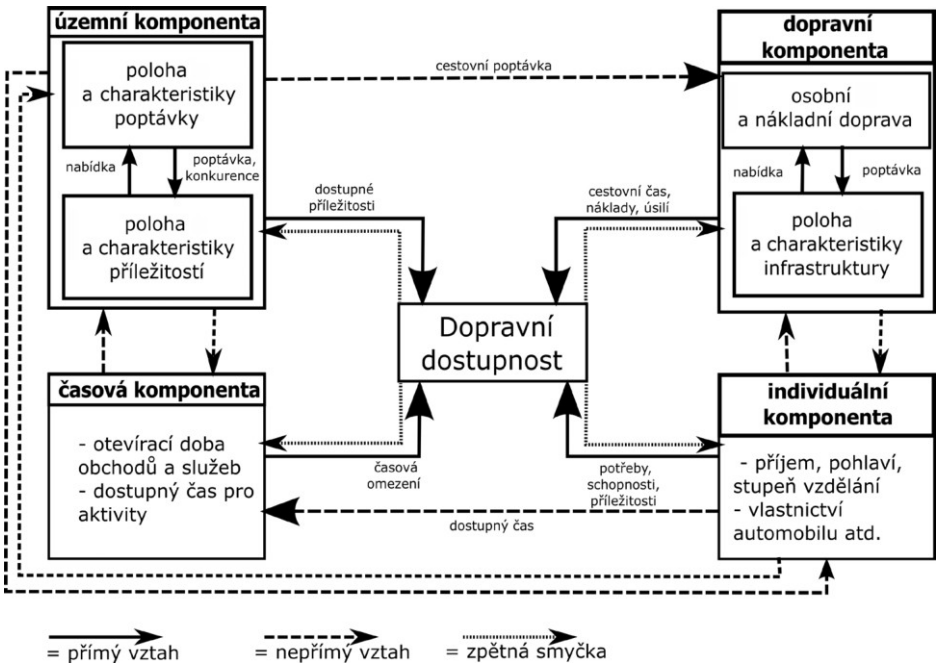
Hodnocení dopravní dostupnosti patří mezi nejčastější typy analýz v dopravě (Hoyle, Knowles 1998). Obecně se myšlenka hodnocení dopravní dostupnosti přisuzuje Hansenovi (1959), který definoval dostupnost jako potenciál příležitostí pro interakci v prostoru. Dopravní dostupnost spadá do skupiny pojmů, které se běžně používají, ale je problematické ji přesně vymezit a jejich definicí existuje celá řada. Obvykle je chápána jako relativní blízkost jednoho místa od jiného. Podle jedné z nejkomplexnějších definic dopravní dostupnost vyjadřuje úroveň, ve které území a dopravní systém umožňuje lidem (jednotlivci či skupině) či zboží dosáhnout určité aktivity nebo místa s využitím dopravních prostředků či jejich kombinací (Geurs, Ritsema van Eck 2001). V české geografii dopravy se problematice dopravní dostupnosti v poslední době věnovali nejvíce Hudeček (2010), Marada, Květoň (2010) nebo dříve např. Hůrský (1978). Na Slovensku pak aktuálně hlavně Michniak (2002), Horňák, Pšenka (2013) nebo Križan a kol. (2015). Problematika dopravní dostupnosti je i v české a slovenské geografii dopravy velmi oblíbeným tématem.

Každá z existujících definic obsahuje jednu nebo více komponent, které ovlivňují dostupnost (např. dopravní systém, využití území, distribuce cílů). Obecně je přijímán přístup autorů Geurs a Ritsema van Eck (2001), kteří rozlišují čtyři nezávislé komponenty. Ty jsou dále rozebrány v práci Geurs a van Wee (2004):

1. Dopravní komponenta popisuje dopravní systém a vyjadřuje náročnost pro jednotlivce, aby překonal vzdálenost mezi počátkem a cílem s využitím určitého dopravního prostředku. Tyto náklady vyjadřují cestovní čas (vlastní cesta dopravním prostředkem, docházka, parkování) a úsilí (spolehlivost, pohodlí, riziko nehody apod.) a jsou výsledkem nabídky infrastruktury (maximální povolená rychlost, jízdní řád, náklady na cestu) a poptávky konkrétní osoby.
2. Územní komponenta vyjadřuje množství, kvalitu a prostorovou distribuci příležitostí v jednotlivých cílech (zaměstnání, obchody, lékaři, volnočasové aktivity apod.), dále pak poptávku po těchto příležitostech v místě počátku

(zpravidla místa, kde žijí obyvatelé) a také vyjadřuje vztah nabídky příležitostí a poptávky po příležitostech, což může vést k aktivitám s omezenou kapacitou (počet pracovních míst, míst ve škole, počet lístků apod.).

4. Časová komponenta zkoumá časové omezení, a to jak uživatele, tak dané aktivity. Jedná se tak např. o čas, kdy je možné aktivity využít, nebo čas, kdy aktivity může využít daný uživatel. Vedle omezení může jít i o distribuci návštěvnosti, preferované hodiny či dny apod.
5. Individuální komponenta vyjadřuje potřeby (v závislosti na věku, příjmu, vzdělání apod.), možnosti (v závislosti např. na fyzické kondici, dosažitelnosti dopravních prostředků) a příležitosti (v závislosti na příjmu, vzdělání apod.) konkrétní osoby. Například jiná bude dostupnost zaměstnání pro člověka na invalidním vozíku spoléhajícího na sociální dávky, bez řidičského průkazu a se základním vzděláním, oproti jedinci ve věku 35 let ve výborném zdravotním stavu, s vysokoškolským vzděláním a vlastním automobilem. Celý tento koncept je vyjádřen na obrázku 1.



Obr. 1 – Vztah mezi komponentami dostupnosti. Zdroj: upraveno podle Geurs, van Wee (2004).

1.2. Hodnocení dopravní dostupnosti

Monografie se zabývá hodnocením dopravní dostupnosti území osobní dopravou, a proto je této problematice věnován významný prostor v rámci této kapitoly. Neexistuje žádný komplexní ukazatel dostupnosti, který by obsahoval všechna výše definovaná čtyři kritéria, jelikož dopravní dostupnost je vícerozměrný koncept. Vhodný ukazatel je potřeba volit vždy vzhledem k aktuální situaci a požadavkům (Handy, Niemeier 1997). Thill a Kim (2005) rovněž uvádějí, že neexistuje žádný univerzálně vhodný ukazatel dopravní dostupnosti, který by dokonale vyjadřoval všechny aspekty pojmu dopravní dostupnost. Doporučují využít více různých ukazatelů, které se vzájemně doplňují a poskytují komplexnější pohled na dopravní dostupnost.

Obecně je však možné představit vlastnosti ideálního ukazatele dostupnosti a jeho chování. Geurs a van Wee (2004) představili pět obecných zásad, podle kterých by univerzální ukazatel dostupnosti měl korektně reagovat na následující změny:

- pokud se v území zvýší/sníží úroveň dopravní obslužnosti z důvodu změn u jakéhokoliv dopravního módu (např. cestovní čas, cena), musí se rovněž patřičně zvýšit/snížit výsledná dostupnost jakékoliv lokality v daném území
- pokud se zvýší/sníží potenciální počet cílů určitého typu (např. obchody, zaměstnání), musí se výsledná dostupnost daného typu cíle z jakéhokoliv místa v území rovněž zvýšit/snížit
- pokud se zvýší/sníží poptávka po určitém typu cíle s omezenou kapacitou, dostupnost tohoto typu cíle se musí snížit/zvýšit
- pokud se zvýší počet potenciálních cílů určitého typu, neměla by se změnit dostupnost tohoto typu cíle pro ty, kteří je nemohou navštívit z důvodu svých omezených časových možností
- pokud dojde ke zvýšení úrovně dopravní obslužnosti či se zvýší počet potenciálních cílů určitého typu, neměla by se změnit dostupnost těchto cílů pro ty potenciální uživatele, kteří nedisponují dostatečnými schopnostmi nebo možnostmi, aby využili daný dopravní prostředek (např. řidičský průkaz, dálniční známka) nebo se zúčastnili dané aktivity (např. vzdělání, věk).

Ve vztahu k výše uvedeným komponentám dostupnosti a obecným zásadám pro ukazatele dostupnosti identifikovali Geurs a van Wee (2004) čtyři základní skupiny ukazatelů hodnotící dopravní dostupnost z pohledu infrastruktury, lokality, jednotlivce a užitku. Existují i komplexnější ukazatele, např. potenciální dostupnost zohledňující dopravní náklady i kvalitu dosažitelných aktivit.

V literatuře existuje velké množství používaných ukazatelů pro hodnocení dopravní dostupnosti. Této problematice se věnuje výzkum posledních více než 40 let, jedná se tak o velice rozsáhlou oblast. Kromě výše jmenovaných autorů se řada dalších pokusila o rešerši existujících ukazatelů a o jejich klasifikaci, avšak vytvořené skupiny ukazatelů jsou často velice podobné. Curl a kol. (2011) se

pokusili shrnout existující klasifikace ukazatelů, které byly publikovány různými autory, např. Handy a Niemeier (1997), Halden a kol. (2000), Baradaran a Ramjerdi (2001), Geurs a Ritsema van Eck (2001), výše uvedení Geurs a van Wee (2004), Vandenbulcke a kol. (2009) nebo Lei a Church (2010), do jediné syntetizující klasifikace. Ta obsahuje tyto skupiny ukazatelů:

1. Ukazatele hodnotící infrastrukturu – tyto ukazatelé nacházejí uplatnění především v dopravním plánování, analyzují výkon nebo úroveň služeb dopravní infrastruktury, např. cestovní čas do cílového místa, míra kongescí, průměrná rychlost, cena a kapacita přepravy nebo dostupnost zastávek veřejné dopravy.
2. Kumulativní ukazatele (nebo také ukazatele využívající metodu izolinií, prahových hodnot), které popisují dostupnost lokality a cílového místa (nebo několika cílových míst). Vždy je definovaná jedna či několik prahových hodnot (např. podle času, vzdálenosti). Jednoduchost těchto ukazatelů je řadí k nejčastěji využívaným (především u geografů), ale právě jednoduchost je rovněž jejich nevýhodou, jelikož se nehodnotí prostorová distribuce cílů uvnitř těchto prahových hodnot. Typicky představují vymezení dostupného okolí z analyzované lokality, např. do 30 minut. V tomto okolí se hledají požadované typy cílů, např. zaměstnavatelů do 30 minut, resp. 20 km od místa bydliště nezaměstnaného (např. kumulativní dostupnost). Pokročilejší ukazatele využívají definovanou kapacitu aktivit, např. volná pracovní místa. Často bývá dojížďka hodnocena komplexněji jako situace *door-to-door*, tedy dojížďka včetně docházky od a ke dveřím na zastávku či k zaparkovanému autu.
3. Ukazatele založené na gravitačních modelech (nebo také Hansenovy ukazatele, ukazatele příležitostí, ukazatele potenciálu), které se rovněž zaměřují na popis lokality, a navíc se snaží eliminovat nedostatek prahových vzdáleností, kde mají všechny potenciální cíle stejnou váhu. Využívají k tomu spojitého postupného poklesu váhy cílů s rostoucí cestovní vzdáleností (příp. časem, cenou apod.), tedy tzv. distance decay funkce (dále ji označujeme jako vzdálenostní funkce). Tedy cesty do nejrůznějších cílů z jednotlivých míst jsou generovány na základě definovaných scénářů dopravního chování a výběr konkrétních cílů se provádí na základě gravitačního zákona. Pro jednotlivé lokality je možné rovněž vypočítat dopravní dostupnost pro více hraničních cestovních časů a vytvořit tak tzv. profil lokality (de Jong, Ritsema van Eck 1996).
4. Ukazatele hodnotící užitek, a to zejména ekonomický přínos pro jednotlivce nebo skupiny ze změn v dopravní dostupnosti způsobené například výstavbou nové komunikace nebo zavedením nové linky. Tyto ukazatele vychází z předpokladu, že cestující se chová racionálně a vybírá z nabízených alternativ tu s největším užitkem. Užitek však závisí na vlastnostech konkrétní osoby, vlastnostech dopravních spojení, jako jsou cestovní čas, finanční náklady, komfort nebo na vlastnostech cíle. Šance, že se člověk rozhodne

určitým způsobem, je tak vázána na komplexní atraktivnosti dané volby při porovnání s ostatními možnostmi. Typickým příkladem těchto ukazatelů je např. změna finančních nákladů pro jednotlivce či skupinu při změně dostupnosti. Nevýhoda těchto ukazatelů spočívá v komplikované interpretaci výsledků.

5. Ukazatele zaměřené na aktivity konkrétní osoby, které jsou založené na časovém omezení a geografii času (Hägerstrand 1970), někdy bývají nazývány rovněž ukazatele potenciální dostupnosti, které využívají data například z cestovních deníků a definují dostupnost ve smyslu dosažitelných příležitostí v definovaných časových oknech při vyhodnocení času potřebného k dosažení příležitosti a minimálního času potřebného k využití dané příležitosti v cíli. Ve výsledku mohou být zobrazeny dosažitelné lokality dle zadaných časových omezení. Příklady prvních prací využívající tyto ukazatele v kombinaci s geografickými informačními systémy (dále GIS) jsou Miller (1991), který s jejich využitím hodnotí výkon dopravního systému, nebo Kwan (1998, 2003), kde byly využity záznamy z 52 cestovních deníků a tři ukazatele hodnotící dopravní dostupnost. Hlavní výhodou těchto metrik je detailní měřítko, kdy se pracuje s individuálními údaji jednotlivců. Jak uvádějí Halden a kol. (2005), detailnější informace o dopravním chování několika osob může být pro pochopení lepší než nekvalitní data za celou populaci. V tom však spočívá také největší nevýhoda. Získání těchto dat je velice náročné a často tak bývá studována jen limitovaná oblast. Mezi novější práce pak je možné zařadit práci Neutens a kol. (2008) nebo Lee, Kwan (2011).

1.2.1. Dostupnost veřejnou hromadnou dopravou

Hodnocení dopravní dostupnosti s využitím veřejné hromadné dopravy zažívá v posledních letech zvyšující oblibu. S rostoucí dostupností detailních prostorových dat a výpočetních výkonů se opustily modely, které pro hodnocení dostupnosti využívaly přímé vzdálenosti. Častěji se začaly využívat metody hodnocení jako v případě individuální dopravy. Využívají se tak nástroje GIS pro modelování pohybu v existující silniční či železniční síti s využitím vzdáleností jednotlivých segmentů sítě a průměrné rychlosti dopravních prostředků veřejné dopravy. Ty jsou odvozené z celkové ujeté vzdálenosti a celkového jízdního času uvedeného v jízdních řádech (např. O'Sullivan a kol. 2000; White 2002; Martin a kol. 2002; Benenson a kol. 2011; Moniruzzaman, Páez 2012).

Veřejná doprava, na rozdíl od individuální dopravy, je jasně organizovaná, jezdí po definovaných linkách a v konkrétních časech, které se mohou měnit v průběhu dne, ve dnech v týdnu či v průběhu roku. Navíc rychlost dopravního prostředku není konstantní a mění se v průběhu dne i mezi vlastními zastávkami. Z těchto důvodů se v posledních letech začínají využívat pro analýzy dostupnosti veřejné hromadné dopravy přímo jízdní řády, které poskytují komplexní informace o čase i místě pohybu jednotlivých vozidel.

Porovnání výsledků různě přesných modelů uvádí Salonen, Toivonen (2013), kteří použili tři různě detailní modely. Nejjednodušší model pracuje s průměrnou rychlostí dopravních prostředků, druhý navíc s časem potřebným na přestup a třetí model využívá kompletně jízdní řády. Závěrem uvádí, že cestovní časy z třetího modelu byly o téměř 70 % delší než v případě prvního.

Masovější využití jízdních řádů naráží na problémy se získáváním dat či vůbec jejich existence. Martin a kol. (2002) upozorňují na fakt, že jízdní řády jsou problematicky získatelné z veřejně dostupných zdrojů, a navíc u nich dochází k častým změnám, což jejich využití dále komplikuje. Již delší dobu je však možné využít internetové aplikace a plánovače cest pro ruční zpracování dat z jízdních řádů (např. Tribby, Zandbergen 2012).

V posledních letech se situace s dostupností jízdních řádů zlepšuje, a to spolu s rozvojem datových formátů pro výměnu dat z oblasti veřejné hromadné dopravy (Tibaut a kol. 2012). Využívají se tak jízdní řády v *ATCO CIF* formátu (Martin a kol. 2008; Langford a kol. 2012a; Langford a kol. 2012b), lokálních formátech (Lei, Church 2010; Mavoa a kol. 2012) nebo veřejná API (anglicky *„Application Programming Interface“*; Salonen, Toivonen 2013; Jäppinen a kol. 2013). Samostatnou kapitolu tvoří formát GTFS, za kterým stojí Google, který obsahuje jízdní řády stále více států (např. Eluru a kol. 2012, Hadas 2013; Farber a kol. 2014). Česko je však výjimkou a pokrytí je jen v případě několika velkých měst a soukromých dopravců. Automatizovaným zpracováním jízdních řádů v Česku se zabývali autoři Horák (2006) a Fojtík, Ivan a Horák (2011). Jejich databáze dopravních spojení obsahuje data o dopravních spojeních veřejné hromadné dopravy mezi páry všech obcí do 100 km (nově 150 km).

1.2.2. Hodnocení dopravní dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou

Ukazatele dopravní dostupnosti nemohou být vždy použity jak pro individuální, tak i pro veřejnou hromadnou dopravu. Často je potřeba je i výrazně upravit, případně vytvořit zcela nové. Hodnocení dopravní dostupnosti veřejné hromadné dopravy má určitá specifika. Kromě důležitých aspektů cestujícího jako jsou bydliště, časové omezení a socioekonomické charakteristiky, cestování veřejnou dopravou závisí na trase linky, jízdním řádu, lokalizaci cílů a také na čase, kdy má být cesta uskutečněna. Této problematice se věnovali již v minulosti například Hillman a Pool (1997) a Murray a kol. (1998). V poslední době vypracovali přehled metrik pro hodnocení dopravní dostupnosti automobilovou dopravou i veřejnou hromadnou dopravou autoři Lei a Church (2010). Hodnotí tak obecné ukazatele dopravní dostupnosti a zároveň uvádí jejich využitelnost pro hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou. Rozlišují podobné skupiny ukazatelů dopravní dostupnosti (viz výše), navíc uvádějí skupinu ukazatelů hodnotící relativní dostupnost. Ta obsahuje ukazatele porovnávající dostupnost různými dopravními módy nebo dopravní dostupnost různých osob. Konkrétní volba dopravního módu je pak často funkcí

nákladů, času, pohodlí a bezpečí, kdy je následně porovnávána cena přepravy, čas potřebný na hledání parkoviště, docházka od zastávky/parkoviště apod.

Konkrétní čtyři ukazatele, které jsou vhodné pro hodnocení dopravní dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou představují Mavoa a kol. (2012) a Fransen a kol. (2015). Ti vybrali pouze ty ukazatele, které hodnotí dopravní dostupnost při využití veřejné hromadné dopravy z hlediska infrastruktury (skupiny ukazatelů 1 a 2) a lokality (skupiny ukazatelů 3 a 4) a nehodnotí tak dostupnost z pohledu aktivit konkrétní osoby:

– Dostupnost zastávek veřejné hromadné dopravy (Yigitcanlar a kol. 2008; Ivan 2010a; Currie 2010; Kraft, Blažek 2012; El-Geneidy a kol. 2014) – dostupnost sítě je oblíbený ukazatel, nicméně Fransen a kol. (2015) upozorňují, že nehodnotí, zda je možné se z těchto zastávek dopravit do požadovaných cílových lokalit v rozumném cestovním čase a v požadovaný čas příjezdu. Navíc nižší dostupnost zastávek veřejné dopravy může být kompenzována vyšší dostupností požadovaných cílů v místě bydliště, a tedy v docházkové vzdálenosti.
– Počet spojů veřejné hromadné dopravy – tento aspekt dostupnosti patří k těm nejkritičtějším, navíc je to velmi dynamický faktor a liší se výrazně v průběhu dne. Bývá často hodnocen jako součást komplexnějších ukazatelů. Tento ukazatel je velmi oblíbený pro jednoduchost získání dat, ale jak uvádí např. Welch, Mishra (2013), tak neposkytuje žádné informace o kvalitě služeb. V Česku a Slovensku využívají frekvenci spojů například Križan (2007), Michniak (2008), Seidenglanz (2010), Marada a Květoň (2010), Marada a kol. (2010), Horňák a Pšenka (2013), Horňák a kol. (2015) a Tesla a kol. (2015).
– Vzdálenost cesty prostředky veřejné hromadné dopravy do cíle či cílů charakterizující impedanci v dané lokalitě (např. čas dosažení cíle, průměrný čas dosažení cílů) – ty často vymezují dostupné oblasti podle definované vzdálenosti. Cestní vzdálenost bývá využívána méně, jelikož čas je v případě dojížďky jednoznačně důležitější ukazatel (van Vugt a kol. 1996). K nejzajímavějším pracím patří zejména O'Sullivan a kol. (2000), Cheng a Agrawal (2010), Benenson a kol. (2011), Tribby a Zandbergen (2012) nebo Salonen a Toivonen (2013). Také v české a slovenské literatuře se objevuje celá řada prací z této oblasti, např. Hůrský (1969), Rölc (2000), Michniak (2002), Boruta a Ivan (2010), Seidenglanz (2010), Hudeček, Churaň, Kufner (2011).
– Počet dostupných cílů dostupných za definovaných podmínek prostředky veřejné hromadné dopravy – v posledních letech se jí zabývají například Benenson a kol. (2011), Farber a kol. (2014), Fransen a kol. (2015) a v Česku a na Slovensku například Horák (2006), Križan (2007), Ivan a kol. (2013), Horňák a kol. (2015) a Vrabková et al. (2016).

1.3. Ukazatele dopravní dostupnosti

V předchozích kapitolách jsou představeny různé skupiny ukazatelů pro hodnocení dopravní dostupnosti. Není možné v této kapitole představit všechny konkrétní ukazatele, nicméně byly vybrány ty, které jsou využity dále v kapitole 6 pro hodnocení dopravní dostupnosti veřejné hromadné dopravy. Konkrétně jsou zde popsány ukazatele, které využívají ve svých analýzách rovněž Mavoa a kol. (2012), resp. Fransen et al. (2015), s výjimkou dostupnosti sítě, která je však zastoupena jako součást jednoho z ukazatelů, ale i další vhodné ukazatele. Konkrétně byl vybrán podíl dostupných cílů (podle Ivan a kol. 2013; Horák 2006) a variabilita nabídky v průběhu dne dle Farber a kol. (2014), dále hodnocení dostupnosti cílů s využitím PTWAI (Mavoa a kol. 2012) a rozdíl dostupného území při využití veřejné hromadné dopravy a individuální automobilovou dopravy podle Benensona a kol. (2011).

Autoři Ivan a kol. (2013) a Horák (2006) hodnotí dostupnost mezi obcemi, nicméně tento přístup může být jednoduše upraven pro hodnocení libovolných cílů. Využívá se ukazatel založený na počtu teoreticky dostupných cílů reálně existujícím dopravním spojením veřejné hromadné dopravy. Není však možné hodnotit absolutní počty dostupných cílů, a to z důvodu hraničního efektu, různé velikosti a vybavenosti území. Konkrétně je využíván ukazatel podíl dostupných cílů *RA*, který je definován jako podíl počtu dostupných cílů a počtu všech cílů v regionu

$$RA_{h,i} = \frac{NDA_{h,i}}{NDT_{h,i}} \times 100\,,$$

kde *NDA* definuje počet dostupných cílů, *NDT* je počet cílů regionu, *h* je hodina dojezdu a *i* je index analyzovaného počátku. Podíl dostupných cílů nabývá hodnot od 0 do 100 %, kdy hodnota 100 definuje místa, ze kterých existuje vhodné dopravní spojení do všech okolních cílů v regionu. Jedná se o dokonalý počátek z hlediska vyjížďkových možností do okolí. Pokud se bude hodina *h* měnit a postupně pokrývat celý den či většinu dne, je možné vytvářet také dopravní profil lokality.

Všechny podobné ukazatele mohou být definovány ve dvou různých přístupech. Prvním je z pohledu rezidenta, kdy se hodnotí počet cílů, kam může rezident dojet. Druhým přístupem je hodnocení z pohledu cíle, kdy je vymezováno spádové území, odkud je dané zařízení dostupné. Toto odpovídá dělení přístupů k měření dostupnosti dle Geurs, van Wee (2004) a používá ho také Benenson a kol. (2011). Pokud nebude uvedeno jinak, je hodnocena vždy dostupnost z pohledu rezidenta.

Jak bylo již několikrát uvedeno, tak dopravní dostupnost veřejnou hromadnou dopravou má oproti individuální automobilové dopravě daleko větší variabilitu v průběhu dne. Kromě vytváření dopravních profilů je možné také

Tab. 1 – Interpretace dostupnosti dle průměrného času a směrodatné odchylky

	Nízký průměrný čas	Vysoký průměrný čas
Nízká směrodatná odchylka	výborná	špatná
Vysoká směrodatná odchylka	částečně dobrá	částečně špatná

Zdroj: upraveno podle Farber a kol. (2014)

hodnotit variabilitu kvality dopravní nabídky v průběhu dne. Farber a kol. (2014) k tomu využívají průměrný cestovní čas a jeho směrodatnou odchylku pro všechny cesty mezi počátkem a k nejbližšími cíli v minutových krocích v průběhu části dne. Následně je hodnocena dopravní dostupnost s využitím kombinace těchto dvou ukazatelů vytvářející čtyři různé kategorie dostupnosti podle velikosti obou statistik (tab. 1). Autoři uvádí také hodnocení podílu dne, kdy je dostupných k cílů v určité dojížďkové době (podobně jako Križan 2007), kdy pokud

$$I_{i,m}^{k,h} = \begin{cases} 1 & pokud\ T_{i,m,k} \leq h \\ 0 & jinak \end{cases},$$

kde T vyjadřuje cestovní čas z místa i ke k cílům v čase m a za cestovní čas h, pak

$$P_i^{k,15} = \sum\nolimits_{\mathrm{m}} \frac{I_{i,m}^{k,15}}{M}$$

vyjadřuje procentuální podíl časového rozmezí, kdy je dostupných alespoň k cílů do 15 minut cesty od počátku v rozsahu 0–1.

Ukazatel hodnotící dostupnost k široké nabídce typů cílů představili Mavoa a kol. (2012), přičemž PTWAI (anglicky *„Public Transit and Walking Accessibility Index“*) měří potenciální dostupnost mezi jednotlivými počátky a cíli s využitím *door-to-door* dojížďky veřejnou hromadnou dopravou a docházkou. Cíle rozdělili do 17 druhů v pěti kategoriích (vzdělání, finance, zdraví, nákupy a volný čas) a hodnotili čas dojížďky (včetně času čekání na spoj). Pro všechny cíle určili spádové oblasti a jednotlivé dostupné počátky ohodnotili hodnotou 0 (cestovní čas či docházka > 60 minut), 1 (40–60 min), 2 (20–40 min), 3 (10–20 min) a 4 (do 10 min). Každý počátek byl ohodnocen pro 17 různých cílů a výsledná celková hodnota odpovídá aritmetickému průměru těchto 17 druhů cílů pro každou z pěti kategorií. Těchto pět průměrných hodnot bylo následně sečteno a rozsah finálního PTWAI se pohyboval v intervalu 0–20 (tab. 2). V tomto hodnocení kombinace cílů spočívá největší slabina tohoto ukazatele, jelikož všechny druhy cílů se hodnotí stejně, přestože se četnost jejich využití liší.

V kapitolách 5 a 8 je ukazatel PTWAI využit pro hodnocení dostupnosti s využitím veřejné hromadné a individuální automobilové dopravy. Výše uvedená

Tab. 2 – Interpretace PTWAI

Hodnota PTWAI	Označení	Popis
0–4	velmi nízká	dostupné cíle průměrně nad 60 minut cesty
5–8	nízká	dostupné cíle průměrně mezi 40 a 60 minutami cesty
9–12	střední	dostupné cíle průměrně mezi 20 a 40 minutami cesty
13–16	vysoká	dostupné cíle průměrně mezi 10 a 20 minutami cesty
17–20	velmi vysoká	dostupné cíle průměrně do 10 minut cesty

Zdroj: upraveno podle Mavoa a kol. (2012)

metodika je pro tyto účely mírně upravena – byla hodnocena dojížďka k pěti druhům cílů (podrobněji v kapitole 3):
- obchody
- zaměstnavatelé (nad 100 zaměstnanců)
- střední školy
- sportovní zařízení
- praktičtí lékaři pro dospělé.

Dále byly upraveny intervaly dojížďkových časů, jelikož při využití původních limitních hodnot dosahoval PTWAI velmi vysokých hodnot (17–20) téměř ve všech částech regionů a měst. Po vícenásobném testování byly stanoveny nové hodnoty časové dostupnosti, které lépe odpovídají podmínkám měst a regionů v Česku. Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3. V případě veřejné hromadné dopravy byla hodnocena vždy dojížďka na 8:00, která vyhovuje většině druhů cílů. Jen zaměstnavatelé byli hodnoceni také na čas 6:00, 14:00 a 22:00 z důvodu směnného provozu.

Posledním aplikovaným ukazatelem je porovnání dostupných oblastí při cestě veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou. Benenson a kol. (2011) k tomu používají dva ukazatele dostupnosti:
- Dostupná oblast – je definovaná pro počátek cesty O, dopravní mód M a cestovní čas t a je tvořena plochou, která obsahuje všechny cíle D, které mohou být dosaženy z O dopravním módem M během cestovního času $\leq t$. Tento ukazatel je vhodný pro posouzení relativní dostupnosti z místa bydliště a je využit v kapitole 7.
- Spádová oblast – je definovaná pro cíl D, dopravní mód M a cestovní čas t a je tvořena plochou obsahující všechny počátky, ze kterých je dostupný cíl D během cestovního času $\leq t$. Tento ukazatel je vhodný pro posouzení relativní dostupnosti cílů (pracoviště, obchodní centrum apod.).

Ukazatele vypočtené zvlášť pro veřejnou hromadnou dopravu (BAA_o) a individuální automobilovou dopravu (CAA_o) je možné následně porovnat a kvantifikovat rozdíl v dostupných oblastech za cestovní čas t. Podobně je možné určit

Tab. 3 – Bodování PTWAI pro město a region (veřejná hromadná doprava + individuální automobilová doprava)

Počet bodů	Region VHD	Region IAD / město VHD	Město IAD
0	cíle nad 60 min	cíle nad 30 min	cíle nad 10 min
1	cíle mezi 40 až 60 min	cíle mezi 20 až 30 min	cíle mezi 8 až 10 min
2	cíle mezi 30 až 40 min	cíle mezi 10 až 20 min	cíle mezi 6 až 8 min
3	cíle mezi 20 až 30 min	cíle mezi 10 až 20 min	cíle mezi 4 až 6 min
4	cíle do 20 min	cíle do 10 min	cíle do 4 min

Pozn.: VHD – veřejná hromadná doprava, IAD – individuální automobilová doprava
Zdroj: vlastní datová sada, vlastní výpočty

rozdíl spádových oblastí SA_D při využití veřejné hromadné dopravy (BSA_D) a individuální automobilové dopravy (CSA_D) za cestovní čas t. Pro posouzení kvality cílů či počátků je možné nahradit počet jejich kapacitou (počet pracovních míst, počet lůžek v nemocnici apod.). V podkapitole 6.5, kde je porovnán počet dostupných cílů s využitím veřejné hromadné dopravy a individuální automobilové dopravy, byl definován cestovní čas $t = 10$ min pro město a pro region pak $t = 50$ min pro zaměstnavatele, $t = 10$ min pro praktické lékaře a $t = 20$ min pro ostatní tři kategorie cílů.

$$AA_o(t) = \frac{BAA_o(t)}{CAA_o(t)}$$
$$SA_D(t) = \frac{BSA_D(t)}{CSA_D(t)}$$

Výsledek obou výpočtů je v rozsahu 0–1, kdy $AA_S(30) = 0{,}5$, tedy dostupná oblast s obchody při cestě veřejnou hromadnou dopravou dosahuje 50 % dostupné oblasti při využití individuální automobilové dopravy.

2. Prostorové simulační modelování

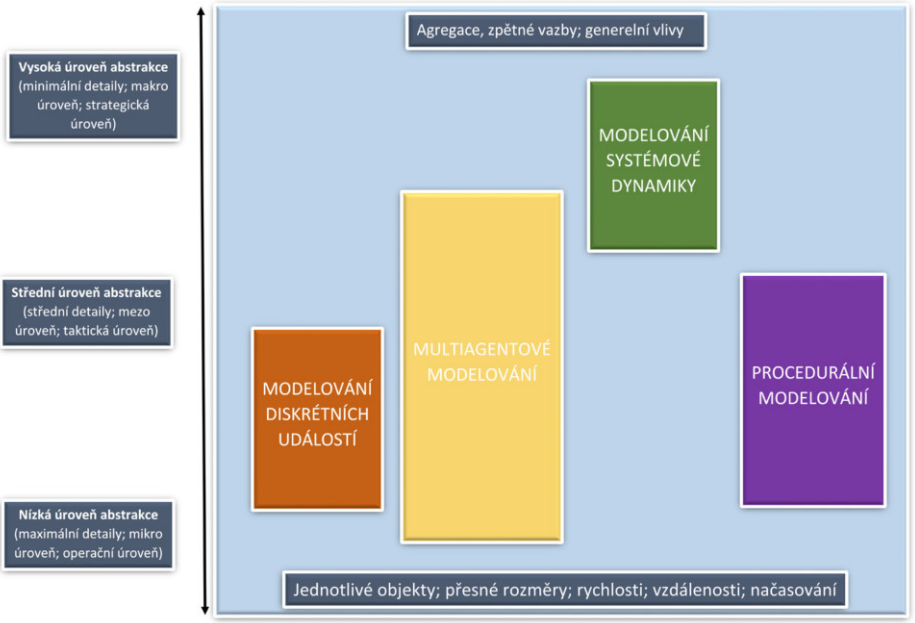
Modelování představuje základní koncept pro poznávání systémů. Existuje řada přístupů k modelování a modelovacím nástrojům a tomu odpovídají i různé klasifikace. Jednou z nich je klasifikace podle chování modelů v čase, která podle Růžičkové (2013) rozlišuje:

- Statické modely, které vyjadřují závislost výstupu modelu na vstupních parametrech v ustáleném stavu systému. Tyto umožňují předvídat, jaké budou výstupy při daných vstupech v ustáleném stavu, ale nevypovídají nic o tom, za jak dlouho bude daného výstupu (ustálení) dosaženo.
- Dynamické modely, tedy úplné modely, které popisují nejen statické, ale také dynamické vlastnosti systému. Výstupem je zde časový průběh modelované veličiny, lze tak sledovat přechody od jednoho stavu systému k dalšímu a sledovat tak například průběh neustálených jevů. Výhodou těchto modelů je schopnost implementace (Grigoryev 2016) nelineárního chování, paměti prvků systému, neintuitivních vlivů mezi proměnnými, časových a kauzálních závislostí. Navíc všechny tyto faktory dovolují kombinovat s nejistotou a velkým počtem proměnných.

Podle Grigoryeva (2016) je dynamický simulační model vždy vykonavatelný. Prostřednictvím jeho spouštění se vytváří trajektorie změn stavu systému. Simulační model je možné chápat jako sadu pravidel, které říkají, jak se pohybovat od současného stavu systému k budoucímu. Pravidla mohou mít různou podobu, včetně diferenčních rovnic, stavových diagramů, vývojových diagramů a časových plánů. Při běhu modelu jsou vytvářeny a pozorovány výstupy z modelu.

Simulační modelování má pět klíčových výhod (Grigoryev 2016):

1. Simulační modely dovolují analyzovat systémy a hledat řešení v situacích, kdy selhávají analytické výpočty a lineární programování.
2. Po výběru abstraktní úrovně modelu je snadnější vyvinout simulační model než analytický model. Typicky vyžaduje méně přemýšlení a proces vývoje je škálovatelný, přírůstkový a modulární.
3. Struktura simulačního modelu může přirozeně odrážet strukturu systému.



Obr. 2 – Vztah základních metod modelování k úrovním abstrakce. Zdroj: upraveno podle Grigoryeva (2016).

4. V simulačním modelu lze měřit hodnoty a sledovat entity na vhodné úrovni abstrakce, a rovněž přidávat v libovolném čase měření a statistické analýzy.
5. Model je schopen spouštět a animovat chování systému v čase.

K základním metodám patří modelování diskrétních událostí, agentní modelování, modelování systémové dynamiky a procedurální modelování.

Každá z metod slouží pro určitý rozsah úrovní abstrakce (obr. 2). Systémová dynamika (anglicky *„system dynamics“*) předpokládá velmi vysokou úroveň abstrakce a typicky se používá pro strategické modelování. Modelování diskrétních událostí (anglicky *„modelling discrete events*) podporuje střední až nízkou úroveň abstrakce. Uprostřed je (multi)agentní modelování (anglicky *„agent-based modelling*), které může oscilovat od velmi detailních modelů, kde agenti představují jednotlivé fyzické objekty až po vysoce abstraktní modely, kde agenti reprezentují soupeřící společnosti nebo vlády. Procedurální modelování lze teoreticky uplatnit pro všechny úrovně abstrakce, ale reálně vzhledem k výpočetním možnostem a praktickému použití je určeno zejména pro střední a nízkou úroveň abstrakce. Navíc velmi nízká úroveň abstrakce je spojena s nutností detailně popsat objekty a procesy na mikroúrovni, což je spojeno s problémem dostupnosti adekvátních dat (v budoucnu lze očekávat lepší situaci s rozvojem participatory GIS).

Je také možné jednotlivé modely kombinovat, kdy různé části systému používají různé metody. Takový vícemetodový model může nejlépe odpovídat požadavkům (Borshchev 2013).

2.1. Modelování systémové dynamiky

Systémová dynamika je typicky použita v dlouhodobých a strategických modelech a předpokládá vysokou úroveň agregace. Modely reprezentují lidi, výrobky, události a jiné diskrétní položky pomocí jejich kvantity. Systémová dynamika vychází z následujících předpokladů (Grigoryev 2016):
- modeluje systém s kauzálně uzavřenou strukturou, která definuje její vlastní chování
- využívá systémovou zpětnou vazbu (kruhová kauzalita), která vyrovnává část systému nebo jej naopak posiluje; zpětnovazební smyčky se považují za jádro systémové dynamiky
- jsou identifikovány zásoby (akumulace) a toky, které je ovlivňují.

Zásoby jako akumulace charakterizují stav systému. Představují paměť systému a zdroj nerovnováhy. Model pracuje pouze s agregáty – položky (dílčí části či individua) v zásobě se proto nerozlišují. Proto není tato metoda prostorová. Toky jsou chápány jako poměry, ve kterých se mění stav systému (Grigoryev 2016).

V dopravě lze takový typ modelů využít například při modelování celých dopravních systémů pro sledování vazeb mezi počtem cestujících ve veřejné dopravě a vnějšími faktory, zejména cenou dopravy, počasím, imisními situacemi apod. V geografii dopravy však lze stěží najít přímé uplatnění pro srovnávací analýzy regionů a podobné geografické úlohy.

2.2. Multiagentní systémy

Multiagentní systémy přepočítávají jednotlivé stavy systému. Tyto stavy jsou ale uloženy a uchovávány u nepravidelně umístěných objektů, které navíc mohou měnit svoji polohu. Jedná se o skupiny volně propojených autonomních systémů (agentů) spolupracujících v zájmu dosažení společného cíle (Růžičková 2013).

Agenti jsou jasně určené, samostatné, diskrétní jednotky (Pelánek 2011), které mohou reprezentovat velmi rozdílné věci: vozidla, samostatné části vybavení, projekty, výrobky, myšlenky, organizace, investice, části pozemku, lidi v rozdílných rolích atd. (Grigoryev 2016).

V daném záměru každý agent sestavuje plán k dosažení vytyčeného cíle nebo užitím BDI principu (anglicky *„Beliefs, Desires and Intention“*) se jednání agenta

řídí jistým druhem mentálního stavu. Agenti se rozhodují na základě svých znalostí (tzv. racionální agent).

Základní principy multiagentního modelování uvádí Pelánek (2011):

- Modely jsou založeny na autonomních agentech. Agenti se rozhodují každý sám za sebe, nedostávají žádné příkazy od centrální autority. Agent je přitom schopen samostatného řešení určitých úloh komunikace; koordinace činnosti či kooperace s jinými agenty v rámci určité komunity; dobrovolného vstupování a opouštění komunity; poskytování či požadování výsledků.
- Důležitou součástí modelů je prostředí, ve kterém se agenti pohybují a jež se může měnit – buď interakcí s agenty, nebo samovolně.
- Interakce jsou pouze lokální – to se týká jak interakcí mezi agenty, tak interakcí mezi agenty a prostředím.
- Agenti jsou jednodušší, důraz je kladen na interakce mezi agenty, nikoliv na agenty samé.

Růžičková (2013) doplňuje další principy:

- Reaktivita – agenti jsou aktivováni událostmi; jsou schopni reakce v souladu s vnímáním reálného času.
- Intencionalita – schopnost mít na paměti dlouhodobé cíle organizace; chování k dosahování těchto cílů; formulace vlastních plánů a využití svých úsudků.
- Schopnost sociálního chování – schopnost spolupráce pro dosažení společných cílů; udržování informace o jiných agentech a vytváření úsudků o nich; sdružování do koalic a týmů (pro vzájemný prospěch).

Chování agentů řídí sada pravidel, je dáno stavem agenta a podnětů přijímaných z okolí. Tato pravidla se zpravidla iniciují na základě určitých událostí.

Často má agent představu o svém stavu a jeho akce a reakce závisí na tomto stavu. Takové chování se nejlépe definuje stavovým diagramem, tzv. *statechart*.

Okolí je proměnlivé a je definováno buď přímo sousedstvím agentů, nebo nepřímo s určitou vzdáleností (v rámci grafu). Pravidla definují chování jednotlivých agentů, jsou tedy dána lokálně. Způsobují změny stavů a polohy agentů – tedy i změnu v prostorových vztazích v jednotlivých časových krocích (Růžičková 2013).

Důležitou součástí multiagentního modelování je heterogenita a náhodnost. Heterogenitu můžeme začlenit přímočaře použitím různých typů agentů (např. cyklista a automobil) nebo pomocí paměti agentů (každý agent má svou paměť a tím se agenti rozlišují). Heterogenity dosahujeme také pomocí náhodnosti, například tak, že si každý agent vybírá svoji akci s přihlédnutím k náhodě nebo že určitou vlastnost agentů (např. délku života) rozdělíme v populaci náhodně. U většiny modelů je také vhodné spouštět jednotlivé agenty v náhodném pořadí. Pokud spouštíme agenty pravidelně (např. v pravidelné mřížce), může dojít k nežádoucím důsledkům. Modely mohou začlenit také vývoj agentů.

Agenti si mohou pamatovat své zkušenosti a podle nich měnit své chování a učit se; dochází tak k evoluci (Pelánek 2011).

Pro výpočetní model potřebujeme uzavřené, konečné prostředí. Prostředí nemusí být jen pasivní plochou, po které se agenti pohybují. Může mít svoje parametry a chování, prostřednictvím kterého dochází k jednostranné nebo oboustranné interakci s agenty, případně s okolními body prostředí (Pelánek 2011).

Využití agentového modelování může být velmi široké. Agenti mohou reprezentovat přímo jednotlivé osoby a efektivně simulovat jejich chování. Velkou výhodou je možnost vzájemné interakce agentů.

2.3. Modelování diskrétních událostí

Modelování diskrétních událostí vyžaduje, aby se přemýšlelo o systému jako o modelování procesu – tedy o sekvenci operací, které agenti provádějí (Grigoryev 2016). Metoda je vhodná pro simulaci ve velkém měřítku, typicky pro nějaký vymezený prostor, např. nádraží.

Mezi operace používané v tomto modelu řadíme (Grigoryev 2016): zdržení, službu poskytovanou různými zdroji, výběr větvení procesů, rozdělování a další. Pokud agenti soupeří o omezené zdroje a mohou se zdržet, stává se součástí modelování diskrétních událostí běžně fronta.

Model typicky obsahuje zdrojový blok, který generuje agenty a zařazuje je do procesu, a koncový blok, který odstraňuje agenty ze systému (terminátor systémového prostředí).

Čas poskytování služby a čas příchodu agentů jsou zpravidla stochastické, a protože jsou vybírány z distribuce pravděpodobnosti, je samo modelování diskrétních událostí náhodné. Proto pro dosažení smysluplného výstupu je nezbytné model spouštět (mnohonásobně) opakovaně.

Typickým očekávaným výstupem z modelování diskrétních událostí je hodnocení využití zdrojů, času stráveného v systému nebo jeho části pro agenta (distribuce času v systému, v agentovi apod.), doby čekání, délky fronty, průchodnosti systému nebo úzkého hrdla systému (Grigoryev 2016).

V dopravě se využívá například pro řešení logistiky dopravního uzlu, křižovatky, modelování frekvence v jednotlivých místech, mapování zatížení interiérového prostoru apod., protože je vhodný pro analýzu situace ve velkém měřítku.

2.4. Procedurální modelování

Procedurální modelování je založeno na realizaci posloupnosti aktivit, které vykonává jednotlivec nebo skupina. Simulace chování více jednotlivců, případně

jednotlivce za jiných situací (náhodně či systematicky měněných) se realizuje opakováním spouštění modelu podobně jako u multiagentních systémů. Obdobně (opakovaným spouštěním) se implementuje i modelování heterogenity prostředí.

Metoda je vhodná pro simulaci ve středním a velkém měřítku, ne však již ve vysokém rozlišení, s modelováním mnoha individuálních objektů s odlišnými vlastnostmi a chování jako u modelování diskrétních událostí, kdy dimenze úlohy pro procedurální řízení roste takovým způsobem, že prakticky znemožňuje realizaci.

Jak již bylo uvedeno, výsledky modelování se zpravidla agregují. Při postupu zdola nahoru se z chování jednotlivců usuzuje na chování populace (inference) a úroveň abstrakce modelu se postupně zvyšuje. Výsledky se tím stávají robustnějšími, a přitom dovolují posoudit nejen průměrné chování, ale i možné individuální rozdíly.

K výhodám patří:
- přímá kontrola probíhajících procesů
- využití databázového prostředí (automatizované importy a exporty dat, navazující zpracování)
- přenositelnost, nezávislost na konkrétním prostředí a simulačních funkcích.

Nevýhodami jsou zejména:
- nemožnost interakce mezi jednotlivci nebo mezi jednotlivci a prostředím
- nízká úroveň paralelizace úloh
- absence podpory realistické vizualizace.

2.5. Prostorové simulační modelování

Prostorové simulační modelování zahrnuje různé teorie a techniky. Ze všech variant jsou nejzajímavější ty, které tradiční simulace postrádala: individuální dynamické objekty se vzájemnou interakcí v daném prostředí na úrovni jednotlivých domácností, lidí či nemovitostí, a to téměř v „reálném čase" (Benenson, Torrens 2004). Jako geosimulace pak označujeme třídu prostorových simulačních modelů, jejichž struktura a funkce je popsána geografickou reprezentací a procesy (Marceau, Benenson 2011). Prostorové simulační modely mohou být vystavěny na relativně jednoduchých technikách, které O'Sullivan a Perry (2013) klasifikují do tří skupin:
- agregace a segregace
- náhodné cestování a mobilita entit
- přírůstek a perkolace (anglicky *„percolation"*).

Geosimulace se zpravidla orientuje na nízkou úroveň abstrakce s důrazem na interakce objektů, ať už se jedná o zkoumání toků mezi objekty nebo o jiné

prostorové vazby, jako je agregace, difúze nebo akce probíhající v jisté vzdálenosti. Zároveň prostorové vazby mohou být v menším měřítku modelovány jako kolekce vztahů elementárních jednotek (přístup zdola nahoru; Benenson, Torrens 2004).

V případě městského prostředí tradiční modely využívaly jednoduchý přístup k času, kdy se registrovala situace pro jeden moment nebo posloupnost momentů v čase, ale chyběly informace o mezilehlých obdobích. Geosimulační přístupy umožňují zavést dynamické modelování, a to často na časových škálách blížících se reálnému času, což má významný dopad na rozsah hypotéz, které jsou v simulacích zkoumány. Z toho vyplývají i rozdílné cíle geosimulací, tedy odklon od tradičních cílů simulace jako prediktivní úlohy k roli nástroje pro myšlení (Benenson, Torrens 2004; O'Sullivan, Perry 2013). Nověji lze mluvit o kontinuálním sledování a používání proudů dat pro kalibraci modelů (Miller 2016; Adams a kol. 2014; Wallentin, Oloo 2016).

Pro realizaci prostorového dynamického simulačního modelování (dynamická geosimulace) se používají zejména konečné automaty s vazbou k prostoru. Princip fungování konečných automatů je založen na postupném výpočtu jednotlivých časových stavů systému, kdy každý následující stav je odvozen z předchozího stavu podle daných pravidel chování systému (Růžičková 2013). Pravidla se mohou v průběhu simulace měnit, proto nelze zpětně odvodit původní stav. Díky tomu však lze simulovat spontánní vznik nových vlastností systému, nových struktur, samoorganizace a adaptace systémů. Pro geosimulace jsou nejvíce využívány již zmíněné multiagentní systémy a celulární automaty, souhrnně někdy označované jako geografické automatizované systémy (Benenson, Torrens 2004).

Geosimulace může probíhat až na zcela individuální úrovni. Modelování diskrétních událostí je možné využít například pro modelování chodců. Agenti (jednotliví chodci) jsou zde omezeni svým zorným úhlem, tedy berou v potaz geometrii prostředí. O každém chodci je udržována jeho aktuální poloha a změna polohy. Výsledkem je pohyb chodců například v metru, vlakovém nádraží nebo centru města (Turner, Penn 2002). Grigoryev (2016) popisuje simulaci, ve které se chodci vyhýbají pevným objektům a jiným chodcům, používají informace o kongesci v okolí a podle toho adaptují svou vzdálenost a rychlost pohybu.

Podobným příkladem je modelování pohybu automobilů v městském provozu s cílem hodnocení kapacity silniční sítě (Wahle a kol. 2001). Individuální agent (automobil) je například popsán atributy: délka vozidla, maximální zrychlení a zpomalení, rychlost při zatáčení, cílová destinace, preferovaná rychlost cestování, algoritmus určení trasy, momentální pozice a momentální směr (Wylie a kol. 1993). Pro vyjádření modelované reality je zapotřebí popsat chování automobilů na křižovatkách a jiných prvcích silniční sítě, omezení silniční sítě jako jsou možnosti odbočení, počet jízdních pruhů atd. Rovněž je nutné popsat prvky silniční sítě typu křižovatky, kruhové objezdy, nadjezdy,

podjezdy apod. Pro určování polohy agentů se zpravidla využívá GPS (Brown, Affum 2002). Implementace multiagentních systémů v geosimulacích představuje přechod k pravděpodobnostním modelům, které umožňují zahrnout například i návyky lidí, umístění a kapacitu bytů, obchodů a podniků.

Yu a kol. (2014) využívají multiagentní systémy pro vytvoření tzv. virtuální reality inteligentních simulačních systémů dopravních prostředků, který spojuje komplexní systémy, rozdělené do nezávislých modulů, s vizualizací simulace dopravy. Multiagentní systémy zde tvoří pouze jednu ze čtyř hierarchických vrstev modelu. Součástí je kromě inteligentních dopravních agentů rovněž model geometrie dopravní sítě a vliv větru. Inteligentní virtuální dopravní agent je autonomní agent, vystavěný na hierarchické architektuře zahrnující modul vnímání, pohybový modul, poznávací modul a modul chování a vnitřních vlastností. Systém má výhodu v možnostech jednoduché změny měřítka, pružnosti a znovu využitelnosti, autenticity a v hierarchickém modelování. Mikrosimulace dopravy mohou být takto vystavěny rychle pro různé dopravní prostředky, modely prostředí a distribuční služby. Nicméně na modelování dopravy a dopravní sítě s multiagentními systémy lze pohlížet i jiným způsobem. Jak již bylo uvedeno, agenty mohou být i prvky silniční sítě, jako je například jakýkoli druh křížení silnic, který pak zodpovídá za provoz dopravy a řízení světelné signalizace společně s tzv. agentem stupně, který vypočítává čas, potřebný pro vozidla, aby opustili daný úsek. Tlig a Bhouri (2011) tuto metodu aplikovali na modelování autobusové dopravy. Doplnili model ještě o agenta autobusu (reálný autobus) a řídícího agenta, který zodpovídá za pravidelnost a organizovanost reálných autobusů, a to na úrovni mikroskopické i makroskopické. Přístup umožňuje minimalizovat zpoždění jak autobusů, tak i okolní dopravy.

Využití celulárních automatů lze demonstrovat na příkladu modelování jednotlivých vozidel. Systém umožňuje stanovit pravidla pro pohyb vozidla, kterými jsou zrychlení, zpomalení a specifikovat jejich náhodnost, například při pohybu po jednorozměrné mřížce tak, jak modelují Vasic a Ruskin (2012) pomocí mikrosimulačního modelování v diskrétním čase heterogenního pohybu vozidel a cyklistů. Silniční síť je modelována pomocí tzv. fundamentálních diagramů toků dopravy, parametrizovaných infrastrukturou a podmínkami řízení.

Multiagentní systémy jsou často aplikovány pro městské prostředí. Již Miller a kol. (2004) modelovali městský systém pomocí sady parametrů jako je vývoj zastavěného území, vývoj populace a demografické parametry populace, simulace výběrů zdrojů dojíždění (domácnosti) a cílů dojíždění (firmy), simulace vnitřní ekonomiky v předem daném prostorovém rámci, simulace ekonomických a společenských aktivit obyvatel a výměny zdrojů, simulace výkonu dopravních a obslužních systémů a odhadu atmosférických emisí. Multiagentní systémy umožňuje simulovat jakékoli typy obyvatel, domácností, dopravních prostředků, společností a jiných zařízení. Ke kalibraci bývají využita reálná data z censovních šetření. Benenson (1998) aplikoval mikrosimulační přístup při modelování migrace obyvatelstva v rámci městského systému. Multiagentní

systémy zde měl dvě vrstvy: městskou infrastrukturu, reprezentující možnosti městského bydlení, a vrstvu individuálních agentů (charakterizovanými ekonomickou aktivitou a kulturní identitou), reprezentující obyvatele a jejich migrační pohyby. Simuloval město na třech úrovních: individualit, lokální (sousedství) a globální (městský systém), tedy změnu bydliště v rámci městského systému a změnu parametrů volných agentů. Aktuální pokrok v mikrosimulacích popisují například Salgado a kol. (2016), kteří hodnotí různé programové prostředí pro mikrosimulace dopravy zahrnující *TransModeler, Aimsun* a *PTV Vissim* na příkladu oblasti El Paso-Ciudad Juarez.

2.6. Aplikace prostorového simulačního modelování na modelování dopravních toků a hodnocení dopravní dostupnosti

Modely chování ve společnosti by měly být vytvářeny integrací a agregací individuálních charakteristik a potřeb (Golledge, Stimson 1997). Zatímco makroanalýzy (agregovaná úroveň analýzy) jsou výhodné pro rozpoznání některých obecných trendů, mikroúroveň poskytuje mnohem lepší možnosti pro hlubší pochopení a vysvětlení jevů. Je potřebné si uvědomit, že i když se zkoumá individuální chování, většina výzkumů je využívá jako základ pro novou formu generalizace, generalizace založené na přirozeném vytváření skupin lidí podobných vlastností a chování (*commonalties*, společenství). Pochopení chování sociálního systému na základě záměrného jednání jednotlivých aktérů prosazuje Coleman (1986). Jeho teorie jednání zdůrazňuje funkcionalismus na úrovni aktérů, kteří jednají záměrně (účelně) a navzájem závisle (Hájek 2015). I při konkretizaci předmětu zájmu na dopravní toky jsou tyto považovány za výsledek individuálních požadavků, reflektujících individuální rozhodování jedinců na základě svých potřeb a prostředí (McFaddden 1974). Proto se největší pozornost soustřeďuje na simulování dopravního chování jednotlivců a agregace jejich projevů.

Jaké jsou hlavní důvody použití mikrosimulace pro hodnocení dopravní dostupnosti? Umožňuje odpovědět na řadu otázek v různých oblastech výzkumu, například:

- Geografie dopravní obslužnosti: Jaká je uvnitř sledovaného území variabilita hodnocení dostupnosti? Na čem závisí výsledky hodnocení a variabilita? Jaká je prostorová kontinuita či heterogenita hodnocení dopravní dostupnosti, jak rychle se mění situace v území a kde vznikají tzv. pouště?
- Stabilita zjištěné situace: Jaká je citlivost na nastavení parametrů či podmínek? Do jaké míry závisí na vlastnostech zkoumaných osob? Jaký je rozptyl pro jednu typizovanou osobu? Jak se liší dostupnost v závislosti na výběru cíle, typu dojíždění a rovněž individuálních požadavcích či preferencích? Jaká je časová stabilita či závislost na infrastruktuře (např. jaké dopady bude mít uzavření jedné ulice)?

– Modely hodnocení: Jaké je srovnání s klasickými modely dostupnosti? Přináší modelování osobních potřeb výrazně odlišné výsledky v hodnocení území?

Při vymezování a popisu jednotlivých modelů je možné využít některé teorie, které vycházejí z neoklasické ekonomie. K nim patří zejména teorie racionální volby (Levin, Milgrom 2004), teorie plánovaného chování a přístup založený na aktivitách (anglicky *„activity based approach“* – Moldan 2008).

Teorie racionální volby vychází z podstaty, že jedinec se rozhoduje racionálně a volí vždy takovou možnost, která je mu nejvíce k užitku, tj. s minimálními náklady dosahuje nejlepších výsledků. Tato teorie vnímá rozhodování jedince před cestováním jako racionální volbu podle určitých pravidel z několika variant na základě vyhodnocení zdrojů a omezení s cílem dosažení maximálního efektu (Rasouli, Timmermans 2015). Kritika tohoto přístupu poukazuje na přílišné zjednodušení rozhodování jedince a zanedbání řady dalších faktorů, které jsou součástí jeho volby.

Teorie plánovaného chování (Ajzen 1991) rozšiřuje teorii racionální volby tím, že do modelu chování zahrnuje vliv sociálních norem jako součást omezení společně s vnímanou behaviorální kontrolou (Moldan 2008; Marada, Květoň 2010).

Přístup založený na aktivitách je dalším rozšířením výše uvedených teorií, ve kterém se již nehodnotí osamoceně cestování, ale jen jako součást denního či delšího vzoru chování, které je postaveno na lidských činnostech vykonávaných v daném období. Pak již atributy jako cestovní čas nejsou považovány za charakteristiky cesty, ale činnosti (Moldan 2008). Přitom role aktérů, které ovlivňují účast na činnostech, je považována za velmi stabilní (Fried a kol. 1977). McNally (2000) ovšem upozorňuje, že takto komplexní přístup má značné potíže se získáváním odpovídajících empirických dat. V současnosti se ovšem značně rozvíjejí výzkumné možnosti kontinuálního sledování individuí, zejména nasazením senzorů.

2.7. Základní typy modelů

Pro potřeby prostorového simulačního modelování byly vymezeny následující typy základních modelů:

Neomezený (neohraničený) model (anglicky *„unconstrained model“*) je neomezený ve zdrojích a cílech, nepočítá s jejich reálnými kapacitami či dalšími podmínkami jako znalost toků mezi územními jednotkami apod.

Ohraničený model (anglicky *„constrained model“*) je omezený ve zdrojích či cílech či v obou současně (viz oboustranně nebo jednostranně omezený gravitační model v podkapitole 2.9.1).

Časově řízený model (anglicky *„time-driven model“*) vychází z konceptu, že je dán pevný časový rámec (např. 1 den či 1 týden), v modelu běží (rovnoměrně)

čas a v každém časovém kroku systém odhaduje na základě pravděpodobnostních distribucí, jakou aktivitu daný jednotlivec či populace vykonává. Například, je 7:30 a model určí, že nastal čas odjezdu do zaměstnání (tj. vygeneruje se požadavek na hledání cesty do vhodného cíle). Takový model lze realizovat např. v prostředí software Anylogic, který je založen na časovém řízení.

Model náhodně vygenerovaných událostí (anglicky *„randomly generated events"*) je založen na náhodném generování data a času jednotlivých potřeb (aktivit) podle vhodné distribuce a omezení. Pokud dojde k časovému konfliktu dvou vylučujících se aktivit (např. návštěva lékaře a práce), může se submisivní požadavek zrušit (např. jít ráno nakupovat má nižší prioritu než jít do práce) a opakovaně vygenerovat s jiným časem. Pokud ale ani po stanoveném počtu pokusů nedojde k vyřešení konfliktu, ruší se dominantní požadavek a platí submisivní požadavek. Například návštěva u lékaře vylučuje docházku do zaměstnání, nebo typ obchodu a požadavku vylučuje ho navštívit jindy než v pracovní době.

Model definované posloupnosti událostí (aktivit) vychází ze situace, že je určena posloupnost aktivit, které se mají během dne (či jiného období) vykonat. U některých z nich může být stanoven čas (např. začátek zaměstnání či školy). Systém postupně realizuje jednotlivé aktivity, doplňuje potřebné časy a cesty podle jistých kritérií. Systém nerozlišuje aktivity, které jsou vykonávány na stejném místě. Posloupnost událostí (resp. funkčních míst, kde se realizují jisté funkce) je označována jako scénář, který obsahuje např. sérii (doma, práce, obchod, doma, zábava, doma), nebo (doma, úřad, práce, doma) či (doma, školka, práce, obchod, školka, doma) nebo (doma, lékař, doma).

Individuální model implementuje situaci, kdy se simulují požadavky a hledá se jejich řešení pro jednotlivce. Dostupnost se následně vyhodnocuje z pohledu každého jednotlivce. Specifikace a popis jednotlivce vychází z následujících základních možností:

– Reprezentant – provádí se odhad charakteristik jedné konkrétní osoby, která bude zastupovat zájmovou část skutečné populace. Její charakteristiky jsou určeny např. na základě dotazníkového šetření, případně ze SLDB (mikrodata SLDB). Snahou je prostřednictvím tohoto typu modelování porozumět lépe dopravnímu chování konkrétních osob a vyhodnotit území z pohledu několika konkrétně žijících osob. Přitom si musíme být vědomi, že výběrem reprezentanta zpravidla nejsou splněny podmínky náhodného a dostatečně velkého výběru tak, aby výsledky mohly dobře charakterizovat místní populaci. Například lze vybrat několik dobře popsaných osob v dotazníku a zjišťovat jejich podmínky. Použije se vše, co se ví o dané osobě, a zjišťuje se, jaký má faktický (objektivní) dopravní potenciál a nakolik se liší její zjištěné chování od tohoto potenciálu (a z toho lze odvozovat, nakolik je chování osoby racionální).
– Vzor – stanovení charakteristik zájmové, typologické osoby, podle požadavku na analýzu dostupnosti pro daný účel. Například pro sledování

dostupnosti mateřských škol se použijí vzory: osoba s partnerem a jedním dítětem předškolního věku se zaměstnáním začínajícím v 8:00, osoba bez partnera a s jedním dítětem předškolního věku se zaměstnáním začínajícím v 8:00, podobně osoby se zaměstnáním v 7:00. Jiným vhodným příkladem je např. sledování dostupnosti pro pohybově hendikepovanou osobu na vozíčku.

Konkrétní realizaci popisuje následující příklad. Určí se vzorová osoba se základními osobními charakteristikami, které jsou předmětem zájmu – například muž, 31 let, 2 děti, zaměstnán, vysokoškolské vzdělání, střední příjem. Hodnotí se celé území z pohledu tohoto typu osoby. Pokud by tento muž bydlel v daném místě, kam by asi jezdil do práce, kam by chodil nakupovat, na úřad, do kina? Předpokládají se opakované simulace z tohoto bodu, při kterých se volí různé cíle podle pravděpodobnosti atd. Lze provést vyhodnocení tohoto bydliště z pohledu potřeb dojíždění, tedy jeho vyjížďková dostupnost. Rovněž je výhodná možnost definovat složitější scénář dne – například před prací odvést děti do školky. Dále se provádí simulace změny bydliště, která umožňuje mapovat heterogenitu území z hlediska dostupnosti.

Pokud jde o volbu vzorů, zpravidla jsou předmětem zájmu osoby, které mají omezenější výběr možností z hlediska dopravy, zejména spíše nízkopříjmové osoby. Může být výhodné volit osoby podle profesí (např. zedník či pekař). Pak se lépe vymezí, jaký má pravděpodobný příjem, do jakého zaměstnání pravděpodobně jezdí, jaké má pravděpodobné zvyky aj. Stanovení takového vzoru může vycházet ze sociologických studií, které se zaměřují na určité typy osob nebo naopak identifikují potřeby analýzy chování některých typů osob.

Tento přístup je vhodný pro objektivní posouzení dostupnosti jednotlivých míst – bez ohledu na to, kdo tam konkrétně žije. Tzn. jaký je objektivní stav dopravní obslužnosti v území a jaké má toto bydliště dopravní potenciál. Je vhodný i pro vyhodnocení potenciálu dopravní dostupnosti území a zejména pro srovnávání – nehodnotí se konkrétní potřeby lidí žijících v daném území, ale potřeby vybraných jednotlivých typů osob.

Použití vzorů vede k aplikaci neohraničeného modelu, předpokládá se, že by mohlo v daném bydlišti žít třeba 1 000 zedníků, neřeší se ani naplnění kapacity zaměstnání či obchodu. Simulace pracuje bez ohledu na ostatní simulace, protože ji neovlivní výsledek předchozích simulací. V tom spočívá největší omezení tohoto přístupu.

Populační model se snaží modelovat dopravní požadavky celé populace v dané územní jednotce. Pro daný územní celek je snahou vygenerovat možnou populaci (jednu z možných realizací). Se znalostí SLDB či dalších údajů (vč. dojížďkových proudů), lze vytvořit fiktivní jedince. Je nutné pracovat se znalostí již vygenerovaných jedinců a podle toho modifikovat tvorbu dalších, aby bylo ve výsledku dosaženo jedné z mnoha možných realizací konkrétní populace v území. Například, pokud byl již vygenerován jeden zedník, sníží

se pravděpodobnost vytvoření dalšího zedníka; pokud již dojíždí do Hlučína, další už budou dojíždět jinam. Pravděpodobně bude nutné iterovat podle vnějších omezení, aby byl získán odpovídající stav.

Populační model je oboustranně omezený, protože respektuje strukturu obyvatel, jejich požadavky na dopravu aj. a realisticky popisuje současný stav a fixuje poměry v území. Ideálně jej lze použít pro zjištění, zda dopravní podniky dobře řeší současnou situaci vzhledem k potřebám obyvatel území a kde jsou největší problémy při stávající situaci. Na druhou stranu populační model nevypovídá o potenciálu území ani o možných změnách v něm.

Z hlediska prostorové organizace simulace lze rozlišit:

– *Model plošně homogenních požadavků*, ve kterém jsou stejné požadavky opakovány ze všech (či náhodně vybraných) míst; model je výhodný pro vzájemné srovnávání dopravního potenciálu území.
– *Model plošně heterogenních požadavků*, u kterého jsou v různých místech generovány různé požadavky; model typicky kopíruje reálnou situaci, pokud jsou známa bydliště modelovaných osob, nebo se možné rozmístění známé populace v území modeluje jako součást simulace.

Z hlediska dodržení požadavků se rozlišuje:

– *Model s pevnými požadavky*. Jde o standardní model, ve kterém jsou všechny požadavky a jejich vlastnosti považovány za pevné – nelze měnit pořadí aktivit, nelze zkrátit jejich trvání a nelze posunout čas jejich začátku. Přitom je však známo, že většina zaměstnání, a obecně aktivit, má pružný časový režim. Proto model s měkkými požadavky je více realistický.
– *Model s měkkými požadavky*. Přestože jsou u aktivit zadávány čas počátku, čas konce a doba trvání (typicky zaměstnání od–do, délka), nemusejí být považovány za tvrdý (tj. zcela závazný) požadavek. Pokud jde o měkký požadavek, je možné uplatnit časovou toleranci tak, aby více vyhovovalo dopravní spojení. Například, osoba začne pracovat o 10 minut později, protože má výhodnější dopravní spojení a odpoledne odchází o to později (případně kompenzuje 1krát týdně delší pracovní dobou). Požadavky jsou považovány za mlhavě vymezené, z hlediska praktické realizace pro veřejnou dopravu může být dostačující nastavit časovou toleranci, např. 15 min, a hledat nejvhodnější spojení v delším časovém intervalu.

2.8. Kombinované typy modelů pro prostorové simulační modelování

Na základě kombinace základních typů modelů byly vytvořeny varianty modelů vhodné pro simulační modelování dopravní dostupnosti. Ve všech se uplatňuje výběr cíle. Výběr cíle se může řídit různými pravidly. Nejjednodušší situací je rovnoměrný náhodný výběr cíle, kdy každý cíl má stejnou pravděpodobnost výběru bez ohledu na jeho velikost, vzdálenost a dopravní možnosti. Další

variantou je omezení náhodného výběru na pouze významné cíle, splňující např. podmínku nadlimitní velikosti. Nejvíce realistickým je ale výběr cíle založený na gravitačním modelu.

V gravitačním modelu se pro výběr cíle využívají vzdálenostní funkce a atraktivita cíle. Vzdálenostní funkce určují velikost přitažlivosti typu cíle podle vzdálenosti. Do výpočtu atraktivity vstupuje velikost cíle, počet návštěvníků atd. Při racionální volbě se vybere nejvyšší přitažlivost z nabízených vyhodnocení cílů. Při distribuované volbě se vybere cíl úměrně velikosti přitažlivosti (cíle s vyšším hodnocením budou mít úměrně vyšší pravděpodobnost výběru). Protože jde o poměrně významnou problematiku, věnuje se jí podkapitola 2.9.

Model individuální, řízený časem: Model kombinuje individuální přístup a přístup řízení časem. Je vhodný pro jednotlivce typu vzor. Princip činnosti je vysvětlen na následujícím příkladu. Náhodně se určí čas, např. 7:30. Pro danou osobu (podle jejích charakteristik) se určí, jaké jsou pravděpodobnosti, co v daný čas bude dělat. Například 30 % jet do zaměstnání, 5 % do obchodu, 60 % zůstává doma. Nepoužije se volba podle nejvyšší pravděpodobnosti, ale nechá se náhodně vygenerovat stav (požadavek) v poměrném zastoupení pravděpodobností. V daném případě volba vybere aktivitu „jet do zaměstnání". Náhodně je určen cíl (podle pravděpodobností, ale opět s uplatněním náhody) a generuje se požadavek na dopravu. Je vybráno dopravní spojení a jsou zapsány jeho parametry. Simulace se mnohonásobně opakuje, vždy od počátku.

Model individuální, řízený událostmi: Pro danou osobu (podle jejích charakteristik) se určí aktivity, které má během dne (týdne) vykonat. Část požadavků může být fixní, část volitelná. Výhoda fixních požadavků je např. v tom, že vybrané zaměstnání zůstává pro danou osobu stále stejné v průběhu sledovaného času a v průběhu opakovaných simulací.

Princip činnosti je vysvětlen na následujícím příkladu. Například, během pracovního týdne se realizuje každý den dojezd do práce na 7:00, 2× týdně zábava večer, 0,4× týdně na úřad, 2× týdně malý nákup, 1× týdně velký nákup. Tyto četnosti lze získat z dotazníkového šetření či jiných zdrojů. Dále se musí simulovat (náhodně určit) pro každou aktivitu, kdy se konkrétně bude konat (např. do práce v pondělí–středa na 7:00, čtvrtek na 7:30, pátek na 6:30; pátek 20:00 kino, středa 16:00 bazén). Je vhodné zařadit simulaci času podle očekávaných distribucí (např. nejvíce se nakupuje kolem 16. hodiny, pak četnost klesá), jejichž zdrojem může být dotazníkové šetření, a omezení (pokud je osoba v práci, nemůže nakupovat). Náhodně se vyberou vhodné cíle. Podle tohoto vygenerovaného zadání se spustí dotaz na dopravu, zapisují se výsledky a vyhodnocují.

V modelu je výhodná možnost volit řetězec cest (např. odvezení dítěte do předškolního zařízení, při cestování do práce nebo z práce musí zajistit nakupování).

Model racionální volby aktivit: Model je založen na postupném přidělování aktivit (událostí) do definovaného časového rámce podle výhodnosti. I když název ukazuje na analogii s teorií racionální volby, je podobnost pouze v tom, že se předpokládá racionální ve smyslu očekávatelné chování jedince, které je však odvozováno na základě empirických dat reflektujících skutečné jednání jedince, zahrnující jak racionální volby, tak i volby vycházející více z osobních postojů, preferencí a společenských norem. Nesměřuje tedy k maximalizaci efektu, jak je tomu v případě teorie racionální volby. Lze to doložit tím, že se pro výběr cíle nepoužívá jen model maximalizující (známý) efekt, tj. cíl s největší přitažlivostí.

Vytvoří se prázdný týdenní (či jiné ucelené období) časoprostorový harmonogram (např. týden rozdělený po 15 min, včetně uložení souřadnic místa, kde se bude osoba nacházet). Dosadí se základní aktivity (např. bydliště, v kolik vstává, v kolik chodí spát). Následuje doplnění fixních požadavků, včetně vyhledání spojů (může dojít k dokumentaci prvních kolizí, např. nemůže vstávat až v 7:00, když musí v pátek do školy jet už v 6:00). Podle preferencí se vybere aktivita, zjistí se podle jejích časových restrikcí a délky jejího trvání, kdy nelze vůbec realizovat. Pak se náhodně vybere jeden odpovídající časový interval a snaží se najít odpovídající cíl z daného startu (kde a kdy předtím byl). Postupně se tak doplní do harmonogramu všechny aktivity. V případě nemožnosti zasazení aktivity se vybere jiná aktivita, pokud není konkrétní činnost vynucena (např. jedenkrát týdně sport, ale místo na tenis půjde na fotbal), pokud ani pak nemůže daný typ aktivity realizovat, musí se provést úprava stávajícího harmonogramu, tj. například zrušit některou náhodnou aktivitu, nebo omezit nějaký fixní požadavek (např. odejít dříve z práce).

Rovněž některé posloupnosti aktivit mohou být nepovolené (např. po návštěvě restauračního zařízení se neočekává sportování).

Model populačně orientovaný, řízený časem: Model představuje kombinaci modelů simulace pro populaci a časového řízení modelů. Protože jde o časově řízený model, probíhá realizace podle časové osy. V každém okamžiku se určí v každé prostorové jednotce celkové počty dopravních požadavků.

Princip činnosti je vysvětlen na následujícím příkladu. Náhodně se určí čas, např. 7:30. V dané územní jednotce se určí pravděpodobné podíly osob pro jednotlivé aktivity – ze 100 obyvatel pojede 13 v danou chvíli do zaměstnání, 4 k doktorovi do ambulance, 20 do základní školy, 10 do střední školy a 50 v danou chvíli zatím zůstává doma. Pro každý požadavek se náhodně vybere start (bydliště) a cíl (případně podle výsledků dotazníkového šetření či jiných zjištění a znalostí), zapíšou se výsledky a opakují se simulace.

Model populačně orientovaný, řízený událostmi: Pro známou komunitu v územní jednotce se vygenerují všechny aktivity, které má v určitém období (např. týden) udělat. Například, ze 100 lidí cestuje 40 každé ráno do práce, 20 do školy,

10 za doktorem. Přitom není třeba blíže specifikovat či popisovat osobu. Pro každou aktivitu se náhodně určí čas (podle pravděpodobností a omezení, ale přitom náhodně), start a cíl. Podle tohoto vygenerovaného zadání se spustí dotaz na dopravu, zapíše se výsledek a vyhodnotí.

Problémem je, že se v tomto typu modelování netvoří ucelené posloupnosti v rámci řetězce cest během dne, protože jednotlivé požadavky na sobě nezávisí.

2.9. Gravitační modelování

Součástí modelů je ve většině případů i mechanismus výběru vhodných cílů cestování. Zpravidla není cíl předem znám (pokud nezkoumáme situaci určitého cíle), ale náhodně volen podle určitého modelu. Jedním z nejvíce používaných přístupů je výběr cíle podle jeho přitažlivosti vypočtené z jisté formy gravitačního zákona. Uplatněním gravitačního zákona pro modelování dojíždění se zabývá tato kapitola.

2.9.1. Principy a využití gravitačního modelování

Toky dojíždění (dočasná migrace) a obecně interakční vazby v systému je možné modelovat prostřednictvím vhodného modelu popisujícího velikost interakcí. Umožňuje také hodnotit chování zdrojů a cílů a predikovat budoucí nebo možné chování.

Obecný model pro sledování interakčních dat předpokládá, že každá zjištěná hodnota toku Y_{ij} mezi zdrojem i a cílem j se skládá z pravidelné a náhodné složky. Pravidelná složka se označí μ_{ij}, náhodná složka ε_{ij}.

Základním modelem pro popis pravidelné složky interakčních dat je gravitační model. Patří do obecné rodiny modelů maximalizujících entropii systému (Bailey, Gatrell 1995). Rovněž je známo, že tradiční gravitační model může být odvozen z teorie náhodné užitečnosti (anglicky *„random utility theory";* např. Anas 1983), a že jsou takové modely ekvivalentní vícekategoriálnímu nominálnímu logitovému modelu.

Gravitační model dnes existuje v celé řadě variant. Jeho podstatou je závislost velikosti interakce (tedy objemu toku) na velikosti zdroje, velikosti cíle a nepřímo úměrně na jisté míře vzdálenosti zdroje a cíle (původně nepřímo úměrně čtverci euklidovské vzdálenosti).

Základní gravitační model popisuje například Pavlík a Kühnl (1981) pomocí vztahu:

$$P_{ij} = \frac{M_i \times M_j}{d_{ij}^b},$$

kde P_{ij} síla vzájemného působení hmot, M_i, M_j „hmoty" v místě i a j, tj. velikost zdroje, resp. cíle, d_{ij} vzdálenost, b koeficient vlivu vzdálenosti.

Gravitační model je základem i Reillyho zákonu maloobchodní gravitace, jehož geografické použití komentovali Řehák a kol. (2009).

V geografických aplikacích vystupuje v roli „hmoty" (tj. velikosti) např. počet obyvatel, počet ekonomicky aktivních obyvatel i složitější faktory typu „počet obyvatel × průměrný příjem". Vzdálenost může být vyjádřena jako metrická, často se používá časová, topologická nebo cenová. Vliv vzdálenosti b se mění podle typu dopravního prostředku (Horák 2015). Kraft a Blažek (2012) upozorňují na jistou subjektivitu vhodného nastavení tohoto koeficientu.

Základní model gravitačního zákona však nezabezpečí soulad se zjištěnými hodnotami toků. Proto se často uplatňuje oboustranně omezený gravitační model nebo jiné gravitační modely, zpravidla i s doplněním řady kalibračních koeficientů, např. zonální adjustační faktory K_{ij} podle Vitona (1995), které nejsou teoreticky odůvodnitelné, ale takto upravené modely poskytují relevantnější výsledky.

Vedle oboustranně omezeného gravitačního modelu se používá jednostranně omezený nebo neomezený model.

Typické využití má gravitační model v dopravním plánování (např. Tsekeris, Stathopoulos 2006), ale i hodnocení dopravních průzkumů a generelů dopravy), v analýze distribuce dopravních cest (např. Celik 2010, Grange a kol. 2009, Vrtic a kol. 2007), analýze změn chování lidí (Mikkonnen, Luoma 1999) a další. Řada příkladů je i v humánní geografii, geografii dopravy a regionální ekonomii. Gravitační model použili například Marada, Květoň (2010) pro ocenění vzájemných vazeb mezi regionálními centry nebo Kraft a Blažek (2012) při zkoumání prostorových interakcí mezi středisky na Vysočině a pro regionalizaci území či Klapka a kol. (2013) při zkoumání hypotetické návštěvnosti obchodních center v Olomouci.

Oboustranně omezený gravitační model vyžaduje konzistenci modelu s pozorovanou situací a dodržení následujících podmínek (Bailey, Gatrell 1995):

1. suma toků ze zdroje i musí odpovídat zjištěné hodnotě

$$\sum_j \mu_{ij} = a_i$$

2. suma toků do cíle j musí odpovídat zjištěné hodnotě

$$\sum_i \mu_{ij} = b_j$$

3. celková cena cestování v systému je konstantní

$$\sum_i \sum_j d_{ij} \times \mu_{ij} = c$$

Na základě maximalizace funkce entropie lze získat obecný gravitační či prostorový interakční model:

$$\mu_{ij} = \alpha_i \times \beta_j \times e^{\gamma \times d_{ij}} ,$$

kde α_i sada parametrů popisujících vlastnost zdroje i generovat toky, β_j sada parametrů popisujících vlastnost cíle j přitahovat toky, γ popisuje vzdálenostní efekt, d_{ij} vzdálenost mezi zdrojem i a cílem j.

Nakonec lze vyjádřit modelový vztah pro pozorované toky jako:

$$Y_{ij} = \alpha_i \times \beta_j \times e^{\gamma \times d_{ij}} + \varepsilon_{ij} \ ,$$

kde Y_{ij} zjištěná hodnota toku mezi zdrojem i a cílem j, ε_{ij} náhodná složka pozorování (chyby).

Uvedený vztah je možno linearizovat logaritmováním a následně použít pro řešení např. metodu nejmenších čtverců. Exponenciální vztah je jedním z nejvíce používaných, ale není jediný, který se uplatňuje.

Kalibrace gravitačních modelů vyžaduje dobrou reprezentaci toků (velký rozsah vzorku) mezi objekty (polygony) v matici cest. Celik (2010) dokazoval, že velikost vzorku kolem 1 000 pro každý účel cesty je dostatečná a poskytuje přibližně stejné parametry modelů jako ty největší rozsahy vzorku. Bohužel často je takový rozsah pozorování velmi obtížné zajistit. Kalibrační procedura může být založena na iterativních procedurách, například BPR přístup Vitona (1995), odhady maximální věrohodnosti (nebo jiné regresně založené modely), Hymanův kalibrační algoritmus (Williams 1976), interpolační metoda využívající tříbodovou racionální funkci (Williams 1977), stochastické heuristické optimalizační procedury (Tsekeris, Stathopoulos 2006) a další přístupy.

V některých případech využíváme jednostranně omezené modely. Uplatňuje se model omezený ve zdrojích, u kterého se předpokládá, že velikost zdrojů je fixní a nemění se, zatímco pro cíle dovoluje náhradu parametrů atraktivnosti β_j za funkci. Výsledkem je model, který dovoluje sledovat chování toků podle změn atraktivnosti cílů. Druhou variantou je model omezený v cílech, kde se atraktivnost cílů nemění a velikost zdrojů je nahrazena funkcí. Výsledný model dovoluje sledovat například rozmístění zaměstnanců v jednotlivých sídlech podle jejich vzdálenosti, vybavenosti apod. za předpokladu konstantní situace v poptávce po práci (Horák 2015). Další možností je dvoudimenzionálně omezený výběrový model (Vrtic a kol. 2007).

Za hlavní problémy gravitačních modelů se považují:
- agregační charakter
- časová heterogenita – změna parametrů gravitačního modelu v čase podle Mikkonen, Luoma (1999) či časový vývoj distribuce cest během zkoumaného období podle Tsekeris, Stathopoulos (2006)
- prostorová heterogenita – parametry gravitačního modelu se systematicky mění v prostoru podle Ubøe (2004)
- reálná časová/dopravní omezení, například omezená dostupnost některých potenciálních destinací
- omezené prostorové rozlišení – vzdálenost mezi středy měst neodpovídá průměrné vzdálenosti mezi vnitřním a vnějším dojížděním podle Ubøe (2004)

- heterogenita zaměstnanců – kvalifikace na trhu práce ani její reakce na vzdálenost (vzdálenostní funkce) není homogenní podle Ubøe (2004)
- heterogenita pracovních míst – ne všechny destinace poskytují proporcionální distribuci pro relevantní pracovní nabídky
- hierarchické pořadí potenciálních destinací a jejich soutěžení – konkurenční cílové modely podle Fortheringen a O'Kelly (1989).

Preferované dvojnásobně omezené gravitační modely mohou být nevhodné v situaci, kde nejsou známy všechny cesty (Horák, Tesla, Ivan 2017).

Varianty gravitačních modelů se liší svou matematickou formulací, omezeními, zdroji dat, metodami kalibrace, konvergenčními kritérii a dalšími parametry. Jejich výběr a modifikace by měla odpovídat požadovanému účelu.

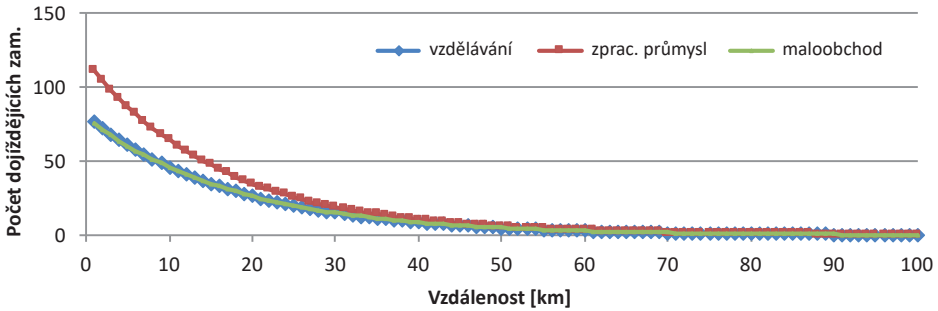
Na většinu těchto problémů (kromě posledního) je možné reagovat úpravou řešení gravitačního modelu směrem k posílení role vzdálenostních funkcí v jednodušších gravitačních modelech, jejichž cílem není optimalizace toků v celkovém prostorově interakčním modelu, ale pouze parciální vyjádření jednotlivých vzdálenostních preferencí (podkapitola 2.9.2.).

Gravitační modely mohou být vyjádřeny buď maximalizací entropie, nebo pomocí vzdálenostní funkce (De Jong, Muhammad 2007).

Velmi často je gravitační model přímo linearizován do vícenásobné regresní rovnice, např. Khadaroo, Seetanah (2008) či Grange a kol. (2009). Jejich výhodou je možnost vyhnout se problému skryté kolinearity mezi proměnnými a ohodnocení vlivu všech nezávislých proměnných, což je vhodné pro interpretaci vztahů v gravitačním modelu.

Vícenásobná lineární regrese byla použita pro hodnocení dojíždění do zaměstnání v Moravskoslezském kraji (Horák a kol. 2014a). Byla využita data SLDB (2011) s různými formami doplnění a adjustace. Pro vyjádření vzdálenostní funkce byly testovány funkce mocninná, exponenciální a lognormální. Všechny modely byly připraveny ve dvou variantách – oboustranně omezené a neohraničené modely. Ukázalo se, že lepší výsledky poskytuje neohraničený model.

Po provedené optimalizaci lineárních regresních modelů pro zaměstnance ve zpracovatelském průmyslu, ve vzdělávání a v maloobchodu a službách byl vybrán exponenciální model, protože vykazoval nízké střední a průměrné chyby, relativně vyšší hodnotu indexu determinace proti jiným modelům, vyšší parciální korelace, uspokojivou distribuci reziduí a lepší chování regresní křivky (Horák a kol. 2015). Tento model byl aplikován na tři ekonomické sektory. Na obrázku 3 je demonstrováno chování vztahu pro hypotetický případ, kdy počet zaměstnanců v dané územní jednotce je 2 000 a počet pracovních míst v cílové jednotce je 20 000. Je evidentní, že tvar křivky pro dojížďku do zaměstnání ve vzdělávání nebo maloobchodu je velmi podobný a ukazuje na podobné atraktivnosti a síly příležitostí pro oba sektory. Naproti tomu model dojíždění do zaměstnání ve zpracovatelském průmyslu má odlišné chování – přitahuje



Obr. 3 – Tvar vzdálenostní funkce při E = 2 000 a J = 20 000 pro dojížďku do zaměstnání ve vzdělávání, zpracovatelském průmyslu a maloobchodě. Zdroj: upraveno z Horák a kol. (2015).

toky mnohem více než vzdělávání nebo maloobchod (tvar je příkřejší a hodnoty o cca 50 % vyšší pro krátké vzdálenosti). To indikuje vyšší mobilitu pracovní síly pro tento sektor. Výsledky potvrzují reálné podmínky v regionu, který je charakteristický řadou velkých zaměstnavatelů lokalizovaných často vně měst (průmyslová krajina s průmyslovými areály mezi městy), které samozřejmě přitahují velké toky zaměstnanců na větší vzdálenosti. Přispívajícím faktorem k vyšší mobilitě je také vyšší úroveň platů.

Klasický neohraničený gravitační model byl využit pro modelování vzdálenostních funkcí v regionech (kapitola 4).

2.9.2. Vzdálenostní funkce pro parciální gravitační modelování

Gravitační modely řeší celý komplex jako uzavřený systém a umožňují optimalizovat modelování toků (interakčních dat). Na rozdíl od toho běžné vzdálenostní funkce neřeší všechny vzájemné interakce v systému jako (re)distribuční problém (Ubøe 2004) a nevyužívají všechny vlivy (typicky zanedbávají vliv velikosti zdroje a různé přitažlivosti), přesto poskytují užitečné výsledky pro porovnání vzdálenostního efektu. Proto je označujeme jako vzdálenostní funkce pro parciální gravitační modelování. Jsou užitečné zejména v situaci, kdy nemáme dostatek údajů k popisu kompletního gravitačního modelu, tj. nejsou známy reálné toky ve vztahu k charakteristikám zdrojů a cílů.

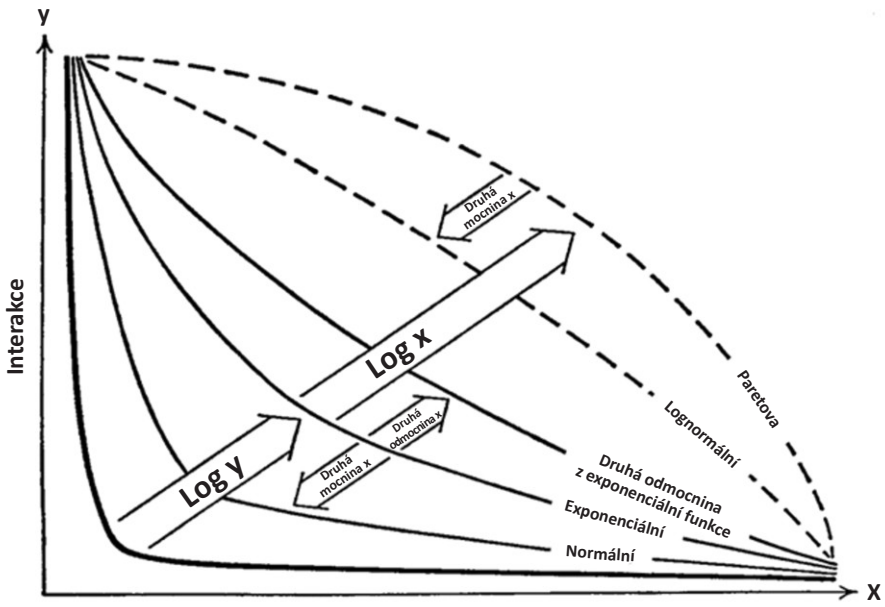
Vyjádření vzdálenostních funkcí (anglicky *„distance decay“, „deterrence function“*) využívá různé přístupy, většinou založené na proložení empirických dat (zpravidla velikosti toků v závislosti na vzdálenosti vyjádřené absolutně či relativně) jednodušší či složitější funkcí. V případech, kdy variabilita četností nedovoluje vytvořit vhodný regresní model, se využívá distribuční funkce. V rámci jednoho modelování lze ovšem použít pouze jeden způsob výpočtu vzdálenostní funkce.

Používané typy funkcí:

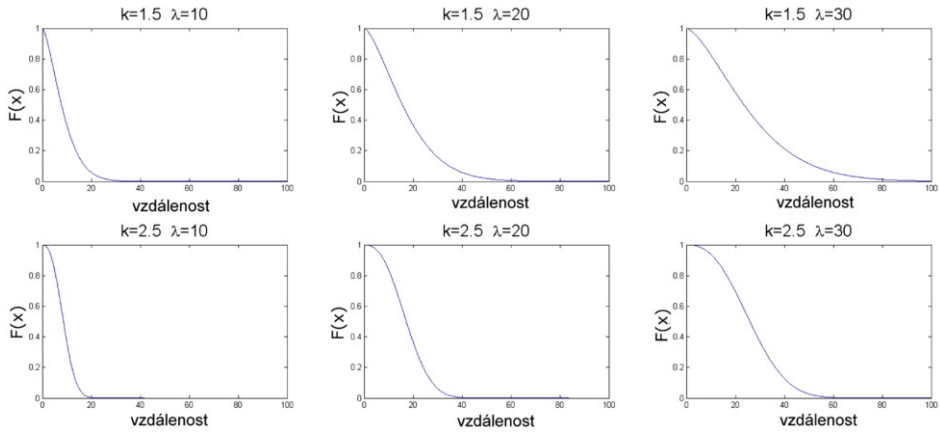
- exponenciální $e^{-\alpha \times d_{ij}}$
- mocninná d_{ij}^{β}
- Halásova (upravená Weibullova) $e^{-\alpha \times d_{ij} \times \beta}$
- gama (Tannerova) funkce $e^{-\alpha \times d_{ij}} \times d_{ij}^{\beta}$
- lognormální (např. Shrewsbury 2012) $ln(d_{ij})$
- Box-Cox $(d_{ij}^{\beta} - 1)/\beta$
- pareto (Klapka a kol. 2013) $(d_{ij}/\beta)^{-\alpha}$
- Richardsonova (generalizovaná logistická, Fortheringham, O'Kelly 1989), kde d_{ij} je vzdálenost mezi zdrojem a cílem, α a β jsou parametry.

Srovnání tvarů vybraných funkcí je na obrázku 4. Fik a Mulligan (1990) zdůrazňují, že vhodnost tvaru vzdálenostní funkce je třeba vždy kriticky zkoušet.

Jednou z nejstarších vzdálenostních funkcí a zároveň nejvíce kritizovanou je pareto funkce, jelikož při popisu migračních toků silně podceňuje krátké vzdálenosti a není tak vhodná pro popis denních migračních toků (Taylor 1971). Podle Ubøe (2004) je většina aplikací gravitačních modelů založena na exponenciální vzdálenostní funkci dojíždění do zaměstnání a škol. de Vries a kol. (2004) popisují na základě empirického testování rozdíl mezi těmito dvěma základními variantami vzdálenostní funkce. Zatímco exponenciální funkce je vhodná pro krátké vzdálenosti, jelikož podceňuje efekt regionální



Obr. 4 – Formy vzdálenostní funkce podle Taylora (1971). Zdroj: upraveno z Taylor (1971).



Obr. 5 – Tvar inverzní distribuční funkce Weibullova rozdělení pro různé hodnoty parametrů k a λ

infrastruktury, mocninná vzdálenostní funkce je vhodnější pro střední vzdálenosti, protože přeceňuje dlouhé vzdálenosti.

Richardsonova (generalizovaná logistická) funkce kombinuje exponenciální a mocninnou funkci a Martínez, Viegas (2013) či de Vries a kol. (2004) ji doporučují pro dojížďková data. Halás a Klapka (2015) však na srovnání s upravenou Weibullovou funkcí (mocninno-exponenciální) ukazují vhodnější vlastnosti Weibullovy funkce, zejména jednodušší a více transparentní zápis a vhodnější tvar v počátku.

Weibullovo rozdělení je zpravidla popsáno funkcí

$$F(x) = \frac{k}{\lambda}\left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k}$$

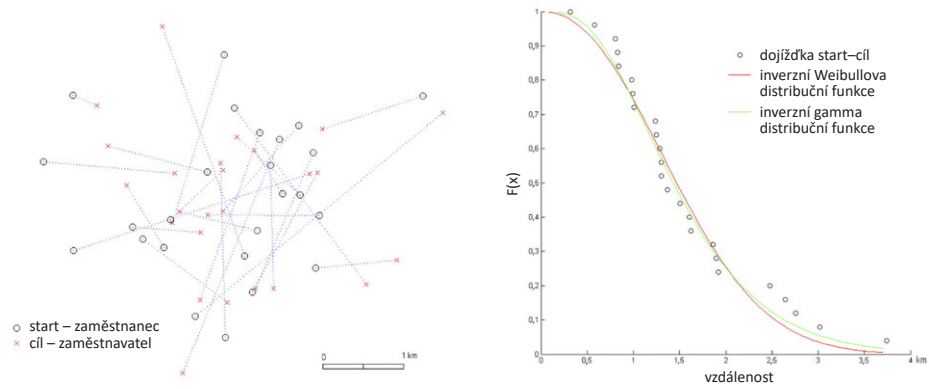
pro $x \geq 0$ a $f(x) = 0$ pro $x < 0$, kde $k > 0$ je tvarový a λ je škálovací parametr rozdělení. Jejich interpretace v případě distribuce cest je taková, že λ je úměrná průměrné délce cesty, kdežto parametr k odpovídá rozptylu délky cesty a tedy v distribuční funkci určuje její strmost, resp. míru prohnutí (obr. 5). Tvar distribuční funkce Weibullova rozdělení je

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k},$$

který lze snadno transformovat do tvaru

$$F(x) = 1 - e^{-ax^b}$$

Vhodnost Weibullova rozdělení lze doložit i následovně. Pokud by starty (zaměstnanaci) a cíle (zaměstnavatelé) byly na území rozmístěny podle dvourozměrné normální distribuce (obr. 6 vlevo), pak by rozdělení euklidovské délky cest odpovídalo Weibullovu rozdělení (obr. 6 vpravo).



Obr. 6 – Simulace rozložení dojížďky mezi starty a cíli rozmístěnými podle dvourozměrné normální distribuce (vlevo) a odpovídající empirická inverzní distribuční funkce dojížďkových vzdáleností proložená inverzní Weibullovou a gama distribuční funkcí (vpravo). Zdroj: simulovaná data, vlastní výpočty.

V praxi se používá mnoho variant vzdálenostních funkcí (viz diskuse např. Martínez, Viegas 2013 nebo Halás, Klapka 2015). Obvykle se v případových studiích zkoumá více vzdálenostních funkcí a porovnávají se jejich výsledky.

Jednou z prvních aplikací vzdálenostní funkce v geovědách byly vedle studia migrace zejména analýzy kriminality, kde Canter a kol. (2007) doporučují používání lognormální a zkrácené exponenciální vzdálenostní funkce. De Vries a kol. (2004) zkoumali vhodný tvar vzdálenostní funkce pro toky obyvatel mezi obcemi v Dánsku. Zjistili, že není možné takové toky proložit exponenciální ani mocninou funkcí, jelikož elasticita množství toků mezi obcemi je výrazně proměnná se vzdáleností. Proto použili generalizovanou logistickou vzdálenostní funkci.

Generalizovanou logistickou (Richardsonova) funkci využívali i Martínez, Viegas (2013), kteří na základě internetového dotazníkového šetření popisovali toky dojíždějících do Lisabonu. Většina funkcí nabývala nejdříve základních exponenciálních a mocninných tvarů. Do modelování pak zahrnuli rovněž subjektivní pocity dotazovaných, kteří vyjadřovali, co je pro ně blízko a co daleko. Pro tento rozšířený model byla využita generalizovaná logistická funkce. Takovou funkci uplatnil i Kimpel a kol. (2007) v poptávce po dojíždění autobusy.

Problémy agregace dat (problém měnitelné plošné jednotky) nebo chybějících dat o tocích obyvatel pro popis a predikci dojíždění je možné podle Östha a kol. (2014) řešit tzv. *half-life modelem*, kde parametr β v modelu dojíždění je vyjádřen podílem $ln(0,5)$ a mediánu času dojíždění (který lépe postihuje lokální dojíždění), případně průměru cestovní vzdálenosti (vhodný pro globální dojíždění). Využití je demonstrováno na analýze dostupnosti mezi domácnostmi v Německu při využití jak silniční, tak železniční dopravy. K vyjádření

impedance bylo využito pěti různých vzdálenostních funkcí (exponenciální, mocninná pro neomezený a oboustranně omezený model a lognormální), přitom nejlepší výsledky vykazovaly mocninná a lognormální funkce (Reggiani a kol. 2011).

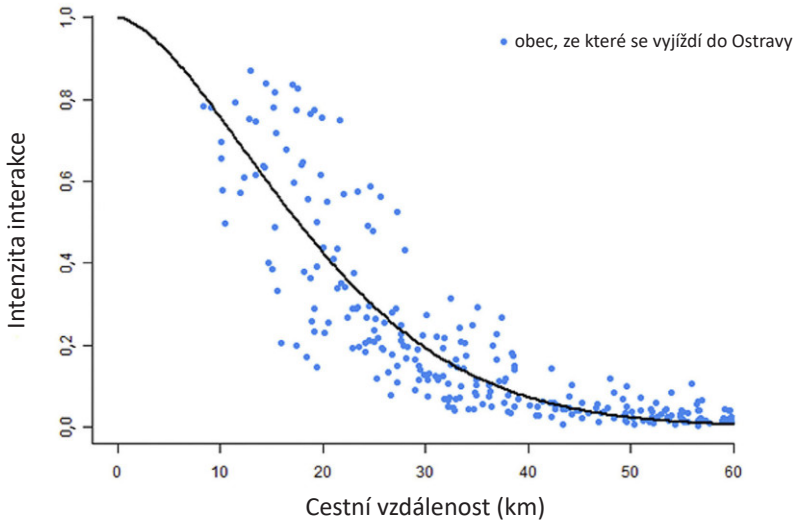
De Jong, Muhammad (2007) využili mocninné vzdálenostní funkce a upozornili na problém její kvantifikace, kdy je většinou použita hodnota koeficientu mezi 1 a 2, nicméně není posouzen vliv velikosti zkoumané oblasti a počtu prostorových center. Právě hodnota koeficientu je důležitá pro určení střední vzdálenosti cestování, která odráží vůli dojíždět.

Speciální případ pro vyjádření denních toků dojíždějících do zaměstnání a do škol aplikovali Halás a kol. (2014). Nejdříve testovali klasickou mocninou, exponenciální, lognormální a pareto funkci. Nicméně ani jedna z těchto funkcí nebyla vhodná pro vyjádření denních toků z regionů do regionálních center, jelikož při prokládání byla větší část křivky mimo bodové shluky. Proto aplikovali funkci Weibullova rozdělení pro vlastní optimalizovanou funkci. Tato funkce reprezentuje klesající skládanou mocninnou funkci, vhodnou pro popis regionálních toků. Parametry α a β jsou na sobě vzájemně nezávislé, ale jsou závislé na velikosti regionálního centra a tzv. sféry vlivu (Halás a kol. 2014). Namísto přímé hodnoty toků se jako závisle proměnná dosazuje tzv. intenzita interakce. Ta je vyjádřena podílem množstvím dojíždějících z dané obce do daného regionálního centra a celkovým množstvím vyjíždějících z dané obce a nabývá hodnoty 0 až 1, kde hodnoty blízké 0 indikují nízkou intenzitu interakce (Halás a kol. 2014; Halás, Klapka 2015).

Autoři aplikovali Halásovu vzdálenostní funkci na dojížďku ze SLDB (2011) do 19 regionálních center Moravy, která měla v roce 2011 více než 25 000 obyvatel (obr. 7), a potvrdili uspokojivé výsledky. Pro sféru vlivu regionálního centra byl použit vážený geometrický průměr dojížďkové vzdálenosti.

Pro hodnocení dojíždění do regionálních center bylo využito pěti atributů: populace regionálních center v roce 2011; parametry α a β Halásovy vzdálenostní funkce; vážený geometrický průměr dojížďkové vzdálenosti; koeficient determinace. Potvrdilo se, že regionální centra Brno, Olomouc, Ostrava a Zlín mají nejsilnější pozici v dojíždění na Moravě. Naopak nejhorší situace je ve Frýdku-Místku, Havířově a Orlové. Podle atraktivity regionálních center v roce 2011 a jejich intercenzálního vývoje byly s pomocí shlukovací analýzy klasifikovány regionální centra do devíti skupin. Nejlepší výsledky vykázaly Třebíč a Ostrava, které mají stabilní pozici v dojíždění a jejich situace se nadále zlepšuje. Naopak v případě Havířova a Frýdku-Místku se špatná situace v dojíždění v intercenzálním období dále zhoršila.

Vzdálenostní funkce pro parciální gravitační modelování se však nesmí odvozovat pro celé území. Vzhledem k variabilitě ovlivnění interakčních vztahů popsaných jako problémy gravitačních modelů v podkapitole 2.9.1., je potřebné vhodně rozdělit data, agregovat je do dílčích skupin a optimalizovat vzdálenostní funkce. Podmínkou je dostatečný počet dat pro provedení



Obr. 7 – Optimální vzdálenostní funkce pro Ostravu. Zdroj: SLDB (2011), vlastní výpočty.

optimalizace. V případě dotazníkového šetření se tedy neprovádí seskupení podle zdroje a cíle, protože by to nevedlo s ohledem na variabilitu startů a cílů k žádnému řešení. Místo toho se předpokládá, že větší význam má agregace podle primárních charakteristik dopravy, jako je dopravní mód a účel, a rovněž podle atributů osoby, typu dne (pracovní, nepracovní) a kategorie území (např. Ostrava centrum, Ostrava suburbium). Po primárním výběru podle dopravního módu se proto provede seskupení samostatně podle typu osoby, účelu, dne, zástavby, následně i jejich kombinací. Přitom se sleduje počet dat v dané skupině, aby neklesl pod určitý limit, který ještě umožňuje vytvářet smysluplné funkce proložením těchto dat.

Kategorie území (typ zástavby) je možné určit pomocí překryvné analýzy pro každý start na základě zařazení ZSJ do čtyř kategorií (podkapitola 4.2.). Následně se z dat vykreslují inverzní distribuční funkce a prokládají se vhodné funkce.

2.9.3. Výpočet přitažlivosti cíle

Na základě zjištěné vzdálenostní funkce z gravitačního modelování se určí velikost přitažlivosti pro každý dostupný cíl spojením veřejnou hromadnou dopravou či pěšky. Na základě určeného času cestování se spočítá pomocí konkrétní funkce buď relativní přitažlivost, nebo odhad velikosti toku.

Ze základní podoby gravitačního zákona vyplývá, že výsledná gravitace závisí přímo úměrně na atraktivnosti cíle. Proto se hodnota vzdálenostní funkce

násobí atraktivností konkrétního cíle. Celková přitažlivost cíle se počítá podle vztahu

$$G_{ij} = VAHA_{ij} \times vzdalfunkce(t_{ij}) \ ,$$

kde $VAHA_{ij}$ odpovídá atraktivnosti cíle j z pohledu zdroje i (např. atraktivnost pro rezidenta či rezidenty v tomto místě), *vzdalfunkce* je vzdálenostní funkce vybraná podle kritérií specifikovaných výše a t_{ij} je čas cestování mezi i a j.

Atraktivnosti cílů jsou určovány podle kategorie cíle s ohledem na běžné zvyklosti vyjadřování velikosti či síly cílů. Pro zaměstnavatele se například používá počet pracovních míst, pro obchody prodejní plocha v m^2. Konkrétní charakteristika a způsob jejího zjišťování je uveden v kapitole 3. Hodnocení atraktivnosti je dokonce možné modifikovat podle časového období a dne, což je výhodné zejména u obchodů, kulturních, sportovních a zábavních zařízení, ale vzhledem k nedostatku údajů tohoto typu se v současnosti modifikace nepoužívají. Rovněž je možné atraktivnost modifikovat s ohledem na osobní preference.

Pro vyjádření atraktivnosti zaměstnavatele lze předpokládat, že každé pracovní místo přitáhne jednoho zaměstnance a že tedy jde o přímý vztah. V případě obchodů a použití prodejní plochy již takový přímý vztah nemusí platit. Atraktivnost cíle může být vzhledem k použité charakteristice velikosti cíle v určitém nelineárním vztahu, vyjádřeném např. jistou mocninou charakteristiky.

Metoda obchodní gravitace (anglicky *„spatial interaction model“*), používaná pro lokalizaci maloobchodů, využívá Huffův pravděpodobnostní model, který vyjadřuje pravděpodobnost, že zákazník (obyvatel) z místa i navštíví místo j (Cimler a kol. 2007):

$$P_{ij} = \frac{\frac{S_j}{(T_{ij})^a}}{\sum_{j=1}^{n} \frac{S_j}{(T_{ij})^a}} \ ,$$

kde S_j je velikost místa j určená například prodejní plochou v místě j, T_{ij} je vzdálenost mezi místem i a místem j, n je počet možných míst nákupu j v okolí místa i, a je parametr vyjadřující ochotu zákazníka překonat určitou vzdálenost stanovený empiricky pro jednotlivé druhy zboží, resp. nákupů.

Z Huffova modelu vyplývá, že pravděpodobnost, tedy atraktivita, je přímo úměrná velikosti místa vyjadřované nejčastěji právě prodejní plochou.

I další autoři (např. Huff 2003, Hibbert a kol. 2013, Mitríková a kol. 2015) používají podobné varianty vzorce. U všech je v čitateli atraktivnost daného obchodu, velmi často vyjádřená prodejní plochou, vynásobená hodnotou vzdálenostní funkce, zpravidla mocninného charakteru ($1/d_i^a$). Exponent ve vzdálenostní funkci má být větší pro běžné věci (které tedy lze snadno koupit i blízko) než pro speciality, které budou mít malý exponent. Hibbert

a kol. (2013) použili počet zaměstnanců, ale výsledek nebyl zcela uspokojivý (asi 30% shoda). Rovněž nápověda k programové implementaci firmou *Esri* doporučuje použití prodejní plochy, případně parkovacích míst nebo ceny produktů. Vhodnost využití prodejní plochy lze potvrdit i například jejich využitím v metodě plošného standardu, používané v doporučeních ministerstva průmyslu a obchodu.

Proto byla v základní variantě použita jako atraktivnost přímo prodejní plocha. Ukázalo se však, že použití přímo prodejní plochy pro vyjádření atraktivnosti nemusí vždy vyhovovat, protože vede k velmi vysoké atraktivitě velkých nákupních center, kdy ani blízké menší obchody nemají šanci se prosadit. Z výsledků provedených testovacích simulací vyplynulo, že v případě extrémně velkých obchodů (jako je *Avion Shopping Park*) dochází k výrazné monopolizaci dojíždění, což je potřebné omezit. Po modelování chování transformací velikosti prodejní plochy v gravitačním modelu pro Ostravu byla doporučena varianta s druhou odmocninou prodejní plochy, která by mohla ve většině případů vyhovovat. Tedy předpoklad Huffova pravděpodobnostní modelu pro maloobchod, že pravděpodobnost návštěvy obchodu je přímo úměrná prodejní ploše obchodu, nemusí vždy platit.

Výsledná přitažlivost cíle se tedy počítá pro každou konkrétní dopravní vzdálenost (resp. čas) a váhu (atraktivnost) konkrétního cíle. Pro potřeby simulování dojížďky se pak porovnávají hodnoty přitažlivosti cíle a podle zvoleného modelu se vybírá konkrétní cíl – v případě modelu *G* (označení podle implementace variant v podkapitole 2.10.1) se vybírá cíl s maximální gravitací, v případě modelu *P* se vybere cíl náhodně podle distribuce přitažlivosti.

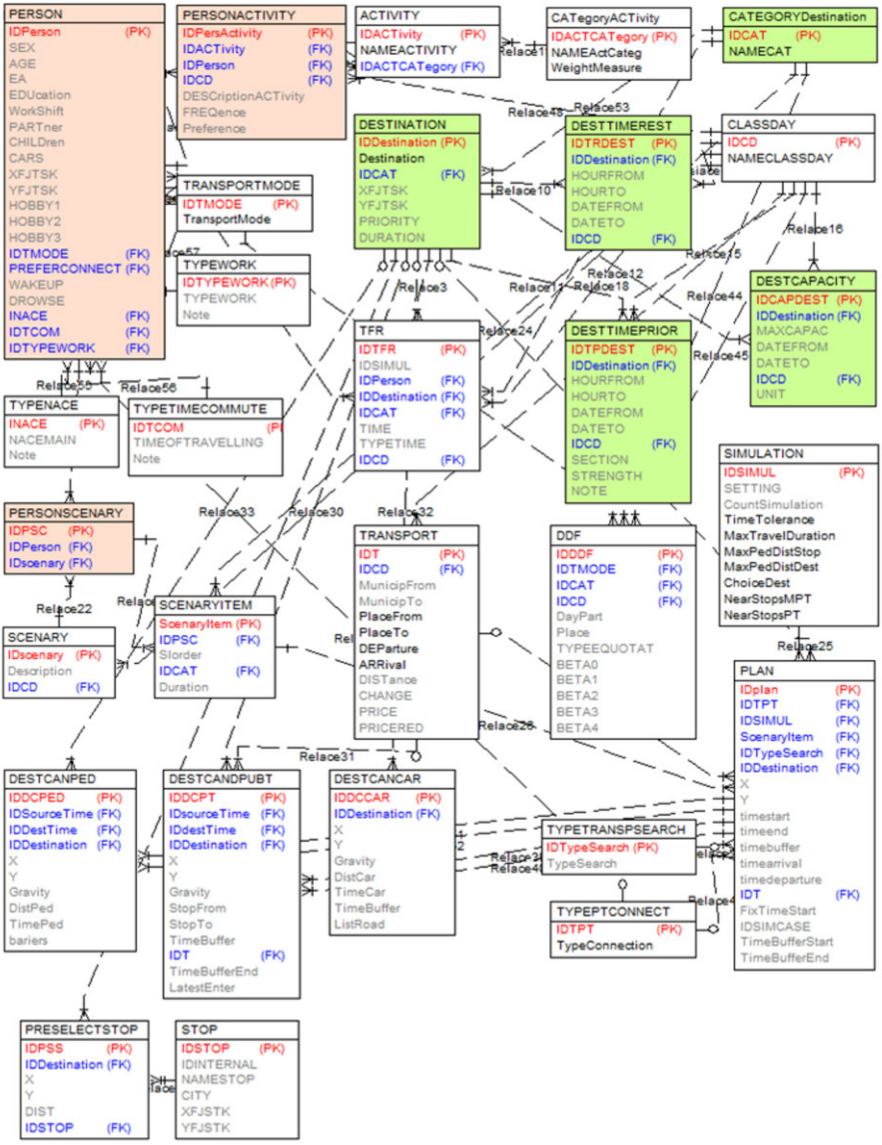
2.10. Implementace prostorového simulačního modelování

2.10.1. Technologické řešení

Pro realizaci řešení bylo využito databázového řešení, jehož jádro datového modelu je uvedeno na obrázku 8.

Datový model umožňuje ukládat základní charakteristiky osoby, včetně ekonomické aktivity. A pokud jsou známy, tak i typ povolání osoby a odvětví, ve kterém pracuje, a ochota směnného provozu. Některé údaje jsou přímo navázány na typy atributů používaných ČSÚ pro výsledky SLDB a je tedy možné provést import odpovídajících mikrodat. Pro simulaci se vymezuje základní osobní časový interval, ve kterém mohou probíhat jednotlivé aktivity včetně dojížďky během dne (vymezeno mezi dobou vstávání a usínání). Ve vztahu k dojíždění je možné uvést osobně preferovaný mód dopravy a preferovaný způsob volby spojení u veřejné dopravy (nejrychlejší, nejlevnější, nejpohodlnější apod.), které mají význam zejména pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Mohou být uvedeny i další osobní preference, týkající se

volného času (preferovaný typ zábavy, sportu apod.). Rozšířením je možnost zapsat konkrétní aktivity (tabulka *PERSONACTIVITY*), které tato osoba provádí (ve který typ dne a jak často, např. pravidelné velké nákupy v sobotu či fotbal ve středu). Pro realizaci vybrané metody simulace řízení událostmi je zásadní tabulka *PERSONSCENARY*, která propojuje konkrétní osobu se scénářem aktivit.



Obr. 8 – Základní část datového modelu databáze. Zdroj: vlastní návrh.

Scénář aktivit (tabulky *SCENARY, SCENARYITEM*) obsahuje popis scénáře jako řetězec činností (uspořádanou posloupnost aktivit), které mají být během dne (případně jiného období) vykonány, např. pobyt doma, zaměstnání, malý nákup, bydliště. Aktivity jsou popsány jejich obecným typem (kategorie) a dobou trvání. Pokud požadujeme zapsat konkrétní požadavek (např. zaměstnání u konkrétního zaměstnavatele, návštěva konkrétního kina), využije se tabulka *TFR* (anglicky *„Temporary Fixed Requests"*).

K typu osoby je vázán také výběr vzdálenostních funkcí, je tedy možné odlišit rozdílnou percepci vzdáleností a ochoty cestovat (např. předpokládaná ochota ekonomicky aktivních osob cestovat na větší vzdálenosti než u důchodců; u dětí a studentů rostoucí rádius dojíždění s věkem apod.). Jednotlivé vzdálenostní funkce se odlišují módem dopravy (dopravní prostředek), účelem dopravy (zaměstnání, nakupování, zábava, lékař atd.), typem dne (zejména rozlišení jiné interakce v pracovní den a nepracovní), typem času (jiná interakce může být ráno a jiná později odpoledne, třeba pro nakupování), místem (zejména rozlišení typu zástavby), typem funkčního vztahu (typ rovnice používané pro výpočet) a až pěti parametry funkce, nutnými pro sestavení rovnice. Popis přípravy vzdálenostních funkcí a jejich interpretace jsou uvedeny v podkapitole 2.9.2. a kapitole 4.

Pro cíle cestování se evidují jejich souřadnice, kategorie, případně jejich preference a předpokládaná doba trvání aktivity v destinaci (např. standardní délka trvání kulturních pořadů, tabulka *DESTINATION*). K cíli se ukládají také časová omezení (typicky otevírací či provozní doba), ve kterých pouze je cíl dostupný. Doba je vymezena časem od-do a může být zadávána různě pro různé dny a různá období, např. odlišně pro hlavní turistickou sezónu v létě. U cíle je možné zapisovat kapacitu, např. počet pracovních míst u zaměstnavatele, prodejní plocha v m^2 pro obchody, počet lůžek u lůžkových zdravotních a sociálních zařízení, a to různé kapacity podle vývoje v čase. K popisu oblíbenosti a přitažlivosti cílů může sloužit evidence návštěvnosti či jiné evidence zájmu o cíl (počet dotazů, telefonátů, záznamů na sociální síti apod., tabulka *DESTTIMEPRIOR*), která se eviduje v čase od–do, pro různé dny a období. Způsob získávání takových údajů je vysvětlen v kapitolách 3 a 4.

Používá-li se modelování aktivit podle scénáře, musejí se charakteristiky typové osoby (či reprezentanta) zkopírovat pro všechna startovní místa. Jako startovní místa byly konkrétně použity mediánové středy obydlí v ZSJ a síť čtverců (podkapitola 4.4.).

V databázi jsou uloženy zdrojová data, nastavení simulačních procesů a výsledky jednotlivých simulací, které slouží k vyhodnocení dopravní dostupnosti.

Zdrojová data obsahují seznam adresních bodů, agregované jednotky rezidenčních lokalit, potenciální cílové objekty, seznam zastávek veřejné hromadné dopravy a městské hromadné dopravy atd. Popis zdrojů je uveden v kapitolách 3 a 4.

Pro realizaci simulací se v databázi ukládá řada nastavení, kterými je možné snadno kontrolovat a modifikovat průběh simulací. Jde zejména o nastavení scénáře, pořadí jednotlivých aktivit, charakteristiky modelované osoby.

Pro nastavení simulací se definuje počet požadovaných simulací, způsob výběru cíle z kandidátů a časová tolerance. Ta se využívá při začátku cesty s veřejnou hromadnou dopravou a má význam režijního času, kdy je vhodné čekat před odjezdem na spojení, a rovněž do jisté míry kompenzuje rozdíly mezi přímou euklidovskou cestou mezi startem/cílem a zastávkou a skutečnou dobou pěší cesty. K výběru spojení se používá omezení maximální doby trvání cestování, např. 90 minut. Pro ovlivnění výběru zastávek se používá maximální vzdálenost, do které se vyberou nejbližší zastávky od startu (standardně nastavena na 5 000 m, což je vzdálenost vhodná k analýze možnosti využití veřejné hromadné dopravy hodně odlehlých míst) a podobně maximální vzdálenost, do které se vyberou nejbližší zastávky od cíle cesty s výchozí hodnotou opět 5 000 m, avšak například pro realizaci velkého nákupu byly obě vzdálenosti zkráceny na 2 000 m. Dále se nastavuje počet nejbližších zastávek, z nichž se zkoumají možnosti spojení, samostatně pro starty a pro cíle. Jako výchozí nastavení se používají tři nejbližší zastávky.

Postup simulace je založen na postupném vytváření a doplňování tabulky *PLAN*, která obsahuje posloupnost aktivit, které se mají během stanoveného časového období (typicky jeden den) vykonat. Nejdříve se do plánu dosazují fixní požadavky, tj. takové, u kterých je znám cíl, doba začátku aktivity a její trvání, např. zaměstnání u konkrétního zaměstnavatele, kulturní či sportovní akce. Současně se doplňuje časové vymezení (definováno nejširším intervalem, kdy je osoba ochotná vstávat a kdy jde spát), doplňuje se počátek a konec v místě bydliště. Po vyhledání dopravních spojení pro fixní požadavky se řeší další požadavky, pro které není určen cíl ani začátek aktivity. Ty se postupně řeší včetně výběru vhodného cíle (přitom cíl musí být časově dostupný, tj. je otevřen či jinak aktivní) a volby vhodného dopravního spojení.

V rámci nastavení časového plánu se pro každý dopravní požadavek stanovuje typ vyhledání dopravního spojení (např. nejrychlejší cesta viz podrobný popis dále), typ hledání (zda jde o časový požadavek na příjezd nebo na odjezd), časový interval nezbytný mezi časem fyzického dosažení cíle a začátkem aktivity. Většinou je totiž začátek zaměstnání spojen s přípravou zaměstnance jako je převlékání do pracovního oděvu apod. a někteří zaměstnavatelé přímo vyžadují docházku 15 minut před začátkem pracovní doby.

Při postupném řešení se zapisují do plánu časy odjezdu a příjezdu, dopočítají se časy začátku a konce aktivity, určí se čas a vzdálenost docházky ze startu na zastávku, a naopak čas a vzdálenost docházky ze zastávky do cíle, souřadnice místa cíle (pokud nebyl cíl fixně zadán, ale určil se až v průběhu simulace).

Pro vyhodnocení se používá tabulka *TRANSPORT*, kde jsou uloženy parametry nalezeného spojení, konkrétně doba cesty, počet přesedání, cena (plná

i snížená), vzdálenost, použitá zastávka u startu a zastávka u cíle, pěší vzdálenost, *XML* (anglicky *„Extensible Markup Language“*) popis celého spojení, chybový kód (zejména spojení nenalezeno, neúplná nebo neznámá cena spoje) atd.

Výběr potenciálních cílů je založen na časové dostupnosti cílů pro daný typ dne a čas. Počítá se s tím, že po celou dobu trvání aktivity musí být daný cíl otevřen, tím se zabrání případům, kdy by bylo nalezeno dopravní spojení těsně před uzavřením příslušného cíle.

Způsob vyhledání dopravního spojení je specifikován kódem, který určuje způsob optimalizace spojení a způsob výběru cíle. Podle způsobu optimalizace spojení rozlišujeme možnosti nejrychlejší (*Fastest*), nejkratší (*Shortest*), náhodný (*Random*), nejpohodlnější (*Comfortable,* tj. s nejmenším počtem přesedání) a časově nejbližší k požadovanému času (*Time sorted*), kdy v případě známého času začátku další aktivity se vybírá co nejpozdější čas příjezdu, zatímco v případě neznámého začátku další aktivity se vybírá co nejdřívější čas odjezdu z předchozího místa.

Pokud jde o výběr cíle, je možno použít racionální výběr podle nejsilnější gravitace *G* (při opakované simulaci se tedy vždy bude vybírat stejný nejsilnější cíl z daného startu), náhodný výběr *A*, podle distribuce gravitace (při opakované simulaci se vyberou různé cíle v poměru jejich gravitační síly z daného startu, tedy nejsilnější bude nejčastěji vybrán, druhý nejsilnější bude o něco méně často vybírán, atd.) se dvěma způsoby implementace pomocí náhodně generovaných čísel *R* nebo určování podle kvantilů *D*, které je spolehlivější v případě malého počtu simulací. Dohromady je tedy teoreticky k dispozici 20 způsobů vyhledání dopravních spojení.

Pokud je určen ve scénáři konkrétní cíl, použije se pro vyhledání spojení pouze způsob optimalizace spojení (*F*, *S*, *C*, *R* nebo *T*).

Pokud není určen konkrétní cíl, provede se výběr vhodného cíle podle nastavení. Například, v případě nastavení *FG* (*Fastest*, *Gravity*) se vyhledá nejrychlejší spojení do všech cílů, spočítá se hodnota atraktivity jednotlivých cílů a vybere ten s největší přitažlivostí.

Postup je možné demonstrovat na následujícím komplexnějším scénáři (tab. 4). Ve scénáři je definováno celkem šest aktivit:

- domácí činnost (home), např. běžné ranní aktivity, jejichž doba trvání se určuje nastavením režijního času např. na 15 minut
- práce (nastavena doba trvání 8 hodin)
- velký nákup (doba trvání 60 minut)
- domácí činnosti, např. uložení nákupu, jídlo, převlékání aj. (doba trvání 60 minut)
- zábava (2 hodiny)
- domácí činnost před spaním (nespecifikovaná doba trvání).

V tabulce *TFR* jsou zapsány dva fixní požadavky – práce se realizuje na VŠB, začíná v 7:00 a tento začátek je pružný, a požadavek platí v pracovní den.

Tab. 4 – Nastavení pro komplexnější simulaci

Pořadí	Kategorie	Trvání (min)	Identifikátor cíle	Čas	Typ času	Typ dne
1	domácí činnost					
2	práce	480	471	7:00	pružný	pracovní
3	velký nákup	60				
4	domácí činnost	60				
5	zábava	120	15167	20:00	pevný	jakýkoli
6	domácí činnost					

V případě zábavy jde o návštěvu konkrétního kina v 20:00, začátek je pevný a požadavek je možné realizovat libovolný den, nejen pracovní.

Výsledky simulací zahrnují především podrobný časový itinerář z jednotlivých simulací, které představují možnou realizaci jednotlivých scénářů pro vybranou osobu, a odkazy na konkrétní použité dopravní spojení. Hromadné zpracování výsledků simulací umožňuje ocenit řadu ukazatelů, které hodnotí distribuci aktivit v čase a prostoru, využití času, zatížení jednotlivých cílů, dopravních spojení atd.

V současnosti je do řešení implementováno vyhledávání dopravního spojení veřejnou hromadnou dopravou (vč. městské hromadné dopravy) a také pěší chůze. Vedle dopravy veřejnou hromadnou dopravou se vždy testuje možnost pěší docházky pro všechny cíle do stanoveného limitu vzdálenosti, přičemž se používá parametr nastavení *MaxPedDistDest*, tedy maximální pěší docházka do cíle. Vybírají se pouze potenciálně dostupné cíle respektující časová omezení. Vzdálenost do cíle se určuje jako euklidovská vzdálenost, a to i při vědomí zjednodušení, které to přináší. Pro mikrosimulace v městském prostředí není vhodné použít dostupnost v uliční síti, musela by být k dispozici síť pěších cest. V budoucím výzkumu se předpokládá implementace více sofistikovaného vymezení, například pomocí překryvné analýzy vyloučit cíle za bariérami typu dálnice či řeka nebo alespoň využít hodnoty deviality (Brinke 1999). Následně se vzdálenost přepočítá na čas chůze s předpokládanou rychlostí 4 km/h.

Do budoucna se počítá také s implementací cesty individuálním dopravním prostředkem, popsané následujícím algoritmem:

- vyber dostupné cíle, což jsou potenciálně časově dostupné cíle a současně dostupné po veřejné silnici
- spočítej režijní časy (zaparkování apod.)
- hledej cestu autem (či jiným individuálním dopravním prostředkem) do potenciálních cílů (dokonce možnost využití osobních preferencí zapsaných u osoby) a zapiš parametry cesty
- spočítej přitažlivost každého dostupného cíle.

2.10.2. Aplikační nadstavba

Pro implementaci prostorových simulací byl vytvořen aplikační program (nadstavba), která umožňuje celý prostorově simulační proces realizovat, nastavovat, zapisovat výsledky atd. Nadstavba využívá rozsáhlé distribuované zpracování dat a nelze ji v současnosti realizovat jako webovou službu či jiné on-line řešení. Nadstavba je vázána na licenci *CHAPS s. r. o.* a bez ní není možné ji používat.

Vlastní zpracování simulací je početně velmi náročné a pro dosažení výsledků v přijatelném čase vyžaduje masivně paralelní zpracování (Bertsekas, Tsitsiklis 1989). Z těchto důvodů je proces zpracování vybudován na architektuře klient – server, kde *SQL server* (byl využit *Microsoft SQL server 2014*) běží odděleně na samostatném hardwaru a klienti běží na sadě osobních počítačů propojených se serverem počítačovou sítí. *SQL Server* generuje a distribuuje požadavky mezi klienty a zapisuje výsledky. Klienti zpracovávají přidělené soubory požadavků, které následně vyhodnocují a výsledky zpět předávají serveru k uložení.

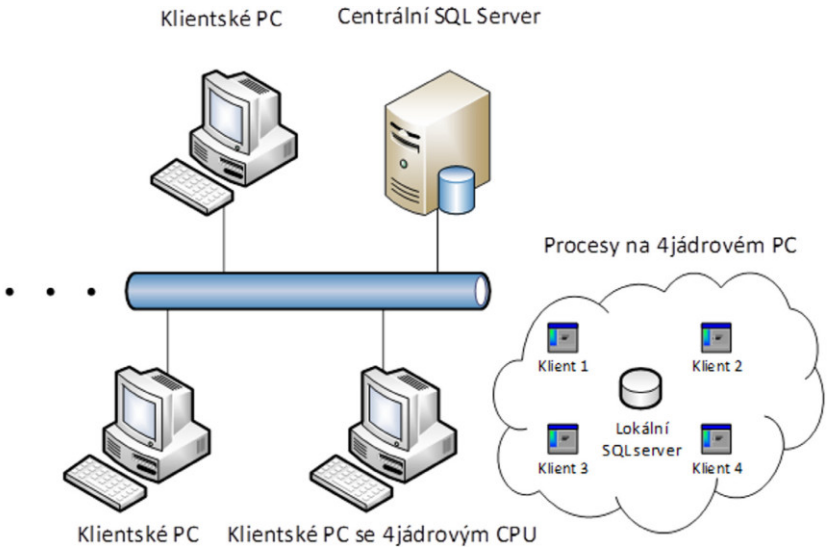
V závislosti na typu simulace se mění náročnost procesu generování požadavků ke zpracování. U náročných simulací může server přípravou dat jedné situace strávit i několik desítek sekund. V takovémto případě již malý počet klientů server spolehlivě přetíží.

Z těchto důvodů byla vytvořena pokročilá alternativa ve formě třívrstvého modelu procesu zpracování simulací, kdy práce *SQL serveru* je rozložena mezi klientské osobní počítače. Konkrétně je do procesu vložena sada pomocných lokálních *SQL serverů* (*SQL Server Express*), na každém klientském osobním počítači běží jeden. U této varianty klienti komunikují s lokálním serverem stejně jako by to byl centrální server. Rozdíl je v tom, že lokální server se nejprve dotáže centrálního serveru na případ simulace, který se má řešit. Poté vygeneruje příslušný soubor požadavků pro konkrétní situaci a pošle data klientovi. Generování požadavků provádí z lokální kopie podkladových dat, tudíž centrální server již není operací zatěžován. Při následném převzetí výsledků lokální server výsledky zapíše na obou serverech. Tento způsob výrazně snižuje zátěž centrálního serveru, což umožňuje zvýšit počet klientů o více než dva řády (obr. 9).

2.10.2.1. Komunikace mezi serverem a klientem

Komunikaci mezi serverem a klientem zprostředkovávají tři uložené procedury naprogramované v jazyce *Transact SQL* (Henderson 2000), a to *SetData*, *GetTransportRequest* a *WriteResult*.

Uložená procedura *SetData* inicializuje třívrstvý model a zajišťuje aktuální kopii podkladových dat na lokálním serveru. Procedura využívá pomocnou tabulku *TSetting*, kde jsou uloženy informace o uložení databáze na lokálním nebo centrálním serveru, o datu nastavení podkladových dat a případně o názvu centrálního serveru. Na centrálním serveru je datum aktualizace dat nastaven vždy při sestavení nové sady podkladových dat.



Obr. 9 – Princip distribuce a zpracování úlohy v masivně paralelní architektuře

Uložená procedura *GetTransportRequest* generuje a vrací sadu záznamů možných variant k řešení situace (dílčího kroku daného případu simulace). Záznamy mimo jiné obsahují informace, zda se jedná o pěší nebo veřejnou dopravu, název počáteční a cílové zastávky, termíny a časový interval pro uskutečnění dopravy, vzdálenosti a časy potřebné na přesun na/ze zastávky, kapacitu, funkci a parametry pro výpočet přitažlivosti cíle, způsob určení nejlepší varianty atd.

Je-li tato procedura volána na centrálním serveru, pak je nejprve podle předaného identifikátoru načten záznam o prováděném případu simulace. Následně je pro daný případ vyhledána první dosud neřešená situace (případu). Jsou-li všechny situace případu vyřešeny, označí celý případ jako dokončený a zahájí řešení nového. V takovémto případě procedura určí a označí potřebnou simulaci, pro kterou vygeneruje nový případ. Na základě vybrané situace procedura vyhledá všechny dostupné nebo předem stanovené cíle a pro každý z nich vybere tři nejbližší zastávky (aktuální nastavení). Taktéž nalezne nejbližší zastávky z aktuální polohy. Následně pro každý cíl vygeneruje varianty dopravy (např. pro 3 nejbližší zastávky je to 9 kombinací) a jednu variantu pěší docházky (ta je použita pouze, je-li vzdálenost menší než stanovený limit). Všechny kombinace jsou zkontrolovány a nevhodné vyloučeny, například když je vůči aktuální poloze startovní zastávka vzdálenější než cílová zastávka, nebo docházka na/ze zastávky je delší než přímá pěší docházka do cíle apod. Nakonec se pro každou variantu vyhledá příslušná vzdálenostní funkce a její parametry. Tím je připravena sada záznamů možných variant, která se odešle klientovi.

Je-li tato procedura volána na lokálním serveru, pak v případě nové simulace je nejprve odeslán dotaz na centrální server ohledně určení nového případu.

Procedura *GetTransportRequest* také řeší případy, kdy klient z různých důvodů nedokončí případ simulace (havárie klienta, nečekané vypnutí atd.). Jsou-li již všechny simulace rozeslány mezi klienty, procedura vyhledá v tabulce *SimulationCase* nepotvrzené případy starší nežli stanovený limit (obvykle 50 minut). Pokud žádné nenalezne, vrátí klientovi prázdný seznam, čímž mu oznámí konec simulačního procesu. Pokud však takovéto případy nalezne, pak vybere nejstarší z nich, který vezme jako nový případ ke zpracování, přičemž smaže pozůstatky po nezdařeném pokusu.

Uložená procedura *WriteResult* slouží k zápisu výsledku řešení dané situace. Klient jejím prostřednictvím předává serveru podrobné informace o vybraném způsobu dopravy a konkrétním spojením.

2.10.2.2. Proces klienta

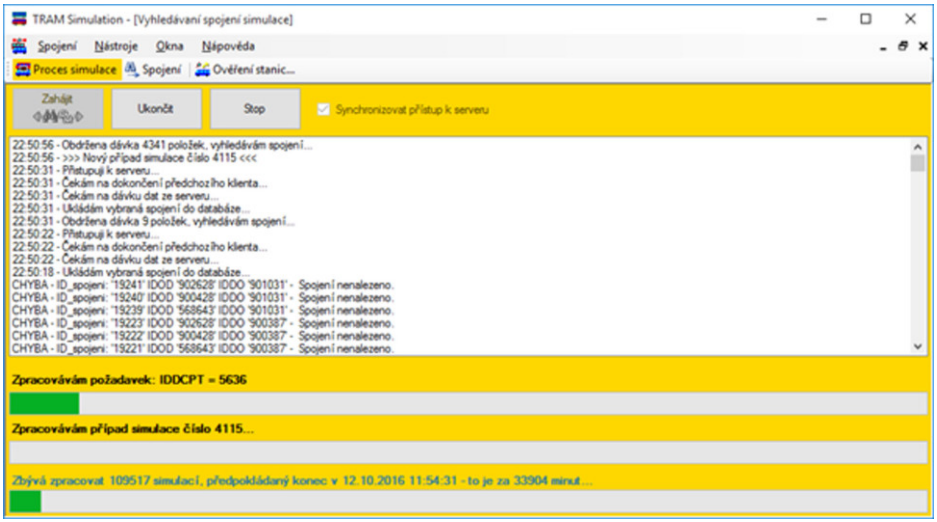
Klient představuje proces speciální aplikace, který běží na klientském osobním počítači, jenž opakovaně vykonává sekvenci, během níž se nejprve prostřednictvím procedury *GetTransportRequest* dotáže serveru na varianty řešení dílčí situace konkrétního případu, a po zpracování vybrané spojení prostřednictvím procedury *WriteResult* odešle na server. Operace se opakuje, dokud nejsou vykonány všechny požadované simulace.

Aplikace je vytvořena v *MS Visual Studiu 2010* s využitím *.NET Frameworku 3.5* a *ADO .NET*. Připojení k serveru a k databázi je možné libovolně měnit prostřednictvím konfigurace. Aplikace nerozlišuje typ serveru (lokální – centrální) a ke všem přistupuje stejně prostřednictvím výše uvedených uložených procedur.

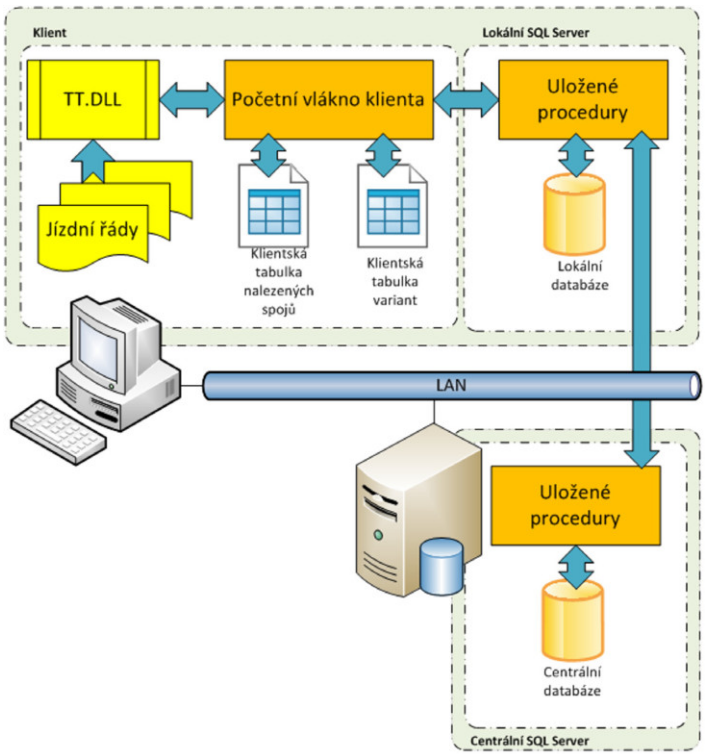
Pro vyhledávání spojení aplikace využívá licencovanou knihovnu *TT.DLL* od společnosti *CHAPS s. r. o.*, která spojení podle požadavků ve zvolených jízdních řádech vyhledá. Jízdní řády se opět volí v konfiguraci aplikace.

Při spuštění aplikace se vygeneruje unikátní název klienta, jenž je složen z názvu lokálního osobního počítače a času založení klienta. Následně uživatel může otevřít okno simulace a provést její spuštění. Po zahájení procesu se jako první zavolá uložená procedura *SetData*. Je-li tato operace v pořádku provedena, pokračuje založením samostatného početního vlákna, které realizuje cyklickou činnost klienta. V opačném případě se proces ukončí s chybovým hlášením.

Početní vlákno nejprve požádá server o data ke zpracování, přičemž mu předá svůj název a ID simulace, na které dosud pracoval (poprvé je *NULL*). Po obdržení sady záznamů (variant řešení dané situace spolu s parametry stavu simulace a ID), zahájí cyklus, který pro každý obdržený záznam vyhledá dopravní spojení (obr. 10). Je-li záznam určen pro veřejnou dopravu, vyhledá spojení prostřednictvím knihovny *TT.DLL*. Je-li záznam určen pro pěší docházku, vyhodnotí spojení jednoduchým výpočtem z přímé vzdálenosti mezi počátkem a cílem.



Obr. 10 – Proces zpracování simulací



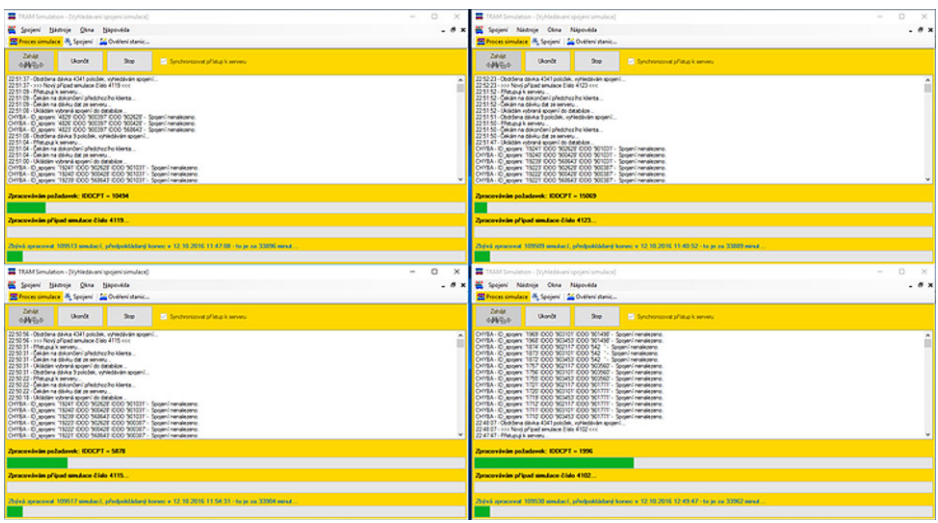
Obr. 11 – Vnitřní architektura třívrstvého modelu klient–server

Při hledání spojení veřejnou dopravou se podle typu situace vyhledávají spojení na nejpozdější příjezd (před začátkem následující činnosti např. odjezd do zaměstnání), nebo na nejdříve možný odjezd (z aktuálního místa např. po ukončení nákupu) nejprve v intervalu jedné hodiny. Nenalezne-li se spojení, interval se rozšíří o další hodinu. To se opakuje, dokud se nedosáhne maximálního přípustného intervalu určeného pro transport, nebo dokud se spojení nenalezne. Operace se opakuje pro všechny varianty daného cíle.

Všechna nalezená spojení dané varianty se následně porovnají a podle obdržených kritérií (nejrychlejší, nejkratší, nejpohodlnější nebo náhodně) se vybere nejvhodnější. Toto spojení se ohodnotí pomocí vzdálenostní funkce a obdržených parametrů. Pak se spojení spolu s ohodnocením uloží do klientské interní tabulky nalezených spojení (obr. 11).

Uvedený proces se opakuje, dokud se nezpracují všechny obdržené varianty. Po jejich zpracování se ze záznamů nalezených spojení podle obdržených kritérií (podle gravitace, zcela náhodně, nebo podle distribuce gravitace) vybere jeden, který je výsledným řešením dané situace. Toto vybrané spojení se následně prostřednictvím uložené procedury WriteResult odešle na server. Poté smaže všechny dočasné záznamy a vrátí se na začátek celé operace k provedení další iterace.

Aplikace je navržena pro paralelní běh na víceprocesorové platformě. Aplikaci může být spuštěna tolikrát, kolik je k dispozici procesorových jader na daném osobním počítači (obr. 12). Vzhledem k tomu že na stejném osobním počítači je také provozován lokální *SQL server Express*, který nedovede využívat více jader, jsou všichni klienti na daném počítači při přístupu k serveru synchronizování



Obr. 12 – Paralelní běh čtyř klientů na čtyřjádrovém osobním počítači

pomocí globálního *Mutexu* (Microsoft C 2016). Jinými slovy k serveru může přistoupit vždy jen jeden klient daného osobního počítače. Tím se při generování dat eliminuje časté přepínání kontextu vlákna a také nedochází ke kolizi zámků při přístupu k podkladovým datům. Výsledkem je výrazně rychlejší odbavení klientů. Aplikace také umožňuje automatické násobné spuštění a rozmístění zobrazení průběhu sady klientů na obrazovce (obr. 12).

2.11. Možnosti hodnocení simulací

Hodnocení simulací závisí do jisté míry na použitém modelu simulace. Základem je hodnocení impedance zjištěných dopravních možností z jednotlivých míst pomocí nákladových atributů, kterými jsou čas, vzdálenost, počet přesedání či cena. Dále se rozlišuje, zda se hodnotí atributy cest do jednoho cíle nebo do více cílů. V případě více cílů se výsledky agregují a používají se standardní charakteristiky jako průměr (např. průměrný čas cestování do všech cílů), minimum (např. minimální vzdálenost do libovolného cíle se rovná vzdálenosti k nejbližšímu cíli), maximum (např. nejdelší doba cestování do některého z cílů), počet dosažených cílů při splnění jistého limitu vybraného atributu (např. počet cílů dosažených do 10 minut).

Na rozdíl od jiných hodnocení dostupnosti veřejnou dopravou se zaměřuje na hodnocení komplexních podmínek dojíždění, a ne jednotlivých dílčích cest. Podle našeho názoru není důležité, jak optimální je jedna cesta a jaké jsou její parametry, nýbrž pro hodnocení dopravních podmínek daného místa (typicky bydliště) je nezbytné vyhodnotit celé scénáře cesty, zpravidla cestu tam a zpět (podobně jako Benenson a kol. 2011), případně i realizaci všech plánovaných aktivit mimo domov.

Proto většina ukazatelů je založena na hodnocení výsledných parametrů dopravy za celý den, či jiné srovnávací období. V případě analýzy podmínek dojíždění k jednomu vybranému zaměstnavateli se směnným provozem nestačí ani jeden den; je nutné vyhodnotit parametry dojíždění na všechny směny (v průběhu několika dní), nikoliv pouze na některou či jeden čas (podkapitola 8.2.1).

Proto se hodnocení zaměřuje na následující kritéria:

- dostupnost cílů – zda vůbec požadovaný cíl či cíle jsou dostupné, jaký podíl z celkového počtu cílů je z daného místa dostupných; analogicky v případě scénářů s více aktivitami kritérium, zda byly všechny aktivity vykonány; tato kritéria jsou pochopitelně základní, protože ukazují na místa, kde prakticky nelze veřejnou dopravu pro realizaci plánovaných aktivit využít
- jaký mód dopravy se používá, resp. jaká je závislost na veřejné dopravě v daném místě; protože se hodnotí současně veřejná doprava i pěší docházka, provádí se ještě rozlišení, jaký je její podíl v jednotlivých místech
- hodnocení doby přesunu (celková doba cestování, zahrnující čas přepravy veřejnou dopravou i cestu na/z zastávky a čekání na spoj) během dne; tento

souhrnný ukazatel určuje, kolik času člověk stráví cestováním během dne bez ohledu na mód dopravy; zpravidla se hodnotí průměrná doba, případně i posouzení variability, např. hodnocením minimálních a maximálních časů přesunu, což pomáhá lépe zhodnotit situaci v daném místě
- hodnocení dalších parametrů dopravy, např. počtu přesedání, hodnocení pouze času stráveného ve veřejných dopravních prostředcích nebo pěším přesunem, či vzdálenosti ve veřejné dopravě, které budou mít přímý dopad na cenu dopravy; jako kritické se ukazuje zejména hodnocení počtu přesedání, které ukazuje, že v některých případech může být právě tento faktor zásadně limitující pro využití veřejné dopravy
- hodnocení distribuce času během dne – u variabilnějších scénářů, zejména těch kombinujících více aktivit, je z hlediska individuálního hodnocení velmi významné posouzení distribuce času během dne, který má rezident bydlící v daném místě při vykonání všech plánovaných aktivit; v některých případech má plánovaná aktivita pevně stanovený počátek aktivity (začátek pracovní směny, začátek kulturního představení apod.) a pak je vhodné vyhodnotit i dobu čekání mezi dosažením cíle a začátkem aktivity
- hodnocení dostupnosti různých cílů – jde o posouzení pestrosti nabídky, jak realizovat jednotlivé plánované aktivity (pokud není přímo určen konkrétní cíl); místa, kde se při opakovaných simulacích nabízí jen několik málo variant řešení (např. stále stejný zaměstnavatel, obchod apod.), mohou mít prakticky omezenou dostupnost cílů, i když parametry dopravních spojení k těmto několika cílům mohou být dobře hodnoceny
- relativní dostupnost – posouzení dostupnosti veřejnou dopravou relativně vůči dostupnosti individuální automobilovou (či jinou srovnávací) dopravou; k tomu se využívá zejména metody AAR (anglicky *„Access Area Ratio“*) pro hodnocení dostupné oblasti z bydliště a metody SAR (anglicky *„Service Area Ratio“*) pro relativní srovnání spádových oblastí cílů (Benenson a kol. 2011), vysvětlené v závěru první kapitoly.

Hodnocení může zahrnout i další parametry simulovaných spojení jako využití jednotlivých zastávek, spojů či přestupních míst veřejné hromadné dopravy.

3. Vymezení území a potenciální zdroje dat pro hodnocení mobility

Před vlastním řešením studie v konkrétním území se zjišťuje, jakým způsobem vymezit hodnocené území, aby byla zajištěna jeho relativní uzavřenost z hlediska mobility (minimální dojížďka a vyjížďka přes hranici, a tudíž minimalizovat podíl neznámých toků) a rovněž jak vybrat vhodné zdroje dat pro posuzování mobility.

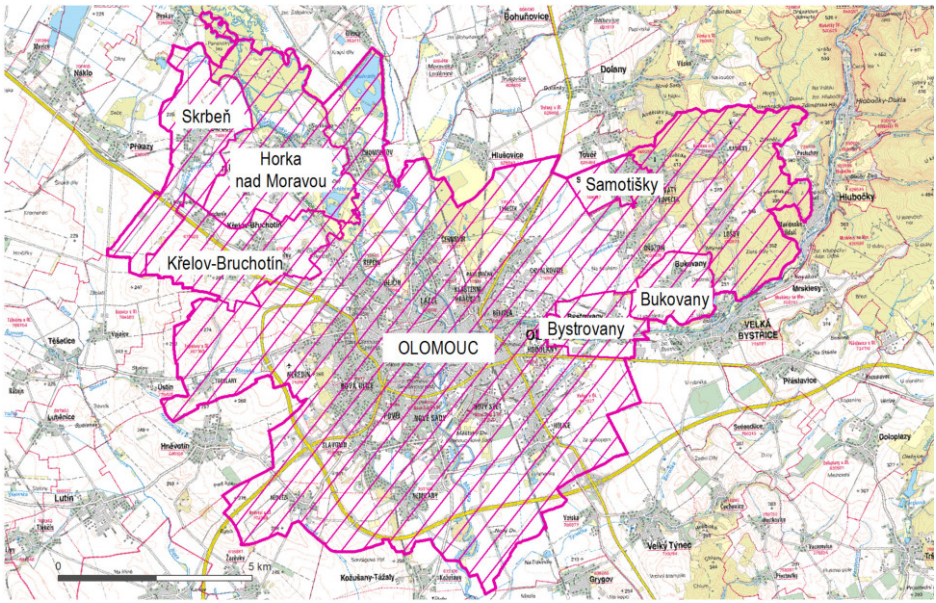
Mobilitou obyvatelstva se v Česku zabývala celá řada autorů. Nejčastěji byla analyzována buď denní dojížďka, nebo dlouhodobá migrace na úrovni obcí za celou republiku, např. Drbohlav (1999), Temelová a kol. (2011) a Kraft, Perner (2014), kdy hlavním zdrojem dat byla data ze SLDB. V případě regionálně založených studií je potom časté využití dat z dotazníkových šetření, např. Halás, Zuskáčová (2013), Kraft (2014) a Kunc a kol. (2012). Ani v případě detailních studií se však čeští autoři obvykle nezabývají výchozími místy mobility a pracují s agregovanými údaji, kde jsou starty mobility lokalizovány s podrobností obce, případně městské části. Pro analýzy, modelování a simulace mobility obyvatelstva je však nutné pracovat s daty, které co nejpřesněji popisují polohu a vlastnosti zdrojů a cílů mobility, tj. výchozí a cílová místa. A tomu odpovídá i výběr vhodných zdrojů dat. V textu jsou představeny nejvýznamnější datové zdroje využitelné pro analýzy mobility.

3.1. Vymezení zájmových území

Pro jednotlivé analýzy byly vymezeny zájmové oblasti pro Olomoucko a Ostravsko na dvou úrovních plošného rozsahu. První úrovní bylo město tvořené kompaktní zástavbou a přilehlými okrajovými částmi, ve kterém žije převážná většina cestujících tvořící denní obrat městské dopravy, druhou úrovní pak byl region se silnou dojížďkou do krajského města.

3.1.1. Vymezení města

Plošným rozsahem menší zájmová oblast je tvořena nejsilnějšími přepravními vazbami na území města Olomouce a Ostravy. Tyto vazby jsou patrné



Obr. 13 – Vymezení území zóny 71 pro Olomouc. Zdroj: ČÚZK, RSO ČSÚ.

v kompaktní zástavbě a přilehlých okrajových městských částech, často však také v obcích těsně za hranicí města, které jsou stále obsluhované městskou hromadnou dopravou. Podkladem pro vymezení zájmové oblasti na úrovni města proto bylo v případě Olomouce i Ostravy tarifní pásmo/zóna pokrývající město.

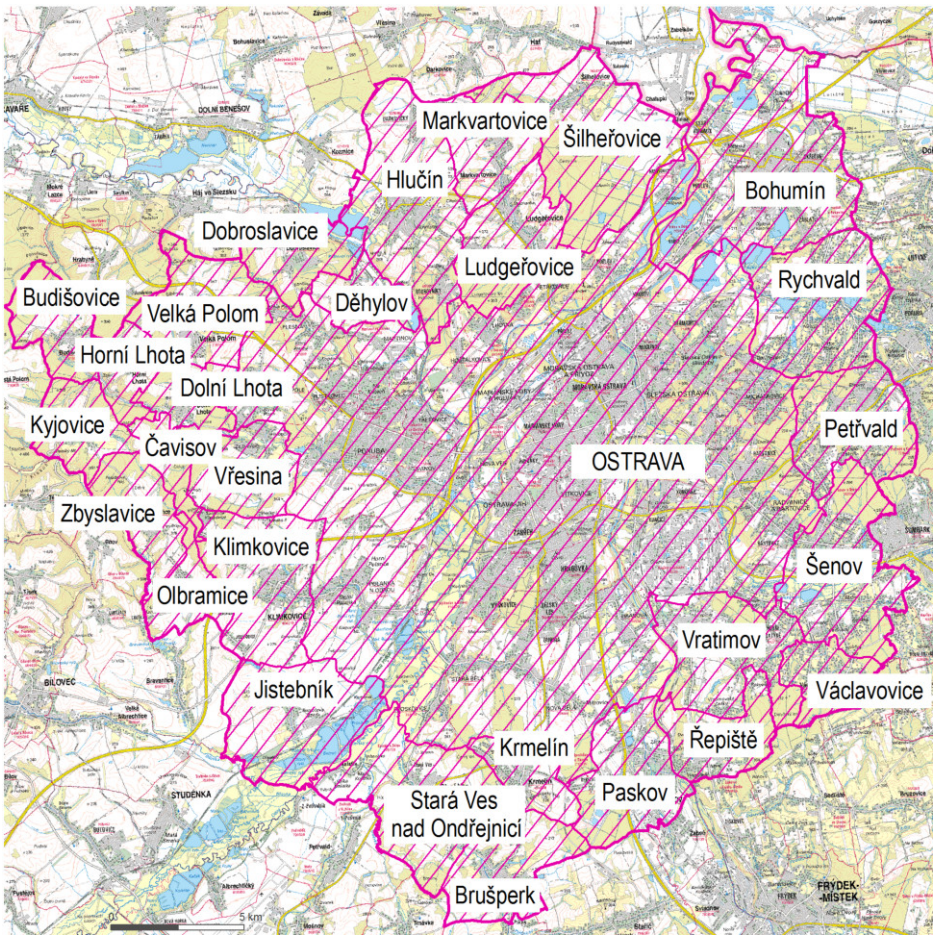
Město Olomouc pokrývá pouze jedna tarifní zóna, a to 71, kterou tvoří kromě kompaktní zástavby také přilehlé obce Horka nad Moravou, Křelov-Břuchotín, Skrbeň, Samotišky, Bukovany a Bystrovany (obr. 13). Hranice zóny 71 často procházejí územím přilehlé obce tak, že jej rozděluje na hustě osídlenou část obce spadající do zóny 71 a řídce osídlenou část obce mimo zónu 71. Z průběhu hranic zóny 71 podle Dopravního podniku města Olomouce bylo vymezeno město Olomouc pro účely zpracování tak, že každá obec spadající do zóny 71 i jen částí území byla celá přiřazena k tomuto vymezovanému zájmovému území města Olomouce. Z pohledu počtu adresních bodů není z 15 801 budov v těchto obcích v zóně 71 celkem 362 budov, tj. 2,3 %. Celková plocha vymezeného území města pro potřeby dalších analýz činí 139,6 km^2.

Město Ostrava pokrývá celkem čtyři tarifní zóny, které jsou sdruženy pod názvem „oblast Město“ (obr. 14). Okolí Ostravy se silnými dojížďkovými vazbami na Ostravu spadá do dalších 11 tarifních zón tvořících pásmo s názvem „Ostrava XXL“ kolem oblasti Město. Pro vymezení zájmového území města Ostravy byla Ostrava XXL rozšířena o celá území obcí, které do pásma zasahovaly pouze částečně. Celkově tedy vymezené území města Ostravy zahrnuje 29 obcí s celkovou plochou 529,8 km^2.

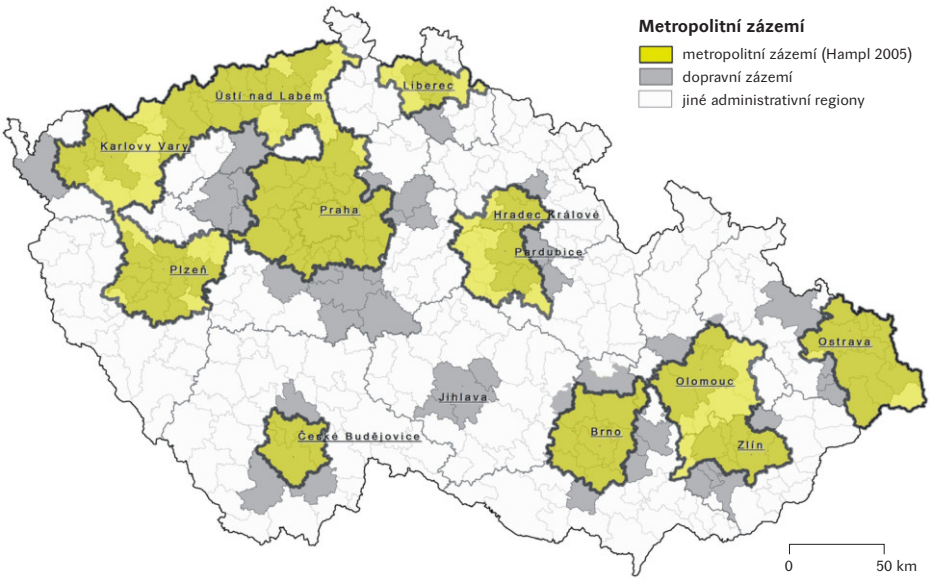
3.1.2. Vymezení regionu

Pro vymezení regionu byla zvažována řada alternativ vycházejících z již ověřených a využívaných metodik.

První možností vymezení regionů Olomoucka a Ostravska bylo využití metodiky Hampla (2005), který je jedním z nejvýznamnějších českých geografů zabývající se socioekonomickou regionalizací území Česka. Hampl se zpracováním dojížďkových regionů ze Sčítání lidu, domů a bytů zabýval již od roku 1961, postupně však metodika procházela vývojem a změnami, které vedly ke zpřesňování kritérií pro vymezování (obr. 15). Hampl však vždy vymezoval regiony na základě nejsilnějšího proudu vyjížďky (původně denní vyjížďky, v roce 2011 už vyjížďky celkové) do zaměstnání s použitím velikostních kritérií.



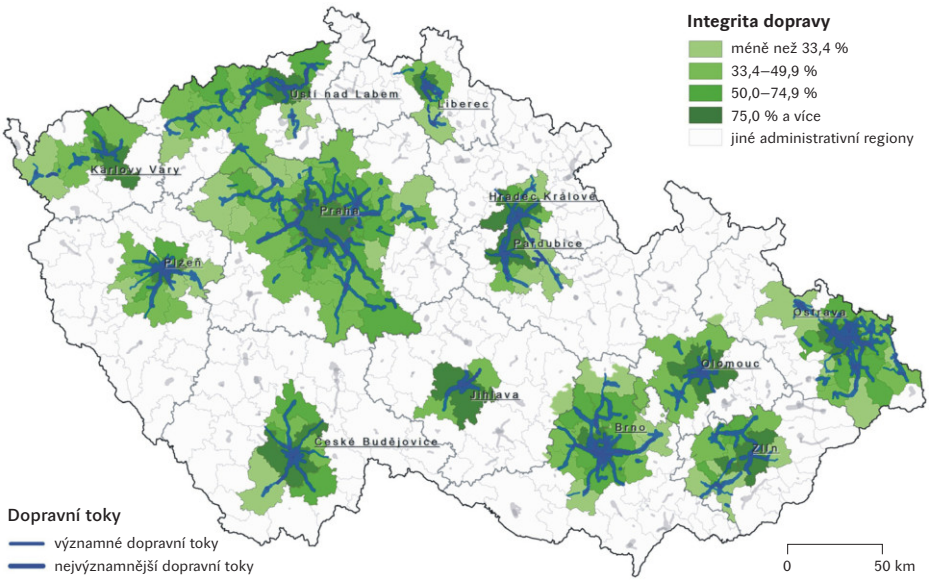
Obr. 14 – Vymezení zóny Ostrava XXL. Zdroj: ČÚZK, RSO ČSÚ.



Obr. 15 – Dojížďkové regiony podle Hampla. Zdroj: upraveno z Kraft, Halás, Vančura (2014, s. 29).

Tyto regiony označuje jako mikroregiony 1. stupně. V metodice záměrně není sledována dojížďka do škol z důvodu hierarchické smíšenosti vztahů k různým stupňům škol. Jak Hampl (2005) vysvětluje, dojížďka do zaměstnání je nejintenzivnější formou prostorové mobility. Nicméně již neuvádí, jaké by byly regiony definované podle jiných typů dojížďky. Seskupováním vytvořených mikroregionů 1. stupně vytváří celky vyšších stupňů – mikroregiony 2. stupně, mezoregiony a makroregiony. Tato metodika však byla jako alternativa pro vymezení regionu Olomoucka a Ostravska vyloučena. Důvodem bylo potlačení dojížďkových vazeb do Olomouce z Litovelska a Uničovska a také spojení dojížďkového regionu Olomouce a Zlína bez viditelné hranice mezi spádovostí obcí do těchto center.

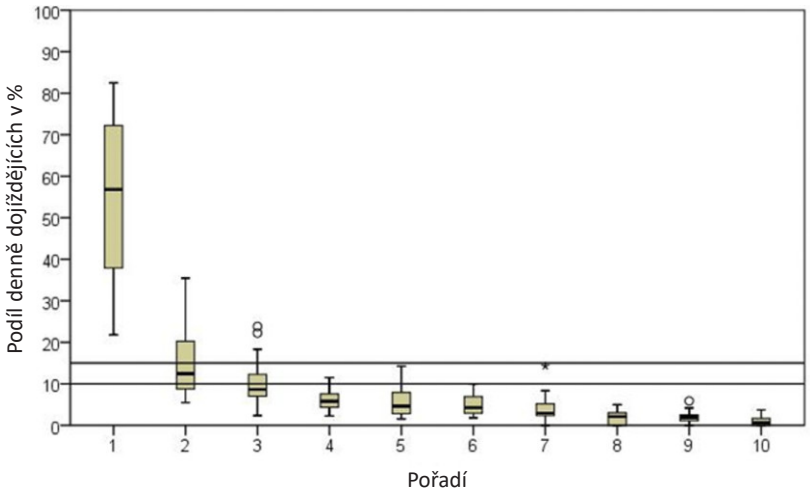
Druhou alternativou vymezení regionů Olomoucka a Ostravska bylo využití intenzity dopravních proudů. Tato metodika má však hned několik zásadních nedostatků pro účely vymezení zájmové oblasti v této studii. Prvním nedostatkem je skutečnost, že nelze oddělit denní a nedenní dojížďku, což by se významně podepsalo na výsledku. Druhým nedostatkem je absence informace o počtu dojíždějících osob, jelikož proudy je možné rozdělit pouze na typy vozidel o různé maximální možné kapacitě obsazenosti. Při vymezení regionu Olomoucka touto metodikou chyběla oblast jihovýchodně od Olomouce (okolí Přerovska, Lipníku nad Bečvou a Hranic), která má silnou dopravní vazbu na Olomouc. Kvůli výše uvedeným problémům a nedostatkům byla i tato metodika zamítnuta.



Obr. 16 – Regiony podle intenzity dopravních proudů. Zdroj: upraveno z Kraft, Halás, Vančura (2014, s. 27)

Třetí možností bylo vymezení na základě nejnovějších metodik, které pracují s denní dojížďkou jako datovou základnou pro vymezení funkčních městských oblastí. Oblasti funkčních městských oblastí představují území center osídlení a té části jejich zázemí, která je s centry spjata intenzivními funkčními vazbami. Koncepce vymezení funkčních městských oblastí vychází z jednotné metodiky EU a je založena na kategorizaci měst a vymezení husté zastavěné plochy, která je s dalším urbanizovaným územím propojena silnými dojížďkovými toky. Obecně se obec řadí do funkčních městských oblastí daného spádového centra, jestliže alespoň 15–20 % její pracovní síly dojíždí za prací a pokud většina z nich dojíždí právě do této centrální obce. V některých studiích je však hranice pro zařazení obce do funkčních městské oblasti i vyšší – velikost regionu se zmenšuje a síla vazeb roste. Naopak OECD po rozsáhlých analýzách dochází k závěru, že nejvhodnější hranice pro vymezení funkčních městských oblastí je 15 %, v některých případech je však možné tuto hranici upravit pro konkrétní stát nebo oblast (OECD 2012). Také Maier a kol. (2007) se pokusili vymezit v Česku funkčních městské oblasti na základě skutečně existující intenzivní dojížďky do center osídlení ze SLDB (2011) při použití minimální hranice 25 % vyjíždějících z ekonomicky aktivních zaměstnaných obyvatel obce v zázemí do centra pracovního regionu, které je současně centrem funkční městské oblasti (obr. 16).

Metodika vymezení funkčních městských oblastí byla využita pro účely vymezení regionů Ostravska a Olomoucka, datovou základnu tvořila denní



Obr. 17 – Zařazení obcí podle dojížďkového proudu do Olomouce. Zdroj: SLDB (2011), vlastní výpočty

dojížďka do zaměstnání i do škol ze SLDB (2011). Kritériem pro přiřazení obce do vymezeného regionu byla hranice 10% podílu z celkové vyjížďky z dané obce do Ostravy/Olomouce. Kromě obcí, kde je Ostrava a Olomouc nejsilnějším (tedy prvním) proudem dojížďky je zařazeno také cca 75 % obcí na druhém místě a cca 50 % obcí na třetím místě (obr. 17). Nekompaktnost regionu byla vyřešena pravidlem, že pokud do vymezeného regionu spadá POÚ daného SO POÚ, tak do regionu Ostravsko, resp. Olomoucko, spadají všechny obce v daném SO POÚ. Metodika byla kvůli SO POÚ Kojetín rozšířena o podmínku existence významného dojížďkového toku (z Kojetína není významný tok do Olomouce, ale severní polovina tohoto POÚ spáduje významně do Olomouce; především Tovačov se 130 dojíždějícími, což je 30 %).

3.2. Určení a popis výchozích míst mobility

Pro podrobnou analýzu dostupnosti je nutné určit přesně místa startu mobility, tedy i místa, vůči kterým je mobilita hodnocena. Agregace na obce či dokonce vyšší územní jednotky vede k přílišné generalizaci startu, a tedy i k přílišné aproximaci výsledného hodnocení na často různorodé území a zpravidla tím dochází i k nadlepšení výsledků, protože referenční bod v obci má zpravidla lepší dostupnost než většina ostatního území. Vedle polohy bylo také potřebné zjistit, kolik obyvatel zde bydlí, případně s jakými charakteristikami. V kapitole jsou představeny nejvýznamnější datové zdroje využitelné pro analýzy mobility.

3.2.1. Registr obyvatel

Oficiálním výchozím bodem mobility obyvatel je místo trvalého bydliště. Od roku 2012 je základním zdrojem dat o evidenci obyvatel Registr obyvatel v návaznosti na Registr územní identifikace, adres a nemovitostí. Registr obyvatel obsahuje údaje o všech občanech Česka, cizincích s povolením k pobytu v Česku nebo těch, jimž byla udělena mezinárodní ochrana formou azylu nebo doplňkové ochrany. Do Registru územní identifikace, adres a nemovitostí jsou automatizovaně přebírány také veškeré údaje týkající se změn adres, např. změna názvu ulice či přečíslování domu. Základem je Informační systém evidence obyvatel, který je v působnosti Ministerstva vnitra ČR (gestor), spolupracují Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR a ČSÚ. Registr obyvatel je však neveřejný a data v něm uložená nejsou veřejnosti k dispozici. Registr sdílí potřebná data s ostatními základními registry.

3.2.2. Informační systémy místních samosprávných úřadů

Zejména pro historická data (před rokem 2012 v souvislosti se zavedením Registru obyvatel) je možné využít anonymizované exporty dat o obyvatelích z městských či obecních informačních systémů. V případě modelování situace z roku 2011, např. k datu SLDB (2011), je výhodné využít takového zdroje dat. Export může obsahovat následující údaje: rok narození, počítačové číslo domu trvalého pobytu, kódy územních jednotek a ulice, název části obce, PSČ, název ulice, číslo popisné a orientační. Rovněž je možné je využít jako starty mobility a vyhodnocování profilů dostupnosti lokality pro door-to-door zkoumání, případně po agregaci na geometrické jednotky např. čtverce o hraně 100 metrů.

3.2.3. Registr územní identifikace, adres a nemovitostí

Veřejně přístupné jsou prostorové informace uložené v Registru územní identifikace, adres a nemovitostí, kde jsou zachyceny a vedeny základní identifikační a lokalizační údaje, vztahující se ke sledovaným prvkům v území (linie, plochy, body) a vzájemné časové a územní vazby mezi těmito prvky. Gestorem registru je Český úřad zeměměřický a katastrální ve spolupráci s ministerstvem vnitra, ministerstvem životního prostředí, ministerstvem zemědělství, ministerstvem pro místní rozvoj a orgány samosprávy. Registr je postaven na již vytvořeném Informačním systému katastru nemovitostí, data jsou ukládána do Informačního systému územní identifikace, jehož editorem je Český statistický úřad, obce a stavební úřady. Oba systémy jsou propojeny do centrálního Informačního systému základních registrů. K datům z Registru územní identifikace, adres a nemovitostí lze zdarma přistupovat přes Veřejný dálkový přístup (http://vdp.cuzk.cz/), kde je možné je stahovat v podobě souborů GML

(anglicky *„Geography Markup Language“*). V souvislosti s definováním bydliště obyvatel jsou nejdůležitější součástí Registru územní identifikace, adres a nemovitostí adresní body. Jejich atributová složka však neobsahuje žádné informace o počtu obyvatel.

3.2.4. Statistické budovy

Zdrojem dat, který obsahuje jak přesnou polohu adresního bodu, tak počet obyvatel je datová vrstva s názvem „Statistické budovy (vchody k bytům)“ poskytovaná ČSÚ za úplatu. Počet obyvatel je v datech uveden pouze za rok 2011 (jak trvalý, tak obvyklý pobyt) a jedná se o data ze SLDB (2011).

3.2.5. Mikrodata SLDB

V rámci SLDB jsou ČSÚ sbírána individuální data o obyvatelích, domech a bytech; po zpracování jsou poskytována ve formě agregovaných dat vybraných charakteristik pro různé územní a územně evidenční prvky (kraj, okres, obec, katastrální území, ZSJ a statistické obvody). Nejpodrobnější jednotkou je statistický obvod, což je maximálně 140 bytů nebo 400 obyvatel. Tato data je možné v odůvodněných případech pro potřeby výzkumu poskytnout ve formě tzv. mikrodat. Jde o výběr atributů k anonymizovaným osobám, skupina osob je pak poskytována za ZSJ, resp. jejich spojení v případě nesplnění požadavku na anonymitu. Ochrana osobních údajů byla zajištěna prostorovou anonymizací dat na úrovni ZSJ. K tomu byla vytvořena prostorová *n*-tina „Území“, kde počty obvykle bydlících a hospodařících domácnosti v základních sídelních jednotkách do 50 obvykle bydlících, resp. 20 hospodařících domácností byly sloučeny s nejbližší ZSJ v rámci obce do území, které splňovalo toto 50/20 kritérium. Jedná se o nejpodrobnější statistická data, ke kterým lze pro účely výzkumu v České republice získat přístup. Data jsou získávána ze SLDB a z hlediska sledovaných údajů odpovídají datům poskytovaným ze SLDB za ostatní územní jednotky (např. obce).

K anonymizovaným osobám byla připojena data o pohlaví obyvatele, roku narození osoby, nejvyšším ukončeném vzdělání osoby, ekonomické aktivitě obyvatele, zaměstnání osoby, odvětví její ekonomické/hlavní činnosti, frekvence dojížďky do místa pracoviště nebo školy obyvatele, způsobu dopravy do místa pracoviště nebo školy a době trvání denní dojížďky do místa pracoviště nebo školy osoby.

3.2.6. Moderní zdroje dat

Kromě oficiálních, státem sbíraných dat o trvalém bydlišti obyvatel existuje celá řada dalších zdrojů dat, které mnohdy poskytují přesnější a aktuálnější informace o skutečné poloze a pohybu obyvatel. Skutečná poloha obyvatel je

zejména v průběhu dne velmi odlišná od oficiálních údajů. Problémem těchto dat je však jejich častá nedostupnost, ať už z důvodu ceny, nekompletnosti, nebo jiných objektivních kritérií.

Je možné využít například data z Celostátního sčítání dopravy, která jsou však svojí podrobností pro analýzy uvnitř měst nedostatečná. V rámci těchto dat jsou navíc sledovány celkové objemy přepravy, nikoliv konkrétní zdroje nebo cíle. Mnohem vhodnější, avšak z finančního a legislativního hlediska stále velmi nedostupná, jsou data od mobilních operátorů, např. Calabrese a kol. (2013), Kahrik a kol. (2015) a Novák, Temelová (2012). V nedávné době tato data ve větším rozsahu (avšak agregovaná do základních sídelních jednotek) pořídil v Česku IPR Praha (Čtyroký, Novotný, Soukup 2016).

Mezi další zdroje dat o pohybu obyvatel patří např. data z GPS přijímačů taxi služeb (např. Castro, Zhang 2013), nebo data z nejrůznějších sensorů (např. Pelegri a kol. 2002). Informace o poloze jsou sbírány také prostřednictví nejrůznějších sociálních sítí (např. Facebook, Foursqaure, Twitter), blíže popisuje možné využití těchto dat například Hawelka a kol. (2014). Další možný sběr dat je prostřednictvím aplikací pro mobilní telefony, nebo pomocí tzv. *„wearables“* (nositelné elektroniky), které umožňují sledovat sportovní aktivity, např. *Endomondo*, *Strava* nebo *Runkeeper*, což je popsáno například v publikaci Fortheringham (2014). Z dalších zdrojů lze zmínit např. kamerové systémy (např. Wang 2013), analýzu dat logů přístupových bodů WiFi sítí (např. Sapiezynski a kol. 2015) nebo dálkový průzkum Země (např. Liverman a kol. 1998).

Významným zdrojem dat o mobilitě osob či skupin a také parametrech dopravy jsou data ze sledování flotily vozidel (*Floating Car Data*). Tyto data umožňují jak sledování pohybu obyvatel, tak především zjišťování cestovní rychlosti v silniční síti, které jsou zásadním zdrojem pro většinu inteligentních dopravních systémů. Umožňují identifikovat zácpy, kolony, aktuální i průměrné rychlosti v daném místě a čase. V Česku existuje Centrum pro rozvoj dopravních systémů RODOS, které je největším současným subjektem působícím v oblasti aplikovaného výzkumu v odvětví dopravy se zaměřením na monitorování (RODOS 2014).

V rámci měst je významným zdrojem dat také terénní šetření jednotlivých dopravců (např. Zajíčková 2012), podrobná analýza jízdních řádů (např. Ivan 2010b, 2016) nebo dotazníkové šetření (např. Burian a kol. 2014; Heisig, Burian, Mišijovský 2011).

Prakticky všechny tyto zdroje dat jsou buď nedostupné (legislativně nebo finančně), nekompletní (pouze vybraná skupina obyvatel), nebo pokrývají pouze omezené území (např. jedno město). Z těchto důvodů jsou data vhodná pouze pro některé typy analýz, které jsou obvykle zaměřené na velmi úzké výzkumné téma.

3.3. Výpočet mediánových středů

Modelování dojížďky z každého bydliště je v současnosti nereálné kvůli výpočetní náročnosti. Proto se hledala adekvátní forma agregace. Bylo zvažováno využití částí obce (dílů) a ZSJ (základní sídelní jednotky), výsledky srovnání jsou uvedeny níže.

3.3.1. Srovnání ZSJ a částí obce

Jelikož obce jsou důležitým zdrojem toků, respektive obyvatelé obcí a informace o nich, byly srovnány pro potřeby stanovení zástupných administrativních jednotek a jejich reprezentativních bodů ZSJ a částí obce. Hranice těchto dvou dělení se překrývají, nicméně ZSJ umožňuje rozlišit prostorové jednotky v rámci větších měst a obcí s nepravidelným rozdělením zástavby. Proto se jeví jako vhodná reprezentace území pomocí ZSJ, jelikož věrněji zobrazují prostorové rozložení zástavby – adresních bodů, ze kterých byly následně stanoveny reprezentativní body v sledovaném území. A to zejména v případě větších měst, rozlehlých obcí a při nepravidelném rozmístění zástavby. Rovněž v případě modelování hypotetické dojížďky do obchodních center v Olomouci bylo využito středů ZSJ (Klapka a kol. 2013).

Atributy o obyvatelích v jednotlivých ZSJ poskytl ČSÚ. Tato mikrodata ze SLDB (2011) jsou anonymizována tak, aby nebylo možné dohledat, ke kterému jedinci z daného ZSJ atributy patří. Aby bylo možné plně využít informace o obyvatelích z mikrodat, bylo nutné vytvořit vrstvu těchto sloučených prostorových jednotek, a to včetně sloučené vrstvy adresních bodů těchto prostorových jednotek pro vytvoření reprezentativních bodů.

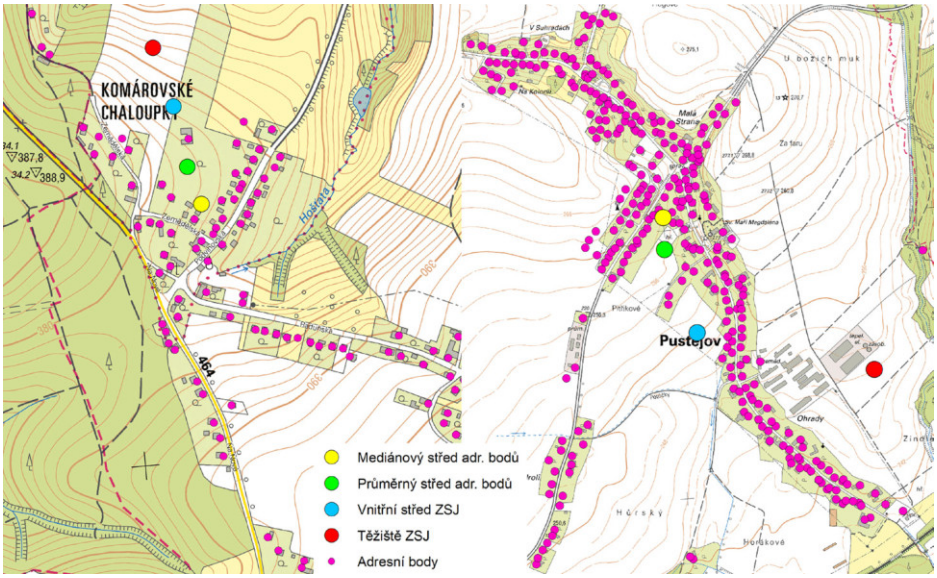
3.3.2. Stanovení reprezentativních bodů v ZSJ

Pro vytvoření reprezentativního bodu sloučených prostorových jednotek ZSJ byly vyzkoušeny čtyři metody – těžiště, vnitřní těžiště, průměrný střed a mediánový střed. Těžiště uzavřeného nepravidelného mnohoúhelníku lze spočítat jako vážený průměr těžišť trojúhelníků, do nichž rozdělíme celou plochu. Váhou každého jednoho těžiště je plocha trojúhelníka, ke kterému těžiště náleží. Formulace výpočtu je uvedena například ve studii Stroud (1971).

Vnitřní těžiště bylo určeno stejným způsobem, avšak když toto těžiště spadalo mimo daný uzavřený polygon, bylo posunuto do prostoru uzavřeného polygonu tak, aby tato pozice byla co neblíže původní polohy těžiště.

Průměrný a mediánový střed sloučených jednotek ZSJ byl vypočítán ze souřadnic X a Y adresních bodů uvnitř daného ZSJ. Průměrný střed se vypočte jako aritmetický průměr obou souřadnic.

Mediánový střed je vypočítáván iterační procedurou. V každém kroku algoritmu je nalezen kandidát na mediánový střed ze souřadnic X^t a Y^t adresních



Obr. 18 – Rozdíl mezi reprezentativními body ZSJ v sídle Komárovské Chaloupky (vlevo) a v obci Pustějov (vpravo). ZSJ – základní sídelní jednotka. Zdroj: podkladová mapa © ČÚZK, RSO ČSÚ, vlastní výpočty.

Obr. 19 – Reprezentativní středy sloučených prostorových jednotek ZSJ v Ostravě a Olomouci. ZSJ – základní sídelní jednotka. Zdroj: podkladová mapa © ČÚZK, RSO ČSÚ, vlastní výpočty.

bodů, a potom je v každém kroku upraven, dokud není dosaženo minima euklidovské vzdálenosti d ke všem adresním bodům v dané prostorové jednotce (Burt, Barber 1996):

$$d_i^t = \sqrt{(X_i - X^t)^2 + (Y_i - Y^t)^2}$$

Následovalo porovnání výsledků pro několik obcí regionů Ostravsko a Olomoucko. Na obrázku 18 je patrný velký rozdíl v rozmístění reprezentativních středů. Těžiště byly stanoveny samozřejmě s ohledem na tvar území (zde obec Komárovské Chaloupky), nicméně průměrný a mediánový střed zastavěného území vhodně odráží rozmístění zástavby v obcích a je rovněž blízko silniční sítě. Mediánové středy byly obecně nejblíže zástavbě, a zejména silniční sítě.

Obrázek 19 poskytuje srovnání všech čtyř reprezentativních bodů – středů v Ostravě a Olomouci. Jelikož ZSJ měly v městech často pravidelný tvar, nebyly zde velké rozdíly, až na výjimky u málo zastavěných nebo nepravidelných velkých ZSJ.

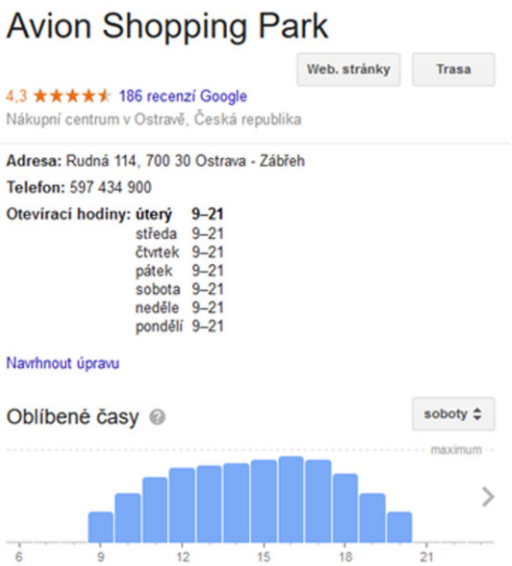
Na základě těchto srovnání byl vybrán jako reprezentativní bod sloučených prostorových jednotek ZSJ mediánový střed, který nejvěrněji reprezentuje rozmístění adresních bodů. Při simulacích dostupnosti byly využity i rovněž náhodně vybrané reprezentativní body z adresních bodů pro potřeby citlivostní analýzy.

3.4. Určení a popis cílových míst mobility

Vedle popisu zdroje mobility je potřebné podrobně identifikovat a popsat cíle dojíždění. Tím rozumíme zejména určení jejich přesné polohy, klasifikace (správné rozlišení cílů pro jednotlivé typy účelu dojíždění) a rovněž hodnocení jejich atraktivnosti.

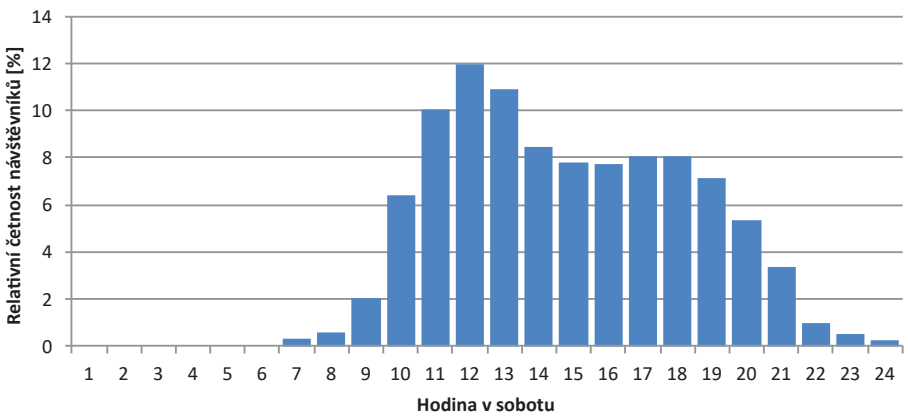
Nejčastějšími a také nejvíce analyzovanými cíli dojížďky jsou místa zaměstnání (např. Ivan 2010b) nebo školy. Kromě toho dochází k mobilitě obyvatel také z důvodu návštěvy úřadů, zdravotnických zařízení, obchodů a ostatních cílů (sport a zábava). Datové zdroje jsou pro každé téma velmi různorodé, a to jak po stránce kvality, tak také z hlediska aktuálnosti, přesnosti nebo úplnosti.

Pro potřeby komplexního hodnocení a modelování mobility obyvatelstva je nutné provést identifikaci cíle (identifikace podle názvu, identifikačního čísla a kontaktu), jeho klasifikaci (často vícenásobná, protože zařízení slouží jak návštěvníkům tak i jako pracoviště zaměstnancům), ověřit jeho polohu a působnost (např. problém sídel a poboček nebo provozoven), provést lokalizaci cíle pomocí geokódování a jako závěrečný krok zjistit parametry každého z cílů (zejména kapacitu například v podobě počtu zaměstnanců, studentů, pacientů nebo návštěvníků a otevírací/návštěvní/pracovní dobu). Zjišťování takových údajů je poměrně obtížné. U některých zdrojů dat je možné získat vhodnou informaci o kapacitě či počtech lidí, což je popsáno dále u jednotlivých kategorií.



Obr. 20 – Ukázka informací poskytovaných vyhledávačem Google. Zdroj: Google (2016).

Návštěvnosti jednotlivých zařízení lze odhadnout pomocí *Google Search* a jeho funkce *Oblíbené časy*, zejména v situaci nedostatečného počtu údajů z dotazníkového šetření. Funkce využívá souhrnné a anonymizované údaje uživatelů, kteří se rozhodli přihlásit do Historie polohy Google, a zobrazují se pouze u firem, u kterých Google dosáhne dostatečný počet registrovaných návštěv (Google 2016). Například, obrázek 20 ukazuje distribuci sobotní návštěvnosti největšího obchodního centra v Ostravě. Z Google nebyly získány skutečné ani relativní počty návštěvníků, nicméně na základě kvantifikace individuálních obrázků



Obr. 21 – Návštěvnosti hypermarketů a obchodních center v Ostravě během soboty. Zdroj: Google (2016), vlastní výpočty.

grafů pro 8 hlavních obchodních center a hypermarketů byla určena průměrná návštěvnost obchodního centra v sobotu za celou Ostravu (obr. 21).

Vhodnější je však typologický přístup, kdy se jednotlivá zařízení klasifikují do určitých kategorií a pro ně se odhaduje návštěvnost. U větších obchodů byla jako kapacita využita hodnota určující rozlohu prodejní plochy (informace získané z dat od společnosti *Incoma GfK Czech Republic*). Pro velká obchodní centra se provede prostý součet individuálních hodnot. Pro malé obchody bylo provedeno rozdělení podle nabízeného sortimentu, např. drogerie, elektro, hobby, a následně odhadnuta velikost pro vybrané skupiny. K tomu je využito dvou přístupů:

– Hodnocení podle výsledků dotazníkového šetření – Z dotazníkového šetření provedeného v obou městech na vzorku více než 500 obyvatel pro každé město byla vyhodnocena četnost návštěvnosti jednotlivých zařízení. Návštěvnost byla hodnocena v následujících kategoriích: denně, obden, 2krát v týdnu, 1krát v týdnu, 1krát v měsíci, méně často, vůbec.
– Hodnocení podle expertního odhadu – Expertní hodnocení bylo provedeno pěti experty, každý z nich ohodnotil podle vlastního odborného úsudku četnost návštěv jednotlivých zařízení. Jednotlivá hodnocení byla následně zprůměrována a výsledné číslo bylo použito jako expertní odhad. Návštěvnost byla hodnocena v následujících kategoriích: denně, obden, 2krát v týdnu, 1krát v týdnu, 1krát v měsíci, vícekrát za rok, 1krát za rok, méně než 1krát za rok, vůbec.

Jednotlivé způsoby vyjádření atraktivnosti pochopitelně nelze spojovat v rámci jednoho hodnocení či modelování.

Získat konkrétní údaje o časovém režimu všech cílů není zpravidla reálné. Proto se uplatňuje metoda vlastního výběrového šetření, založená na zjištění informací pro náhodně vybraný stratifikovaný vzorek a následně uplatnění průměrné hodnoty na všechny neověřené cíle dané kategorie.

Dále následuje popis hlavních zdrojů dat pro určení jednotlivých typů cílů.

3.4.1. Zaměstnavatelé

Jedním ze základních registrů v Česku je Registr osob. Registr osob je státem zřizovaný registr, který obsahuje údaje o všech ekonomických subjektech v Česku, tedy o všech právnických osobách, podnikajících fyzických osobách, organizačních složkách státu a organizačních složkách zahraničních právnických osob. Registr osob obsahuje základní identifikační údaje o osobách, jejich provozovnách a statutárních zástupcích. Registr osob automatizovaně přebírá změny příslušných údajů ostatních základních registrů veřejné správy. Gestorem je Ministerstvo spravedlnosti ČR, spolupracují ČSÚ a Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR. Registr osob obsahuje základní identifikační údaje o osobách, jejich provozovnách a statutárních zástupcích. Údaje a vazby v Registru osob

mají referenční charakter, což znamená, že jsou v daný okamžik aktuální, platné a jednotné pro použití v agendách státní správy, bez nutnosti jejich dalšího ověřování. Registr osob neudržuje historické údaje o osobách.

Dalším ze státních registrů je Registr ekonomických subjektů, který je veden podle §20 zákona č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě. Zápis do Registru ekonomických subjektů má pouze evidenční význam. Registr ekonomických subjektů se průběžně aktualizuje a jeho časový snímek (stav ke konci měsíce) je přístupný na internetových stránkách ČSÚ. Každé čtvrtletí jsou k dispozici informace o počtu evidovaných subjektů podle vybraných základních třídících hledisek. V registru bohužel nejsou vedeny pobočky jednotlivých firem.

Informace o firmách působících v Česku jsou sledovány také soukromými firmami. Jedná se například o databázi firem vedenou společností *Seznam, a. s.* nebo společností *Bisnode Česká republika, a. s.*, která nabízí databázi *Albertina – Firemní monitor* (dále AFM). AFM představuje unikátní databázi všech registrovaných firem a organizací v Česku, podchycuje základní údaje o více než 2 300 000 podnikatelských i neziskových subjektech, vychází bez přerušení již od jara 1992. Kromě základních údajů o jméně, sídle, provozovnách a identifikaci firmy obsahuje také předmět činnosti, počet zaměstnanců, specifikaci právní formy, druhu vlastnictví atd. K některým záznamům jsou doplněny telefony, faxy, resp. e-mailové a URL adresy, informace o ročních obratech, základním jmění, kompletní účetní závěrky za několik let, údaje o dceřiných společnostech či dlužnících a věřitelích. Pravidelně jsou aktualizovány kompletní informace z obchodního rejstříku a u všech těchto subjektů jsou k dispozici jména a pozice statutárních zástupců. O jednotlivých subjektech jsou vedeny informace jak o sídlech, tak o dílčích provozovnách. Počet zaměstnanců je veden nikoliv v konkrétních počtech, ale pouze dle zařazení do velikostních kategorií. Navíc je tento údaj uveden pouze u přibližně poloviny subjektů.

Využití dat z AFM je omezeno dvěma skutečnostmi. Podnikatelské organizace nejsou v Česku evidovány podle místa podnikatelských aktivit, ale podle sídla organizace. Tento problém má za následek mírné pokřivení zkoumané reality na daném území z toho důvodu, že v něm mohou chybět významné podniky, jejichž sídlo je na jiném území, např. v Praze. Od roku 2003 databáze AFM poskytuje informaci o provozovnách většiny evidovaných ekonomických subjektů, avšak u nich eviduje pouze informace týkající se lokalizace pobočky v daném území. U těchto provozoven již nejsou k dispozici ekonomické údaje ani údaje o počtech zaměstnanců, jako je tomu v případě sídel podniků. Možným řešením tohoto problému je provést výběr zkoumaných ekonomických odvětví tak, aby bylo zajištěno, že sídlo podniku bude odpovídat jeho provozovně (Kukuliač 2014), tj. zkoumat mobilitu jen pro vybrané kategorie zaměstnání. Dalším problémem je aktuálnost dat. V registru organizací jsou evidovány i firmy, které již nepodnikají nebo podnikají pouze v jedné z mnoha pro sebe registrovaných činností. Dále nelze zaručit, že je subjekt správně zařazen do velikostní skupiny či ekonomického odvětví. Mezi výhody této databáze

Tab. 5 – Rozdíly počty zaměstnanců v různých zdrojích dat

Okres	ZAMUP	ZAMMF	Rozdíl v %
Bruntál	16 717	30 790	54
Frýdek-Místek	49 227	86 651	57
Karviná	51 207	82 582	62
Nový Jičín	36 447	58 075	63
Opava	33 383	62 700	53
Ostrava-město	98 099	205 489	48

Zdroj: MF a ÚP, vlastní výpočty

patří zejména fakt, že zahrnuje všechny registrované subjekty, struktura dat je velice přehledná a podrobná a umožňuje zatřídění do pětimístné odvětvové klasifikace rkonomických činností (OKEČ; od roku 2008 se používá klasifikace NACE; Kukuliač 2014).

Na problém hodnocení průmyslových aktivit kvůli nedostatečně přesným a neaktuálním datům zejména pro detailní hodnocení distribuce zaměstnavatelů upozorňuje již Toušek, Kunc, Vystoupil a kol. (2008).

Žádný z dosud uvedených zdrojů informací o zaměstnavatelích neeviduje aktuální informace o počtu zaměstnanců. Ty jsou však každoročně sledovány jednotlivými úřady práce. Problémem je však nejednotnost způsobu evidence a aktualizace těchto dat nejen mezi jednotlivými kraji, ale také v rámci jednoho pracoviště. Například v Olomouckém kraji jsou evidovány firmy až od 100 zaměstnanců, zatímco v Moravskoslezském kraji se evidují již od 25 zaměstnanců (a ve vybraných případech i méně). V datech bohužel není rozlišován počet zaměstnanců na jednotlivých pobočkách (jsou uváděny spíše výjimečně) a počty zaměstnanců jsou tedy uváděny celkově za organizaci v daném okrese.

Počty zaměstnanců za jednotlivé obce jsou také sledovány Ministerstvem financí. Vychází z vyúčtování daně z příjmu, kdy je sledován poměr počtu zaměstnanců v obci vůči celkovému počtu zaměstnanců takto vykázaných v Česku. Údaje jsou vztaženy k 1. prosinci předcházejícího kalendářního roku. Na základě tohoto poměru je stanoveno procento, kterým se jednotlivé obce podílejí na výnosu daně. Data jsou aktualizována každoročně, avšak jsou uváděna pouze za sídla firem.

Jak velké jsou rozdíly v počtu zaměstnanců mezi oběma zdroji, uvádí na příkladu okresů Moravskoslezského kraje tabulka 5.

U většiny zaměstnavatelů je velmi obtížné zjišťovat pracovní dobu, neboť není v žádné z existujících databází evidována. Informace na úrovni celého Česka poskytuje Český statistický úřad na základě vlastních šetření, avšak informace vztažené ke konkrétnímu zaměstnavateli lze získat pouze přímým dotazem na zvolený subjekt. Je možné využít i vlastní výběrové šetření.

3.4.2. Školy

Informace o školách lze najít i v nespecifických zdrojích dat, například v Registru osob, Registr ekonomických subjektů, AFM či CEDA, ve kterých jsou uvedeny jejich základní kontaktní údaje stejně jako pro jiné organizace. Výhodnější a spolehlivější je však použít zdroje dat přímo určené k evidenci škol.

Informace o školách jsou evidovány v rejstříku škol a školských zařízení, v tzv. školském rejstříku. Jedná se o veřejný rejstřík, který je zpřístupněn na webových stránkách http://rejskol.msmt.cz/ a http://stistko.uiv.cz/, kde lze data ukládat do souboru formátu XLS. Rejstřík je veden jednotlivými krajskými úřady a Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. V rejstříku jsou vedeny informace o mateřských školách a školských zařízeních zřízených MŠMT, ostatních školách (tj. základních školách, středních školách, vyšších odborných školách a základních uměleckých školách), školských zařízeních pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, školských zařízení pro výkon ústavní nebo ochranné výchovy nebo pro preventivně výchovnou péči, školských účelových zařízeních, v nichž se uskutečňuje praktické vyučování. O každé škole nebo školském zařízení je zapisována celá řada údajů, zejména potom informace o druhu školy, názvu, adrese, vyučovaných oborech a počtech studentů.

Údaje o školách si vedou i některé městské úřady a magistráty. Například Městský úřad v Karviné má na svém webu k dispozici seznam organizací zřízených nebo založených městem. Evidují mateřské a základní školy včetně odloučených pracovišť a k dispozici jsou i odkazy na webové stránky jednotlivých škol. Podobné informace jsou dostupné i na webu Městského úřadu Nový Jičín nebo Opava. Nicméně tyto seznamy nejsou kompletní a často evidují jen školy zřizované městem.

Data z veřejně přístupného rejstříku neobsahují počty studentů, které je však možné získat od příslušných krajských úřadů. Krajské úřady vedou evidenci škol zřizovaných krajem, obcemi, církevními a soukromými subjekty na svém území, v jejich seznamech tak chybí školy zřizované ministerstvy. Dalším možným zdrojem dat o kapacitě škol jsou informace uváděné na webu Firmy.cz (Mapy.cz), provozovaném společností *Seznam.cz, a. s.* Otevírací doba škol není evidována a závisí jak na typu školy, tak zejména na konkrétní škole a jejím rozvrhu. Obvyklou otevírací dobu lze však vyvodit dle typu školy, případně je možné tyto informace ověřit vlastním šetřením.

3.4.3. Zdravotnická zařízení

Informace o zdravotnických zařízeních jsou evidovány v Národním registru poskytovatelů zdravotních služeb, který obsahuje kompletní přehled o všech poskytovatelích zdravotní péče v Česku, bez ohledu na jejich zřizovatele. Eviduje všechny typy zdravotnických pracovišť (nemocnice, samostatné ordinace, specializovaná pracoviště atd.) včetně dětských domovů, lázní, hospiců,

lékáren, optik atd. Registr poskytuje údaje o profilu a rozsahu péče poskytované jednotlivými zdravotnickými zařízeními, obsahuje kontaktní údaje na daná zdravotnická zařízení a další podrobnější informace. K vyhledání aktuálních údajů z Národního registru poskytovatelů zdravotních služeb širokou veřejností slouží aplikace pro vyhledávání nad Národním registrem poskytovatelů zdravotních služeb (https://eregpublicsecure.ksrzis.cz/Registr/NRPZS). Správcem registru je Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, data do registru vkládají a garantují příslušné krajské úřady. Registr je přístupný i jednotlivým poskytovatelům zdravotní péče, kteří editují své kontaktní údaje. V registru jsou také vedeny informace o počtu lůžek a počtu pacientů, které mohou posloužit k posouzení kapacity každého cíle, avšak poskytovány jsou pouze pro ty subjekty, kteří k tomu dali souhlas. U některých zařízení lze najít takové údaje na jejich webových stránkách.

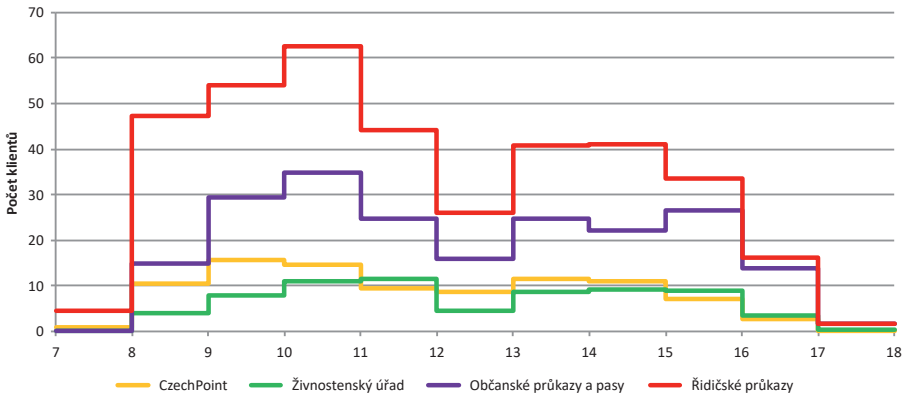
Otevírací doba jednotlivých zdravotnických zařízení je dostupná např. na webu Firmy.cz (Mapy.cz), provozovaném společností *Seznam.cz, a. s.* Bohužel zdaleka ne u všech zdravotnických zařízení. S ohledem na komerční charakter dat jsou tyto informace uvedeny pouze u části subjektů.

3.4.4. Úřady

Ministerstvo vnitra poskytuje Seznam orgánů veřejné moci prostřednictvím Portálu veřejné správy (https://portal.gov.cz). Data jsou publikována v podobě otevřených dat ve formátu XML. Pro každý záznam jsou zde základní informace a jeho identifikační kód. Na adrese http://seznam.gov.cz/ je k dispozici XML soubor s detailními informacemi pro konkrétní záznam. Obsah souborů je aktualizován jednou za 24 hodin. V seznamu jsou obsaženy všechny krajské úřady, ministerstva, obce I. typu, obce II. typu, obce III. typu, statutární města (magistráty) a jejich obvody, orgány státní správy, právnické osoby zřízené ze zákona, právnické osoby s povýšenou datovou schránkou na orgán veřejné moci, podnikající fyzické osoby s povýšenou datovou schránkou na orgán veřejné moci, fyzické osoby s povýšenou datovou schránkou na orgán veřejné moci a ostatní orgány veřejné moci. Evidováno je však pro každý úřad pouze jedno místo, takže v případě úřadů, které sídlí ve více budovách (obvykle ve větších městech), v seznamu tyto informace chybí.

Pro potřeby analýz mobility je vhodné úřady klasifikovat do dvou základních kategorií, a to na úřady spádové a úřady nespádové. U spádových úřadů má smysl posuzovat mobilitu pouze ve spádových oblastech dle místa trvalého bydliště (např. finanční úřad, okresní správa sociálního zabezpečení, stavební úřad, městský úřad). U nespádových úřadů (např. úřad práce) je možné analýzy provádět libovolně napříč celým územím, protože každý občan může navštívit kterýkoliv úřad, nehledě na místo jeho trvalého bydliště.

Seznam úřadů lze získat i v dalších nespecializovaných seznamech, např. POI CEDA, která eviduje kategorie státní úřad, soudní budova a velvyslanectví.



Obr. 22 – Průměrná návštěvnost jednotlivých služeb Magistrátu města Ostrava po hodinách v týdnu 7.–11. 3. 2011 jako ukázka dat z elektronického objednávkového systému. Zdroj: Magistrát města Ostrava (2011), vlastní výpočty.

Otevírací dobu jednotlivých úřadů je možné získat z internetových stránek jednotlivých úřadů. Většina úřadů stejného typu má však otevírací dobu shodnou nebo velmi podobnou, proto lze velmi dobře uplatnit výběrové šetření pro zjišťování takových údajů.

Informace o návštěvnosti úřadů, zejména ve spojení s časovým režimem, je možné využít pro určování pravděpodobné distribuce požadavků občanů na jednotlivé úřady. Podle zákona o poskytování informací lze požádat jednotlivé úřady o počty zákazníků. Pokud mají elektronický objednávkový systém, je možné získat údaje včetně distribuce v jednotlivých dnech a po jednotlivých hodinách či jejich agregaci. Ukázka zpracování dat z elektronického objednávkového systému je na obrázku 22.

3.4.5. Obchody

Obchody jsou jako součást zájmových bodů (POI, anglicky *„points of interest“*) evidovány především soukromými společnostmi. Jedná se zejména o společnosti zaměřené na marketing, např. *Seznam, a. s.*, a na oblast navigačních systémů, např. *Here Maps*, CEDA.

Nejčastěji používanou databází je v Česku databáze s názvem *Zájmové body* (POI) od společnosti CEDA (*Central European Data Agency*). Databáze zahrnuje podrobné informace o objektech a souřadnice jejich polohy v prostoru. U každého bodu zájmu je evidována kategorie objektu v rámci geodatabáze, jeho název, informace o adrese a kontaktní údaje (email, telefon, web). Adresy jsou navázány na oficiální registr adres Registru územní identifikace, adres a nemovitostí. Databáze obsahuje více než 180 000 objektů pro Česko. Data jsou aktualizována dvakrát ročně. Zdrojem dat jsou existující oborové databáze a registry

státních úřadů a institucí, oficiální seznamy komerčních subjektů, informace z webu a také terénní průzkum. Obsahem databáze jsou tedy nejen zájmové body (POI) z oblasti volného času (kina, divadla, muzea, obchody, restaurace, sportoviště atd.), ale také úřady, zdravotnická zařízení, banky nebo soudy.

Pro identifikaci obchodů lze rovněž využít veřejně dostupných zdrojů jako data *OpenStreetMap*. *OpenStreetMap* (http://www.openstreetmap.org) je volně dostupná geografická databáze pokrývající celý svět (nejlépe zpracováno pro USA a západní Evropu). Data jsou vytvářena jednotlivými dobrovolnými uživateli. Malá část dat je začleněna se souhlasem některých státních institucí. Problémem je u této databáze její proměnlivá přesnost, aktuálnost a věrohodnost, což je způsobeno způsobem tvorby dat. Obsahem databáze jsou z oblasti zájmových bodů (POI) prakticky všechny body shodné s databází od společnosti CEDA. Data jsou však ve většině kategorií oproti reálnému stavu neúplná, neaktuální a bez většiny popisných atributů, proto je vhodné je zkontrolovat a upravit. Data jsou volně stažitelná v nativním formátu OSM (*Open Street Map*) nebo v podobě ESRI shapefile, například z webu http://planet.openstreetmap.org nebo http://download.geofabrik.de.

Informace o otevíracích dobách obchodů je možné získat na webu Firmy.cz (Mapy.cz), provozovaném společností *Seznam.cz, a. s.* Pro posouzení kapacit obchodů bohužel nejsou dostupné informace o počtu nakupujících. Jednotlivé obchodní řetězce se brání zveřejnění takovýchto dat. Jako pomocného zdroje je možné využít velikost obchodu dle rozlohy prodejní plochy nebo počet obchodů v případě nákupního centra. Tato data jsou poskytována za úplatu např. společností *INCOMA Gfk*.

3.4.6. Sportovní zařízení

Seznamy sportovních zařízení (zimní stadiony, hřiště, fitcentra, lezecké stěny atd.) jsou k dispozici na webových stránkách krajských úřadů, ale jsou zde uváděny jen ty zařízení, které kraj vlastní nebo podporuje. Ucelené seznamy všech zařízení nejsou nikde k dispozici. Jediným možným zdrojem s celostátním pokrytím jsou tak volně dostupná data *OpenStreetMap* (často nekompletní a neaktuální) a dále potom především komerční zdroje (CEDA, *Here Maps*, Mapy.cz). Informace o otevíracích dobách jednotlivých cílů je možné získat rovněž na webu Firmy.cz (Mapy.cz). Dalším zdrojem dat jsou potom webové stránky jednotlivých cílů. Pro posouzení kapacit jednotlivých cílů je vhodné využít počty návštěvníků. Často však tyto informace nejsou poskytované a často ani evidované.

3.4.7. Kulturní zařízení

Seznamy kulturních zařízení (především kin a divadel) jsou k dispozici na webových stránkách krajských úřadů, případně na webových stránkách jednotlivých

obcí. Dalším zdroje je seznam příspěvkových organizací v gesci ministerstva kultury, uvedený na http://www.mkcr.cz/, kde jsou uvedeny kontaktní údaje, či seznam evidovaných knihoven tamtéž. Ucelené seznamy všech zařízení nejsou k dispozici. Zdroje dat s celostátním pokrytím jsou shodné jako v případě sportovních zařízení. Pro posouzení kapacit kulturních zařízení je vhodné využít počty návštěvníků nebo např. počty sedadel v divadlech a kinech. Často však tyto informace nejsou poskytované a často ani evidované.

3.3.8. Ostatní zařízení

Pro specifické kategorie cílů (zájmových bodů) lze využít některé zveřejněné oficiální registry těchto zařízení, evidence krajských úřadů a dále především již zmíněné komerční zdroje dat.

K dalším zdrojům dat pro specifické kategorie cílů může patřit oficiální registr poskytovatelů sociálních služeb http://iregistr.mpsv.cz/socreg/, kde jsou služby rozděleny dle typu, s rozlišením ambulantních a pobytových služeb, a jsou zde uváděny i počty lůžek.

3.5. Dopravní postoje a potřeby cestujících

Pro nastavení simulačního modelování je důležité poznat dopravní postoje a chování obyvatel, které je potřebné vhodným způsobem kvantifikovat, protože jen tak je možné kalibrovat požadované simulační modelování tak, aby odpovídalo reálnému chování obyvatel.

Pro optimalizaci městské dopravy a plánování rozvoje měst je často klíčové pochopení potřeb a postojů obyvatel města na základě detailních informací o pohybu obyvatel uvnitř města, znalosti faktorů ovlivňujících změnu dopravního prostředku, vnímání atraktivity jednotlivých dopravních prostředků apod. Zásadní je při tom také znalost aktuálního využívání dopravních prostředků, a to jak z pohledu vzdáleností přesunu, tak četnosti využívání a důvodu, co osoby vede k využití daného dopravního prostředku právě pro danou cestu.

Detailní údaje o dojížďce, potřebách a postojích jednotlivců je složité získat hned z několika důvodů. Zásadním důvodem je ochrana osobních údajů, velké množství a složitost cest, které lidé během dne vykonávají a také technické problémy. Vysoce kvalitní, přesná a aktuální data jsou přitom klíčovou součástí každého výzkumu zaměřeného na dopravu.

Zdrojem takových informací mohou být různé sociologické studie, částečně výsledky censovních šetření (SLDB), moderní zdroje dat nebo dotazníková šetření.

V případě sociologických studií vzniká problém přenositelnosti a uplatnitelnosti jejich výsledků, často rovněž problémy s jejich kvantifikací. SLDB dovoluje posoudit jen ty charakteristiky, které byly adresovány v otázkách.

Nicméně tento zdroj neposkytuje dostatečnou podrobnost dat pro analýzu dopravního chování ve městech. Podrobné údaje o pohybu obyvatel je možné získat z nejrůznějších GPS přijímačů (např. sledování taxislužby podle Castro, Zhang 2013) nebo různých senzorů, které popisuje například Pelegri a kol. (2002). Údaje o veřejné dopravě lze odvodit z harmonogramů (Ivan 2016), nebo z terénního průzkumu jednotlivých dopravců (Zajíčková a kol. 2014). Rostoucí využívání chytrých hodinek a mobilních aplikací přitahuje odborníky, kteří využívají údaje z *crowdsourcingu* pro analyzování pohybu cyklistů a chodců (např. Norman, Kesha 2015). Obrovský potenciál do budoucna mají data mobilních operátorů, aktuálně jsou však dostupná pouze v několika zemích, např. v Estonsku, za poplatek a za určitých licenčních podmínek (Kahrik a kol. 2015, Novák a kol. 2013). Data mobilních operátorů však lze využívat také přímo od respondentů zapojených do případových studií na základě souhlasu všech účastníků šetření, nicméně tyto projekty bývají v omezeném rozsahu cca 50 respondentů (Novák, Temelová 2012).

Často proto zůstává základním zdrojem informací o lokální situaci dotazníkové šetření. Při přípravě dotazníkového šetření je nutné správně identifikovat cílovou populaci a stanovit reprezentativní vzorek. Skupina vybraných osob musí být typická pro celou populaci. Proto se musí provádět stratifikace podle různých aspektů, aby byla zachována struktura celkové populace i ve vzorku (Reichel 2009). Typická je stratifikace podle pohlaví, věku, území, vzdělání, ekonomického statutu a dalších významných socioekonomických faktorů. Dále je nutné řešit formu dotazníkového šetření. Běžné je osobní dotazování (*face-to-face*), používá se ale i osobní dotazování prováděné za pomocí počítače, písemné, telefonické, on-line dotazování. Z hlediska formulace otázek se rozlišují uzavřené otázky, kde si osoba vybírá ze dvou či více možností, otevřené (volný text odpovědi) a polouzavřené otázky. U odpovědí by měla být zajištěna jejich validita (co nejvěrnější zachycení skutečnosti) a reliabilita (zejména opakovatelnost za stejných podmínek; Řezanková 2007). Zpracování výsledků dotazníkového šetření zohledňuje strukturu otázek, jejich kardinalitu, použité škály pro odpovědi, vhodné kódování a způsob transformace volného textu odpovědi. Při statistickém zpracování se využívá třídění 1. stupně, úpravy znaků, třídění 2. stupně a základní i vícerozměrné statistické metody. Výhodami osobního dotazníkového šetření jsou zejména jinak nerealizovatelná dosažitelnost skupiny osob, získávání odpovědí osob dle připraveného plánu odpovídajícímu reprezentativnímu vzorku, větší množství informací konzistentní povahy a osobní kontrola situace a pochopení otázek.

Různorodost zdrojů dat vyžaduje často úpravy dat a jejich harmonizaci. Nově pořizovaná data (např. měření *GPS loggerů* či dotazníky) vyžadují primární kontroly a úpravy dat. K nim patří mimo jiné i aplikace logických kontrol, které vyloučí ze zpracování nepravděpodobné hodnoty. Jde o odhalení a eliminaci odlehlých hodnot, v našem případě například o extrémně dlouhé docházky (příliš dlouhá cesta při deklarovaném pěším módu) nebo naopak

extrémně krátké cesty dopravními prostředky (např. několik desítek metrů autem či městskou hromadnou dopravou). Konkrétní příklady jsou uvedeny v podkapitole 4.2.

3.6. Geokódování zdrojů a cílů mobility

Všechny starty a cíle, popsané v různých datových zdrojích, počínaje informačním systémem veřejné správy a konče dotazníky, je potřebné co nejlépe lokalizovat. Zpravidla je poloha popsána pomocí adresy či jiného nepřímého referencování. Pro zajištění výpočtů vzdáleností, vizualizaci, prostorové analýzy (např. identifikace typu zástavby překryvnou analýzou) je nezbytné mít polohu vyjádřenou v souřadnicovém systému. Proto je potřebné provést geokódování.

Byly testovány různé geokódovací systémy, včetně *Google Maps Geocoding API, Here Maps*, Mapy.cz, *MapQuest* a *OSM Nominatim*, a databázově orientované geokódování na různých vzorcích dat. V případě popisovaném Horákem, Teslou a Ivanem (2015) bylo pro testování využito dat z AFM, registru základních a středních škol a registru zdravotnických zařízení, v případě dokumentovaném Fojtík a kol. (2016) celkem 9 793 záznamů adres základních a středních škol, 3 712 adres čerpacích stanic a 5 842 adres heren z oficiálních registrů. V obou studiích bylo potvrzeno, že nejlepší výsledky z API mapových vyhledávačů poskytuje *Google Maps Geocoding API*, zejména varianta zadávání ulice – obec. Z jednotlivých kombinací vstupů dosáhly nejhorší výsledky kombinace ulice – PSČ jak pro Google, tak pro Mapy.cz, kde často dochází k nabízení polohy mimo území Česka (i přes zadávání omezení na území Česka).

Služba *Google Maps Geocoding API* vyžaduje na vstupu adresu nebo její komponenty. Pro zápis adresy se má používat způsob podle národní poštovní služby. Dodatečné prvky v adrese, např. obchodní názvy, jednotky, označení bytů či pater, se doporučují z adresy předem odstranit (Google 2014). To bylo potvrzeno i v obou našich studiích. Vyhledávání lze omezit regionem, boxem, a různými komponentami adresy, avšak pokud služba nenajde odpovídající protějšek, vrací souřadnice i mimo dané omezení (Google 2014). Obecně služba vrací jen jeden nejlepší výskyt, i když je adresa nejednoznačná, což může být někdy nevýhodné. Při využití služby *Google Maps Geocoding API* je potřebné respektovat limity. Volně dostupné API omezuje použití na 2 500 žádostí za 24 hodin a nanejvýš pět žádostí za sekundu. V případě registrovaných uživatelů *Google Maps API for Work* je povoleno 100 000 žádostí za 24 hodin a nanejvýš 10 žádostí za sekundu (Horák, Tesla, Ivan 2017). Vedle výsledných souřadnic byla geokódováním získána i informace o přesnosti geokódování podle přesnosti určení místa (*address, street, point of interest*).

Takto lokalizovaná prostorová data je možné použít pro detailní analýzy mobility.

4. Dopravní chování obyvatel

4.1. Dopravní charakteristiky

4.1.1. Dopravní charakteristika Česka

Dopravní systém Česka je stejně jako v dalších zemích střední, respektive východní Evropy, ovlivněn historicko-hospodářskými aspekty vyplývajícími z formování země v nedávné minulosti.

Česko, stejně jako další postsocialistické státy, patří podle Brinkeho (1999) do čtvrté skupiny států, které se vyznačují nejvýraznější rostoucí mobilitou obyvatelstva projevující se především růstem automobilizace jako symbolu individualizace. Ukončení centrálního plánování, usměrňování bytové výstavby a zrušení restrikcí vedlo obyvatele k pocitu svobody a možnosti přiblížit se vyspělým zemím západní Evropy (Brinke 1999).

Moderní člověk díky zvyšující se automobilizaci začíná být orientovaný na čas více než na vzdálenost nebo spotřebu energií. Vlastnictví automobilu se navíc stalo ukazatelem životního standardu a stylu obyvatel, což se odráží ve stále se zvyšujícím počtu automobilů a jejich využívání pro každodenní dojížďku (Kraft 2011). Za posledních 40 let počet osobních vozidel vzrostl více než 6,5krát. Růst atraktivity individuální dopravy především z důvodu její rychlosti a pohodlnosti se logicky odráží ve změně dělby přepravní práce, dochází především k poklesu objemu přepravených cestujících ve veřejné dopravě a ke snižování kvality služeb v oblasti veřejné hromadné dopravy. Vyšší automobilizace umožňuje dynamický vývoj osídlení, dochází především k suburbanizačním procesům, které přesouvají obyvatelstvo na okraje měst (případně do satelitních městeček v zázemí měst) a generují vysoké podíly dojíždějících do center bez ohledu na dopravní vybavenost suburbií (Marada, Květoň 2008, 2010).

Změna v sídelním systému a větší mobilita obyvatel je patrná také ze Sčítání lidu, domů a bytů srovnáním let 2001 a 2011. Zatímco v roce 2001 vyjíždělo z obce do zaměstnání 41,7 % osob a do škol 36,1 %, v roce 2011 to bylo 45 % zaměstnaných i žáků, studentů a učňů. Ve stejném okrese však v roce 2011 zůstávalo 52,5 % zaměstnaných, kteří vyjíždějí z obce, a pouze 43 % žáků,

studentů a učňů. S rostoucí mobilitou také roste čas, který lidé potřebují k přesunu do zaměstnání nebo do škol. Zatímco v roce 2001 bylo schopno se do 29 minut přesunout 65 % zaměstnaných, v roce 2011 to bylo pouze 61 %. Nárůst vzdálenosti je poměrně vyrovnaný mezi pohlavími. Rovněž zvýšená mobilita starších žáků na delší vzdálenosti (mimo okres) se projevila i v průměrném času dojížďky. Zatímco v roce 2001 byla průměrná dojížďka mimo okres 40 minut, v roce 2011 to bylo již 50 minut. Kromě vzdálenosti a času dojížďky se mění také využití dopravních prostředků pro dojížďku. V detailnějším pohledu to znamená, že zatímco v roce 2001 dojížděl automobilem jako řidič nebo jako spolucestující pouze 30,3 % osob, v roce 2011 to byla již téměř polovina (49,5 %). Vlak využívá stále stejný podíl osob (6,9 %), podíl městské hromadné dopravy se však mezi sčítáním o 0,8 % zvýšil (na 7,5 % v roce 2011). Pouze autobus naopak využívá menší podíl osob (z 27 % podíl pokles na 21,1 %). Také podíl docházejících pěšky se snížil ze 4,8 % na 2,4 % a podobně kolo ze 4,1 % na 1,6 %. Kombinování dopravních prostředků zaznamenalo největší pokles podílu (z 18,4 % na 10,7 %).

4.1.2. Dopravní charakteristiky Olomoucka a Ostravska

Vymezené pilotní regiony Olomoucko a Ostravsko mají díky své poloze v rámci Česka svá specifika.

4.1.2.1. Olomoucko

Region Olomoucko je dopravně ovlivněn původním administrativním dělením na okresy, přičemž dotčené čtyři okresy se vyznačují značnou heterogenitou. Oblast Olomouce, Prostějova a Přerova má přibližně srovnatelnou hustotu obyvatel, směrem na sever v oblasti Šumperska pak hustota zalidnění i počet obcí klesá.

Na automobilech je historicky závislá oblast na Prostějovsku, konkrétně okolí Protivanova, které přirozeněji spáduje do Jihomoravského kraje. Důvodem je mimo jiné separace od území Olomouckého kraje Vojenským újezdem Březina. Využití automobilu při cestování do práce se potvrdilo i vyšším podílem osob využívajících automobil k dojížďce do zaměstnání (přibližně 46–50 %, zatímco ostatní území regionu má podíl 40–45 %). Krajem prochází tranzitní železniční koridor (Česká Třebová) Zábřeh – Olomouc – Přerov – Hranice (Ostrava – Polsko) a odbočka Přerov – Břeclav s několika regionálními uzly. Železniční doprava v regionu Olomoucko tvoří páteřní segment veřejné dopravy s doplňkem v podobě autobusové dopravy. Dostupnost centra kraje z center ORP je po železnici většinou dobrá a nepřesahuje 60 minut (z Přerova, Prostějova, Šternberku a Mohelnice je Olomouc dostupná do méně než 30 minut).

Na Olomoucku se potvrzuje trend upevňování pozice měst a posilování jejich vazeb s širším okolím, ale také rostoucí nároky kladené na dopravu odrážející se v její rychlosti. Svou pozici upevňuje a atraktivitu rozšiřuje zejména město

Olomouc, Prostějov a Šumperk. Z výsledků SLDB (2011) také vyplývá, že se významně zkracuje doba dojížďky. Zatímco v roce 1991 se průměrná doba dojížďky pohybovala okolo 35–40 minut, v roce 2011 to bylo pouze 15–20 minut, tedy polovina původního času. Dostupnost ORP po silniční síti individuální automobilovou dopravou pro více než polovinu obyvatel je do 10 minut.

Olomouc jako centrum regionu je také významným dopravním uzlem s vhodně vybudovanou infrastrukturou s výrazným zastoupením dálniční a vysokorychlostní sítě komunikací spojující centrum s ostatními částmi regionu. Problematická je doprava především v Přerově a přilehlých obcích, kde chybí dokončení dálnice do Říkovic, obchvatu a dalších dopravních staveb. Zhoršenou dostupnost vykazují obce na Konicku, Tovačovsku, Uničovsku, Jindřichovsku (ÚAP OK 2016).

Podle Marady a Květoně (2010) je území Olomoucka označeno převážně jako „pánevní oblast" typické velmi nízkou úrovní automobilizace s vyrovnanou nabídkou autobus – vlak. V centru regionu je pak i oblast klasifikovaná autory jako „velká (železniční) centra", kde je díky příznivé poloze nejvíce vyrovnaná nabídka vlak a bus.

4.1.2.2. Ostravsko

Ostravsko, zvláště jeho východní silně urbanizovaná část, se vyznačuje velmi hustou sítí silnic vyšších tříd, které historicky měly sloužit (a stále ještě slouží) pro rychlou dojížďku zaměstnanců do provozů těžkého průmyslu. Podle statistiky Ministerstva dopravy ČR dosahovala hustota silnic Moravskoslezského kraje v roce 2016 hodnoty 6,2 km silnic na 10 km^2. V rámci Česka se stále jedná o průměrné hodnoty (velmi podobné Olomouckému kraji), ale v případě porovnání hustoty silnic I. tříd již Moravskoslezský kraj jasně vede s 1,16 km na 10 km^2 a Olomoucký kraj dosahuje poloviny této hustoty. Alespoň na silnici I. třídy je napojeno téměř 50 % obcí v kraji (ÚAP MSK 2017). Tyto hodnoty navíc snižuje okres Bruntál, který v Ostravsku, jak je vymezeno v této monografii, není považován za jeho součást a vyznačuje se nižší hustotu silniční sítě než zbytek kraje a velmi nízkým napojením na nadřazenou silniční síť. Průměrně vyjíždělo v roce 2011 18–20 % obyvatel za prací či za studiem (podle dat ze SLDB 2011). Tito dojíždějící využívali pro své cesty v 49–53 % prostředky individuální dopravy. Nejvíce je to právě v okresech na východě kraje (Karviná a Frýdek-Místek), které se vyznačují velmi hustou sítí silnic (s výjimkou oblasti Beskyd) a tak výbornou dostupností do velkých měst. Okresy Moravskoslezského kraje jsou však rovněž typické nejnižší úrovní automobilizace v rámci Česka, která se dle dat z Evidence vozidel z poloviny roku 2017 pohybuje v rozsahu 40–44 % (počet osobních automobilů na 100 obyvatel) a je na tom o něco hůře než okresy v Olomouckém kraji (39–47 %). Nízká úroveň automobilizace tak přetrvává již z dřívějšího hodnocení (Marada, Květoň 2010) podobně jako u Olomoucka. Z hlediska času stráveného dojížďkou do zaměstnání pak dle výsledků ze SLDB (2011) patří Moravskoslezský kraj k podprůměrným (jen

18 % dojíždí do 14 minut oproti např. 27 % v kraji Vysočina). K největším problémům aktuálně patří dostavba tzv. prodloužené Rudné v Ostravě, která by měla ulevit nejvytíženějšímu silničnímu úseku v kraji (45 354 vozidel za den dle Sčítání dopravy 2016) a výstavba obchvatů Frýdku-Místku a Opavy (vč. dokončení modernizace silnice I/11 do Ostravy).

Z hlediska železnice prochází Ostravskem 2. (směr do Polska) a 3. tranzitní (směr na Slovensko) železniční koridor, oba však v kraji vedou po téměř stejné trase a dělí se až za Bohumínem. Železnice nehraje v regionu tak důležitou roli pro dojížďku do zaměstnání jako v jiných okresech v Česku, ale potenciál do budoucna je vysoký (ÚAP MSK 2017). Výjimku v tomto hraje okres Frýdek-Místek, kde využívalo železnici 9 % vyjíždějících do zaměstnání a škol (5–6 % v ostatních okresech spadajících do Ostravska). Toto opět potvrzuje významnou roli silniční sítě v tomto regionu.

Veřejná doprava je v kraji organizována v rámci dopravního integrovaného systému, který vznikl na konci roku 1997 a na začátku do něho byla začleněna Ostrava a dalších 22 obcí v okolí. Dnes již integrovaný dopravní systém pokrývá až na lokální výjimky celý Moravskoslezský kraj a sdružuje jak železniční, tak i autobusové linky. V celém dopravním systému hraje klíčovou roli statutární město Ostrava, kam denně dojíždělo dle dat ze SLDB (2011) téměř 42 000 lidí. V posledních letech byly v Ostravě vybudovány čtyři terminály pro vzájemné propojení cest prostředky příměstské veřejné hromadné dopravy a městské hromadné dopravy (Svinov, Hranečník, Dubina, Hlavní nádraží).

4.1.3. Dopravní charakteristiky Olomouce a Ostravy

Město Olomouc se nachází ve východní části Česka a jako krajské město s populací okolo 100 000 obyvatel je šestým největším městem v Česku. Díky své dominantní poloze vůči regionu i vzhledem k poloze v rámci Česka je město Olomouc významným silničním i železničním uzlem a z hlediska veřejné hromadné dopravy má i širší přepravní vztahy s celým krajem. Z hlediska osobní dopravy atraktivita individuální automobilové dopravy sice roste, veřejná doprava má však dlouholetou tradici, každý den tento systém přepraví více než 55 000 osob. Veřejná doprava se skládá z autobusové sítě (24 linek, 278 km, 261 zastávek) a tramvajové sítě (7 linek, 39 km, 64 zastávek). Město Olomouc má monocentrickou strukturu s převládající dostředivou dopravní sítí. Většina silnic je omezena vnitřním městským okruhem, který obklopuje historické centrum podél hradeb. Historické centrum Olomouce je tvořeno pěší zónou obklopenou parky, z tohoto důvodu je doprava vedena okolo centra města a kolem parků (Burian a kol. 2014). Olomouc má kompaktnější strukturu a menší velikost města oproti Ostravě, což umožňuje strategické a efektivní plánování veřejné dopravy, kde páteřním systémem jsou tramvajové linky v centru města a užším okolí centra, doplněné autobusovou dopravou v okrajích města a příměstských oblastech. Zastávky (především v centru města) jsou vzájemně

velmi blízko, v rámci tramvajových linek se jedná dokonce o mezizastávkovou vzdálenost 200 až 300 metrů, navíc většina sídel zaměstnavatelů v Olomouci navíc leží v docházkové vzdálenosti do 200 m od zastávky veřejné dopravy.

Město Ostrava se nachází v severovýchodní části Česka a s 300 000 obyvateli je jejím třetím největším městem. Ostrava je centrem největší staré průmyslové oblasti v Česku, tzv. Ostravskokarvinské aglomerace čítající přibližně 700 000 osob. Současná urbanistická struktura Ostravy úzce souvisí s historickým vývojem města (industrializací/deindustrializací), které má silné vazby s obcemi v předměstí. Ostrava je přirozeným dopravním a logistickým uzlem severovýchodní části Česka. Město má hustou síť veřejné dopravy, která se skládá z tramvají (17 linek, 227 km, 100 zastávek), autobusů (53 linek, 695 km, 474 zastávek) a trolejbusů (12 linek, 102 km, 59 zastávek). Systém veřejné dopravy každý pracovní den přepraví více než 90 000 osob. Důležitou roli v systému veřejné dopravy má především železniční doprava (11 stanic), a to i přesto, že železniční stanice jsou nevhodně lokalizované a předpokládají dlouhé přestupní vzdálenosti mezi železničními stanicemi a zastávkami městské hromadné dopravy (Ivan a kol. 2012). Oba městské dopravní systémy jsou integrovány do regionálních (krajských) systémů, které doplňují i dopravu uvnitř města.

4.2. Realizace dotazníkového šetření

Dotazníkové šetření bylo realizováno v obou městech ve dnech 22.–26. září 2014, především v ranních hodinách, kdy studenti směřovali do škol a pracující do zaměstnání, a dále odpoledne v rozmezí od 14:00 do 17:00 hodin. Dotazník obsahoval celkem 19 otázek organizovaných do tří částí:

1. informace o respondentovi (věk, pohlaví, ekonomická aktivita, vzdělání, počet osob v domácnosti, trvalé bydliště apod.)
2. dopravní chování respondenta (např. počet automobilů v domácnosti, četnost návštěv zaměstnání, školy, hypermarketu a dalších zařízení, faktory ovlivňující volbu dopravního prostředku, čas docházky respondenta na zastávku a její název, zhodnocení hromadné dopravy dle různých aspektů apod.)
3. cestovní deník, ve kterém byl respondent požádán o popis běžných cest v průběhu dne; vyplněna byla místa startu a konce cest, čas strávený na cestě, použitý dopravní prostředek, účel cesty a frekvence návštěvnosti cíle za měsíc.

Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 1 041 respondentů starších 15 let, z toho 534 bylo z Ostravy (cca 0,2 % obyvatel) a 507 z Olomouce (cca 0,5 % obyvatel). Respondenti byli do vzorku vybíráni kvótním výběrem, stratifikace respondentů proběhla podle:

– pohlaví
– věku (3 kategorie)
– nejvyššího dosaženého vzdělání (3 kategorie).

Prostorové vymezení bylo provedeno na základě stejného typu zástavby (centrum, rodinná zástavba, sídliště, průmyslová a smíšená zástavba) s přihlédnutím k počtu obyvatel ve vymezené oblasti, kam zasahují linky dopravních podniků daných měst (Dopravní podnik Ostrava a Dopravní podnik města Olomouce). Takto bylo vymezeno celkem 13 oblastí pro Ostravu a okolí a 11 oblastí pro Olomouc a okolí, ve kterých byly hlídány kvóty vycházející z procentuálního zastoupení populace dle SLDB (2011) v dotčených lokalitách Olomouce a Ostravy. Tento způsob sběru dat zajistil statisticky a prostorově rovnoměrný sběr dat. Naplnění jednotlivých kvót shrnuje následující tabulka 6.

Na základě následné kontroly naplnění kvót lze konstatovat, že výběr respondentů velmi přesně reprezentuje cílovou populaci podle všech požadovaných charakteristik.

Zpracování dat dotazníkového šetření zahrnovalo nejdříve harmonizaci a kontrolu dat pro odstranění běžných chyb a překlepů. Chyby byly způsobeny především nepřesným přepisem dotazníku z papírové do elektronické formy. Data byla opravována nejprve jednoduchými opravami v aplikaci www.surveygizmo.com, další úpravy proběhly po exportu kompletní databáze do prostředí *MS Excel* a *MS Access*.

Některé typy chyb (např. překlepy a nejednotnost zápisu některých odpovědí) bylo možné odstranit automatickými opravami, doplněním nebo logickým odvozením z jiné otázky. Jestliže ani tato cesta nevedla k potřebnému zjištění, byla do příslušného pole zapsána hodnota „Nezjištěno“.

Velmi časově náročným krokem bylo zpracování cestovních deníků jako třetí části dotazníkového šetření. Vzhledem k tomu, že se jednalo o otevřenou otázku, bylo poměrně problematické lokalizovat počátky a cíle cest, ale také rekonstruovat posloupnost a průběh cest, včetně revize frekvence cesty. Jako zdroje a cíle cest respondenti udávali textový řetězec obsahující buď adresu nebo alespoň její

Tab. 6 – Stratifikace respondentů dotazníkového šetření

Kategorie respondentů	Ostrava				Olomouc			
	Počet		Podíl (v %)		Počet		Podíl (v %)	
	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy
pohlaví	256	278	48,0	52,0	235	272	47,0	53,0
věk 15–24	43	44	6,8	7,2	37	49	6,6	7,4
věk 25–64	169	187	32,2	34,8	157	177	31,4	35,6
věk 65+	44	47	9,2	9,8	41	46	9,0	10,0
základní nebo středoškolské	112	92	26,0	28,0	70	71	19,8	22,2
středoškolské s maturitou	93	117	14,4	15,6	91	120	16,4	18,6
vysokoškolské a VOŠ	51	69	7,6	8,4	74	81	10,8	12,2
Celkem	534		100		507		100	

Pozn.: VOŠ – vyšší odborná škola

část nebo pouze nepřímý geokód v podobě názvu místa (např. doma, nemocnice, škola Heyrovského). Tyto geokódy vznikaly při terénním šetření z důvodu úspory času. Tyto údaje bylo nutné převést do jednotné podoby vhodné pro geokódování, část bylo nutné doplnit dle ostatních odpovědí (např. adresa startu v případě bydliště). V rámci každého respondenta bylo poté automaticky zkontrolováno, že ve všech záznamech se objevuje nejpodrobněji zapsaná, jednotná adresa bydliště a dalších specifických startů a cílů, které se opakovaly. Dalším zmiňovaným problémem byla rekonstrukce dne respondenta z pohledu přesunů z místa na místo. Velká řada respondentů totiž vyjmenovala všechny cíle cest během dne včetně uvedení četnosti realizace cesty během měsíce, jejich pořadí však neodpovídalo posloupnosti přesunů během dne. Pořadí cílů často odpovídalo četnosti a významnosti návštěvy cíle během měsíce. Pro vytvoření scénářů, tedy účelné posloupnosti cest, proto bylo nutné zkontrolovat cestovní deník každého respondenta a z uvedených cest vytvořit posloupnost dle času, kdy cesty probíhají. Cílem bylo vytvořit uzavřenou posloupnost cest, která začíná a končí v místě bydliště. Pro jednotlivé cíle byl pro zjednodušení vytvořen kódovaný seznam jednopísmenných zkratek, který byl použit pro vytváření posloupností.

Následně bylo pomocí služby *Google Geocoding API* provedeno geokódování všech prostorových informací v databázi s odlišnou úrovní přesnosti (adresa, ulice, bod zájmu, město). Lokalizováno bylo bydliště, všechny počátky a cíle všech cest v pracovní dny i o víkendu (celkem 9 959 lokalit).

Odděleně byl vyhodnocován pracovní den a den pracovního klidu. Na základě výsledků se ukázalo, že je vhodné rozlišovat četnost a různou posloupnost cest pro základní skupiny osob podle ekonomické aktivity: důchodce, zaměstnance, studenty, osoby samostatně výdělečně činné a nezaměstnané osoby. Dále je pak možné sledovat rozdílné chování dle věku nebo pohlaví u některých těchto sociodemografických skupin. V rámci skupin byly četnosti stejných řetězců cest sčítány a byl vypočten podíl jednotlivých řetězců z celku.

V rámci základního vyhodnocení bylo provedeno základní seskupení dat a výpočty průměrných hodnot jednotlivých skupin, které byly využity při srovnávání a interpretaci dat v kapitole (dále).

Součástí zpracování dat však byl také výpočet vzdálenostních funkcí, které charakterizují distribuci impedance jednotlivých cest. Proces zahrnoval i kontrolní mezikroky, na základě kterých byla upravována data a optimalizováno seskupování dat.

Dále bylo potřebné aplikovat logické kontroly, které by automatizovaně vyloučily ze zpracování silně nepravděpodobné cesty, zejména na základě vztahu mezi módem dopravy a délkou cesty. Pro tuto automatizovanou úpravu dat byly nastaveny a uplatněny následující limity:

– chůze kratší než 50 m a delší než 6 km
– městská hromadná doprava, automobil a motocykl kratší než 100 m
– městská hromadná doprava delší než 30 km
– veřejná hromadná doprava (linkový autobus, vlak) kratší než 500 m.

Současně byly řešeny kombinace dopravních módů, které byly zaznamenány ve výsledné databázi (respondenti měli možnost zaznamenat více módů dopravy pro danou cestu, prakticky se používaly maximálně dva). Pro výpočty vzdálenostních funkcí však bylo potřebné tyto kombinované kódy generalizovat, aby bylo dosaženo větších objemů toků, a tedy i statisticky významnějších optimalizovaných vzdálenostních funkcí. Reklasifikace kombinovaných módů dopravy byla provedena podle vzdálenosti a podle módu dopravy následujícím způsobem (uvedeny jsou pouze reálně zjištěné kombinace):

- do 100 m se kombinace městské hromadné dopravy / chůze a automobil / chůze nahrazuje za mód chůze
- do 500 m se kombinace linkový autobus / chůze nahrazuje za chůzi, linkový autobus / městská hromadná doprava a vlak / městská hromadná doprava za městskou hromadnou dopravu, vlak/automobil za automobil
- všechny kombinace s chůzí delší než 6 km se nahrazují za druhý mód dopravy
- všechny kombinace s městskou hromadnou dopravu (mimo chůze a kolo) delší než 30 km se nahrazují za druhý mód dopravy
- v ostatních případech (prakticky střední vzdálenosti, kde nelze rozhodnout o dominantním módu dopravy) jsou všechny kombinované cesty uvedeny u obou módů dopravy (tedy stejná cesta je součástí optimalizace vzdálenostní funkce u obou módů dopravy); například automobil / městská hromadná doprava pro vzdálenosti od 100 m do 30 km je klasifikován jako automobil i městská hromadná doprava.

Následně byla ještě provedena kontrola pro jednotlivé vzdálenostní funkce a podezřelé či chybné cesty byly z optimalizace konkrétní funkce vyloučeny.

Jedním z kritérií, podle kterých se provádělo samostatné modelování vzdálenostních funkcí, bylo rozlišení typu zástavby. Vycházelo se z předpokladu, že jiné zvyklosti při dojíždění lze očekávat v klasické (husté) městské zástavbě, jiné ve volnější městské zástavbě (např. rodinné domky či rozvolněná zástavba v důsledku střídání průmyslových, komerčních a bytových zón) a jiné v zóně suburbanizace (zpravidla rodinné domy, ale v okrajové pozici ve městě, s nedostatečnou pracovní funkcí a často i funkcí služeb či obchodů, spojené s významnou potřebou dojíždění – Choocharukul, Van, Fujii 2010). Jak ukázaly výsledky dotazníkového šetření, existují významné rozdíly mezi hustou, volnou zástavbou a suburbii z hlediska volby dopravního módu. K vymezení typu zástavby bylo použito expertní zařazení jednotlivých základních sídelních jednotek (ZSJ), které zaručují relativně unifikovaný typ zástavby, do čtyř kategorií (hustě osídlené, řídce osídlené, suburbánní oblasti a ostatní oblasti, které leží mimo přímé zázemí města), které byly překryvnou analýzou přiděleny jednotlivým startům cest v dotaznících (tedy nejen bydliště) a podle nich se provedlo roztřídění cest a jejich modelování pro jiné vzdálenostní funkce.

Kromě vzdálenostních funkcí pro přímou vzdálenost byly vypočteny a optimalizovány vzdálenostní funkce pro časy dojezdu, které přímo charakterizují

vztah mezi časovou vzdáleností a intenzitou interakce, vyjádřenou kumulativní četností toků.

Data pro výpočty vzdálenostních funkcí a jejich regresní modelování byly klasifikovány i podle dalších významných faktorů – účel dojíždění (s ohledem na získané odpovědi se modelovaly vztahy pro účel dojíždění – zaměstnání, návštěva, sport, nákupy, lékař a studium), zvlášť pro pracovní den a pro nepracovní den a zvlášť pro základní ekonomické kategorie osob – pracující, studenti, důchodci). Většinou však musely být kategorie spojeny dohromady z důvodu nedostatečného počtu odpovědí pro modelování.

Ve vzdálenostních funkcích se na ose x vynášela vzdálenost v metrech a na ose y kumulativní relativní četnost jednotlivých toků. Podmínkou pro provádění optimalizace byla existence alespoň deseti cest (pro délky). Bylo zpracováno pět úrovní agregace podle níže uvedených kritérií:

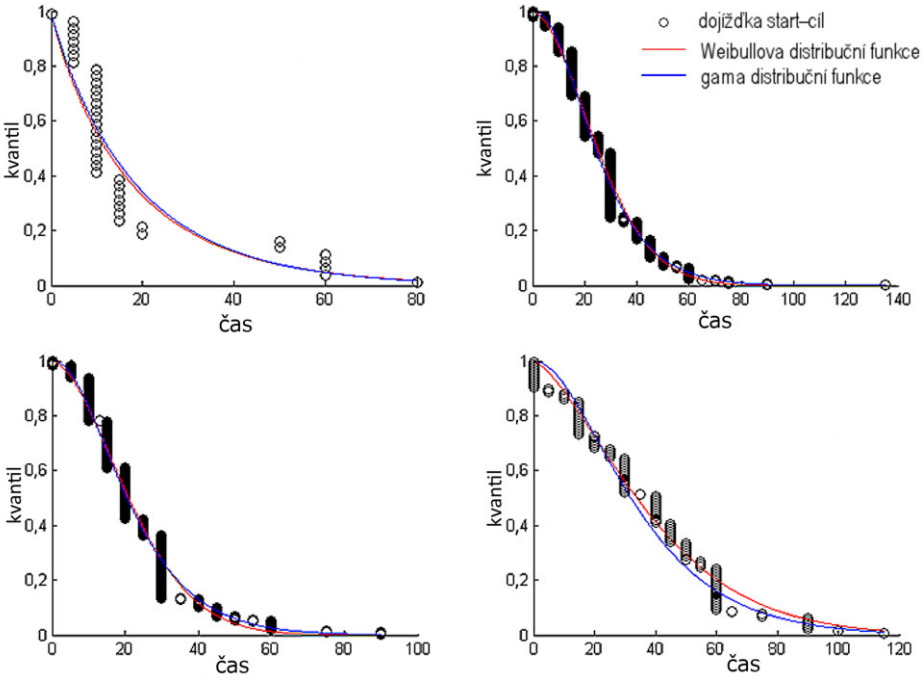
1. členění podle módu dopravy, typu dne, typu zástavby města, důvodu cestování a ekonomické aktivity (53 vzdálenostních funkcí)
2. členění podle módu dopravy, typu dne, typu zástavby a důvodu cestování (72 vzdálenostních funkcí)
3. členění podle módu dopravy, typu dne a důvodu cestování (68 vzdálenostních funkcí)
4. členění podle módu dopravy, typu dne a typu zástavby (46 vzdálenostních funkcí)
5. členění pouze podle módu dopravy (10 vzdálenostních funkcí)
6. ve výsledku tak bylo modelováno 108 různých funkcí (z toho 40 pro Ostravu a 68 pro Olomouc).

Analogicky bylo provedeno modelování funkcí pro čas (na ose x čas v minutách). Vzhledem ke kategorizovanému zápisu času v dotaznících nemají vzdálenostní funkce tak pravidelný průběh a index determinace je zpravidla mírně horší (obr. 23). Proto se u nich modelovaly pouze vztahy pro 30 a více záznamů.

Pokud při výpočtu gravitace chyběla příslušná vzdálenostní funkce, použila se nejbližší známá v posloupnosti ekonomická aktivita, účel cesty, typ zástavby, typ dne. Vždy zůstalo rozlišení dopravního módu.

Následně byla provedena optimalizace vzdálenostních funkcí pro města Olomouc a Ostrava. Parametry rozdělení byly hledány pomocí metody maximální věrohodnosti z nasbíraných dat a pro testování vhodnosti modelů byl použit index determinace. Na základě testování různých funkcí bylo použito Weibullovo rozdělení, které nejlépe prokládalo získaná empirická pozorování.

Výsledky optimalizace Weibullovy distribuční funkce pro čas dojíždění mohou být prezentovány ve formě 3D grafů, kde na horizontálních osách jsou uvedeny parametry funkce λ a k (škálovací a tvarový parametr rozdělení byly vysvětleny v podkapitole 2.9.2), na vertikální ose je index determinace. Ty je možné využít pro celkové hodnocení situace v dojíždění, stejně jako klasické vzdálenostní funkce v grafech.

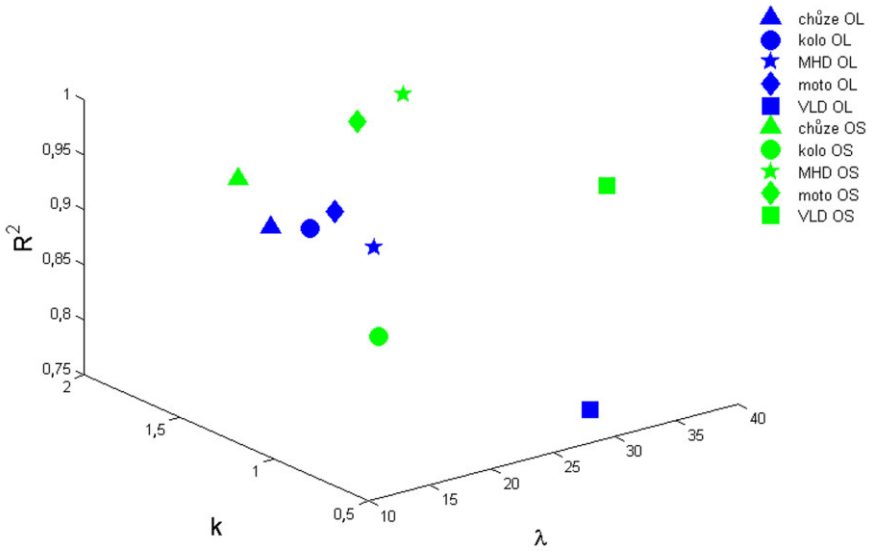


Obr. 23 – Ukázka výsledku prokládání vzdálenostních funkcí pro čas. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

Například na nejvyšší úrovni agregace podle dopravního módu se ukazuje, jak výrazně se odlišuje mód veřejné hromadné dopravy v Ostravě i v Olomouci od všech ostatních způsobů dopravy (obr. 24). Vykazují nejvyšší koeficienty λ, tedy největší průměrný dosah. Veřejná hromadná doprava v Olomouci má nejnižší koeficient determinace a koeficient k, tedy vykazuje nejméně strmou vzdálenostní funkci (největší rozptyl délky cest). Do výsledku se samozřejmě promítá rozdílné množství záznamů. Například kolo v Ostravě má nižší koeficient determinace než téměř všechny ostatní módy dopravy v Ostravě a Olomouci. Naopak nejlepší index determinace má městská hromadná doprava Ostrava. V Ostravě jsou patrné mnohem větší rozdíly mezi jednotlivými módy dopravy (vyjádřené v koeficientech) než v Olomouci, kde je rozdělení dojížďkových časů pro různé módy dopravy (až na veřejnou hromadnou dopravou) skoro stejné.

Jednotlivé 3D grafy a hodnocení parametrů λ a k byly využity pro celkové hodnocení dopravní situace ve sledovaných městech.

Potvrdilo se rovněž, že agregace podle módu dopravy, typu dne a účelu cestování ukazuje výraznější rozdíly v parametrizaci funkcí, což potvrzuje, že tvar vzdálenostní funkce u zkoumaných měst více ovlivňuje účel cestování než charakter zástavby.



Obr. 24 – Parametry Weibullovy distribuční funkce pro čas podle módu dopravy. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

Dalším krokem bylo statistické a prostorové vyhodnocení shromážděných dat. Jednalo se především o hledání vazeb a korelací, identifikaci statisticky významných hodnot a hledání shluků. Bylo provedeno vyhodnocení charakteristik dopravního chování, konkrétně dělby práce (dopravního módu), ovlivňujících faktorů a vyhodnocení denních vzorců chování (scénářů).

4.3. Vyhodnocení dotazníkového šetření

Dotazníkové šetření bylo vyhodnoceno s cílem získat co nejširší a nejvěrohodnější informace o dopravním chování vymezených regionů a měst tak, aby vznikl kvalitní podklad pro nastavení simulací.

4.3.1. Dělba přepravní práce

Na základě dotazníkového šetření bylo zjištěno, že 45 % respondentů v Olomouci, resp. 46 % v Ostravě, dojíždí do zaměstnání nebo do školy nejčastěji veřejnou dopravou, 21 %, resp. 27 %, využívá automobil nebo motocykl, 22 %, resp. 11 %, dochází pěšky, 5 %, resp. 2 %, jezdí na kole a zbytek respondentů (7 % v Olomouci, 14 % v Ostravě) využívá jiný druh dopravního prostředku nebo dopravní prostředky kombinuje. Dle SLDB (2011) se v Olomouci 42 % respondentů přesouvá za prací nebo do školy veřejnou dopravou, v Ostravě je

podíl vyšší než v dotazníkovém šetření (55 % respondentů). Dále 22 % v Olomouci, respektive 24 % v Ostravě využívá k dopravě automobil nebo motocykl. Celostátní cenzus potvrzuje nejen rozdílné podíly docházky pěšky a dojížďky na kole, ale také jejich velikost. Dle SLDB 22 % v Olomouci a 12 % v Ostravě se přesouvá pěšky, 5 % v Olomouci, respektive 1 % v Ostravě jezdí na kole. Zbytek respondentů (9 % v Olomouci a 8 % v Ostravě dopravní prostředky kombinuje nebo využívá jiný druh dopravního prostředku. Lze konstatovat, že výsledky dotazníkového šetření celkově dobře korespondují s výsledky SLDB, větší odchylky jsou pozorovány u Ostravy zejména u podílu využití veřejné dopravy a automobilů, což může být dáno časovým rozdílem i zkreslením šetření.

Výsledky dělby přepravní práce z dotazníkového šetření jsou ovlivněny skutečností, že se jednalo o šetření v oblasti s městským charakterem zástavby i dopravním chováním obyvatel. v celorepublikovém průměru cestuje převážně jedním dopravním prostředkem veřejné dopravy pouze 35,5 % obyvatel Česka, naopak osobním vozidlem jako řidič nebo cestující dojíždí až 50 % osob. Vysoké podíly motorizovaných přesunů pak z malé části doplňuje přesun pěšky (2,44 %) a dojížďka na kole (1,59 %). Na nižší úrovni je možné výsledky ve měst Olomouci a Ostravě srovnat s dělbou přepravní práce uvnitř vymezeného regionu Olomoucko a Ostravsko. V regionech jsou překonávané vzdálenosti delší, veřejnou dopravou se dle SLDB (2011) ve vymezeném regionu Olomoucko i Ostravsko přepravuje polovina osob (50,0 % v Olomouci, respektive 49,6 % v Ostravě). Mnohem vyšší zastoupení než v samotných městech má automobilová a motocyklová doprava. Ta na Olomoucku činí 44,8 %, respektive 49,7 % na Ostravsku. Doplňkem je přeprava na kole (3,5 % na Olomoucku a 1,2 % na Ostravsku), chůze (1,3 % na Olomoucku a 1,2 % na Ostravsku), zbylé jiné dopravní prostředky nebo jejich kombinace tvoří zbývající podíly do 100 % (0,4 % na Olomoucku a 0,1 % na Ostravsku).

4.3.2. Vlastnictví automobilu

Dělba přepravní práce je významně ovlivněna počtem automobilů v domácnosti. Na základě počtu automobilů vlastněných dotazovanými osobami staršími 18 let na populaci města bylo zjištěno, že průměrný počet automobilů na osobu v Olomouci je 0,31 a v Ostravě 0,35. Ve srovnání s hodnotami 0,40 v Hradci Králové, 0,43 v Pardubicích a 0,37 v Plzni zjištěnými ve studii Moldan (2008) se v Olomouci a Ostravě jeví jako významně nižší počet automobilů na osobu. Nicméně pokud počet aut přepočteme na domácnost, zjistíme údaje podobné jako v jiných velkých městech (konkrétně 0,89 v Olomouci a 1,07 v Ostravě), zatímco 0,97 vykazuje Hradec Králové, Pardubice 0,92 a Plzeň 0,80 (podle Moldan 2008).

Z dotazníkového šetření dále vyplynulo, že většina domácností ve městech vlastní jeden automobil (54 % v Olomouc a 46 % v Ostravě), dva automobily vlastní 15 % domácností v Olomouci a 23 % v Ostravě. Na druhou stranu

téměř čtvrtina domácností nevlastní žádný automobil (29 % v Olomouci a 23 % v Ostravě). Při přepočtu vybavenosti domácností na celý vzorek pak vychází, že analyzovaná populace nevlastní v 26,5 % žádný automobil, 50,8 % vlastní jeden a 22,7 % vlastní 2 a více automobilů. Ve srovnání se studií Moldana (2008) se jedná o významně vyšší zastoupení domácností, které vlastní dva a více automobilů namísto jednoho.

4.3.3. Charakteristiky infrastruktury

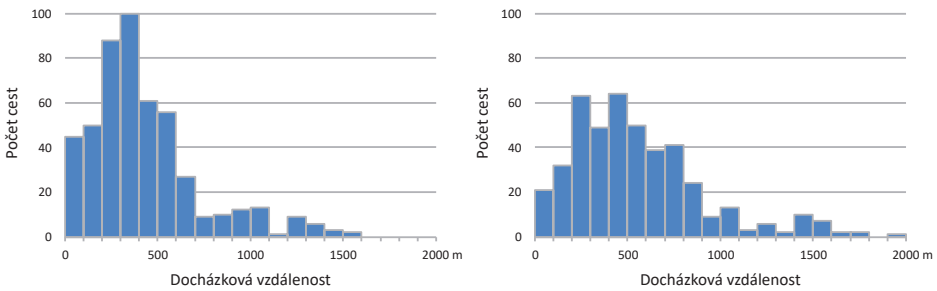
Dále byly zjišťovány dopravní charakteristiky, které by indikovaly rozdíly v kvalitě dopravní infrastruktury mezi jednotlivými lokalitami. Patří sem například možnosti parkování, ale také vzdálenost na zastávku veřejné dopravy, spolehlivost služeb veřejné dopravy apod.

4.3.3.1. Vzdálenost na zastávku veřejné dopravy

Analyzována byla vzdálenost mezi bydlištěm a zastávkou veřejné dopravy měřená jako doba dosažení zastávky v časových jednotkách nebo jako vzdálenost v území v délkových jednotkách (Brands a kol. 2014). Na základě průzkumu bylo zjištěno, že vzdálenost ať už časová nebo prostorová se liší v závislosti na velikosti města a charakteru zástavby. Zatímco 83 % respondentů v Olomouci má nejvyužívanější zastávku veřejné dopravy do 5 minut chůze, v Ostravě je to pouze 63 % respondentů. Průměrná doba docházky na nejvyužívanější zastávku městské hromadné dopravy byl 4,45 minut v Olomouci a 6,57 minut v Ostravě. Ve srovnání s jinými městy (např. 5,2 minut v Hradci Králové, v Plzni 5,5 minut nebo 5,7 minut v Pardubicích podle Moldana (2008) jsou to hodnoty spíše extrémní – u Olomouce velmi málo, naopak v Ostravě abnormálně velké.

Rozdíl v distribuci docházkových vzdáleností mezi oběma městy je dobře patrný na obrázku 25. Pouze u sedmi záznamů byla vzdálenost na zastávku delší než 2 km a méně než 7 % respondentů dochází na zastávku méně než 100 metrů. Průměrná rychlost chůze na zastávku veřejné dopravy byla vypočtena na 1,8 km/h, což je poměrně málo při srovnání s běžně udávanou rychlostí chůze 4 km/h.

Průměrná docházková vzdálenost na nejčastěji využívanou zastávku veřejné dopravy je v Ostravě přibližně o 130 metrů delší než v Olomouci (568 m). Překvapivě tato docházková vzdálenost neovlivňuje výběr dopravního prostředku. Medián docházkové vzdálenosti respondentů využívajících veřejnou dopravu byl pouze o 40 metrů menší než pro osoby dojíždějící automobilem. Tento rozdíl se ukázal jako statisticky nevýznamný. Nejčastěji se používá jako hraniční hodnota docházkové vzdálenosti 400 metrů, následně se počítá s poklesem pravděpodobnosti využívat veřejnou dopravu (Buehler 2011). Jak uvádí Walker (2012), lidé v Evropě mají tendenci docházet i na delší vzdálenosti, což bylo potvrzeno i touto případovou studií v Česku. Navíc i další studie mimo Evropu

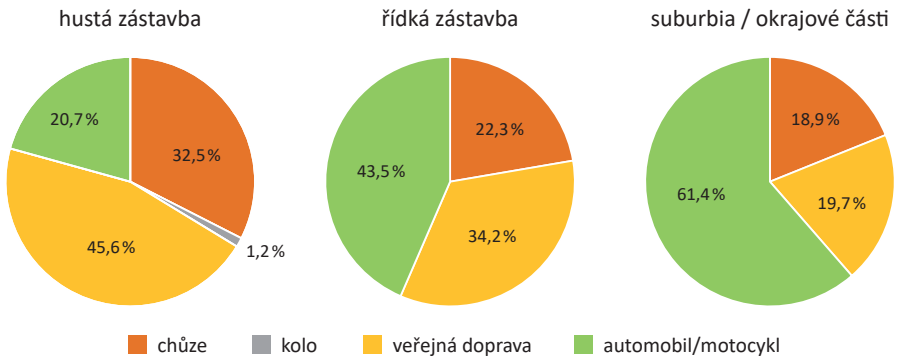


Obr. 25 – Docházkové vzdálenosti na zastávku veřejné dopravy v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

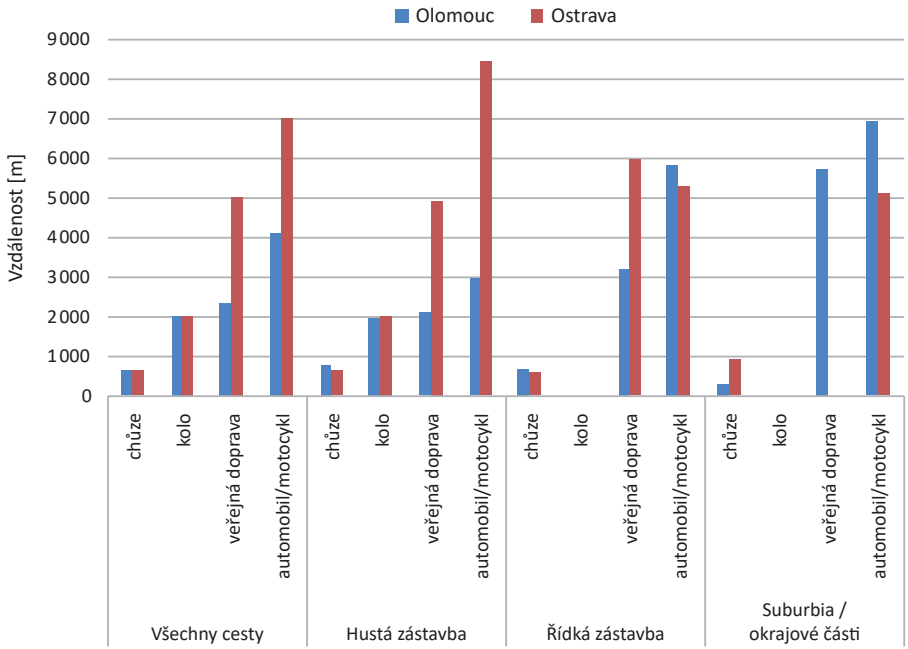
potvrzují větší ochotu při docházce na zastávku veřejné dopravy. Například Daniels a Mulley (2013) zjistili, že průměrná docházková vzdálenost na zastávku je v Sydney 573 metrů, což se téměř blíží výsledkům v Olomouci. Podobně Alshalalfah a Shalaby (2007) zjistili, že v Torontu 60 % uživatelů veřejné dopravy bydlí 300 metrů od zastávky a 80 % jich bydlí do vzdálenosti 500 metrů.

4.3.3.2. Struktura osídlení

Výběr dopravního prostředku ovlivňuje také hustota a struktura osídlení (Soltani 2005). Kompaktní zástavba s vysokou hustotou zalidnění a vysokou mírou urbanizace podmiňuje relativní blízkost služeb vůči místu bydliště. Lidé v těchto oblastech často využívají cyklistickou dopravu nebo pouze docházku pěšky. S rostoucí vzdáleností od centra a klesající hustotou zástavby však potřeba vlastního dopravního prostředku roste (Brownson a kol. 2009, Marada, Květoň 2008). Veřejná doprava dominuje především v oblastech okolo centra, kde už slábne cyklistická doprava a vzdálenost do centra již není docházková.



Obr. 26 – Podíl cest podle dopravního prostředku v různě zastavěném území v Olomouci a Ostravě. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.



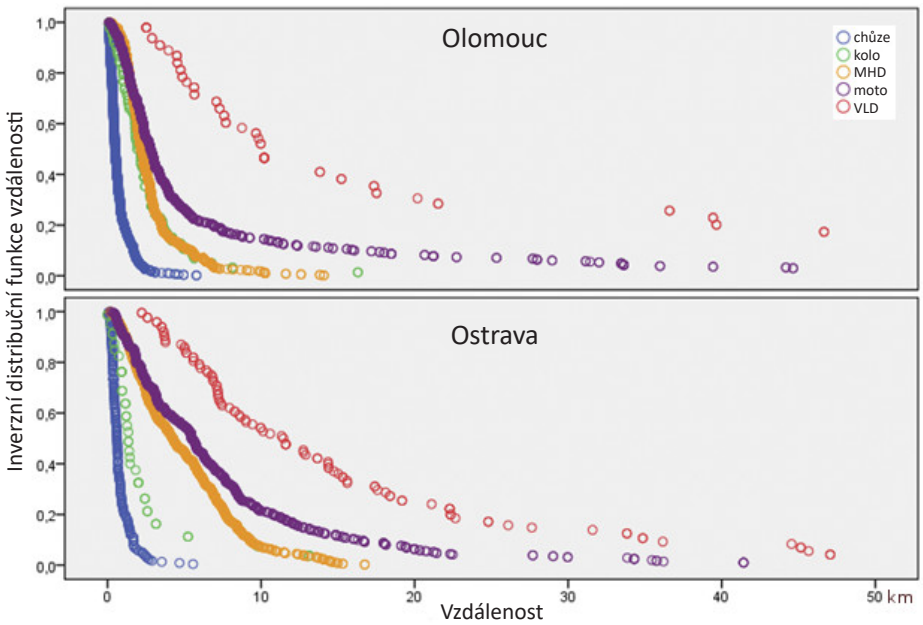
Obr. 27 – Průměrná vzdálenost cest dle hustoty zástavby a dopravního prostředku v Olomouci a Ostravě. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

Automobily jsou hlavním dopravním prostředkem v suburbiích a okrajových částech města, kde je vzdálenost z centra velká a obslužnost veřejnou dopravou klesá. Tento trend byl potvrzen také v Olomouci a Ostravě (obr. 26). Zatímco v hustě zastavěném území je chůzí realizováno 32,5 % cest a pouze 20,7 % jich je uskutečňováno automobilem, v suburbiích a okrajových částech obou měst připadá na docházku chůzí pouze 18,9 % cest a 61,4 % cest lidé jezdí automobilem.

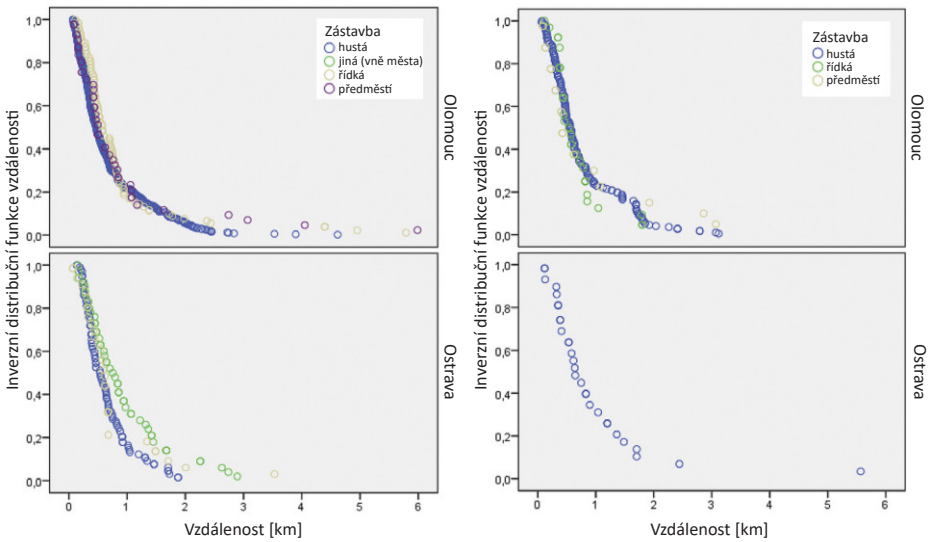
Volba dopravního prostředku je ovlivněna nejen mírou urbanizace, ale také vzdáleností od centra (Naess 2000). Lidé žijící na okrajích měst nebo v suburbiích se musejí přesouvat na delší vzdálenosti, proto se vyšetřuje i volba dopravního prostředku v kontextu ztráty času. Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že průměrná délka cest v pracovní den činí 2 765 metrů v Olomouci a 5 556 metrů v Ostravě. Délka pěších cest v Olomouci dosahuje průměrné hodnoty 626 metrů, v Ostravě mírně méně 607 metrů (obr. 27) a ani celé distribuce délky pěších cest (obr. 28) neukazují významné rozdíly mezi městy, což ale neplatí při pohledu na situaci v různém typu zástavby. V případě dojíždění na kole je v obou městech průměrná vzdálenost přibližně 2 kilometry, avšak jejich distribuce (obr. 28) se liší a v Ostravě dominují velmi krátké cesty na kole. Ochota dojíždět veřejnou dopravou se mění s velikostí města. Zatímco v Olomouci je průměrná vzdálenost přesunu veřejnou dopravou 2 457 metrů,

v Ostravě je průměrná vzdálenost přesunu veřejnou dopravou 5 033 metrů. Navíc se významně liší i distribuce cest městskou hromadnou dopravou (obr. 28). Zatímco v Olomouci se délky cest městskou hromadnou dopravou koncentrují kolem průměrné hodnoty, v Ostravě jsou vyrovnaně zastoupeny různé délky cest, což vede k téměř lineárnímu nárůstu kumulativní funkce mezi 3 a 9 km na obrázku 28. Že nejde o specifikum městské hromadné dopravy, ale důsledek nepravidelné urbanizace v městské aglomeraci dokazuje podobný průběh křivky pro individuální motorizovanou dopravu. Největší průměrné vzdáleností vykazují jízdy automobilem, v Olomouci v průměru 4 219 metrů, zatímco v Ostravě 6 993 metrů. Nicméně vzdálenosti se mění s hustotou zástavby a vzdáleností od centra. Uvedené průměrné vzdálenosti v Olomouci a Ostravě jsou výrazně kratší než například ve studii Moldana (2008) 10,6 km se směrodatnou odchylkou 9,7, což je ale průměrná vzdálenost z prvních referenčních cest. a ne ze všech cest.

Rozdíly mezi distribucí cest jednotlivými dopravními módy se nejlépe posuzují podle vzdálenostních funkcí (obr. 28). Jak již bylo komentováno, nejzajímavější je rozdíl v průběhu distribuce cest u městské hromadné dopravy a individuální motorizované dopravy mezi městy, způsobený zřejmě nepravidelným rozmístěním osídlení v Ostravě tvořícím aglomeraci (Vaishar a kol. 2006; Rumpel, Slach, 2012). Samozřejmě jsou zřejmé i již výše uvedené rozdíly,



Obr. 28 – Vzdálenostní funkce pro Olomouc a Ostravu podle módu dopravy. Zdroj: upraveno z Horák (2016).

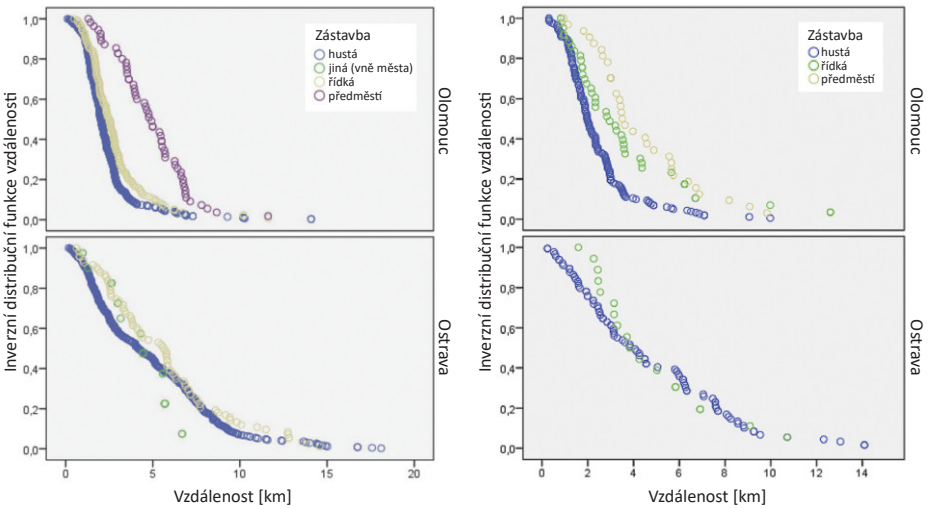


Obr. 29 – Vzdálenostní funkce pro Olomouc a Ostravu pro chůzi v různém typu zástavby v pracovní den (vlevo) a o víkendu (vpravo). Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

zejména výrazně delší cesty městskou hromadnou dopravou a autem v Ostravě, vyjma vyššího podílu nejdelších cest (nad 20 km) autem v Olomouci, což je způsobeno záznamy s důvodem cesty „rekreace" (např. chataření) a také delší dojíždění studentů (důvod cesty „návrat domů"). Při osamostatnění sledování veřejné hromadné dopravy se ukazuje podle očekávání zastoupení především delších cest a situace je podobná u obou měst.

V případě pěší chůze (obr. 29) se podle očekávání neprojevily významnější rozdíly mezi pracovním dnem a víkendem, vyjma zajímavého skokového nárůstu vzdáleností přes 1 km v Olomouci. V zóně Ostrava XXL jsou zastoupeny i typické vesnice (typ zástavby „jiná"), které vykazují podle očekávání výrazně větší docházkové vzdálenosti. Mezi městy Olomouc a Ostrava nejsou z hlediska pěší chůze výrazné rozdíly, přesto v husté zástavbě je v Ostravě dokumentována chůze pouze do 2 km, zatímco v Olomouci se projevily i delší docházky, až do 6 km, i když v omezené míře a zejména v suburbiu a řídké zástavbě. Větší rozdíly v distribuci pěších cest se projevují v závislosti na účelu cesty (viz dále), u některých aktivit i v závislosti na dnu (očekávaně pěší sportovní cesty jsou o víkendu delší než v pracovní dny).

Na základě studia vzdálenostních funkcí lze dojít k závěru, že největší rozdíly jsou u módu městské hromadné dopravy (obr. 30). U Ostravy jsou jen nepatrné rozdíly mezi různou zástavbou, kdežto u Olomouce je významný rozdíl (posunutí dosahu křivky o 2,5 km) mezi předměstím a ostatními typy zástavby. O víkendu se v Olomouci prodlužuje dosah křivek pro rozptýlenou zástavbu



Obr. 30 – Vzdálenostní funkce pro Olomouc a Ostravu pro městskou hromadnou dopravu v různém typu zástavby v pracovní den (vlevo) a o víkendu (vpravo). Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

a předměstí oproti husté zástavbě. Jak již bylo popisováno, zásadní rozdíly jsou ve tvaru křivek, tj. v typu distribuce vzdáleností, kdy u Olomouce jsou kromě předměstí výskyty různých vzdáleností koncentrovány kolem průměrné hodnoty, ale na předměstí a v Ostravě pro prakticky všechny typy zástavby se projevuje téměř konstantní přírůstek cest podle vzdálenosti až do 10 km, což svědčí o rovnoměrném zastoupení různě dlouhých cest. Pravděpodobným vysvětlením je rozdílný charakter urbanizace.

4.3.3.3. Kongesce a parkovací místa

Rozhodujícím faktorem pro výběr dopravního prostředku mohou být také potenciální kongesce nebo problémy s parkováním (Hensher, King 2001). Na základě váženého průměru z dotazníkového šetření však bylo zjištěno, že tyto faktory nejsou důležité v porovnání s jinými faktory (váha pouze 2,7 z 5,0 u kongescí a 2,9 u parkování). Lidé v Olomouci a Ostravě tedy nejsou motivováni využívat veřejnou dopravu z důvodu kongescí nebo z nedostatku parkovacích míst. Na druhou stranu tyto faktory mají střední důležitost pro respondenty dojíždějící automobilem a tato důležitost roste s rostoucí velikostí města. V budoucnu, především v důsledku rostoucího počtu aut, mohou tyto faktory nabýt takovou důležitost, že budou důvodem změny dělby přepravní práce ve prospěch veřejné dopravy.

4.3.3.4. Spolehlivost služeb veřejné dopravy

Dalším faktorem, který významně dokáže ovlivnit výběr dopravního prostředku, jsou podmínky provozu. Cestování veřejnou dopravou může být ztíženo výlukami jízdních řádů, plynulost individuální dopravy omezují uzavírky a omezení provozu (Wakabayashi a kol. 2003). Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že výluky v jízdních řádech ovlivňují pouze 22 % cestujících veřejnou dopravou v Olomouci a 44 % v Ostravě. Ze zkušeností lze konstatovat, že menší ovlivnění v Olomouci může být způsobeno kratšími zpožděními během výluk. Uzavírky a omezení provozu jako důvod ke změně dopravního prostředku ve prospěch veřejné dopravy uvádí v Olomouci 11 % a v Ostravě 20 % respondentů. Z tohoto zjištění lze usoudit, že tento faktor je závislý na velikosti města.

4.3.4. Faktory ovlivňující dopravní chování respondentů

Dopravní chování ovlivňuje kromě dostupnosti dopravních prostředků a prostorového uspořádání také řada faktorů vysvětlujících individuální volbu dopravního prostředku.

4.3.4.1. Sociodemografické faktory

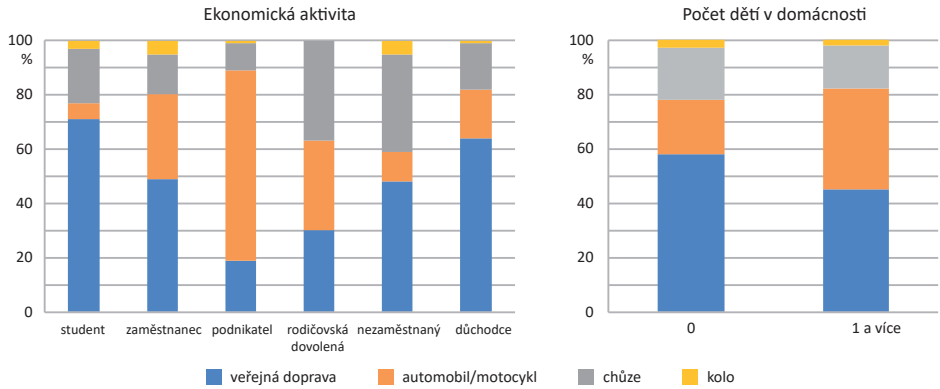
Sociodemografické faktory souvisejí s věkem, pohlavím, ekonomickou aktivitou, vzděláním, zdravotním stavem, kondicí apod. Věk je základní demografickou charakteristikou, která úzce souvisí s aktuálně nebo dlouhodobě zhoršeným zdravotním stavem a ovlivňuje možnosti cestování (Zajíčková a kol. 2014; Alsnih, Hensher 2003). Každá životní etapa zároveň pro člověka znamená jiné potřeby a možnosti.

Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že v Olomouci a Ostravě nemá věk vliv na podíl docházky na mobilitě (tab. 7). U všech věkových skupin je podíl respondentů přesouvajících se převážně pěšky přibližně 16 %. To souvisí s tím,

Tab. 7 – Podíl dojíždějících v procentech podle dopravního prostředku a věku v Olomouci a Ostravě

Věk	Druh dopravního prostředku			
	veřejná doprava	automobil/motocykly	chůze	kolo
15–17	78	3	16	3
18–24	67	7	22	4
25–34	43	34	20	3
35–44	43	38	14	5
45–54	47	32	15	6
55–64	60	22	16	2
65+	61	20	18	1

Zdroj: vlastní sběr, vlastní výpočty



Obr. 31 – Volba dopravního prostředku podle ekonomické aktivity (vlevo) a podle počtu dětí v domácnosti (vpravo) v Olomouci a Ostravě. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

že sice klesá schopnost chůze, ale na druhou stranu ubývá vzdálených cílů (zaměstnání), takže relativně roste význam krátkých cest. Podobné je to u cyklistické dopravy, nicméně podíl dojížďky na kole klesá u starších věkových skupin. Zajímavé je srovnání veřejné a automobilové dopravy. U věkové skupiny 15–34 let významně narůstá podíl využívání automobilu, což logicky souvisí s obdržením řidičského oprávnění a také možností zakoupit si vlastní dopravní prostředek. Lidé v produktivním věku mají větší možnosti volby dopravního prostředku než jiné věkové skupiny. Výrazný podíl dojížďky veřejnou dopravou je nahrazen osobními automobily (přibližně čtvrtina). Využívání automobilu poté klesá přibližně ve věku 55 let, což souvisí s klesající samostatností a nezávislostí na okolí.

Z provedené případové studie, ale také ze zahraniční literatury, např. Best, Lanzendorf (2005), bylo zjištěno, že volba dopravního prostředku není závislá na pohlaví. Bylo zjištěno, že o 6 % více žen než mužů se přesouvá pěšky a o 7 % více mužů než žen využívá auto, motorku nebo kolo, nicméně tyto rozdíly nejsou statisticky významné.

Volba dopravního prostředku je však významně ovlivněna rodinným stavem a složením domácnosti. Domácnosti s dětmi mají odlišné dopravní chování a jsou značně závislé na vlastnictví a využívání automobilu jako hlavního dopravního prostředku. Šetřením bylo zjištěno, že domácnosti bez dětí využívají automobil ke každodenní dojížďce o 16 % méně (obr. 31).

Respondenti dále uvedli, že 30 % osob v Ostravě a 10 % v Olomouci je ovlivněno doprovodem juniora nebo seniora a více než 90 % při této příležitosti využívá k dojížďce automobil.

4.3.4.2. Ekonomické faktory

Ekonomické náklady, reprezentované cenou za přepravu, jsou taktéž důležité. V průzkumu respondenti váženým průměrem ohodnotili důležitost ceny přepravy známkou 3,0 z 5,0. Nicméně vnímání ceny přepravy závisí na velikosti města. Zatímco v Olomouci je veřejná doprava levná pro 80 % respondentů (v roce 2015 byla cena jízdenky na 40 minut v pracovní den a 60 minut o víkendu 14 Kč), v Ostravě je to pouze pro 46 % (cena jízdenky na 30 minut v pracovní den a 45 minut o víkendu je 20 Kč). Z údajů Českého statistického úřadu vyplývá, že je však průměrný plat v Ostravě o 5 % vyšší než v Olomouci. Na základě výsledků terénního šetření lze tedy usoudit, že i malá změna ceny jízdního dokladu může mít zásadní vliv na vnímání atraktivity veřejné dopravy.

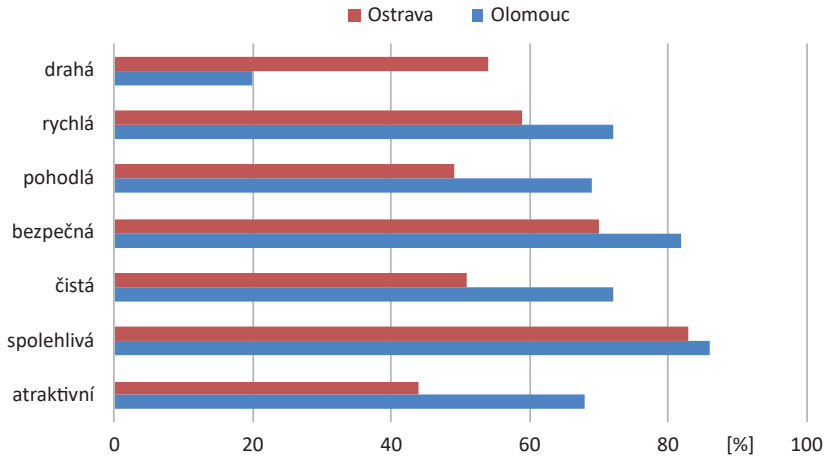
Volbu dopravního prostředku také výrazně ovlivňují ekonomická aktivita, definující časový interval potřeby dojíždět, příjem domácnosti a lokalizaci práce od místa bydliště. Obecně, zaměstnaní lidé mají tendenci dojíždět automobilem více než nezaměstnaní (v průzkumu 3krát více), na druhé straně podnikatelé využívají k dojížďce téměř výhradně automobil z důvodu nezávislosti (71 %; obr. 31). Ekonomická aktivita a výběr cíle souvisejí s časem dojížďky a ochotou dojíždět. S rostoucí velikostí města se obyvatelé přemísťují delší dobu a na delší vzdálenosti.

4.3.4.3. Environmentální faktory

Jak uvádějí například Line et al. (2010), dojíždějící nejsou při volbě dopravního prostředku ovlivněni environmentálními faktory. Lidé nezohledňují ovlivnění prostředí hlukem, vibracemi, znečištěním ovzduší i vod, riziko dopravních nehod, omezování pohybu zvěře a další prvky životního prostředí. Environmentálně příznivější varianta dopravního prostředku je zpravidla preferována pouze v případě nižších nákladů. Toto tvrzení bylo potvrzeno také dotazníkovým šetřením, environmentální faktory ovlivňují pouze 8 % respondentů. Lidé vyhledávají a upřednostňují spíše komfort a rychlost dojížďky. Zátěž životního prostředí tedy pro respondenty není rozhodující pro volbu dopravního prostředku.

4.3.4.4. Psychologické faktory

Psychologické faktory souvisejí s vnímáním lidí, jejich myšlením a zkušenostmi. Jedná se o soubor aspektů ovlivňující preference a motivaci při výběru dopravního prostředku. Tyto aspekty jsou spojeny s postoji obyvatel vůči různým dopravním prostředkům. Podle Nolana (2010) lidé často vnímají veřejnou dopravu jako pomalou, nepohodlnou, nespolehlivou apod. Tyto faktory však úzce souvisejí s velikostí urbanizovaného území, kde s rostoucí vzdáleností je složitější zajistit atraktivitu veřejné dopravy. Zatímco v Olomouci je veřejná doprava podle respondentů atraktivní (68 %), spolehlivá (86 %), čistá (72 %), bezpečná (82 %), pohodlná (69 %), rychlá (72 %) a levná (80 %), v Ostravě je spíše neatraktivní (56 %), spolehlivá (83 %), bezpečná (70 %), rychlá (59 %)



Obr. 32 – Rozdílné vnímání veřejné dopravy v Olomouci a v Ostravě. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

a spíše drahá (54 %; obr. 32). Statisticky významný rozdíl je však mezi Olomoucí a Ostravou pouze ve vnímání ceny. Veřejná doprava v obou městech je atraktivní a pohodlná spíše pro studenty, důchodce a zaměstnané s nižším vzděláním, tedy pro respondenty bez možnosti využívat automobil. Z dotazníkového šetření však vyplynulo, že pohodlí (vážený průměr 2,7 z 5,0) a přesvědčení využívat veřejnou dopravu (vážený průměr 2,0 z 5,0) jsou při volbě dopravního prostředku nedůležité.

4.3.5. Deskripce cestovního chování respondentů

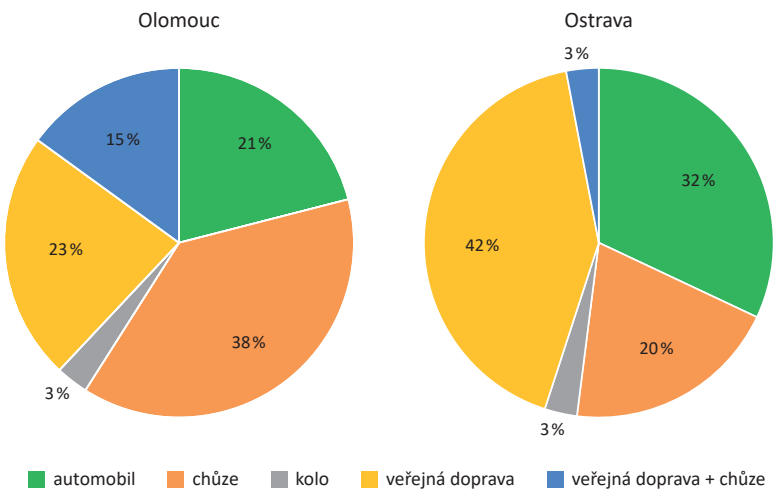
Jádrem dotazníkového šetření byla část týkající se cestovních deníků, ve kterých respondenti popisovali své nejčastější kombinace cest během měsíce. Cílem bylo pochopit jejich typické dopravní chování.

Analyzováno bylo celkem 4 190 cest uvedených v cestovních denících, 2 680 cest bylo realizováno v Olomouci a 1 510 cest v Ostravě. Jak z obrázku 33 vyplývá, celkem 38 % cest v Olomouci a 45 % v Ostravě bylo uskutečněno veřejnou dopravou v kombinaci s docházkou ze startu cesty na zastávku a ze zastávky do cíle cesty. Pěšky bylo realizováno 38 % cest v Olomouci a 20 % v Ostravě, automobilem proběhl přesun v případě 21 % cest v Olomouci a 32 % v Ostravě. Cyklistická doprava byla minoritním způsobem dopravy, na kole proběhly jen 3 % všech cest v obou městech. Olomouc vykazuje vyšší podíl pěších cest, zatímco v Ostravě je více využíván automobil. Toto zjištění souvisí s obecným charakterem měst, přičemž Olomouc je i díky své velikosti a hlavně nízké členitosti povrchu vnímána jako „město chodců“, zatímco Ostrava je se svojí téměř trojnásobnou rozlohou spíše „automobilové město“. V porovnání se

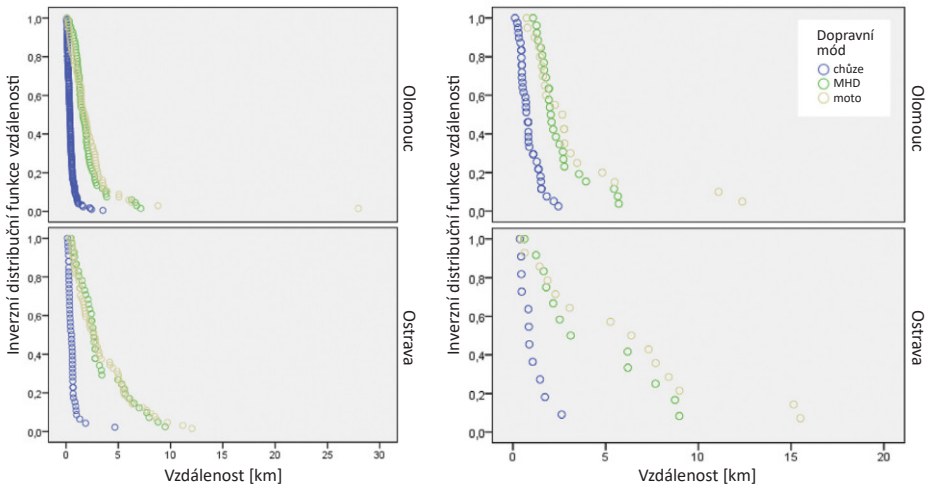
studií Moldana (2008) bylo zjištěno, že v Pardubicích, Hradci Králové a Plzni je výrazně větší zastoupení cest realizovaných pomocí automobilu (37,7 %), naopak je výrazně nižší zastoupení cest pěšky (pouze 9,0 %). Srovnatelný podíl je ve využití veřejné hromadné dopravy (42,8 %).

Dále bylo zjištěno, že respondenti tráví v součtu více času chůzí, na kole nebo cestováním veřejnou dopravou než automobily. Cestování veřejnou dopravou je však časově náročnější než automobilem. V Olomouci je rozdíl minimální (průměr 19 minut veřejnou dopravou se blíží průměrným 18 minutám automobilem), oproti tomu v Ostravě trvá cestování veřejnou dopravou průměrně 27 minut, zatímco automobilem pouze 23 minut. Pěší cesty jsou výrazně kratší – 12 minut v Olomouci a 14 minut v Ostravě. Rozdíly ve vzdálenostech mezi Olomoucí a Ostravou souvisejí s velikostí města i jeho charakterem, Olomouc je totiž příznivěji uspořádaná a pěší přesuny jsou často efektivnější než použití dopravního prostředku. První denní cesta v Olomouci trvá průměrně 17,8 min (směrodatná odchylka 11,5 minut), v Ostravě 24,9 minut (směrodatná odchylka 16,8 minut). Pro srovnání ve studii Moldana (2008) se uvádí, že první denní cesta respondentům Pardubic, Hradce Králové a Plzně trvala v průměru 30,2 minut (směrodatná odchylka 18,6), což je překvapivě výrazně více.

Cesty za různým účelem ovlivňují také samotnou délku cesty, která se navíc může měnit město od města a také mezi pracovním dnem a víkendovým dnem. Analýzou vzdáleností ve vztahu k účelu cesty ukázalo, že dojížďka pomocí městské hromadné dopravy nebo motorovými vozidly má v případě nákupů zcela logicky vždy delší dosah než chůze, přitom rozdíl je větší u Ostravy než u Olomouce. U Ostravy se pak průběh křivky mění z exponenciální na lineární.



Obr. 33 – Využití dopravních prostředků z cestovních deníků pro Olomouc (vlevo) a Ostravu (vpravo). Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

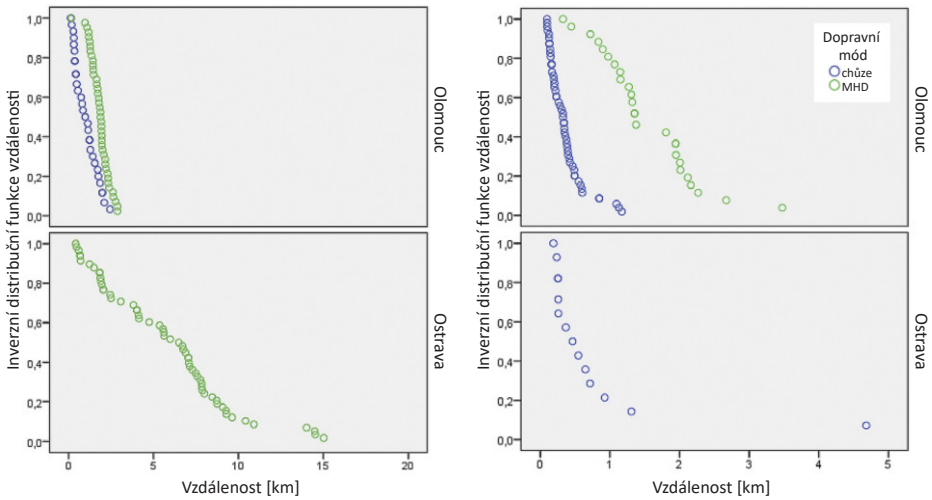


Obr. 34 – Vzdálenostní funkce pro Olomouc a Ostravu pro nákupy (vlevo) a sport (vpravo) podle módu dopravy. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

Zatímco vzdálenosti chůzí za nákupem jsou podobné mezi městy, městskou hromadnou dopravou a motorovými vozidly vykazuje v Ostravě vyšší podíl větších vzdáleností, a to i pro kategorii sport (obr. 34). Platí rovněž, že cesty za sportem jsou delší než za nákupy, zejména v případě chůze.

Na nejnižší úrovni agregace pak lze vyjádřit vzdálenostní funkce pro konkrétní kombinace ovlivňujících faktorů vhodných pro přiřazení ke scénářům dojíždění. Zohledněna musí být mimo jiné také ekonomická aktivita respondentů, která do značné míry ovlivňuje diskutovaný účel cesty. Na této úrovni agregace se projevují největší rozdíly mezi křivkami. Efektivní hodnocení nabízí také využití zobrazení parametrů Weibullovy distribuční funkce při optimalizaci průběhu vzdálenostních funkcí.

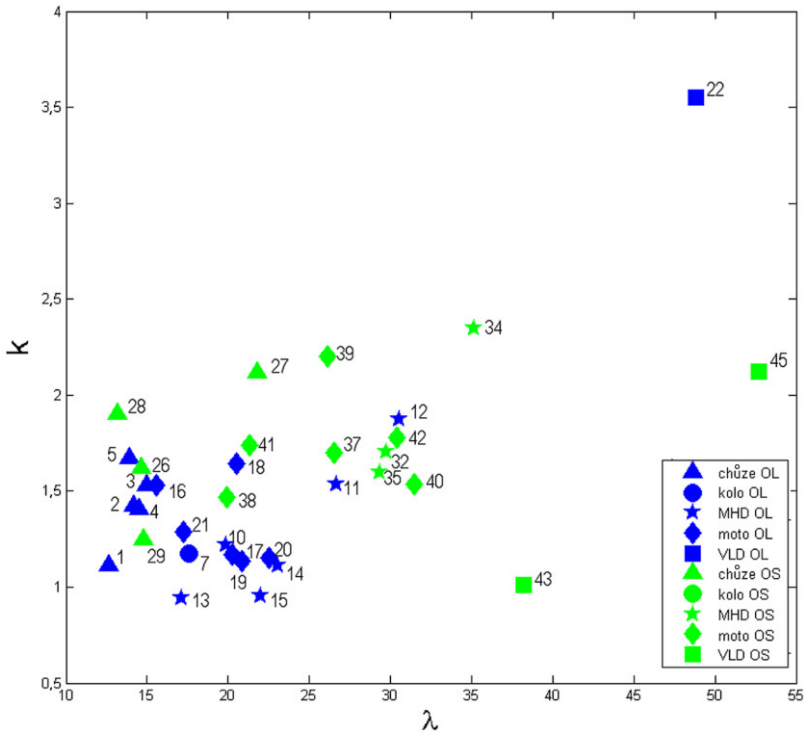
Tyto charakteristiky umožňují modelovat chování konkrétních dojíždějících za daných situací. Na obrázku 35 (vlevo) je demonstrováno chování dojíždějících studentů v pracovní den, bydlících v husté zástavbě. Na obrázku 35 (vpravo) je modelování dojíždění důchodců bydlících v husté zástavbě za nákupem v pracovní den, kde je podstatný rozdíl mezi chůzí a městskou hromadnou dopravou. V případě nakupování ovlivňuje volba cíle volbu dopravního prostředku. V případě docházky do obchodu se jedná o velmi krátké vzdálenosti do lokálních obchodů. Nicméně s využitím městské hromadné dopravy již není volba cíle jednoznačná a umožňuje vyšší mobilitu. To je patrné i v porovnání s křivkou městské hromadné dopravy pro dojížďku do školy a do obchodu. Z porovnání chůze za studiem (studenti) a za nákupy (důchodci) v husté zástavbě v Olomouci vyplývá, že obě křivky jsou velmi podobné a že tedy není zásadní rozdíl v distribuci cest mezi uvedenými skupinami a účely. Je to dáno především



Obr. 35 – Vzdálenostní funkce pro konkrétní scénáře simulací dojíždění (hustá zástavba, pracovní den, vlevo student za studiem, vpravo důchodce za nákupem). Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

omezením na mód chůze. Tento závěr potvrzuje i analýza parametrů Weibullovy distribuční funkce (obr. 36), kde se obecně neukazují větší rozdíly ve zvyklostech chodců, a to ani mezi Ostravou a Olomoucí, ani se významně neprojevuje typ zástavby. Výrazná odlišnost se projevila pouze u nakupujících důchodců v Olomouci mezi pracovním dnem (obr. 37, bod 05) a víkendem (obr. 37, bod 11, nejvyšší hodnota parametru k), kde je o víkendu průběh vzdálenostní funkce mnohem strmější, takže velmi rychle klesá ve středních vzdálenostech. Uvedená podobnost je ale pro jiné dopravní módy a jiný typ zástavby spíše výjimkou. Viz např. rozdíly veřejné hromadné dopravy v Ostravě mezi hustou a řídkou zástavbou (obr. 36 bod 43, resp. 45), kde první má menší dosah a menší variabilitu, nebo městské hromadné dopravy v Olomouci mezi hustou zástavbou a okrajovými částmi (obr. 36 bod 13, resp. 15), které jsou dále komentovány.

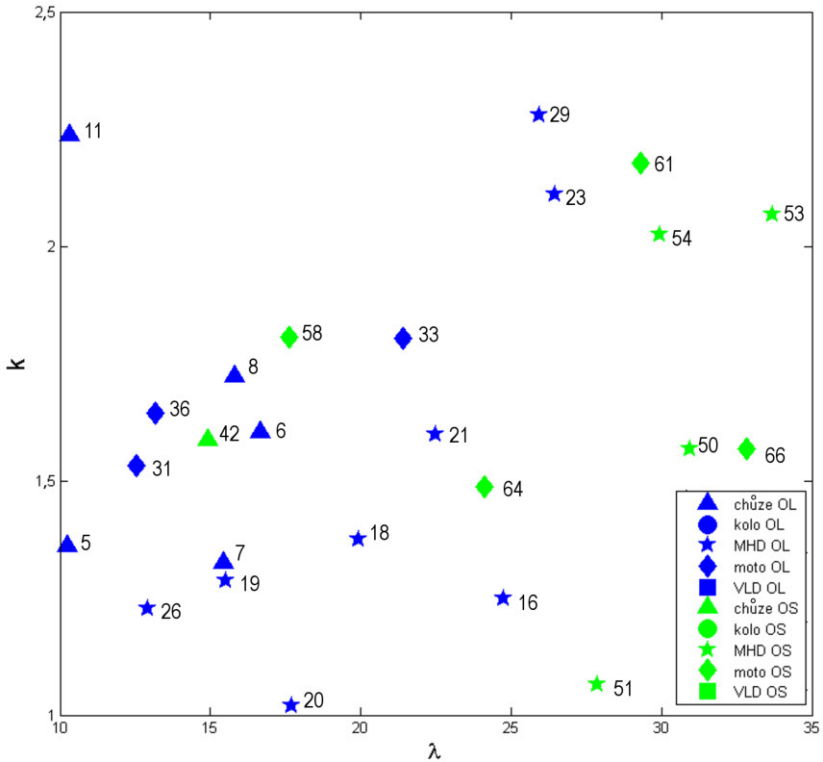
Vzdálenostní funkce pro městskou hromadnou dopravou v Olomouci mají podobný dosah (koeficient λ) a liší se ve strmosti distribuce (koeficient k) (obr. 37). Nejméně strmý průběh vykazují cesty za sportem (bod 20), což znamená, že je u nich malá variabilita. Více strmý průběh funkce je zaznamenán pro nákupy v pracovní den (bod 19), o víkendu je průběh interakce méně strmý, tj. je větší rozptyl délek cest. Výrazně dále se jezdí k doktorovi (bod 16), vyjádřeno koeficientem λ. Podle očekávání se dojížďka do zaměstnání prostřednictvím městské hromadné dopravy příliš neliší v pracovní den a o víkendu (body 23 a 29). V případě individuální motorizované dopravy vykazují v Olomouci cesty do zaměstnání nejvyšší koeficient λ (bod 33), tedy největší sílu interakce a největší dosah, menší je pro nakupování (bod 31 a 36).



Obr. 36 – Parametry Weibullovy distribuční funkce pro čas podle módu dopravy, typu dne a zástavby; víkend 4, 5, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 29, 35, 40, 41, 42 (ostatní je pracovní den); řídce osídlené 2, 5, 11, 14, 17, 20, 28, 34, 39, 42, 45; předměstí 3, 12, 15, 18, 21; mimo město 27, 38, 41 (ostatní jsou hustě osídlené 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 26, 29, 32, 35, 37, 40, 43). Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

V Ostravě se prostřednictvím městské hromadné dopravy jezdí průměrně stejně daleko za nakupováním (bod 51), za studiem (bod 53) či do práce (bod 54). Tyto tři účely se výrazně liší strmostí průběhu funkce, kde se právě u nakupování ukazuje nejvýraznější dichotomie nakupování – buď se jezdí na krátké vzdálenosti (menší nákupy) nebo naopak do největších obchodních center, které jsou daleko. V případě individuální motorizované dopravy jsou mírně kratší nákupy o víkendu (bod 64), delší jsou cesty do práce v pracovní den (bod 61) a ještě více cesty na návštěvy o víkendu (bod 66), avšak hlavní odlišnost je především ve strmosti vztahu, kdy nejmenší rozptyl vykazují cesty do práce autem v pracovní den (bod 61).

Z dotazníkového šetření také vyplynulo, že celková doba přepravy má zásadní vliv na dopravní chování (vážený průměr ukazatele 3,7 z 5,0). Dobu trvání přepravy však ovlivňuje také počet přestupů – podle respondentů získal váhu 3,2 z 5,0. Klíčový faktor je také čas odjezdu nebo příjezdu, který získal



Obr. 37 – Parametry Weibullovy distribuční funkce pro čas podle módu dopravy, typu dne a účelu cestování; víkend 11, 26, 29, 36, 64, 66; nákupy 5, 11, 19, 26, 31, 36, 42, 51, 58, 64; sport 6, 20; studium 7, 21, 53; návštěvy 66; práce 8, 23, 33, 54, 61. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

druhou nejvyšší váhu 3,4 z 5,0. Tento faktor však především ovlivňují individuální požadavky – v zásadě záleží na čase, kdy musí být zaměstnanci v práci, děti ve škole, důchodci u lékaře apod.

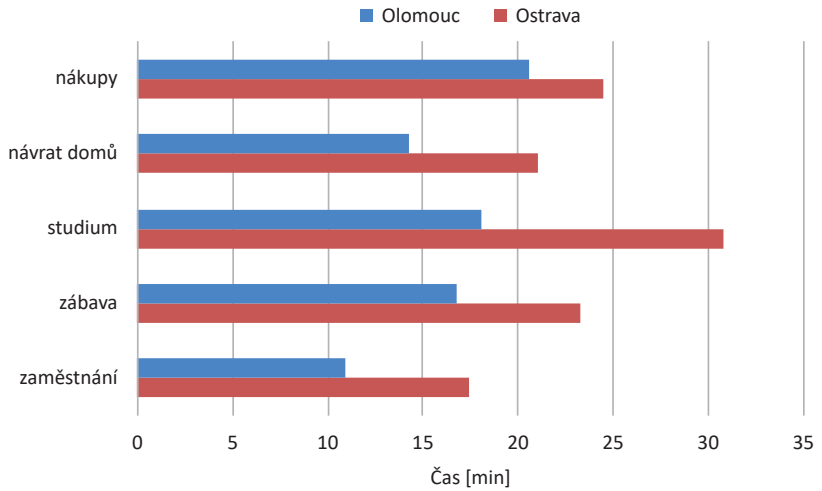
Z dotazníkového šetření také vyplynulo, že průměrná doba cestování (bez ohledu na dopravní mód) je 16,9 minut v Olomouci a 23,8 minut v Ostravě. Nejčastějším důvodem cestování je cesta do zaměstnání, která trvá v průměru 20,4 minut v Olomouci a 24,6 minut v Ostravě. Obecně, delší vzdálenosti v Ostravě pro všechny druhy cíle cest korespondují s větší velikostí města (obr. 38).

Distribuce délky času byly využity pro nastavení gravitačního modelování v simulacích (kapitola 8) a při částečné validaci simulačních výsledků.

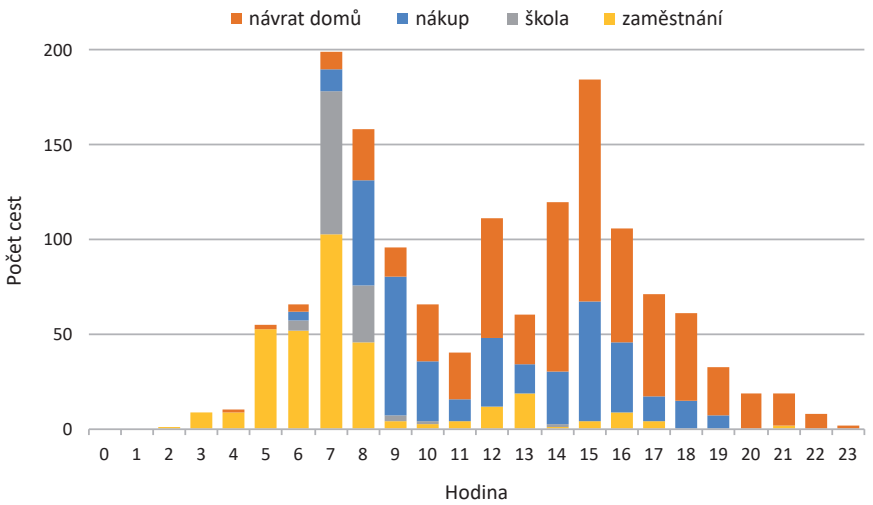
Přepravní nabídka v obou městech je nejširší v době přepravní špičky, v sedlech se výrazně snižuje. Některé cíle cest jsou však otevřeny v zásadě mimo přepravní špičku (kino, divadlo apod.), část přepravní poptávky se tedy vyskytuje v časech, kdy chybí spojení. Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že

cesty do školy a do práce jsou v průběhu dne rozloženy velmi podobně (obr. 39 a 40), u obou typů cest nastává špička v ranních hodinách.

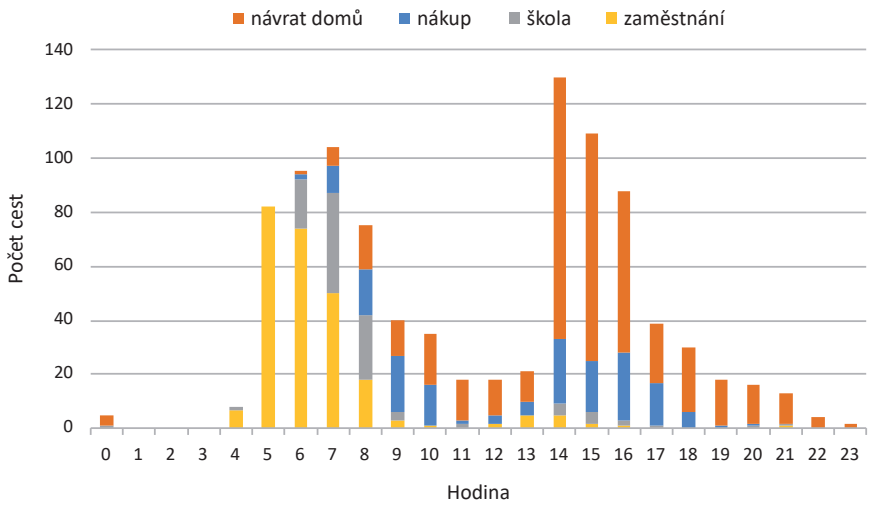
Celkem 15 % cest v Olomouci začíná v době mezi 5. a 6. hodinou ráno (33 % v Ostravě), 15 % mezi 6. a 7. hodinou ráno (30 % v Ostravě) a 30 % mezi 7. a 8. hodinou ráno (respektive 20 %). Z obrázků 30 a 31 je patrné, že většina cest



Obr. 38 – Průměrná vzdálenost cíle v minutách dle účelu cesty v Olomouci a Ostravě. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.



Obr. 39 – Rozložení cest během pracovního dne v Olomouci. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.



Obr. 40 – Rozložení cest během pracovního dne v Ostravě. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

probíhá v Ostravě o hodinu dříve než v Olomouci. Důvodem je skutečnost, že Ostrava je více průmyslové město s 50letou tradicí silného zastoupení těžebního a metalurgického průmyslu. Návyk brzkého vstávání se předává z generace na generaci. Ve 13 hodin se dostavuje druhá špička cest do práce, která souvisí se směnným provozem. V Olomouci je tento trend znatelnější než v Ostravě. Většina cest do školy probíhá v 7 hodin ráno, statisticky významný rozdíl je pouze v cestách za nákupy, kdy první špička je mezi 8 a 9 a druhá mezi 14 a 16 v Ostravě, v Olomouci existují tři přepravní špičky. První je v 9, druhá ve 12 a třetí v 15 hodin. Návratné cesty domů potom nejčastěji probíhají ve 14 hodin v Ostravě, v Olomouci je to o hodinu později, tedy v 15 hodin. Tyto aspekty ovlivňují plynulost dopravy a dopravní toky, které především v ranních a odpoledních hodinách mohou způsobit dopravní kongesce.

Popis časové distribuce požadavků na dojíždění byl využit při simulacích dopravních požadavků (kapitola 8).

4.3.6. Odvozené denní vzorce chování respondentů

Zpracováním jednotlivých scénářů cest bylo zjištěno, že většina respondentů (77 %) se přes den pohybuje v relaci z bydliště do cíle podle účelu cesty a zpět, zbylé cesty (23 %) obsahují více než jeden cíl během jednoho dne. Výběr nejvýznamnějších scénářů cest dle frekvence je uveden v tabulce 8.

Dále bylo zjištěno, že téměř 61 % cest respondentů v pracovním dnu směřuje do zaměstnání, pouze 40 % cest je však realizováno pouze za účelem práce, u zbylých se jedná o kombinace cest. Dále 21,1 % řetězců cest za měsíc obsahuje

Tab. 8 – Zastoupení scénářů z dotazníkového šetření (výběr) v procentech

Den	Ekonomická aktivita	Popis	Olomouc	Ostrava
pracovní	důchodce	DND – nákup	66	52
pracovní	důchodce	DLD – lékař	7	11
nepracovní	důchodce	DND – nákup	65	37
nepracovní	důchodce	DKD – kultura	8	12
pracovní	mateřská dovolená	DND – nákup	46	55
nepracovní	mateřská dovolená	DND – nákup	60	57
nepracovní	mateřská dovolená	DKD – kultura	9	8
pracovní	student	DSD – studium	61	82
pracovní	student	DSDRD	11	4
nepracovní	student	DND – nákup	30	18
nepracovní	student	DRD – sport	21	21
nepracovní	student	DBD – zábava	13	6
nepracovní	student	DZD – zaměstnání	13	20
pracovní	zaměstnanec	DZD – zaměstnání	65	77
pracovní	zaměstnanec	DZND	19	10
pracovní	zaměstnanec	DZDND	5	3
nepracovní	zaměstnanec	DND – nákup	42	24
nepracovní	zaměstnanec	DZD – zaměstnání	26	21
nepracovní	zaměstnanec	DRD – sport	7	14
pracovní	nezaměstnaný	DND – nákup	40	41
pracovní	nezaměstnaný	DRD – sport	6	19
nepracovní	nezaměstnaný	DND – nákup	49	63
nepracovní	nezaměstnaný	DRD – sport	16	0

Poznámky: DND – posloupnost domov, nákup, domov; analogicky ostatní; D – domov, K – kultura, N – nákup, R – sport, Z – zaměstnání, B – zábava, L – lékař, S – studium.
Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

cestu za vzděláním, pouze do školy je však realizováno jen 12,8 % cest získaných od respondentů. Za jiným účelem a zpět domů je pak v Olomouci a Ostravě realizováno celkem téměř 22,3 % cest, 64 % z nich však tvoří cesty do zaměstnání, následně za jiným účelem (nákup, sport, návštěva apod.) a domů (14 %). Zbývající cesty jsou značně kombinované, respondenti kombinují v pracovní den až pět důvodů cesty s mezinávraty domů (jedná se však pouze 8,1 % cest).

Ve studii Moldana (2008) bylo zjištěno, že v Hradci Králové, Pardubicích a Plzni je četnost cest pouze za účelem přesunu do zaměstnání a zpět domů pouze 20,21 %, naopak četnost cest za jiným účelem než do zaměstnání a domů je 36,25 %. Srovnatelný podíl s Olomoucí a Ostravou mají cesty do zaměstnání, následně za jiným účelem a domů (12,8 %). Zbývající kombinované cesty tvoří téměř až 31 % cest, což je ve srovnání s Olomoucí a Ostravou (8,1 %) výrazně vyšší zastoupení. Populace v těchto českých městech se tak chová výrazně jinak než v Olomouci a Ostravě, je zvyklá kombinovat během dne několik účelů

cest, zatímco v Olomouci a Ostravě je více než ¾ cest pouze za jediným cílem a zpět domů.

Protože chování respondentů výrazně ovlivňuje jejich ekonomický statut, jsou výsledky rozděleny podle jednotlivých ekonomických skupin a typu dne. Podle těchto výsledků se vybírají scénáře pro simulační modelování.

4.3.6.1. Důchodci

Nejčastější cestou důchodců je návštěva lokálního obchodu (včetně supermarketu) nebo hypermarketu. Nakupovat do lokálního obchodu chodí 2krát do týdne až 31,7 % důchodců v Olomouci a 20,6 % v Ostravě. Alespoň jednou týdně v lokálním obchodě nakupuje v pracovní dny 68,3 % důchodců v Olomouci a 61,9 % v Ostravě. Hypermarket tato cílová skupina v pracovní den navštěvuje nejčastěji 1krát týdně (27,9 % v Olomouci a 22,7 % v Ostravě). O víkendu důchodci nákupní možnosti příliš nevyhledávají, protože 42,3 % v Olomouci a 33,0 % v Ostravě vůbec nenakupuje o víkendu v lokálním obchodě a 36,5 % v Olomouci a 36,8 % v Ostravě dokonce ani v hypermarketu.

Typický vzorec chování důchodců představuje pouze cestu z domova za nákupem a zpět z 61 % v pracovní den a z 57 % o víkendu (pro jednotlivá města podrobněji viz tabulka 8). Tyto cesty jsou téměř z poloviny realizovány chůzí, přibližně ¼ tvoří cesty veřejnou dopravou a poslední ¼ automobilem. V obou městech převážná většina (cca 55 % cest) probíhá dopoledne mezi 8. a 10. hodinou, v menším městě důchodci překonávají vzdálenost na nákup v průměru pouhých 1 100 metrů, zatímco v Ostravě 2,5 km.

Dalším častým cílem důchodců ve všední den je návštěva lékaře, zábavy/kultury, návštěva nebo přeprava člena rodiny. Lékaře navštěvuje mezi 6. a 10. hodinou dopoledne alespoň 1krát v měsíci 55,8 % důchodců v Olomouci a 49,5 % v Ostravě, přičemž z téměř 80 % využívají k dojížďce veřejnou dopravu. Zábavu nebo kulturu vyhledávají spíše důchodci v Ostravě. Až 42,3 % důchodců v Ostravě navštěvuje nějaké kulturní/zábavní zařízení alespoň jednou v měsíci, v Olomouci je to pouze 36,5 % důchodců. Také časově se důchodci v obou městech chovají odlišně. Zatímco v Ostravě 100 % cest za kulturou nebo zábavou probíhá mezi 14. a 19. hodinou, v Olomouci asi tři čtvrtiny těchto cest realizují důchodci mezi 8. a 10. dopoledne. V obou městech důchodci z téměř 50 % využívají veřejnou dopravu, téměř po ¼ potom chůzi nebo automobil. V Ostravě navíc část cest důchodců směřuje výhradně veřejnou dopravou do zaměstnání (až 6,2 % jich navštěvuje zaměstnání alespoň jedenkrát týdně v pracovní den, jedná se zřejmě o částečné úvazky), průměrná vzdálenost těchto cest je okolo 4 500 metrů.

Cesty na návštěvu se podílem využití dopravních prostředků blíží dojížďce za kulturou nebo zábavou, vzdálenostně se cesty pohybují okolo 4 km. V obou městech tyto cesty probíhají především mezi 8. a 11. hodinou. Někteří prarodiče také pomáhají s dopravou mladších členů rodiny do školek nebo škol. Jedná se především o cesty veřejnou dopravou (50 %), ale značná část je jich realizována také pěšky (37,5 %), ač vzdálenostně jsou poměrně dlouhé (v průměru

1 700 m). I zde je znát rozdílnost v denním režimu obyvatel, zatímco v Ostravě prarodiče vodí děti mezi 6. a 8. hodinou ráno a ve 13 až 14 hodin je vyzvedávají, v Olomouci jsou tyto cesty realizovány mezi 7. a 8. hodinou a zpět jsou děti vyzvedávány nejčastěji mezi 14. a 15. hodinou. O víkendech jsou přesuny z domova za kulturou/na návštěvu a zpět domů častější než v pracovní dny.

4.3.6.2. Studenti

Studenti mezi 15 a 24 lety uvedli, že 68,8 % jich chodí do školy denně v Olomouci, o 1 % více v Ostravě. Obden jich do školy chodí dalších 25,8 % v Olomouci a 19,8 % v Ostravě, 1–2krát týdně chodí 4,3 % studentů v Olomouci (9,3 % v Ostravě). Cesta do školy a zpět při tom tvoří nejjednodušší, ale také nejčastější vzorec chování studentů (pro 61 % v Olomouci a 82 % v Ostravě viz tabulka 8). K dojížďce nejčastěji využívají veřejnou dopravu (průměrně 73,5 %), v Olomouci značná část studentů (téměř třetina) dochází z důvodu kratších přesunů (pouze 2 200 metrů) i pěšky, zatímco v Ostravě jich dochází pouze 5 % (průměrná vzdálenost 2 727 metrů). Automobil využívají spíše studenti v Ostravě (6,3 %), v Olomouci pouze 4,4 %. Časově cesty probíhají mezi 7. a 9. hodinou v Olomouci (92,5 % cest) a mezi 6. a 9. v Ostravě (86,1 %).

Kromě přímých cest do školy však studenti během dne navštěvují také sportovní zařízení a chodí nakupovat. Minimálně jednou do týdne si jde zacvičit více než polovina studentů v obou městech (51,6 % v Olomouci a 53,5 % v Ostravě) a zároveň téměř polovina k dojížďce využívá veřejnou dopravu. Časově mají však studenti v Olomouci a Ostravě rozdílný denní režim. Zatímco v Olomouci chodí sportovat již mezi 14. a 17. hodinou 71,0 % studentů, v Ostravě jezdí za sportem až mezi 16. a 19. hodinou. Nakupování je druhým nejčastějším cílem, alespoň jedenkrát týdně chodí nakupovat 65,6 % studentů v Olomouci a 58,1 % v Ostravě do lokálního obchodu, do hypermarketu pak 58,1 % v Olomouci a rovná polovina studentů v Ostravě. Zatímco 61,5 % studentů v Olomouci dochází na nákup, 64,7 % studentů v Ostravě je z důvodu trojnásobné vzdálenosti (3 700 metrů) nuceno využít veřejnou dopravu. Téměř ¼ studentů v Olomouci i Ostravě potom míří veřejnou dopravou alespoň jednou týdně v pracovní dny do zaměstnání.

V Olomouci část studentů jezdí do zaměstnání již ráno mezi 7. a 9. hodinou (38,6 %) a další část odpoledne mezi 14. a 18. hodinou (49,1 %), v Ostravě dojíždí 87,1 % studentů do práce již mezi 7. a 9. hodinou. O víkendech jsou cesty jednodušší, skládají se převážně z jediného cíle, kterým je nejčastěji zábava, nákupní středisko, sportovní zařízení, návštěva nebo práce. Do práce míří spíše studenti v Ostravě (alespoň jednou v měsíci 31,4 %, zatímco v Olomouci pouze 16,1 %).

4.3.6.3. Zaměstnanci

U zaměstnanců je nejčastějším cílem samozřejmě zaměstnání, až 91,4 % v Olomouci a 93,8 % v Ostravě jej navštěvuje každý pracovní den, 4,6 % v Olomouci

a 2,3 % v Ostravě také každý víkendový den. Téměř polovina respondentů využívá k dojížďce veřejnou dopravu, 28,6 % automobil a 15,5 % chůzi. Zatímco v Ostravě 68,7 % osob se přesunuje do zaměstnání již mezi 5. a 6. hodinou, v Olomouci je dojížďka do zaměstnání posunuta až mezi 5. a 9. hodinu (vrcholí v 7 hodin).

Chování zaměstnanců v pracovní den je charakteristické především dvěma vzorci. Prvním je cesta z domova do práce a zpět (70 %), druhým je cesta po práci na nákup (19 % v Olomouci, 10 % v Ostravě, tab. 8). Třetí nejčastější posloupností cest je cesta do práce a domů, následně na nákup a opět domů (tab. 8). Alespoň jednou týdně tak navštíví lokální obchod více než 60 % zaměstnaných osob v obou městech, více než 50 % zaměstnanců v obou městech pak míří jednou v týdnu také do hypermarketu. Zatímco v Olomouci většina cest na nákup probíhá pěšky (53,9 %), a to mezi 12. a 17. hodinou (65,1 %), v Ostravě na většinu nákupů jezdí automobilem (53,1 %), a to po práci mezi 14. a 19. hodinou (78,8 %). Vzdálenostně však v Ostravě urazí trojnásobnou vzdálenost při cestě na nákup než v Olomouci.

Řada zaměstnaných respondentů aktivně sportuje nebo chodí za zábavou či kulturou. V Ostravě je sportovní aktivita zpravidla zařazena hned za zaměstnání mezi 14. a 18. hodinu, v Olomouci je to o hodinu později z důvodu posunu pracovní doby (15. až 19. hodina). Za sportem 35,7 % osob dojíždí autem, 34,5 % se přesunuje pěšky a 23,8 % veřejnou dopravou. Za zábavou a kulturou chodí 46,2 % zaměstnaných osob v Olomouci, v Ostravě dochází pouze 12,0 % respondentů. Naopak automobil využívá pouze 19,2 % Olomoučanů a 40,0 Ostravanů, přičemž přesuny veřejnou dopravou činí v obou městech přibližně 37,7 %. Většina těchto cest probíhá v Olomouci mezi 15. a 20. hodinou (57,6 %), v Ostravě je to mezi 14. a 20. hodinou dokonce 93,8 % cest. Řada respondentů v Olomouci uvedla, že chodí za zábavou i v době oběda mezi 11. a 14. hodinou (24,2 %), patrně se jedná o obědy s přáteli. Jak již bylo zmíněno, řada respondentů pracuje i o víkendech, 26 % cest v Olomouci a 21 % cest v Ostravě je tvořeno posloupností z domova do práce a domů.

Další varianty posloupností cest o víkendu tvoří cesty s jediným cílem, kterým je nákup (36 %), návštěva (11 %), zábava/kultura (11 %) a sport (9 %). Posloupnost cest je podobná v obou městech, není tedy závislá na velikosti města nebo na struktuře města (tab. 8). Zajímavým zjištěním je však skutečnost, že zaměstnané osoby o víkendech nakupují častěji v Ostravě více než v Olomouci (37,3 % navštěvuje lokální obchod alespoň jednou v měsíci v Olomouci, 58,5 % v Ostravě a také hypermarket – 60,0 % v Olomouci a téměř 71 % v Ostravě).

4.4. Určení startů dojíždění

Pro modelování na úrovni regionů se ukázalo jako nereálné s ohledem na značný objem dat a rozsah úlohy v případě analýz za větší území výpočty

provádět pro každé bydliště (každý adresní bod). V popisu metodiky v kapitole 3 bylo zvažováno využití částí obce (dílů) a ZSJ (základní sídelní jednotky) a pro reprezentaci byly vybrány mediánové středy ZSJ.

Pro modelování na úrovni měst bylo využito dvou úrovní podrobnosti. Pro základní úroveň hodnocení dostupnosti byly využity mediánové středy ZSJ. Pro podrobnější hodnocení byly využity středy čtvercové sítě o velikosti 100×100 m. Síť byla vygenerována v prostředí GIS v souřadnicovém systému JTSK. Do analýz vstupovaly pouze buňky, ve kterých se nachází alespoň jeden adresní bod s alespoň jedním obyvatelem (podle dat ze SLDB 2011).

Buněk s alespoň jednou budovou existuje v Moravskoslezském kraji 87 167 a 50 645 v Olomouckém kraji (1. 7. 2014). Podobně buněk, ve které leží alespoň jedna budova (k 1. 4. 2016 se v dané buňce Registru sčítacích obvodů a budov eviduje adresní bod) je v Ostravě 7 332 a 2 657 v Olomouci. Pro modelování mají však význam především ty buňky (adresní body), ve kterých je evidován alespoň jeden trvale bydlící obyvatel. Takových je v Ostravě 5 697 a v Olomouci 1 830.

4.4.1. Určení cílů dojíždění a jejich parametry

Pro potřeby následné simulace (viz kapitola 7) byly všechny cíle dojížďky lokalizovány, klasifikovány podle účelu, byla určena jejich atraktivita (velikost) a stanoven časový režim jejich dostupnosti. Při simulacích se pak generují cesty pouze do časově přístupných cílů a při volbě cíle se bere v potaz nejen jeho vzdálenost, ale i atraktivita (výpočet gravitace).

Cíle dojížďky se vybíraly z větší oblasti než vymezené území pro simulaci, aby se neprojevil hraniční efekt. V případě města byla použita 5 km široká obalová zóna a u regionů se cíle vybíraly z 20 km široké obalové zóny. Toto nastavení bylo shodně použito jak pro individuální automobilovou dopravu, tak pro veřejnou hromadnou dopravu.

Jako hlavní cíle dojížďky byly stanoveny následující tematické kategorie bodů: zaměstnavatelé, školy, zdravotnická zařízení, úřady a obchody. Na základě zpracování analýzy potenciálních zdrojů dat v kapitole 3 byly vybrány vhodné zdroje dat, které byly v případě nezbytnosti zaktualizovány nebo doplněny, tak aby vznikla datová sada vhodná jako vstup do analýz dopravní dostupnosti.

Otevírací doba byla určena z webových stránek pomocí náhodně vybraného vzorku. Získané hodnoty byly zprůměrovány a uplatněny na všechny neověřené cíle dané kategorie.

Prvním krokem bylo stanovení minimálního rozsahu náhodného vzorku pro jednotlivá zařízení. V málo četných kategoriích, např. divadlo, ZOO či soud, byly zjištěny otevírací doby u všech objektů (obvykle do šesti objektů). V kategoriích s větším počtem objektů byla otevírací doba zjištěna vyhledáním či dotazem na náhodně vybraném vzorku. V případě Olomoucka se

počet zjišťovaných objektů v každé kategorii stanovil pomocí hodnoty druhé odmocniny z celkového počtu objektů v dané kategorii. Pokud byla hodnota odmocniny vyšší než 30, byla otevírací doba zjišťována pouze pro 30 objektů (např. v případě kategorie lékař). Pokud byla hodnota odmocniny menší než 5, otevírací doba byla zjištěna pro pět objektů. Následně byly dle zjištěných údajů provedeny dopočty hodnot pro všechny cíle. Zjišťování probíhalo v lednu 2015.

Pro Ostravsko bylo dosaženo minimální velikosti vzorku 20 %. Současně bylo ověřováno, zda není vhodné podle distribuce otevírací doby provést detailnější kategorizaci cílů z hlediska jejich časového režimu. Následně se odečetly nejvyšší a nejnižší hodnoty a odstranily případné výrazné odchylky a spočítal aritmetický průměr. Šetření probíhalo od 20. prosince 2014 do 10. ledna 2015. Takto probíhala analýza otevíracích dob u 46 typů zařízení (kategorizace podle CEDA POI), kde se na základě vzorku zjištěných informací interpretovaly otevírací doby pro jednotlivé typy zařízení.

Za referenční rok byl zvolen rok 2014, avšak některé datové sady nebylo možné získat k tomuto období. V takových případech byla použita nejaktuálnější možná datová sada. Pokud chyběla poloha jednotlivých objektů, bylo provedeno geokódování. Jednotlivé kategorie cílů jsou dále popsány.

4.4.1.1. Zaměstnavatelé

Základním zdrojem těchto údajů se stala *Albertina – Firemní monitor* (dále AFM) a data o počtu zaměstnanců byly doplněny údaji získanými z Úřadu práce (aktualizace k 1. 2. 2014). V případě, že byl znám jen celkový počet zaměstnanců za celou firmu, byl tento počet expertně rozpočítán na jednotlivé pobočky dle jejich velikosti. Všechny dílčí provozovny (pobočky) jednotlivých firem byly ohodnoceny expertním odhadem na stupnici 1–5, ve které nižší hodnota vyjadřuje nižší počet zaměstnanců. Následně byla hodnota počtu zaměstnanců podle takto stanovených vah rovnoměrně přerozdělena mezi jednotlivé pobočky.

Sídla a pobočky zaměstnavatelů byly zobrazeny v mapě a dle místní znalosti bylo kontrolováno, zda některý z významných zaměstnavatelů nechybí. Konečná datová sada obsahovala 389 cílů se 100 a více zaměstnanci za Olomoucko a 454 cílů za Ostravsko.

Pro podniky a jejich pobočky v Moravskoslezském a Olomouckém kraji bylo provedeno geokódování polohy. Celkem bylo lokalizováno 385 474 podniků a 32 740 poboček, z toho většina přesně podle adresy a pouze 3 % sídel a 10 % poboček nepřesně pomocí náhodného výběru budovy, protože neměly dostatečně přesný zápis adresy. Dále se plánovalo provést odhad počtu zaměstnanců na základě roztřesení hodnot v kategoriích počtu zaměstnanců, ale ukázalo se, že tato kategorie není uvedena v nadpoloviční většině podniků (60,13 % v Moravskoslezském kraji). K dalším problémům zjištěným při zpracování dat AFM patřilo:

– chybějící pobočky pro významné zaměstnavatele, např. ve Frenštátě pod Radhoštěm *Continental Automotive Czech Republic*, *Logis information technologies*, *Siemens*
– chybějící kategorie ekonomické činnosti (sektor NACE), které mohly být využity pro přesnější odhad počtu zaměstnanců na základě regresních vztahů
– neaktuálnost záznamů a problémy s výběrem skutečně aktivních firem (bez ovlivnění konkurzem apod.).

I přes uvedené problémy byla data z AFM využita ve studiích Kukuliač et al. (2013) a Horák a kol. (2014a), kde jsou popsány i základní postupy korekce těchto dat. Pro simulační modelování byla tato data kombinována s evidencí Úřadu práce a s vlastním zjišťováním, kde se zejména zpřesnila evidence provozoven.

4.4.1.2. Školy

Primárním zdrojem dat o školách byl adresář škol a školských zařízení zřizovaných MŠMT. Tento adresář neeviduje mateřské školy (kromě těch, které jsou součástí základní školy) a tak byl tento typ doplněn z dat firmy CEDA a vzniklé duplicity byly následně odstraněny. Ze všech typů škol, které jsou ve školském rejstříku evidovány, byly vybrány pouze ty, které jsou svým významem pro dojížďku zásadní. Jednalo se o mateřské (338 škol pro Olomoucko, 412 škol pro Ostravsko), základní (279 škol pro Olomoucko, 388 škol pro Ostravsko), střední (87 škol pro Olomoucko, 150 škol pro Ostravsko) a vysoké školy (10 cílů pro Olomoucko, 21 cílů pro Ostravsko). K jednotlivým školám byly na základě údajů získaných z krajského úřadu doplněny počty žáků ve stavu k 1. 1. 2014. Stejně jako v případě zaměstnavatelů, tak i školy byly zobrazeny v mapě a dle místní znalosti bylo kontrolováno, zda některá ze škol nechybí.

4.4.1.3. Zdravotnické zařízení

Soupis zdravotnických zařízení byl získán v podobě tabulky od Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR. Export z roku 2013 obsahoval 6 476 záznamů z Moravskoslezského a Olomouckého kraje. Tento seznam byl porovnán s body zájmu CEDA a bylo zjištěno, že v rámci Moravskoslezského kraje bylo v datech Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR evidováno 4 046 zařízení, kdežto v datech CEDA jen 3 136 zařízení. Proto bylo využito kompletnějšího zdroje dat z Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR. Ze všech možných cílů byly vybrány pouze 4 hlavní kategorie, které jsou pro posuzování dojížďky nejzásadnější: ordinace praktických lékařů (359 cílů pro Olomoucko, 608 cílů pro Ostravsko) pro dospělé a pro děti (178 cílů pro Olomoucko, 256 cílů pro Ostravsko), ordinace stomatologů (351 cílů pro Olomoucko, 656 cílů pro Ostravsko), nemocnice (12 cílů pro Olomoucko, 44 cílů pro Ostravsko) a lékárny (175 cílů pro Olomoucko, 287 cílů pro Ostravsko).

Otevírací doba byla zjišťována pro vzorek zařízení postupem popsaným v kapitole 3. Pro lékařské ordinace byla otevírací doba stanovena na průměrný interval 7:22 až 16:51 v pracovní den. O víkendu byly všechny zjišťované ordinace, až na dvě výjimky, zavřené. Rozsah vzorku byl 120 z 596, tj. 20 % (Jedlička 2017). Lékárny a jejich otevírací doby byly rozděleny do dvou skupin. V první skupině jsou pouze lékárny sítě společnosti Dr. Max, které mají odlišný přístup k otevírací době (7:30–20:00 v pracovních dnech, 8:00–20:00 o víkendech). Ve druhé skupině jsou ostatní lékárny, jejichž průměrná otevírací doba je 7:14–16:52 v pracovních dnech a 8:08–11:45 o víkendech. Rozsah vzorku byl 21 ze 100, tedy 21 % (Jedlička 2017).

4.4.1.4. Úřady

Základním zdrojem těchto údajů je oficiální Seznam orgánů veřejné moci dostupný na Portálu veřejné správy. V rámci projektu byl použit seznam z 12. 10. 2014. Některé záznamy se liší jen kvůli emailu a poznámce (různé kontakty). Po odstranění duplicit bylo v rámci Moravskoslezského kraje 476 úřadů (resp. poboček) a ty byly následně ještě rozděleny do tří kategorií:

1. úřady administrativní spádovosti – občan musí navštěvovat podle bydliště, např. příslušný úřad městského obvodu jen v rámci územního obvodu, obce 1. typu, statutární město, ale i finanční úřad
2. úřady s libovolným výběrem – zákazník může na libovolnou pobočku, např. kontaktní místa úřadu práce, krajská hygienická stanice, ČSÚ, Česká obchodní inspekce
3. úřad, který nemá styk s veřejností, např. Regionální agrární komora nebo Regionální rada regionu soudržnosti Moravskoslezsko.

U první kategorie byla v databázi přímo doplněna administrativní jednotka, v rámci které platí spádovost. Konečná datová sada obsahovala krajské úřady, úřady práce (8 pro Olomoucko, 5 pro Ostravsko), okresní správy sociálního zabezpečení (4 pro Olomoucko, 5 pro Ostravsko) a městské úřady ORP (3 pro Olomoucko, 35 pro Ostravsko).

Pro úřady, u kterých nebyla zjištěna konkrétní otevírací doba, byla uplatněna na základě průzkumu průměrná doba 7:58–17:00 v pracovních dnech a zavřeno během víkendů. Rozsah vzorku byl 14 z 56 v Moravskoslezském kraji, tj. 25 % (Jedlička 2017).

4.4.1.5. Obchody

Základním zdrojem těchto dat byla databáze bodů zájmů firmy CEDA, doplněná o data firmy INCOMA GfK. Duplicitní záznamy byly odstraněny. Konečná datová sada obsahovala 207 cílů za Olomoucko a 561 cílů za Ostravsko. Od firmy *INCOMA GfK* byly také získány údaje o velikosti prodejní plochy, počty nájemců. Ty sloužily pro nastavení přitažlivosti objektů. Otevírací doba byla získána z webových stránek jednotlivých obchodních řetězců.

4.4.1.6. Sportovní zařízení

Pro vytvoření databáze sportovních zařízení byla, jako jediný vhodný zdroj dat, vybrána databáze bodů zájmů firmy CEDA. Z této databáze byly vybrány následující druhy zařízení: sportovní centrum, plavecký bazén, golfové hřiště, stadión, kluziště, tenisové kurty, lyžařské středisko a přírodní koupaliště. Jiné typy sportovních zařízení nejsou v databázi CEDA evidovány. Konečná datová sada obsahovala 84 cílů za Olomoucko a 167 cílů za Ostravsko.

4.4.1.7. Zábava

Stejně jako u sportovních zařízení, tak ani v případě kategorie Zábavy neexistuje žádný ucelený seznam, proto byly rovněž využity body zájmu firmy CEDA, ze kterých byly vybrány následující typy: restaurace, muzeum, divadlo, kulturní centrum, ZOO, kasino, kino, knihovna, výstaviště, koncertní hala a zábavní park. Vyloučena tak byla pouze místa pro bohoslužby, která neodpovídají uvedené kategorii. K nim byla přidána ještě část cílů označená jako turisticky významné místo. Cíle byly vybrány pomocí expertního odhadu dle významu pro navazující analýzy. Nevýznamné objekty, jako např. pomník, památný strom atd. nebyly do výsledné databáze zahrnuty. Konečná datová sada obsahovala 1 128 cílů za Olomoucko a 1 536 cílů za Ostravsko. Pro některé účely (např. kombinovaný scénář) byla expertně vybrána pouze sada významných cílů zábavy.

4.4.2. Geokódování a polohová přesnost dat

Z použitých datových zdrojů byla pouze data od firmy CEDA uložena v podobě geodat (formát shapefile). Ostatní datové zdroje obsahovaly pouze nepřímý geokód v podobě adresy (obec, ulice, číslo popisné a případně také číslo orientační). V případě Olomoucka bylo pomocí služby *Google Geocoding API* provedeno geokódování všech prostorových informací v databázi. Následně byla provedena verifikace vytvořených prostorových objektů. Adresy, které služba *Google Geocoding API* nelokalizovala, byly dále manuálně dohledány a doplněny. Více než 95 % geokódovaných objektů bylo zpracováno správně, v ostatních případech byly nutné manuální úpravy. Většinou se jednalo o překlepy v adresách nebo chybně zadaná domovní čísla. Výstupem z procesu geokódování byly souřadnice v souřadnicovém systému WGS84, které byly následně převedeny do systému JTSK.

Při geokódování dat za Ostravsko bylo použito databázové geokódování s využitím adresních bodů Registru sčítacích obvodů a budov. Popis tohoto geokódování uvádí například Horák a kol. (2015). Většina záznamů se takto lokalizovala přesně na adresní bod. Několik stovek záznamů se vzhledem k neúplnosti nebo překlepům nepodařilo geokódovat. Tyto případy se pak geokódovaly pomocí aplikace *Geocoder*. Zbylých několik desítek záznamů, které se nepodařilo geokódovat automatizovaně, byly dohledány ručně na mapových serverech.

II.
EMPIRICKÁ STUDIE OLOMOUCKA A OSTRAVSKA

5. Modelování dopravní dostupnosti individuální automobilovou dopravou

Kapitola popisuje a interpretuje provedené analýzy dopravní dostupnosti individuální automobilovou dopravou. V úvodu kapitoly jsou popsány parametry použité silniční sítě, které sloužily pro vytváření OD matic (*origin* – *destination*, zdroj – cíl), ze kterých byly následně vypočteny zvolené míry dopravní dostupnosti. Hlavní část kapitoly je zaměřena na popis a interpretaci dopravní dostupnosti Olomouce, Ostravy, Olomouckého a Ostravského regionu na příkladu pěti zvolených typů cílů.

5.1. Popis modelování

5.1.1. Silniční síť pro modelování

Pro modelování dopravní dostupnosti po silniční síti je možné v Česku využít několik datových zdrojů. Jedná se jak o data pořizovaná státními institucemi, tak o data komerčních subjektů. Nejvýznamnějšími státními zdroji těchto dat jsou data ze Silniční databanky Ředitelství silnic a dálnic, která však nejsou volně přístupná, a data ze ZABAGED od ČÚZK, která nejsou svojí aktuálností a atributovou podrobností vhodná pro modelování dopravní dostupnosti. Dalším z možných zdrojů dat jsou volně dostupná data *OpenStreetMap*, která však postrádají některé z atributů potřebných pro modelování.

Pro modelování dopravní dostupnosti byla využita data *StreetNet* od firmy CEDA. Datová sada *StreetNet* je přesným, podrobným a pravidelně aktualizovaným zdrojem dat, který je velmi vhodný pro modelování dopravní dostupnosti. Jedná se o vektorovou topologicky korektní síť pozemních komunikací odpovídající měřítku 1 : 10 000. Přesnost zpracování dat je podle CEDA 5 m pro intravilán, dálnice, silnice I. až III. třídy a významné místní komunikace a 10 m pro extravilán a místní a účelové komunikace. Síť obsahuje celou řadu atributů nezbytných pro dopravní modelování: evidenční údaje (číslo, mezinárodní číslo a třída komunikace, název ulice atd.), atributy popisující technický i funkční stav jednotlivých úseků a základní atributy pro pohyb po síti. *StreetNet* je kontinuálně aktualizován a aktuální verze je poskytována dvakrát ročně. Jeho

pokrytí odpovídá aktuálnímu stavu sítě pozemních komunikací v době vydání dat, přičemž jsou zohledněny i úseky ve výstavbě, u nichž je evidován i termín otevření. Podklady pro aktualizaci jsou čerpány v terénu, z veřejně dostupných zdrojů a z pokladů státních institucí, úřadů i komerčních subjektů.

Pro modelování dopravní dostupnosti popsané v této kapitole bylo využito především informací o typu komunikace, délce úseku komunikace, průjezdnosti (povolený směr průjezdu nebo uzavřený úsek) a průměrné rychlosti. Na základě délky úseku a průměrné rychlosti byl vypočten čas nutný pro překonání úseku automobilem. Tyto atributy sloužily pro vytvoření sítě ohodnocené časem a vzdáleností.

Síť byla vytvořena v prostředí programu *ArcGIS for Desktop* verze 10.4 pomocí extenze *Network Analyst*. Ze zdrojových dat *StreetNet* byly nejprve odstraněny nepotřebné (neprůjezdné) komunikace (cyklostezky, pěší stezky, lesní a polní cesty atd.). Následně byla obvyklým postupem vygenerována routovatelná síť (*Network Dataset*). Konektivita sítě byla ponechána ve výchozím nastavení, tedy v koncových bodech jednotlivých linií. Výšková data, resp. potenciální odlišná nadmořská výška počátečních a koncových bodů linií, nebyla využita. Byla využita informace o průjezdnosti komunikací (jednosměrnost, neprůjezdnost). Síť byla ohodnocena časem (v minutách) a vzdáleností (v metrech). Pro analýzy v obou krajích i obou městech byla vygenerována jedna síť s dostatečným přesahem do sousedních krajů a také do území sousedních států, tak aby nedošlo k situacím, kdy je některý z cílů nebo zdrojů nedostupný. Výsledná síť byla uložena do geodatabáze (*File Geodatabase*), což umožňovalo následné rychlejší generování tzv. OD matic.

5.1.2. Generování OD matic

Modelovat dopravní dostupnost osobní automobilovou dopravou lze v prostředí GIS pomocí konkrétních analýz na síti. Pro modelování dopravní dostupnosti bylo využito generování OD matice. Tento typ analýzy generuje matici, tedy tabulku, která obsahuje informace o vzdálenosti (a případně také času) mezi všemi zdroji (origins) a cíli (destinations). Z této matice je následně možné pomocí atributových dotazů zjišťovat některé míry dostupnosti, například počet cílů do určité vzdálenosti/času nebo vzdálenost/čas k nejbližšímu cíli.

Generování OD matic probíhalo nad datasetem origin – destination pro všechny zdroje (mediánové středy a středy gridové sítě) a všechny cíle (zaměstnavatelé, školy, úřady, zdravotnická zařízení a ostatní cíle) popsané v kapitole 4. Pro analýzy v rámci měst byly vybrány všechny zdroje (mediánové středy a středy gridové sítě) nacházející se na území města Olomouc a Ostrava, v případě analýz za regiony se jednalo o všechny zdroje (mediánové středy) na území vymezených regionů. Cíle byly vybrány pomocí obalové zóny (buffer) s hodnotou 5 km, která dobře reprezentuje reálnou vzdálenost mobility automobilem při hranicích města. Hodnota byla stanovena expertním odhadem

na základě provedeného dotazníkového šetření a na základě testování více variant bufferu. Při použití nižší hodnoty bylo vyřazeno větší množství potenciálních cílů, při použití vyšší hodnoty již počet cílů výrazně nenarůstal. Obdobného postupu bylo využito také pro stanovení cílů u analýz za jednotlivé regiony, kde byla použita hodnota 20 km.

V rámci jednoho výpočtu byly generovány matice, které obsahovaly informace jak o čase, tak o vzdálenosti mezi jednotlivými body. Čas a vzdálenost vyjadřovaly hodnoty pro nejkratší a nejrychlejší cestu. Vzhledem k častým výskytům použitých zdrojů mobility (mediánové středy, středy gridové sítě) mimo síť, bylo využito automatického přichytávání bodu k nejbližší dopravní linii.

Další problém byl způsobem použitým softwarem, který do výsledných OD matic automaticky přečísloval identifikátory zdrojů a cílů. Pro zachování původních ID bylo nutné provést pomocí skriptu jejich automatický dopočet. Všechny matice byly uloženy do geodatabázového prostředí

Vzhledem k tomu, že samotná cesta ze zdroje do cíle není reprezentována pouze samotnou jízdou, ale také pěším přesunem k automobilu, byla k vypočteným časům připočtena hodnota 2 minut v případě zdroje v městském prostředí a hodnota 0,625 minut v případě venkovského prostředí. Tyto hodnoty vychází ze závěrů zjištěných v disertační práci Ivana (2010b).

5.1.3. Míry dostupnosti

Základními hodnocenými mírami dostupnosti byly:
- čas do nejbližšího cíle
- počet zařízení do určitého času od zdroje
- *Public Transport and Walking Accessibility Index* (PTWAI).

Bližší popis těchto měr je uveden v kapitole 1. Jedná se o míry, pomocí kterých je možné popsat dostupnost hned z několika pohledů a je tak možné odhalit případné rozdíly a specifika hodnocených kategorií a hodnocených regionů. Jednotlivé míry dostupnosti byly pro každý zdrojový bod (mediánové středy a středy gridové sítě) vyhodnoceny z vygenerovaných OD matic. Postup vyžadoval vždy několik dílčích kroků, skládajících se z atributových dotazů, zjišťování četností a spojování tabulek s prostorovými daty (polygony čtvercové sítě v rámci měst a polygony ZSJ v rámci regionů) pro účely vizualizace. Pro usnadnění byl tento postup částečně automatizován do podoby několika nástrojů vytvořených v prostředí *ArcGIS Model Builder*. Díky těmto nástrojům bylo možné efektivněji provádět testování nastavení jednotlivých parametrů a postup bylo možné provést většinou dávkovým zpracováním.

Pro detailní vyhodnocení bylo ze všech potenciálních cílů vybráno pět kategorií, a to zaměstnavatelé s více než 100 zaměstnanci, sportovní zařízení, ordinace praktických lékařů pro dospělé, nákupní centra (obchody) a střední školy.

Tab. 9 – Přehled cílů cest s nastavením limitních hodnot

Kategorie cílů	Podkategorie cílů	Hraniční hodnota času (min)
Zaměstnavatelé	Zaměstnavatelé s počtem zaměstnanců větším než 100	50
Školy	Střední	20
Zdravotnická zařízení	Ordinace praktických lékařů pro dospělé	10
Ostatní cíle	Sportoviště (sportovní centrum, plavecký bazén, golfové hřiště, stadion, tenisové kurty, kluziště, lyžařské středisko, přírodní koupaliště)	20
	Obchody, nákupní centra	20

Pro míru dostupnosti „počet zařízení do určitého času od zdroje“ v rámci měst byla limitní hodnota zvolena 10 minut. Tato hodnota byla zvolena na základě expertního testování optimálního času pro adekvátní analýzu dostupnosti. Hodnoty odpovídají obvyklým časům mobility v rámci měst (např. Scheiner 2010, Naess 2003). Obdobné hodnoty byly také potvrzeny provedeným dotazníkovým šetřením v obou městech. Pro míry dostupnosti v rámci regionu byly limitní hodnoty nastaveny individuálně dle typu cíle (tab. 9). Hodnoty byly určeny expertním odhadem a na základě studia literatury (Naess 2003; Naess, Jensen 2004; CDV 2007). Pro výpočet kombinovaného indexu PTWAI (Mavoa a kol. 2012) bylo využito nastavení popsané v kapitole 1.

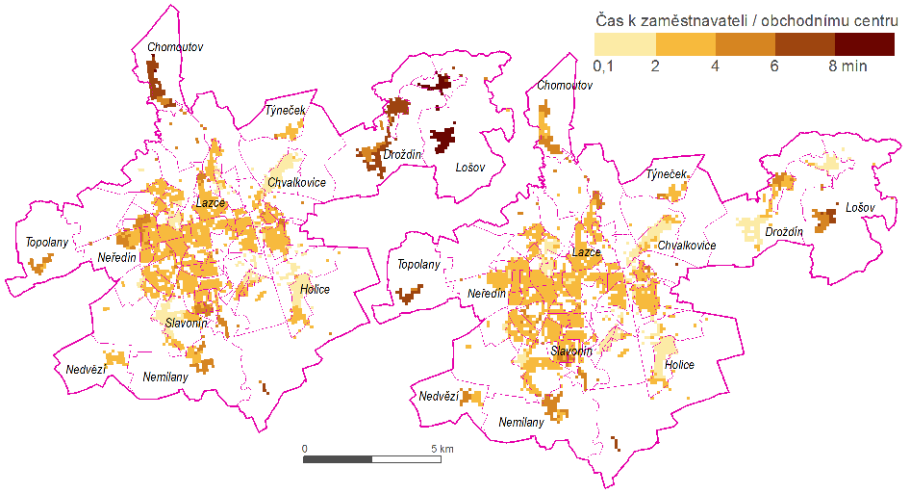
5.2. Hodnocení dopravní dostupnosti Olomouce

5.2.1. Čas do nejbližšího cíle

Dopravní dostupnost k nejbližší ordinaci praktického lékaře je v rámci celého města Olomouce velmi dobrá (obvykle do čtyř minut). Nejhorší je dostupnost v okrajových částech města (Chomoutov, Radíkov a Lošov), avšak i tyto nejvyšší hodnoty časové dostupnosti jsou do osmi minut. Nejbližší ordinace se pro tyto okrajové části města nachází v přilehlých obcích mimo území Olomouce.

Rovněž dostupnost obchodních center je v rámci celého města velmi dobrá, dokonce nejlepší ze všech hodnocených cílů. Pro většinu území je nákupní centrum dostupné do čtyř minut (obr. 41 vpravo). Pouze z několika okrajových částí se dostupnost pohybuje kolem šesti minut, stále je však velmi dobrá.

Dostupnost středních škol je rovnoměrná na území celého města (do čtyř minut k nejbližšímu cíli), překvapivě také včetně jeho okrajových částí. Nachází se zde totiž menší specializované střední školy. Pokud by byly tyto školy z analýzy eliminovány a byla by posuzována například dostupnost ke gymnáziím, byla by dostupnost pro oblast Svatého Kopečku, Topolan a Chomoutova výrazně horší.



Obr. 41 – Čas k nejbližšímu zaměstnavateli (vlevo) a obchodnímu centru (vpravo) v Olomouci. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

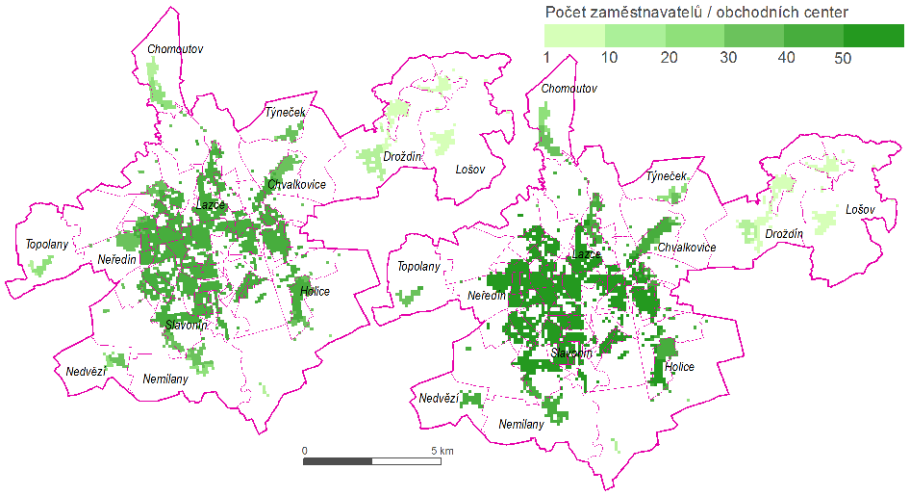
Dostupnost zaměstnavatelů (obr. 41 vlevo) odpovídá svým prostorovým rozložením dostupnosti ordinací praktického lékaře. Nejlepší hodnoty jsou napříč celým kompaktně zastavěným územím města (maximálně do šesti min), horší je dostupnost z Chomoutova (kolem 8 minut) a nejhorší je naopak v oblasti Svatého Kopečku (až 11 minut).

Relativně nejhorší hodnoty časové dostupnosti je možné sledovat v případě sportovních zařízení (až 14 minut). Centrum města a většina přilehlých částí kompaktně zastavěného území má velmi dobrou dostupnost sportovišť (do 8 minut). V okrajových částech kompaktního města a zejména v samostatných částech v oblasti Svatého Kopečku je situace horší. Částečně může v tomto případě hrát roli neúplná datová sada sportovišť a dále také nižší počet obyvatel v okrajových částech města, kde se nevyplácí investovat do výstavby zastřešených sportovišť, např. sportovní hala, fitcentrum atd.

Tab. 10 – Průměrné a maximální časy k nejbližším cílům v jednotlivých kategoriích v Olomouci v minutách

	Ambulance praktického lékaře	Nákupní centrum	Sportovní zařízení	Střední škola	Zaměstnavatel s více než 100 zaměstnanci
Průměrný čas	2,8	2,9	5,4	3,3	3,4
Maximální čas	7,3	6,5	14,2	8,7	11,3

Zdroj: vlastní datová sada, vlastní výpočty



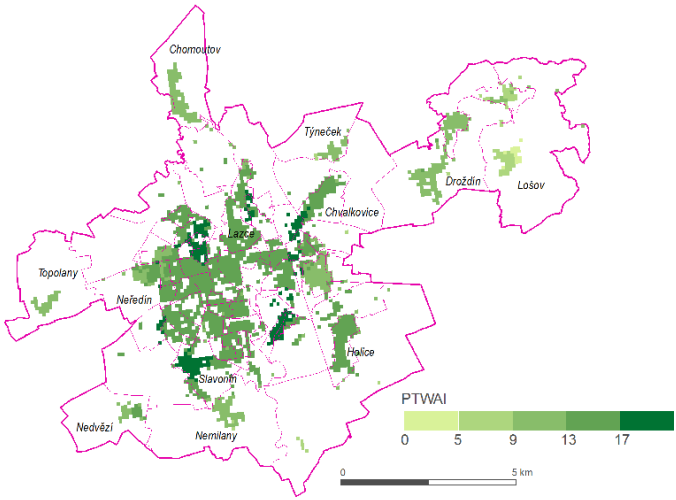
Obr. 42 – Počet cílů v Olomouci do 10 minut (vlevo zaměstnavatelé, vpravo obchodní centra). Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

Srovnání průměrných a maximálních časů dostupnosti pro jednotlivé aktivity je uvedeno v tabulce 10.

Pro všech pět hodnocených typů cílů je nejvíce dostupných cílů v centru města a v oblastech kompaktně zastavěného území města. Nižší počet cílů dosažených do 10 minut je v okrajových částech města (Nemilany, Nedvězí, Topolany, Chomoutov a Týneček). Nejnižší počet dosažených cílů je v oblasti Droždína, Lošova, Radíkova a Svatého Kopečku. Obrázek 42 zobrazuje počty cílů dostupných v Olomouci do 10 minut pro dvě vybrané kategorie, protože prostorová distribuce ostatních kategorií je prakticky identická. Pro rozdělení do tříd byly použity stejně široké intervaly.

5.2.2. Kombinovaný index dopravní dostupnosti

Hodnoty kombinovaného indexu dopravní dostupnosti PTWAI (obr. 43) ukazují, že v rámci města je dostupnost k vybraným cílům převážně velmi vysoká až vysoká. Nejvyšší hodnoty nevykazuje samotné centrum, ale okrajové části Hejčín, Řepčín a Slavonín. V těchto městských částech je stále k dispozici velké množství dobře dosažitelných cílů a zdroje dojížďky jsou umístěny převážně v místech venkovského charakteru (rodinné domy), kde se předpokládá parkování přímo v daném místě. Oproti tomu mírně nižší hodnoty indexu jsou přímo v centru města a také u většiny sídlišť z důvodu mírně delší docházky k zaparkovanému vozidlu, což prodlužuje celkovou dobu cestování. Horší hodnoty indexu mají oblasti mimo kompaktní zastavěné město, tedy Chomoutov, Topolany, Nedvězí, Nemilany, Droždín a Svatý Kopeček. Nejnižší hodnoty



Obr. 43 – Kombinovaný index dostupnosti PTWAI v Olomouci. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

mají obce Lošov a Radíkov ve východní části města. Jedná se o obce vzdálené několik kilometrů od kompaktně zastavěného města a nižší dostupnost většiny cílů se zde očekává.

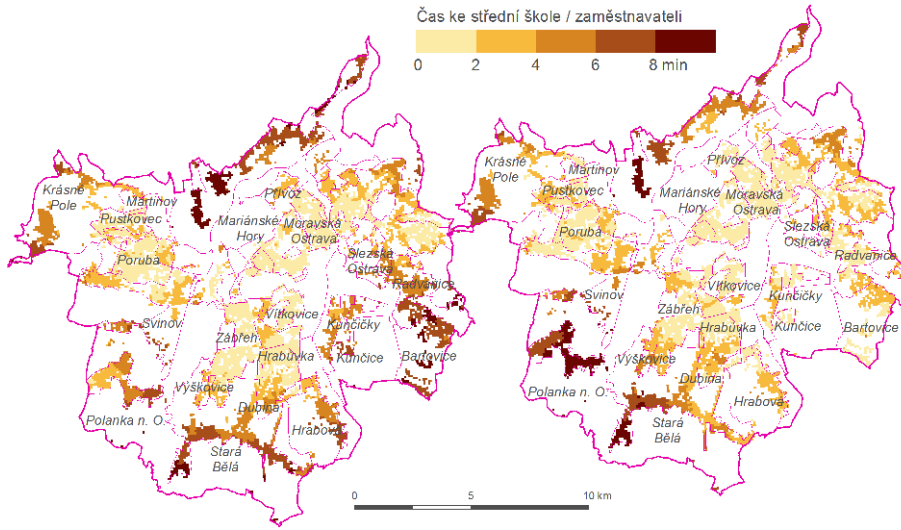
5.3. Hodnocení dopravní dostupnosti Ostravy

5.3.1. Čas do nejbližšího cíle

Z 68 % startů lze dojet automobilem do nejbližší ambulance praktického lékaře do dvou minut a v 98 % je to maximálně pět minut. Nejhorší je situace na severovýchodě Ostravy, konkrétně v částech Koblov a Antošovice, avšak ani v jednom případě čas dojezdu k nejbližšímu praktickému lékaři nepřesahuje 10 minut.

V případě času potřebného na cestu k nejbližšímu obchodu je prostorová distribuce podobná jako u lékařů. V centrální části města a v obvodech s hustou bytovou zástavbou je situace výborná. Ve většině případů (98,6 %) je nejbližší obchod dosažitelný do pěti minut cesty autem. Jednoznačně nejhůře jsou na tom Antošovice, což je to dáno tím, že v této části není žádný obchod a je tedy nutné dojíždět do vzdálenějších lokalit.

Vyšší hodnoty dojezdů jsou v Ostravě v případě sportovních zařízení. Nejlepší situace je v Porubě, Moravské Ostravě, Zábřehu, Hrabůvce a Vyškovicích, zatímco nejhorší je opět v Hošťálkovicích, Lhotce, dále v Michálkovicích, Polance nad Odrou a Plesné. Výsledky je však nutné interpretovat opatrně díky



Obr. 44 – Čas k nejbližší střední škole (vlevo) a k nejbližšímu zaměstnavateli (vpravo) autem v Ostravě. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

malé datové základně. V databázi cílů řada sportovišť není podchycena, neboť pro tento typ cílů neexistuje validní datový zdroj.

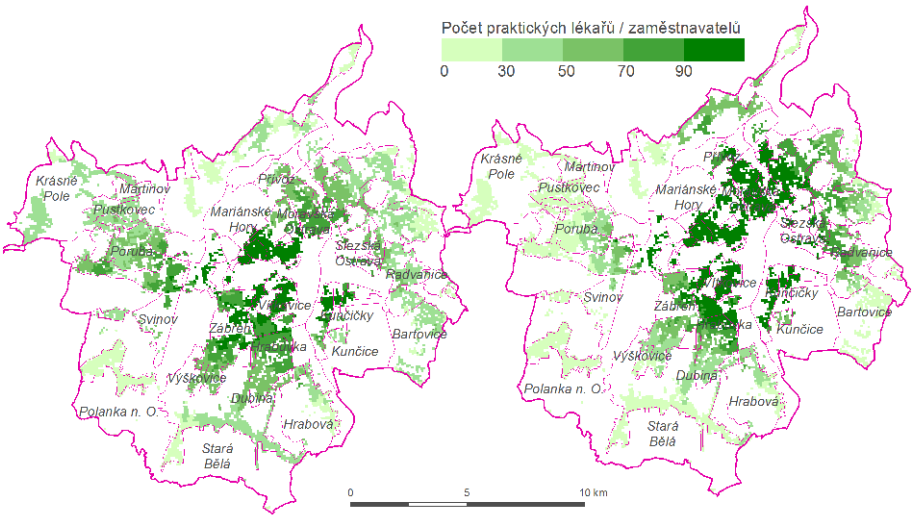
U středních škol (obr. 44 vlevo) je situace podobná jako u sportovišť. Ve velkých městských obvodech je lokalizována i většina středních škol, a proto je v těchto obvodech nejbližší střední škola většinou dostupná do dvou minut. Situace se zhoršuje směrem k okrajovým částem města. Nejhorší situace je opět v Hoštálkovicích, Lhotce a dále v Proskovicích, Bartovicích, Koblově a Radvanicích.

Výsledky u hodnocení dojížďky k nejbližšímu zaměstnavateli s více než 100 zaměstnanci jsou odlišné (obr. 44 vpravo). Řada velkých podniků je situována na východě města, takže části města, které v předchozích případech vykazovaly často horší výsledky, jsou nyní v kategoriích s lepší časovou dostupností.

Tab. 11 – Průměrné a maximální časy k nejbližším cílům v jednotlivých kategoriích v Ostravě v minutách

	Ambulance praktického lékaře	Nákupní centrum	Sportovní zařízení	Střední škola	Zaměstnavatel s více než 100 zaměstnanci
Průměrný čas	1,7	1,6	3,9	3,5	2,9
Maximální čas	8,7	7,3	12,7	12,8	15,0

Zdroj: vlastní datová sada, vlastní výpočty



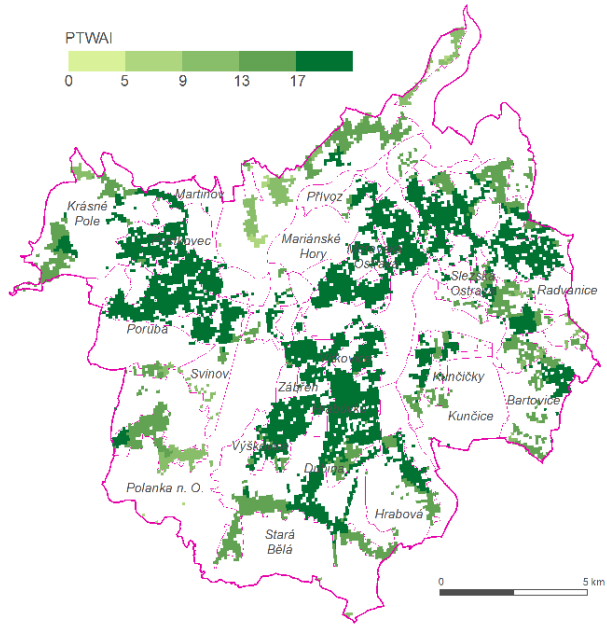
Obr. 45 – Počet dostupných ordinací praktického lékaře (vlevo) a velkých zaměstnavatelů (vpravo) v Ostravě do 10 minut. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

Naopak k již tradičně špatně dostupným Hošťálkovicím se přidaly Proskovice, Polanka nad Odrou a Stará Bělá.

Srovnání průměrných a maximálních časů dostupnosti pro jednotlivé aktivity uvádí tabulka 11. Obrázek 45 zobrazuje počty dostupných ordinací praktického lékaře a velkých zaměstnavatelů v Ostravě do 10 minut. Pro rozdělení do tříd byla vždy použita metoda přirozených zlomů. Neberou-li se v úvahu absolutní hodnoty dostupných cílů, je z výsledků patrné, že situace je mezi všemi studovanými kategoriemi cílů velmi podobná. Podle očekávání nejvíce dostupných cílů je z centra města a jeho okolí a směrem k okraji hodnoty klesají. Nejhorších výsledků dosahuje městská část Hošťálkovice, kde dokonce v případě středních škol a sportovních zařízení není z její jižní poloviny do 10 minut dostupný žádný z cílů. Podobná situace je v části Polanky nad Odrou (jihozápadní část Ostravy), kde nejsou do 10 minut dostupní zaměstnavatelé s více než 100 zaměstnanci. Tato situace je dána umístěním většiny těchto zaměstnavatelů ve východní části města.

5.3.2. Počet zařízení do určitého času od zdroje

Nejvyšší počty dostupných cílů (napříč všemi zkoumanými kategoriemi) vykazují městské obvody v centrální části města, tedy Mariánské Hory, Moravská Ostrava, Hulváky a Vítkovice.



Obr. 46 – Kombinovaný index dostupnosti PTWAI v Ostravě. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

5.3.3. Kombinovaný index dopravní dostupnosti

Hodnoty kombinovaného indexu dopravní dostupnosti PTWAI (obr. 46) dokazují, že v rámci města je dostupnost k vybraným cílům převážně velmi vysoká až vysoká. Špatně dostupné jsou části na severním okraji města (Hošťálkovice, Lhotka, Koblov, Antošovice a Plesná) a dále části Polanky nad Odrou a Proskovic na jihu a jihovýchodě. Dobře dostupná je potom zbývající část města, především Poruba a Pustkovec na západě, Zábřeh a Hrabůvka v centrální části města a Moravská Ostrava a Muglinov ve východní části města.

5.4. Hodnocení dopravní dostupnosti Olomoucka

5.4.1. Čas do nejbližšího cíle

Dostupnost ordinace praktického lékaře je nejlepší ze všech hodnocených cílů a je napříč celým územím kraje velmi dobrá (obr. 47 vlevo). Z většiny ZSJ je ordinace lékaře dostupná do pěti minut, nejlépe jsou na tom města, průměrná hodnota dostupnosti je 3,3 minuty. Maximální hodnoty dostupnosti (kolem 18 minut) má několik ZSJ v západní části Mohelnicka a Zábřežska, kde se

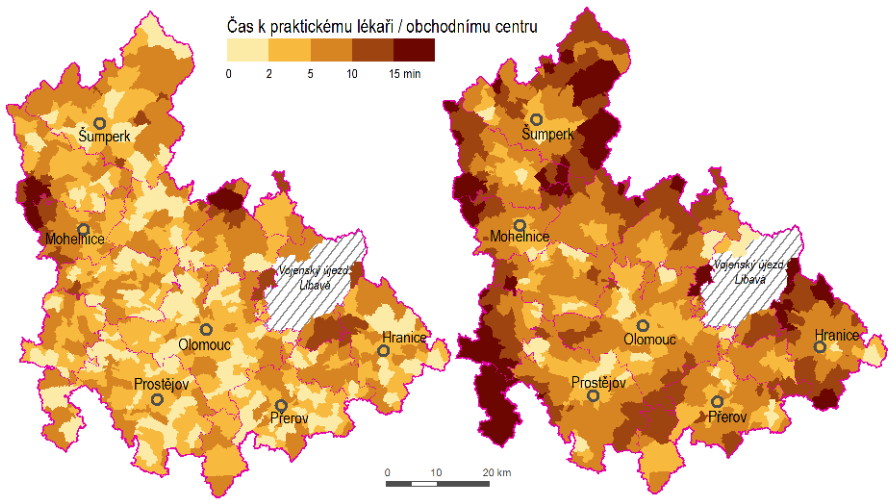
nejbližší ordinace nachází až v Mohelnici a Zábřehu. Horší dostupnost má také několik obcí na Šternbersku a v těsné blízkosti vojenského újezdu Libavá.

Dostupnost obchodních center je nejlepší v centrální části kraje, a to především v Olomouci. S ohledem na očekávanou prostorovou distribuci obchodů, má dobrou dopravní dostupnosti také většina městských ZSJ (obr. 47 vpravo). Projevuje se také vliv hlavních dopravních tahů, které umožňují snadnější dostupnost obchodů a nákupních center. Nejhorší dostupnost má západní část Prostějovska a Konicka, a dále východní část Šumperska a překvapivě také několik obcí na pomezí Uničovska, Mohelnicka a Zábřežska.

Dostupnost sportovních zařízení je v rámci kraje poměrně proměnlivá. Nejlepší je dostupnost ve většině městských ZSJ, průměrná hodnota dostupnosti je 8,5 minuty. Vyskytují se však ZSJ s dostupností až téměř 30 minut. Nejhorší dostupnost má východní část Šternberska, jihozápadní část Litovelska, většina Konicka (bez sportovního cíle v ORP) a další ZSJ rozmístěné v periferních oblastech kraje a jednotlivých ORP. Částečně je situace ovlivněna nekompletností použité datové sady.

Naprostá většina středních škol je umístěna ve městech, které jsou centry ORP. V těchto městech a v jejich těsné blízkosti jsou střední školy dostupné do pěti minut, se vzrůstající vzdáleností od center klesá hodnota dostupnosti až k 33 minutám v extrémním případě. Nejhorší dostupnost vykazují ZSJ ve východní části Šternberska a Zábřežska a v západní části Prostějovska. Průměrná hodnota dostupnosti je 8,2 minuty (tab. 12).

Dostupnost k velkým zaměstnavatelům je relativně rovnoměrně rozprostřená napříč celým Olomouckem a odpovídá přibližně rozložení dostupnosti



Obr. 47 – Čas k nejbližší ordinaci praktického lékaře (vlevo) a k obchodnímu centru (vpravo) na Olomoucku. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

Tab. 12 – Průměrné a maximální časy k nejbližším cílům v jednotlivých kategoriích na Olomoucku v minutách

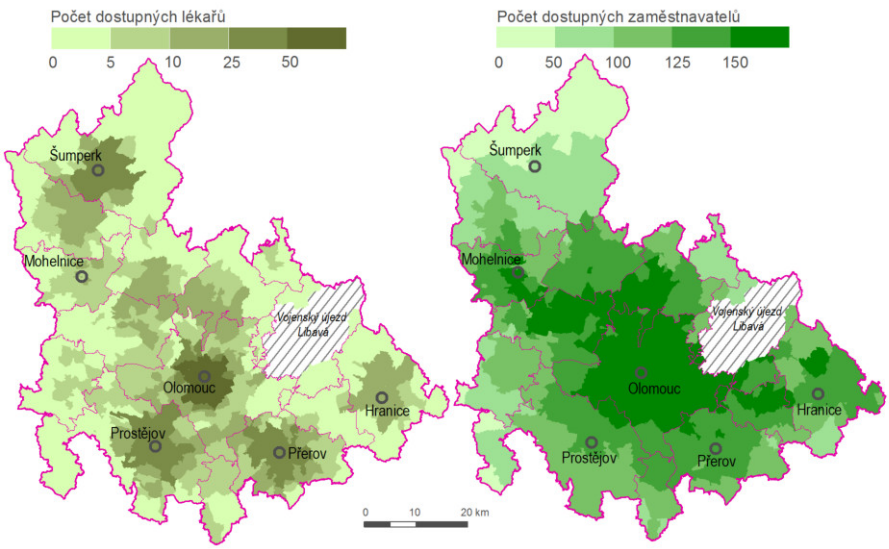
	Ambulance praktického lékaře	Nákupní centrum	Sportovní zařízení	Střední škola	Zaměstnavatel s více než 100 zaměstnanci
Průměrný čas	3,3	7,3	8,5	8,2	6,0
Maximální čas	18,7	30,9	29,8	33,6	29,8

Zdroj: vlastní datová sada, vlastní výpočty

středních škol. Nejlepší je dostupnost v oblasti regionálních center, tedy ve městech. Průměrná hodnota dostupnosti je šest minut. Nejhorší je dostupnost z několika ZSJ ve východní část Šumperska, západní části Prostějovska, západní části Zábřežska a severní části Hranicka v blízkosti Libavé.

5.4.2. Počet zařízení do určitého času od zdroje

Nejvyšší počet dostupných ordinací praktického lékaře se podle předpokladů nachází v Olomouci a dále v menších regionálních centrech (Prostějov, Přerov, Šumperk). Se vzrůstající vzdáleností od měst klesá rovnoměrně počet dosažených ordinací automobilem do 10 minut (obr. 48 vlevo). Nejnižší jsou hodnoty vždy v periferních oblastech Olomoucka.



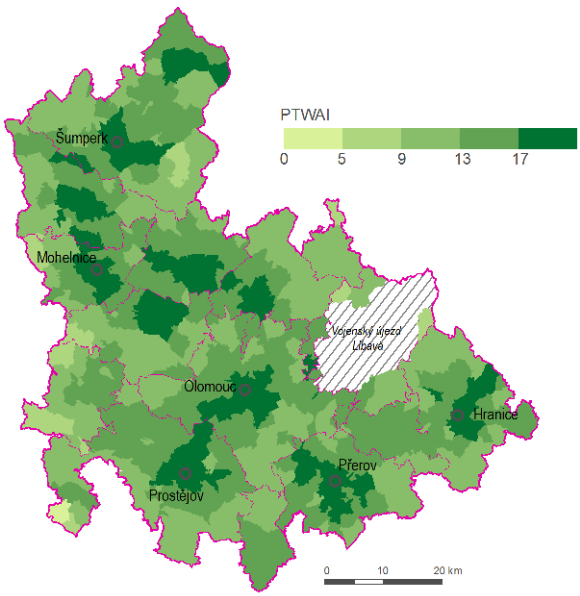
Obr. 48 – Počet dostupných ordinací praktického lékaře do 10 minut (vlevo) a dostupných zaměstnavatelů do 50 minut (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

Rovněž počet nákupních center dostupných do 20 minut je nejvyšší v centrální části kraje, tedy v Olomouci a přilehlých obcích ve směru na Přerov a Prostějov. Vysoké počty dosažených cílů má také Litovel a Prostějov. S rostoucí vzdáleností od měst, které jsou centry ORP, klesá počet dosažených cílů.

Také počet dosažených sportovišť do 20 minut je nejvyšší pro centrum Olomoucka a pro samotné město Olomouc. Vysoké hodnoty má však také celá řada ZSJ ve směru na Prostějov a Přerov, kde se projevuje vyšší počet cílů přímo v těchto městech. Ostatní oblasti kraje, včetně Šumperska, Zábřežska nebo Hranicka již mají počet dosažených cílů výrazně nižší, což souvisí také s menší velikostí měst v těchto oblastech. V západní části kraje se objevuje poměrně hodně ZSJ, ze kterých není do 20 minut dostupný žádný sportovní cíl.

Stejně jako v případě sportovišť, tak i u středních škol je patrný výrazný vliv Prostějova, kde se nachází velký počet středních škol. Nejvíce dostupných středních škol do 20 minut je proto v Prostějově, Olomouci a většině ZSJ mezi těmito městy. V ostatních částech kraje již počet dosažených škol výrazně klesá.

Počet dosažených zaměstnavatelů s více než 100 zaměstnanci do 50 minut jízdy je nejvyšší v centrální části Olomoucka (obr. 48). Nejedná se pouze o město Olomouc, ale o přilehlé ZSJ, které se nacházejí v těsné blízkosti dálnice nebo jiného významného dopravního tahu. Tento vliv je patrný zejména u ZSJ v oblasti Šternberska, Litovelska, Mohelnicka. Lipnicka a částečně také



Obr. 49 – Kombinovaný index dostupnosti PTWAI na Olomoucku. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

Hranicka. Počet dosažených cílů dále klesá rovnoměrně se vzrůstající vzdáleností od Olomouce, nejhorší je situace na Šumpersku.

5.4.3. Kombinovaný index dopravní dostupnosti

Z hodnot kombinovaného indexu dopravní dostupnosti PTWAI indexu jsou velmi dobře patrné oblasti s nejlepší dostupností, které odpovídají ZSJ v rámci měst, která jsou centry ORP. Jedná se o všechna ORP, tedy Šumperk, Zábřeh, Mohelnici, Uničov, Šternberk, Konici, Litovel, Olomouc, Prostějov, Přerov a Hranice. U větších měst s výraznějším vlivem jsou vysoké hodnoty indexu také v těsné blízkosti těchto měst, např. Olomouc, Litovel, Uničov, Prostějov nebo Přerov, v případě menších měst jsou tyto vyšší hodnoty omezen pouze na samotné město, např. Konice. Nejnižší hodnoty indexu mají periferní oblasti Olomoucka, především v těsné blízkosti Libavé, v jižní části Lipnicka, Hranicka, Prostějovska a dále potom v západní části kraje (obr. 49).

5.5. Hodnocení dopravní dostupnosti Ostravska

5.5.1. Čas do nejbližšího cíle

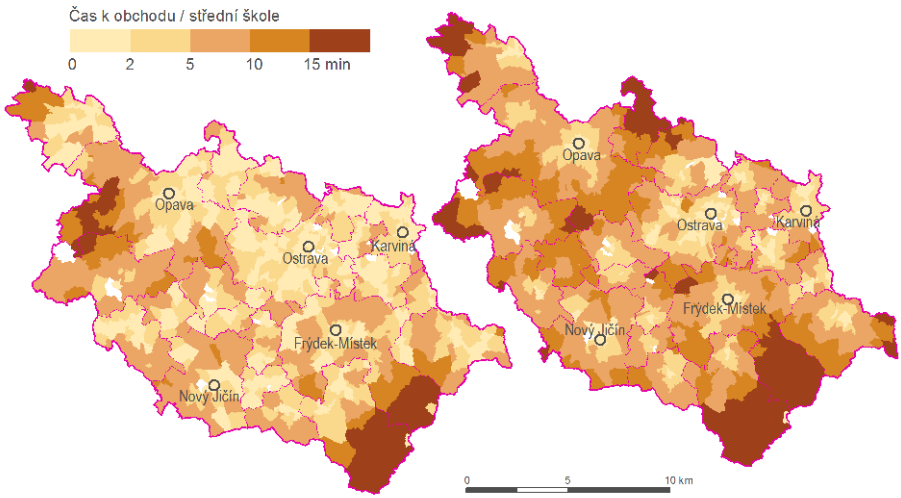
Byl počítán čas potřebný na cestu k vybraným cílům z jednotlivých ZSJ Ostravska. Do nejbližší ordinace praktického lékaře je možné dojet automobilem do pěti minut z 83 % ZSJ a z 98 % ZSJ je to maximálně do 10 minut. Nejhůře jsou na tom okrajové části regionu, konkrétně Staré Hamry, Morávka, Krásná, Hošťálkovy.

Situace pro cesty do obchodů je mírně horší než v případě praktických lékařů. Do pěti minut je obchod dostupný ze 70 % ZSJ (obr. 50 vlevo), což je o 13 % méně než u praktických lékařů. Nejhorší je situace v obcích v Beskydech při hranicích se Slovenskem, část okresu Bruntál, Vítkovsko a Jakartovice. Podstatně horší je situace v případě dojíždění na sportoviště. Jen z necelých 52 % ZSJ je možné dojet na nejbližší sportoviště do pěti minut. Stejně jako v případě

Tab. 13 – Průměrné a maximální časy k nejbližším cílům v jednotlivých kategoriích na Ostravsku v minutách

	Ambulance praktického lékaře	Nákupní centrum	Sportovní zařízení	Střední škola	Zaměstnavatel s více než 100 zaměstnanci
Průměrný čas	3,0	4,1	6,0	6,6	4,5
Maximální čas	16,0	31,8	35,9	36,7	30,8

Zdroj: vlastní datová sada, vlastní výpočty



Obr. 50 – Čas k nejbližšímu obchodu a střední škole na Ostravsku; bílé plochy označují neobydlená ZSJ. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

Ostravy jsou však výsledky i na regionální úrovni zkreslené. K již dříve zmíněným oblastem s horším časem k nejbližšímu cíli je možné zařadit ještě „Zaopavsko", především obce Hlavnice, Jakartovice, Litultovice a jejich okolí.

Výrazně nejhůře je na tom ze zkoumaných cílů dojížďka do středních škol. Tato situace je dána umístěním středních škol, které jsou situovány především ve velkých městech (obr. 50 vpravo). Dojížďka ze vzdálenějších malých obcí je tedy výrazně delší než k jiným cílům.

Výsledky dojížďky k nejbližšímu zaměstnavateli s více než 100 zaměstnanci jsou podobné jako u lékařů. Hodnoty dojížďky jsou pouze mírně vyšší. Až na některé menší oblasti jsou velké podniky v regionu rozmístěny relativně rovnoměrně. Jako u všech typů cílů je dostupnost nejhorší z příhraniční oblasti v Beskydech, naopak nejlepší situace je ve velkých městech a jejich okolí (tab. 13).

5.5.2. Počet zařízení do určitého času od zdroje

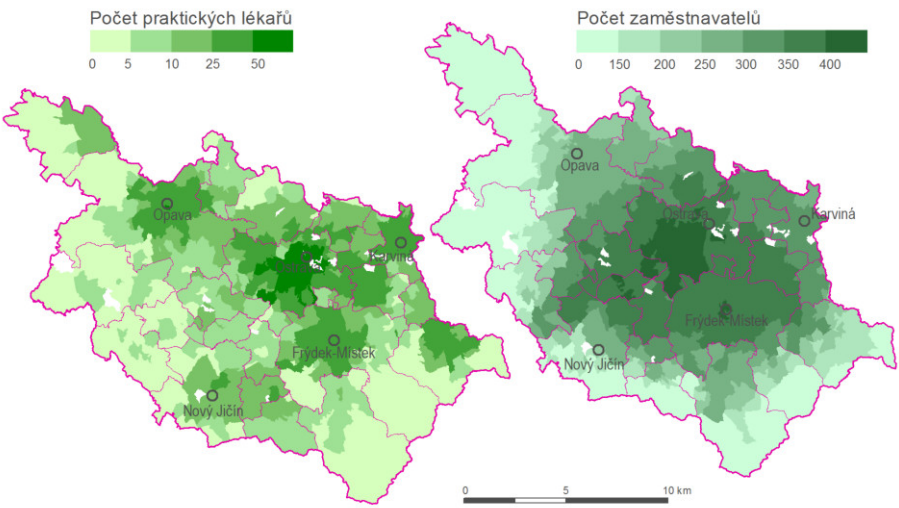
V případě analýz počtu zařízení do určitého času již nebyly všem kategoriím přiřazeny stejné limitní časy jako v případě měst, a proto jsou jednotlivé kategorie vyhodnoceny zvlášť. Pro rozdělení do tříd byly u všech kategorií použity kvantily.

Nejvíce dostupných ordinací praktických lékařů do 10 minut je v Ostravě, Havířově a Opavě, a dále ve velkých městech, zejména Frýdku-Místku, Třinci nebo Karviné (obr. 51 vlevo). Směrem od těchto měst počty dostupných ordinací klesají. Vyskytuje se také několik ZSJ, ze kterých do 10 minut není dostupná žádná ordinace praktického lékaře.

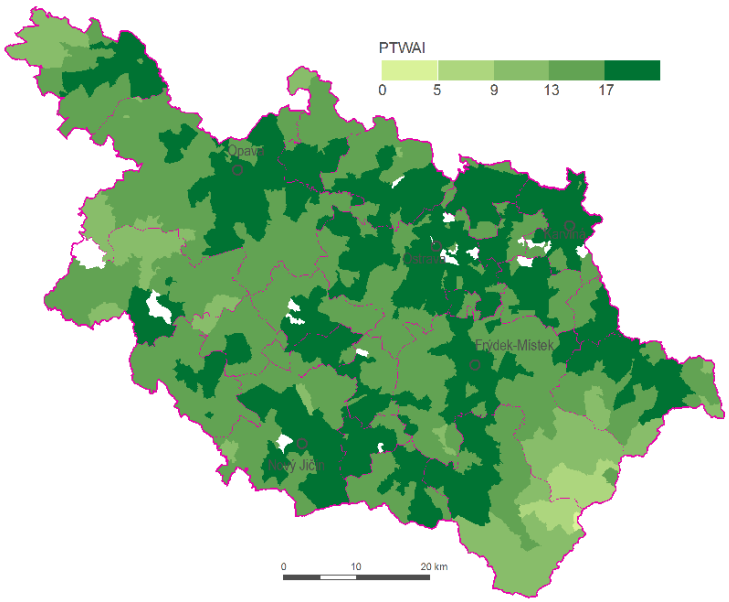
Situace v případě dostupnosti obchodů je výrazně centralizovaná. Nejvíce dostupných obchodů do 20 minut je v Ostravě a jejím nejbližším okolí. S rostoucí vzdáleností počet dostupných obchodů klesá.

U dostupnosti sportovních zařízení je patrný prostorový vzor, kdy východní část regionu (mimo oblast Beskyd) vykazuje mnohem lepší dostupnost než část západní (Opavsko, Vítkovsko, Krnovsko). Střední školy vykazují vysokou koncentraci v Ostravě. Nejvyšší počty dostupných středních škol se vyskytují právě na území města Ostrava a poté postupně klesají se zvětšující se vzdáleností, podobně jak je tomu u obchodů. Zajímavá je i situace mezi Opavou a Krnovem, kde sice přímo není žádná střední škola, ale je z této oblasti blízko do Opavy a do Krnova, kde je středních škol relativně hodně. Proto se zde vyskytují nadprůměrné hodnoty dostupných škol. Kromě tradičně špatně hodnocené oblasti Beskyd se nulové hodnoty dostupnosti nacházejí také v Nýdku a v severovýchodní části okresu Opava (Třebom, Sudice, Strahovice).

Vzhledem k největší četnosti kategorie zaměstnavatelů s více než 100 zaměstnanci, a protože doba cestování do zaměstnání je často vyšší než k jiným typům cílů, bylo u této kategorie nastaveno 50 minut jako hraniční doba dojížďky (obr. 51 vpravo). Jasně patrnou koncentraci velkých zaměstnavatelů v centrální části studovaného regionu, především v Ostravě, Frýdku-Místku a Novém Jičíně potvrzuje obrázek 51 vpravo. Počty dostupných zaměstnavatelů postupně klesají s rostoucí vzdáleností od těchto měst.



Obr. 51 – Počet dostupných ordinací praktického lékaře do 10 minut (vlevo) a zaměstnavatelů do 50 minut (vpravo) na Ostravsku. Bílé plochy označují neobydlená ZSJ. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.



Obr. 52 – Index dostupnosti PTWAI na Ostravsku. Bílé plochy označují neobydlená ZSJ. Zdroj: RSO ČSÚ, vlastní datová sada, vlastní výpočty.

5.5.3. Kombinovaný index dopravní dostupnosti

Kombinovaný index dostupnosti PTWAI (obr. 52) ukazuje, že situace na Ostravsku je z celkového pohledu dostupnosti pěti vybraných cílů velmi dobrá. Nejvyšší hodnoty indexu jsou poměrně rovnoměrně rozprostřeny celým území a navazují na městské oblasti. Horší situace je pouze v oblasti Beskyd a části Bruntálska a Vítkovska. Maximální hodnoty byly zaznamenány v centrech měst a směrem k periferiím hodnoty velmi pozvolně klesají. Přibližně 58 % všech ZSJ ve studované oblasti spadá do nejlépe hodnocené kategorie s velmi vysokou hodnotou indexu a jen 1,1 % ze všech ZSJ má hodnotu velmi nízkou nebo nízkou.

5.6. Porovnání dostupnosti

5.6.1. Porovnání dostupnosti Olomouce a Ostravy

Olomouc je oproti Ostravě charakteristická především menší velikostí (přibližně 3krát méně obyvatel), čemuž odpovídá také nižší absolutní počet potenciálně dostupných cílů ve všech sledovaných kategoriích. Pokud je tedy dostupnost

jednotlivých cílů hodnocena pomocí počtu dostupných zařízení do 10 minut, vychází ze srovnání vždy lépe Ostrava, která nabízí přibližně dvojnásobek potenciálně dostupných cílů.

V hodnocení se projevuje také rozdílná struktura obou měst. V kompaktně zastavěném území Olomouce je počet dostupných cílů ve většině kategorií téměř konstantní, a to i v okrajových částech. Nižší počet dosažených cílů je především v osamocených okrajových částech města. Oproti tomu u Ostravy se začíná více projevovat větší rozloha města (Ostrava je přibližně 2krát větší) a počty dosažených cílů jsou nižší nejen na okrajích města, ale také v rámci kompaktní zástavby.

Počty dosažených cílů do 10 minut jsou u každého z měst a u každé z hodnocených kategorií odlišné a je tedy poměrně obtížné je mezi sebou srovnávat. Tento nedostatek je možné odstranit použitím další míry dostupnosti nazvané jako „čas k nejbližšímu cíli". Z hodnocení vyplývá, že je dostupnost vybraných cílů v obou městech velmi podobná. Z naprosté většiny zdrojových bodů je možné dojet automobilem k nejbližšímu cíli do šesti minut. V případě kompaktní zástavby Olomouce je tato hodnota dokonce menší, avšak rozdíl není zásadní. Ze srovnání průměrných a maximálních hodnot (tab. 10 a 11) vyplývá, že průměrný čas k nejbližšímu cíli je u většiny kategorií v Ostravě mírně nižší, avšak maximální hodnoty jsou naopak vyšší. To je způsobeno právě menší rozlohou Olomouce, kde i ze vzdálenějších startů je to k nejbližšímu cíli relativně blízko. U Ostravy se již projevuje výraznější odlehlost některých startů s relativně vzdálenými nejbližšími cíli.

Rozdílnost měst se také projevuje v mírně odlišném hodnocení pomocí kombinovaného PTWAI indexu. Zatímco většina kompaktně zastavěné části Ostravy spadá do nejvyšší kategorie, v případě Olomouce je to pouze několik okrajových částí města a většina kompaktní zástavby spadá až do druhé kategorie dostupnosti. Důvodem je větší nabídka možných dosažitelných cílů v Ostravě a s tím také související mírně nižší dojezdový čas k nejbližšímu cíli.

5.6.2. Porovnání dostupnosti Olomoucka a Ostravska

Regiony vymezené jako Ostravsko a Olomoucko jsou si velmi podobné svojí rozlohou (přibližně 4 000 km^2). Významný rozdíl je však v počtu obyvatel, který je v případě Ostravska téměř dvojnásobný (přibližně 1 mil. obyvatel na Ostravsku). S tím souvisí také větší hustota zalidnění, zejména v oblasti Ostravy a okolních městech (Karviná, Havířov, Frýdek-Místek), ale také výrazně větší počet potenciálních cílů dojížďky.

Tato situace se projevuje při hodnocení dojížďky pomocí počtu dostupných cílů do určitého času. U všech hodnocených kategorií cílů je v rámci Ostravska dostupných více cílů než na Olomoucku. Existují zde však jisté rozdíly. Zatímco počet dosažených zaměstnavatelů, lékařů a obchodů je na Ostravsku ve většině případů dvojnásobný, počty dosažených sportovních cílů a středních škol jsou

relativně podobné. Prostorové rozmístění je v obou regionech velmi podobné. ZSJ s největším počtem dosažitelných obchodů a středních škol jsou koncentrované v krajských městech, podobně je to i v případě největších zaměstnavatelů, kdy jsou nejlépe hodnocené ZSJ rozmístěny v krajských městech a jejich těsném zázemí a dále potom v největších blízkých městech. Dominance krajských měst již není tolik výrazná v případě ordinací lékařů, kdy vysoký počet dosažených cílů mají také další větší města v obou regionech.

Z hodnocení dostupnosti pomocí další zvolené míry, tedy pomocí času k nejbližšímu cíli, vyplývá, že na většině území je dostupnost na Ostravsku mírně lepší než na Olomoucku. Z extrémních dojezdových hodnot toto patrné není, neboť s výjimkou lékaře jsou maximální časy dostupnosti vždy vyšší na Ostravsku, například až o 5 minut v případě sportovních zařízení. Z průměrných časů dostupnosti je však již ve všech kategoriích patrná relativně výrazná lepší dostupnost cílů na Ostravsku. U lékařů je rozdíl pouze 0,3 minuty, avšak u ostatních kategorií cílů se jedná již o výraznější hodnoty. Jedná se o přibližně 2 minuty rozdílu u dostupnosti středních škol, zaměstnavatelů a sportovních zařízení a přibližně 3 minuty v případě dostupnosti nákupních center. Dostupnost lékařů je v obou regionech téměř identická, největší rozdíl je v případě dostupnosti již zmíněných nákupních center. Prostorová distribuce lépe a hůře hodnocených ZSJ je v obou regionech podobná. Obecně hůře dostupné jsou periferní oblasti na okrajích regionů, případně také vnitřní periferie na styku ORP, kde se projevuje nižší počet dostupných cílů a s tím související vyšší nezaměstnanost a menší nabídka pracovních příležitostí.

Zajímavou informaci přináší srovnání prostorového rozmístění ZSJ s nejvyšším hodnocením indexem PTWAI. V rámci Olomoucka mají nejvyšší hodnoty prakticky pouze velká města a jejich velmi těsné zázemí, na Ostravsku není tento vzor tolik výrazný a vysoké bodové hodnocení získává také celá řada menších měst nebo obcí. Z toho lze vyvozovat, že výborná dostupnost se na Olomoucku omezuje pouze na ZSJ v rámci měst, zatímco na Ostravsku proniká i do širšího zázemí. To má patrně také souvislost s vyšší hustotou zalidnění Ostravska.

6. Hodnocení dopravní dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou deterministickými metodami

6.1. Příprava dat

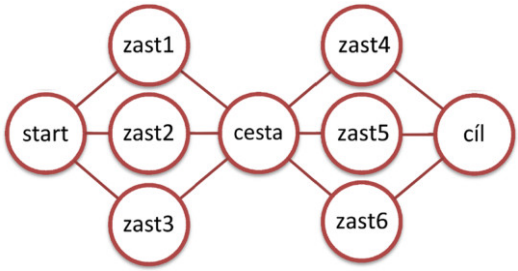
Pro hodnocení dopravní dostupnosti městského prostředí byla města Ostrava a Olomouc rozdělena do čtverců o straně 100 metrů a vybrány byly pouze čtverce, kde žije alespoň jeden obyvatel, což bylo celkem 7 527 čtverců. Do výpočtu vstoupilo celkem 3 180 cílů jednotlivých cest (definovaných v kapitole 3) ve 14 kategoriích lokalizovaných přímo na území města nebo do 5 km za hranicí města. Při regionálním hodnocení se pracovalo na úrovni základních sídelních jednotek a hodnotila se dojížďka z mediánových středů těchto ZSJ do cílů. Obě prostorové úrovně hodnocení byly zcela samostatnými úlohami a jsou popisovány odděleně.

Pro město byla dopravní dostupnost hodnocena včetně docházky na a ze zastávky, tedy *door-to-door*. Jak bylo zjištěno z dotazníků (kapitola 4), jen v polovině všech cest byla využita nejbližší zastávka. Proto se do výpočtu započítávaly až tři nejbližší zastávky u startu cesty (čtverce) a rovněž u cíle cesty (vybraného cíle). Docházková vzdálenost byla limitována na 1 km. Ze všech čtverců jich 50 leží mimo dosah jakékoliv zastávky, tedy nad 1 km cestní vzdálenosti, a ty jsou označeny jako neobsluhované. Každému čtverci a cíli byla vypočtena docházková vzdálenost, resp. docházkový čas. Pro rychlost chůze byla stanovena běžně užívaná hodnota 4 km/h. Počátky jsou tvořeny 21 737 záznamy (až tři zastávky pro každý čtverec) a cíle 8 103 záznamy (obr. 53).

Obdobně byla hodnocena dojížďka v regionech. Byly vyhledány tři nejbližší zastávky od mediánového středu a cíle a vypočtena docházková vzdálenost, která byla limitována 75 minutami docházky na jednu zastávku. Počátky byly reprezentovány 5 481 záznamy a cíle 26 663 záznamy.

Data o dopravních spojeních byla získána z jízdních řádů IDOS platných v roce 2014 (vyhledáváno pro úterý). Byla vyhledávána spojení pro celý den, tedy pro všech 24 hodin mezi všemi zastávkami uvnitř regionů.

Důležitý rozdíl oproti hodnocení ve městech vykazuje mód hodnocené dopravy. Byly využity jízdní řády regionální a národní veřejné dopravy, tedy bez vlivu městské hromadné dopravy, což ovlivnilo hlavně výsledky měst s městskou hromadnou dopravou. Každá obec byla definována jedinou zastávkou



Obr. 53 – Schéma *door-to-door* přístupu

vybranou přímo jízdními řády. Jen města Olomouc a Ostrava byla definována sadou přestupních uzlů (více Ivan 2016).

Pro nalezení takto velkého množství spojení byla využita automatizovaná metoda vyhledávání, která je založená na technologii klient – server. Serverovou část tvoří databáze *MS SQL server*. Vytvořená databáze obsahuje všechny hledané kombinace spojení mezi zastávkami a všechna nalezená spojení. Klientská část je tvořena sadou cca 50 počítačů se speciálně vyvinutým softwarem *TRAM* pro vlastní vyhledávání spojů v jízdních řádech. Vyhledávací algoritmus byl optimalizován pro vícenásobné spuštění klientské aplikace s využíváním vícejádrových procesorů (Horák a kol. 2014b).

Aby bylo dopravní spojení považováno za platné, bylo požadováno splnění následujících parametrů (Fojtík, Ivan, Horák 2011):

- příjezd do cíle nejpozději v celou hodinu (např. do 6:00 pro dojížďku na 6 hodin), příjezd do cíle nejdříve 60 minut předem
- odjezd z počátku nejdříve 120 minut předem
- doba cestování nesmí překročit 90 minut
- maximálně 5 přestupů.

Docházkový čas na a ze zastávky byl připočten k cestovnímu času v dopravním prostředku a ze získaných celkových *door-to-door* cestovních časů, kterých může být pro každou kombinaci start–cíl až devět, byl vybrán nejkratší čas. Typy cílů zahrnuté v hodnocení jsou shrnuty v tabulce 14, a to včetně celkového počtu kombinací nejrychlejších cest mezi buňkami a všemi zástupci daného typu cíle.

Tab. 14 – Vybrané typy cílů pro hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou

Typ cíle	Počet kombinací pro město	Počet kombinací pro region
Obchod	1 274 306	1 040 387
Střední škola	503 449	277 568
Zaměstnání	1 466 548	920 878
Sportovní zařízení	294 843	257 830
Praktický lékař pro dospělé	1 976 985	1 338 614

Zdroj: vlastní datová sada, vlastní výpočty

6.2. Podíl dostupných cílů

Počty dostupných cílů z buněk při určitém cestovním čase není možné přímo vzájemně porovnávat, proto byla provedena standardizace. Byl určen teoretický počet dostupných cílů od jednotlivých počátků do přímé vzdálenosti 5 km ve městech a 25 km v regionech. V regionech byl také omezen maximální dojížďkový čas na 90 minut dojížďky dopravním prostředkem. Ve městech omezení nebylo, jelikož dojížďkové časy nedosahovaly tak vysokých hodnot.

Podíl počtu teoreticky a reálně dostupných cílů hodnotí první z použitých ukazatelů – podíl dostupných cílů. Hodnocení bylo provedeno pro dojížďku na 6, 8, 14 a 22 hodin podle typu cíle pro Ostravu a Olomouc i pro Ostravsko a Olomoucko. Výsledná úroveň podílu dostupnosti cílů je prezentována v mapách na obrázcích 54 až 61. Podíl dostupných cílů bez odlišení typu je na velmi dobré úrovni a pohybuje se ve většině obydlených oblastí obou měst na úrovni lepší než 95 %. Platí tedy, že z téměř všech čtverců, kde žije alespoň jeden obyvatel, jsou téměř všechny cíle do 5 kilometrů vzdušnou čarou dostupné veřejnou hromadnou dopravou. Typ cíle hraje jen marginální roli díky dobré úrovní dopravní obslužnosti v obou městech a relativně krátké, ale reprezentativní vzdálenosti.

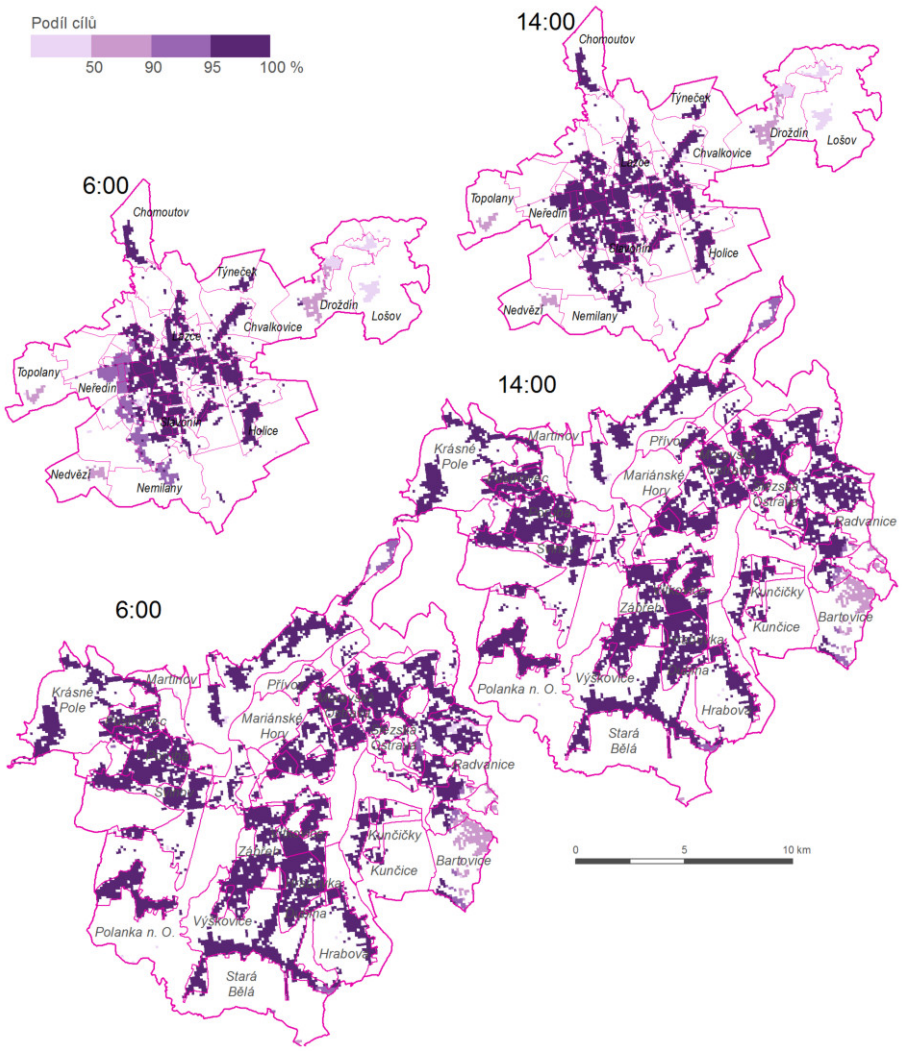
6.2.1. Dostupnost na úrovni měst

Dostupnost zaměstnavatelů (se 100 a více zaměstnanci) byla hodnocena na tři dojížďkové časy odpovídající začátkům tří pracovních směn. Pro ranní směnu je dojížďka na velice podobné úrovni, jako je dojížďka na noční směnu. Celkově dosahuje tento podíl hodnoty nad 97 %, v případě dojížďky na 14:00 je to jen o jedno procento vyšší. Téměř 93 % všech obydlených čtverců má podíl dostupných zaměstnavatelů alespoň 90 % (obr. 54).

Oblasti s nižším podílem dostupných zaměstnavatelů se nacházejí v periferiích Ostravy, konkrétně v Bartovicích na jihovýchodě a na okraji Nové Bělé na jihu. Oblastí s mírně horší dostupností (stále však nad 90 %) je v Olomouci více a nachází se v západní části města v pásu od Neředína po Nemilany. U dojížďky na 14 hodin je však situace stejná jako v centru města. Horších hodnot, pod 90 %, dosahují opět lokality na okrajích města. Jediné větší lokality, odkud je dostupné méně než 50 % zaměstnavatelů, jsou na východě území v Lošově, Radíkově a na Svatém Kopečku.

Při hodnocení dostupnosti sportovních zařízení (obr. 55) byla řešena pouze dojížďka na 14 hodin. Od výborné dostupnosti, až 98 % cílů, se odlišují opět jen periferní oblasti, tedy Bartovice a Proskovice v Ostravě a Droždín, Lošov, Radíkov na východě a Topolany na západě Olomouce. Avšak v případě východních oblastí Olomouce se nenachází žádný dostupný cíl.

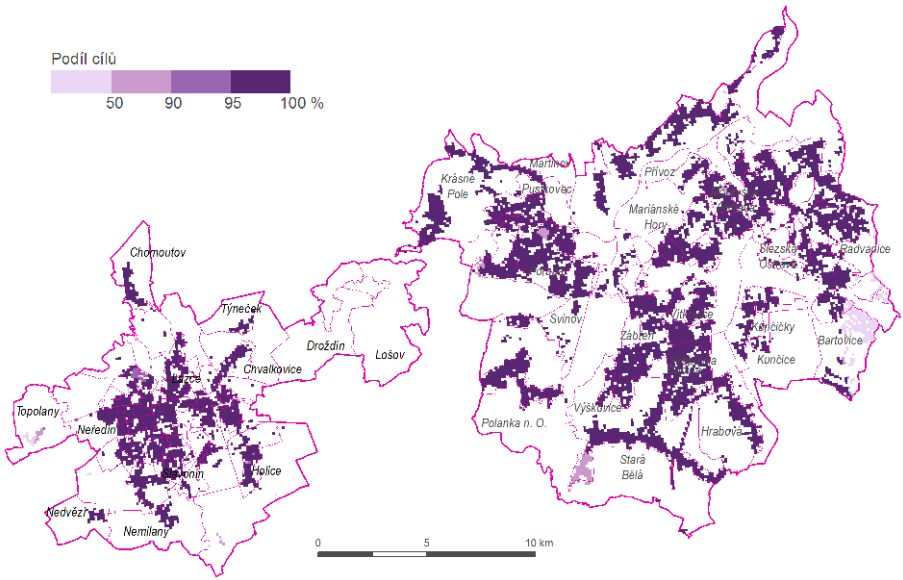
Pro střední školy, kde byla hodnocena dojížďka na 8:00, je průměrná dostupnost cílů v obou městech rovněž nad 98 % (obr. 56). V Ostravě je stále horší



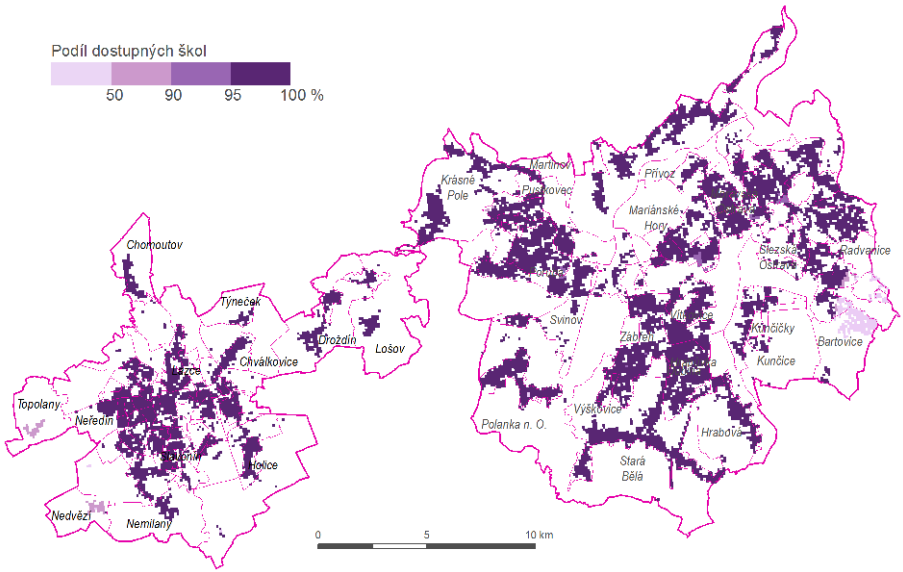
Obr. 54 – Podíl dostupných zaměstnavatelů na 6:00 (vlevo) a 14:00 (vpravo) v Olomouci (nahoře) a Ostravě (dole). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

dostupnost jen v okolí Bartovic, v Olomouci v Topolanech a nově v Nedvězí. Východ Olomouce je v případě středních škol na výborné úrovni. Jen z 3,5 % počátků není dostupná žádná střední škola.

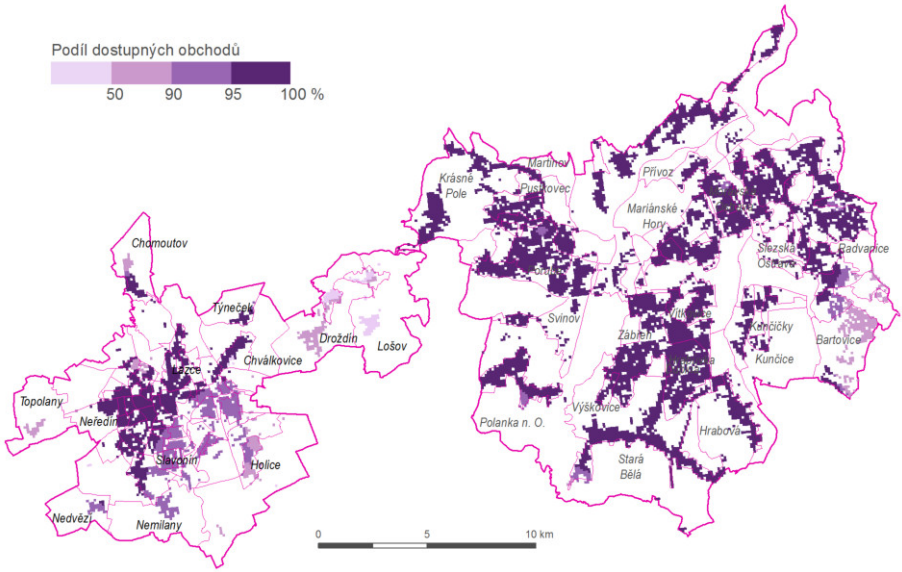
Dostupnost obchodů (obr. 57) dosahuje průměrně 97 % v případě dojížďky na 8:00 i 14:00. Výsledky pro ranní hodinu jsou velice podobné jako v dostupnosti jiných cílů – tedy horší jen v periferních oblastech na východě města v Olomouci a nově v Chomoutově a na jihovýchodě v Ostravě (zde i na 14:00).



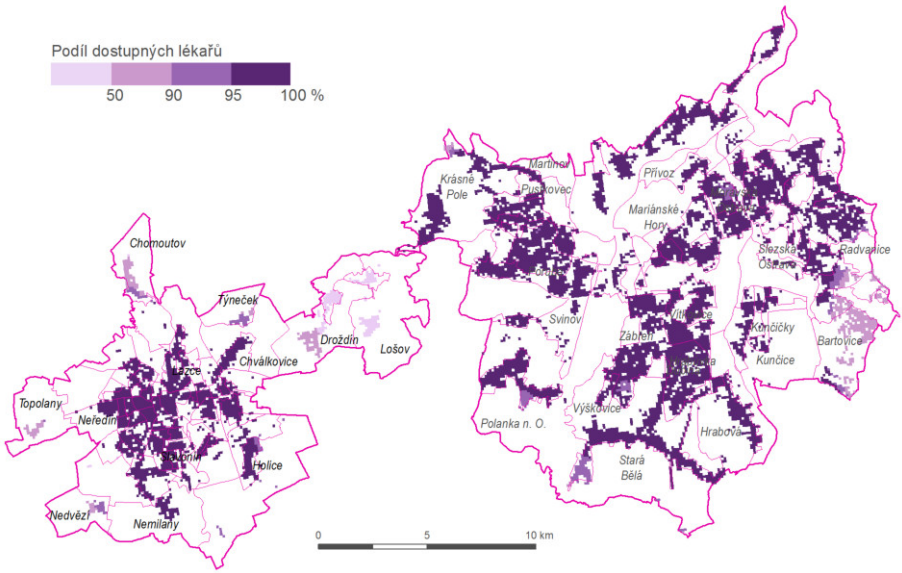
Obr. 55 – Podíl dostupných sportovních zařízení na 14:00 v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 56 – Podíl dostupných středních škol na 8:00 v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 57 – Podíl dostupných obchodů na 14:00 v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 58 – Podíl dostupných praktických lékařů na 8:00 v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

V Olomouci je však situace nepatrně horší (stále nad 90 %) v celé jihovýchodní a východní části města, které je tak rozpůleno. Ale nedostupný obchod je jen z necelého procenta obydlených počátků.

Dostupnost praktického lékaře na 8 hodin (obr. 58) odpovídá výše uvedeným výsledkům pro jiné typy cílů s necelými 97 % dostupných cílů. V Olomouci mají horší úroveň dostupnosti všechny okrajové základní sídelní jednotky a v Ostravě ZSJ na jihovýchodě a překvapivě také v centru města, což je způsobeno spíše vysokým počtem praktických lékařů v této oblasti.

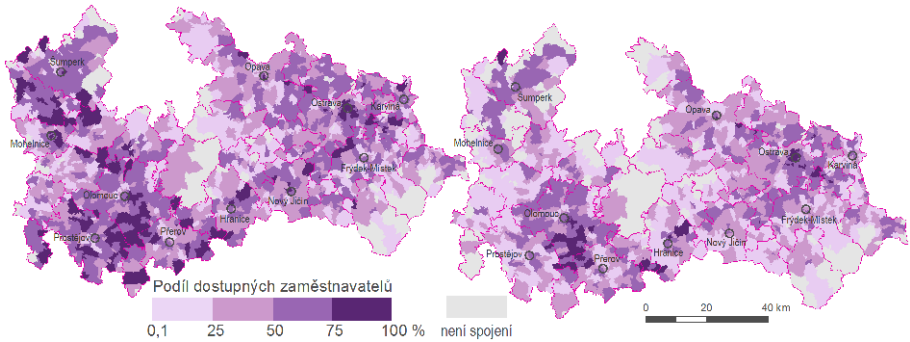
6.2.2. Dostupnost na úrovni regionu

Podíly dostupných cílů na úrovni regionů Olomoucka a Ostravska vykazují výraznější prostorové rozdíly ve výsledných hodnotách než u hodnocení na úrovni měst. Pro zjednodušení a komplexní interpretaci jsou oba regiony zobrazeny společně, přičemž bílou barvou jsou vyznačeny oblasti, které nevstupovaly do hodnocení u žádného z regionů. Výsledky pro jednotlivé typy cílů jsou často velmi podobné a závěry hodnocení na úrovni regionů potvrdily závěry z městské úrovně, tj. určitá úroveň dostupnosti zůstává podobná nezávisle na typu analyzovaného cíle, který se často nachází ve stejné obci. Nicméně mírné rozdíly přece jen jsou patrné.

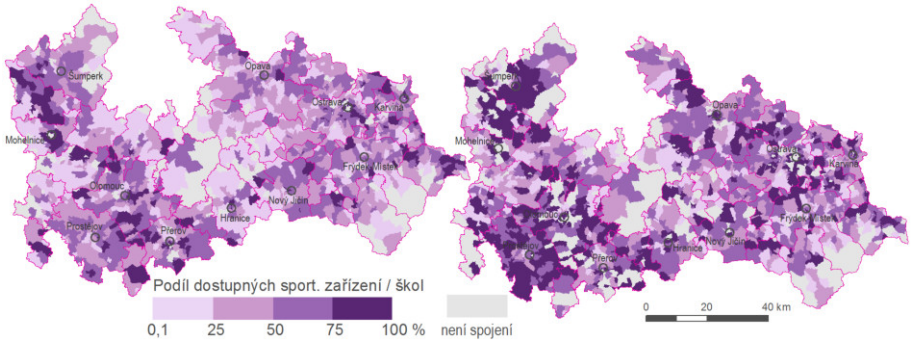
Průměrný podíl dostupných zaměstnavatelů (nad 100 zaměstnanců) byl hodnocen pro dojížďku na 6:00, 8:00, 14:00 a 22:00 a pohybuje se mezi 40 a 42 % pro první tři časy a 34 % pro noční směnu. Při porovnání obou regionů je průměrná dostupnost zaměstnavatelů vyšší na Olomoucku (na 6:00 o 7 %, na 14:00 o 3 % a na noční směnu je lepší o 1 % na Ostravsku).

Z hlediska prostorové distribuce se oblasti s nižším podílem dostupných zaměstnavatelů nacházejí opět v periferních oblastech obou krajů, tedy v blízkosti státních, resp. krajských hranic (obr. 59). Na Ostravsku jsou to oblasti Beskyd, SO ORP Odry, Vítkov, Krnov nebo Český Těšín, na Olomoucku většina SO ORP Hranice, Konice, Litovel, Mohelnice, Uničov a Šternberk. Nízká dostupnost je v celé východní části SO ORP Olomouc, kde se nachází Vojenský Újezd Libavá a v jeho okolí. Vyšší hodnoty naopak vykazují centra jednotlivých SO ORP. Jak již naznačily podobné průměrné hodnoty, situace se v prostoru mezi analyzovanými hodinami příliš nemění. Výjimkou je dostupnost na noční směnu (obr. 59 vpravo), kdy je obecně nižší dostupnost jednotlivých ZSJ a více vynikají centra zaměstnanosti v území. Typickým příkladem je jihovýchod SO ORP Ostrava, kde se nachází ArcellorMitall, dále SO ORP Hranice a Třinec. Oproti nenočním směnám je výrazněji nižší dostupnost v téměř všech SO ORP Olomoucka s výjimkou těch více průmyslových (Olomouc, Přerov, Hranice, Šumperk).

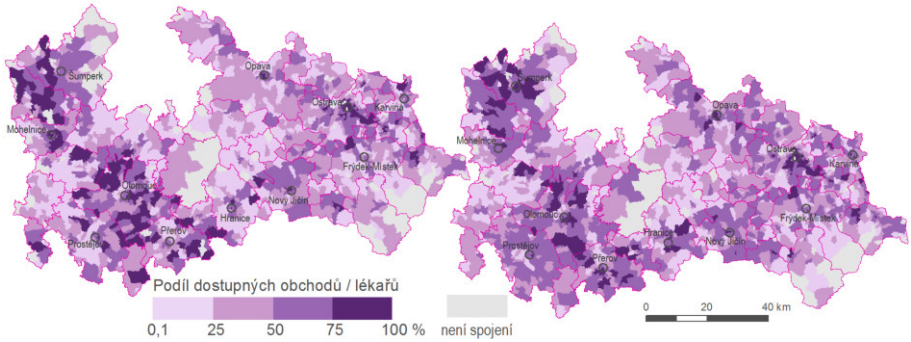
Sportovní zařízení vykazují průměrnou dostupnost 41 % na 14:00 (obr. 60 vlevo), čímž se podobá dostupnosti zaměstnavatelů. Při porovnání obou regionů je na tom o 1 % lépe Olomoucko, kdy na Ostravsku je podíl dostupných



Obr. 59 – Podíl dostupných zaměstnavatelů na Olomoucku a Ostravsku na 6:00 a 22:00. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 60 – Podíl dostupných sportovních zařízení na 14:00 (vlevo) a středních škol na 8:00 (vpravo) na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 61 – Podíl dostupných obchodů na 14:00 (vlevo) a praktických lékařů na 8:00 (vpravo) na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

sportovní zařízení 40,5 %. Horší dostupnost pod 30 % vykazují SO ORP Litovel a Konice (jen 15,6 %) na západě Olomoucka, na Ostravsku také SO ORP Vítkov (jen 17 %), Odry, Krnov, Frýdlant nad Ostravicí a další části SO ORP v Beskydech. U více jak 11 % ZSJ je dostupných méně než 5 % cílů (pro 8 % dokonce žádný cíl). Naopak nejvyšší podíly nad 50 % mají Přerov a Zábřeh (téměř 60 %), na Ostravsku Bohumín, Frenštát pod Radhoštěm, Český Těšín a Karviná.

Dostupnost středních škol na 8:00 (obr. 60 vpravo) dosahuje v průměru hodnoty 41 % a je nepatrně lepší na Olomoucku (o 1 %). Nejnižší podíl dostupných středních škol (pod 35 %) vykazují SO ORP Litovel, Uničov a Konice na západě Olomoucka, na Ostravsku SO ORP Vítkov, Odry, Krnov, Frýdlant nad Ostravicí. Nad 60 % dosahuje dostupnost v SO ORP Lipník nad Bečvou, Zábřeh a Olomouc, na Ostravsku v Novém Jičíně a v Ostravě.

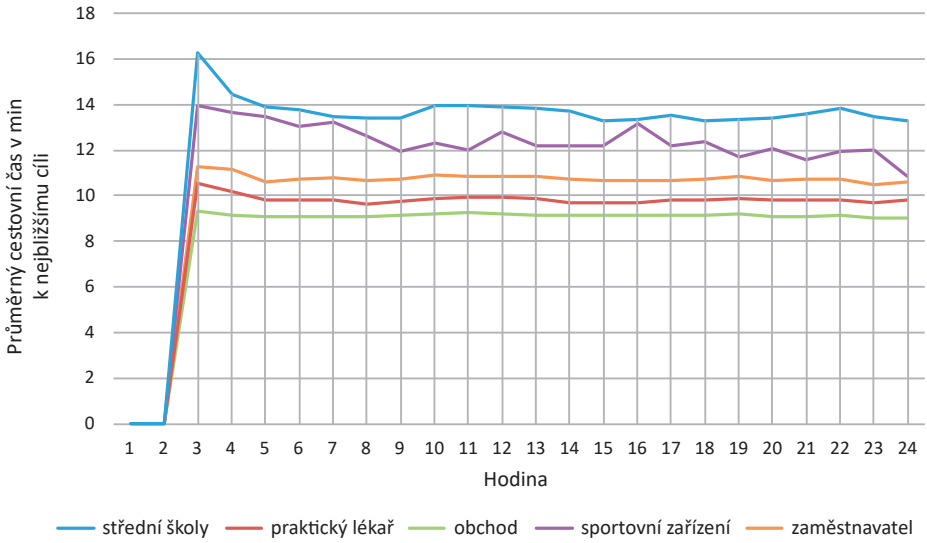
Prozatím nejnižší průměrný podíl dostupných cílů je v případě obchodů, kdy na 14:00 je v průměru 39,5 % (obr. 61 vlevo). Jsou také větší rozdíly mezi oběma regiony, kdy na Olomoucku dosahuje 41,2 % a na Ostravsku 37,8 %. Nejnižší hodnoty jsou stále v SO ORP Konice, Uničov a Litovel (vše pod 30 %) a na Ostravsku podobně ve stejných SO ORP Vítkov, Odry, Frýdlant nad Ostravicí a nově také Frýdek-Místek a Kravaře. Také v případě nejvyšších hodnot jsou to stále SO ORP Olomouc a Zábřeh, resp. Ostrava a Frenštát pod Radhoštěm (vždy nad 50 %). Pod 5 % klesla dostupnost v 9 % ZSJ. Rovněž v případě tohoto typu cílů je patrný nízký podíl dostupných obchodů v jižní části hustě zalidněné Ostravy. Tyto nízké hodnoty ve městech jsou však způsobeny eliminací městské hromadné dopravy (hodnotila se jen regionální a celostátní veřejná hromadná doprava).

Na úrovni měst byla nejlepší úroveň dostupnosti mezi cíli u praktických lékařů. Stejné výsledky byly dosaženy na úrovni regionů. Průměrná dostupnost dosáhla 43 %, přičemž stále vyšší je na Olomoucku (45 %). SO ORP Konice a Litovel mají nejnižší dostupnost (pod 30 %), ovšem u Konice mohou být její nízké hodnoty způsobeny hraničním efektem, protože nebyly hodnoceny potenciálně dostupné cíle za krajskou hranicí. Žádný praktický lékař není dostupný na 8:00 z 4,5 % ZSJ. Nad 50 % je dostupnost praktických lékařů v Šumperku, Přerově, Zábřehu a v Olomouci a na Ostravsku jen v Ostravě.

6.3. Časová variabilita dopravní dostupnosti

Hlavní výhoda předchozího způsobu hodnocení dopravní dostupnosti je zapojení standardizace. Nicméně jeho slabinou je sledování časového vývoje odděleně v hodinových krocích, což snižuje přehlednost a interpretovatelnost výsledků. Obzvláště veřejná hromadná doprava se vyznačuje vysokou variabilitou dostupnosti spojitě v průběhu dne.

V grafu (obr. 62) je zobrazen průměrný dojížďkový čas *door-to-door* k nejbližšímu cíli daného typu pro obě města společně. Výsledky dokazují, že k žádnému



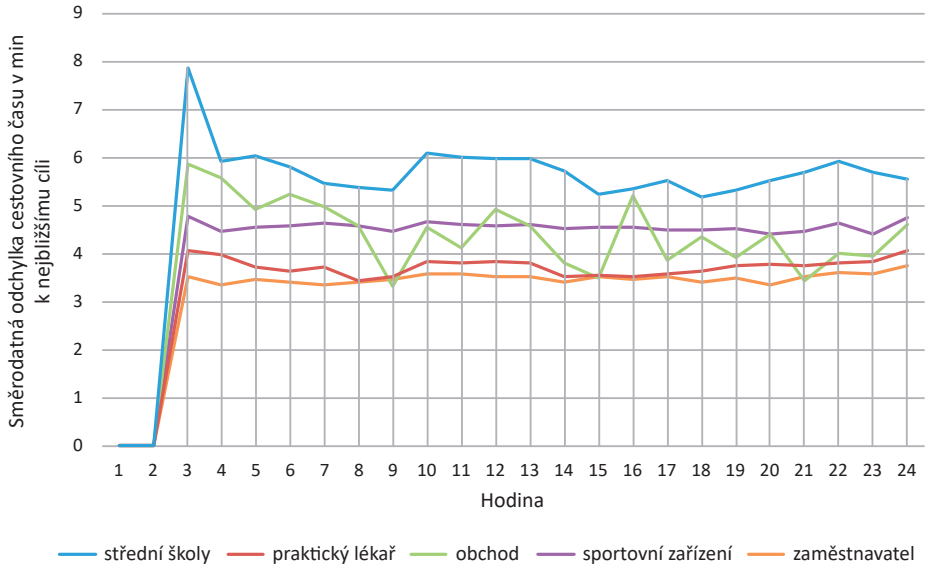
Obr. 62 – Průměrný dojížďkový čas k nejbližšímu cíli a jeho změna během dne ve studovaných městech. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

z cílů není možné dojet na 1. ani 2. hodinu ranní. Následně se cestovní čas pohybuje kolem 9–14 minut a příliš se v průběhu dne nemění. Nejkratší cesty jsou do obchodů, kam je průměrný čas dojížďky po celý den okolo 9 minut. Zhruba o minutu delší jsou cesty k nejbližšímu praktickému lékaři a o další minutu delší je cesta k nejbližšímu potenciálnímu zaměstnavateli se 100 a více zaměstnanci. Průměrné časy vykazují stabilitu v průběhu celého dne.

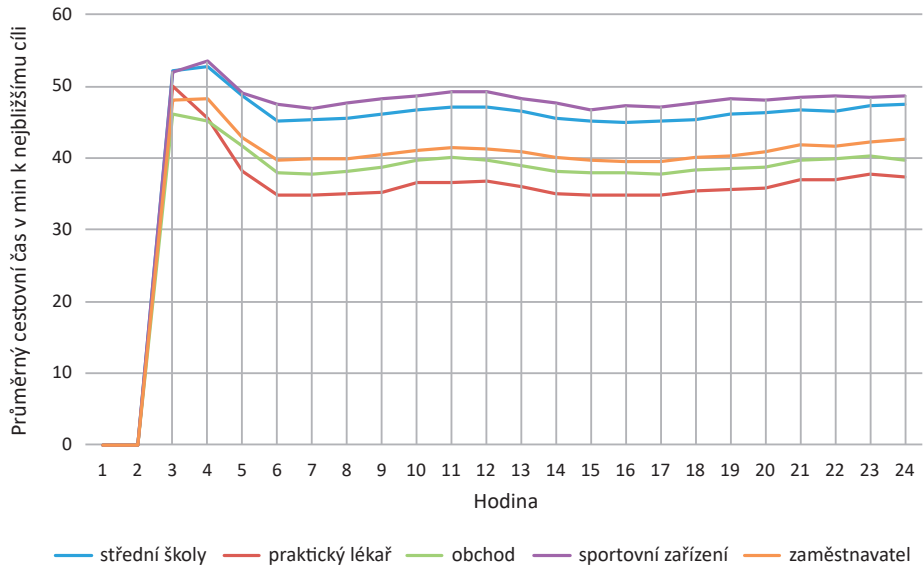
Výrazněji osciluje dojížďkový čas do nejbližšího sportovního zařízení, což je způsobeno jejich nižším počtem v obou městech. Pokud tedy není dostupné to nejbližší, to další v pořadí je již ve větší vzdálenosti. V menší míře je situace podobná také u středních škol, kde se dojížďkový čas pohybuje kolem 14 minut.

Proměnlivost dojížďkových časů k cílům v jednotlivých hodinách charakterizovaná hodnotou směrodatné odchylky (obr. 63) vykazuje téměř neměnný vývoj křivek pro obchody, zaměstnavatele a praktické lékaře, což potvrzuje podobnost dojížďkových časů pro jednotlivé počátky. Významná variabilita je naopak u sportovních areálů a středních škol.

Podobný vývoj průměrného cestovního času k nejbližšímu cíli vykazují výsledky hodnocení na úrovni regionů (obr. 64). Nedostupné cíle jsou na 1. a 2. hodinu ranní. Nejdelší časy dojížďky jsou v následujících dvou hodinách a následně klesnou na téměř neměnnou hodnotu po celý zbytek dne. Z vývoje během dne jsou lépe patrné dopravní špičky a sedla. Na úrovni měst byly cestovní časy prakticky konstantní. Nejdelší časy dojížďky jsou, podobně jako ve městě, do sportovních zařízení a středních škol (45–49 minut). Opět je



Obr. 63 – Směrodatná odchylka dojížďkového času k nejbližšímu cíli a jeho změna během dne ve studovaných městech. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 64 – Průměrný dojížďkový čas k nejbližšímu cíli a jeho změna během dne v regionech. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

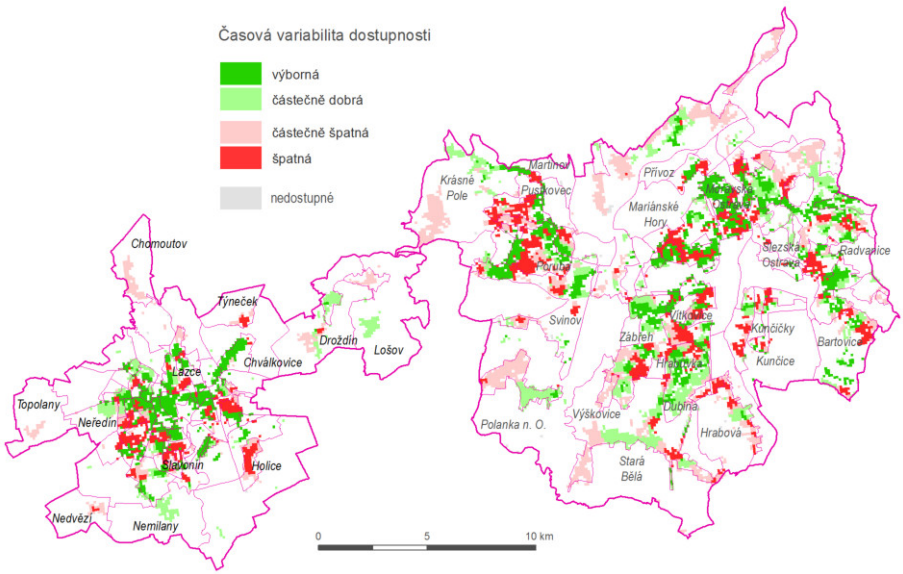
důvodem nižší počet těchto cílů oproti ostatním. Po větším odstupu následují zaměstnavatelé, obchody a praktičtí lékaři (35–42 minut). Právě lepší dostupnost lékařů je jediný rozdíl v pořadí oproti městům. Je překvapující, že jsou lékaři tak výborně dostupní, což ale odpovídá jejich vysokému počtu.

Hodnoty směrodatných odchylek jsou naopak relativně konstantní v průběhu celého dne a velice podobné pro všechny typy cílů a pohybují se kolem 18 %. Na regionální úrovni nejsou rozdíly tak patrné jako ve městech.

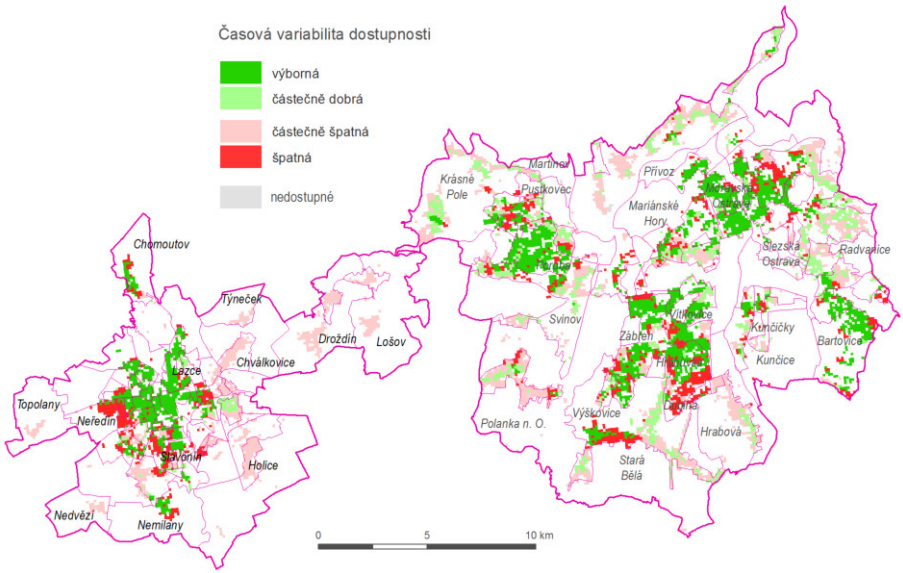
6.3.1. Časová variabilita dopravní dostupnosti na úrovni měst

Hodnoty průměrného dojížďkového času k nejbližšímu cíli v hodinových intervalech a jeho směrodatné odchylky byly podle metodiky Farbera a kol. (2014) kategorizovány do čtyř skupin (tab. 1) podle mediánu společného pro Olomouc a Ostravu na stejně četné skupiny. Takto byla hodnocena dopravní dostupnost zvlášť pro každý typ cílů.

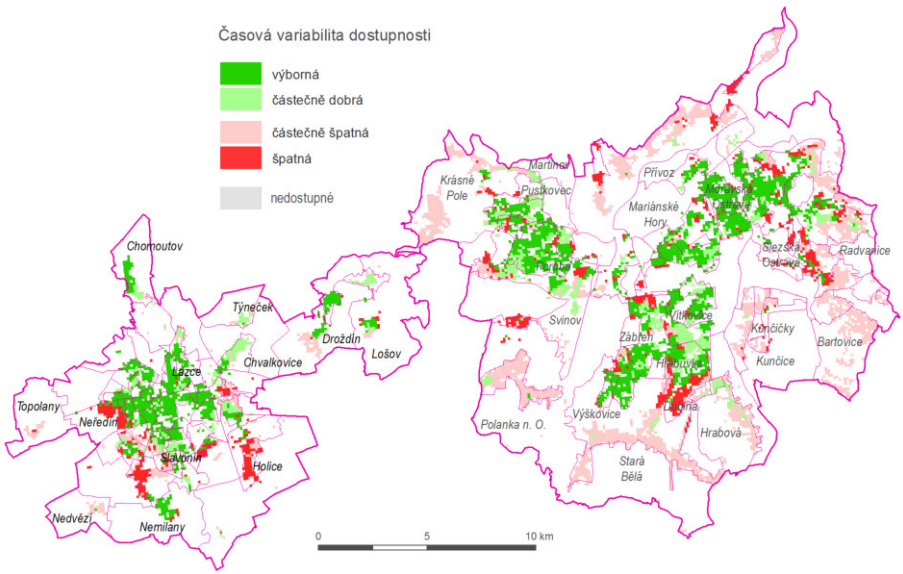
Kategorie počátků vykazující výbornou dostupnost jsou typické nízkým dojížďkovým časem k nejbližšímu cíli (nízký průměr), který se v průběhu dne příliš nemění (nízká směrodatná odchylka). V Olomouci je to centrum města, v Ostravě jde především o oblasti s vyšší hustotou zalidnění. Zajímavé je střídání výborně a špatně dostupných oblastí, což může být způsobeno jiným spádovým cílem a také velkou nabídkou využitelných zastávek městské hromadné dopravy (obr. 65). Časté jsou tyto oblasti především v Ostravě (centrum



Obr. 65 – Časová variabilita dostupnosti zaměstnavatelů v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 66 – Časová variabilita dostupnosti sportovních zařízení v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

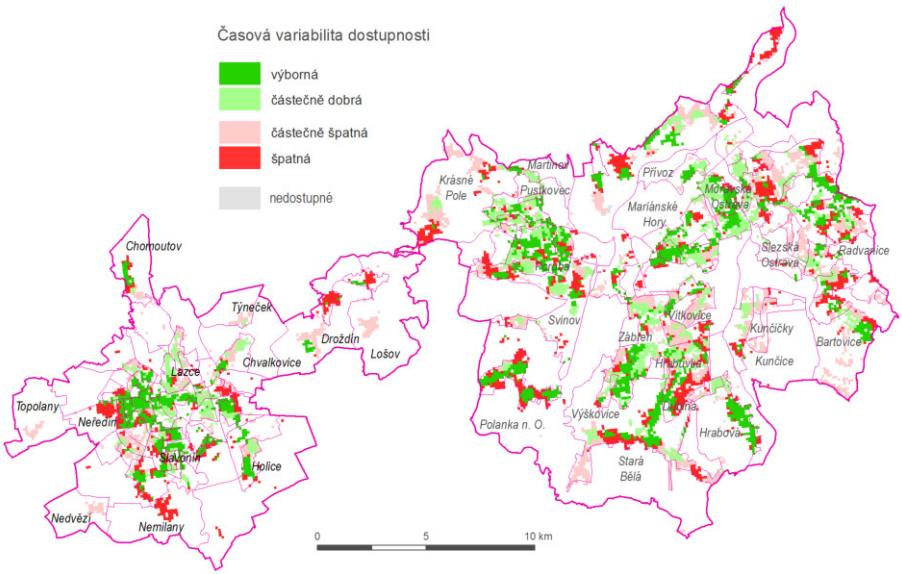


Obr. 67 – Časová variabilita dostupnosti středních škol v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

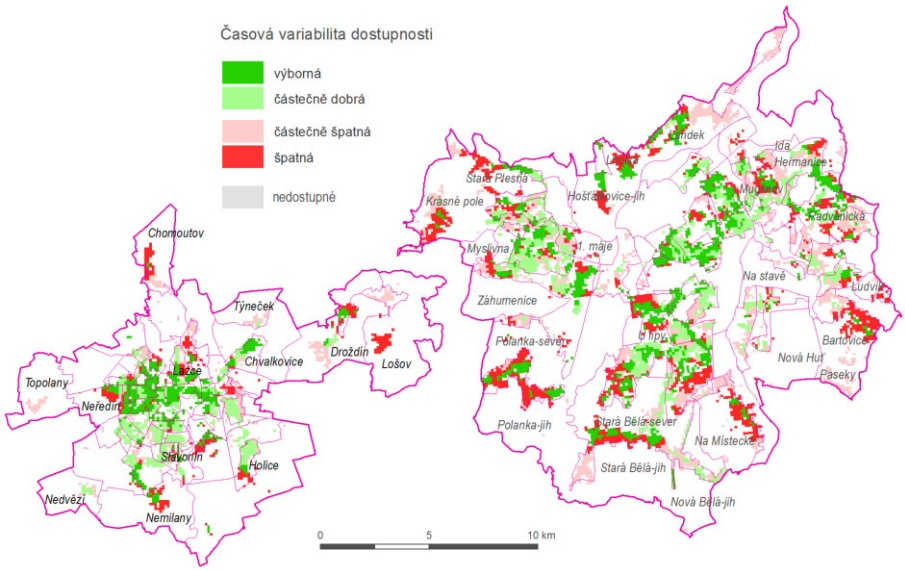
a Poruba). Kategorie s částečně dobrou/špatnou dostupností se nejčastěji vyskytují v okrajových částech obou měst a vytvářejí souvislejší plochy, což je způsobeno nižší nabídkou potenciálně využitelných zastávek a cílů.

Časová variabilita dostupnosti sportovních zařízení dosahuje výborné úrovně v centru měst (obr. 66). V Ostravě však opět existují ostrůvky se špatnou dostupností, což je způsobeno nižší nabídkou spojů ze tří nejbližších zastávek. Rozdíl v obou městech je v periferiích. V olomouckých perifériích jsou cestovní časy do nejbližšího sportovního zařízení vysoké a zároveň kolísavé. Oproti tomu v ostravských perifériích jsou tyto časy nižší, ale rovněž proměnlivé v průběhu dne. Tato kolísavost je typická pro periferní oblasti s proměnlivou nabídkou spojů mezi dopravními špičkami a sedly. Kratší časy z periferií Ostravy jsou dány jejich lepšími dopravními spoji díky stavebnímu propojení s ostatními částmi města.

Výrazně jednodušší je hodnocení časové variability dostupnosti středních škol v obou městech (obr. 67). Silně urbanizované oblasti jsou typické výbornou úrovní dopravní dostupnosti, která se především v Ostravě střídá s částečně dobrou dostupností. Tedy cestovní časy jsou v těchto oblastech občas vyšší. Špatná dostupnost je typická pro okrajové části těchto lokalit. Rozlehlejší lokality jsou typické pro Olomouc (Neředín, Slavonín, Holice), v Ostravě jsou lokality menší, výjimkou je Dubina. Pro periferie obou měst je dostupnost středních škol částečně špatná. Nicméně má-li být dostupnost středních škol zajištěna



Obr. 68 – Časová variabilita dostupnosti obchodů v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 69 – Časová variabilita dostupnosti praktických lékařů v Olomouci (vlevo) a Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

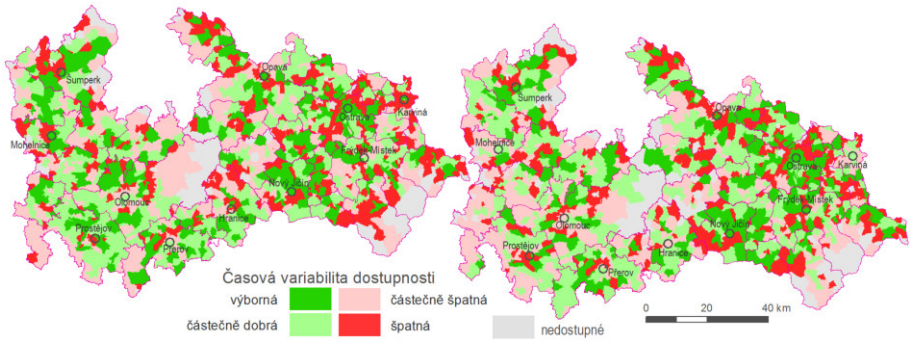
na ranní hodiny, nemusí příslušnost k této kategorii znamenat nedostatečnou situaci – jak je potvrzeno v případě podílu dostupných středních škol výše.

Obchody mají také velice dobrou dostupnost v průběhu celého dne (obr. 68). Hustě zalidněné oblasti obou měst dosahují výbornou či částečně dobrou dostupnost. Rovněž periferie vykazují v Ostravě dobrou dostupnost obchodů, naopak v Olomouci je většinou částečně špatná. Špatnou dostupnost mají v Olomouci opět ZSJ Neředín, Nemilany a dále Svatý Kopeček a Hodolany. V Ostravě jsou tyto oblasti opět rozlohou menší a objevují se jak v periferiích, tak i v centru města. Opět záleží hlavně na dostupnosti dobře obsluhovaných zastávek městské hromadné dopravy. Je tedy patrné, že pokud by se nehodnotily tři nejbližší zastávky, ale jen ta nejbližší, byly by výsledky ještě proměnlivější.

Praktičtí lékaři jsou výborně dostupní v obou městech po celý den (obr. 69). Hlavním důvodem je opět jejich vysoký počet. Špatná dostupnost je v Olomouci jen v Chomoutově, Neředíně, Lošově a Svatém Kopečku. V Ostravě jsou tyto oblasti více rozptýlené a nacházejí se na okrajích jinak dobře dostupných lokalit.

6.3.2. Časová variabilita dopravní dostupnosti na úrovni regionů

Časová variabilita dostupnosti zaměstnavatelů v regionálním měřítku je špatná ve větších městech, což je ovlivněno eliminací městské hromadné dopravy (obr. 70 vlevo). Výjimkou jsou pouze města Olomouc, Zábřeh, Litovel a Přerov,

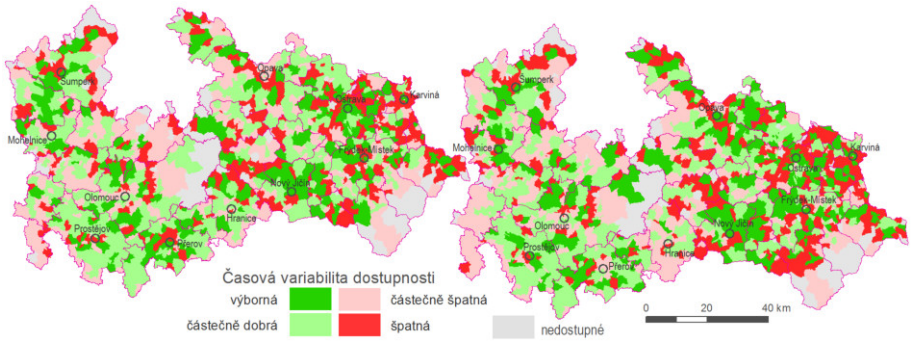


Obr. 70 – Časová variabilita dostupnosti zaměstnavatelů (vlevo) a sportovních zařízení (vpravo) na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

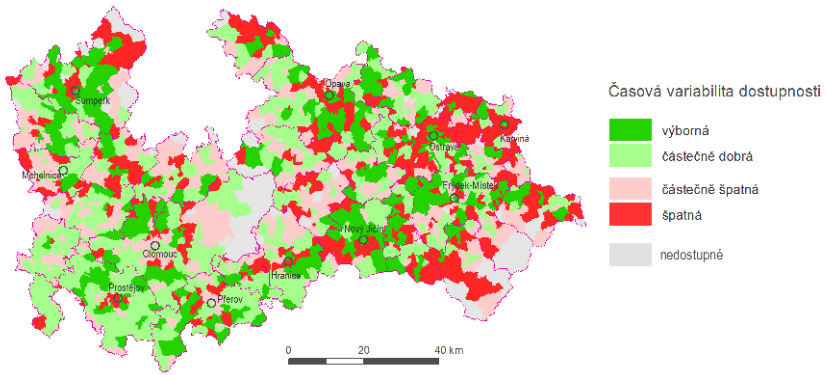
jejichž zázemí má většinou výbornou či částečně dobrou dostupnost. Horší dostupnost je naopak podél západní hranice Olomouckého kraje.

Časová variabilita dostupnosti sportovních zařízení vykazuje odlišné chování oproti dostupnosti zaměstnavatelů, a to zejména na Ostravsku (obr. 70 vpravo). Zatímco ve větších městech Olomoucka je časová variabilita dostupnosti částečně či zcela špatná (s výjimkou části Přerova), na Ostravsku je lepší. Ale i zde existují výjimky, a to u Opavy, Orlové, Českého Těšína a Frýdku-Místku. Periferie podél západní hranice Olomoucka stále vykazují částečně špatnou časovou variabilitu dostupnosti.

Z větších měst je výborná časová variabilita dostupnosti středních škol (obr. 71 vlevo) v Zábřehu, v jižní části Šumperka, v centru Přerova (na severu je naopak špatná), v Lipníku nad Bečvou, části Nového Jičína a Kopřivnice, či v centrech Bohumína, Karviné a Hlučína (na okrajích těchto měst je naopak



Obr. 71 – Časová variabilita dostupnosti středních škol (vlevo) a obchodů (vpravo) na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 72 – Časová variabilita dostupnosti praktických lékařů na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

špatná). V Ostravě je také situace výborná, tedy s výjimkou jižního města. Naopak převážně špatná je časová variabilita dostupnosti v Prostějově, v severní části Šumperka a Přerova, v Odrách a ve Vítkově.

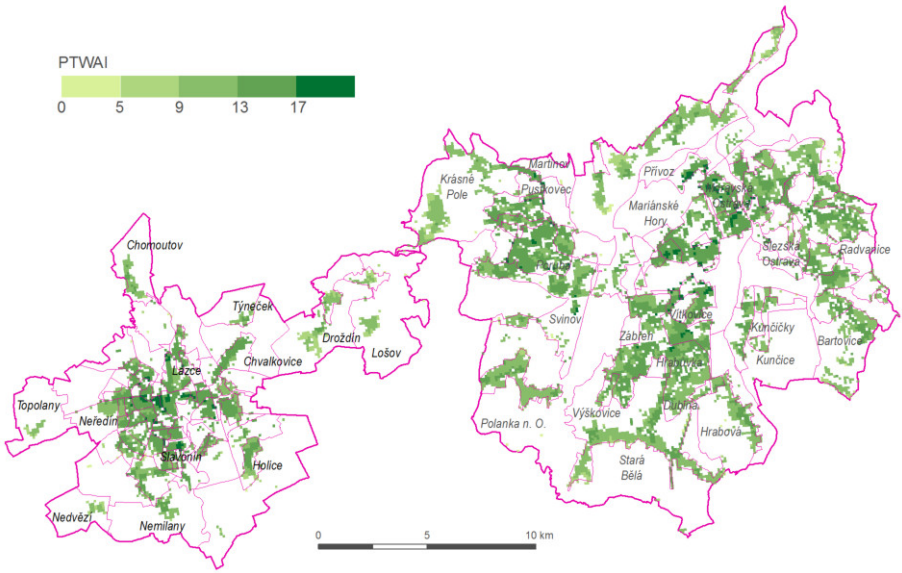
Velice podobné výsledky přineslo hodnocení dopravní dostupnosti pro obchody (obr. 71 vpravo). Zde dochází v časové variabilitě k mírnému zlepšení v severní části Přerova, v Kravařích či v Hlučíně.

Časová variabilita dostupnosti praktických lékařů je obdobná denní dynamice dostupnosti obchodů a středních škol (obr. 72).

6.4. Kombinované hodnocení dopravní dostupnosti

Protože dopravní dostupnost jednotlivých cílů byla v předchozích kapitolách hodnocena odděleně, byla pro kombinované hodnocení dostupnosti všech vybraných cílů využita metodika podle Mavoa a kol. (2012), která je detailně představena v kapitole 1. Nastavení metodiky však bylo modifikováno pro lokální situaci v Česku upravením hodnoty dojížďkových časů k cíli pro bodové hodnocení dostupnosti počátků (tab. 3). Další úpravou byl výběr typů cílů, a to k zaměstnavatelům (100 a více zaměstnanců), do středních škol, do obchodů, k praktickému lékaři a do sportovních zařízení. Ačkoliv je návštěvnost těchto cílů proměnlivá v průběhu dne, byla vždy hodnocena dojížďka na čas 8:00, která vyhovuje většině studovaných cílů.

Výsledky analýz potvrzují v průměru lepší dostupnost v Olomouci, kde dosahuje průměrná známka podle Mavova a kol. (2012) 2,51 (z rozsahu 0–4), zatímco v Ostravě 2,43. Toto potvrzuje také medián, který má v Olomouci hodnotu 3, zatímco v Ostravě jen 2 – tedy polovina všech počátků má dostupnost z kategorie 2 a menší. Tyto výsledky jsou ovlivněny velikostí obou měst,



Obr. 73 – Kombinovaná dostupnost cílů v Olomouci (vlevo) a v Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

protože v Ostravě je více než trojnásobný počet počátků než v Olomouci. Je tedy otázkou, zda je na takové úrovni vůbec potřebné obsloužit větší území.

Obě města vykazují oblasti spadající do nejlepší kategorie, tzn. že odtud je alespoň jeden zástupce z každé kategorie cílů dostupný do 10 minut dojížďkou *door-to-door*. Do této nejvyšší kategorie spadá 3,8 % počátků v Olomouci a 2,3 % v Ostravě. V Olomouci se tato území nacházejí v centru města a vytvářejí ucelenější oblasti kolem náměstí Národních hrdinů a dále podél třídy Svobody, což jsou dopravní tepny Olomouce s výborným spojením městské hromadné dopravy do celého města. Takové území v Ostravě není. Nejvyšší kategorie se vyskytuje po malých skupinkách v různých částech města, což je důsledkem jeho struktury (více např. v Rumpel, Slach 2012). Platí však i zde, že jich je nejvíce v Moravské Ostravě, tedy v centru města. Konkrétně v oblasti Husova sadu, podél ulice 28. října a také v ulici Palackého, která je zařazována mezi sociálně vyloučené lokality (Inspektor a kol. 2014).

V Olomouci je nejčetnější kategorie 4, do které spadá více než polovina všech počátků (51 %). Ty pokrývají celé širší centrum města a pokračují podél hlavní silničních tahů do okrajových částí města do Chválkovic, Černovíru a Neředína. Objevují se také izolovaně v Holicích a Nemilanech. Oproti tomu v Ostravě tato kategorie pokrývá 44 % města. Podobně jako v Olomouci k nim patří všechny silněji urbanizované části města, tedy celé centrum, Mariánské Hory, Poruba, Výškovice a Zábřeh v Ostravě–Jih, ale i oblasti na východě města, a to Michálkovice a Radvanice (obr. 73).

Do prostřední kategorie 2 náleží v Olomouci více než třetina obydlených území (38 %). Z oblastí poblíž centra pokrývají Neředín, Bělidla a většinu území vzdálenějších od centra s výjimkou Droždína, kde je výrazněji zastoupena druhá nejhorší kategorie. Ta je v Olomouci jen na 6 % území.

V Ostravě je prostřední kategorie zastoupena nejčastěji, náleží k ní 49 % obydlených území. Podobně jako v Olomouci zde náležejí především okrajové části města po celém jeho obvodu. Kromě těchto míst jsou však zde i centrální oblasti města, např. Hrabůvka a Dubina, kde žije několik desítek tisíc obyvatel, ale také Heřmanice a Muglinov na východ od centra města. Právě větší zastoupení okrajových částí města zapříčinilo horší celkové hodnocení Ostravy.

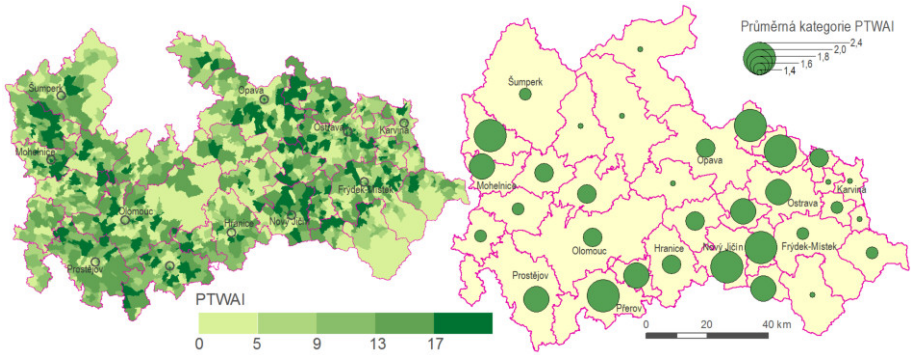
Předposlední interval je v Ostravě zastoupen jen na 4 % území a vyskytuje se jen v částech Hoštálkovice (jih) a Lhotka (sever). Tyto oblasti trpí chybějícími mosty přes řeky Opavu a Odru, kde je jeden most v Petřkovicích a druhý až v Hlučíně.

Nejhorší kategorie, odkud nejsou již některé cíle v daném časovém limitu vůbec dostupné, je zastoupena v obou městech jen marginálně a vždy pod 1 %. V Olomouci i v Ostravě jsou rozptýlené a nevytvářejí ucelenější území. Jedinou výjimkou jsou opět Hošťálkovice–jih v Ostravě.

Úroveň dopravní dostupnosti v regionech je pochopitelně horší než ve městech. V průměru je hodnocení obou regionů velmi podobné, konkrétně 1,8 na Olomoucku a 1,7 na Ostravsku. Mezi 8–9 % ZSJ nejsou vůbec dostupné v obou regionech (178 ZSJ). Pokud se tyto vyřadí z hodnocení, spadá do nejlepší kategorie necelých 10 % ZSJ na Olomoucku, zatímco na Ostravsku je situace lepší s více než 13 % ZSJ (obr. 74 vlevo). Mezi pěti SO ORP s nejvyšším zastoupením této kategorie patří Zábřeh (27 %), Kravaře (23,5 %), Nový Jičín (23,2 %), Bílovec (20 %) a Ostrava (19,4 %). Naopak na opačném konci se nacházejí Konice a Orlová (0 %), Karviná (2,3 %), Vítkov (3,6 %) a Český Těšín (4,2 %). Toto pořadí potvrzuje výsledky uvedené ve výstupech předchozích částí této kapitoly. Překvapivé je umístění jinak špatně hodnocených Oder zhruba uprostřed pořadí s 12,1 %, kde je však také vysoké zastoupení nejnižších kategorií. Rovněž překvapivé, ale z opačného důvodu, je nízké umístění Přerova. Vysvětlení je však stejné – vyšší zastoupení ostatních kategorií.

Druhá nejlepší kategorie je již procentuálně častěji zastoupena na Olomoucku, konkrétně 22 % (na Ostravsku 19 %). Nejvyšší zastoupení je opět v SO ORP Kravaře, které je vůbec nejlépe hodnoceným SO ORP v obou regionech s průměrem 2,4. Vysoké hodnoty mají také další spíše menší SO ORP Hlučín a Kopřivnice (oba nad 30 %). Na Olomoucku je nejvyšší zastoupení v SO ORP Prostějov a Šternberk. Nízké zastoupení je v SO ORP Krnov, Frýdlant nad Ostravicí, překvapivě také v Havířově či Šumperku.

Prostřední kategorie je výrazněji zastoupená na Olomoucku, kde tvoří čtvrtinu ZSJ. Oproti tomu na Ostravsku je to jen necelých 16 %. Tomu také odpovídá vyšší podíl v SO ORP na Olomoucku, konkrétně v Lipníku nad Bečvou (více než 36 %), Konici, Hranicích a Litovli, na Ostravsku jen v Havířově



Obr. 74 – Kombinovaná dostupnost cílů na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

(27,5 %). Nižší zastoupení (pod 10 %) jsou spíše v ORP na Ostravsku, a to díky obecně lepší dostupnosti (Kravaře, Hlučín) nebo vyššímu zastoupení ještě horších kategorií (Český Těšín, Karviná).

Na Ostravsku je výrazněji zastoupená předposlední kategorie v rozsahu 5 až 8, a to v 27 % (na Olomoucku jen 20 %). Deset SO ORP s nejvyšším zastoupení této kategorie jsou právě na Ostravsku – nejvíce Karviná a Orlová (více než 50 %) a Český Těšín (42 %). Takto vysoké zastoupení je jednoznačným negativem. Nízké známky jsou způsobeny hlavně špatnou dostupností sportovních zařízení a středních škol. Na Olomoucku má vyšší zastoupení pouze Šumperk a Uničov (nad 25 %).

Nejhorší kategorie má mnohem větší zastoupení v regionálním měřítku než při hodnocení měst. Na úrovni regionů se vyskytují ve větší míře ZSJ s velmi špatnou kombinovanou dostupností. Těch je více na Ostravsku (25 %), tedy ze čtvrtiny regionu je velmi špatná dostupnost. Konkrétně se jedná především o ZSJ v SO ORP Vítkov (43 %), Krnov (38 %), Frýdlant nad Ostravicí a Český Těšín, tedy SO ORP s celkově nejhorším průměrným hodnocením. K nim náleží také Orlová s vysokým zastoupením v předchozím intervalu (obr. 74 vpravo). Na Olomoucku však situace není příliš lepší. Zde spadá do nejhorší kategorie 22 % ZSJ, nejvíce v Mohelnici (31 %) a Hranicích (27 %). K nejhorším SO ORP patří z hlediska průměrné kombinované dopravní dostupnosti Šumperk a dále velmi podobné Konice, Litovel, Uničov a Hranice. Naopak nejlepší průměrná kombinovaná dopravní dostupnosti je v SO ORP Kravaře a Zábřeh, dále Kopřivnice a Přerov.

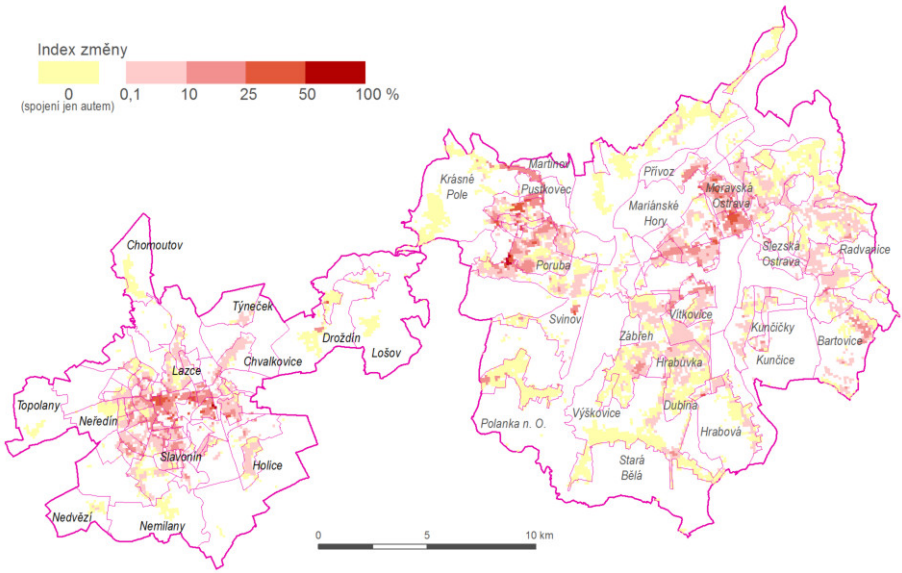
6.5. Porovnání dopravní dostupnosti mezi veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou

V podkapitole 6.4 byla hodnocena dostupnost individuální automobilovou dopravou. Pro porovnání dostupnosti jednotlivých cílů s využitím individuální automobilové i veřejné hromadné dopravy byl využit ukazatel definovaný Benensonem a kol. (2011). Pro každý počátek v Olomouci a v Ostravě byl určen počet dostupných cílů v každém typu do 10 minut cesty s využitím automobilu a městské hromadné dopravy. V regionech byla následně tato hodnota zvýšena odlišně podle typu cílů tak, aby odpovídala hodnotám při hodnocení dostupnosti s využitím individuální automobilové dopravy (tab. 9). Počty cílů byly nakonec vyděleny a výsledný index změny dostupnosti určil procento dostupných cílů s využitím městské hromadné dopravy (ve městě) nebo veřejné hromadné dopravy bez městské hromadné dopravy (v regionech) oproti počtu cílů dostupných individuální automobilovou dopravou. Je potřeba zdůraznit, že tento přístup neříká, že by dané cíle nebyly vůbec dostupné hromadnou dopravou. Vysoká úroveň dostupnosti cílů byla prokázána v částech této kapitoly. Případné snížení je většinou způsobeno delším dojížďkovým časem, než je stanovená hraniční hodnota.

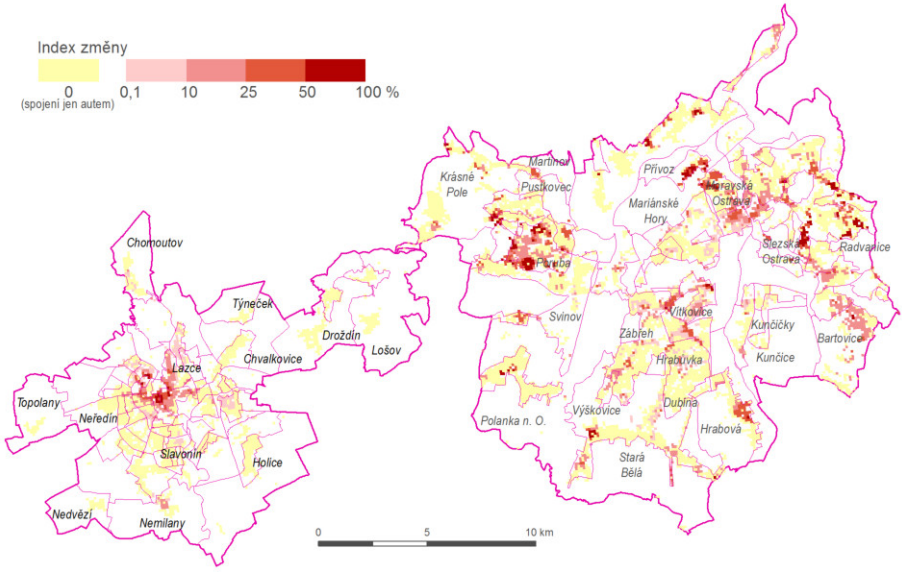
6.5.1. Porovnání dopravní dostupnosti mezi veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou na úrovni měst

Ačkoliv z mapy na obrázku 75 vyplývá, že existují i počátky, ze kterých je při dojížďce městské hromadné dopravy jen o 18 % nižší dostupnost zaměstnavatelů se 100 a více zaměstnanci oproti dojížďce individuální automobilovou dopravou, celkově pouze u 9 počátků zůstává dostupných alespoň 50 % cílů (poslední interval na obrázku 75). Dokonce u 40 % počátků v Olomouci a 51 % v Ostravě není městskou hromadnou dopravou dostupný do 10 minut žádný zaměstnavatel, zatímco v případě individuální automobilové dopravy ano (první interval na obr. 75). V tomto případě jde především o okrajové oblasti obou měst. Pokud jsou cíle dostupné, je to většinou jen do 10 % úrovně při použití individuální automobilové dopravy. Konkrétně v Ostravě jde o více jak třetinu obydleného území (75 % nenulových) a v Olomouci o 42 % (70 % nenulových). Jsou to okraje center a v Ostravě navíc také obvod Ostrava-Jih. Vyšší dostupnost, kdy existuje stále alespoň 10 % dostupných zaměstnavatelů pomocí městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě, se nachází v menších oblastech v centrech obou měst (okolí náměstí Národních hrdinů v Olomouci, centrum Olomouce, Poruba a překvapivě také Martinov v Ostravě). V Olomouci toto území obsahuje 18 % obydlených počátků, zatímco v Ostravě 12 %.

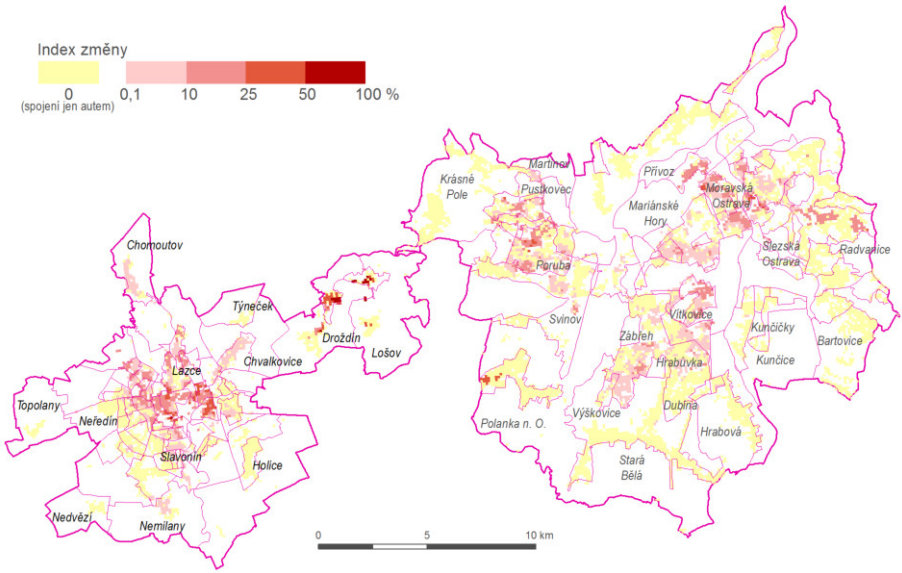
Hlavně z důvodu nízkého počtu sportovních zařízení v obou městech je snížení mnohem výraznější (obr. 76). Celkem ze 79 % počátků v Olomouci



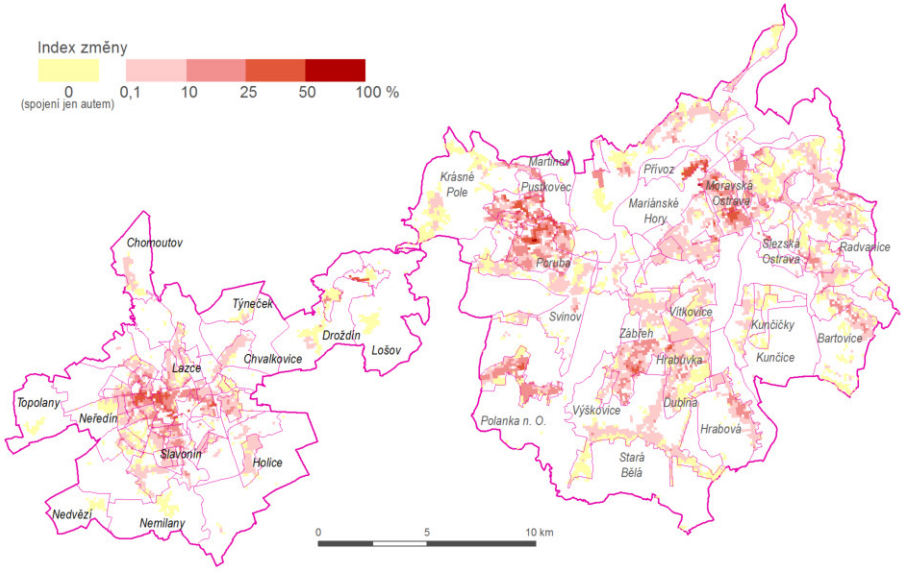
Obr. 75 – Index změny dopravní dostupnosti zaměstnavatelů při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci (vlevo) a v Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 76 – Index změny dopravní dostupnosti sportovních zařízení při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci (vlevo) a v Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 77 – Index změny dopravní dostupnosti středních škol při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci (vlevo) a v Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



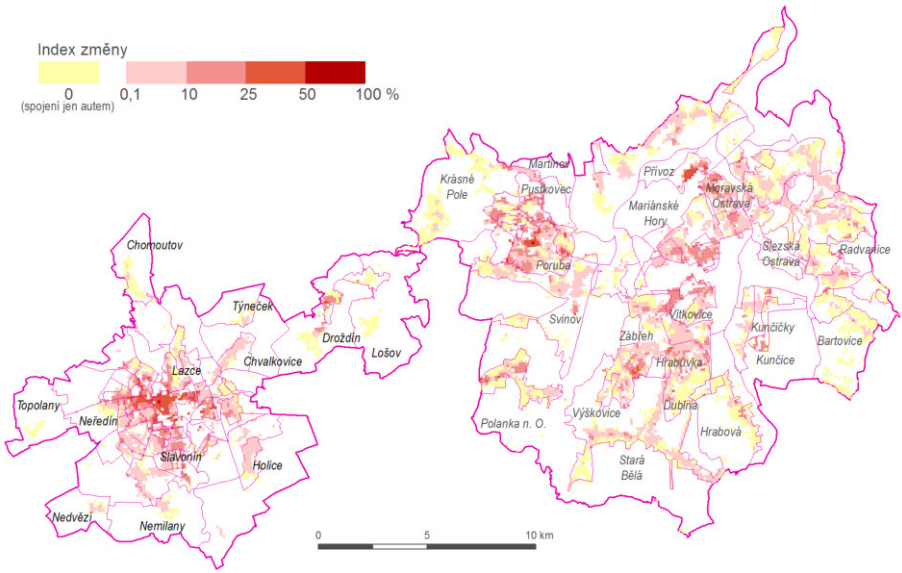
Obr. 78 – Index změny dopravní dostupnosti obchodů při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci (vlevo) a v Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

a 71 % v Ostravě není do 10 minut dostupné žádné sportovní zařízení, ačkoliv automobilem to možné je. Pokud však nějaká sportoviště dostupná jsou, je jich většinou jen mírně menší počet než automobilem. To odpovídá opět skutečnosti, že také v případě individuální automobilové dopravy se nejedná o vysoká čísla dostupných cílů. V okrajových oblastech obou měst tak často není možné do sportovního zařízení do 10 minut dojet (v Olomouci je jediná výjimka v Nemilanech). Situace je lepší opět jen v centrech obou měst. V Ostravě je navíc dobrá dostupnost také v Porubě, Bartovicích, Radvanicicích, Heřmanicích a v menších obvodech – ve Staré Bělé a v Hrabové. Zatímco v Olomouci je dostupnost na úrovni alespoň 25 % při využití individuální automobilové dopravy jen 3,5 % území, v Ostravě je to 10 %.

O něco lepší je situace v případě dostupnosti středních škol, kdy je v Olomouci střední škola do 10 minut nedostupná z 56 % počátků a v Ostravě ze 73 % obydlených počátků (obr. 77). V Olomouci je kromě centra situace relativně dobrá také v periferních oblastech (Chomoutov, Nemilany, Svatý Kopeček). Na Svatém Kopečku jsou dostupné dokonce dvě ze tří středních škol. Také v Ostravě je jedna malá oblast s malým snížením v porovnání s jinými – v Polance nad Odrou jsou dostupné dvě školy ze šesti, které jsou dostupné automobilem. Celkově je však z necelé čtvrtiny počátků v Olomouci dostupných méně než 10 % středních škol a v Ostravě jen necelá pětina.

Z hlediska porovnání dostupnosti městskou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou je na tom nejlépe (nejmenší snížení dostupných cílů) dojížďka do obchodů (obr. 78). Průměrně jen z třetiny obydlených počátků v obou městech není dostupný do 10 minut ani jeden obchod. V Olomouci nejsou obchody dostupné v západních a jižních periferních oblastech a v ZSJ Lošov na východě. Zajímavá je vysoká hodnota v sousedním Radíkově, kde je dostupný jeden obchod ze tří obchodů dostupných individuální automobilovou dopravou. Nejvyšší hodnoty v centru Olomouce nejsou překvapivé a potvrzují všechny výše uvedené výsledky. V Ostravě je kromě centra a Poruby menší snížení také ve Výškovicích a z periferních oblastí také v Polance (podobně jako u středních škol), v Hrabové a v Plesné. Nízký počet dostupných obchodů vzhledem k individuální automobilové dopravě je také v Hrabůvce a Dubině. Tento fakt se objevuje opakovaně a naznačuje horší dostupnost velké nabídky cílů dostupných individuální automobilovou dopravou do 10 minut. Nutno však opět zdůraznit, že výsledky v první části této kapitoly jasně dokládají jinak výbornou dostupnost všech cílů v obou městech.

V Olomouci není žádný praktický lékař (dostupný individuální automobilovou dopravou) dostupný městskou hromadnou dopravou za daných podmínek z třetiny obydlených počátků, v Ostravě je to 44 % počátků (obr. 79). V obou městech je maximálně 10 % dostupných praktických lékařů ve více než 40 % počátcích. Zbývajících 23 %, resp. 15 % počátků, má dostupných více než 10 % praktických lékařů. Nejvyšší podíly (nad 25 %) jsou v centru Olomouce,



Obr. 79 – Index změny dopravní dostupnosti praktických lékařů při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci (vlevo) a v Ostravě (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

v Ostravě pak v Porubě, v Přívoze (podél ulice Palackého) a ve Výškovicích. Velmi dobře dostupná pomocí městské hromadné dopravy je Polanka v Ostravě a Svatý Kopeček v Olomouci.

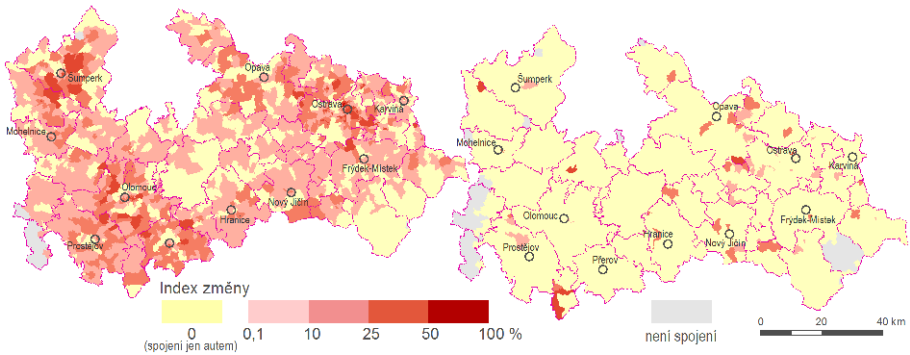
6.5.2. Porovnání dopravní dostupnosti mezi veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou na úrovni regionů

Dostupnost zaměstnavatelů (100 a více zaměstnanců) v regionech při využití veřejné hromadné dopravy v porovnání s individuální automobilovou dopravou do 50 minut cestovního času je opět nepatrně lepší na Olomoucku (obr. 80 vlevo). Zcela nedostupní jsou zaměstnavatelé v 27 % ZSJ na Olomoucku, resp. 34 % ZSJ na Ostravsku. Jde zejména o ZSJ v podhorských oblastech a kolem vojenského prostoru Libavá. Z hlediska podílu ZSJ se jedná o SO ORP Frýdlant nad Ostravicí, Vítkov a Třinec. Nejčetnější interval definuje ZSJ, kde je dostupných maximálně 10 % zaměstnavatelů oproti dostupnosti individuální automobilovou dopravou. V obou regionech do této skupiny náleží necelých 50 % ZSJ. Relativně malý pokles dostupných zaměstnavatelů je v SO ORP Ostrava, Šumperk, Přerov, Hlučín a Zábřeh.

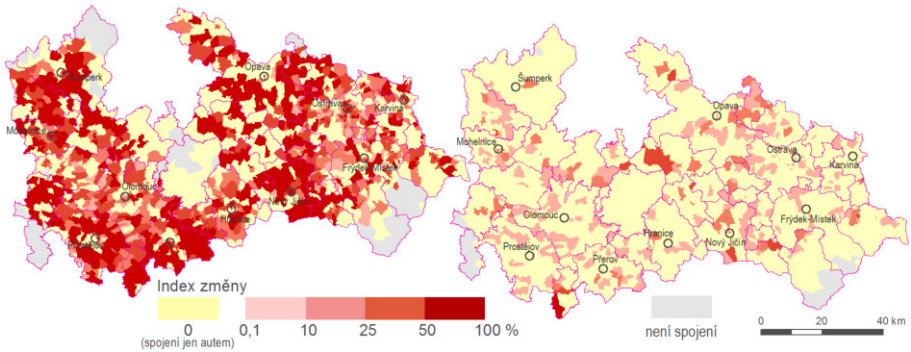
Dojížďka do sportovních zařízení byla omezena dojížďkovým časem 20 minut (obr. 80 vpravo). Toto omezení způsobilo, že v obou regionech je téměř 94 % všech ZSJ bez dostupného sportovního zařízení, ačkoliv s využitím

individuální automobilové dopravy dostupné jsou. Na Ostravsku je situace nepatrně lepší než na Olomoucku.

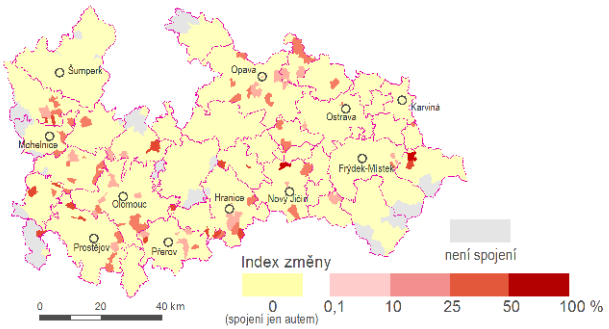
Dojížďka do středních škol byla limitována maximálním dojížďkovým časem 20 minut (obr. 81 vlevo). Oproti sportovním zařízením není podíl nedostupných zařízení tak vysoký a na Olomoucku dosahuje 35 %, zatímco na Ostravsku 43 %. Nepatrně vyšší je podíl ZSJ, odkud není střední škola dostupná ani automobilem (3–4 % ZSJ). V mapě je patrný vysoký počet ZSJ v intervalu se snížením menším než 50 % středních škol. Takových je nejvíce v SO ORP Nový Jičín, Konice, Přerov a Zábřeh. Obzvláště zjištění pro Konici je překvapivé. Příznivou situaci způsobuje centrální umístění gymnázia v dobře dostupném



Obr. 80 – Index změny dopravní dostupnosti zaměstnavatelů (vlevo) a sportovních zařízení (vpravo) při využití veřejné hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 81 – Index změny dopravní dostupnosti středních škol (vlevo) a obchodů (vpravo) při využití veřejné hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 82 – Index změny dopravní dostupnosti praktických lékařů při využití veřejné hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě na Olomoucku a Ostravsku. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

centru SO ORP. Naopak nejméně jich je v SO ORP Frýdlant nad Ostravicí, Litovel, Krnov a Třinec.

Dojížďka do obchodů byla omezena také do 20 minut dojížďkového času (obr. 81 vpravo). Za takových podmínek je vysoké procento ZSJ (83 % v obou regionech), odkud není žádný obchod dostupný s využitím veřejné hromadné dopravy. V Orlové je dokonce 100 % ZSJ s nedostupným obchodem do 20 minut, ovšem bez využití městské hromadné dopravy. Přes 12 % ZSJ má dostupných méně než 10 % obchodů oproti cestování automobilem. Nejlepší situace je v Kravařích (opět), v Hlučíně, Kopřivnici a Zábřehu.

Stanovený časový limit dojížďky (do 10 minut) výrazně omezil možnost využití veřejné hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě pro dojížďku k praktickému lékaři. V průměru 90 % ZSJ na Olomoucku, resp. 95 % ZSJ na Ostravsku má za těchto podmínek zcela nedostupného praktického lékaře. V Bohumíně, Havířově, Karviné, Kopřivnici, Orlové a Vítkově není dostupný žádný lékař v daných podmínkách (opět vliv eliminace městské hromadné dopravy). Výrazně nejlepší situace je v Kravařích (čtvrtina ZSJ má dostupnost na úrovni alespoň 25 % situace při využití individuální automobilové dopravy). Lepší situace je také v SO ORP Hranice, Lipník nad Bečvou a Litovel (obr. 82).

7. Simulační modelování dopravní dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou

7.1. Nastavení parametrů pro simulační modelování

Pro realizaci simulačního modelování byl vybrán individuální model řízený událostmi (podkapitola 2.8) a využito programové aplikace popsané v podkapitole 2.10. Každý model je třeba vhodně nastavit. Zde jsou vysvětleny společná nastavení modelů; rozdíly v individuálních modelech jsou popsány na začátku jejich vyhodnocení.

7.1.1. Volba osob a jejich parametrů

Individuální model je založen na simulacích pro jednotlivce, proto je potřebné pro analýzy zvolit vhodné typy osob, které ve shodě s dřívějšími úvahami lze označit za reprezentanty nebo vzory. Následně je nutno rozhodnout o nastavení aktivit a priorit u jednotlivých osob. Celkově u osoby je možné specifikovat atributy: pohlaví, věk, ekonomická aktivita, vzdělání, práce na směny, zda má partnera, počet dětí, počet aut, preference dopravního módu, typ optimalizace cesty (např. preferuje co nejméně přesedání), kdy vstává a kdy chodí spát, odvětví ekonomické/hlavní činnosti, doba trvání denní dojížďky/docházky do místa pracoviště nebo školy, zaměstnání osoby.

V současnosti některé parametry nemají přímý dopad na parametry simulace, ale mají nepřímý dopad, například výběrem scénáře „doprovod dítěte do mateřské školky“. Rovněž podle úrovně dosaženého vzdělání lze určit navazující stupeň školy, kterou student navštěvuje.

Na základě výsledků dotazníkového šetření a analýzy mikrodat SLDB (2011) v Ostravě byly podle četnosti věku a vzdělání vybrány (jako reprezentanti) následující fiktivní osoby a pro ně doplněno nastavení dalších parametrů potřebných pro realizaci simulací:

- Pavel – věk 45, středoškolské vzdělání, zaměstnán, maximální časový interval 4:00–23:00
- Tomáš – věk 35, vysokoškolské vzdělání, zaměstnán, maximální časový interval 4:00–23:00
- Věra – věk 68, vzdělání učiliště, důchodce, maximální časový interval 6:00–22:00

– Klára – věk 28, střední škola bez maturity, zaměstnána, maximální časový interval 4:00–23:00.

Další charakteristiky nebyly specifikovány, protože ve stávající implementaci nemají žádný dopad na řešení. Jednotlivé osoby byly pojmenovány pro snazší rozlišování typů simulace.

Pro analýzu dostupnosti zaměstnavatelů a celkové hodnocení byly použity osoby Pavel a Tomáš. Pro analýzu dostupnosti obchodů a celkové hodnocení byly použity osoby Věra a Klára.

7.1.2. Nastavení časové distribuce požadavků na spojení

U simulací bylo potřebné nastavit, na který čas je vyhledávání spojení provedeno nebo použít časovou distribuci dopravních požadavků pro náhodný výběr času dojížďky. Tyto časové distribuce byly vyhodnoceny z dotazníkového šetření (podkapitola 3.4.) a zvlášť pro jednotlivá města, jednotlivé ekonomické skupiny osob, podle pohlaví, věku, účelu aktivity a pracovní a nepracovní den.

Rovněž zde byly využity četnosti zjištěné z funkce Oblíbené časy Google (kapitola 3), které také charakterizují relativní četnosti požadavků v čase.

Všechny zjištěné či požadované časové distribuce byly zapsány do databáze, kde se na ně odkazuje volbou typu osoby, dne, města a aktivity (tab. 15).

7.1.3. Volba scénářů pro simulace

Z hlediska výběru účelu dojíždění se vycházelo ze zjištěné frekvence scénářů a aktivit, vyhodnocených z dotazníkového šetření (kapitola 4, tab. 8). Vzhledem k výpočetní náročnosti bylo možné realizovat jen některé scénáře.

Pro potřeby monografie se modelování zaměřilo na zkoumání dostupnosti zaměstnavatelů, protože tvoří pro ekonomicky aktivní osoby nejdůležitější

Tab. 15 – Ukázka zápisu časové distribuce pro osobu typu muž, zaměstnanec + OSVČ, v pracovní den, v Olomouci

Věk	Aktivita	Začátek hodiny																			
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
25–34	úřad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25–34	zaměstnání	6	5	13	36	27	10	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
35–44	doprava člena rodiny	0	0	0	0	67	0	0	0	0	9	22	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
35–44	nákupy	0	0	0	0	20	0	20	0	0	8	0	0	4	22	0	24	0	0	0	0	0
35–44	zaměstnání	3	3	14	19	33	10	4	4	0	1	6	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0
45–54	doprava člena rodiny	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty

důvod mobility (Hampl 2005) a i společensky představuje nejvíce sledovaný problém (možnost a podmínky dojíždění do zaměstnání). Druhým typem analýzy je dostupnost obchodů. Zájmem výzkumu byly možnosti realizace velkého nákupu, proto byla zkoumána dostupnost obchodních center vymezených jako obchody s prodejní plochou větší než 2 500 m^2. U obou uvedených typů analýzy se hodnotily jen nejběžnější scénáře s cestováním do cíle a zpět. Z hlediska kombinovaného dojíždění byla zvolena v souladu s analýzou cestovních deníků kombinace zaměstnání, střední nákup po práci a večer zábava.

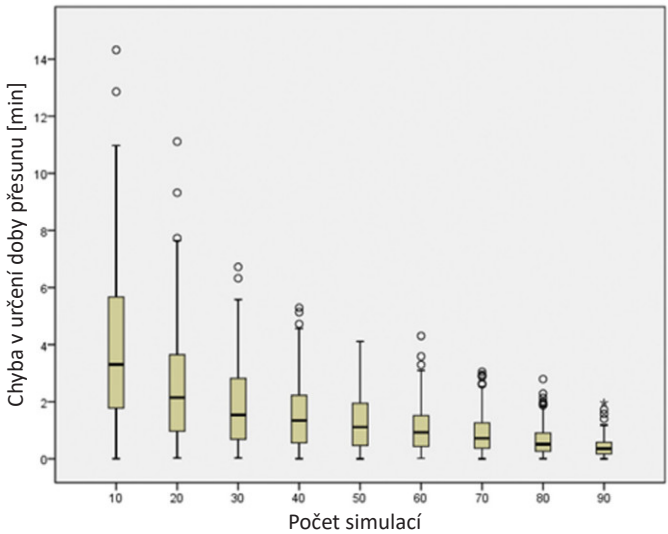
7.1.4. Nastavení startů a cílů mobility

Vymezení území pro simulaci bylo vysvětleno v kapitole 3. Nastavování startů a cílů mobility je popsáno v kapitole 4. Pro výběr startů, ke kterým se vztahují výpočty a hodnocení dostupnosti, byly vzhledem k výpočetní náročnosti nakonec v městském prostředí realizovány výpočty na mediánové středy ZSJ stejně jako u regionů. Cíle se vybíraly z větší oblasti než jen z území vymezeného pro simulaci, aby se neprojevil hraniční efekt. V případě města byla použita 5 km široká obalová zóna shodně s nastavením vyhledávání pro individuální automobilovou dopravu. V případě regionů se cíle vybíraly z 20 km široké obalové zóny opět shodně s nastavením vyhledávání pro individuální automobilovou dopravu.

7.1.5. Nastavení parametrů simulací

U scénářů byla nastavena jednotně časová tolerance na pět minut a výběr ze tří nejbližších zastávek městské hromadné dopravy či veřejné hromadné dopravy jak u startu, tak u cíle. Maximální vzdálenost zastávek či pěší chůze byla v městském prostředí volena většinou 2 km, zatímco u regionu zpravidla 5 km. Toto nastavení se ukázalo ve většině případů jako vyhovující, i když by bylo nejvhodnější definovat tento parametr individuálně pro jednotlivá místa. Způsob optimalizace spojení a výběr cíle se lišil v jednotlivých scénářích, často se používal časově omezený dojezd nebo nejrychlejší spojení, zkoušelo se ale i nejpohodlnější spojení. Byly zkoušeny dojezdy na určitou hodinu i distribuce požadavků v čase podle výsledků dotazníkového šetření či jiných zdrojů. U zaměstnavatelů byl zpravidla nastaven režijní čas 15 minut, požadovaný pro přípravu před a po zaměstnání, tj. požadovaný příjezd do zaměstnání, resp. odjezd ze zaměstnání je posunut o 15 minut vůči ohraničení pracovní doby.

Na základě rozboru dostupných dat byla analyzována situace dostupnosti z roku 2014. K tomuto období se vztahuje nejvíce získaných dat a je tak nejvíce zachována časová konzistence řešení. Konkrétní datum bylo 11. 6. 2014 (středa) pro simulaci dojíždění v pracovní den a sobota 14. 6. 2014 pro nepracovní den. Pro vyhledávání bylo využito jízdních řádů vlaků, autobusů a městské hromadné dopravy.



Obr. 83 – Závislost chyby určení celkového času dojíždění na počtu simulací. Zdroj: jízdní řády, vlastní výpočty.

V řadě případů byly simulace z daného startu opakovány s náhodným výběrem času a cílů. Počet simulací musel být kvůli výpočetní náročnosti omezen. Na základě provedeného testování vlivu počtu simulací na stabilitu výsledků (obr. 83) se ukázalo, že je minimálně potřebných 50 simulací a doporučeno 100 simulací, což bylo dodrženo. Toto testování bylo provedeno pro scénář náhodného výběru zaměstnavatelů se 100 a více zaměstnanci v Ostravě se začátkem pracovní doby v 7 hodin.

7.1.6. Nastavení gravitačních funkcí pro města

Na variabilitě vzdálenostních funkcí pro jednotlivé kombinace se ukázalo, že je vhodné modelovat charakteristiky co nejpodrobněji, protože se od sebe významně liší. Na druhou stranu je problémem malý počet odpovědí a v případě modelování času zpravidla kategorizované odpovědi.

Na základě provedeného testování nejlepší výsledky při regresní analýze vzdálenostních funkcí poskytla Weibullova distribuce. Ukázka výsledků optimalizace Weibullovy distribuční funkce pro čas dojíždění je uvedena v tabulce 16. Parametry *b1* a *b2* jsou použity v rovnici u funkce *e^(-b1 × x^b2)*, která je v tomto případě pro všechny uvedené případy stejná. Obecně je ale možné použít různé typy funkcí, pokud by z výsledků regresní analýzy takové doporučení vyplynulo.

Typ funkce a její parametry jsou pro každou situaci načítány z databáze a použity pro výpočty hodnot přitažlivosti. Celkem je evidováno 108 lokálních

Tab. 16 – Parametry vybraných optimalizovaných vzdálenostních funkcí pro Olomouc

Dopravní prostředek	Účel	Název dne	Kategorie LC	Ekonomická aktivita	b1	b2
chůze		vše	vše	všichni	0,0283	1,3703
kolo		vše	vše	všichni	0,0084	1,6306
MHD		vše	vše	všichni	0,0055	1,6604
moto		vše	vše	všichni	0,0086	1,6251
VLD		vše	vše	všichni	0,0043	1,4530
chůze		pracovní den	hustá z.	všichni	0,0363	1,2932
chůze		pracovní den	volná z.	všichni	0,0279	1,3799
chůze		pracovní den	předměstí	všichni	0,0169	1,5338
chůze		víkend	hustá z.	všichni	0,0203	1,4560
chůze		víkend	volná z.	všichni	0,0220	1,4681
chůze	nákupy	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0332	1,4665
chůze	sport	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0083	1,6638
chůze	studium/práce	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0189	1,3984
chůze	zaměstnání	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0149	1,4957
chůze	nákupy	pracovní den	volná z.	všichni	0,1023	0,9683
chůze	nákupy	víkend	hustá z.	všichni	0,0124	1,8526
MHD		pracovní den	hustá z.	všichni	0,0017	2,0821
MHD	nákupy	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0104	1,6390
MHD	studium/práce	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0046	1,8073
MHD	zaměstnání	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0019	1,9664
MHD	zaměstnání	pracovní den	volná z.	všichni	0,0026	1,7428
MHD	nákupy	víkend	hustá z.	všichni	0,0175	1,6028
MHD	zaměstnání	víkend	hustá z.	všichni	0,0020	1,9305
moto	nákupy	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0146	1,6351
moto	zaměstnání	pracovní den	hustá z.	všichni	0,0010	2,3118
moto	nákupy	víkend	hustá z.	všichni	0,0065	1,8922
moto	nákupy	víkend	volná z.	všichni	0,0205	1,6723
chůze	nákupy	pracovní den	hustá z.	důchodce	0,0518	1,2335
chůze	nákupy	pracovní den	hustá z.	pracující	0,0429	1,3927
chůze	studium/práce	pracovní den	hustá z.	student	0,0187	1,3945
chůze	zaměstnání	pracovní den	hustá z.	pracující	0,0166	1,4805
MHD	nákupy	pracovní den	hustá z.	důchodce	0,0237	1,3451
MHD	studium/práce	pracovní den	hustá z.	student	0,0039	1,8771
MHD	zaměstnání	pracovní den	hustá z.	pracující	0,0017	1,9897
MHD	zaměstnání	víkend	hustá z.	pracující	0,0035	1,7839
moto	zaměstnání	pracovní den	hustá z.	pracující	0,0010	2,3118
moto	nákupy	víkend	hustá z.	pracující	0,0109	1,7229

Pozn.: LC – typ zástavby, VLD – veřejná linková doprava, MHD – městská hromadná doprava
Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty

funkcí (stejného typu, ale s jiným parametry *b1* a *b2*). Pokud pro danou kombinaci faktorů optimalizované funkce chybí (pro nedostatek dat), použije se nejbližší vzdálenostní funkce pro nadřazenou skupinu, kde některý ze skupiny faktorů není určen.

Váhy cílů byly nastaveny podle vysvětlení uvedeného v podkapitole 2.9.3. Jako váha cíle byl použit v případě zaměstnavatelů počet zaměstnanců. V případě obchodů byla na základě provedeného testování použita jako váha druhá odmocnina prodejní plochy v m^2.

7.1.7. Nastavení gravitačních funkcí pro pilotní regiony

V případě vzdálenostních funkcí pro regiony nebyly k dispozici údaje z dotazníků, proto se využívá pouze výsledků SLDB (2011), konkrétně pro dojíždění do zaměstnání (bez rozlišení sektoru) a dojíždění do středních škol. Pro využití dalších typů dojíždění nejsou k dispozici potřebné informace o toku osob ani ze SLDB, ani z dotazníků. Gravitační model se pro dosažení vyšší robustnosti optimalizoval pro oba regiony společně.

Pro gravitační modelování dojížďky do zaměstnání bylo využito pro reprezentaci toku počet zaměstnanců vyjíždějících denně. Jako síla zdroje nebyla použita suma těchto vyjíždějících z dané obce, ale z důvodu známého problému chybějících údajů o některých tocích byl použit atribut DOJPRADEN (Obyvatelstvo – vyjíždějící denně mimo obec – zaměstnaní bez pracujících studentů a učňů – celkem). Jako atraktivnost (váha) cíle byl použit odhad počtu pracovních míst v jednotlivých organizacích lokalizovaných v obci (kapitola 3) agregovaného za obec.

Pro gravitační modelování dojížďky do středních škol bylo jako tok využito počtu denně vyjíždějících ve věku 15–18 let (tj. denní dojížďka mimo obec) (VYJDEN1518) ze SLDB (2011). Jako síla zdroje byla použita suma těchto vyjíždějících z dané obce. Jako atraktivnost cíle byl použit údaj o počtu studentů středních škol (podle hlášení krajského úřadu v roce 2014) lokalizovaných v obci. Model je ovlivněn mimo jiné skutečností, že ne všichni vyjíždějící ve věku 15–18 navštěvují střední školu, protože mohou také v dané destinaci pracovat. U sedmi obcí uvedených jako cíle pro dojíždění mládeže, kde však nebyla v roce 2014 evidována žádná střední škola, byla doplněna nejmenší hodnota (tj. 1) z důvodu eliminace problémů některých modelů s nulou.

V obou případech dojíždění se jako míra vzdálenosti v gravitačním modelu použil čas vyjádřený v minutách. Čas byl převzat z analýzy silničního spojení mezi centry obce (kapitola 5). Použití času je výhodné, protože se pracuje hlavně s časovými údaji získávanými z vyhledávání dopravních spojení, kde vzdálenost nereprezentuje vhodně náklady cesty (chybí například zohlednění čekání).

Pro optimalizaci regresního vztahu bylo vyzkoušeno několik modelů. Protože rozdělení dojížďkových vzdáleností bylo kromě Weibullova rozdělení

dobře modelováno i gama rozdělením, byla při konstrukci gravitačního modelu, jak doporučuje Celik (2010), prověřena Tannerova funkce i její součásti, mocninná a exponenciální funkce. Poslední prokládala data v podstatě stejně přesně jako celá gama funkce, navíc byla vybrána i při optimalizaci neohraničeného gravitačního modelu pro Moravskoslezský kraj (Horák a kol. 2015). Výsledný exponenciální model byl proto použit ve tvaru:

$$T_{ij} = b_1 \times O_i^{b_2} \times D_j^{b_3} \times e^{(b_4 \times d_{ij})}$$

kde T_{ij} je tok mezi zdrojem a cílem, O_i je síla zdroje, D_j je atraktivnost cíle, d_{ij} je vzdálenost mezi zdrojem a cílem.

Optimalizované parametry $b_{1–4}$ jsou pro dojížďku do zaměstnání stanoveny následovně: $b_1 = 0{,}001312$; $b_2 = 0{,}799508$; $b_3 = 0{,}931966$ a $b_4 = -0{,}10765$. Index determinace R^2 je 74,2 %.

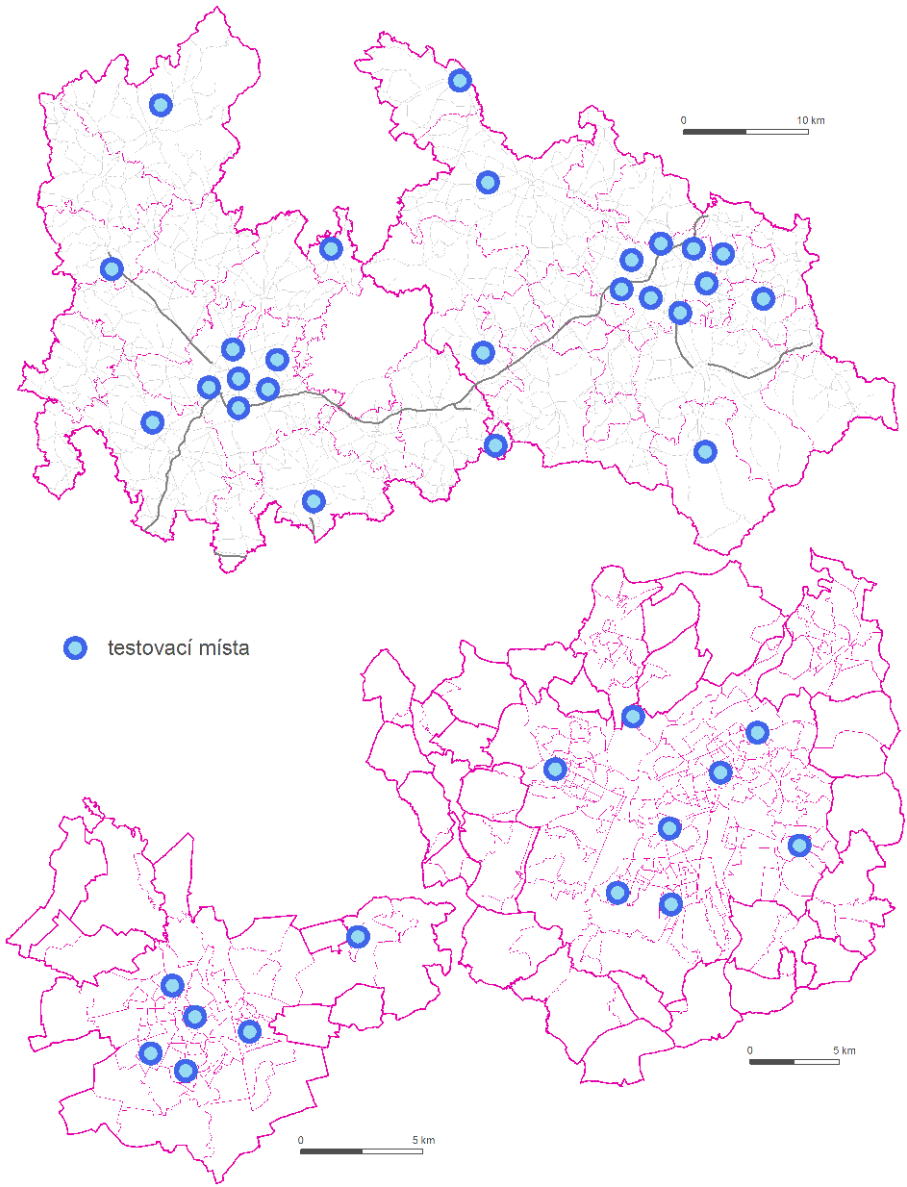
Pro dojížďku do středních škol jsou optimální parametry $b_1 = 0{,}028481$; $b_2 = 0{,}829618$; $b_3 = 0{,}536783$; $b_4 = -0{,}07982$. Index determinace R^2 je 63,7 %.

Pro použití funkce při modelování toků z jednotlivých míst startů v území bylo nutné nastavit velikost zdroje. Zvažovalo se použití variabilního zdroje, jenže v takovém případě by malé obce měly jen velmi slabou schopnost generovat toky a počet vyjíždějících by neodpovídal realitě. Podle názoru autorů je v případě simulačního modelování potřebné ponechat velikost zdroje konstantní a ovlivňovat modelování toků jen vzdáleností a přitažlivostí cíle, kterou řídí počet míst ve školách. Jako konstantní, společná charakteristika velikosti zdroje byly použity mediány, které jsou vzhledem k silně levostranné distribuci vhodnější charakteristikou střední polohy než aritmetický průměr. V případě atributu VYJDEN1518 je medián 18 osob, v případě DOJPRADEN je medián 120 osob. Tyto hodnoty byly ve vzorci dosazeny za sílu zdroje (O_i).

7.1.8. Testování

Před realizací simulací každého nového scénáře se ukázalo jako nezbytné provádět testování nastavení scénáře a průběhu výpočtů. Přitom se kontrolovaly výsledky, posuzovala adekvátnost nastavení a také měřil čas vykonání simulací pro odhad celkového času potřebného pro zpracování a počtu nasazení klientů. Testování probíhalo vždy pro požadované nastavení pro všechny cíle žádané v daném scénáři, ale s omezením počtu startovních míst pouze na vybraná testovací místa. Testovací místa se vybírala jako obydlená místa tak, aby rovnoměrně pokryla celé zkoumané území (obr. 84).

Výsledky testování pomohly mimo jiné optimalizovat nastavení velikosti kapacit (agregace zaměstnanců na regionální sídla u některých organizací jako Česká pošta, problém vlivu prodejní plochy u obchodů), nastavení limitu pěší docházky (problémy pro kombinace Svatý Kopeček – Hlubočky nebo Olbramice – Klimkovice) a nastavení časových parametrů na základě prověření existence dopravních spojení a jejich hodnocení.



Obr. 84 – Místa vybraná pro testování nastavení simulací pro zájmové regiony a města. Zdroj: ŘSD, RSO ČSÚ, vlastní výpočty.

7.1.9. Integrované hodnocení dopravní dostupnosti

Při realizaci simulací jednotlivých scénářů se získává řada parametrů výsledných spojení společně s identifikací cílů a popisem cesty. Základem hodnocení se stávají jednotlivé vybrané ukazatele jako je doba přesunu, použitý dopravní mód, počet přesedání, pěší vzdálenost atd. Vzhledem k opakování simulací jde zpravidla o jejich průměrné hodnoty pro daný počátek cestování. Celkové hodnocení dostupnosti veřejné dopravy ze simulací pak vzniká integrací hodnocení jednotlivých zásadních ukazatelů. Předpokládáme, že jednotlivec posuzuje parametry veřejné dopravy komplexně a že stačí špatné hodnocení jednoho z parametrů, aby celé spojení ztrácelo atraktivitu a bylo hodnoceno jako nedostatečné (nepředpokládá se tedy kompenzace hodnocení jednotlivých ukazatelů).

Základem vyhodnocení se stalo souhrnné hodnocení výsledků simulací dojížďky hromadnou dopravou, klasifikované podle tří či čtyř základních ukazatelů – doby přesunu, počtu přesedání (tab. 17 a 18), vzdálenosti pěší docházky a podílu dostupných cílů. Vymezené kategorie byly pracovně pojmenovány následovně:

A – vynikající dostupnost
B – výborná dostupnost
C – dobrá dostupnost
D – dostačující dostupnost
E – špatná dostupnost
X – nedostačující dostupnost.

Použitý počet kategorií a jejich základní dělení po 30 minutách vychází z analogie pro používané kategorie v případě hodnocení dojížďky při SLDB, kde jsou použity třídy 0–14; 15–29; 30–44; 45–59; 60–89; 90+ minut tj. 6 kategorií. Kromě posledních dvou tříd jsou základem intervaly po 15 minutách, což v případě našich simulací (hodnotíme cestu tam a zpět) odpovídá 30minutovému intervalu.

Klasifikace vzdálenosti pěší docházky na zastávku byla integrována do hodnocení následujícím způsobem: pokud je celodenní pěší vzdálenost do 2,5 km, stávající klasifikace se nemění; pokud je v intervalu 2,5–5 km, dochází ke zhoršení stávající klasifikace o 1 stupeň; v případě vzdálenosti větší než 5 km, je stávající kategorie přepsána na X (nedostačující dostupnost).

Podobně se hodnotil i čtvrtý ukazatel, podíl dostupných cílů z daného místa. S ohledem na distribuci hodnot byly použity jako základní limity 25 % a 50 %, tj. pokud podíl dostupných cílů neklesl pod 50 %, zůstala klasifikace dostupnosti nezměněna, v intervalu 25–50 % se snižovala klasifikace o jeden stupeň a pokud byl podíl dostupných cílů menší než 25 %, hodnotilo se území ZSJ jako nedostupné. V případě města Olomouce byly limity upraveny vzhledem k aktuální ditribuci hodnot a celkově sníženému podílu dostupných cílů na 5 % a 25 %.

Tab. 17 – Klasifikace dopravní dostupnosti ve městě (údaje za celý den)

Počet přestupů	Doba přesunu					
	0–30	30–60	60–90	90–120	120–150	přes 150
0	A	B	C	D	D	E
1	B	C	C	D	D	E
2	C	C	D	D	E	E
3	D	D	D	E	E	X
4	D	D	D	E	X	X
5	E	E	E	X	X	X
6	E	E	E	X	X	X
více	X	X	X	X	X	X

Zdroj: vlastní návrh

Tab. 18 – Klasifikace dopravní dostupnosti v regionu

Počet přestupů	Doba přesunu					
	0–120	120–180	180–240	240–300	300–360	přes 360 a chybí
do 3	A	B	C	D	E	X
4	B	C	C	D	E	X
5	C	C	D	D	E	X
6 a více	D	D	D	E	E	X

Zdroj: vlastní návrh

Protože jsou výsledky posuzovány ze 100 náhodných simulací dojížďky, byla klasifikace provedena pro průměrné hodnoty ze všech simulací.

V případě regionů vycházely simulační výsledky ze simulace dojížďky k náhodně vybranému velkému zaměstnavateli v regionu, kde v případě Olomoucka byl na základě výsledků validace náhodný model modifikován kategorizací podle vzdálenosti (s použitím horního kvartilu), což poskytuje lepší model reality. Integrace třetího ukazatele (vlivu pěší docházky) bylo provedeno analogicky jako u měst s tím rozdílem, že jako limit maximální akceptovatelné celodenní docházky byla použita vzdálenost 5 km.

7.2. Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů

Pro hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů bylo zvoleno několik základních scénářů, pokrývajících část spektra pravděpodobných potřeb dojíždění. Nejdříve byly zkoumány možnosti dojíždění k jednomu vybranému velkému zaměstnavateli se třísměnným provozem, následně možnosti dojíždění do náhodně

vybraných velkých zaměstnavatelů s nejméně 100 zaměstnanci a s pevně stanoveným počátkem pracovní doby. Nakonec byla použita analýza dostupnosti pro všechny známé zaměstnavatele, kde se uplatnil proporcionálně gravitační model při volbě cíle a počátek pracovní doby se nastavoval ve shodě s časovou distribucí práce podle výsledků dotazníkového šetření. Pro zjednodušení jsou poslední dva modely dále označovány jako náhodný model a proporcionálně gravitační model.

Cílem bylo vyzkoušet několik modelů, porovnat jejich chování a výsledky a poskytnout doporučení k hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů.

Výsledky modelování byly částečně validovány vůči distribuci známých hodnot doby dojíždění z dotazníkového šetření a SLDB (2011). Přitom se ukázalo, že vyhovující výsledky většinou poskytuje proporcionálně gravitační model. Úplnou validaci nelze provést, protože modelujeme jen jeden konkrétní typ člověka a jemu odpovídající vzdálenostní funkci.

Potřeba zkoumání směnného provozu vychází ze situace, kdy oba zkoumané kraje jsou v popředí Česka, pokud jde o směnný provoz. Podle Výběrového šetření pracovních sil ČSÚ byl v roce 2014 za Ústeckým krajem Olomoucký kraj, kde 33,4 % zaměstnanců ve věku 15–64 let pracovalo na směny. Za ním následuje Moravskoslezský kraj s podílem 32,7 % pracujících na směny.

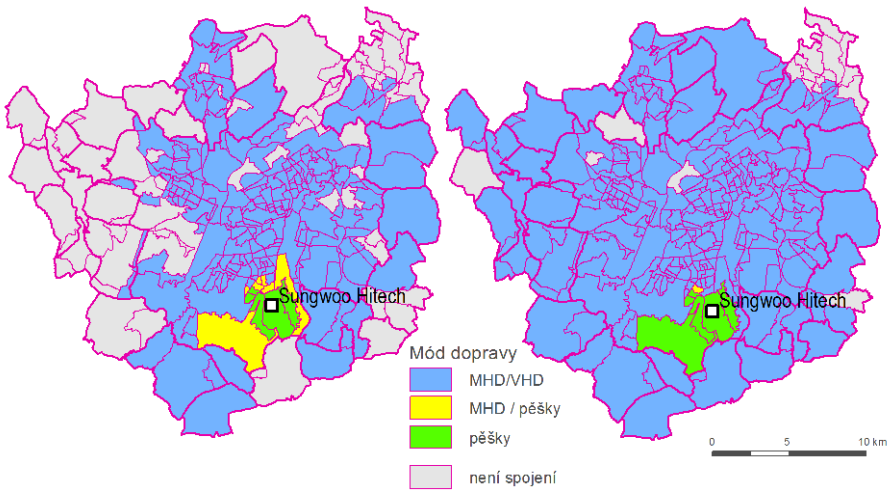
Pro hodnocení dojížďky do jednoho vybraného zaměstnání v Ostravě byla zvolena průmyslová zóna Hrabová, konkrétně podnik *Sungwoo Hitech* jako vhodný reprezentant. Průmyslová zóna Ostrava-Hrabová je strategickou rozvojovou lokalitou s 6 998 nově vytvořenými pracovními místy (rok 2014). Největším zaměstnavatelem je zde *Sungwoo Hitech*, jihokorejská firma, zabývající se výrobou částí automobilových karosérií s přibližně 1 470 pracovními místy (rok 2014). Zaměstnanci mají především osmihodinovou pracovní dobu, někdy dvanáctihodinovou (např. nájezd nové linky). Osmihodinová pracovní doba je v intervalech 6:00–14:00–22:00–6:00, dvanáctihodinová začíná v 6:00 a v 18:00. Rovněž druhý nejvýznamnější zaměstnavatel v zóně, *Pegatron Czech s. r. o.* (firma s vlastníky z Tchaj-wanu se zaměřením na výrobu a montáž osobních počítačů, asi 530 zaměstnanců) využívá pro dělnické profese dvousměnný provoz v čase 6:00–14:00–22:00 a uplatňuje se požadavek přítomnosti na pracovišti nejméně 15 min před začátkem (Horák, Tesla, Inspektor 2017).

7.2.1. Scénář dojížďky veřejné hromadné dopravy v Ostravě k jednomu zaměstnavateli na směnný provoz

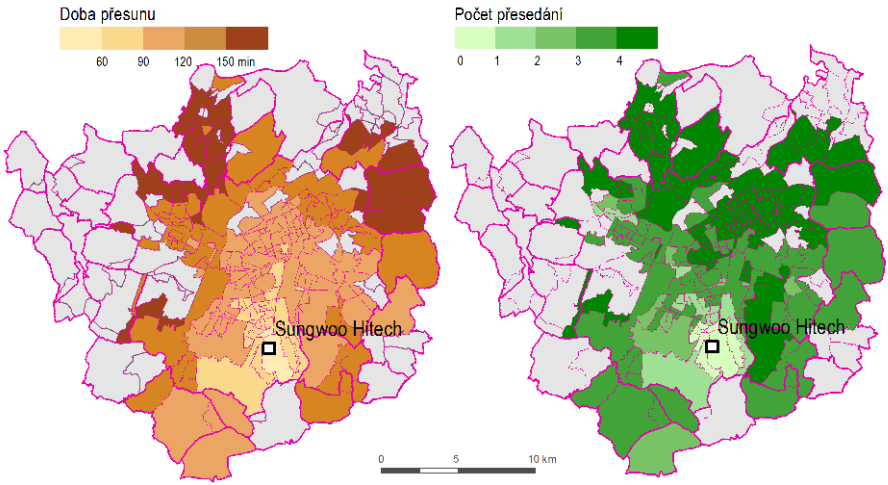
Testovalo se dojíždění do zaměstnání z domova a po skončení práce návrat domů v pracovní den. Zaměstnanec musí být schopen pracovat na tři směny vymezené časovými intervaly 6:00–14:00, 14:00–22:00 a 22:00–6:00. Přitom je požadován příchod do zaměstnání 15 minut před začátkem pracovní doby. Vyhodnocovalo se dojíždění veřejnou dopravou (spoje bez omezení, tedy jak městskou hromadnou dopravou, tak i veřejnou hromadnou dopravou, nadále

souhrnně označovány jako hromadná doprava) i možnost pěší docházky. Testovaly se tři různé pracovní dny, kdy v každém měl zaměstnanec jinou pracovní směnu. Testovanou fiktivní osobou je Pavel, tedy věk 45, středoškolské vzdělání a maximální přípustný časový interval je 4:00–23:00. Jako bydliště byly vybrány mediánové středy ZSJ. Maximální pěší chůze (vč. docházky na zastávku) byla 5 km. Testovalo se kritérium výběru spojení nejrychlejší (F) a spojení na určený čas (T), nakonec se hodnotilo podle druhé varianty. Ve výsledku se jako dostupná místa hodnotí ta, ze kterých je zaměstnanec schopen dojíždět na každou směnu, a pro ně se z doporučených spojení spočítají průměrné charakteristiky přepravy za den.

Zjištěná situace je překvapivě neuspokojivá. Ze 73 ZSJ (41,6 % plochy) s 56,6 tisíci obyvatel (15 % obyvatel) na Ostravsku není možné dojíždět na trojsměnný provoz k tomuto nejvýznamnějšímu zaměstnavateli (obr. 85). Nedostupné jsou zejména okrajové části Ostravska – Bohumínsko, oblast za Hlučínem a celá západní část území, která je tvořena menšími obcemi. Překvapivě jsou nedostupné některé okrajové části Ostravska blízké poloze zaměstnavatele. Na jihu je to Paskov a Oprechtice, směrem na jihovýchod jsou to Václavovice a Šenov u Ostravy (obr. 85). Současně jsou ale nedostupné i některé ZSJ uvnitř města: Odvaly u Odry, Přívoz-sever, Zvěřina, Pikarská, Vrbická, Vysoké školy, Stará Poruba-východ. Nedostupnost je způsobena zpravidla tím, že není možné se veřejnou dopravou vrátit po 22. hodině domů a v případě ZSJ na Bohumínsku neexistují vhodná spojení ani pro dojížďku na ranní směnu (obr. 85 vpravo).



Obr. 85 – Módy dopravy použité pro dojíždění do zaměstnání na třísměnný provoz v Sungwoo Hitech (vlevo) a pouze na ranní směnu (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 86 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den (vlevo) a průměrný počet přesedání za den (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

Pět ZSJ s téměř 11 tisíci obyvateli v nejbližším okolí zaměstnavatele umožňuje pěší docházku. Ze sedmi dalších ZSJ je výhodná kombinovaná doprava – pro některý čas využít hromadnou dopravu, v jiných případech zejména z důvodu neexistence vhodného spojení je nutné dojít pěšky (celkem 13,6 tisíce obyvatel).

Výsledky potvrdily očekávaný vzor, tzn. že ze ZSJ blízkých cíli se především chodí pěšky, případně se kombinuje pěší chůze s hromadnou dopravou. Ve větší vzdálenosti se využívá hromadná doprava a okrajové části jsou nedostupné.

Průměrná doba přesunu (obr. 86) ukazuje relativně pravidelný vzor, tzn. že s rostoucí vzdáleností od cíle roste i doba přesunu (Horák, Tesla, Inspektor 2017).

Celkem 88 ZSJ (54 % plochy a asi 40 % obyvatel) na Ostravsku vyžaduje více než 1,5 hodiny denně na dopravu do a ze zaměstnání. Jde zejména o oblasti Hlučínska a Bohumínska, kde je průměrná doba přesunu dokonce více než 2 hodiny. Přímo v Ostravě jsou na tom nejhůře ZSJ spadající do městských částí Plesná, Martinov, Poruba a Pustkovec. Na východě pak ještě Rychvald a Petřvald.

Na rozdíl od relativně pravidelného nárůstu doby přesunu ukazuje počet přesedání mezi prostředky hromadné dopravy při cestě do a ze zaměstnání (obr. 84) na velké rozdíly v území. Uvnitř území dochází k výrazným změnám v počtu přesedání, jehož nárůst je spojen s výrazným nepohodlím a také rizikem zmeškání navazujícího spoje. Z řady ZSJ je sice hromadná doprava možná (i když poměrně dlouhá), ale při více než pět přesedáních denně je velmi nepravděpodobné, že budou zaměstnanci z těchto 24 ZSJ s 29 tisíci obyvatel skutečně takto dojíždět (několik ze ZSJ má přitom o něco málo kratší přesun než 90 minut).

Ukázalo se, že podmínky dojíždění (dostupnost zaměstnavatelů) mohou být proti jednoduchému modelu dojíždění (jen tam, nebo tam a zpět na jednu směnu) výrazně ztížené v případě směnného zaměstnání. Konkrétní podmínky dojíždění ukazují, že velká část území Ostravy a okolí (15 % obyvatel) nemůže do průmyslové zóny Hrabová dojíždět bez individuální dopravy. Navíc podmínky i pro existující spojení jsou obtížné a prakticky jen z jedné třetiny území lze vhodně dojíždět. Přitom se ukázalo, že nestačí hodnotit jen dobu cestování, ale i počet přesedání, který veřejnou dopravu z některých míst prakticky vylučuje.

7.2.2. Scénář dojížďky veřejné hromadné dopravy ke všem zaměstnavatelům na různé začátky osmihodinové pracovní doby

Scénář předpokládá cestu do zaměstnání a zpět v pracovní den, kdy začátek pracovní doby je stanoven náhodně podle frekvenční křivky určené z dotazníkového šetření. Přitom výběr zaměstnavatele se provádí podle atraktivity (předpokládané síly interakce) ze všech evidovaných zaměstnavatelů (vybraných i 20 km za hranicemi hodnocené oblasti).

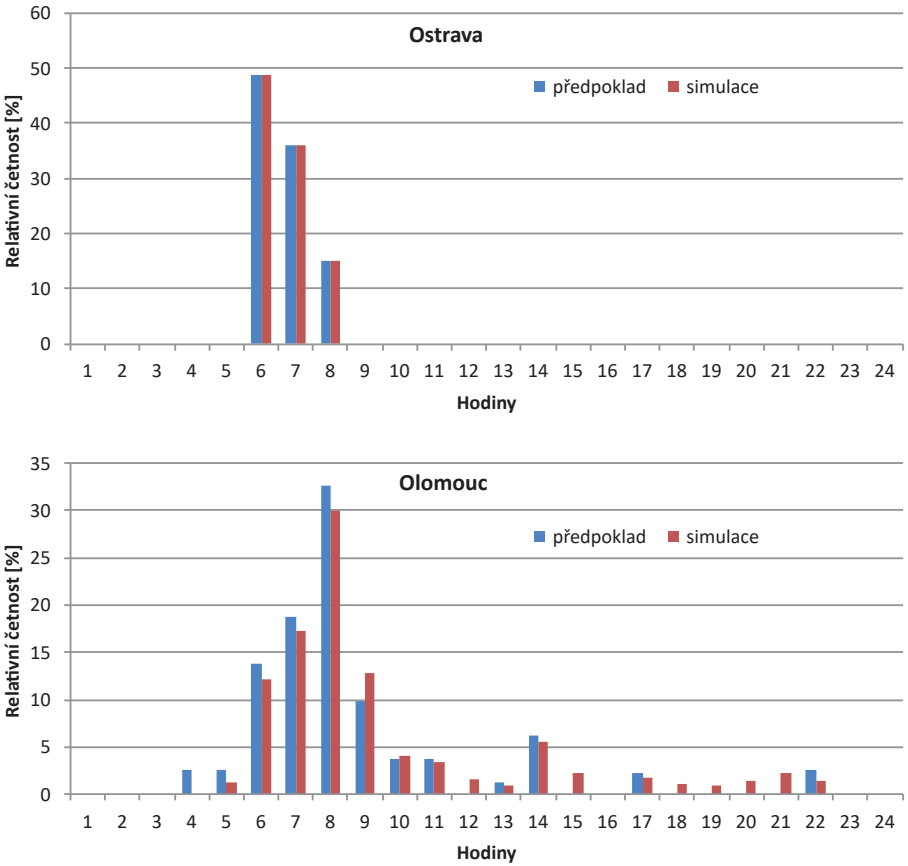
Celkový počet simulací z každého startu je 100, režijní čas je 15 minut před začátkem a po skončení pracovní doby. Testovanou fiktivní osobou je Tomáš (věk 35, vysokoškolské vzdělání, zaměstnán, maximální časový interval 4:00–23:00). Maximální pěší chůze (vč. docházky na zastávku) za den byla pět km. Způsob optimalizace dopravního spojení byl *TD* (podle časové distribuce).

Požadovaná frekvenční křivka pro muže ve věku 35–44 let v Ostravě pro dojížďku do zaměstnání je uvedena v horním grafu na obrázku 87. Podle ní se generovaly jednotlivé požadavky na dopravu do zaměstnání. Výsledné simulace mají přesně stejnou distribuci díky menšímu počtu hodin, do kterých se počet simulací rozkládá. V případě Olomouce (obr. 87 dole) je pro stejné zadání vidět podstatně pestřejší časová distribuce požadavků na dojížďku do zaměstnání. Je zřejmé, že v tomto případě není shoda počtu simulací úplná, což je dáno odchylkami náhodného výběru při nižším počtu simulací v jednotlivých časových intervalech. Na výsledky by to ale nemělo mít významný vliv.

7.2.2.1. Hodnocení dojížďky v Olomouci

Olomouc má kompaktní městskou strukturu s veřejnou dopravou zajišťovanou tramvajovými linky a autobusovými spoji, kde zastávky, zejména v centru, jsou velmi blízko od sebe. Rovněž sídla zaměstnavatelů jsou zpravidla ve velmi krátké docházkové vzdálenosti od zastávek veřejné dopravy.

Docházkové vzdálenosti obyvatel při dojížďce veřejnou dopravou do zaměstnání a zpět během dne jsou proto poměrně malé, délku ovlivňuje především vzdálenost pěší docházky z místa bydliště na zastávku veřejné dopravy a stejná vzdálenost při cestě zpět. Problematické jsou oblasti v okrajových částech města, které jsou rozsáhlé, méně osídlené a často s jedinou nebo žádnou zastávkou

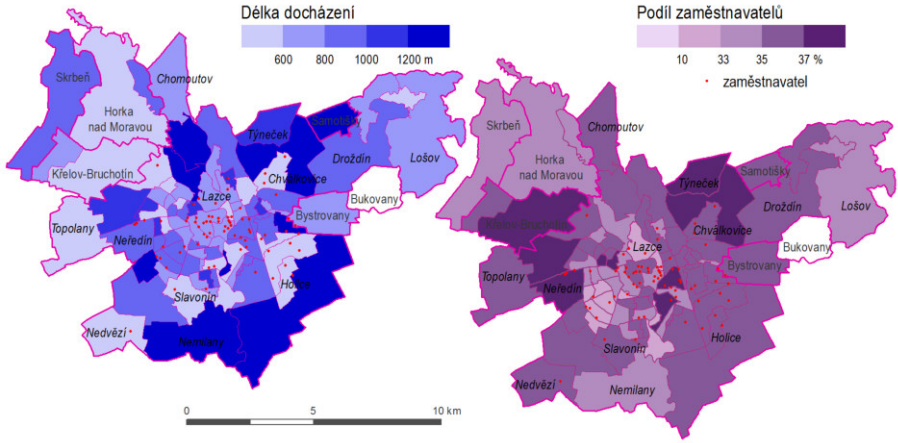


Obr. 87 – Distribuce cesty do zaměstnání z dotazníkového šetření pro dané parametry a získaná distribuce při simulaci. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

v území. Ojediněle se vyskytuje dlouhá docházka také v oblasti průmyslových areálů ve východní a severozápadní části Olomouce (obr. 88).

Komplikovanější dojížďka může být také v oblastech (ZSJ) se zastávkami situovanými na hranicích se sousedními ZSJ, kde lidé během dne musí překonávat vzdálenosti přibližně od 1 000 do 1 200 metrů. Obecně lze však konstatovat, že obyvatelé pouze ojediněle (nižší hustota zalidnění ZSJ) musí jednosměrně překonávat vzdálenost více než 500 metrů (pouze v 1/5 ZSJ), plošně jsou však ZSJ rozsáhlé a jedná se tak o 25 % území Olomouce.

Z každé základní sídelní jednotky je možné dojíždět či docházet k některému ze všech zjištěných zaměstnavatelů. Při simulacích bylo využito 95 cílů z celkového počtu 115 (83 %), což ukazuje na určité problémy s dosažitelností některých cílů v daný čas požadovaný dle distribuce. To se potvrdilo u jednotlivých startů, kde se realizují cesty v průměru k 30-40 různým zaměstnavatelům

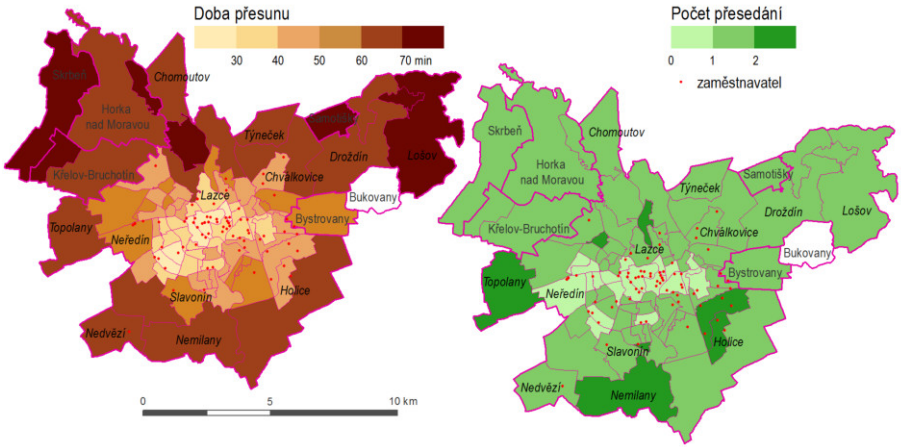


Obr. 88 – Průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy za den (vlevo) a podíl dostupných unikátních zaměstnavatelů (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

ze 100 simulací (obr. 88 vpravo). Vyšší hodnoty vykazují tři ZSJ na severozápadě a dvě na severovýchodě, která souvisí s trasováním linek napříč Olomoucí a dobrou frekvencí spojení.

Nízký podíl dosažitelných cílů a také vyšší podíl docházky do zaměstnání pěšky pro nemocniční areál také souvisí s relativně krátkými přesuny za den, které nejen v centru, ale i v této oblasti, dosahují pouze 16–30 minut (obr. 89 vlevo).

Výborné doby přesunu za den dosahuje centrum města, jeho okolí a rovněž nemocniční areál (ovlivněno podílem pěší docházky) Většinou se však reálná doba přesunu denně blíží 49 minutám, tedy přibližně 25 minut pro jednosměrnou cestu. Většina obyvatel je díky síle atraktivity poměrně velkého počtu zaměstnavatelů schopna strávit jednosměrným cestováním veřejnou dopravou do zaměstnání v průměru maximálně 30 minut. Nejnáročnější na dojížďku jsou nejvzdálenější severozápadně a severovýchodně položené příměstské oblastí oddělené od kompaktní zástavby (průměrně 43 minut jednosměrně). Doba přesunu za den tak narůstá především se vzrůstající vzdáleností přesunu od centra, ale také s počtem zastavení vozidla (počtem zastávek) a také s počtem přestupů, které snižují komfort cestování. Směrem od centra klesá počet linek a jejich trasování podléhá existenci hlavních silničních tahů. Cestující z příměstských oblastí musí většinou využít nejbližší zastávku autobusové dopravy, kterou zpravidla obsluhuje jediná linka, a na okraji centra přestoupit na tramvaj. Tramvaje jsou v centru rychlejší, nabízejí větší kapacitu a frekvenci spojů, zpravidla různými trasami spojují okraje širšího centra města s hlavním nádražím. Z pohledu počtu přestupů při cestě do zaměstnání a zpět je pro



Obr. 89 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den (vlevo) a průměrný počet přesedání za den (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

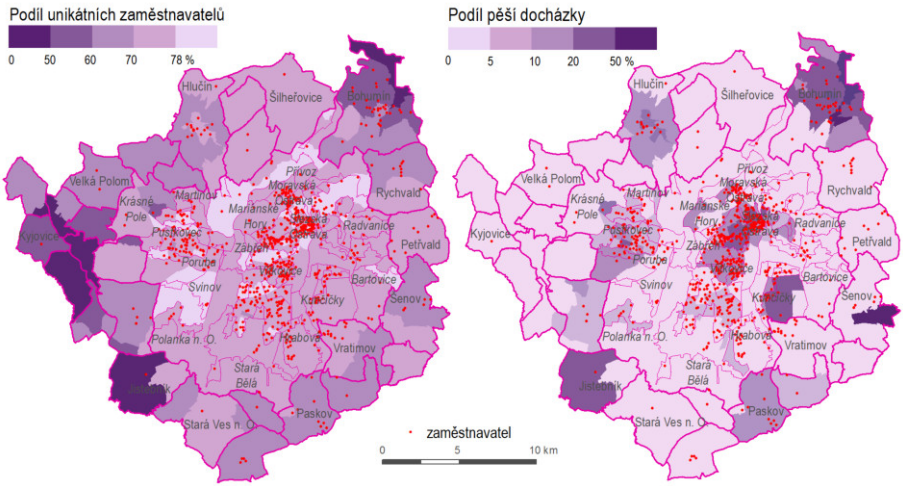
Olomouc charakteristický trend zvyšujícího počtu přesedání se vzdáleností od centra (obr. 89).

V porovnání s Ostravou je potřeba vícekrát přesedat mnohem nižší, což souvisí s násobně menší velikostí města a charakterem sítě veřejné dopravy. Přesto alespoň jedenkrát denně musí přesedat většina obyvatel Olomouce, aby se vyhnuli dlouhým pěším přesunům a pěšky docházeli jednosměrně max. 500 metrů z bydliště na zastávku a ze zastávky k cíli.

7.2.2.2. Hodnocení dojížďky v Ostravě

Z každé základní sídelní jednotky je možné dojíždět či docházet k některému ze všech zjištěných zaměstnavatelů. Při simulacích bylo využito 868 cílů z celkového počtu 928, tedy relativně vysoký podíl 93,5 %. Počet různých zaměstnavatelů z jednotlivých startů (odpovídá procentuálnímu podílu ze 100 simulací) ukazuje na rozdíly v pracovní nabídce v jednotlivých místech (obr. 90). Nejlepší situace s největší pestrostí nabídky zaměstnavatelů, tj. s vysokým podílem různých cílů (70–83 %) je ve městě Ostrava (s výjimkou části Vřesiny a Plesné), na Hlučínsku, ve východních obcích (Petřvald, Rychvald) a v některých obcích na jihu a jihovýchodě (Stará Ves, Václavovice, Šenov). Naproti tomu relativně monotónní nabídka dostupných zaměstnavatelů (pod 60 %) je v Bohumíně a v obcích na západním okraji (Zbyslavice, Čavisov, Horní Lhota) zkoumané zóny XXL, vč. Jistebníku.

Z hlediska dopravního módu se ukázala zajímavá situace s místy vysokým podílem pěší docházky, která dosahuje až 100 %. Tohoto extrému se dosahuje v Bohumíně, což je spojeno s malou nabídkou cílů (maximum

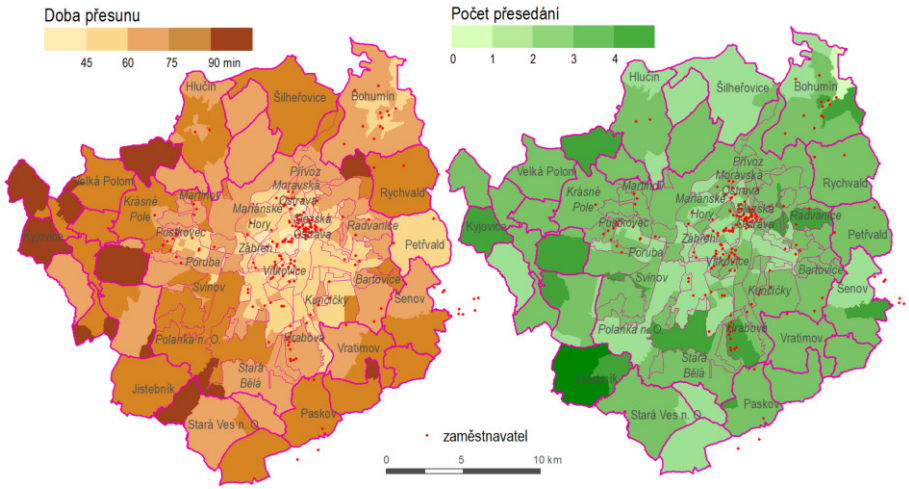


Obr. 90 – Podíl dostupných unikátních zaměstnavatelů (vlevo) a podíl pěší docházky (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

v Bohumíně-Skřečoni s absolutně nejmenší nabídkou 23 cílů) a horšími dopravními možnostmi, které jsou substituovány pěší docházkou. Jiné vysvětlení je v případě centra Ostravy, kde se ukazuje zastoupení pěší docházky většinou v intervalu 20–30 %. Důvodem je zde naopak vysoká nabídka zaměstnavatelů, ke kterým je často v silně zastavěném území s pomalejší veřejnou dopravou rychlejší módem chůze.

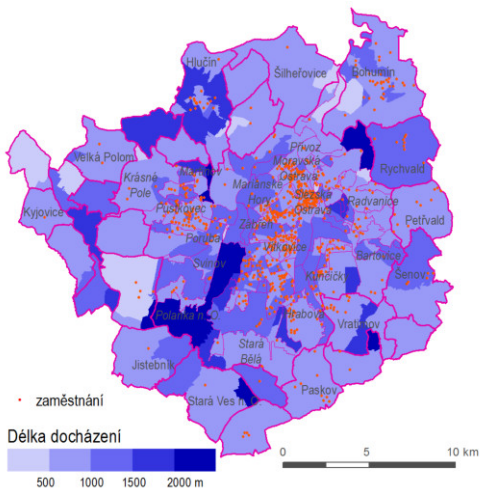
Průměrná doba přesunu za den je nejlepší v centru Ostravy, zejména v místech s vyšším podílem pěší docházky, kde je v intervalu 30–45 minut (obr. 91 vlevo). Významná část Ostravy vykazuje průměrnou dobu přesunu v intervalu 46–60 minut, k tomu se přidávají některé ZSJ Bohumína a Petřvald. Dohromady jde o 89 ZSJ (32 %) s 158 tisíci obyvateli (43 %). Některé okrajové části Ostravy mají stejně jako většina suburbia doby přesunu v intervalu jedna až jeden a půl hodiny. Jde o 152 ZSJ (54 %) s 189 tisíci obyvatel (51 %). Překvapivě jsou mezi nimi i vnitřní části Ostravy-Poruby, Nová Ves či sídliště Výškovice nebo část Zábřehu. Špatná situace v dojíždění je při souhrnné přepravě více než 90 minut – vykazují ji zejména některé obce na západě (Budišovice, Horní Lhota, Dobroslavice, Kyjovice, Vřesina, Olbramice) a na jihu (Stará Ves nad Ondřejnicí, Proskovice, Řepiště) a také část Heřmanic. Celkem jde o 14 ZSJ (5 %) s 5,5 tisíce obyvatel (1 %).

Průměrný počet přesedání při tomto cestování je ve většině případů do tří (za celý den) (obr. 91 vpravo). Ve srovnání se scénářem náhodného výběru velkých zaměstnavatelů je vidět znatelný pokles u většiny míst, což je spojeno s více komfortním způsobem výběru zaměstnavatelů v tomto scénáři. Hlavní sídelní celky Ostravy mají většinou do dvou přesedání, poměrně často jsou ale



Obr. 91 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den (vlevo) a průměrný počet přesedání za den (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

zastoupeny průměrně tři přesedání jak z částí Ostravy (významná část Poruby, Pustkovce, Zábřehu, Slezské Ostravy), tak většiny okolních obcí. Špatnou situaci mají ZSJ s více než třemi přesedáními (v části Bohumína, Vřesina, Šenov), či dokonce s více než pěti (Jistebník). Celkem jde o 16 ZSJ (6 %) s 15,5 tisíci obyvatel (4 %).



Obr. 92 – Průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy za den. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

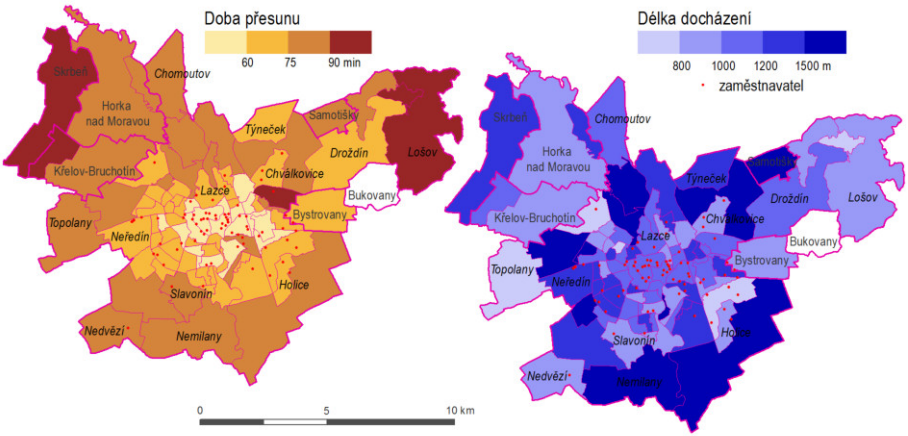
Další možnost hodnocení představuje analýza průměrné pěší docházky na zastávky hromadné dopravy, která se jeví jako variabilní a pohybuje se od necelých 400 metrů do skoro 3 km (obr. 92). Zajímavá je především indikace míst, které jsou velmi odlehlé od zastávek hromadné dopravy. Jde o několik izolovaných ZSJ rozmístěných rovnoměrně po celém území, tedy i uvnitř města. Zpravidla tyto ZSJ mají velmi málo obyvatel, a tak je jejich dopad marginální. Nad 2 km denně má docházku pouze sedm ZSJ s celkovým počtem obyvatel 550.

7.2.3. Scénář dojížďky hromadnou dopravou k náhodně vybranému významnému zaměstnavateli na určenou hodinu

Scénář předpokládá cestu k náhodně vybranému zaměstnavateli s nejméně 100 zaměstnanci, osmihodinovou pracovní dobu a po jejím skončení návrat zpátky domů. Celkový počet simulací z každého startu je 100, práce začíná v 7:00 v Ostravě a v 8:00 v Olomouci (na základě výsledků dotazníkového šetření) a je potřebný režijní čas 15 minut před začátkem a po skončení pracovní doby. Testovanou fiktivní osobou je opět Pavel. Testuje se spojení v pracovní den. Maximální pěší chůze (vč. docházky na zastávku) byla 5 km. Způsob optimalizace dopravního spojení byl *TA* (časově určený, náhodný výběr cíle).

7.2.3.1. Hodnocení dojížďky v Olomouci

Náhodný výběr významných zaměstnavatelů nad 100 zaměstnanců při opakované simulaci dojíždění na 8:00 ráno ukazuje významné rozdíly oproti gravitačnímu výběru zaměstnavatele. Vzhledem ke skutečnosti, že většina významných zaměstnavatelů je lokalizována v centru města (ojediněle na jihovýchodě za hlavním nádražím), není překvapující, že nejlepší dostupnost mají ZSJ ve středu města a oblasti okolo hlavního nádraží (obr. 93). Přesunem k náhodně vybranému významnému zaměstnavateli by residenti z těchto oblastí trávili přesunem 45–60 minut denně, což znamená přesun přibližně maximálně 30 minut jednosměrně. Je to pochopitelně vyšší hodnota než v případě gravitačního modelování, přesto se však dá říci, že významní zaměstnavatelé jsou lokalizováni relativně blízko. Ve vnější části města však roste průměrná doba přesunu na více než 75 minut, oproti gravitační simulaci je nárůst navíc asymetrický. Rozdíl přibližně 15 minut mezi stejně vzdálenou východní a severozápadní nebo jihozápadní částí zájmové oblasti je způsoben typem a frekvencí dopravní obslužnosti. Zatímco východní část oblasti obsluhují linky městské hromadné dopravy s taktovým jízdním řádem (ve špičce dokonce v prokladu pouhých 10 minut), na severozápadě a jihozápadě zajišťuje obslužnost především příměstská doprava a částečně městská hromadná doprava, které však takové frekvence obslužnosti jako ve východní části zdaleka nedosahují. Nejvýchodnější a severozápadní část města jsou nejvzdálenější a nejméně obsluhované, doba přesunu zde přesahuje 90 minut. Anomálie se



Obr. 93 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den (vlevo) a průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy za den (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

však vyskytuje východně od centra (ZSJ Chválkovice), jedná se o průmyslovou oblast s obslužností před 6. hodinou ranní a potom po skončení směny okolo 14. hodiny odpolední. Nízká hustota zalidnění a rozsáhlé průmyslové areály způsobují omezování obslužnosti s cílem zajistit efektivní dopravu pouze před a po směně pracujících.

Průměrný počet přesedání pro simulaci k náhodnému zaměstnavateli je téměř totožný se simulací ke všem zaměstnavatelům v zájmové oblasti.

Největší rozdíly mezi náhodným výběrem významného zaměstnavatele a proporciálně gravitačním výběrem zaměstnavatele jsou patrné v podílu pěší dopravy. Zejména v centru města u proporcionálně gravitačního modelu, kde se vybírá ze všech zaměstnavatelů, je pochopitelně výrazně vyšší podíl pěší docházky (až 50 %) než v případě náhodného výběru velkého zaměstnavatele. Největší podíl pěší přepravy zůstal v případě docházky u ZSJ mezi nemocničním areálem a zdravotnickými zařízeními na jihovýchodě města a také severně od centra, kde sídlí velká stavební firma s kapacitou téměř 500 pracovních míst. Podle očekávání naopak u okrajových oblastí vzdálených tři a více kilometrů od nejbližšího významného zaměstnavatele ke zhoršení nedošlo, zde je téměř nemožné se přesunout k cíli pěšky za přijatelný čas.

Analogicky pochopitelně u tohoto modelu vzrůstá také pěší docházka za den, rozdíl činí v průměru více než 300 metrů. Největší rozdíly (o více než 50 % původní docházkové vzdálenosti) jsou patrné především v centru města a severozápadním směrem (obr. 93 vpravo). Zejména v centru se často vyplatí přesunout se napříč historickým centrem pěšky třeba i 300 metrů na zastávku s přímým spojením nebo volit dopravní spojení tak, aby se člověk vyhnul zbytečnému dalšímu přestupu.

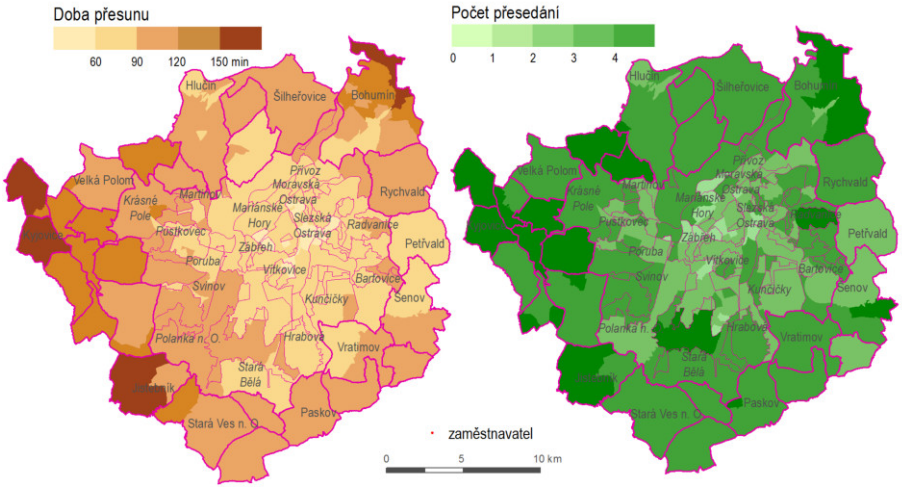
Celkově lze shrnout, že pro část ZSJ vychází podobné hodnocení dostupnosti podle jednotlivých ukazatelů, většinou se však hodnocení úrovně dostupnosti liší mezi jednotlivými ukazateli. V Olomouci má poměrně malý význam počet přesedání díky menší velikosti města a na rozdíl od Ostravy málo limituje dojížďku. Nejvíce odlišné hodnocení poskytuje průměrná pěší docházka, což dokumentuje jeho specifičnost a vhodnost zahrnutí do hodnocení.

7.2.3.2. Hodnocení dojížďky v Ostravě

Z každé základní sídelní jednotky je možné dojíždět či docházet k některému z významných zaměstnavatelů. Při 100 simulacích se počet unikátních vybraných cílů pohyboval mezi 67 a 90 %. Variabilita cílů je v rámci Ostravy relativně vyrovnaná. Ve většině případů je počet cílů přes 70, tj. přes jednu třetinu. Výrazně vychýlená je v tomto pohledu ZSJ Jistebník s pouze 39 cíli, tj. 20 %.

Průměrná doba přesunu za den k náhodně vybranému velkému zaměstnavateli v hlavních centrech osídlení v Ostravě (obr. 94) je v rozmezí 60–90 minut, což je o cca 15 minut horší než u proporcionálně gravitačního modelu. Přitom i v nich se objevuje několik anomálií uvnitř osídlení s horší dostupností, což je dáno špatným dopravním faktorem (např. Poruba – U stadionu, Pustkovec). Naopak v jiných ohledech špatně dostupná místa jako Lhotka či Hošťálkovice jsou hodnoceny podobně (ve stejném časovém intervalu) jako většina ostatních. Okraje Ostravy ale také většina suburbia vč. Hlučínska mají dobu přesunu v tomto modelu v intervalu 90–120 min. Extrémně špatnou dostupnost velkých zaměstnavatelů, vyjádřenou průměrnou dobou přesunu přes dvě hodiny mají obce na jihozápadním okraji Ostravska a část Bohumínska. Jistebník (hlavní část obce) a severní okraje Bohumína jsou podle této charakteristiky téměř vyloučeny z dojížďky k náhodně vybraným velkým zaměstnavatelům. Zde se ukazuje největší rozdíl vůči proporcionálně gravitačnímu modelu, který díky dostupnosti malých zaměstnavatelů hodnotí situaci na severovýchodním a jižním okraji Bohumína jako dobrou a ani Jistebník není hodnocen hůře než okolí.

Průměrný počet přesedání odráží vyššími hodnotami scénář s náhodným výběrem velkého zaměstnavatele, kdy jsou vyšší požadavky na dopravu, a tedy i na přesedání. Přesto v centru Ostravy na hlavních dopravních trasách najdeme místa, kde je průměrný počet přesedání k 100 výběrům náhodného zaměstnavatele jen 1 až 2. Jinak v Ostravě převažují ZSJ s dvěma až třemi přesedáními během dne a najdeme je i na východním okraji Ostravy (Bártovice, Šenov). Maximum, tj. více než 4 přesedání denně vykazuje vzdálenější část ZSJ v Bohumíně, Dobroslavice a Děhylov, skupina obcí na západním okraji (Vřesina Čavisov, Kyjovice, Budišovice), Jistebník a část Staré Bělé. Model je ve výsledku pochopitelně kritičtější než proporcionálně gravitační model. I přes celkově podobný vzor situace v území, existují diametrální rozdíly v hodnocení počtu přesedání pro severní části území mezi Hlučínem a Bohumínem a pro některé



Obr. 94 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a náhodně vybraným velkým zaměstnavatelem za den (vlevo) a průměrný počet přesedání za den (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

jednotlivé obce (např. Zbyslavice). Důvody jsou zřejmé, docházka a dojížďka na krátké vzdálenosti z těchto míst nejsou problematické, ale dojížďka ke vzdálenějším zaměstnavatelům je velmi problematická.

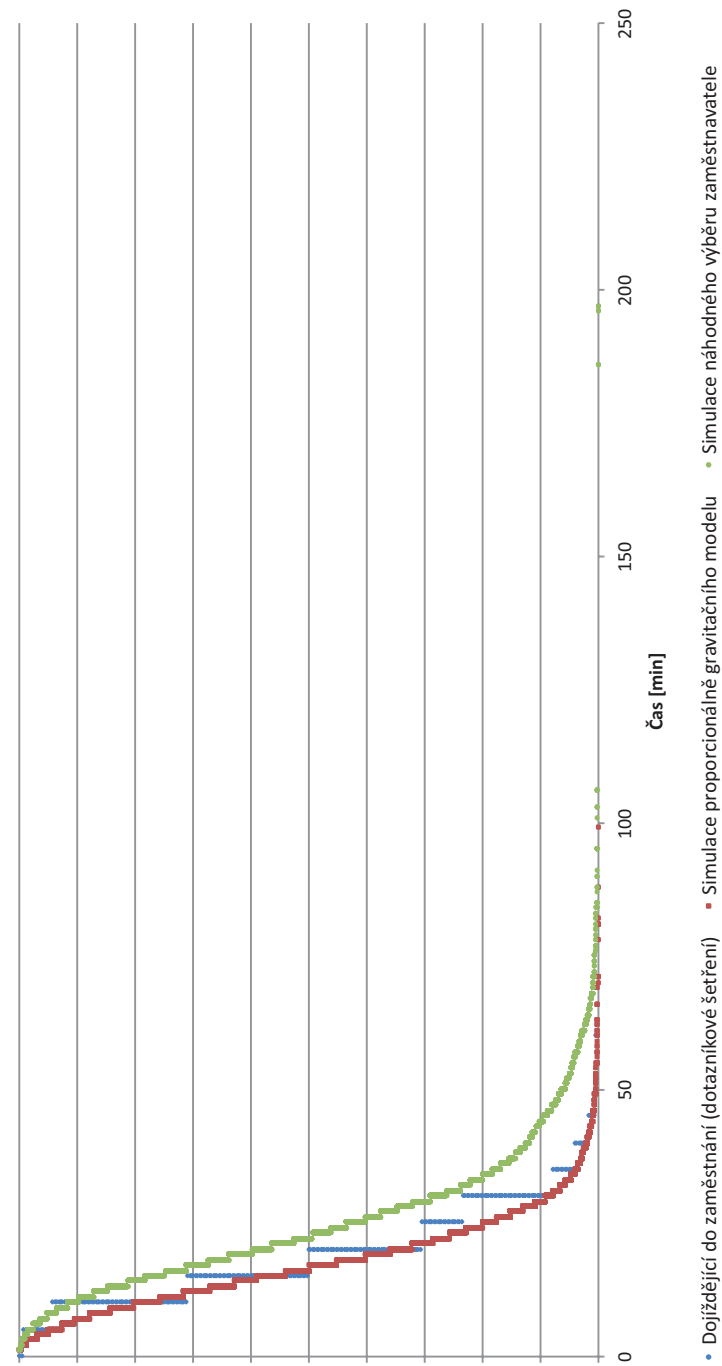
Pokud porovnáme výsledky hodnocení dostupnosti z obou modelů, lze konstatovat, že proporcionálně gravitační model lépe rozlišuje situaci uvnitř i vně Ostravy s indikací ZSJ s problémovou dostupností městskou hromadnou dopravou. Zcela zásadní rozdíl je v hodnocení Bohumína, který gravitační model hodnotí příznivě díky dojížďce a docházce k blízkým zaměstnavatelům jak z hlediska doby přesunu, tak i počtu přesedání. Odlišně se chová Jistebník, u něhož dle gravitačního modelu výrazně klesá doba přesunu, ale zůstávají zachovány problémy s počtem přesedání.

7.2.4. Validace modelů pro města

Obecně každý model by měl být validován. U těchto modelů je však velkým problémem, jak jejich validaci provést, především kvůli nemožnosti získat pro validaci relevantní údaje o konkrétní dojížďce vybraného typu osob, odpovídající parametrům modelované osoby.

Jistou formu interní validace poskytuje možnost srovnat modelové výsledky (zejména čas dojížďky hromadnou dopravou) s výsledky z dotazníkového šetření. Zaměřili jsme se na záznamy cestovního času u cesty do zaměstnání. Jedinou modifikací bylo vypuštění cest, jejichž cíl byl mimo pilotní území. Kvalita shody byla posuzována grafickými a statistickými nástroji.

Obr. 95 – Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do zaměstnání z dotazníkového šetření (pro všechny pracující) a ze simulací náhodného modelu a simulací proporcionálně gravitačního modelu pro Ostravu. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.



Obr. 96 – Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do zaměstnání z dotazníkového šetření (pro všechny pracující) a ze simulací náhodného modelu a simulací proporcionálně gravitačního modelu pro Olomouc. Zdroj: vlastní šetření, vlastní výpočty.

Ke grafickému srovnání byla využita inverzní distribuční funkce, která byla základem výpočtu vzdálenostních funkcí. Výsledky pro Ostravu (obr. 95) jasně ukazují, že náhodný model dojíždění k velkým zaměstnavatelům vykazuje vyšší četnosti delších cest, než jaké byly zjištěny v dotazníkovém šetření. Naproti tomu proporcionální gravitační model dává až překvapivě shodné výsledky s distribucí cest z deníku (u kterých je možné si všimnout výrazného zaokrouhlování hodnot respondenty).

Protože data nemají normální rozdělení (potvrzeno Kolmogov–Smirnov a Shapiro–Wilk testy, $p < 0{,}001$), bylo pro hodnocení významnosti rozdílů mezi distribucemi využito neparametrických testů (Kruskal–Wallis test, Mann–Whitney test, median test a Jonckheere–Terpstra test). Všechny potvrdily shodu distribuce doby cestování z proporcionálního gravitačního modelu s cestovními časy z deníků pro cestu do zaměstnání.

Lze tedy potvrdit, že proporcionální gravitační model v případě Ostravy dává realistické výsledky, ale se zdůrazněním nutnosti komplexního hodnocení více faktorů (ne jen doby cestování), protože v některých místech hraje významnou roli spíše komplikovanost dopravy (či jiné faktory) než její pomalost. Oproti tomu rovnoměrně náhodný model výběru z velkých zaměstnavatelů je vhodný jen pro některé výzkumné otázky, např. jak zlepšit dopravní dostupnost velkých zaměstnavatelů, zda je potřebné zavádět (kde, kdy) speciální linky pro ně, jak zlepšit podmínky dojíždění zaměstnanců velkých zaměstnavatelů např. pro možnost dotací na linky.

Stejně jako v případě Ostravy byly použity v Olomouci pro hodnocení shody inverzní distribuční funkce. Na obrázku 96 se ukazuje, že i zde vykazuje náhodný model výběru velkých zaměstnavatelů oproti výsledkům dotazníkového šetření vyšší četnosti dlouhých cest, i když rozdíl není tak výrazný jako v případě Ostravy, což je zjevně dáno menší velikostí území. Na druhou stranu distribuce hodnot v proporcionálně gravitačním modelu je sice výrazně lepší, avšak nevykazuje zcela odpovídající shodu (viz výsledky testů) a projevuje se jisté podcenění delších cest do zaměstnání.

Protože ani zde data nemají normální rozdělení, bylo pro hodnocení významnosti rozdílů mezi distribucemi opět využito neparametrických testů (Kruskal–Wallis test, Mann–Whitney test, median test a Jonckheere–Terpstra test), z nichž však pouze mediánový test potvrdil shodu distribucí, ostatní testy ji zamítly na hladině významnosti 0,05.

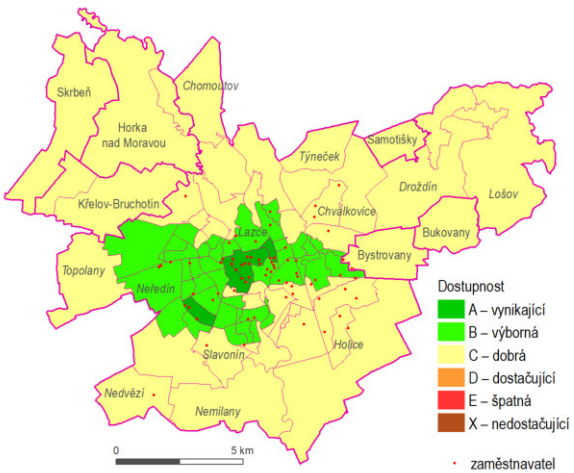
Důvody rozdílů lze objasnit jen stěží. Podíl významných zaměstnavatelů na zaměstnávání je zřejmě o něco vyšší než by odpovídalo kalibraci gravitačního modelu, není evidován dostatek zaměstnavatelů či zastoupení zaměstnanců typu Pavel (středoškolák, 45 let) v dotazníkovém šetření není tak významné a je vyšší podíl osob s vyšší ochotou delšího dojíždění.

7.2.5. Výsledné integrované hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů pro Olomouc a Ostravu

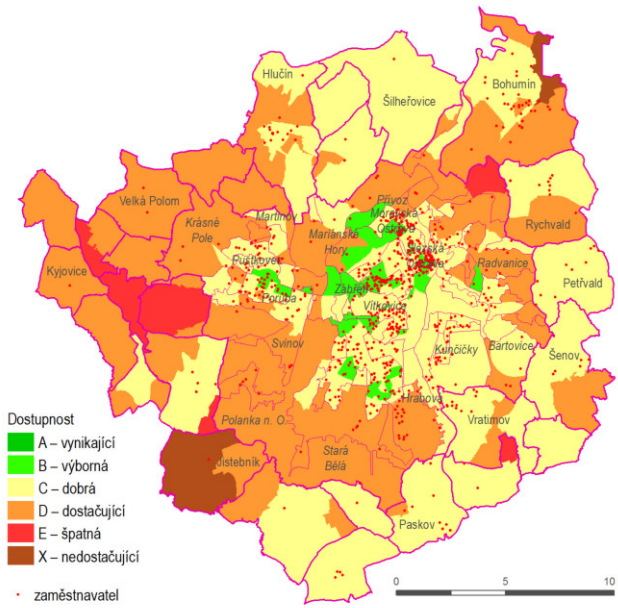
Na základě validace výsledků modelování byl pro hodnocení měst použit pouze nejvíce pravděpodobný scénář. V případě zaměstnavatelů je tu u obou hodnocených měst scénář dojížďky ke všem zaměstnavatelům na různé začátky osmihodinové pracovní doby podle jejich očekávané distribuce.

Z hodnocení dostupnosti k zaměstnavatelům (obr. 97) v zóně 71 vyplývá, že většina kompaktně zastavěného území (45 % ZSJ, 58 % obyvatel) náleží do kategorie B. Jde především o centrální část města a dále o navazující městské části při okraji Olomouce. Nejlepší hodnocení (kategorie A) mají čtyři ZSJ přímo v centru města (Nová Ulice v blízkosti fakultní nemocnice a Sady Flóra, Husova a Olomouc). Největší část území (51 % ZSJ, ale pouze 30 % obyvatel) je hodnocena kategorií C a pokrývá rovnoměrně všechny okrajové části města.

Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů v Ostravě v zóně XXL (obr. 98) ukazuje na převažující dobrou dopravní dostupnost většiny území. Do této kategorie (C) spadá 55 % ZSJ, resp. 64 % obyvatel, zejména zastavěné území města Ostravy vyjma některých ZSJ v Porubě, Martinově, Nové Vsi a okrajových částí Ostravy (Krásné Pole, Proskovice, Heřmanice, Muglinov), dále pás obcí mezi Hlučínem a Bohumínem (Ludgeřovice, Markvartovice, Šilheřovice, včetně částí Hlučína a Bohumína), na jihozápadě Klimkovice a prakticky všechny obce při jihovýchodním a východním okraji území. Horší dostupnost (kategorie D) má 32 % ZSJ s 18 % obyvatel, které reprezentují především obce západně a jihozápadně od Ostravy vyjma údolí Porubky. Nejhorší dostupnost (kategorie E)



Obr. 97 – Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů podle simulačního modelování. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 98 – Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů podle simulačního modelování. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

mají Jistebník se sousedními Fonovicemi (problém je ve vysokém průměrném počtu přesedání), Vřesina (dlouhá doba přesunu i počtu přesedání), Heřmanice a Rakovec (dlouhá doba přesunu) a okrajová část Bohumína (problémem je nízký podíl dostupných cílů, i když ty jsou dobře pěšky dostupné). Nejlepší dostupnost zaměstnavatelů je v 10 % ZSJ (17 % obyvatel) zejména v centrálních částech Ostravy jako historické jádro až k autobusovému nádraží, Mariánské Hory, Zábřeh, část Vítkovic až po křížení rychlostních silnic Rudná a Frýdecká, části Dubiny, Hrabůvky a Výškovic, Přívoz kolem hlavního nádraží a přilehlých rychlostních komunikacích, centrální část Poruby a sousedství Svinovského nádraží.

7.2.6. Scénář dojížďky v regionu k náhodně vybranému velkému zaměstnavateli

Scénář je analogický dříve uvedenému scénáři pro jednotlivá města – cesta k náhodně vybranému zaměstnavateli s nejméně 100 zaměstnanci, osmihodinová pracovní doba a po jejím skončení návrat zpátky domů. Celkový počet simulací z každého startu je 100, práce začíná v 8:00 a je potřebný režijní čas 15 minut před začátkem a po skončení pracovní doby. Testovanou fiktivní osobou je opět Pavel. Testuje se spojení v pracovní den. Maximální pěší chůze (vč. docházky

na zastávku) byla 5 km. Způsob optimalizace dopravního spojení byl *TA* (časově určený, náhodný výběr cíle).

Protože výsledky částečné validace simulačního modelu vůči datům SLDB (2011) nebyly uspokojivé, byl model pro posílení významu blízkých zaměstnavatelů upraven následovně.

Základní myšlenkou bylo využít rozdělení času dojíždění do zaměstnání ze SLDB a podle této distribuce vybrat adekvátní zastoupení náhodně vybraných zaměstnavatelů v jednotlivých intervalech (kategoriích) dojíždění. Pro jednotlivé kategorie doby dojíždění (DOBA) v regionu ze SLDB (2011) byly odvozeny hranice euklidovské vzdálenosti pro každou kategorii, aby bylo možné v každé vzdálenostní třídě vybrat správný podíl zaměstnavatelů. Konkrétní postup byl takový, že se zjistil čas jízdy autem mezi obcemi (TOTAL_CAS) a provedla se jeho klasifikace podle tříd atributu DOBA (0–15, 15–30 atd.). Současně se vypočetla euklidovská vzdálenost mezi středy obcí (DISTEUKL). Následně se pro každou třídu samostatně provedla exploratorní statistika pro proměnnou euklidovskou vzdálenost mezi obcemi. Z ní se odvodily hranice pro jednotlivé třídy DOBA (testovalo se použití horního kvartilu a mediánu, lepší výsledky poskytnul horní kvartil, proto hodnoty horního kvartilu euklidovské vzdálenosti byly použity jako hranice tříd pro náhodné výběry zaměstnavatelů). Následně byly při simulacích vybírány cíle podle jejich euklidovské vzdálenosti tak, aby bylo odpovídající jejich procentuální zastoupení dle SLDB (podíl osob vyjíždějících denně mimo obec) v dané kategorii (tab. 19 a 20). Například

Tab. 19 – Vzdálenostní kategorie a podíly výběru cílů pro Ostravsko

ID	Od (m)	Do (m)	Časový interval	Podíl cílů (%)
1	0	7 994	do 14 minut	16,3
2	7 994	18 952	15–29 minut	43,5
3	18 952	34 126	30–44 minut	22,4
4	34 126	54 864	45–59 minut	11,2
5	54 864	83 015	60–89 minut	5,3
6	83 015	999 999	90 a více minut	1,2

Tab. 20 – Vzdálenostní kategorie a podíly výběru cílů pro Olomoucko

ID	Od (m)	Do (m)	Časový interval	Podíl cílů (%)
1	0	8 046	do 14 minut	20,5
2	8 046	19 278	15–29 minut	43,5
3	19 278	34 440	30–44 minut	20,6
4	34 440	52 779	45–59 minut	10,0
5	52 779	76 847	60–89 minut	4,3
6	76 847	999 999	90 a více minut	1,1

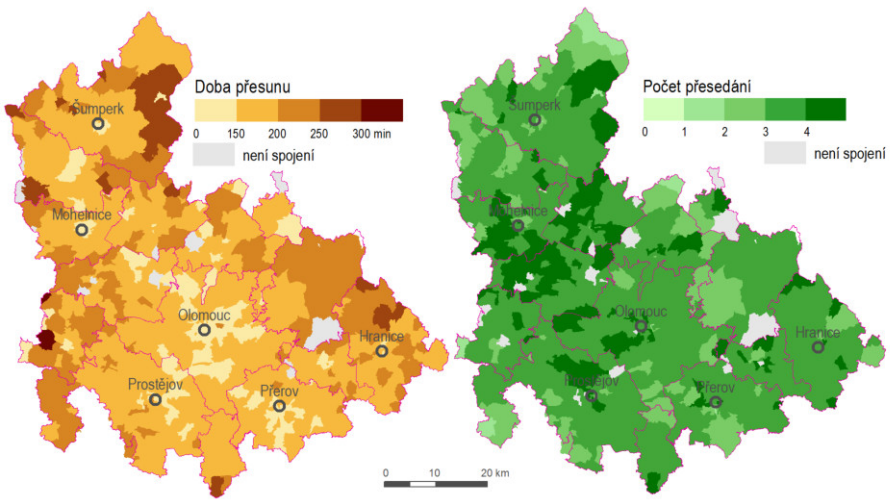
na Olomoucku se vybere 20,5 % cílů ve vzdálenosti do 8 046 m, ve druhé vzdálenostní kategorii vybere 43,5 %, atd. V případě nedostatečného počtu cílů se jejich výběr opakuje; pokud zcela chybí, vybírá se z následující kategorie.

Validace výsledků je uvedena v závěru podkapitoly, potvrzují se lepší průměrné výsledky. V případě Olomoucka je pro hodnocení použit tento upravený vzdálenostně kategorizovaný náhodný model. V případě Ostravska se projevily v území nevhodné artefakty ve spojení s omezeným počtem cílů v některých místech a převládající pěší docházkou do nich, což výsledky znehodnotilo a bylo nutné využít původní neupravený model.

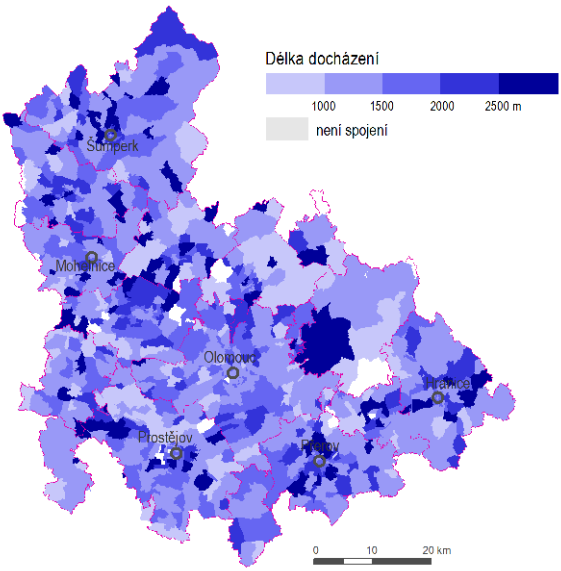
7.2.6.1. Hodnocení dojížďky na Olomoucku

Analyzoval se dojezd z 980 ZSJ k 260 zaměstnavatelům se 100 a více zaměstnanci. Ze všech míst se nepodařilo najít spojení k zaměstnavatelům. Chybí 18 ZSJ, ze kterých se při 100 pokusech nepodařilo najít spojení k významnému zaměstnavateli. Jedná se o řídce obydlené ZSJ (celkem cca 2 000 obyvatel). U poloviny z nich (např. Březina, Javoříčko, Veselíčko, Nový Maletín, Nové Valteřice nebo Dětřichov) je nedostupnost způsobena nastavením limitu pěší docházky při simulaci, v případě zvýšení limitu by spojení bylo nalezeno. U druhé části ZSJ, ve kterých žije cca 1 300 obyvatel (např. Kovářov, Dolní Mladějovice, Mladějovice nebo Lhota nad Moravou) jde o chybějící spojení, které by nesplnilo požadavky simulace (především spojení zpět).

Dojíždění do zaměstnání na Olomoucku je zásadně ovlivněno polohou větších měst, zejména center ORP, v nichž se buď přímo, nebo v nejbližším okolí vyskytuje řada zaměstnavatelů, a to včetně těch významnějších. V rámci těchto



Obr. 99 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den (vlevo) a průměrný počet přesedání za den (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 100 – Průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy při cestě do a ze zaměstnání. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

významných center a nejbližšího okolí jsou obyvatelé schopni se do zaměstnání a zpět přesunout obvykle do 150 minut denně (výjimečně 151–200 minut denně), zároveň jsou to oblasti s nejvyššími podíly docházky pěšky (3–15 %).

Ve většině ZSJ v krajském městě Olomouci, ale také v Přerově a Lipníku nad Bečvou jsou obyvatelé schopni se přesunout dokonce za 100–120 minut denně. Zdánlivě výborné dostupnosti mezi 16 a 150 minutami dosahují také některé další ZSJ v zájmové oblasti, jedná se však o obce, kde je dostupný pouze jeden cíl a to v zásadě pouze pěšky na velké vzdálenosti. Specifická je také oblast Vojenského újezdu Libavá a přilehlých ZSJ (nově vzniklé obce), kde je taktéž dostupný jediný cíl, v závislosti na ZSJ se pak mění vzdálenost a čas pro přesun pěšky. Na většině území kraje cestující potřebují na dopravu k zaměstnavateli cca 151–200 minut, v západní části kraje v ORP Konice a Uničov a dále potom v ORP Hranice převažuje doba dojížďky mezi 251 a 300 minutami. Náročné časové přesuny do zaměstnání (251–300 minut) se vyskytují pouze v několika ZSJ v ORP Hranice a dále také na severu kraje na Šumpersku. Více než 300 minut denně pak musí překonávat obyvatelé pouze dvou periferních ZSJ v západní části Olomouckého kraje (obr. 99 vlevo).

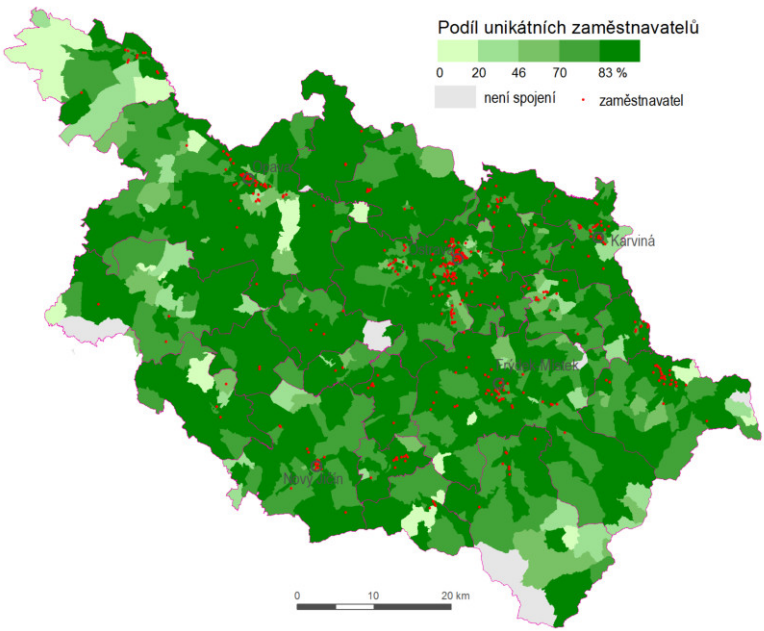
Na většině území (84 % území, 81 % ZSJ) obyvatelé při cestě do a ze zaměstnání denně přestupují maximálně 4krát. Z toho lepší podmínky mají na 18 % plochy, kde je počet přesedání do 3. Ve zbývající části regionu obyvatelé musejí 4krát až 5krát za den přestupovat, což do značné míry souvisí se strategií kraje.

Ta používá místní autobusové linky jako sběrné trasy pro dálkové autobusové linky nebo železniční spoje spojující místní přestupní uzly s centrálními uzly ve větších městech, kde je cestující zpravidla motivován přestoupit podruhé na linky městské hromadné dopravy. Stejná cesta jej poté čeká směrem k bydlišti, přičemž většina ZSJ počítá se čtyřmi přestupy. Pět a více přestupů denně je nutných pouze u 4 ZSJ (obr. 99 vpravo).

Při docházce na zastávku a ze zastávky je nutné počítat přibližně se vzdáleností do 2,5 km za den, výjimečně se objevují delší pěší vzdálenosti, ty však souvisejí s docházkou pěšky až do zaměstnání (obr. 100). Délka docházky je nejnižší především v centrech ORP, kde se vyskytuje vyšší počet zastávek, zatímco ve venkovských oblastech je cestující často odkázán pouze na jednu či dvě zastávky v obci.

7.2.6.2. Hodnocení dojížďky na Ostravsku

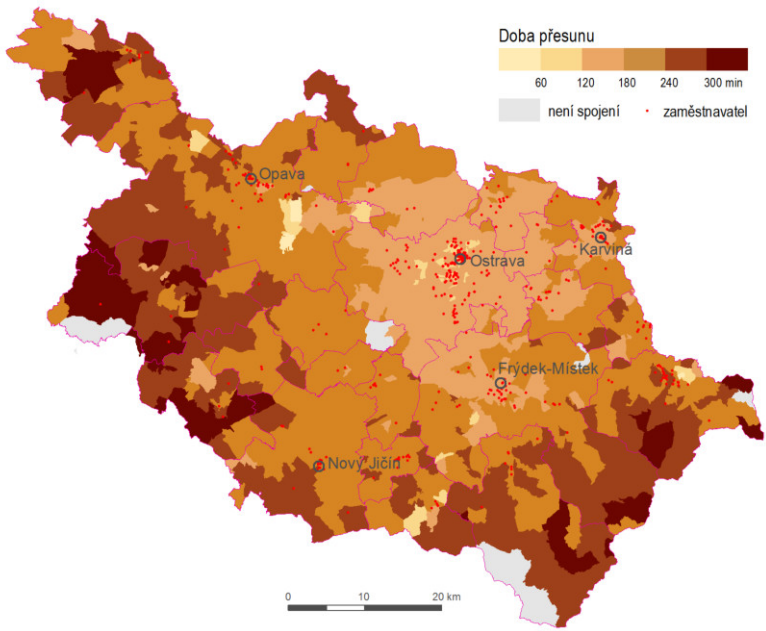
Při hodnocení je třeba vzít v úvahu, že model dojíždění neodpovídá dobře situaci známé ze SLBD, zejména kvůli vysokým podílům dlouhých cest, bohužel se ale nepodařilo připravit lépe odpovídající model. To ovlivňuje zejména vysoké hodnoty doby přesunu a také vyšší než očekávatelné počty přesedání. Další ukazatele by neměly vykazovat výraznější odchylky.



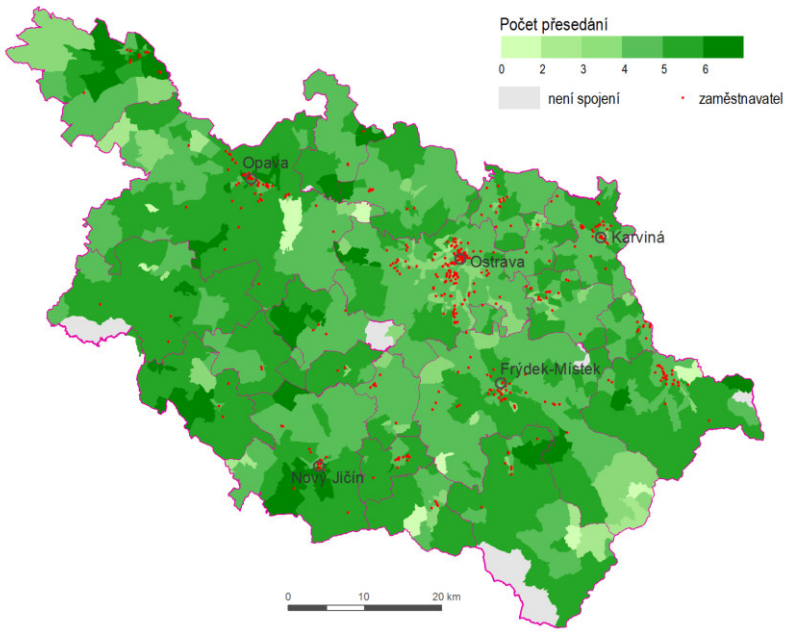
Obr. 101 – Podíl dostupných unikátních zaměstnavatelů. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

Analyzoval se dojezd z 1 136 ZSJ k 482 zaměstnavatelům se 100 a více zaměstnanci. Ze všech míst se nepodařilo najít spojení při 100 pokusech dojížďky k významným zaměstnavatelům, chybí 8 ZSJ. Jsou to v Beskydech hůře umístěné středy ZSJ v horní části obce Čeladná, v části Hlavatá v obci Bílá, ve Slezských Beskydech v obci Nýdek, dále ZSJ Dvořisko v obci Kravaře, ZSJ Podlesí a Staré Oldřůvky ve městě Budišov nad Budišovkou, Zavadovice v obci Dolní Domaslavice a hlavní část obce Jistebník. Ve všech těchto problémových, ale obydlených ZSJ bydlí dohromady 2 010 obyvatel podle SLDB (2011).

Počet dostupných různých zaměstnavatelů z jednotlivých startů (odpovídá procentuálnímu podílu ze 100 simulací) je velmi variabilní a ukazuje na velké rozdíly v pracovní nabídce v regionu (obr. 101). Nejlepší situace s vysokým podílem různých cílů (přes 83 %) je ve velkých městech, v jejich zázemí a aglomeracích. Naopak velmi slabá nabídka zaměstnavatelů (pod 20 % různých cílů) je na Krnovsku (Krasov, Hošťálkovy, Čaková, Úvalno, tj. 4 z 9 obcí této ORP). V ORP Opava má špatnou nabídku dostupných zaměstnavatelů obec Neplachovice, Chabičov jako součást Háje ve Slezsku a pak izolované části města Opava. Podobně v dalších ORP jsou to menší ZSJ izolované od hlavních částí obcí nebo jejich okrajové části V těchto ZSJ bydlí celkem 9 782 obyvatel (SLDB 2011) a jsou mezi nimi i dvě s více než 1 000 obyvateli – Chabičov



Obr. 102 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



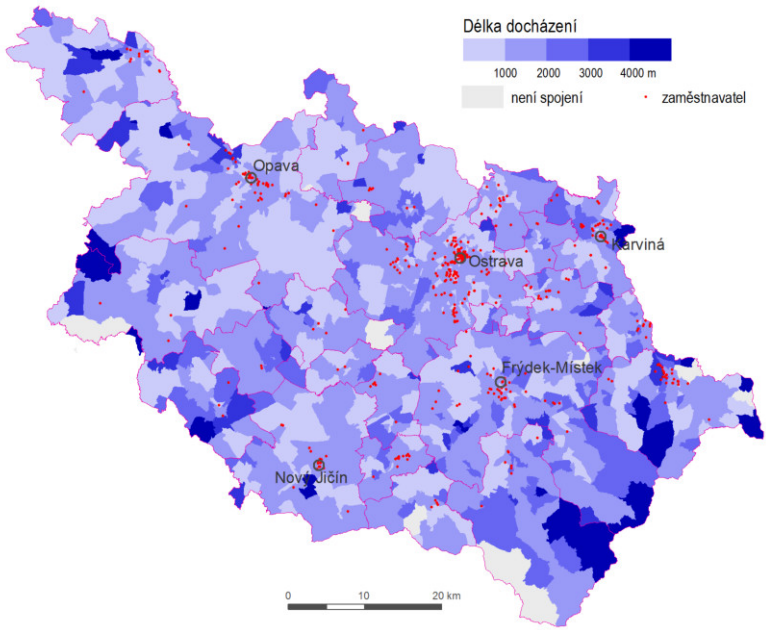
Obr. 103 – Průměrný počet přesedání při cestě do a ze zaměstnání. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

a Suché Lazce, obě ve východní části Opavska. V ORP Ostrava, Nový Jičín, Kopřivnice, Karviná, Orlová, Bohumín se žádná taková ZSJ nenachází.

Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den vykazuje pravidelný nárůst z centra regionu k jeho okrajům (obr. 102), a to i přes zahrnutí zaměstnavatelů z 20km pásma za hranicí. Přesto ne všechny ORP na okraji regionu mají stejně špatnou situaci – výrazně lépe je na tom ORP Nový Jičín a Frenštát pod Radhoštěm. Celkově nejhůře je na tom ORP Vítkov, následují některé části ORP Krnov, Odry, Kravaře, Frýdlant či Třinec, ve kterých očekávaná průměrná doba denního přesunu je více než 5 hodin (celkem 37 ZSJ s 9 204 obyvateli). Při posunutí limitu na 4 hodiny, bylo by takových ZSJ již 267 (počet obyvatel 103 tisíc a přes 2 tisíce obyvatel z nich má Budišov nad Budišovkou, Sídliště Loučka u Nového Jičína, Mořkov, Horní Ves u Vítkova a Suchdol nad Odrou.

Průměrný počet přesedání během dne se u tohoto náhodného výběru zaměstnavatelů pohybuje v rozmezí 0–7 (obr. 103). Projevuje se zde existence dopravních koridorů, kdy kromě ZSJ v Ostravě vykazují nižší počty přestupů i ZSJ, které leží na významných dopravních tazích, např. z Ostravy směrem na Opavu, Beskydy (Frýdlant) nebo Hranice.

Průměrná denní pěší docházka na zastávky veřejné hromadné dopravy se pohybuje cca od 0,5 km do 8,5 km s tím, že ve většině případů je do 2 km

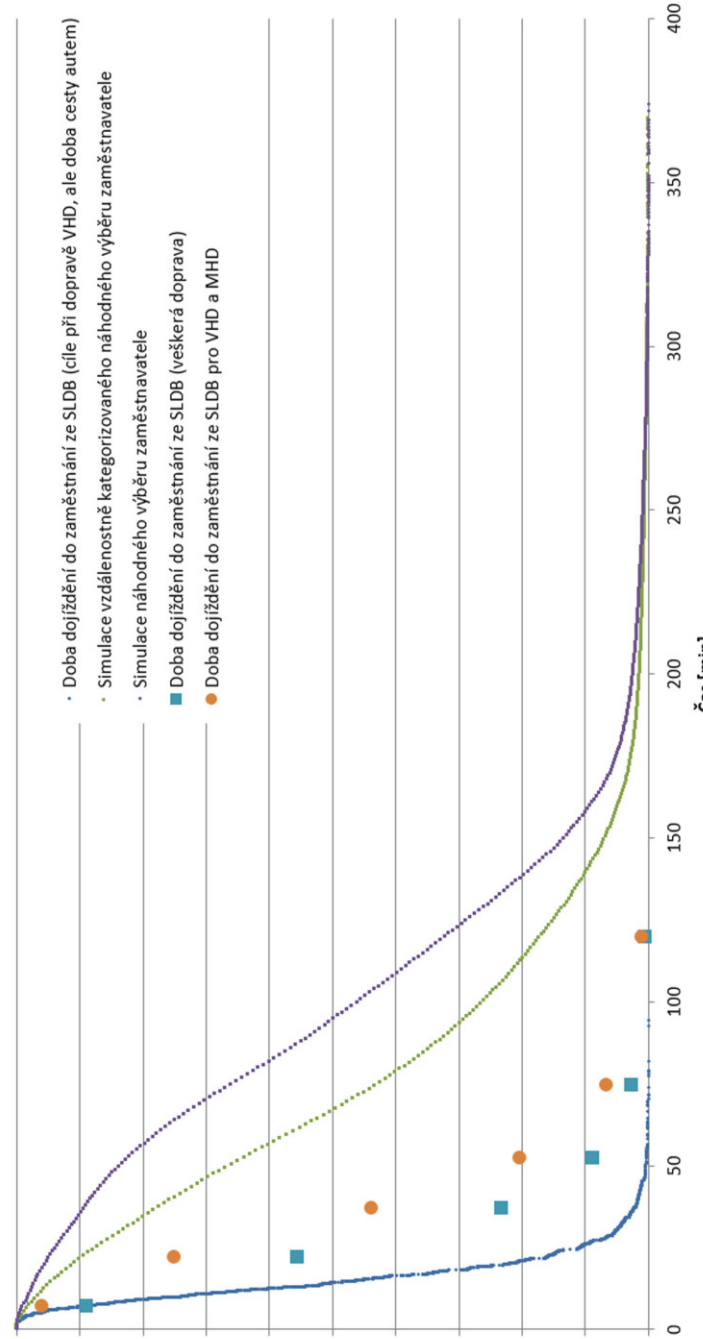


Obr. 104 – Průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy při cestě do a ze zaměstnání. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

(obr 104). Hodnoty přes 5 km jsou především v oblasti Beskyd, dále ve čtyřech ZSJ v okolí Třince, Medlice, Kerhartice a Nové Oldřůvky u Budišovic nad Budišovkou.

7.2.6.3. Validace modelů pro regiony

Podobně jako u měst byla provedena jistá forma částečné validace výsledků. Vzhledem k tomu, že v regionu nebylo prováděno dotazníkové šetření, jedinými využitelnými údaji byly výsledky SLDB (2011). Čas dojíždění je v SLDB kategorizován, tomu odpovídají i bodové údaje v distribuční funkci (reprezentativní hodnotou byl střed časového intervalu). Porovnávaly se výsledky dojížďky do zaměstnání bez ohledu na mód dopravy, s výběrem pro veřejnou hromadnou dopravu a městskou hromadnou dopravou a rovněž jsme zkusili nahradit pro konkrétní cesty z-do doby dojíždění hodnotami času pro individuální automobilovou dopravu. Nejvhodnější pro srovnání se ukázal výběr veřejné hromadné dopravy a městské hromadné dopravy (obr. 105). Z porovnání výsledků vyplývá, že upravený vzdálenostně kategorizovaný náhodný model poskytuje lepší výsledky než primární náhodný model. Vzhledem k velmi omezenému počtu 6 tříd pro data SLDB a stále zjevně odlišnému průběhu nebylo provedeno testování shody. Výsledky jsou podobné jak pro Olomoucko, tak pro Ostravsko.



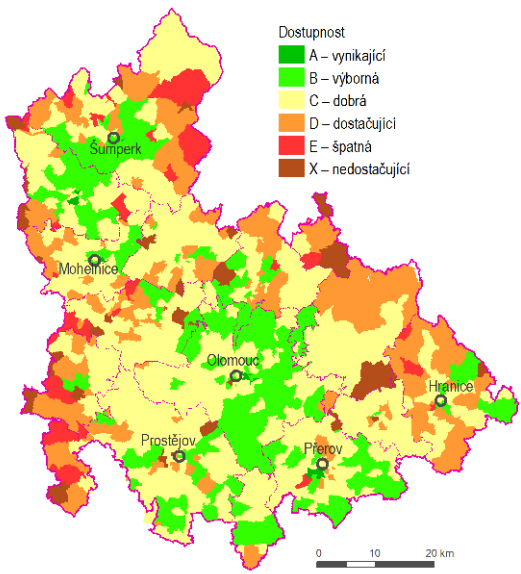
Obr. 105 – Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do zaměstnání ze SLDB pro veřejnou hromadnou dopravu a městskou hromadnou dopravu, SLDB s náhradou za dobu jízdy autem, ze simulací náhodného modelu a simulací vzdálenostně kategorizovaného náhodného modelu pro Olomoucko. Zdroj: SLDB (2011), jízdní řády, vlastní výpočty.

7.2.6.4. Výsledné integrované hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů pro Olomoucko a Ostravsko (regiony)

Většina území kraje vykazuje dobrou dopravní dostupnost. Vynikající, výbornou nebo dobrou dopravní dostupnost má 74 % území, což představuje dokonce 89 % všech obyvatel. Takto hodnocená území jsou situována nejvíce v centrální části kraje (Olomoucko, Šternbersko), dále je také zřejmý výrazný pás mezi Šumperkem a Zábřehem.

Při pohledu na horší kategorie dostupnosti jsou částečně patrné vnější periférie kraje, zejména západní část (Konicko a Prostějovsko) oddělená vojenským újezdem Březina. Tato okrajová periférie je patrná prakticky po celé západní hranici kraje a dále také ve východní části v oblasti Moravského Berouna a Libavé. Také zde je patrný vliv vojenského újezdu v podobě nízké frekvence spojů, nízkého počtu cílů a také delší pěší docházky.

Podle klasifikace dojížďky k zaměstnavatelům Olomoucka (obr. 106) existuje vynikající dostupnost (kategorie dostupnosti A) pouze ve 13 ZSJ rozptýlených po celém území (vyjma Vojenského újezdu Libavá) a tvoří 2 % ZSJ s pouhým 1 % obyvatel. Všechny takto hodnocené ZSJ se vyskytují v severojižní ose kraje, především uvnitř nebo v těsné blízkosti měst Přerov, Olomouc, Zábřeh, Šumperk a Mohelnice. Ve všech případech je vynikající dostupnost způsobena dobrými hodnotami všech dílčích ukazatelů a je tedy možné hovořit o skutečně kvalitní dostupnosti.



Obr. 106 – Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů na Olomoucku ze simulačního modelování. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

Kategorií dostupnosti B bylo klasifikováno 22 % ZSJ s 31 % obyvatel. Nacházejí se především v okolí Olomouce, Prostějova, Přerova, Šumperku, Zábřehu a Mohelnice. Výrazně patrný je dominantní pás mnoha ZSJ spojující Zábřeh a Šumperk, dále potom uskupení většího počtu ZSJ mezi Olomoucí a Šternberkem, a také souvislý pás obcí vybíhající jižním směrem z Olomouce. Většina těchto ZSJ je charakteristická výraznými suburbanizačními procesy a je zde tedy silná vazba na spádové centrum, která je dobře podporována vysokým počtem spojů, bez nutnosti přestupů.

Kategorie dostupnosti C pokrývá nejvýznamnější část regionu – 56 % ZSJ s 51 % obyvatel. Jedná se o širší okolí větších měst, tedy Olomouce, Prostějova, Přerova a Šumperku. U všech těchto měst je kategorií C pokrytá velká část území města včetně jejich zázemí. V případě Olomouce toto zázemí pokrývá většinu celého územ SO ORP Olomouc.

Kategorie dostupnosti D pokrývá také velmi významnou část Olomoucka (18 % ZSJ), avšak s nižším počtem obyvatel (8 %). Nachází se především v okrajových částech regionu, větší část POÚ Hranice, Konice, Šternberk, Šumperk a Mohelnice. Z větší části jde o ZSJ, které jsou vnímány v rámci regionu jako periferní, tedy hůře dostupné a často také s vyšší nezaměstnaností.

Kategorie dostupnosti E pokrývá pouze 3 % ZSJ s 0,6 % obyvatel. Takto špatnou dostupnost mají některé ZSJ většinou rozptýlené či v malých shlucích. Nejvyšší koncentrace ZSJ kategorie E se nachází v západní části regionu v POÚ Konice, a částečně také v POÚ Litovel a POÚ Prostějov. ZSJ kategorie E se nevyskytují v POÚ Olomouc, Lipník nad Bečvou, Hlubočky, Uničov, Mohelnice a Kojetín. Ve většině ZSJ je špatná dostupnosti způsobena dlouhou dobou přesunu, případně vyšším počtem přestupů.

Kategorie nejhorší dostupnosti X má 2,4 % obyvatel (téměř 14 000). ZSJ této kategorie se vyskytují izolovaně při okraji regionu, ale také na některých místech uvnitř. Nejvíce ZSJ kategorie X (celkem 5) se nachází v POÚ Litovel, Konice, Prostějov a Moravský Beroun. Velmi často je takto špatná dostupnost způsobena absencí dostupného cíle, nebo např. pouze jedním dostupným cílem. Ostatní hodnocené ukazatele jsou obvykle výrazně příznivější.

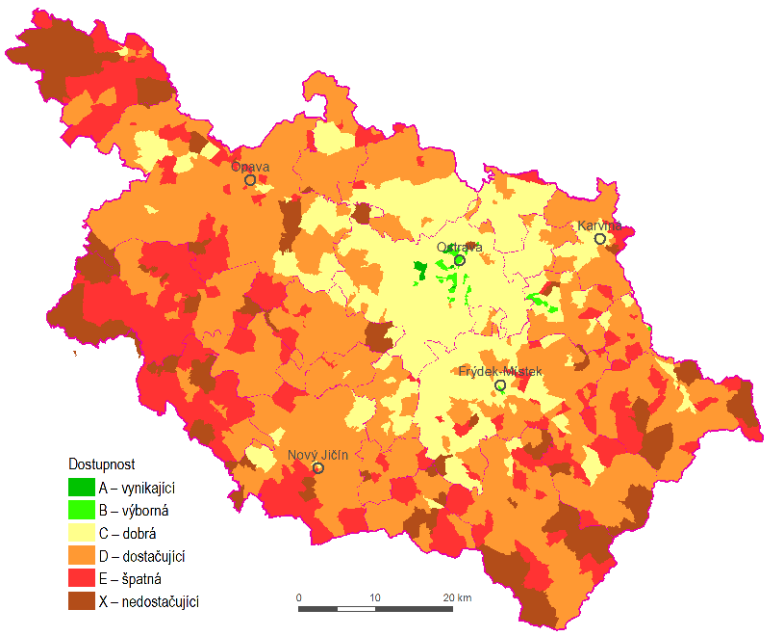
Nejlepší dopravní dostupnost zaměstnavatelů na Ostravsku (klasifikovanou v kategorii A) má pouze 6 ZSJ (pouze 2 300 obyvatel) v Ostravě, zahrnující významná nádraží (Ostrava-Svinov, hlavní nádraží, Vítkovice), 2 ZSJ sousedící s nádražím Ostrava-Svinov a 1 ZSJ v centru Mariánských Hor (obr. 107).

Výborně dostupných ZSJ řazených do kategorie B je 32, což reprezentuje 3 % ZSJ a 4 % podle počtu obyvatel. Nacházejí se nejvíce v centru Ostravy, prakticky celé centrum Moravské Ostravy, od Fifejd a autobusového nádraží až po Přívoz; dále Mariánské Hory až k ulici Mariánskohorská, větší část Vítkovic, některé ZSJ v Hrabůvce, Kunčicích i Slezské Ostravě, ve Svinově při křížení dálnice D1 s Rudnou; dále Havířov (5 ZSJ od nádraží do centra), střed Frýdku-Místku a střed Českého Těšína. Takto klasifikovány byly tedy opět dopravní uzly a zejména centrální části tří významných měst na jihovýchodě regionu,

odkud jsou nejlépe dostupní významní zaměstnavatelé (projevuje se jejich blízkost i rozvinutější dopravní infrastruktura). Důvodem snížené klasifikace středů mimoostravských měst je především delší průměrná doba cestování, zatímco v Ostravě je zpravidla důvodem vyšší průměrný počet přesedání.

Kategorie C dosáhlo 41 % ZSJ, kde bydlí 54 % obyvatel regionu. Spadá do ní prakticky celé zbývající město Ostrava vyjma několika málo hůře klasifikovaných ZSJ, všechny okolní obce vyjma Jistebníku, obce kolem údolí říčky Porubky, Děhylov a Dobroslavice, některé odlehlejší části sousedících obcí, větší část Karviné, Havířova, některé obce v okrese Frýdek-Místek a Nový Jičín. Specificky jsou upřednostňovány dopravní uzly v obcích, např. ZSJ u nádraží (např. ve Studénce, Krnově, Opavě), ale také ZSJ podél některých významných silnic (např. I/11 Opava-Bruntál) nebo obce podél cesty Ostrava – Frenštát a Rožnov pod Radhoštěm.

Na ni navazuje území kategorie D, které zaujímá stejnou plochu regionu – 41 % ZSJ s 33 % obyvatel. Nejde přitom o pouze rurální oblasti, zasahuje i většinu plochy významných měst, jako je Krnov, Opava, Nový Jičín, Frenštát, Kopřivnice, Karviná atd., které nemají tak výhodnou polohu vůči většině významných zaměstnavatelů, což je ovšem ovlivněno tímto typem analýzy. Při jižním a západním okraji regionu, kde při hranicích převažují špatně dostupné



Obr. 107 – Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů na Ostravsku ze simulačního modelování. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

ZSJ, se tato kategorie vyskytuje na hlavních dopravních tazích. Většina území je takto klasifikována kvůli dlouhé době dojíždění a většímu počtu přesedání.

Území kategorie E označené za území se špatnou dostupností pokrývá 15 % ZSJ se 7 % obyvatel. Dominuje především v Oderských vrších (POÚ Vítkov a Odry), Krnovsku, jihozápadním okraji Novojičínska (převážně Starý Jičín) a řada nesouvislých menších území (často 1–3 ZSJ) v Beskydech a v Podbeskydí. Zpravidla jde o méně dopravně vhodně situované obce a ZSJ, např. ve vedlejších údolích či okrajích jinak dobře dostupných obcí (např. Lubno v rámci Frýdlantu nad Ostravicí). Důvodem klasifikace jsou především dlouhé doby dopravy a počty přesedání.

Nejhorší dostupnost (kategorie X) je evidována v 7 % ZSJ s 2 % obyvatel, které se nacházejí zejména při západním a jihozápadním okraji regionu, a to i přesto, že byla analyzována dojížďka k velkým zaměstnavatelům až 20 km za hranicí regionu. Naznačuje se tak snížená dopravní dostupnost vnitřních periferií na hranicích krajů. Tyto ZSJ mají velkou rozlohu, ale zároveň nízkou hustotu komunikací a rozsáhlé lesní plochy. Naopak špatně dostupná území se vyskytují daleko méně podél hranice s Polskem (i když se neevidovali žádní zahraniční zaměstnavatelé), což ukazuje na dobrou dopravní situaci v pohraničí (kvalitní komunikace) a dostatek zaměstnavatelů v blízkosti. V Ostravě k nejhůře dostupným územím patří Muglinov (přes 3 000 obyvatel) kvůli velmi malému počtu dostupných významných zaměstnavatelů (pouze 23 %, i když s relativně dobrou dobou přesunu i příznivou krátkou pěší docházkou), v blízkosti Ostravy s více než 1 000 obyvateli k nim patří Jistebník střed obce (prakticky všechny ukazatele velmi špatné), Chabičov a Suché Lazce. Ve větší vzdálenosti pak v okolí Budišova nad Budišovkou, v Beskydech (málo obydlené odlehlé části zejména kvůli dlouhé pěší docházce, zatímco více obydlené pak zejména kvůli dlouhé době přesunu), na Třinecku (nízký podíl dostupných cílů a dlouhá pěší docházka), obce na Krnovsku (zejména díky periferní poloze malý podíl dostupných cílů).

7.3. Hodnocení dostupnosti obchodních center

Při analýze byla zkoumána dostupnost obchodních center definovaných jako obchodní místa s prodejní plochou větší než 2 500 m^2 pro potřeby velkého nákupu. Do obchodních center byly zahrnuty i osamocené hypermarkety (obchody splňující podmínku minimální prodejní plochy), protože také nabízejí široký sortiment nepotravinářského zboží a podle průzkumů se v nich realizuje například 30 % nákupů hraček či 15 % nákupu oblečení (Cimler a kol. 2007). V Ostravě bylo zdokumentováno 24 obchodních center, v Olomouci 7. Z každého startovního místa ve městech Ostrava a Olomouc byly zjišťovány parametry dopravních spojení hromadnou dopravou pro dva scénáře – dojížďka do nejdostupnějšího obchodního centra bez ohledu na jeho velikost a sortiment a dojížďka do obchodního centra vybraného na základě jeho

přitažlivosti (atraktivnost obchodu vyjádřená odmocninou prodejní plochy). Cílem bylo opět prověřit několik možných modelů, zjistit rozdíly mezi nimi a dopad na hodnocení dostupnosti obchodního centra a vybrat vhodný model pro reprezentaci situace ve městě. K tomu bylo využito i částečné validace srovnáním s výsledky dotazníkového šetření.

Pro první situaci byly testovány tři varianty dojížďky veřejnou hromadnou dopravou – v pracovní den nejrychlejším a v pracovní den nejpohodlnějším spojením, a v sobotu nejrychlejším spojením.

Druhý scénář (gravitační) ukazuje jiný pravděpodobný model, který ale nemusí být již tak příznivý z hlediska dojížďky veřejnou hromadnou dopravou.

7.3.1. Scénář dojížďky hromadnou dopravou do nejdostupnějšího obchodního centra

Scénář předpokládal cestu do obchodního centra, velký nákup o délce jedné hodiny a návrat zpátky domů. Scénář se testoval pouze pro města Olomouc a Ostrava, nikoli pro regiony, a to z důvodu absence vhodných dat pro kalibraci příslušných vzdálenostních funkcí. Nastavení zahrnovalo dojezd nejpozději na 15. hodinu s časovou tolerancí 5 minut, maximální pěší chůzí (vč. docházky na zastávku) 2 km. Velikost prodejní plochy byla nastavena jako konstanta (tudíž nemá žádný vliv na preferenci jednotlivých obchodů). Osoba, typ dne a způsob optimalizace dopravního spojení se lišily podle tří variant:

- osoba Věra (věkový interval 65–74, důchodce, maximální časový interval 6:00–22:00), nejrychlejší spojení v pracovní den
- osoba Věra, spojení s nejmenším počtem přesedání v pracovní den
- osoba Klára (věkový interval 25–34, pracující, maximální časový interval 6:00–22:00), nejrychlejší spojení o víkendu.

Zejména pro důchodce může být podstatná preference volby spojení s minimem přesedání.

7.3.1.1. Hodnocení pro Olomouc

Při srovnávání rozlohy moderních nákupních ploch zaujímá Olomouc v Česku druhou příčku, kdy na tisíc obyvatel připadá více než 1 400 metrů čtverečních nákupní plochy. Jedná se o nákupní centra, která obsahují kromě malých specializovaných prodejen také hypermarket zaujímající velkou část celé prodejní plochy.

Na základě validace výsledků (podkapitola 7.3.3.) se pro Olomouc tento model (dojížďka do nejdostupnějšího obchodního centra) ukázal jako nejpravděpodobnější. I u něho se však ukazují jisté menší rozdíly v závislosti na zvoleném typu osoby, typu dne a způsobu optimalizace dopravního spojení. Přitom byl sledován zejména výběr cíle (resp. spádovost obchodního centra), doba přesunu a počet přesedání jako u jiných hodnocení dostupnosti.

Z každého startovního místa je vždy dostupné alespoň jedno obchodní centrum. Většina obchodních center je lokalizována na okrajích kompaktně zastavěné plochy nebo až za její hranicí, výjimkou je hypermarket Kaufland a nové obchodní centrum Galerie Šantovka, které od konce roku 2013 stojí v samotném centru města (prodejní plocha přibližně 46 000 m^2 s plochou hypermarketu 2 500 m^2). Při simulaci bylo zjištěno, že vznikají nespojité spádové oblasti. Většině obchodních center chybí obslužnost nebo v porovnání s dostupností jiného hypermarketu není přesun dostatečně atraktivní. Vzhledem ke skutečnosti, že většina linek hromadné dopravy je trasována z okrajové části města do centra, z celkového počtu sedmi obchodních center jsou nejdostupnější Galerie Šantovka a Kaufland v samotném centru města, a to pro 70–75 % ZSJ v závislosti na nastavení parametrů.

Při hypotetickém modelování dojíždění do 5 obchodních center v Olomouci, Klapka a kol. (2013) zjistili, že téměř 45 % domácností by mělo spádovat do Galerie Šantovka, do Obchodního centra Haná 22 %, Olympia 14 %, Olomouc City 13 % a Prior 6 %.

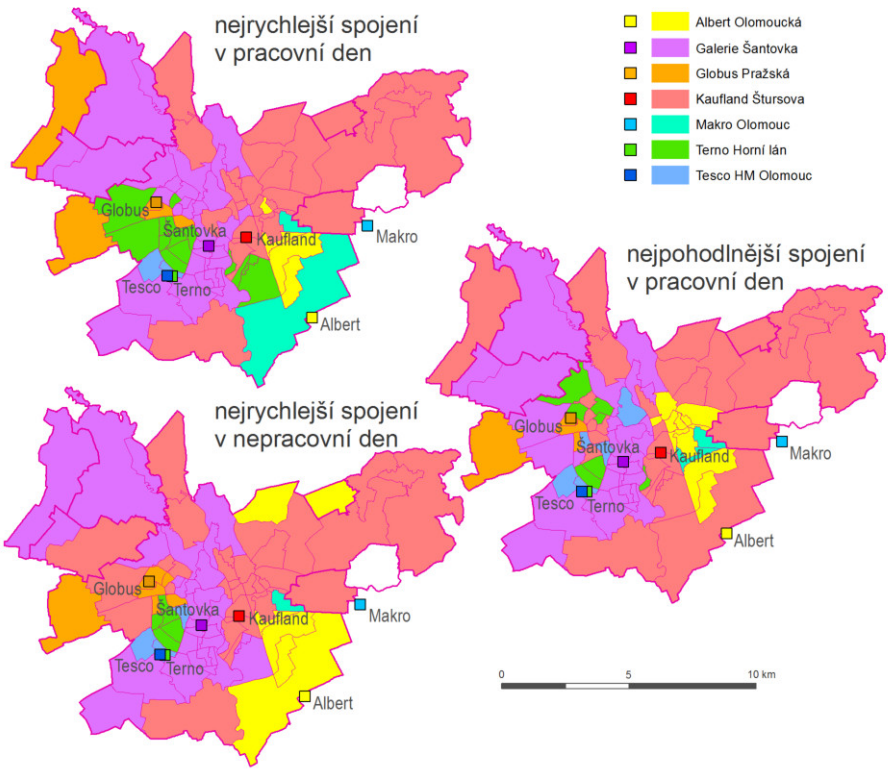
Při detailním hodnocení nejrychlejšího spojení v pracovní den (obr. 108) je patrná nejomezenější dostupnost hypermarketu Makro Olomouc a Tesco HM Olomouc, do kterých spádují pouze dvě ZSJ. V případě Makra se dokonce jedná o průmyslové oblasti bez městské zástavby, nicméně zde se z důvodu nakupování (zejména pro maloobchod) nepředpokládá poptávka po přepravě. Značně nespojité plochy vytvářejí také spádové oblasti pro Terno, Albert Olomoucká a Globus, které jsou nejrychleji dostupné především z okrajových částí kompaktní zástavby v poměrně blízké vzdálenosti od hypermarketu. Výjimku tvoří ZSJ na jihovýchod od centra spádující do Terna, odkud resident musí buď ujít velkou vzdálenost pěšky, nebo využít okružní jízdu směrem na Horní Lán k hypermarketu Terno. Ostatní ZSJ jsou rozděleny mezi obchodní centra Galerie Šantovka a Kaufland.

Při porovnání nejrychlejšího a nejpohodlnějšího (obr. 108) spojení v pracovní den došlo v případě spojení s nejmenším počtem přestupů k několika změnám především západně od centra a v jihovýchodní části města. Oblast okolo autobusového nádraží je nejvíce spojena s hypermarketem Makro Olomouc, okolní ZSJ spádují do Alberta na jihovýchodě. Ostatní ZSJ ve východní části mají nejpohodlnější spojení do Kauflandu. Původně kompaktní spádové oblasti na západ od centra si poměrně nerovnoměrně rozdělila obchodní centra Tesco, Terno, Globus a Kaufland v závislosti na přímých spojích z nejbližších zastávek v ZSJ.

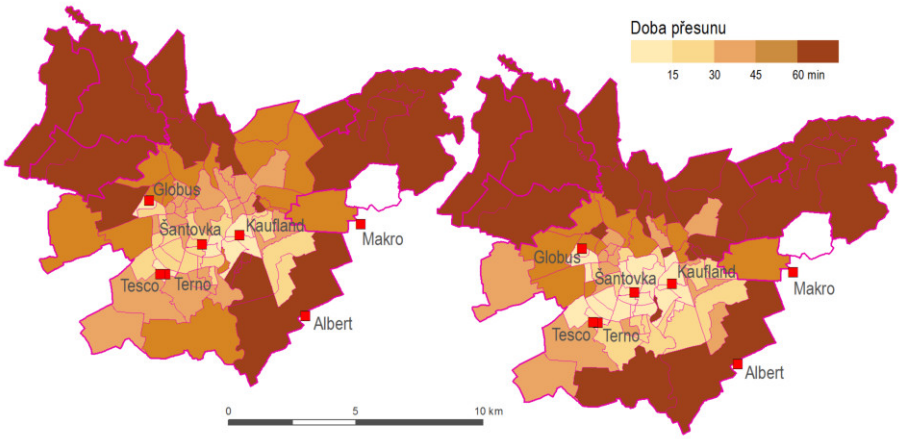
Nejrychlejší spojení o víkendu v sobotu (obr. 108) se od pracovního dne liší opět především v jihovýchodní oblasti a západně od centra. Značná část jihovýchodu má o víkendu nejrychlejší spojení do prodejny Albert, stejně jako dvě ZSJ na severu, kde spoj projíždí přes hlavní nádraží právě do tohoto hypermarketu. Makro má nejrychlejší spojení pouze z jediné průmyslové ZSJ na východě s minimální hustotou zalidnění. V západní oblasti od centra

některé ZSJ blízko Globusu spádují právě do tohoto nákupního centra, snížila se však dostupnost Terna ve prospěch Kauflandu a Tesca ve prospěch Šantovky a Globusu. O víkendu jsou hypermarkety Terno a Tesco atraktivní pouze pro residenty ZSJ v okolí hypermarketu, z ostatních ZSJ existuje rychlejší spojení do obchodních center ve středu města. Do Galerie Šantovka spádují ZSJ v koridoru tvořeném oblastí od severozápadu přes centrum až po jihozápad. Do Kauflandu ve východní části od centra pak ZSJ ležící na východ od hypermarketu, při zohlednění nejmenšího počtu přestupů pak také ZSJ na jihu a jihovýchodě a pro spádovost o víkendu ZSJ východně od centra města.

Nejkratší přesuny mezi bydlištěm a obchodním centrem za den v rozmezí 4 až 15 minut jsou možné pouze pěšky k nejbližšímu z pěti center kromě hypermarketů Makro a Albert. Jde o jednosměrné vzdálenosti chůzí zhruba 200 až 500 metrů. Nejdelší čas vykazují ZSJ severozápadně, severovýchodně a jihovýchodně od centra (přibližně 60 až 80 minut za den), což souvisí mimo jiné i s polohou obchodních center, které jsou umístěné ve středu nebo směrem



Obr. 108 – Spádové oblasti pro nejdostupnější obchodní centrum pro různé varianty spojení a dne. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 109 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a obchodním centrem v pracovní den (vlevo nejrychlejší spojení, vpravo nejpohodlnější spojení). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

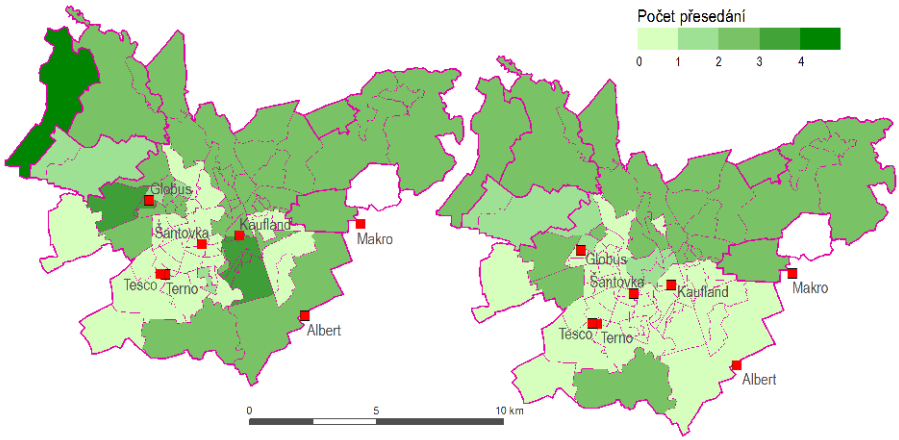
na východ a jihovýchod (obr. 109). Při srovnání s víkendem dochází k výraznému zlepšení jihovýchodní oblasti, což je dáno změnou spádovosti z Makra do Alberta.

Celkově lze hodnotit rozdíly mezi pracovním dnem a víkendem jako minimální. Proto jsou nadále prezentovány pouze výsledky za pracovní den.

V případě srovnání nejrychlejšího a nejpohodlnějšího spojení v pracovní den dochází při méně přestupech k prodloužení času cestování. Výraznější navýšení času až na dvojnásobek se týká okrajových částí zájmové oblasti především severovýchodně a jihozápadně, kde cestující musí využít okružní linku za cenu méně přestupů (obr. 110).

Centrum a východ až jihovýchod, které vykazují nejrychlejší spojení (max. 30 minut jednosměrně bez ohledu na den v týdnu), mají zároveň nejkomfortnější spojení z hlediska počtu přestupů veřejnou dopravou (0 až 1 přestup za den). Ve východní části města se však nacházejí tři hypermarkety (Tesco, Terno a Globus), které jsou nejdostupnější většinou pouze z okolních ZSJ pěšky, tedy bez přestupu, v některých případech existuje spojení s nejméně přestupy také z některých blízkých ZSJ. Rozlohou jsou tyto tři hypermarkety nejdostupnější pouze pro přibližně 20 % ZSJ. Z většiny ZSJ je nutné při přesunu za nákupem do obchodního centra maximálně jednou za cestu přestupovat (obr. 110).

Kromě okrajové ZSJ na severozápadě dosahují vysokého počtu přestupů také ZSJ blízko centra, které jsou nejrychleji propojitelné s poměrně vzdáleným hypermarketem Terno na jihozápadě. V případě nejkomfortnějšího spojení právě tyto ZSJ mění svou spádovost, západní ZSJ k obchodnímu centru Galerie



Obr. 110 – Průměrný počet přesedání při návštěvě obchodního centra (pracovní den, vlevo nejrychlejší spojení a vpravo nejpohodlnější spojení). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

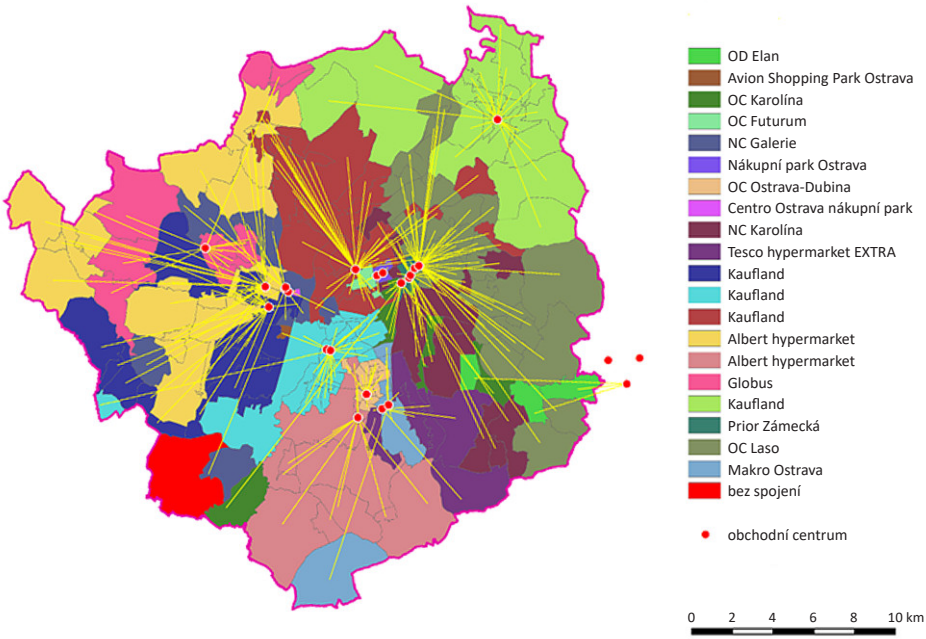
Šantovka v západní části centra a jihovýchodní ZSJ ke Kauflandu ve východní části od centra.

Závěrem lze konstatovat, že z pohledu veřejné dopravy je nejlépe dostupný hypermarket Kaufland a těsně na druhém místě Galerie Šantovka. Do ostatních obchodních center je dojížďka pomocí městské hromadné dopravy také možná, avšak podle simulací jsou do značné míry odkázané především na zákazníky v docházkové vzdálenosti nebo s možností dojížďky individuální dopravou.

7.3.1.2. Hodnocení pro Ostravu

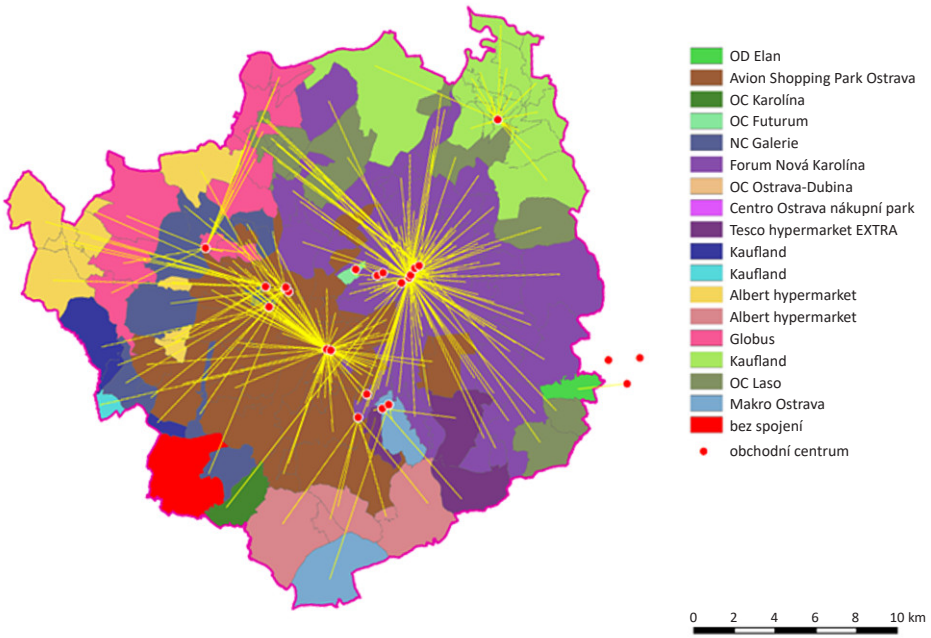
Na základě částečné validace výsledků se tento typ modelu pro Ostravu ukázal jako málo pravděpodobný, proto jsou zde prezentovány jen některé obecně platné výsledky.

Za předpokladu cestování veřejnou hromadnou dopravou do nejdostupnějšího obchodního centra bez ohledu na konkrétní obchodní centrum a jeho velikost, vzniknou modelováním relativně členité a nespojité spádové oblasti (obr. 111). Některá obchodní centra se vůbec nenabízejí, a to kvůli zastínění jiným blízkým hypermarketem, např. Tesco hypermarket v Havířově, nebo je kvůli zastínění výhodný jen pro relativně malé území. Extrémní situace vznikla v případě blízkých obchodních center Avion Shopping Park a Kaufland, kdy první z nich je při cestě veřejnou hromadnou dopravou znevýhodněn delší vzdáleností na zastávku veřejné hromadné dopravy. To se ukazuje jako nevýhoda tohoto modelování a vzniká potřeba vytvářet místně agregované obchodní centra.



Obr. 111 – Spádové oblasti pro nejdostupnější obchodní centrum (pracovní den, nejrychlejší spojení). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

Při analýze výsledků modelování byla nalezena pouze jedna ZSJ, a to Jistebník hlavní část obce, ze které není možné vůbec veřejnou hromadnou dopravou při daném nastavení dojet na velký nákup do kteréhokoliv z obchodních center Ostravska, a to kvůli nenavazujícímu autobusovému a vlakovému spojení. Existuje ještě několik dalších ZSJ, ze kterých je tak špatné spojení, že ho lze pro tento účel jen problematicky využít. Jde například o ZSJ Ústřední hřbitov na Slezské Ostravě, z kterého v sobotu existuje jen ranní spoj v 8:52, což limituje nabídku otevřených obchodních center. O víkendu je pak situace výrazněji odlišná. Z dalších 10 ZSJ není prakticky možné dojet na nákup do některého z obchodních center na Ostravsku. Jde například o Dolní Lhotu a Čavisov (nabízí se pouze spojení tramvají ze vzdálené zastávky) nebo o Oprechtice, které sice leží vedle železniční trati, ale nemají železniční stanici a autobusová doprava je o víkendu velmi omezená. Dále například jsou to ZSJ Salma a Pikartská, které mají sice v bezprostřední blízkosti zastávky městské hromadné dopravy, nicméně o víkendu jezdí ve velkých intervalech, a proto nenabízí vhodná spojení. Je zajímavé, že i přes podobné přímé vzdálenosti do obchodních center má východní a severní část území mnohem jednodušší spádové oblasti než zejména západní část Ostravska. Tato určitá monotónnost nabídky ukazuje na pravděpodobnou malou pestrost spojení a jednotvárnost vedení spojů (nebo malou hustotu zastávek), které vůbec neumožňují



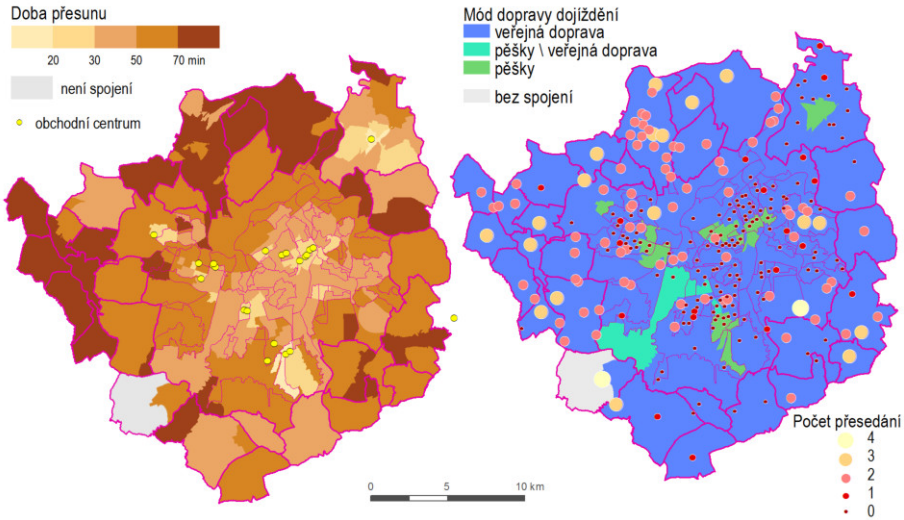
Obr. 112 – Spádové oblasti pro nejpřitažlivější obchodní centrum (pracovní den, nejrychlejší spojení). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

dojíždět do obchodních center v Havířově (kromě obchodního domu Elán), ani v Ostravě-Jih z východu (vliv velkého areálu ArcelorMittal).

V některých částech území je dostupnost do jiných částí Ostravska silně limitovaná, což potvrzují výsledky studie dojížďky do zaměstnání. Takovým územím je například Bohumínsko, které je i přes spojení dálnicí a několika železničními tratěmi od nabízeného servisu značně odděleno díky špatným spojením. Jak je zřejmé, z velké části území na severu se nabízí nejlepší spojení do jednoho Kauflandu v Bohumíně.

7.3.2. Scénář dojížďky hromadnou dopravou do obchodního centra vybraného na základě gravitačního modelu

Scénář opět předpokládá realizaci velkého nákupu o délce jedna hodina v obchodním centru a návrat zpátky domů, tentokrát se však vybírá obchod podle přitažlivosti vypočtené z kombinace hodnoty vzdálenostní funkce a atraktivnosti obchodu vyjádřené odmocninou prodejní plochy. Ostatní parametry zůstaly při simulaci stejné, tj. dojezd nejpozději na 15. hodinu, časová tolerance pět minut, maximální pěší chůze (vč. docházky na zastávku) jsou 2 km, osoba Věra (věkový interval 65–74, důchodce, maximální časový interval 6:00–22:00), pracovní den, nejrychlejší spojení. Další varianty se nepočítaly pro očekávaný



Obr. 113 – Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a obchodním centrem (vlevo) a průměrný počet přesedání (vpravo) (cesta tam a zpět, nejrychlejší spojení, pracovní den). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

malý rozdíl výsledků. Výsledný model byl úspěšně validován pro Ostravu, ne však pro Olomouc, proto zde prezentujeme výsledky pouze pro Ostravu.

V Ostravě z hlediska možnosti dojíždění do alespoň jednoho cíle zůstala situace pochopitelně stejná jako při analýze dojížďky do nejbližšího obchodního centra (jediná nedostupná je ZSJ Jistebník). Výběr cílového obchodního centra se ale výrazně změnil. Zatímco v případě nejdostupnějšího obchodního centra byla spádová oblast největšího ostravského centra Avion Shopping (85 100 m^2) nereálně malá, v tomto modelu se plně ukazuje síla tohoto centra, které zde přitahuje 74 ZSJ s téměř 137 tisíci obyvatel. Druhým nejvýraznějším centrem je Forum Nová Karolina se 113 ZSJ s celkovým počtem 129 tisíc obyvatel. S výrazným odstupem následují Kaufland (21 ZSJ, 25 tisíc obyvatel), NC Galerie (15 ZSJ, 17 tisíc obyvatel), Obchodní dům Laso (14 ZSJ, 19,5 tisíce obyvatel) a Globus (13 ZSJ, ale téměř 27 tisíc obyvatel). Situace řady ZSJ na periferii Ostravy ale zůstala s výběrem cíle stejná (obr. 112).

Průměrná doba přesunu je přibližně 50 minut (tam a zpět) (obr. 113 vlevo). Nejkratší dobu přesunu vykazuje hlavní obydlené území Ostravy (do 30 minut), ale poněkud překvapivě i Bohumína (důsledek dojíždění a docházení do jediného místního hypermarketu Kaufland). Naopak z území Ostravy mají nejhorší možnosti západní okraj Ostravy-Poruby a část Pustkovce (60–70 minut). Mimo Ostravu a Bohumín je lepší situace pouze v několika obcích, které leží na významných dopravních trasách, a naopak nejhorší doba přesunu je z obcí na západním a jihozápadním okraji území (Kyjovice, Zbyslavice, Košatka atd.).

Bez přesedání je možné dojet do nejpřitažlivějšího obchodního centra ze 107 ZSJ (a rovněž přímé spojení na cestě zpět). Již však z 39 ZSJ musí cestovat s více než jedním přesedáním na každé cestě (celkově tři nebo čtyři přesedání za den), což již stěží bude pro obyvatele akceptovatelné. Z obrázku 113 vpravo je zřejmé, že tuto situaci mají jak některá periferní sídla, tak překvapivě i některé vnitřní ZSJ v Ostravě, například ZSJ v Martinově či v Heřmanicích nebo Slezské Ostravě.

7.3.3. Validace modelů pro obchodní centrum

Pro validaci nelze využít SLDB, protože neobsahuje informace o dojíždění do obchodu za účelem nakupování. Nelze ani přímo využít údaje z dotazníkového šetření, protože nejsou rozlišeny různé velikosti nákupů a v případě výběru známých obchodních center jako cílů byly počty takových záznamů nízké. Zaměřili jsme se při validaci modelu na otázku, zda je pro dané město více odpovídající model náhodného výběru obchodního centra, nejbližšího obchodního centra nebo gravitačně nejsilnějšího obchodního centra. Z každého startu se vyhodnotila euklidovská vzdálenost do všech obchodních center, obchodních centra se podle ní seřadila a zapsalo se pořadí v dotazníku vybraného obchodního centra. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 21.

V případě Olomouce je zjevné, že se skutečně nakupující rozhodují v polovině případů pro nejbližší obchodní centrum. Podíl výběru vzdálenějších obchodních center rovnoměrně klesá, s výjimkou pátého pořadí. Existence anomálie zřejmě souvisí se strukturou nabídky. Při rozboru, která obchodní centra jsou vybírána v tomto vzdálenějším pořadí, se ukázala jasná dominance obchodního centra Globus (15 z 23). To potvrzuje výsledky obecnější analýzy, která obchodní centra jsou vybírána, pokud nejsou nejbližší (tab. 22). Je zřejmé, že je to právě Globus, následovaný obchodním centrem Haná a Kauflandem.

Tab. 21 – Pořadí obchodních center podle euklidovské vzdálenosti od startu, počet a podíl skutečně vybraných obchodních center

Pořadí	Olomouc		Ostrava	
	počet	%	počet	%
1	94	50,5	5	7,5
2	34	18,3	4	6,0
3	16	8,6	2	3,0
4	14	7,5	2	3,0
5	23	12,4	5	7,5
6	2	1,1	2	3,0
7	3	1,6	3	4,5

Zdroj: vlastní šetření

Tab. 22 – Preference výběru obchodního centra v Olomouci, vyjma nejbližšího obchodního centra

Obchodní centrum	Počet	Prodejní plocha (v m^2)
Globus, Olomouc City	27	11 000
Obchodní centrum Haná	24	5 500
Kaufland Olomouc	21	3 000
Šantovka	9	46 000
Obchodní centrum Olympia	7	5 778
Terno supermarket	3	2 750
Makro Olomouc	1	8 000

Zdroj: vlastní šetření, Incoma Gfk (2015)

Tab. 23 – Preference výběru obchodní centra v Ostravě, vyjma nejbližšího obchodního centra

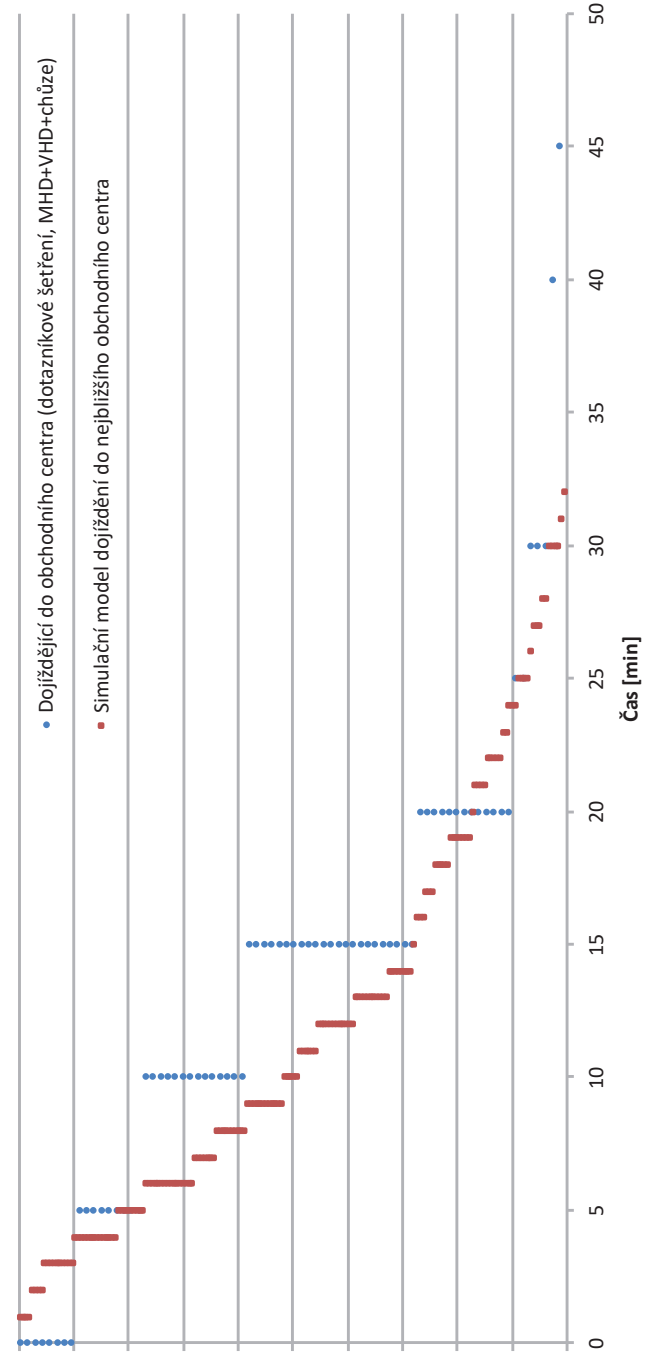
Obchodní centrum	Počet	Prodejní plocha (v m^2)
Avion Shopping Park	19	85 100
Obchodní centrum Forum Nová Karolina	16	58 000
Tesco Ostrava	12	12 000
Globus Ostrava	8	12 000
Interspar Opavská Ostrava	2	3 800
Futurum	2	21 500
Obchodní centrum Havířov	1	16 000
Obchodní dům Elan	1	8 000
Interspar Francouzská Ostrava	1	3 800

Zdroj: vlastní šetření, Incoma Gfk (2015)

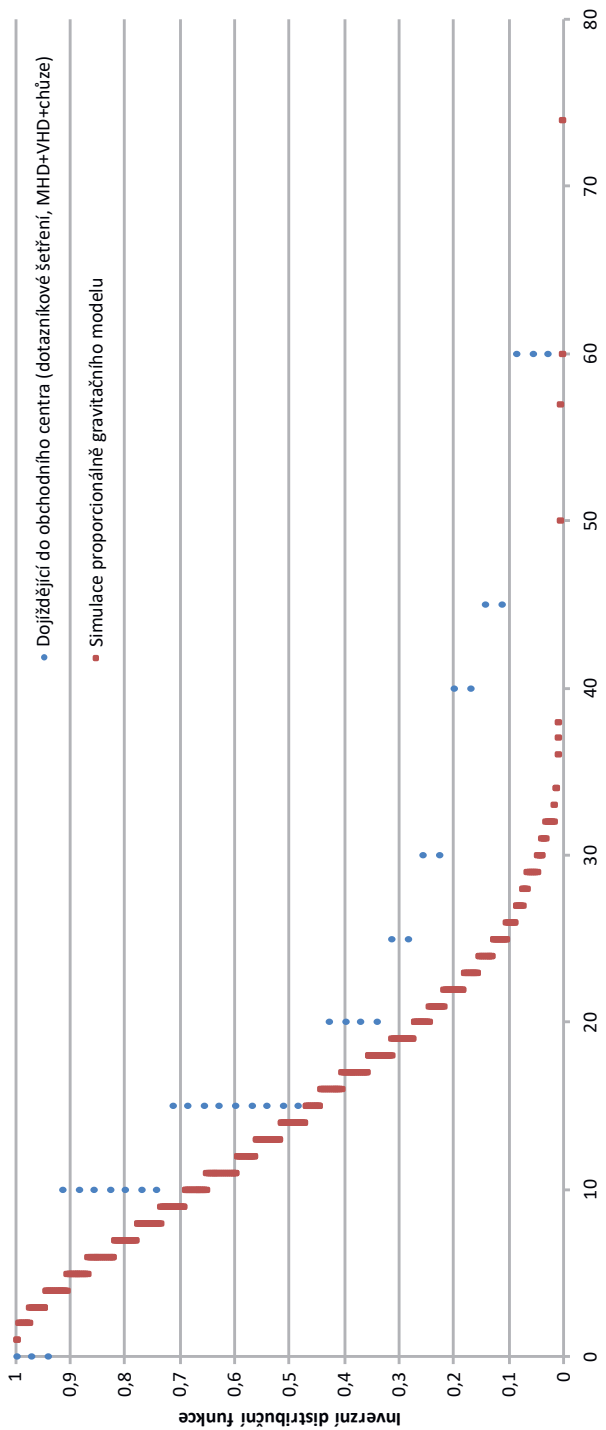
Rovněž se ukázalo, že v tomto výběru nehraje významnou roli velikost prodejní plochy.

Naproti tomu dotazníkové šetření v Ostravě žádnou preferenci nejbližšího obchodního centra neukazuje (tab. 21). Podíly jsou vyrovnané. Pokud jde o výběr vzdálenějších obchodních center, mezi nimi dominuje Avion Shopping Park, následovaný obchodním centrem Karolina, Tesco a Globus (tab. 23). Zde se již vazba na velikost prodejního plochy projevuje.

Provedení částečné validace podobné postupu u zaměstnání je problematické, zejména proto, že hodnotíme z každého místa dojezd jen do jednoho vybraného obchodu (tj. předpoklad, že všichni z daného bydliště jezdí jen do nejdostupnějšího nebo do gravitačně nejsilnější obchodního centra) a kvůli malému počtu údajů v dotazníkovém šetření pro takovou specifickou úlohu. Navíc není jasné, jak správně vybrat „velké hodinové nákupy“ v obchodním centru za podmínky cestování hromadnou dopravou a další komplikací je,



Obr. 114 – Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do obchodního centra z dotazníkového šetření (obchodní centrum, městská hromadná doprava + veřejná hromadná doprava +chůze) a ze simulací modelu dojíždění do nejbližšího obchodního centra pro Olomoucko. Zdroj: vlastní šetření, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 115 – Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do obchodního centra z dotazníkového šetření a ze simulací proporcionálně gravitačního modelu obchodního centra pro Ostravu. Zdroj: vlastní šetření, jízdní řády, vlastní výpočty.

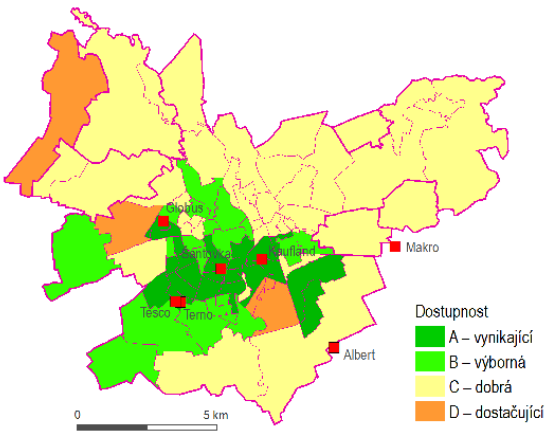
že vzdálenostní funkce byla kalibrována pro všechny nákupy, a nejen velké nákupy, v obchodním centru. Používají se inverzní distribuční funkce stejně jako u zaměstnání. Výsledky podle očekávání nejsou uspokojivé.

U Olomouce je problém, že srovnáváme model dojíždění do nejbližšího obchodního centra s reálnou dojížďkou do různých obchodních center, kde jen polovina cílů odpovídá nejbližšímu obchodnímu centru. Je zřejmé (obr. 114), že největší odchylka je zejména ve střední části, kde se podle dotazníků jezdí na větší vzdálenosti než jen do nejbližšího cíle (připomeňme, že necelá polovina směřuje do vzdálenějších obchodních center, zejména Globus). Nejdelší vzdálenosti se ale vyrovnávají.

Obdobně u Ostravy (obr. 115) se srovnává distribuční funkce dojížďky do gravitačně nejsilnějšího obchodního centra s reálnou dojížďkou do různých obchodních center z každého místa startu, proto samozřejmě nelze očekávat dobrou shodu. Částečná validace porovnává distribuční funkce gravitačního modelu s výběrem cest do obchodního centra s využitím městské hromadné dopravy a chůze z dotazníkového šetření. Je zřejmé, že v dotazníku je zastoupeno více zejména delších cest. To souvisí s větší ochotou jezdit do vzdálenějších obchodních center, a nejen do jednoho nejatraktivnějšího obchodního centra.

7.3.4. Výsledné integrované hodnocení dostupnosti obchodního centra pro města Olomouc a Ostravu

Dojížďka do obchodních center byla hodnocena podle nejpravděpodobnějšího scénáře pro dané město v pracovní den. Na základě dílčí validace modelů byl jako vhodný scénář vybrán v případě Olomouce dojezd do nejbližšího

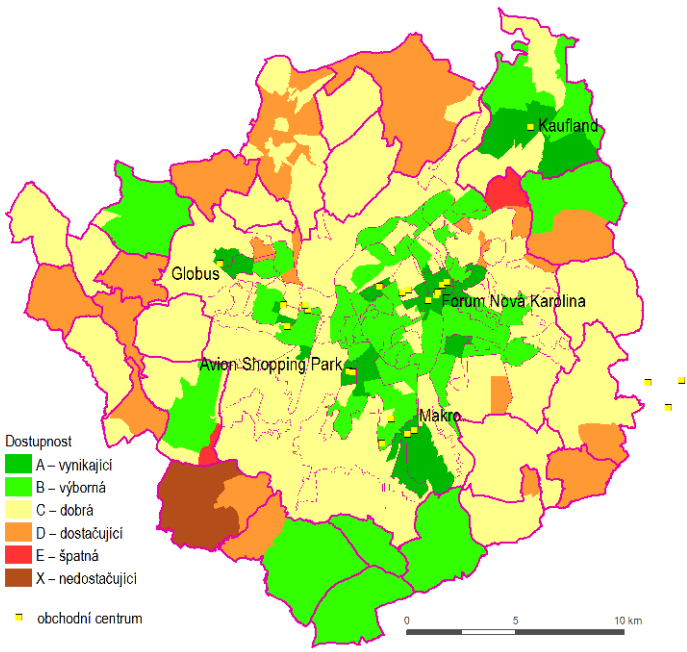


Obr. 116 – Hodnocení dostupnosti obchodních center ze simulačního modelování. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

obchodního centra, zatímco v případě Ostravy proporcionálně gravitační model. Vzhledem k podobnosti výsledků pro pracovní den a víkend a pro nejrychlejší a nejpohodlnější spojení byla vybrána varianta optimalizace pro nejrychlejší spojení v pracovní den pro důchodce.

Podle klasifikace dojížďky k obchodním centrům v Olomouci a okolí (obr. 116) má ze všech 88 ZSJ celkem 25 ZSJ dostupnost v kategorii A (39 % obyvatel). Jedná se především o centrum a téměř celou jižní a jihozápadní část Olomouce s pěší docházkou k blízkému obchodnímu centru nebo s obvykle nejrychlejším spojením (max. 30 minut jednosměrně bez ohledu na den v týdnu), které je zároveň nejkomfortnější z hlediska počtu přestupů veřejnou dopravou. Dostupnost kategorie A dosáhly také dvě ZSJ v jihovýchodní části města, kde je charakteristická především pěší docházka. Kategorie dostupnosti B, které pokrývá 20 ZSJ (22 %) s 33 % obyvatel města, navazuje na kategorii A především v jižní a severní části města. Začíná se projevovat vliv odlišných podmínek spojení (navýšení času nejpohodlnějšího spojení), kde cestující musejí využívat okružní linku, aby snížili počet přestupů.

Největší část území (44 %), avšak pouze 24 % obyvatel, je pokryto kategorií dostupnosti C. Jedná se o téměř celý severní, východní a jižní okraj města tvořený především navazujícími obcemi.



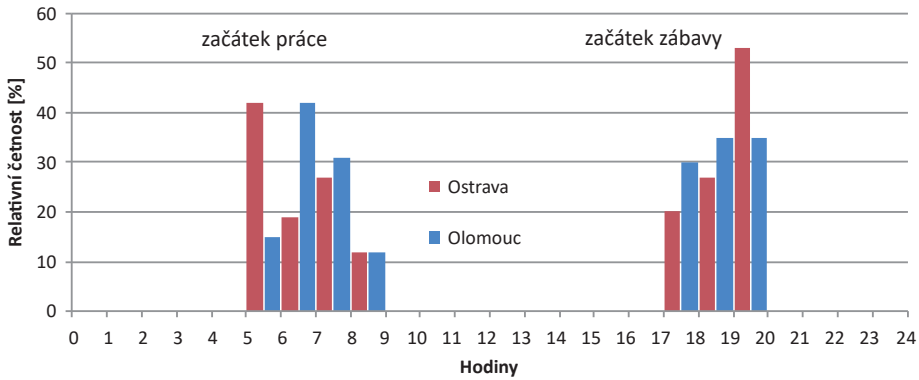
Obr. 117 – Hodnocení dostupnosti obchodních center ze simulačního modelování. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

Nejhorší hodnocení dostupnosti (kategorie D) obchodního centra vykazuje celkem 5 ZSJ (pouze 3 % obyvatel). Jedná se o ZSJ s minimálním počtem obyvatel, ze kterých je nutné použít více spojů a cestovat tedy delší čas. Vyšší je u těchto ZSJ také pěší docházka.

Z hlediska integrovaného hodnocení dostupnosti obchodních center v Ostravě (obr. 117) jsou jako nejlépe dostupná území označeny ZSJ v těsné blízkosti (pěší docházka) některého z obchodních center, výjimečně i v blízkosti železniční zastávky s jednoduchým dopravním spojením do centra (Kunčičky). Výrazně více obyvatel žije v území kategorie B s dobrou dostupností (32 % ZSJ s 41 % obyvatel). Zahrnuje většinu zastavěného území Ostravy, obce na jižním okraji zóny XXL (Brušperk, Stará Ves, Krmelín a Paskov (které spádují většinou k Albertu), na jihozápadě a západě. Klimkovice a Velká Polom díky poloze na významných silnicích, část Bohumína a Rychvaldu. Největší část území je řazena do kategorie C s 38 % obyvatel. Naopak výrazně špatnou dostupnost (kategorie E a X) mají jen ojedinělé ZSJ jako izolovaný Heřmanický rybník, území Jistebníku a sousedních Fonovic.

7.4. Kombinované hodnocení dostupnosti různých druhů cílů

Pro kombinované hodnocení dostupnosti různých cílů byl realizován jeden scénář ve formě posloupnosti několika aktivit – zaměstnání (délka 8 hodin), střední nákup bezprostředně po práci (délka 30 minut) a večer zábava (délka 2 hodiny). Scénář je realizován pro fiktivní osobu Dominik (věk 28, vysokoškolské vzdělání, zaměstnán, maximální časový interval 4:00–23:59), bydlící v rozsahu rozšířené dopravní zóny města Ostrava a Olomouc (jako bydliště voleny mediánové středy ZSJ). Zaměstnání bylo vybíráno u zaměstnavatelů se 100 a více zaměstnanci (v Ostravě 194 zaměstnavatelů, v Olomouci 65) v závislosti na jejich přitažlivosti, vypočtené z hodnoty příslušné vzdálenostní funkce a atraktivity vyjádřené počtem zaměstnanců. Počátek pracovní doby byl volen podle požadované distribuce pro muže ve věku 25–34 let v daném městě pro dojížďku do zaměstnání získané z dotazníků (obr. 118). Po skončení práce se podle přitažlivosti určované vzdáleností (vzdálenostní funkce) a atraktivností (odmocnina prodejní plochy) vybíral vhodný obchod pro realizaci půlhodinového nákupu. Obchody se vybíraly ze všech evidovaných obchodů, nejen hypermarketů. V Ostravě šlo o 189 obchodů, v Olomouci 69. Po skončení nákupu se vyhledalo nejrychlejší spojení domů. Doma musela osoba strávit nejméně 15 minut. V souladu se známou distribucí cestování za zábavou z dotazníkového šetření se náhodně volila hodina počátku zábavy v 18–20 hodin (obr. 118). Místo zábavy se volilo z výběru významných míst poskytujících zábavu (expertní výběr a agregace, např. blízkých barů a klubů). Celkově jich bylo 43 v Ostravě a 11 v Olomouci. Po dvou hodinách zábavy se musela osoba hromadnou dopravou či pěšky vrátit domů před půlnocí. Režijní čas před



Obr. 118 – Distribuce cestování do zaměstnání a za zábavou během dne pro muže věku 25–34. Zdroj: dotazníkové šetření, vlastní výpočty.

a po skončení každé aktivity byl 5 minut. Maximální pěší chůze (vč. docházky na zastávku) byla 2 km. Způsob optimalizace dopravního spojení u zaměstnání i zábavy byl *TD* (podle časové distribuce).

Základní vyhodnocení dostupnosti aktivit z bydlišť se po ověření, že bylo možné celý scénář vykonat s využitím hromadné dopravy a pěší chůze, soustřeďuje na vyhodnocení distribuce času osoby během dne. Jednotlivé lokality se mezi sebou liší nutnou dobou vynaloženou na cestování, na čekání, a naopak, kolik času může osoba strávit doma, resp. jinými než plánovanými aktivitami. Dále se sleduje i pestrost nabídky cílů pro realizaci jednotlivých aktivit.

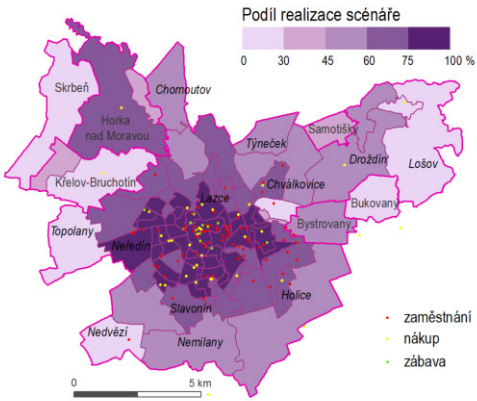
7.4.1. Hodnocení pro Olomouc

Při simulaci kombinované dojížďky předpokládající tři aktivity během pracovního dne (zaměstnání, nákup a zábavu) bylo zjištěno, že realizovatelnost tohoto scénáře je do značné míry závislá na začátku pracovní doby. Pokud zaměstnání začíná mezi 6. a 8. hodinou, je pravděpodobnost stihnout všechny aktivity ve scénáři více než 77 %. Při posunutí začátku pracovní doby na 9. hodinu klesá pravděpodobnost realizace na 58 %.

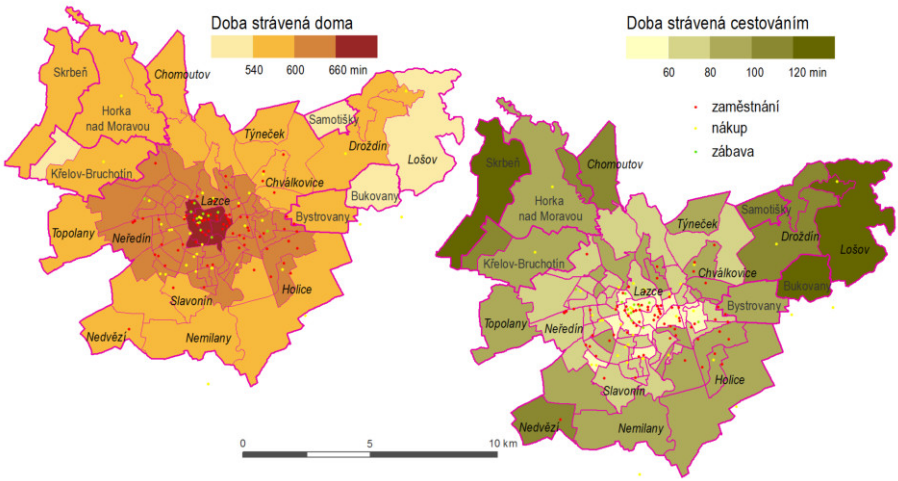
Při detailnějším zkoumání území bylo zjištěno, že při náhodném výběru je celý scénář nejpravděpodobněji realizovatelný podél tramvajových linek, kde dosahuje 75 % a více (obr. 119). Dále klesá směrem k okrajům kompaktní zástavby města na hodnotu 61–75 %. Společným rysem ZSJ s podílem 61–75 % je vysoká frekvence spojů městské hromadné dopravy, jedná se totiž o obce se silnou vazbou na město. Podílu 46–60 % dosahují příměstské oblasti a obce v suburbánní oblasti, které stále ještě obsluhuje městská hromadná doprava a frekvence počtu spojů je však již nižší. Nejmenšího podílu dosahují nejvzdálenější oblasti bez obslužnosti městskou hromadnou dopravou u hranic

zájmové oblasti a také průmyslová ZSJ východně od centra, kde je obslužnost zajišťována pouze v časech na začátku a konci směn.

Centrum města díky blízkosti zájmových bodů a vysokému podílu pěší docházky umožňuje residentům minimalizovat čas čekání mimo domov (pouze 9–20 minut) a cestovat krátký čas (pouze mezi 44 a 60 minutami). Tyto časové úspory způsobují, že obyvatelé centrálních ZSJ mohou v místě bydliště trávit nejdelší čas během dne (okolo 11 hodin), tj. mají nejvíce volného času (obr. 120 vlevo).



Obr. 119 – Podíl realizace celého scénáře. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



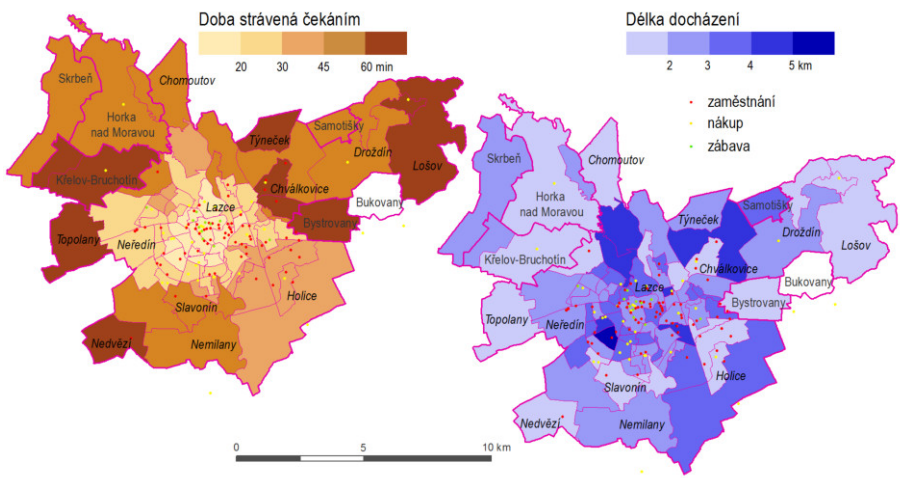
Obr. 120 – Doba strávená doma (vlevo) a cestováním (vpravo) během dne. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

Směrem od centra čas strávený v místě bydliště úměrně s rostoucí vzdáleností klesá. Ve srovnání se samotným centrem residenti v kompaktní zástavbě tráví doma o 30–60 minut méně, přibližně 20–30 minut z toho tráví samotným cestováním, zbytek času tvoří čekání mimo domov.

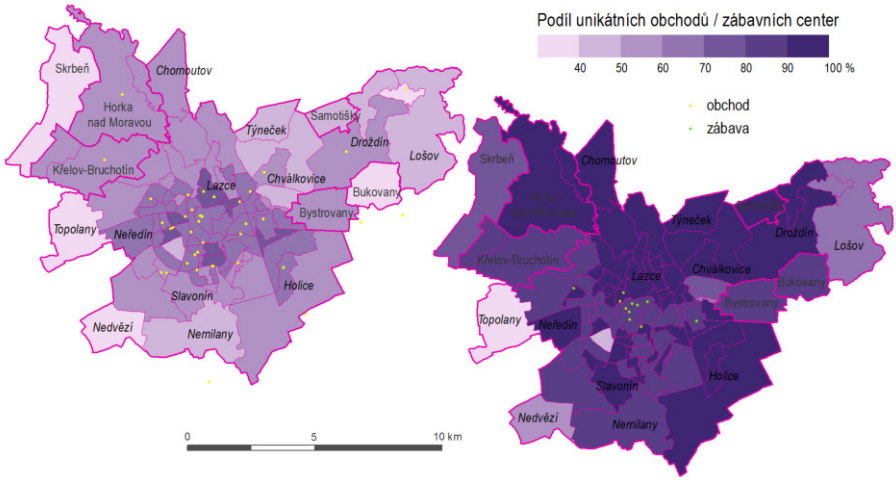
Z příměstských oblastí obyvatelé cestováním tráví denně 80–120 minut (obr. 120 vpravo), výjimečně i více než 2 hodiny, značnou část dne však také tráví čekáním na začátek další aktivity. Čas strávený čekáním mimo domov totiž většinou činí dalších 30–60 minut, v rámci průmyslového areálu východně od centra a v nejvzdálenějších oblastech na východě a západě dokonce více než jednu hodinu denně (obr. 121 vlevo). Podle tohoto ukazatele je vidět rozdílnost situace a problémů zejména ve vnějších zónách Olomouce. V praxi by tedy byla spíše častější dojížďka pomocí automobilu nebo případně docházka na vzdálenější zastávku.

Specifickou oblastí Olomouce je nemocniční areál, který kromě nejvyššího podílu pěší docházky a vysoké pravděpodobnosti realizovat scénář umožňuje díky pěším přesunům strávit delší čas v domácnosti, a tedy minimalizovat čas strávený čekáním. Residenti této oblasti však musí počítat s velkými vzdálenostmi přesunu (i více než 5 km; obr. 121 vpravo), a tudíž poměrně dlouhým časem stráveným přesunem.

Hodnocení dostupnosti z hlediska pestrosti cílů ukazuje, že spolu do jisté míry souvisí dostupnost zaměstnavatelů a nákupních center. Nejvhodnější polohu z dopravního hlediska má centrum města a jeho okolí, kde především díky tramvajové síti bylo při simulaci scénáře využito 41–57 % zaměstnavatelů



Obr. 121 – Průměrná doba strávená čekáním mimo domov na začátek další aktivity (mimo cestování; vlevo) a průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy během dne (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



Obr. 122 – Pestrost obchodů (vlevo) a zábavních center (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

a 61–77 % obchodních center (obr. 122 vlevo). Podíl těchto cílů je naopak nejnižší v nejzápadnější oblasti a na severovýchodě území (9–20 % zaměstnavatelů a 13–50 % obchodů), které jsou od cílů nejvzdálenější, a je zde nejmenší pestrost nabídky.

Využitelnost zábavních center při realizaci scénáře vykazuje oproti zaměstnání a obchodním centrům jiný prostorový vzor, protože se jedná simulaci přesunu v pozdních odpoledních hodinách z domova za zábavou a zpět. Vysoký podíl využití zábavních center (více než 80 % cílů) vykazuje téměř 90 % ZSJ (obr. 122 vpravo).

Kromě nejnižšího podílu realizace celého scénáře mají nejnižší kombinovanou variabilitu využitých zaměstnavatelů, zábavních a obchodních center ZSJ Topolany a Nedvězí (bez obsluhy městskou hromadnou dopravou), a také Radíkov, Skrbeň a Lošov (nízká frekvence obsluhy městskou hromadnou dopravou), které jsou lokalizovány na samém okraji zájmové oblasti. Poměrně nízkou variabilitu vykazuje také ZSJ Fakultní nemocnice.

7.4.2. Hodnocení pro Ostravu

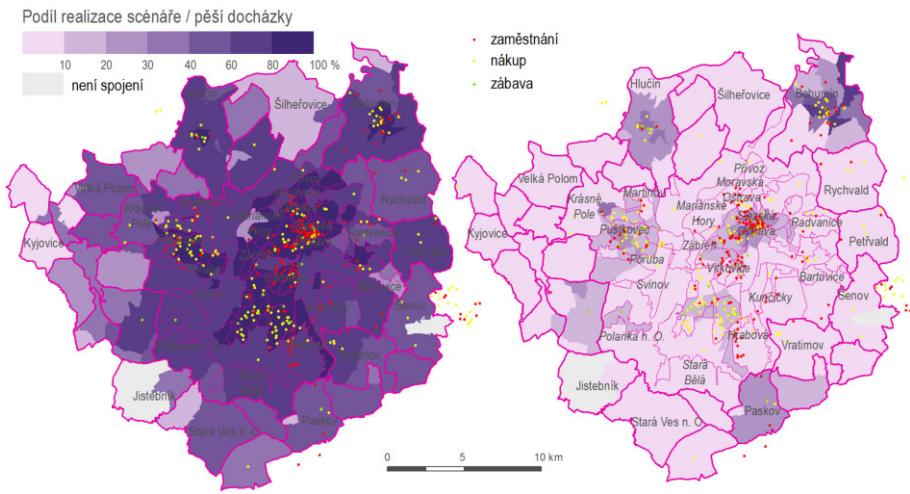
Základní otázkou je, zda se podařilo splnit celý scénář, tj. realizovat všechny tři aktivity a vrátit se domů. V Ostravě se vyskytla dvě místa, kde ani jedna ze 100 simulací neproběhla úplně, tj. nepodařilo se ani v jednom případě realizovat celý scénář. Jde o ZSJ Jistebník (hlavní část obce, 1 027 obyvatel) a ZSJ Skrbeň (součást Šenova u Ostravy, 514 obyvatel). Důvodem je u nich skutečnost, že se z obchodu po nákupu již není osoba schopna se vrátit domů.

V souladu i s předchozími zjištěními lze konstatovat, že tyto ZSJ jsou mimořádně hendikepované pro použití veřejné dopravy.

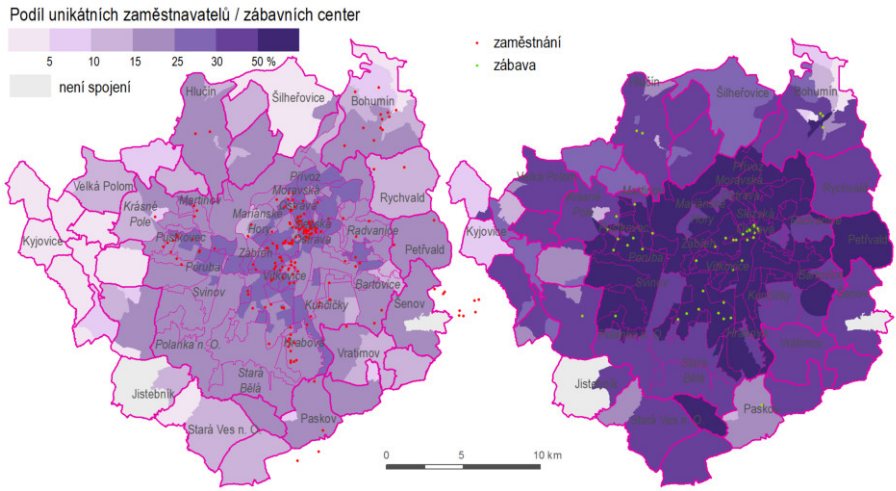
U dalších ZSJ se podařilo scénář realizovat, i když v rozdílné míře. Pochopitelně platí, že čím dříve je začátek pracovní doby, tím snáze se realizují všechny aktivity během dne. Pokud je začátek práce mezi 6. a 7. hodinou ranní, dosáhne se 90 % úspěšnosti realizace všech tří aktivit, následně úspěšnost klesá a v poslední simulovanou hodinu (na 9:00) je již pravděpodobnost realizace všech tří aktivit pouze 62 %.

Geografická variabilita je ale větší než uvedená variabilita v čase (obr. 123 vlevo). Obecně se dá říci, že v případě tohoto kombinovaného scénáře hraje velkou roli blízkost jednotlivých cílů a frekvence spojů. Proto jsou nízké podíly realizace celého scénáře v obcích na okraji území, kde zajíždí jen minimum spojů a počty cílů (zejména v kategorii zábavy) jsou výrazně nižší, resp. kromě Ostravy, Hlučína, Bohumína, Klimkovic a Paskova nejsou ve zbylých obcích žádné cíle, takže se musí za zábavou jezdit daleko. Nejčastěji do Ostravy, poté je však problém s cestou zpět, protože po večerní osmé hodině je již jen velmi málo spojů. Vzhledem k vzdálenosti není ani možné realizovat pěší docházku. To potvrzuje i podíl pěší docházky (obr. 123 vpravo), který je výrazně vyšší pouze na Bohumínsku a Hlučínsku

Pochopitelně nejsnáze se plní celý scénář ve městě s dostatečnou nabídkou a dostupností. Hlavní osídlení Ostravy, ale i centra Bohumína a Hlučína mají více než 80 % pravděpodobnost splnění celého scénáře. Větší část ZSJ v obcích mimo významná města vykazuje 40–60 % pravděpodobnost, což se dá interpretovat jako značně omezující a využitelnost městské hromadné dopravy zde



Obr. 123 – Podíl realizace celého scénáře (vlevo) a podíl pěší docházky (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.



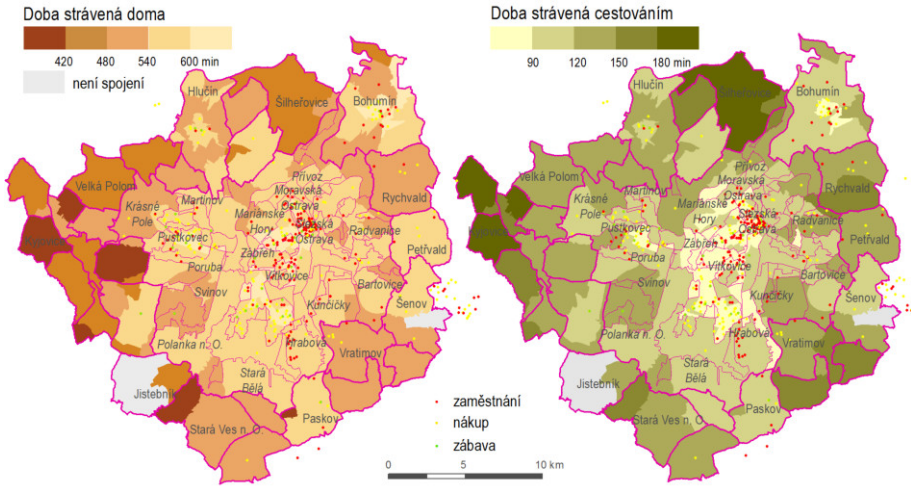
Obr. 124 – Pestrost zaměstnavatelů (vlevo) a zábavních center (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

velmi závisí na konkrétních podmínkách volby času a cíle. Nejhorší situace je v obcích na západním okraji hodnoceného území (zejména Budišovice, Kyjovice, Kamenec v Olbramicích, Horní Lhota), některé na jihu (Košatka) či na severu (Šilheřovice). Menší obce, situované ale na významných dopravních trasách, mají výrazně lepší výsledky i přes podobné vzdálenosti.

Kombinovaný scénář využívá proporcionálně gravitační výběr cílů, proto preferuje blízké (a dostatečně velké) zaměstnavatele či obchody. Proto se zde projevuje vyšší podíl pěší docházky než například u scénáře se zcela náhodným výběrem zaměstnavatele (obr. 123 vpravo). Velmi vysoký podíl (přes 40 % pěší docházky) vykazuje Bohumín, který se chová vzhledem k dostatečné nabídce zaměstnání, obchodů i zábavy jako samostatné centrum bez potřeby externího dojíždění. Vysoký podíl pěší docházky mají dále Hlučín (opět vzhledem k jeho velikosti může působit jako uzavřený systém), v Ostravě zejména centrum (vč. ulice Stodolní) a západní část Ostravy-Poruby a ZSJ u nákupního centra Globus. Z okrajových oblastí se minimálně za zábavou musí jezdit relativně daleko, proto je zde podíl pěší docházky nízký.

Při hodnocení realizace scénářů je vhodné analyzovat rovněž pestrost zastoupení jednotlivých druhů cílů.

Obrázek 124 vlevo vyjadřuje podíl využitých zaměstnavatelů při 100 realizacích scénáře. Při interpretaci je třeba mít na paměti, že se vybírá podle proporcionálně gravitačního modelování, kdy se respektuje zastoupení cílů podle přitažlivosti ovlivňované vzdáleností a jejich velikostí. Proto se cíle opakují ve vyšší míře než například při zcela náhodném výběru cílů. V Ostravě se dosahuje více než 25 % zaměstnavatelů, zatímco v Bohumíně se ukazuje mnohem



Obr. 125 – Průměrná doba strávená čekáním doma (vlevo) a cestováním (vpravo) během dne. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

menší výběr zaměstnavatelů. Velmi nízká pestrost výběru zaměstnavatelů je v západní části území, kde se opakuje výběr několika málo zaměstnavatelů, což ukazuje na omezenost nabídky a spíše optimistické řešení celého scénáře.

Velmi podobný výsledek nabízí i podíl využitých obchodů v simulacích scénáře, zejména v Ostravě a v části Hlučína i více než 30 % různých obchodů, což dokumentuje dobrou šířku nabídky a podporuje realitu scénáře. Naopak některé okrajové obce území mají pod 10 % různých obchodů při simulacích (tj. u 90 % simulací se opakuje výběr stejných obchodů), což je primárně spojeno s omezenou nabídkou zaměstnavatelů.

V případě zábavy je na tom nejlépe Ostrava, kde se v centru osídlení využívá při scénáři 60–70 % z nabídky zábavních míst a další části je umožňují využívat nejméně z 50 %. Lepší možnosti využití různých zábavních míst se nabízejí v jižní a jihovýchodní části území, kde je evidentně lepší dostupnost Ostravy s její zábavou (obr. 124 vpravo). Nabídka v okrajových obcích je zpravidla značně omezená, často pod 20 % z možností.

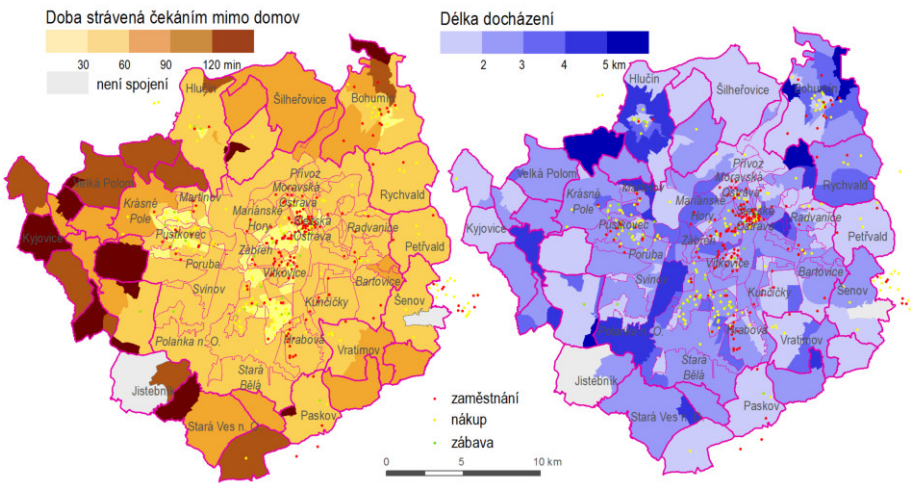
Souhrnným ukazatelem dobré dostupnosti místa je doba (podíl ze dne), která osobě po realizaci scénáře zůstane jako volný čas (do něho je ale zahrnut spánek a běžné domácí činnosti). V centru Ostravy, v Mariánských Horách, podél Opavské v Ostravě-Porubě či ve středu sídliště Ostrava-Jih a ve velké části Bohumína má osoba při realizaci scénáře ještě více než 10 hodin dalšího volného času. Převážná část Ostravy, stejně jako Hlučín, Petřvald, Šenov, Paskov či Klimkovice má volného času mezi 9. a 10. hodinou (obr. 125 vlevo). Větší část území vně hranic Ostravy je v intervalu 8 až 9 hodin, z Ostravy několik ZSJ se zhoršenými dopravními podmínkami, jako je Lhotka či okraj

Mariánských Hor. Spánkovým deficitem mohou trpět osoby bez individuální automobilové dopravy bydlící v místech s méně než 8 hodinami volného času, což jsou prakticky všechny obce na západní straně území a na severu Šilheřovice.

Další důležitou otázkou je, kolik času stráví osoba cestováním (obr. 125 vpravo) během jednoho dne. Místa s vysokým podílem času doma (centrum Ostravy a Bohumína) mají i nejmenší čas cestování, konkrétně méně než 2 hodiny. Menšina Ostravanů, většina obyvatel Bohumína, část Hlučína, Klimkovic, Krmelína, Šenova a Paskova potřebuje na cestování při tomto scénáři do 2 hodin za den. Většina obcí vně Ostravy pak v intervalu 2 až 2,5 hodiny. Nejhůře jsou na tom obce Šilheřovice a na západním okraji území (Budišovice, Kyjovice, Horní Lhota) s časem přes 3 hodiny, což posouvá hodnocení scénáře do stěží uvěřitelného.

Závažným problémem může být rovněž další neproduktivní čas spojený s čekáním na začátek další aktivity. Za předpokladu pevné pracovní doby či pevného začátku zábavy, např. kino, musí osoba na začátek aktivity čekat. Tento ukazatel vyhodnocuje mrtvý čas čekání, který může být pro osobu nepříjemný a limitující.

Čas strávený mimo domov čekáním na začátek další aktivity koresponduje s jinými výsledky uvedenými výše. V Ostravě, Bohumíně a Hlučíně (ale také Klimkovice či Paskov) je to maximálně 60 minut, což lze považovat za akceptovatelné (obr. 126 vlevo). Mimo tyto oblasti stoupá čekání až na více než 180 minut. Opět jsou to především ZSJ na západě a jihu, dále Kopytov na



Obr. 126 – Průměrná doba strávená čekáním mimo domov na začátek další aktivity (bez cestování; vlevo) a průměrná délka pěšího docházení na zastávky hromadné dopravy během dne (vpravo). Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

severu u hranic s Polskem a Vrablovec na Hlučínsku. Taková délka čekání by odradila reálnou osobu před realizací scénáře.

Pro některé osoby může být limitující i příliš dlouhá doba pěší chůze při realizaci scénáře, ať již přímo docházením do cíle, nebo při cestě na či ze zastávky veřejné hromadné dopravy. Lze pozorovat výrazné rozdíly mezi jednotlivými ZSJ (obr. 126 vpravo). V průměru se chůze pohybuje kolem tří kilometrů, ale v extrémních případech i více než 6 km. Prostorová distribuce extrémů je nepravidelná. Jsou případy, kdy z jedné ZSJ se za den nachodí 6–7 km a hned z vedlejší ZSJ jen to jen 1–2 km. Takovým příkladem jsou Olbramice a Klimkovice a základní rozdíl je v tom, že zatímco z Olbramic je k nejbližší zastávce více než 1 km, tak v případě středu Klimkovic jen 80 metrů. Rozdíly jsou dány především v rozdílně dlouhé docházce na zastávku. Nejhorší výsledky vykazují ZSJ, ve kterých není žádná zastávka a musí se docházet do vedlejší ZSJ. Takové ZSJ ojediněle existují i přímo v Ostravě, např. Dlouhý důl v Martinově či některé ZSJ v Heřmanicích.

8. Komplexní hodnocení dopravní dostupnosti

8.1. Hodnocení pilotních území z hlediska dopravní dostupnosti

V předchozích kapitolách bylo provedeno hodnocení dostupnosti vybraných cílů prostřednictvím individuální automobilové dopravy, veřejné hromadné dopravy s využitím deterministického hodnocení a pomocí stochastických simulací dostupnosti zaměstnavatelů, obchodních center a kombinovaného scénáře.

U každého hodnocení byla použita mírně odlišná kritéria a nastavení v zájmu optimálního hodnocení pro daný typ zpracování, ale i z důvodu výpočetní náročnosti. Tento fakt ale snižuje možnosti vzájemného porovnání. Výrazná odlišnost je například ve skutečnosti, že při simulacích byla do hodnocení zahrnuta i dostupnost pěší chůzí, tzn. kde to bylo výhodné, upřednostnila se pěší docházka. Rovněž u simulací se nehodnotil počet dosažitelných cílů do určitého limitu, ale dostupnost cílů vybraných náhodně podle poklesu zájmu o vzdálenější cíle (s využitím proporcionálně gravitačního modelu). U deterministického hodnocení byly nastaveny pevné časy hledání spojení, zatímco u některých simulací bylo možné využít náhodné distribuce podle očekávané časové distribuce požadavků. Proto ani výsledné podíly dosažitelných cílů nejsou vzájemně jednoduše srovnatelné.

I přes výše uvedené výhrady bylo provedeno porovnání výsledků jednotlivých aplikovaných metodických přístupů k hodnocení dopravní dostupnosti. Soustředili jsme se na otázky, nakolik se liší výsledky jednotlivých metod, zda jsou vzájemně zastupitelné či se naopak doplňují. Tyto otázky lze zkoumat z hlediska statistického nebo z hlediska vyhodnocení vybraných lokálních empirických studií, které umožní hlouběji pochopit alespoň na daných příkladech formování hodnocení, rozdíly mezi nimi a ozřejmit některé problémy spojené s hodnocením. Následně se zaměřujeme na uplatnění hodnocení dostupnosti k některým vybraným geografickým jevům souvisejícím s dostupností, jako je předpoklad lepší dostupností více obydlených míst či předpokládaná horší dostupnost území vnitřních periferií.

Základem hodnocení se staly klasifikace dostupnosti podle vybraných ukazatelů, které nejlépe charakterizují daný typ modelování a jejichž kvantifikace

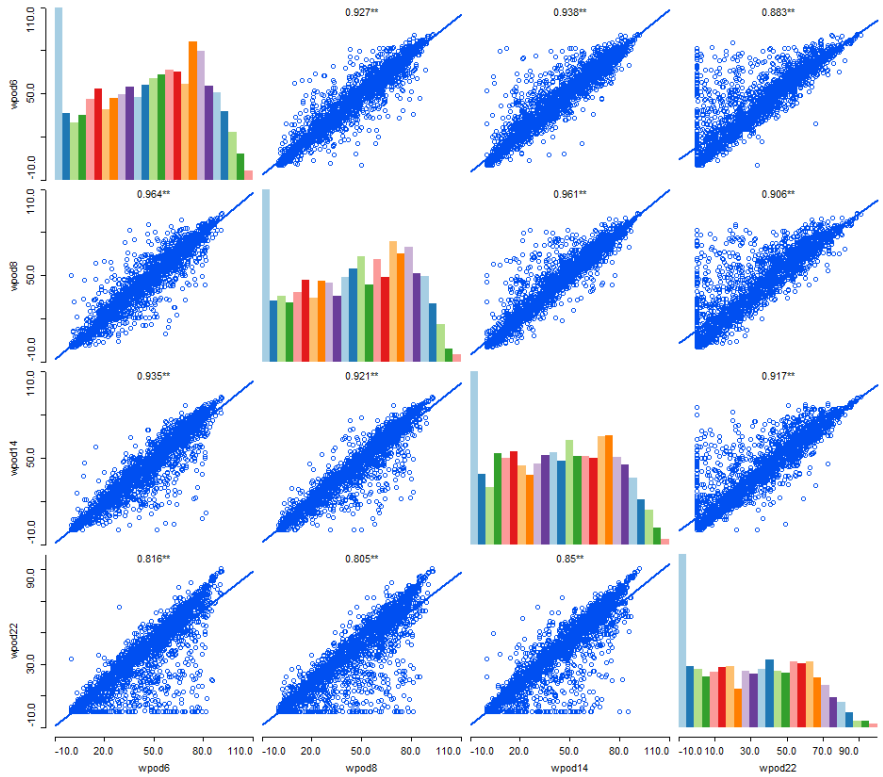
(číselné hodnoty) byly získány v uplatnění tří výše uvedených základních metodických přístupů k hodnocení dostupnosti. Pro individuální automobilovou dopravu a deterministické hodnocení veřejné hromadné dopravy je to PTWAI (*Public Transport and Walking Accessibility Index*), především protože hodnotí dostupnost různých cílů, i když nevýhodou je, že hodnotí pouze dostupnost nejbližšího cíle. Pro klasifikace výsledků simulačního modelování dostupnosti zaměstnavatelů bylo použito kritérium složené ze čtyř ukazatelů (KATFIN4), protože nejvíce komplexně hodnotí dopravní podmínky. Všechny tyto hodnoty jsou již kategorizované (ordinální data), avšak do příliš mnoha tříd. Pro zjednodušení byla proto provedena základní reklasifikace pouze do tří úrovní – vysoká (*H*), normální (*N*) a nízká (*L*) dostupnost. Jejich kombinace pak charakterizovaly situaci v konkrétním území. Kromě toho byly při hodnocení místní situace využity i všechny další ukazatele dostupné v jednotlivých metodách, aby bylo možné co nejlépe porozumět důvodům shody a rozdílů jednotlivých hodnocení a možnosti charakterizovat danou situaci dopravní dostupnosti.

8.2. Statistické hodnocení výsledků ukazatelů dostupnosti

Při statistickém hodnocení byla využita zejména explorační analýza dat, doplněná korelační a regresní analýzou. Jak již bylo uvedeno, jednotlivé metody se srovnávají na základě kvantifikace výsledků ve vybraných ukazatelích. Posuzovalo se, nakolik jsou jednotlivé výsledky odlišné či zastupitelné.

8.2.1. Porovnání výsledků v rámci jedné metody

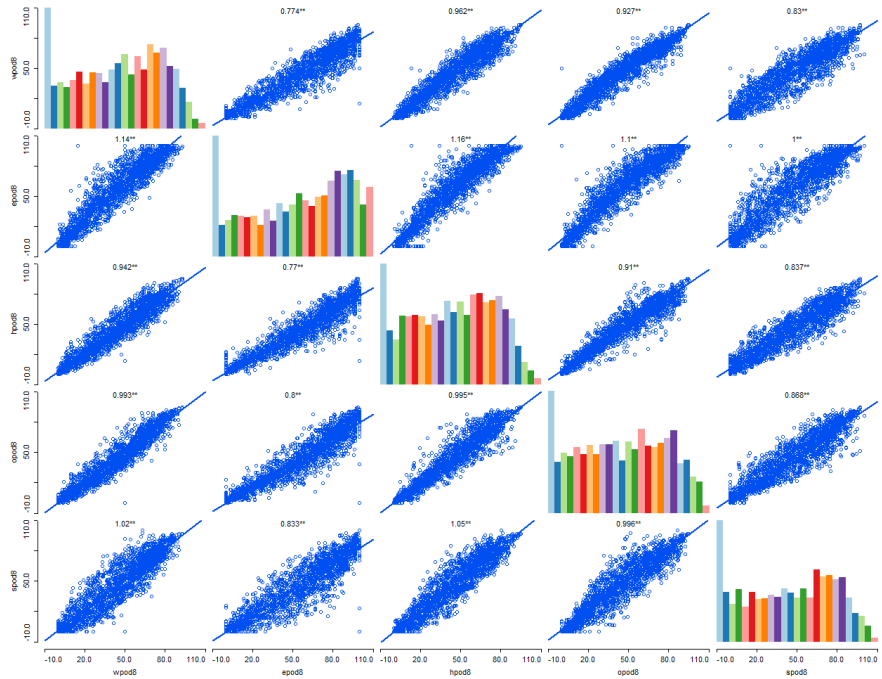
Ukázalo se, že pokud posuzujeme výsledky získané v rámci jednoho typu modelu, jsou tyto konzistentní a dobře korelují. Příkladem může být matice rozptylogramů pro podíly dostupnosti významných zaměstnavatelů veřejné hromadné dopravy na různé hodiny zjištěná deterministickým přístupem v regionu (obr. 127). V ideálním případě by měl být sklon roven 1, tj. stejný podíl dosažitelných zaměstnavatelů bez ohledu na hodinu. Je zřejmé, že významná část ZSJ takový sklon regresní přímky skutečně má. Sklon je pak podle očekávání nejmenší při srovnání s dostupností na 22:00 (0,816 až 0,85 proti hodnotám přes 0,9), protože podíl dosažitelných zaměstnavatelů na tuto hodinu je významně snížen. Současně je vidět, že zatímco v málokterých ZSJ je vyšší podíl dosažitelných zaměstnavatelů na 22. hodinu než na ráno či odpoledne a dominuje opačná situace, u jiných časů jsou relativně rovnoměrně rozděleny body po obou stranách regresní přímky, tj. vyskytují se ZSJ s vyšším i nižším podílem dosažitelných cílů při srovnání dvou časů. Hodnoty korelací jsou pro tyto vztahy vysoké (např. vztah mezi podílem dosažitelných zaměstnavatelů na 6. a 8. hodinu (*wpod6-wpod8*) má $R^2 = 0{,}893$, *wpod6-wpod14* má $R^2 = 0{,}877$, *wpod6-wpod22* má $R^2 = 0{,}719$.



Obr. 127 – Podíl dostupných velkých zaměstnavatelů veřejné hromadné dopravy na různé hodiny určené deterministickou metodou (číselné hodnoty v grafu označují sklon). Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

Další příklad popisuje rovněž výsledky dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou z deterministického přístupu a zkoumá vztah mezi dostupností různých cílů na stejnou hodinu (8:00; obr. 128). Ze sklonu regresních přímek lze usoudit, že ve stejné ZSJ mají nejlepší dostupnost střední školy, následuje dostupnost významných zaměstnavatelů a nejhorší je dostupnost ordinací lékaře pro dospělé. Mezi těmito ukazateli se projevuje silná korelace (nejlepší mezi podílem dostupných zaměstnavatelů *wpod8* a obchodů *opod8* $R^2 = 0{,}921$, nejhorší mezi podílem dostupných středních škol *epod8* a sportovišť *spod8* $R^2 = 0{,}832$). To naznačuje podobnost dopravních podmínek, kdy ve většině případů je situace velmi podobná (viz další textové hodnocení). Opět i zde lze snadno najít anomální body ukazující na místní problémy v dostupnosti určitého typu cílů.

I ve dvou pilotních městech (obr. 129) se potvrdily dobré vazby mezi ukazateli v rámci jednotlivých metod, a to i včetně různého typu simulací. Například ukazatelé doby přesunu (DPRESUN), vzdálenosti (DDISTANCE) a doby

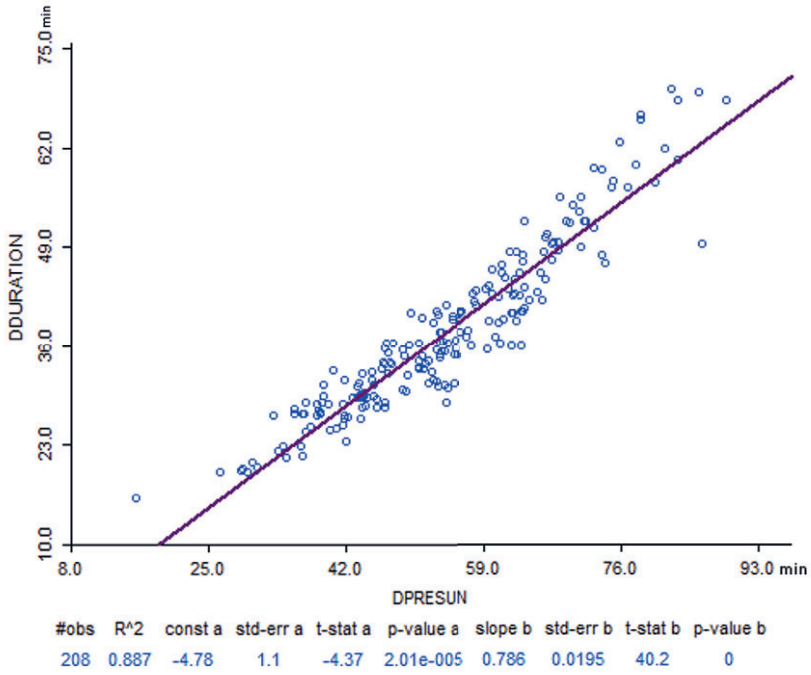


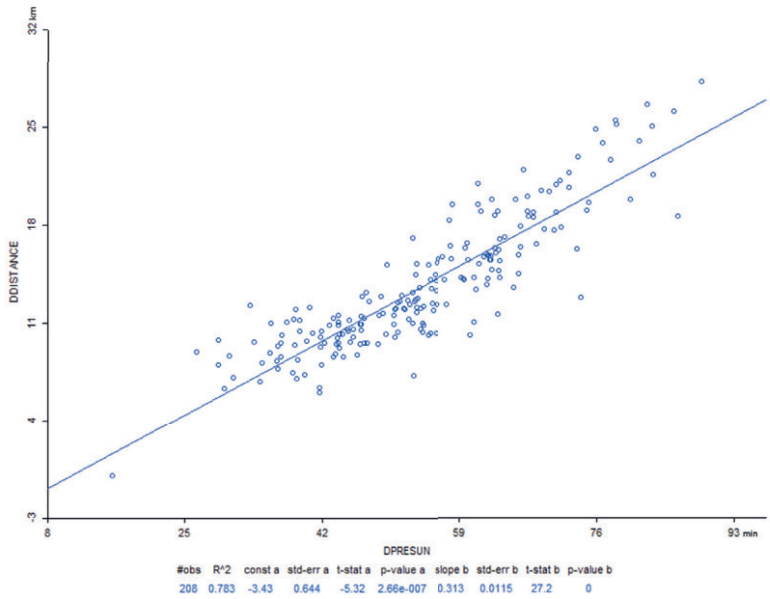
Obr. 128 – Podíl dostupných různých cílů veřejné hromadné dopravy na 8. hodinu určené deterministickou metodou (číselné hodnoty v grafu označují sklon). Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

cestování veřejnou hromadnou dopravou (DDURATION) spolu vzájemně velmi dobře korelují (koeficient korelace téměř 0,9), proto nemusí být potřebné zkoumat je všechny.

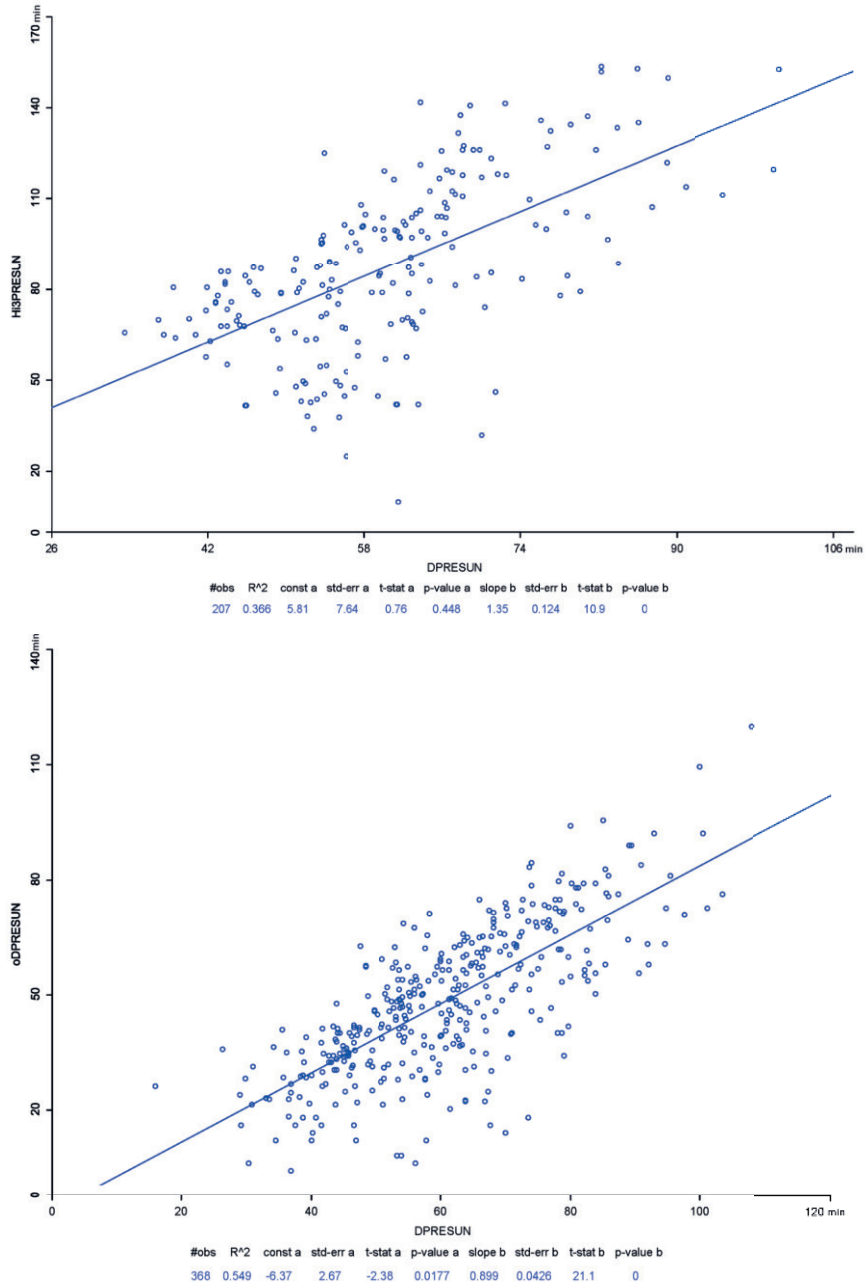
Podle očekávání také platí, že mírně horší výsledky jsou v případě posuzování výsledků metod použitých na rozdílné modely. Například korelace mezi dobami přesunu pro náhodně vybraného významného zaměstnavatele a pro cestování do *Sungwoo Hitech* je relativně nízká (obr. 130 vlevo, $R^2 = 0{,}366$ v případě vyloučení výběru nedostupných ZSJ). Lepší korelace se ukazuje v případě posuzování doby cestování (DPRESUN) do obchodního centra a k zaměstnavatelům (obr. 130 vpravo, $R^2 = 0{,}549$).

Vybrané hlavní souhrnné ukazatele dopravní dostupnosti pro jednotlivé metody (vybrány kategorie dostupnosti zaměstnavatelů a dostupnosti obchodního centra) mají relativně nízkou korelaci ($R^2 = 0{,}181$, resp. $R^2 = 0{,}167$ při neparametrickém testu), a to zejména kvůli počtu přesedání, který je velmi rozdílný, což je ovlivněno způsobem volby obchodního centra. V Olomouci se totiž vybíraly nejdostupnější obchodní centra, zatímco v Ostravě se uplatnil proporcionálně gravitační model. To se projevilo i při studiu vztahu počtu přesedání při

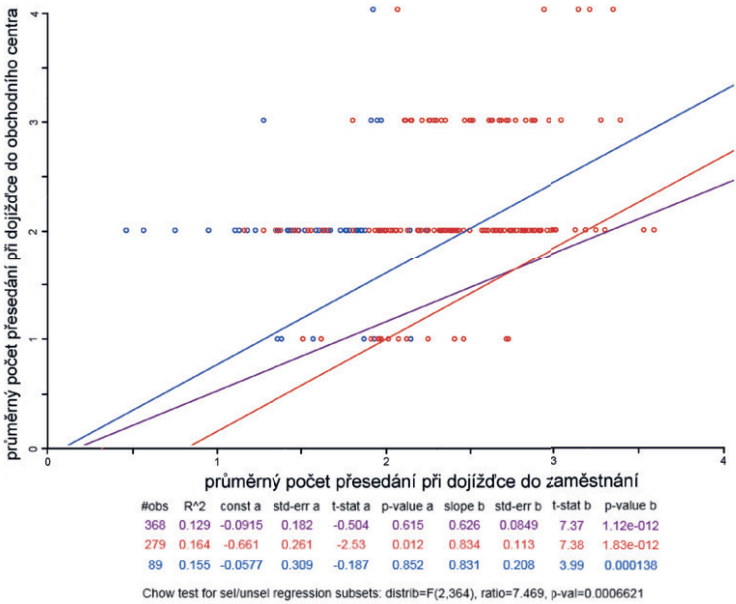




Obr. 129 – Vztah mezi dobou přesunu a dobou cestování ve veřejné hromadné dopravě (nahoře), resp. vzdáleností (dole), z výsledků simulace dojíždění do zaměstnání v pilotních městech. Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

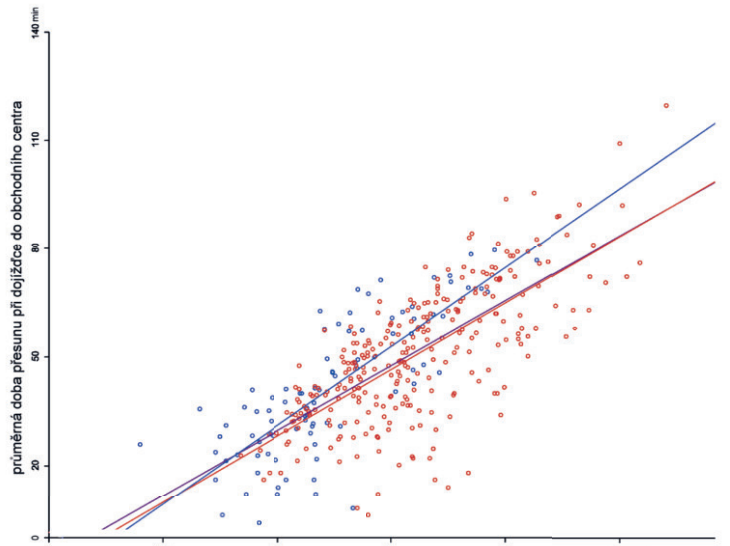


Obr. 130 – Vztah mezi průměrnou dobou přesunu k náhodně vybranému významnému zaměstnavateli a dobou přesunu do Sungwoo Hitech na tři směny (nahoře), resp. dobou přesunu do obchodního centra v pilotních městech (dole). Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.



#obs	R^2	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
368	0.129	-0.0915	0.182	-0.504	0.615	0.626	0.0849	7.37	1.12e-012
279	0.164	-0.661	0.261	-2.53	0.012	0.834	0.113	7.38	1.83e-012
89	0.155	-0.0577	0.309	-0.187	0.852	0.831	0.208	3.99	0.000138

Chow test for sel/unsel regression subsets: distrib=F(2,364), ratio=7.469, p-val=0.0006621



#obs	R^2	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
208	0.0911	89.2	2.86	31.2	0	-5.32	1.17	-4.54	9.36e-006
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	0.0911	89.2	2.86	31.2	0	-5.32	1.17	-4.54	9.36e-006

Chow test for sel/unsel regression subsets: can't compute

Obr. 131 – Vztah mezi průměrnými počty přesedání při dojížďce do zaměstnání a dojížďce do obchodního centra (nahoře, červený výběr označuje Ostravu, modrý Olomouc) a vztah mezi dobou přesunu při dojížďce pro stejné případy (dole, červený výběr označuje Ostravu, modrý Olomouc). Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

dojížďce do zaměstnání a do obchodního centra, které celkově ukazují nízkou korelaci (R^2 = 0,129, obr. 131 nahoře), avšak jednotlivá města samostatně mají lepší korelaci a rozdíl mezi nimi je statisticky významný. Lepší hodnoty korelace má výběr pro Ostravu (červený výběr), kde dosahuje index determinace 0,164. Doba přesunu k zaměstnavatelům i obchodních center si jsou velmi podobné (obr. 131 dole), a mají i relativně vysokou korelaci (R^2 = 0,516 bez nedostupných obchodních center, v případě Olomouce až 0,623). Rovněž průměrné délky pěší docházky při dojížďce do zaměstnání a do obchodních center korelují lépe než jen kategorie dostupnosti, nicméně hodnoty jsou mnohem nižší než u výsledků jedné metody (R^2 = 0,368 pro Ostravu a 0,285 pro Olomouc).

Vztah kategorie dopravní dostupnosti ze simulace dojíždění u jednoduchých scénářů typu tam-zpět k realizovatelnosti kombinovaného scénáře je poměrně slabý (R^2 = 0,114), což ukazuje na jeho odlišný charakter a potřebu zařadit i takové scénáře do modelování a hodnocení. Podle očekávání je přitom vztah ke klasifikaci dojížďky do zaměstnání (obr. 132 nahoře) mírně lepší než k obchodnímu centru (obr. 132 dole). Z výsledků je však zřejmé, že ani místa s nejlepší dostupností zaměstnavatelů (tj. první kategorie) evidentně nezaručují 100 % realizace kombinovaných scénářů.

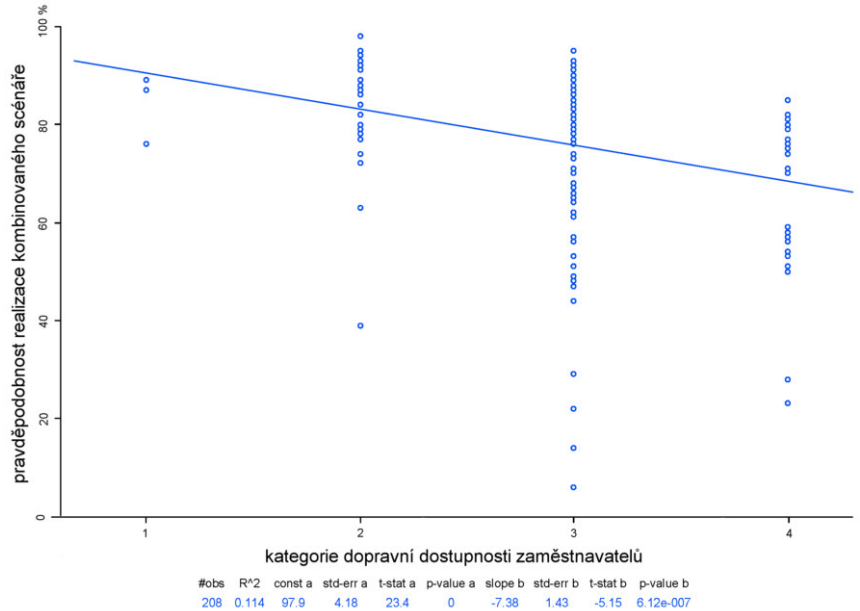
Lepší hodnocení má vztah kategorie dopravní dostupnosti z jednoduchých scénářů k ukazatelům kombinovaného scénáře vyjadřujícím distribuci času během dne. Poměrně vysoké korelace jsou k době strávené doma (vyjadřující množství volného času), i k době strávené v hromadné dopravě nebo i k neproduktivní době zahrnující zejména čekání na dopravu. Současně lze snadno hodnotit anomálie. Např. anomálně vysoké hodnoty doby strávené ve veřejné hromadné dopravě pro 3. kategorii dostupnosti zaměstnavatelů v obrázku 133 vpravo má několik ZSJ na severním okraji Ostravy jako Antošovice, Markvartovice, Šilheřovice a na jižním okraji (Vratimov, Řepiště, Václavovice). Naopak velmi nízké hodnoty času stráveného ve veřejné hromadné dopravě vykazuje ZSJ Šantovka v centru Olomouce.

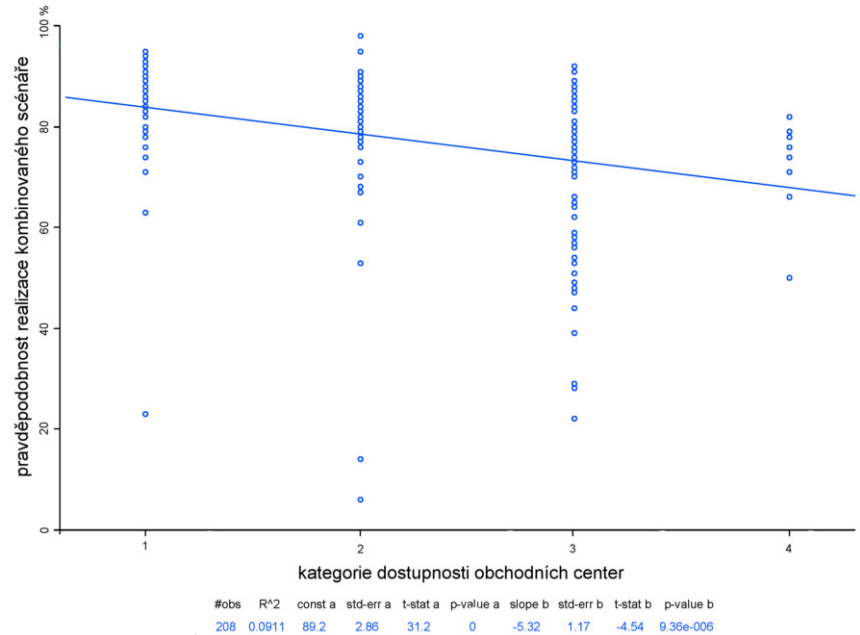
Protože je kategorie dostupnosti ordinální hodnotou, byly korelace prověřeny ještě i výpočtem neparametrických testů, kde pro první vztah je Kendal τ_b je 0,611 a Spearmanův koeficient korelace 0,732, oba statisticky významné na hladině 0,01. Přesvědčivější zobrazení obou vztahů v distribucích hodnot poskytují krabicové grafy na obrázku 133.

8.2.2. Porovnání výsledků různých metod

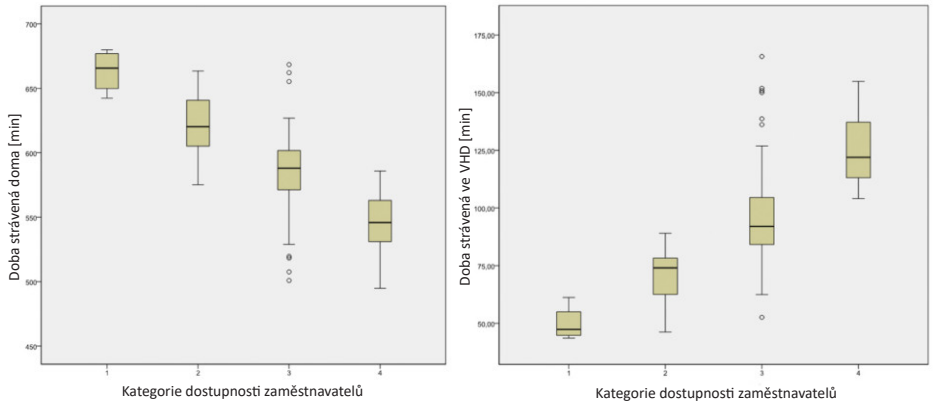
Výsledky napříč metodami jsou ještě méně konzistentní a vykazují nízké korelace. To může být přínosné, protože je možné hodnotit jiné aspekty místní situace, pokud považujeme výsledky za relevantní. Rovněž pro řadu vícerozměrných statistických analýz je potřebné elimininovat multikolinearitu.

Jako charakteristiky deterministického hodnocení hromadné dopravy byly použity PTWAI a podíl dostupných cílů. Vzájemné korelace ke čtyřem hlavním

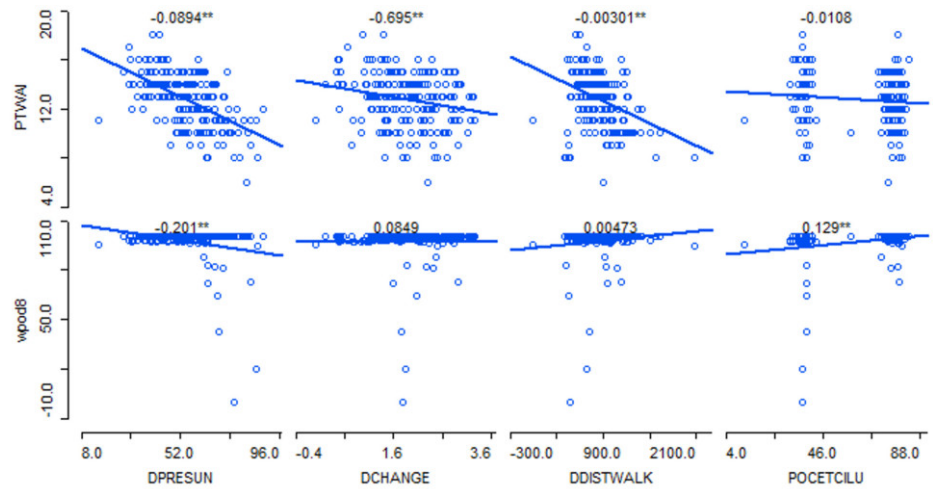




Obr. 132 – Pravděpodobnosti realizace kombinovaného scénáře v závislosti na kategorii dopravní dostupnosti zaměstnavatelů (nahoře) a kategorii dostupnosti obchodního centra (dole) v pilotních městech. Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.



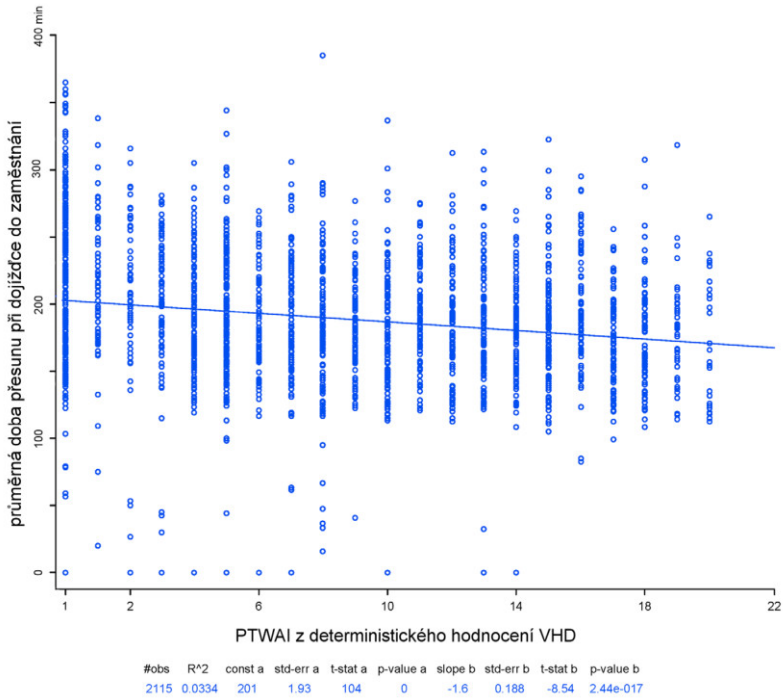
Obr. 133 – Doba strávená doma (vlevo) a doba ve veřejné hromadné dopravě (vpravo) při realizaci kombinovaného scénáře podle kategorií dostupnosti zaměstnavatelů v jednoduchém scénáři. Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

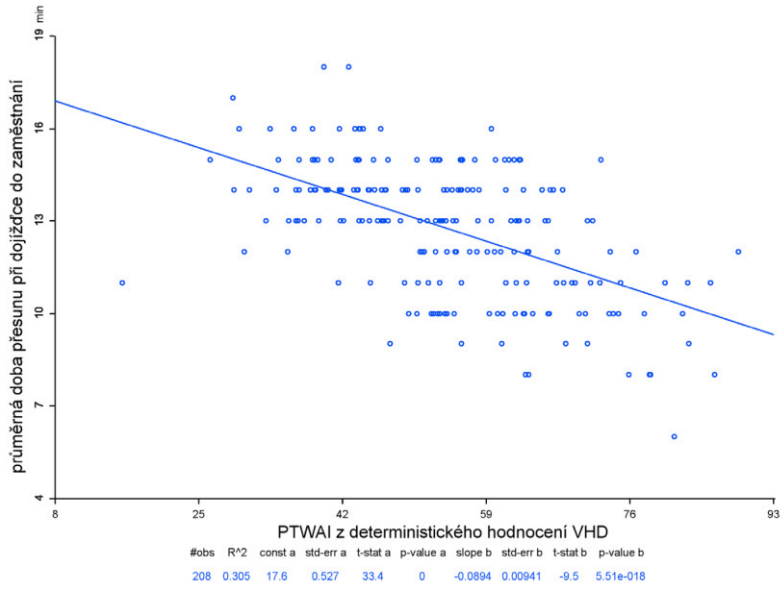


Obr. 134 – Vztahy mezi čtyřmi hlavními ukazateli dostupnosti hromadnou dopravou dle simulací (horizontální osa) a ukazateli hodnocení dostupnosti hromadnou dopravou deterministickým přístupem (vertikální osa) v regionech (číselné hodnoty v grafu označují sklon). Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

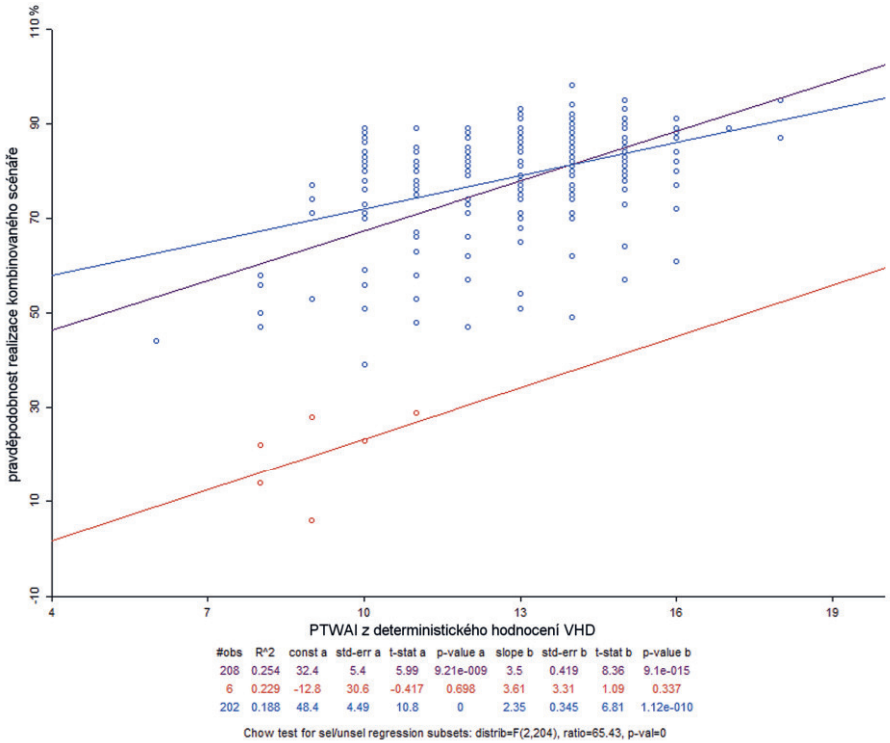
ukazatelům výsledků simulací (obr. 134) ukazují, že nejlepší korelace je k době cestování (DPRESUN), naopak nejmenší k pěší docházce (DDISTWALK) a počtu přesedání (DCHANGE).

Pokud porovnáme hlavní ukazatele pro hodnocení veřejné hromadné dopravy pomocí deterministického a simulačního přístupu, tj. PTWAI a klasifikaci



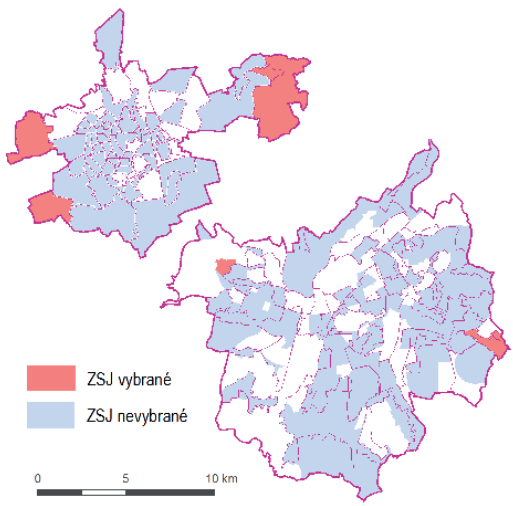


Obr. 135 – Vztah mezi PTWAI veřejné hromadné dopravy určené z deterministického hodnocení a dobou přesunu k zaměstnavatelům ze simulačního modelování pro regiony (nahoře) a pilotní města (dole). Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.



#obs	R^2	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
208	0.254	32.4	5.4	5.99	9.21e-009	3.5	0.419	8.36	9.1e-015
6	0.229	-12.8	30.6	-0.417	0.698	3.61	3.31	1.09	0.337
202	0.188	48.4	4.49	10.8	0	2.35	0.345	6.81	1.12e-010

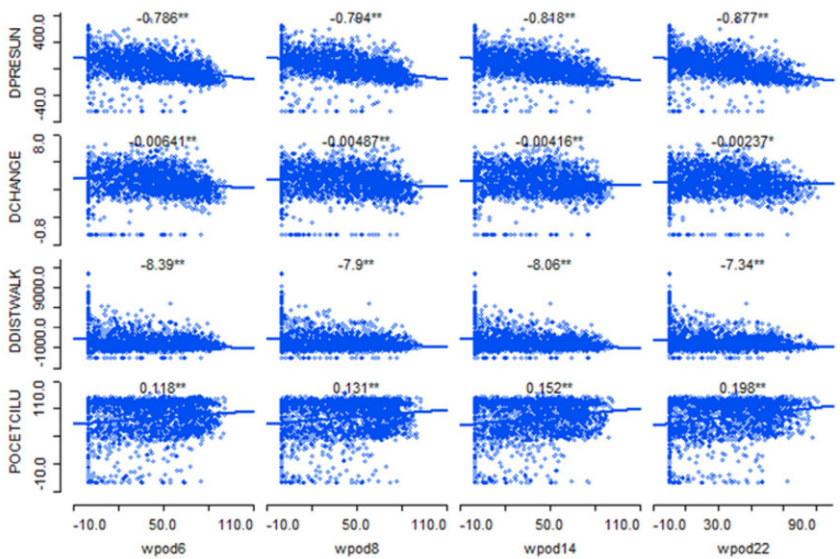
Chow test for sel/unsel regression subsets: distrib=F(2,204), ratio=65.43, p-val=0



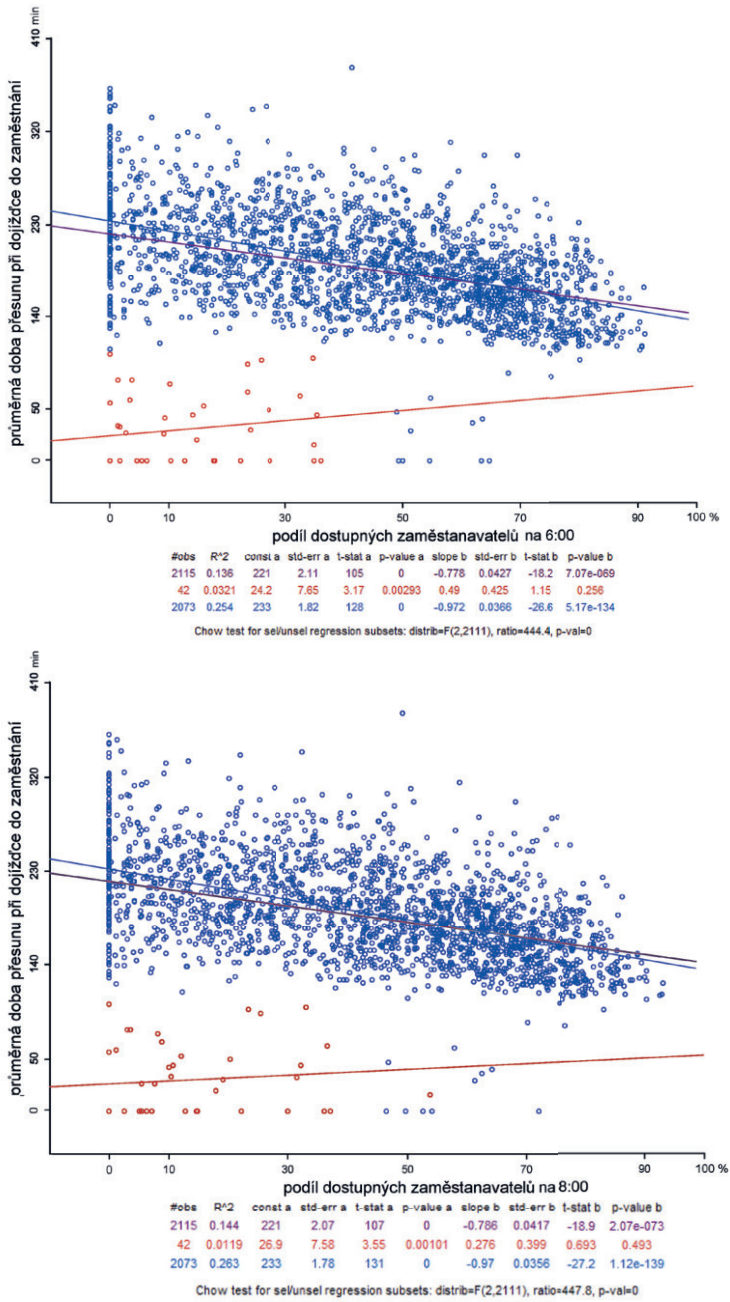
Obr. 136 – Vztah mezi PTWAI veřejné hromadné dopravy určené z deterministického přístupu a podílu realizace kombinovaného scénáře ze simulací v pilotních městech, dole červené vybrané nejvíce odlišné ZSJ. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, vlastní výpočty.

simulace ze čtyř ukazatelů, ukazuje se poměrně slabá vazba mezi nimi, kde R^2 je 0,132. Přesnější hodnocení bylo provedeno s využitím neparametrických testů pro pořadové hodnoty, kde se korelační koeficienty Kendal τ_b, Kendal τ_c a Gama pohybují mezi 0,264 a 0,335 a jsou statisticky významné na hladině 0,001. Pro stejnou situaci je možno porovnat hodnoty PTWAI s numerickou hodnotou doby přesunu za den. Výsledný vztah pro region je ale slabší (obr. 135 nahoře, $R^2 = 0{,}0343$) než pro pilotní města (obr. 135 dole, $R^2 = 0{,}305$). Jedním z důvodů rozdílu je i rozdílnost kvality analyzovaného modelu, který je pro pilotní města (zejména Ostravu) podle částečné validace lepší. Anomálii v případě měst tvoří Fakultní nemocnice v Olomouci, kde jsou díky pěší docházce velmi nízké doby přesunu, i při průměrné hodnotě PTWAI (způsobené špatnou dostupností obchodů, sportovišť a středních škol a nikoliv zaměstnavatelů).

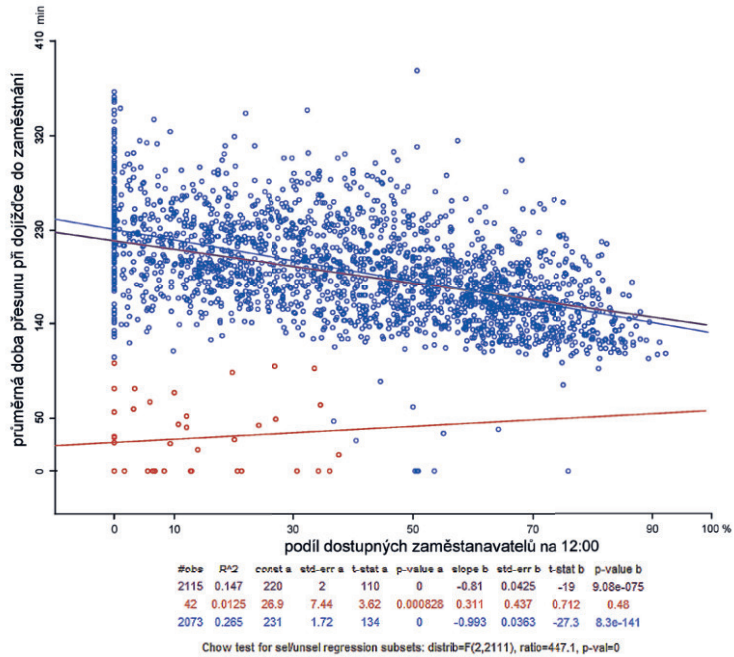
Vedle výsledků jednoduchého simulačního scénáře je možné porovnat i vztah PTWAI z deterministického modelování k výsledkům simulace kombinovaného scénáře, např. k podílu realizace kombinovaného scénáře. Korelace není malá ($R^2 = 0{,}254$, obr. 136 nahoře), přesto je evidentní, že výsledky jsou rozdílné. Výsledné mračno je heterogenní, proto bylo vybráno šest nejnižších pravděpodobností realizace scénáře, kde je sice nižší, ale běžná hodnota PTWAI. Jsou to okrajové ZSJ Kopaniny a Les Bučina v Ostravě a okrajové ZSJ ve východní části Olomouce u Svatého Kopečku (Lošov, Radíkov) a Nedvězí, Topolany na západním okraji (obr. 136 dole).



Obr. 137 – Vztahy mezi podílem dosažitelných zaměstnavatelů ve vybraných hodinách a hodnotami čtyř základních ukazatelů dostupnosti ze simulací (číselné hodnoty v grafu označují sklon). Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

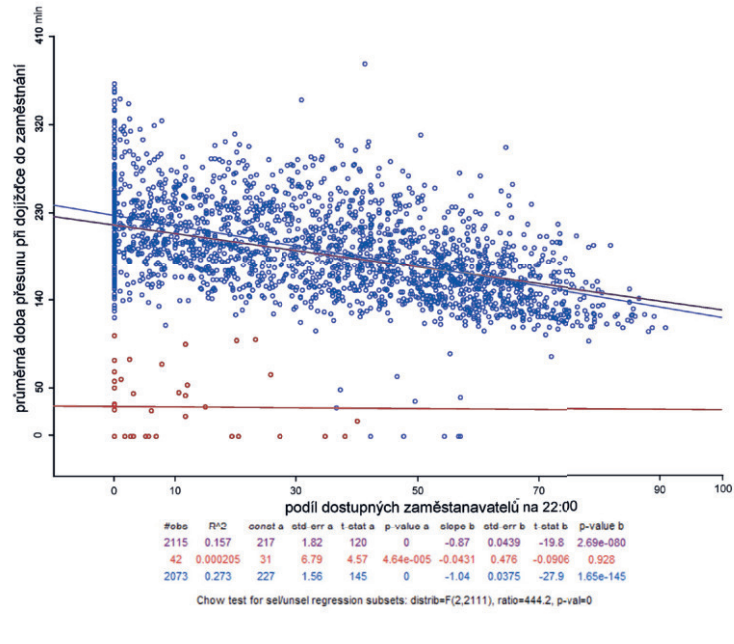


Obr. 138a – Vztah mezi podílem dostupných velkých zaměstnavatelů na jednotlivé hodiny (6, 8) a dobou dojíždění k velkým zaměstnavatelům na 7:00 či 8:00 podle simulací. Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.



#obs	R^2	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
2115	0.147	220	2	110	0	-0.81	0.0425	-19	9.08e-075
42	0.0125	26.9	7.44	3.62	0.000828	0.311	0.437	0.712	0.48
2073	0.265	231	1.72	134	0	-0.993	0.0363	-27.3	8.3e-141

Chow test for sel/unsel regression subsets: distrib=F(2,2111), ratio=447.1, p-val=0



#obs	R^2	const a	std-err a	t-stat a	p-value a	slope b	std-err b	t-stat b	p-value b
2115	0.157	217	1.82	120	0	-0.87	0.0439	-19.8	2.69e-080
42	0.000205	31	6.79	4.57	4.64e-005	-0.0431	0.476	-0.0906	0.928
2073	0.273	227	1.56	145	0	-1.04	0.0375	-27.9	1.65e-145

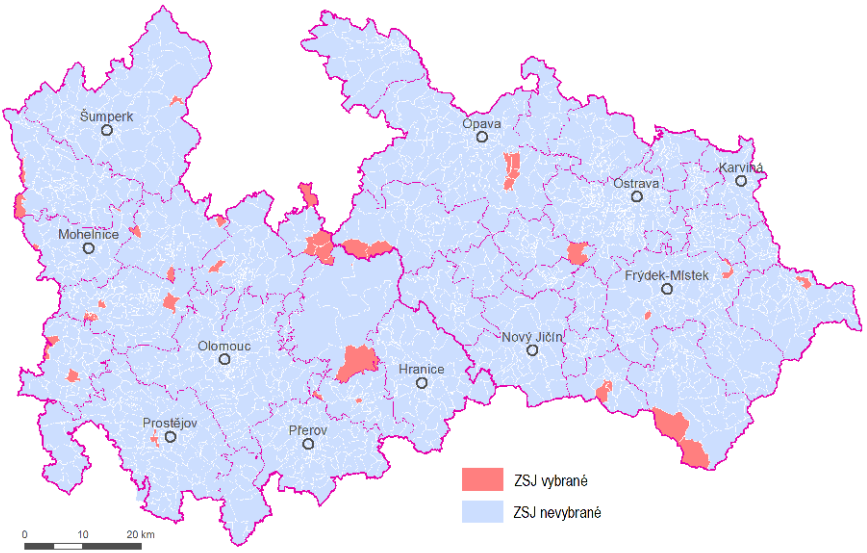
Chow test for sel/unsel regression subsets: distrib=F(2,2111), ratio=444.2, p-val=0

Obr. 138b – Vztah mezi podílem dostupných velkých zaměstnavatelů na jednotlivé hodiny (12, 22) a dobou dojíždění k velkým zaměstnavatelům na 7:00 či 8:00 podle simulací. Zdroj: jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

Podobně slabé hodnocení vztahu je i mezi dalšími výsledky z různých metod v regionech. Vztah mezi podílem dosažitelných zaměstnavatelů ve vybraných hodinách a hodnotami čtyři základních ukazatelů dostupnosti ze simulací jednoduchého scénáře dojížďky do zaměstnání je zobrazen na obrázku 137.

Je zřejmé, že korelace mezi výsledky metod jsou relativně slabé. Posoudit to můžeme na příkladech vztahů s podílem dostupných zaměstnavatelů na 6. hodinu (*wpod6*). Indexy determinace jsou 0,136 pro dobu přesunu (DPRESUN), 0,106 pro dobu ve veřejné hromadné dopravě (DURATION), 0,0304 pro vzdálenost (DISTANCE), 0,0185 pro průměrný počet přesedání (DCHANGE), 0,0167 pro vzdálenost pěší chůze DISTWALK a 0,0225 podíl dostupných cílů (POCETCILU). Nejlepší jsou tedy korelace mezi podílem dosažitelných zaměstnavatelů z deterministické metody (*wpod*) a průměrnou dobou cestování k zaměstnavatelům v regionu (DPRESUN), proto byly dále vyhodnoceny podle jednotlivých hodin (obr. 138). Index determinace R^2 dosahuje až 0,273 a i když je rozptyl bodů velký, korelace je zřejmá.

Díky zobrazení těchto vztahů mohl být proveden výběr bodů nejhorší situace (červený výběr), tj. s krátkými časy cestování a s nízkými podíly dostupných velkých zaměstnavatelů, kde se zřejmě chodí pěšky pouze do nejbližších cílů. Těchto ZSJ je 42 (obr. 139) a jsou to ZSJ s problematickou dostupností (všechny mají dostupnost X kvůli podílu dostupných cílů, ale 2/3 z nich i kvůli dlouhé době přesunu a počtu přesedání, rovněž PTWAI je až na jednu



Obr. 139 – Výběr ZSJ s malým podílem dosažitelných významných zaměstnavatelů z deterministického hodnocení a krátkou dobou přesunu při simulacích. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

výjimku velmi nízké, zpravidla 0-5, méně často 7 a 8). Jsou to velmi často současně obce vnitřní periferie podle Musil, Muller (2008) (19 případů a až na tři případy pouze z roku 1984 byly všechny potvrzeny jako vnitřní periferie v roce 2005), ostatní vybrané ZSJ zahrnují zejména okrajové části velkých měst jako Opava, Frenštát, Lipník či Prostějov, což ukazuje na heterogenitu jejich území.

Přitom se ukazuje, že prakticky nezávisí na volbě hodiny, výběr bodů zůstává prakticky stejný (výběr byl proveden pro 6:00 a je zřejmé, že zůstává zachován i v dalších hodinách), což potvrzuje předchozí výsledky, že jednotlivé hodiny spolu vysoce korelují.

8.2.3. Geografické porovnání klasifikovaných výsledků různých metod

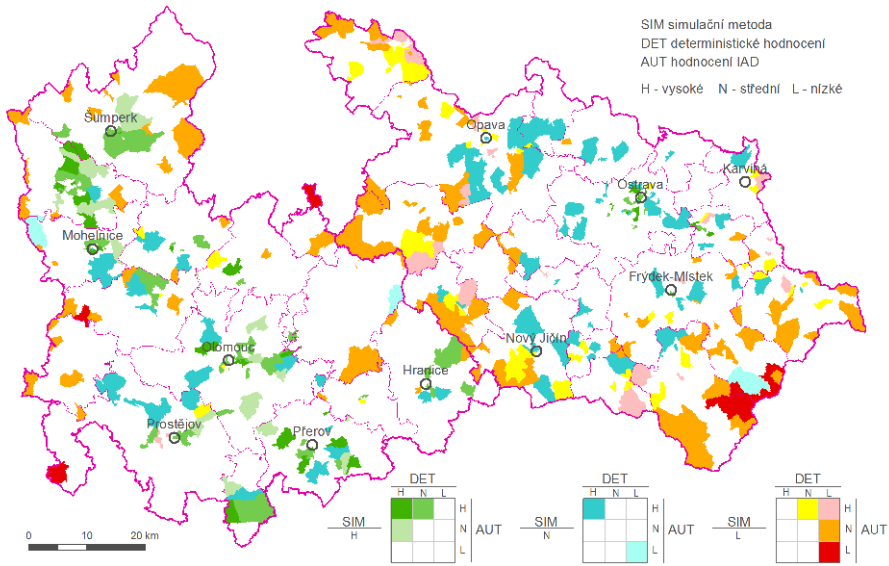
Pro jednodušší hodnocení vzájemných vztahů mezi výsledky jednotlivých metod byla provedena kategorizace výsledků. Jak již bylo uvedeno, pro klasifikaci bylo využito základních ukazatelů charakterizujících daný typ modelování – PTWAI pro individuální automobilovou dopravu a deterministické hodnocení veřejné hromadné dopravy, pro simulace klasifikace výsledků ze čtyř ukazatelů (KATFIN4).

8.2.3.1. Místa s nejlepší dostupností podle všech tří metod

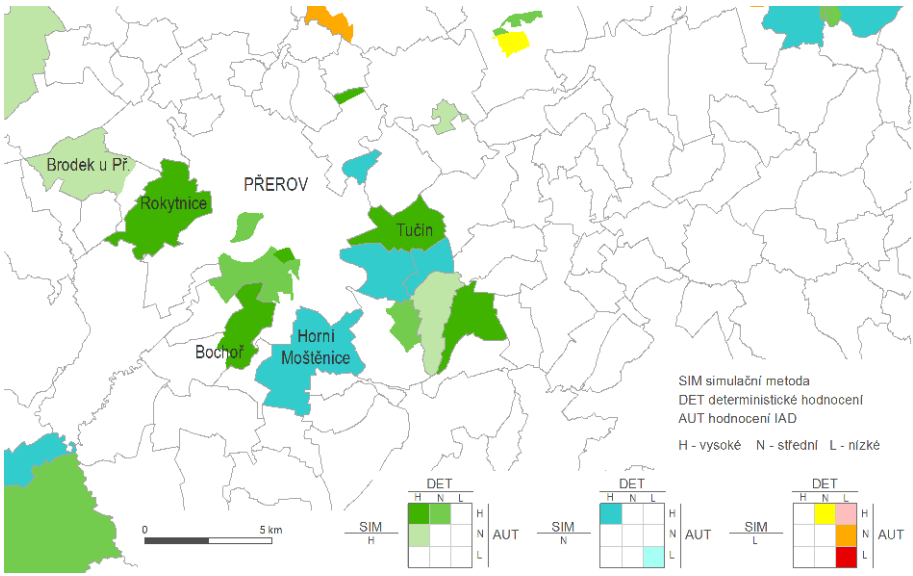
Nejlepší situace dopravní dostupnosti je v ZSJ, kde všechny vybrané metody popisují výbornou dostupnost, jak veřejnou hromadnou dopravou, tak individuální automobilovou dopravou (na obrázku 140 označeno jako HHH). Celkem jich je 43, z toho 28 na Olomoucku. Podle očekávání jsou to především ZSJ u dopravních uzlů, jako železniční stanice a autobusová nádraží, doplněná o některá místa s výhodnou polohou v silniční síti (blízkost rychlostních komunikací). Na Olomoucku se nacházejí například v blízkosti nádraží v Olomouci, Uničově, Mohelnici, Zábřehu nebo u autobusových stanic (Mohelnice-jih či Zábřeh-střed).

Oba regiony mají mírně odlišný vzor, což je dáno rozdílem v použitém modelu simulace. Opticky jsou zřetelnější velmi dobře dostupné ZSJ rozmístěné na Olomoucku při dopravních koridorech, zejména u rychlostních komunikací. Kromě Olomouce je to oblast Šumperka i Zábřehu, které mají dobré napojení na železniční síť a navazující autobusové spoje, v jižní části se nachází ZSJ s výbornou dostupností v blízkosti Přerova s velmi silným dopravním zatížením a se silnou suburbanizací doprovázenou velkým množstvím dojíždějících, méně se vyskytují také u Kojetína.

V případě Ostravska je výběr míst s nejlepší dostupností kvůli použitému simulačnímu modelu více striktní. Jsou proto vybrány spíše malé ZSJ kolem dopravních uzlů, jako jsou ZSJ u nádraží Ostrava-Svinov nebo v Havířově ZSJ u vlakového nádraží a ZSJ u autobusového nádraží. Souvislý pruh s nejlepším hodnocením se vyskytuje pouze v centru Ostravy SJ směrem od hlavního



Obr. 140 – Výsledek kategorizace výsledků tří metod (simulační a deterministické hodnocení veřejné hromadné dopravy, hodnocení individuální automobilové dopravy), vybrané třídy. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.



Obr. 141 – ZSJ s výbornou dostupností na Přerovsku s obtížnější interpretací. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

nádraží přes centrum města na ústřední autobusové nádraží a dále po hlavní komunikaci až po nádraží Ostrava-Vítkovice.

Vedle dopravních uzlů však byly vybrány i další místa zejména na Olomoucku, kde není výhodná dopravní dostupnost ve srovnání s jejich okolím tak zřejmá, jako jsou některé obce těsně za hranicí Přerova nebo okrajové části Zábřehu či za hranicí Mohelnice. Zde se projevuje do určité míry vliv kategorizace nastavení a používání ostrých limitů. Při analýze situace na Přerovsku (obr. 141) se zjistí, že pokud jsou spoje do Přerova kratší než 10 minut, dostává ZSJ nejvyšší ohodnocení, ať už jde o autobusovou (Tučín) nebo vlakovou dopravu (nejbližší zastávky na tratích z Přerova, které jsou vzdálené 4–6 min jízdy, vyjma Prosenic, kde stanice je od centra obce vzdálená pěšky 1,8 km a navíc je to až čtvrtá zastávka v pořadí podle blízkosti). Jakmile se ZSJ dostane za tuto časovou hranici, bodové hodnocení výrazně klesá. Důvodem, proč nejsou vybrány sousední ZSJ dovnitř města, je omezení, že se při deterministickém hodnocení nepracovalo s městskou hromadnou dopravou. Proto se ukazuje jako vhodné využívat hodnocení, které není tak závislé na limitech a kategorizaci, což jsou právě simulační metody.

8.2.3.2. Místa s nejhorší dostupností podle všech tří metod

Míst s nejhorší dostupností, na čemž se shodly všechny tři metody, je 13, z toho jen tři na Olomoucku. Na Ostravsku jde o skupinu 10 ZSJ v okrajové části Moravskoslezských Beskyd, o velmi malém počtu obyvatel (řádově v jednotkách). Všechny kromě Vyšní Mohelnice patří mezi obce označené jako vnitřní periferie v roce 2005, případně i v roce 1984. Deterministické hodnocení veřejné hromadné dopravy v těchto místech nenašlo žádné cíle v definovaném okruhu. Simulace ukazují průměrné doby celodenního cestování k významnému zaměstnavateli od 3,5 hod (Podgruň) až po téměř 6 hodin (Vjadačka). Počty přesedání jsou variabilní, často spojené s velmi dlouhými pěšími přesuny (většina přes 5 km denně). Analýza individuální automobilové dopravy ukazuje variabilní časy dopravy autem k nejbližšímu cíli, např. významní zaměstnavatelé od 2 min do více než 32 min, horší jsou doby dojezdu do obchodu a nejhorší ke středním školám. V detailní analýze situace se potvrdilo, že skutečně jde o ZSJ s velmi nepříznivou dopravní dostupností.

Na Olomoucku jde o Kadeřín (část Bouzova, součást Javoříčska, resp. Konicka), Nové Valteřice (okrajový výběžek kraje, část Moravského Berouna) a Baldovec (obec Rozstání na Prostějovsku, okrajová část odděleného výběžku Olomouckého kraje za vojenským újezdem Březina). Všechny obce byly v roce 2005 označeny za vnitřní periferie, první a poslední i v roce 1984. Žije v nich málo obyvatel, od 24 do 102 a mezi SLDB 2001 a 2011 ztratily 11–40 % obyvatel (nejvíce Nové Valteřice). První dvě jsou podle deterministické analýzy veřejné hromadné dopravy prakticky nedostupné (0 podíly dostupných cílů), poslední má velmi malé podíly pro pouze ordinace a sportoviště. Podle simulací jsou Nové Valteřice zcela nedostupné, u dalších dvou jsou průměrné doby přesunu

k významným zaměstnavatelům přes 3 hodiny denně, Kadeřín má navíc velmi dlouhou pěší docházku. Pro individuální automobilovou dopravu jsou počty dostupných cílů velmi nízké (např. počet významných zaměstnavatelů kolísá od 32 pro Baldovec až po 92 v Kadeříně), závažnější je však doba cestování, kdy v Baldovci přesahuje 30 minut pro významné zaměstnavatele, obchod i střední školy. Na Kadeřín navazuje řada dalších ZSJ, kde jsou zejména podmínky pro veřejnou hromadnou dopravu velmi špatné. Opět lze tedy potvrdit velmi špatnou dostupnost těchto míst.

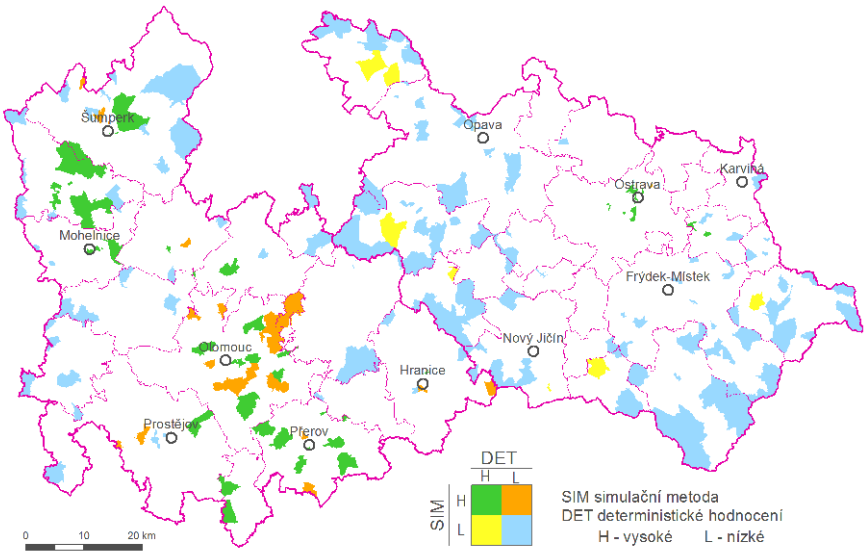
8.2.3.3. Místa s největšími rozdíly v hodnocení dostupnosti veřejnou dopravou

Vedle míst s velmi dobrou či velmi špatnou dostupností (které by koneckonců neměly odborníky překvapit) je důležitější prozkoumat situaci v místech, kde se hodnocení dopravní dostupnosti mezi metodami nejvíce liší. Zajímaly nás zejména velké rozdíly v hodnocení veřejné hromadné dopravy na základě deterministického a simulačního přístupu.

Nejprve byla posuzována situace *HL*, tedy vysoké hodnoty dostupnosti ze simulačních výsledků (nízké CKATFIN4, konkrétně kategorie A a B), a nízké hodnoty PTWAI (špatná dostupnost z deterministického přístupu). Základním kritériem výběru byla podmínka CKATFIN4 < 3 AND PTWAI < 5. Takové podmínce v regionu vyhovuje jediná ZSJ na Ostravsku, a to Heřmanice-Koněvova, kde jde o okrajovou ZSJ za ZOO, kde se evidentně projevilo nevyužití městské hromadné dopravy (v blízkosti jen zastávky trolejbusu). Na Olomoucku jich je 26 (obr. 142). Na základě jejich rozboru byly identifikovány dva hlavní problémy u deterministické metody:

1. Nezahrnutí městské hromadné dopravy do hledání spojení veřejnou dopravou vedlo k podhodnocení dostupnosti zejména na okrajích velkých měst. To je případ ZSJ Nemilany, Neředín, Na dílech, Lošov, Radíkov a Svatý Kopeček, které jsou součástí olomoucké zóny 71 pro městskou hromadnou dopravou, nebo některé ZSJ v Přerově či Hranicích.
2. Konstrukce indikátoru PTWAI je postavena na hodnocení pěti různých kategorií cílů (velký zaměstnavatel, střední škola, ordinace praktického lékaře pro dospělého, obchod a sportovní zařízení), jenže pokud jsou všechny typy cílů soustředěny v týchž městech (resp. na téměř stejném místě), dochází k výrazným změnám hodnoty PTWAI o pět bodů při změně vzdálenostní kategorie (např. překročení doby dojíždění 30 minut). Efekt se projevuje v místech, kde není tato nárazová změna alespoň částečně rozvolněna (např. existence bližšího známého obchodu). Tam také dochází ke vzniku největšího kontrastu s výsledkem simulačního hodnocení, které žádný takový limit nepoužívá.

Příkladem takové situace je například Véska či Hrubá Voda pro dosah do Olomouce, které se nacházejí těsně za hranicí 30 minut dojezdu do Olomouce (vč. pěší chůze na a ze zastávky) a tudíž mají u cílů v Olomouci nulové hodnocení pro PTWAI. Celkově dosahuje PTWAI hodnoty 1 (Véska), resp. 0 (Hrubá



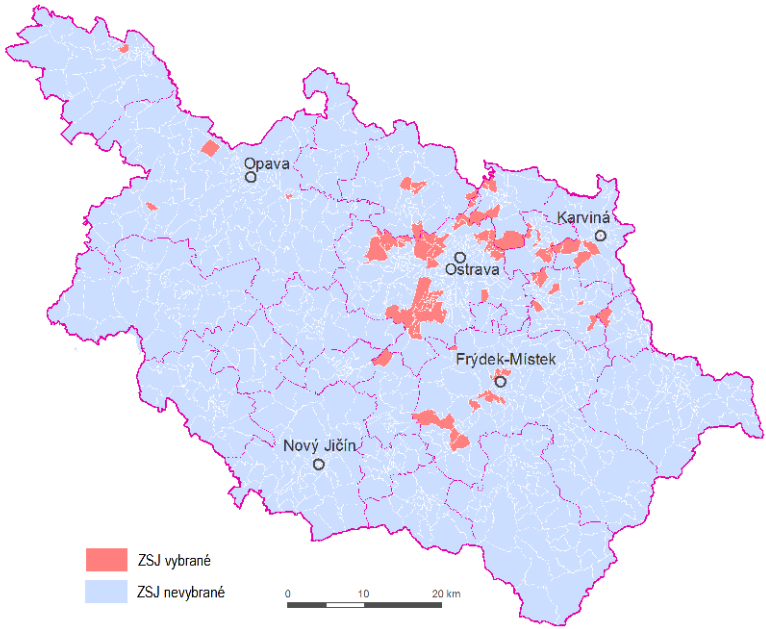
Obr. 142 – Klasifikace rozdílů mezi hodnocením dostupnosti hromadnou dopravou simulační metodou pro zaměstnavatele a deterministickým hodnocením. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

Voda). Podle simulací je však podíl různých zaměstnavatelů dobrý (68–72 %), pouze jsou horší doby přesunu (2,5 hodiny za den), ale jiné ukazatele jsou výborné. Z Vésky jezdí autobus do Olomouce cca každou hodinu, doba jízdy 25–30 min, zpravidla přímý. Rovněž cesta vlakem z Hrubé Vody trvá většinou spojů 31 minut bez přesedání.

Podobně jsou na tom Benátky a Hynkov u Štěpánova, které jsou více než 30 minut od Olomouce, i když mají vysoké podíly dosažitelných cílů. Podle výsledků simulací je sice delší doba cestování, ale všechny ostatní ukazatele jsou výborně hodnoceny. Dalším příkladem je okraj Uničova („Na zastávce"), který je, jak název napovídá, přímo u železniční zastávky a není důvod nízkého hodnocení veřejné hromadné dopravy, vyjma nadlimitní časové vzdálenosti do Olomouce. Podobně Žárovice, situované na silnici Prostějov–Plumlov–Blansko, nebo Poruba jako okrajová část Hustopečí, s dojezdem cca 35 min přímým autobusem do Hranic.

Stále ale zůstávají některé ZSJ, kde důvod podhodnocení deterministickou metodou není zřejmý. Při jejich posuzování se jeví málo pravděpodobné špatné hodnocení veřejné hromadné dopravy, z čehož lze usoudit na poskytování lepší výsledků simulacemi. Jde například o Stichovice na okraji Prostějova, kde jezdí autobusy do Prostějova či Plumlova cca 15 min.

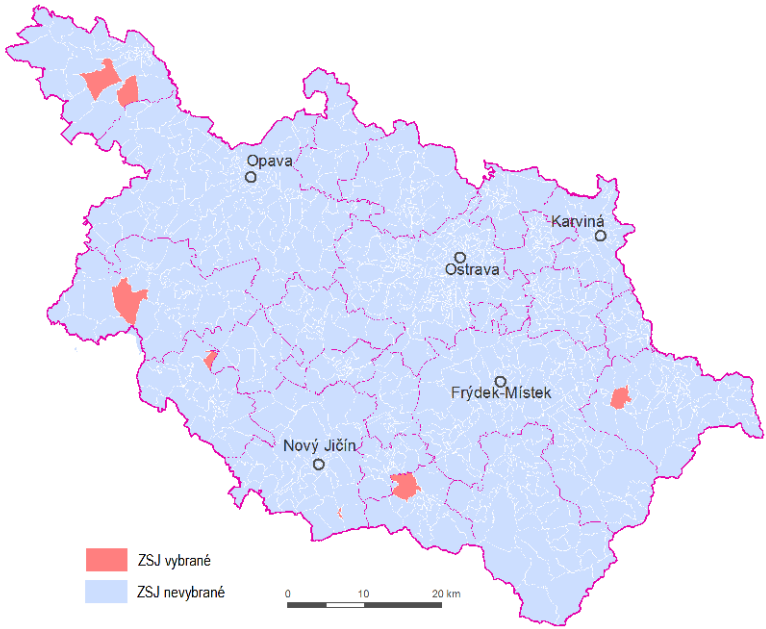
Rozšíří-li se podmínka výběru o dobrou dostupnost (klasifikace C) ze simulací, dosáhne se na Ostravsku celkem 83 ZSJ (obr. 143), z toho 43 je přímo



Obr. 143 – Výběr ZSJ s dostupností klasifikovanou kategorií C dle simulací, ale s nízkým PTWAI v deterministickém hodnocení veřejné hromadné dopravy. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

v Ostravě. Tam se také potvrzuje hlavní důvod podceněného hodnocení při deterministické metodě – skutečnost nezahrnutí městské hromadné dopravy do analýzy hromadné dopravy. Řada míst má tak ve výsledku velmi slabé hodnocení PTWAI (Hošťálkovice, Proskovice, Výškovice, Zábřeh, Martinov a další), s velmi nízkým podílem dosažitelných cílů, či dokonce jsou zcela nedostupné dle PTWAI (Antošovice, Amerika, Hošťálkovice-jih, Koblov-Vrbina, Proskovická), přitom při simulacích jsou to místa s dobrou dostupností, pouze s mírně horší situací v počtu přesedání a době přesunu. Podobně lze hodnotit i rozdíly v okrajových částech dalších měst, jako je Frýdek-Místek (7 ZSJ), Havířov (5 ZSJ), Opava, Orlová, Bohumín, Krnov, Karviná (zde pro změnu střed).

Opačná situace je naopak tam, kde je vysoké hodnocení deterministické a nízké simulační (podmínka výběru CKATFIN4 > 4 AND PTWAI > 16). Vybráno bylo pouze 7 ZSJ na Ostravsku (obr. 144), protože žádný takový případ na Olomoucku nenastal. To může být ovlivněno výběrem neideálního modelu dostupnosti zaměstnavatelů v Moravskoslezském kraji, což také naznačuje situování výběru po obvodu území, i když ne přímo na okraji. Celkově jsou to spíše odlehlá místa, avšak ne zcela nedostupná či výrazně problematicky dostupná. Většina z nich má veřejnou hromadnou dopravu závislou na autobusech, nemají totiž výhodnou polohu na hlavních komunikacích či dokonce koridorech.

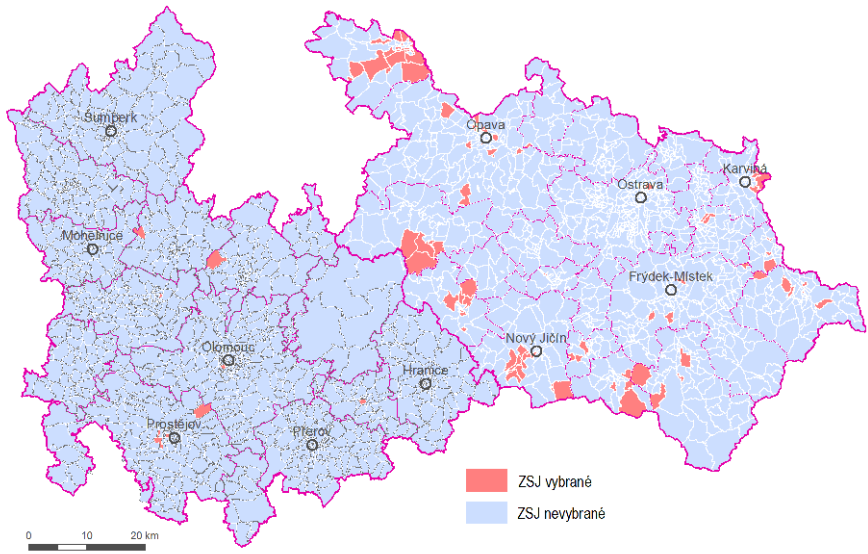


Obr. 144 – Výběr ZSJ se špatnou dostupností dle simulací, ale s vysokým PTWAI v deterministickém hodnocení veřejné hromadné dopravy. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

U těchto míst se ale ukazuje i nedokonalost hodnocení veřejné hromadné dopravy deterministickým přístupem, kde nejen PTWAI ale i časová variabilita jsou dobré, přestože podíly dostupných zaměstnavatelů jsou nízké, zejména v časech jako 6:00 nebo 22:00. Hlavním důvodem rozdílného hodnocení je především principiální rozdíl mezi oběma metodami, kdy PTWAI hodnotí jen dostupnost jednoho nejbližšího cíle (což je u obcí za Krnovem několik minut autobusem), zatímco simulace do náhodně vybraných cílů v celém regionu.

8.2.3.4. Porovnání dostupnosti hromadnou dopravou s individuální automobilovou dopravou

Zatímco v případě porovnání deterministického a simulačního přístupu k modelování dostupnosti veřejné hromadné dopravy šlo o rozdílný přístup k hodnocení stejné služby (veřejné hromadné dopravy), v případě hodnocení rozdílů mezi veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou jde o posouzení relativní výhodnosti individuální automobilové dopravy vůči veřejné hromadné dopravě. V kapitole 6.5 již byla aplikována metoda dle Benensona a kol. (2011). Při analýze situace v pilotních městech bylo zjištěno, že v Olomouci celkem pravidelně klesá relativní výkonnost městské hromadné dopravy z centra města, a tudíž největší výhody použití individuální automobilové



Obr. 145 – Výběr ZSJ se špatnou dostupností dle simulací dojížďky do zaměstnání hromadnou dopravou, ale s vysokým PTWAI v hodnocení individuální automobilové dopravy. Zdroj: RSO ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

dopravy jsou prakticky ve všech okrajových částech Olomouce. Oproti tomu je situace v Ostravě mnohem pestřejší díky nerovnoměrnosti zástavby a omezenému pohybu mezi základními částmi města v důsledku historicko-přírodního rozdělení. Z okrajových částí Ostravy má městská hromadná doprava nejlepší výsledky vůči individuální automobilové dopravě na severozápadě v Plesné a na opačné straně v Bartovicích, naopak nejhorší situace je pak v severní části území (Hošťálkovice, Lhotka, Landek), v Krásném Poli, či na jihu v Bělé. Ukazují se tak dobře místa, kde je zhoršená dopravní dostupnost dána především geografickými podmínkami, kde je tudíž zlepšení dopravní dostupnosti veřejné hromadné dopravy obtížné a závislé na zásadních změnách celkové dopravní infrastruktury, a kde jsou naopak rozhodující dopravní podmínky, a proto je tam dobrý potenciál pro zlepšování výkonosti městské hromadné dopravy. Přitom nerozhoduje, zda jsou ztížené geografické podmínky dány převažujícími přírodními faktory (Plesná v odděleném údolí) nebo antropogenními (Bartovice zastíněné velkým areálem ArcelorMittal). Místa s horší relativní výkonností městské hromadné dopravy se ale nacházejí i uvnitř Ostravy (např. Nová Ves či severní okraj Mariánských Hor, v menší míře rovněž jižní část Ostravy), což jsou zpravidla místa v blízkosti významných silničních komunikací, které zvyšují dostupnost pomocí individuální automobilové dopravy.

Pro region se posuzovala situace s využitím kategorizace výsledků ze simulačního modelování. Sledovala se tedy situace *LH*, tj. nízká dostupnost veřejné

hromadné dopravy a vysoká u individuální automobilové dopravy (podmínka APTWAI > 16 and CKATFIN4 > 4), protože situace *HL* neexistuje. Podle podmínky bylo vybráno celkem 96 ZSJ (obr. 145), z toho ale jen sedm leží v Olomoucku. K typickým místům s takovou charakteristikou patří okrajové části některých větších měst, které mají díky relativní blízkosti většího centra s řadou cílů výborné podmínky dojezdu (zejména krátkou dobu dojezdu, která je určující pro vysoké bodové hodnocení v rámci PTWAI), avšak veřejná hromadná doprava není z různých důvodů ideálně vedena, protože zpravidla neleží na hlavních komunikacích. Často jde o vhodné suburbánní jednotky, jak je tomu v případě Opavy, kde je takto klasifikována řada jejich krajních ZSJ (Karlovec, Kravařov, Palhanec, Palhanecká, Pod Hlavní, Stříbrné jezero). Podobně většina Krnova a přilehlé obce, a to i když mají zastávky hromadné dopravy (jsou však pro ně typické především dlouhé časy a mnoho přesedání), podobně jako okrajové části Nového Jičína (Bocheta, Loučka, Sídliště Loučka, U nemocnice) s přilehlým územím Starého Jičína, významná část Frenštátu, příp. Trojanovic. Přímo v Olomouci jde o oblast Fakultní nemocnice, kde se kvůli špatnému spojení veřejné hromadné dopravy výrazně podílí pěší docházka. To podle očekávání potvrzuje závěry z analýzy situace v pilotních městech.

8.3. Vybrané případové lokální studie

8.3.1. Olomouc

Území Olomouce bylo pro potřeby hodnocení rozděleno na pět oblastí, které nejlépe reprezentují charakter města: Střed (centrum města s přilehlými ZJS s dominantní historickou zástavbou), Jih a jihozápad (převážně sídlištní zástavba s vysokou hustotou zalidnění – Povel, Nové Sady, Nová Ulice, Neředín a navazující okrajové části), Sever (smíšená zástavba – Řepčín, Hejčín, Lazce, Klášterní Hradisko, Chomoutov), Východ (převážně průmyslová oblast východně od železnice – Holice, Hodolany, Bělidla, Chválkovice) a Sv. Kopeček (Droždín, Sv. Kopeček, Lošov a Radíkov).

8.3.1.1. Střed Olomouce

Střed města s okolními ZSJ má výbornou dostupnost hromadnou dopravou, což není překvapující. Zejména to platí pro dostupnost zaměstnavatelů, kde působí kombinace krátké pěší docházky, krátkých časů přesunů a vysokého počtu cílů, a dále také častými dopravními linkami, které často obsluhují většinu zastávek v blízkosti nejvýznamnějších obchodních center a největších zaměstnavatelů. To je potvrzeno z obou komplexních hodnocení simulací (zaměstnavatelé i obchodní centra) i z deterministického hodnocení (velmi vysoké nebo vysoké hodnoty indexu PTWAI). Nejlepší místa s nejvyšším hodnocením dostupnosti hromadnou dopravou jsou potom v oblasti Náměstí Hrdinů a také

v blízkosti hlavního nádraží, kde je v obou případech velmi vysoká frekvence dopravních spojů. Výbornou dostupnost podporuje i skutečnost, že zejména v centru se často vyplatí přesunout se napříč historickým centrem pěšky třeba i 300 metrů na zastávku s přímým spojením nebo volit dopravní spojení tak, aby se člověk vyhnul zbytečnému dalšímu přestupu. Přesto se ukazuje jako horší situace v hodnocení dostupnosti obchodních center pomocí hromadné dopravy, protože lepší hodnocení vykazují ZSJ v jižním směru, které jsou blíže k nejbližšímu obchodnímu centru (k Šantovce). Výborná dostupnost centra hromadnou dopravou je potvrzena také vysokým časem stráveným doma a nízkým časem čekáním na spoj v kombinovaném hodnocení cílů.

Horší je dostupnost centra pomocí individuální automobilové dopravy. Ačkoliv je zde čas k nejbližšímu cíli u většiny kategorií velmi nízký (obvykle do 2 minut) a počet dosažitelných cílů velmi vysoký, je zde celková dostupnost hodnocena až druhou nejvyšší kategorií indexu PTWAI. Důvodem je mírně delší docházka k zaparkovanému vozidlu, což prodlužuje celkovou dobu cestování. Tato situace by byla při započtení dopravních kongescí pravděpodobně ještě mnohem výraznější.

8.3.1.2. Jih a jihozápad Olomouce

Jižní a jihozápadní část města (ZSJ Povel, Nové Sady, Nová Ulice, Neředín a navazující okrajové části) je díky vysoké hustotě zalidnění obsluhována částečně tramvajovou, ale především potom autobusovou dopravou s častými spoji. Doba cestování a stejně tak i počet přestupů se v porovnání s centrem zvyšuje a celkově je zde dostupnost oproti centru mírně horší. Velmi dobrá je zde ale dostupnost obchodního centra s pěší docházkou k nejbližšímu obchodnímu centru nebo s obvykle nejrychlejším spojením. Důvodem takto dobrého hodnocení je pochopitelně také vysoká koncentrace obchodních center oproti zbývajícím částem města. V případě hodnocení zaměstnavatelů je většina území pokryta kategorií B, výjimkou je jedno ZSJ v blízkosti fakultní nemocnice (Nová Ulice), v důsledku vyššího podílu pěší docházky a také blízkosti konečné zastávky tramvajové sítě.

Podle deterministického hodnocení je jižní část města poměrně variabilní. Vyskytují se zde prakticky všechny kategorie indexu PTWAI. Území je poměrně rozsáhlé a projeví se zde jak rozdílná frekvence spojů, tak také odlišná pěší docházka z jednotlivých hodnocených zdrojů mobility.

Podle hodnocení dostupnosti individuální automobilovou dopravou spadá naprostá většina území do kategorie s vysokou dostupností (hodnoty PTWAI mezi 13 a 16). Výjimkou je v jižní části města Slavonín s rodinnými domy, kde se projeví nižší pěší docházka k automobilu.

8.3.1.3. Sever Olomouce

Severní část města (ZSJ Řepčín, Hejčín, Lazce, Klášterní Hradisko, Chomoutov) je hodnocena poměrně různorodě a je tedy obtížné provést shrnující

hodnocení. Zejména v případě hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů je zde patrný trend horší dostupnosti se vzrůstající vzdáleností od centra. To se projevuje jak zvýšeným počtem přestupů, tak vyšší dobou přesunu a klesá také podíl dostupných cílů. Poměrně vysoký je také stále podíl pěší přepravy. U hodnocení obchodních center je tento trend patrný spíše až za hranicemi kompaktní zástavby (za Chomoutovem). Důvodem je především nízký počet přestupů při cestování z těchto velmi dobře hodnocených ZSJ.

Stejně jako v případě jižní části města i zde je dostupnost poměrně různorodá se zastoupením více kategorií. Převládá však vysoká dostupnost s hodnotami PTWAI mezi 13 a 16. Nejlépe je v této části města hodnocena dostupnost individuální automobilovou dopravou (Hejčín, Řepčín), a to nejlepší kategorií. V těchto městských částech je stále k dispozici velké množství dobře dosažitelných cílů a zdroje dojížďky jsou umístěny převážně v místech venkovského charakteru (rodinné domy), kde se předpokládá parkování přímo v daném místě. Mírně horší je potom dostupnost v Lazcích.

8.3.1.4. Východ Olomouce

Východ města (ZSJ Holice, Hodolany, Bělidla, Chválkovice) je od zbytku města částečně odříznutý železniční tratí, ale na zhoršení dopravní dostupnosti zaměstnavatelů to má vliv pouze v odlehlejších částech (Chválkovice, Holice). Naopak Hodolany, Bělidla a oblast kolem autobusového nádraží jsou hodnoceny lépe, protože jsou obsluhovány linkami městské hromadné dopravy s taktovým jízdním řádem (ve špičce dokonce v prokladu pouhých 10 minut). V případě Chválkovic je dostupnost horší zejména díky nižší frekvenci spojů a delší pěší docházce. V celém území jsou doby přesunu podobné přesunům v centru města, důvodem je především přímé a rychlé tramvajové spojení.

Dle deterministického hodnocení veřejné hromadné dopravy je ve východní části města nejčastěji zastoupena výborná a dobrá dostupnost. Patrný je podobný vzor jako u simulačního hodnocení, tedy lepší hodnoty v blízkosti autobusového nádraží a nižší hodnoty ve Chválkovicích a také Bělidlech.

Podle individuální automobilové dopravy je hodnocení také podobné, přičemž Chválkovice dosahují naopak mírně lepšího hodnocení z důvodu kratší pěší docházky. Projevuje se zde také nižší počet dostupných cílů v některých kategoriích.

8.3.1.5. Svatý Kopeček

Oblast kolem Svatého Kopečku (ZSJ Droždín, Svatý Kopeček, Lošov a Radíkov) je dle simulací hodnocena kategorií C, a to jak v případě dostupnosti zaměstnavatelů, tak obchodních center. Ve srovnání s kompaktně zastavěnou částí města tak jde o jeden stupeň horší dostupnost, která je však shodná s dalšími ZSJ, kterou jsou mnohem blíže k centru. Nejvyšší hodnoty zde má především doba přesunu, nejnižší je také podíl realizace celého plánu kombinovaného hodnocení z důvodu absence některých cílů. Ostatní ukazatele již výrazně nevybočují, i přes větší vzdálenost jsou zde totiž přímé spoje s častou frekvencí.

Hodnocení Svatého Kopečku pomocí deterministického přístupu a také pomocí individuální automobilové dopravy zde vychází mírně odlišně. Dle očekávání je zde hodnocení v rámci celého města jednoznačně nejhorší, na rozdíl od simulací, které vycházely také špatně, ale ne odlišně od zbytku území. V případě individuální automobilové dopravy i veřejné hromadné dopravy spadá většina lokalit do kategorie velmi nízká nebo nízká dostupnost. To je způsobeno zejména nižším počtem dostupných cílů a také delším časem k nejbližšímu cíli.

8.3.2. Zábřežsko

Zábřežsko je charakteristické především velmi dobrým napojením na železniční trať a dále potom výrazným silničním tahem, který prochází v severojižním směru a propojuje tak jižní část kraje (Mohelnicko, Uničovsko) s Jesenickem. V centrální části se nachází město Zábřeh obsluhované městskou hromadnou dopravou. Okrajové části (zejména na východě a na západě) lze zařadit do periferií bez větších obcí, které by nabízely větší množství potenciálních cílů mobility.

Prakticky celá centrální část regionu, která je lokalizovaná v blízkosti hlavního dopravního tahu, je shodně hodnocena nejlepšími kategoriemi dopravní dostupnosti všemi použitými přístupy. Naprosto identickou kategorií s nejlepší dostupností je hodnoceno několik ZSJ podél tohoto tahu (Vlachov, Lukavice, Rájec, Rovensko a Vyšehoří). Největší odlišnosti jsou zejména přímo v Zábřehu, kdy jsou výsledky ovlivněny nezahrnutím městské hromadné dopravy do deterministického přístupu. Pokud by byla městská hromadná doprava započtena, je pravděpodobné, že by vysoká hodnota dostupnosti byla ve shodě u všech přístupů také v dalších ZSJ, jako je tomu v případě individuální automobilové dopravy nebo simulačního hodnocení (např. Skalička, Račice, Levenov, Měkkýš, atd.). Všechny tyto ZSJ dosahují nejen nejvyšších hodnot PTWAI u individuální automobilové dopravy (17–20), ale mají také nízký počet přestupů (obvykle 2) a také nízkou dobu přesunu (nejnižší kategorie do 150 min).

Shoda v hodnocení pomocí simulačního a deterministického přístupu je patrná u většiny obcí podél hlavního dopravního tahu (tedy kromě výše uvedených také ZSJ Zvole, Hrabová, Postřelmůvek, Postřelmov). U většiny z nich je hodnocení pomocí individuální automobilové dopravy také velmi dobré. U Zvole, Postřelmova a Postřelmůvku je hodnocení o stupeň horší v důsledku nižšího počtu dosažitelných cílů a vyššího času dojížďky k nejbližšímu cíli. Shoda v hodnocení pomocí deterministického a simulačního přístupu je patrná i v okrajových částech regionu. Kromě výše zmíněné centrální části jsou shodně hodnoceny také nedostupné ZSJ (kategorie X – Drozdovská Pila, Popelák-Zejfy, Dolní Bušínov a Janoslavice). Pouze index PTWAI u individuální automobilové dopravy není u těchto ZSJ nejnižší (ale druhý nejnižší), neboť vzdálenost k dostupným cílům je pomocí automobilu stále přijatelná.

V případě ORP Zábřeh lze tedy říci, že výsledky simulačního a deterministického přístupu jsou velmi vyrovnané, liší se pouze v centrální části vlivem nezahrnutí městské hromadné dopravy do deterministického hodnocení. Výsledky indexu PTWAI u individuální automobilové dopravy potvrzují dobrou dostupnost a poukazují na místa, která mají dobré hodnocení pouze při použití automobilu, zatímco hodnocení dostupnosti veřejné hromadné dopravy již zde není příliš dobré, např. Jedlí, Drozdov, Pivonín, Leština, Lesnice, Dolní Brníčko a Kamenná.

8.3.3. Ostrava

Území Ostravy bylo pro potřeby popisu situace v dostupnosti rozděleno na 5 sektorů podle Ivana a Kováře (2016): Střed (městské obvody Moravská Ostrava a Přívoz, Mariánské Hory a Hulváky, Vítkovice, Nová Ves), Západ (Poruba, Svinov, Polanka nad Odrou, Třebovice, Martinov, Puskovec, Krásné Pole, Plesná), Jih (Ostrava-Jih, Hrabová, Proskovice, Stará Bělá, Nová Bělá), Sever (Hošťálkovice, Lhotka, Petřkovice a Antošovice jako součást městského obvodu Slezská Ostrava) a Východ (Slezská Ostrava bez Antošovic, Radvanice a Bártovice, Michálkovice). Toto rozdělení respektuje přirozené hranice historických zemí Moravy a Slezska na řekách Odra, Opava a Ostravice a je opodstatněné existencí omezeného počtu mostů.

8.3.3.1. Střed Ostravy

Podle očekávání je to území s nejlepší dostupností. Nejlépe je hodnocena ZSJ u hlavního nádraží, a to pro veřejnou hromadnou dopravu i pro individuální automobilovou dopravu. Při podrobném prostorovém rozlišení hodnocení veřejné hromadné dopravy deterministickým přístupem mají nejlepší hodnocení místa u významných dopravních zastávek a celkově hodnocení ukazuje jistou variabilitu v území.

Relativně nejhorší situace je v neobydlených nebo málo obydlených ZSJ Odvaly u Odry a ZSJ Na Františku. Z první jmenované není možné dojíždět do zaměstnání do *Sungwoo Hitech*. Velmi špatně je rovněž hodnocen i kombinovaný scénář (jen do 20 % šance realizovat celý scénář) a rovněž jsou zde nejhorší podmínky dojížďky do obchodních center. Individuální automobilová doprava je zde ale dobrá, v blízkosti je důležitá silnice II/647 Mariánskohorská. ZSJ Na Františku má také sníženou dostupnost veřejné hromadné dopravy, zatímco individuální automobilová doprava je vynikající (napojení na dálnici D1). Potíže s veřejnou hromadnou dopravou potvrzuje i nižší hodnocení výsledků kombinovaného scénáře. Dílčí problémy ve veřejné hromadné dopravě mají rovněž některé části Vítkovic. Horší doby cestování veřejnou hromadnou dopravou do obchodních center má území kolem nádraží Vítkovic (3 ZSJ) a Šalamouna-východ. Sousední Vítkovice-východ zase vykazují slabší hodnocení výsledků kombinovaného scénáře.

8.3.3.2. Západ Ostravy

Nejlepší hodnocení má střed Poruby podél hlavní komunikace (Opavská), podle simulací veřejné hromadné dopravy i individuální automobilové dopravy, i když v těchto místech deterministické hodnocení veřejné hromadné dopravy značně kolísá od střední po vysokou úroveň. V ZSJ v okolí (větší část Poruby a Svinova i v blízkosti nádraží) byla hodnocena dostupnost podle simulací jako dobrá (C), a podle deterministického hodnocení veřejné hromadné dopravy střední až dobrá.

Podle očekávání mají horší hodnocení dostupnosti okrajové části Ostravy. Jižní okraj Poruby (Stará Poruba východ) má horší dostupnost zaměstnavatelů, což potvrzují zejména výsledky simulací, zatímco deterministický přístup ukazuje průměrné výsledky. Není odsud dostupná průmyslová zóna Hrabová na tři směny.

Martinov je území, kde se opět projevují rozdíly v hodnocení veřejné hromadné dopravy. Podle deterministické metody je situace dobrá (PTWAI kolem 13), avšak simulace dojíždění do zaměstnání ukazuje pouze dostatečnou dostupnost (D).

Podobně Kopaniny vykazují horší situaci ve veřejné hromadné dopravě, což dokládá simulace do zaměstnání, nedostupnost průmyslové zóny Hrabová na tři směny i malá šance na realizaci kombinovaného scénáře. Pouze obchodní centrum Globus těsně v sousedství je velmi dobře dostupné. Deterministický přístup hodnotí území jako slabě průměrné (PTWAI 10). Dostupnost individuální automobilové dopravy je přitom vysoce hodnocena (PTWAI 19).

Odlehlá Plesná má ze simulací horší dostupnost, což se v deterministickém hodnocení veřejné hromadné dopravy projevuje jen částečně (PTWAI 10). Osídlení má i relativně nízkou dostupnost individuální automobilové dopravy, zejména nízké PTWAI (jen 11) a špatný dojezd zejména za sportem.

Dílčí problémy mají i další místa. Například z Krásného Pole nelze dojíždět veřejnou hromadnou dopravou do Hrabové a vykazuje rovněž poměrně málo volného času doma při realizaci kombinovaného scénáře.

Polanka a Janová-Přemyšov mají mírně horší dostupnost veřejnou hromadnou dopravou ze simulací (hodnoceno jako D, dostatečné), zatímco deterministická metoda ukazuje průměrné podmínky (PTWAI 12). Přitom jde o odlehlé sídelní celky, což dokládá i mírně horší situace v individuální automobilové dopravě, kterou způsobuje zejména horší podíl dostupných velkých zaměstnavatelů, delší čas dojezdu k velkému zaměstnavateli a ke sportovišti. Z Janové nelze dojíždět veřejnou hromadnou dopravou do průmyslové zóny Hrabová na tři směny. Území ale nemá problémy s realizací kombinovaného scénáře, obecně jen horší podíl času stráveného doma.

8.3.3.3. Jih Ostravy

Relativně nejlepší dostupnost mají některá místa v Zábřehu, např. v centrální části sídliště kolem střediska Kotva nebo na rozhraní mezi Hrabůvkou

a Dubinou, s vysokou koncentrací obyvatel a služeb. PTWAI z deterministického hodnocení veřejné hromadné dopravy se zde pohybuje jen mezi 10–13, což souvisí s pravděpodobně horší dostupností některých služeb.

Nejhorší dostupnost mají podle očekávání okrajové části Ostravy.

Proskovice a Nová Bělá-Mitrovice mají horší situaci ve veřejné hromadné dopravě, což dokládají zejména špatné výsledky simulací do zaměstnání, i když podle deterministického přístupu je situace průměrná a pouze na okraji Nové Bělé se projevuje horší podíl dostupných velkých zaměstnavatelů.

Stará Bělá sever má podle simulací dostatečnou dostupnost veřejnou hromadnou dopravou (D), mírně horší je zejména počet přesedání (v průměru přes tři přesedání denně), podle deterministického hodnocení normální (11), podle individuální automobilové dopravy dobrou dostupnost. Podobně je na tom Hrabová. To odpovídá situaci, kdy obě sídla jsou v blízkosti významných silnic 56 a 58 z Ostravy na jih. Území nemá zvláštní problémy, které by nevyplývaly z jeho okrajové pozice (např. vyšší čas k velkému zaměstnavateli v individuální automobilové dopravě), kromě vyššího průměrného počtu přesedání, u Staré Bělé pak i horší podíl dostupných sportovišť. Rovněž podmínky a výsledky realizace kombinovaného scénáře jsou průměrné, tomu odpovídá i střední kategorie času stráveného doma. Dobrá je i dostupnost obchodních center.

Košatka nad Odrou byla hodnocena v kategorii D pro dostupnost zaměstnavatelů, avšak z hlediska realizace kombinovaného scénáře, kde se zvažuje mnohem více cestování v různou dobu, je hodnocena velmi špatně. Znamená to, že dojížďka do zaměstnání veřejnou hromadnou dopravou ještě může být akceptovatelná (je vysoká pravděpodobnost, že lze najít zaměstnání relativně dostupné veřejnou hromadnou dopravou), avšak splnění posloupnosti aktivit během dne s využitím pouze hromadné dopravy je prakticky nerealizovatelné.

8.3.3.4. Sever Ostravy

Z hlediska dostupnosti nejhorší část Ostravy, což je dáno přírodně (vymezení řekami, kopcovitý terén) a historicky (součást Hlučínska, k Ostravsku připojena až 1920), kde je nejřidší osídlení. Žádná část nemá dobré hodnocení. Relativně nejlepší je Lhotka, Hošťálkovice sever a Antošovice.

Hošťálkovice mají mírně horší dostupnost prostřednictvím veřejné hromadné dopravy. PTWAI z deterministického přístupu vykazuje spíše průměrné hodnoty 10–12. Podle simulací do zaměstnání je situace dostatečná (D), kde potíže způsobuje dlouhá doba přesunu a vyšší počet přesedání, zatímco pěší docházka či podíl cílů je dobrý. Realizace kombinovaného scénáře ukazuje mírně slabší výsledky v důsledku okrajové pozice území a severní část má již vůbec problémy celý scénář realizovat. Naproti tomu dostupnost obchodních center je průměrná. Území má z hlediska individuální automobilové dopravy nízkou dostupnost (PTWAI 10–12), zejména se projevuje horší doba cestování k velkému zaměstnavateli, do středních škol a na sportoviště, také horší počet dostupných středních škol a sportovišť.

Lhotka má průměrnou dostupnost podle simulací, proti Hošťálkovicím menší počet přesedání. Rovněž deterministické hodnocení ukazuje na mírně podprůměrnou situaci (PTWAI 10). Podíl realizace kombinovaného scénáře je dobrý, ovšem podíl času stráveného doma je mírně horší. Dostupnost obchodních center hromadnou dopravou je průměrná. Pro individuální automobilovou dopravu má území nízkou dostupnost (PTWAI pouze 12), prakticky stejnou jako veřejnou hromadnou dopravou, což ukazuje na geografický problém území. Zejména je horší čas do středních škol a na sportoviště.

Petřkovice mají mírně horší dostupnost dle simulací (kategorie D), potíže způsobuje jak dlouhá doba cestování, tak vyšší počet přesedání, zatímco pěší docházka či podíl cílů je dobrý. Podíl realizace kombinovaného scénáře je dobrý, volný čas strávený doma je průměrný. Rovněž dostupnost obchodních center veřejnou hromadnou dopravou je průměrná. ZSJ má dobrou dostupnost autem.

Koblov má rovněž dostupnost kategorie D dle simulací se stejnými specifiky jako Petřkovice. Průmyslová zóna Hrabová je nedostupná veřejnou hromadnou dopravou na tři směny. Podíl realizace kombinovaného scénáře je dobrý, ale území vykazuje nižší dobu strávenou doma. Dobrá dostupnost je autem (PTWAI 15), kde situaci komplikuje horší čas do nejbližší ambulance a do středních škol.

Antošovice představují severovýchodní výběžek města, navíc omezený řekou Odrou a blízkostí polské hranice. Přesto není dostupnost veřejnou hromadnou dopravou celkově špatná, do zaměstnání je mírně lepší dostupnost dle simulací, zejména díky menšímu průměrnému počtu přesedání. Ovšem průmyslová zóna Hrabová pro tři směny zůstává pro veřejnou hromadnou dopravu nedostupná. Rovněž šance realizace kombinovaného scénáře je malá, a pokud se realizuje, ve výsledku zůstává jen velmi krátký čas strávený doma. Z hlediska individuální automobilové dopravy je dostupnost podprůměrná (PTWAI 10), kde vadí zejména horší čas do nejbližší ambulance a do nejbližšího obchodu.

8.3.3.5. Východ Ostravy

V celé této části Ostravy je pouze jedna ZSJ Salma, kde je dostupnost veřejnou hromadnou dopravou hodnocena jako velmi dobrá podle simulací dojíždění do zaměstnání, což je dáno blízkostí Hranečníku, významné smyčky a přestupního místa městské hromadné dopravy a veřejné hromadné dopravy. Částečně to potvrzuje i deterministický přístup, kde sice jsou podíly dostupných cílů prakticky na 100 %, ale PTWAI je pouze 12. Rozdíly mezi deterministickým přístupem a simulacemi se projevily i v celkovém hodnocení území, kdy západní a jihozápadní část je hodnocena podle simulací jako dobrá dostupnost (C), zatímco podle deterministického přístupu je naopak východní část na tom mírně lépe (PTWAI kolem 13), rozdíly jsou však malé.

Naproti tomu pro individuální automobilovou dopravu má řada ZSJ velmi dobré hodnocení, zhruba polovina území je v nejlepší kategorii PTWAI. To svědčí o výhodné silniční síti a relativně dobré blízkosti a počtu cílů.

Největší kontrasty mezi dostupností veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravu jsou v oblasti Muglinova a Radvanic, kde je veřejná hromadná doprava hodnocena podle simulací dostatečně (kategorie D), zatímco dostupnost individuální automobilovou dopravou dosahuje vysokých hodnot PTWAI. To ukazuje na potenciál zlepšení dopravní obslužnosti.

Dílčí problémy ve veřejné hromadné dopravě se projevují v některých částech území, zejména v Radvanicích a Bartovicích. Část Radvanic (Radvanická, Ludvík, Les Bučina) má potíže s realizací kombinovaného scénáře, což se projevuje i ve velmi nízké době, kterou mohou při jeho realizaci strávit ještě doma. Území vykazuje i horší průměrný počet přesedání do zaměstnání (Radvanická). Ludvík a Les Bučina mají prakticky nedostupná obchodní centra. Také v sousední Pikartské se projevuje nedostupnost obchodních center a je tam i horší průměrný počet přesedání do zaměstnání. Jistá odlehlost území se projevuje i v hodnocení individuální automobilové dopravy, kde se projevily dílčí potíže, jako je horší doba dojezdu do středních škol. Bartovice, sousední Paseky a Ludvík mají podle deterministického hodnocení veřejné hromadné dopravy horší podíl dostupných velkých zaměstnavatelů, stejně jako podíl středních škol, obchodů, praktických lékařů či sportovišť. Pro některé sledované cíle, jako jsou střední školy, se projevuje horší doba dojezdu i individuální automobilovou dopravou. Je to dáno zejména infrastrukturním omezením, protože Bartovice jsou od Ostravy odděleny rozsáhlým neprůjezdným areálem ArcelorMittal.

8.3.4. Nový Jičín

Nový Jičín charakterizuje Seidenglanz (2010) jako obec s velmi dobrým ekonomickým potenciálem díky dostupnosti jiných velkých center s množstvím pracovních příležitostí. To dokládá i hodnota KFV 37,2. Marada a kol. (2010) hodnotí typ střediska jako M/A, tj. středisko se zvýšenou specializací na místní nebo autobusovou dopravu, protože leží na „slepé" trati a má výhodnou polohu v silniční síti.

Podle očekávání centrum města (Nový Jičín-střed, U bazénu) v blízkosti autobusového a vlakového nádraží vykazuje nejlepší dostupnost. Velmi dobrá je zde dostupnost individuální automobilovou dopravou, kde PTWAI dosahuje maximální hodnoty 20, přestože počet dostupných cílů je mírně horší. Hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou je také dobré. Podle simulačního hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů je v kategorii C, což je způsobeno delší dobou přesunu do zaměstnání k významnému zaměstnavateli (průměrně přes 3 hodiny denně) a průměrně přibližně čtyřmi přesedáními denně. Rovněž PTWAI z deterministické metody potvrdil vysoké hodnocení, doprovázené vysokou dostupností všech typů sledovaných cílů, zejména středních škol. To ukazuje dobrou shodu hodnocení.

V centrální a východní části města (Dlouhá, Hřbitovní, Hoblíkova, Dvořákova, Žilina-sever, Smetanovy sady) dosahuje PTWAI index pro individuální

automobilovou dopravu stejně jako ve výše uvedených ZSJ maximální hodnoty, zatímco PTWAI index pro veřejnou hromadnou dopravu již není tak dobrý, a i podle simulací vykazuje území pouze dostatečnou dostupnost (kategorie D). Ukazuje to na nižší efektivnost veřejné hromadné dopravy v těchto místech při dopravě k nejbližším cílům. Přitom počty dosažitelných cílů zůstávají i pro individuální automobilovou dopravu podprůměrné (z hlediska regionu).

Velké rozdíly v hodnocení mají Bludovice. Vykazují nejhorší PTWAI podle veřejné hromadné dopravy (pouze 3, s nízkými hodnotami dostupnosti jednotlivých typů cílů), přitom pro individuální automobilovou dopravu je PTWAI rovno 16 a i podle simulační výsledků veřejné hromadné dopravy (kategorie D) na tom nejsou extrémně špatně. Bludovice přitom leží podél silnice I/57 z Nového Jičína do Valašského Meziříčí, kde jezdí i celá řada místních autobusů a do centra Nového Jičína se dostanou do 8 minut (4 km). Proto nemůže být hodnocení dostupnosti hromadnou dopravou tak špatné.

Odlehlé části na západním a jihozápadním okraji Nového Jičína (Bocheta, Loučka, Žlabec, Kojetín, Straník) vykazují nejhorší hodnocení, zejména hromadnou dopravou.

Nejhorší situace je v Kojetíně (238 obyvatel), kde je velmi dlouhá doba cestování (průměrně skoro 5 hodin za den) i počet přesedání (skoro 6 za den), mírně horší je pěší docházka (průměrně cca 4,5 km denně) a pouze dostupnost různých zaměstnavatelů je dobrá. Špatná situace veřejné hromadné dopravy je detekována i podle PTWAI indexu (pouze 4), protože vyjma dobře hodnoceného podílu dostupných středních škol jsou ostatní podíly dostupných cílů nízké (zaměstnavatelé, obchody i sportoviště). Také se zde projevuje největší propad dostupnosti zaměstnavatelů na druhou směnu.

ZSJ Sídliště Loučka má téměř 2 400 obyvatel a bylo dostavěno na počátku devadesátých let (původně plánováno jako sídliště pro atomovou elektrárnu Blahutovice). Průměrná doba přesunu podle simulačního modelování je více než 4 hodiny denně a průměrný počet přesedání 6 denně. Špatné výsledky pro veřejnou hromadnou dopravu potvrzuje nízký PTWAI index (7). Jednosměrná dostupnost sledovaných typů cílů v okruhu 25 km s využitím veřejné hromadné dopravy je střední (lepší pro školy, horší pro zaměstnavatele či zdravotnická a sportovní zařízení). PTWAI index pro individuální automobilovou dopravu je zde velmi vysoký, kde doba dojezdu k nejbližším sledovaným cílům je vynikající. I pro individuální automobilovou dopravu však platí, že počty sledovaných cílů ve vymezeném okruhu nejsou vysoké, což omezuje pestrost nabídky. Týká se to počtu velkých zaměstnavatelů do 50 min, stejně jako počtu obchodů či velkých sportovišť; lepší situace je pro počet ambulancí pro dospělé a pro počet středních škol.

Velmi výrazné rozdíly v hodnocení dostupnosti se projevují západně od středu města (ZSJ Bocheta a U nemocnice), kde dosahuje PTWAI index pro individuální automobilovou dopravu nejvyšší hodnoty 20, i když počty dostupných cílů jsou z regionálního hlediska nízké. Naproti tomu simulační

hodnocení ukazuje velmi špatné výsledky (Bocheta průměrná doba přesunu téměř 5 hodin, u nemocnice přes 4 hodiny, obě ZSJ téměř 7 přesedání denně, přiznivá je naopak malá docházka i solidní podíl dostupných cílů). Špatné hodnocení pro veřejnou hromadnou dopravu potvrzuje i PTWAI index (pouze 8), zatímco podíly jednosměrně dostupných cílů veřejné hromadné dopravy do 25 km jsou průměrné, což ukazuje na problémy s dosažitelností zejména nejbližších cílů veřejné hromadné dopravy.

Je zjevné, že v těchto ZSJ se negativně projevuje zejména dopravní faktor, protože individuální automobilová doprava je hodnocena mnohem lépe. Zde je možné očekávat při lepší organizaci dopravy výrazně lepší dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou.

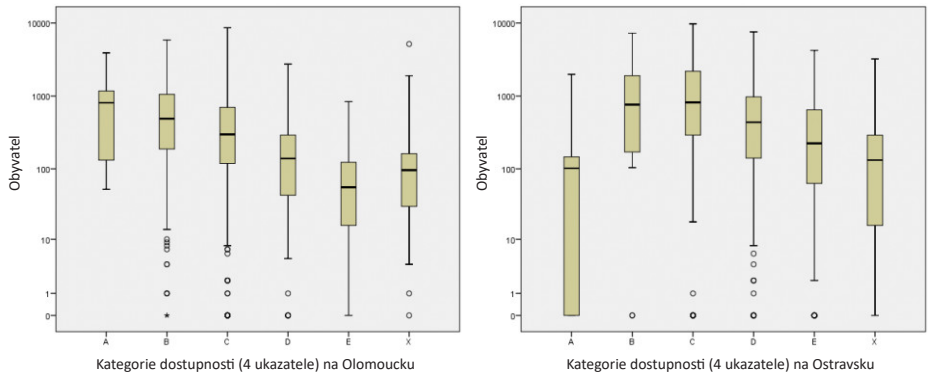
Jiná je situace v ZSJ Straník. PTWAI index pro individuální automobilovou dopravu je nejmenší v celém městě (pouze 14), velice nízké jsou však zejména počty dostupných sledovaných typů cílů. Zde tedy shodně označují metody jak pro individuální automobilovou dopravu, tak pro veřejnou hromadnou dopravu (klasifikace E) místo se špatnou dostupností. Z toho vyplývá, že zde situaci komplikuje zejména geografický faktor a že není možné očekávat velké zlepšení ani při snaze o zlepšení organizace či posílení veřejné hromadné dopravy.

Nový Jičín je příkladem obce dokládajícím, že uvnitř obcí existují poměrně výrazné rozdíly v dopravní dostupnosti. Hodnocení kolísá podle výsledků simulací mezi dobrou až zcela nevyhovující situací pro veřejnou hromadnou dopravu, podle PTWAI veřejné hromadné dopravy mezi 3 a 11, podle PTWAI individuální automobilové dopravy mezi 14 a 20.

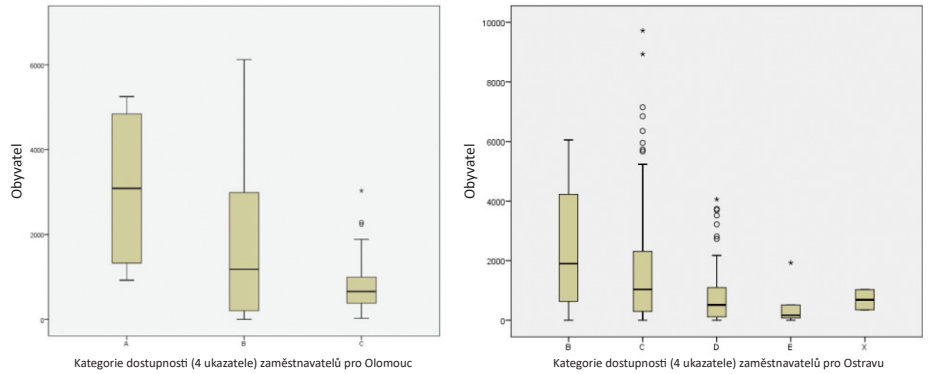
8.4. Využitelnost simulačního hodnocení dostupnosti pro ověřování některých geografických jevů

Při hodnocení dostupnosti bylo také zjišťováno, nakolik se v tomto území a s těmito daty popisujícími dostupnost projevují některé obecně působící geografické jevy.

Prvním z nich je očekávaná lepší dostupnost větších obcí (Marada, Hudeček 2006; Marada, Květoň 2006), doložená například těsným korelačním vztahem mezi populační velikostí obce a počtem spojů veřejné hromadné dopravy (Marada a kol. 2010). V naší analýze se pracovalo se ZSJ, proto se posuzovala vazba mezi počtem obyvatel ZSJ a její dostupností, resp. mezi hustotou zalidnění a dostupností. Pro charakteristiku dostupnosti hromadnou dopravou byla použita klasifikace pomocí čtyř ukazatelů ze simulačního modelování dostupnosti zaměstnavatelů. Vzhledem ke kategorizaci hodnocení dostupnosti se k posouzení použily krabicové grafy. Na úrovni pilotních regionů se tendence zvýšené dostupnosti ZSJ s větším počtem obyvatel projevila výrazněji než při analýze dostupnosti ZSJ v pilotních městech. V případě regionů (obr. 146) je



Obr. 146 – Distribuce počtu obyvatel podle kategorií klasifikace dostupnosti velkých zaměstnavatelů veřejnou dopravou ze simulačního modelování na Olomoucku (vlevo) a Ostravsku (vpravo). Zdroj: ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.



Obr. 147 – Distribuce počtu obyvatel podle kategorií klasifikace dostupnosti zaměstnavatelů veřejnou dopravou podle simulačního modelování v Olomouci (vlevo) a v Ostravě (vpravo). Zdroj: ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

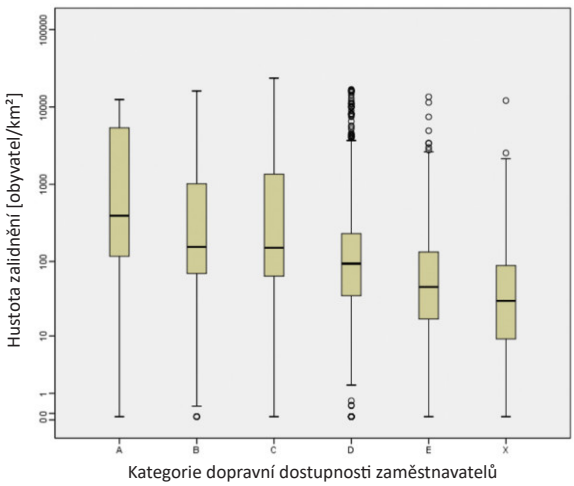
kategorie A velmi málo zastoupena, proto její projev není potřeba zohlednit. Bez ní se pokles klasifikace dostupnosti s poklesem počtu obyvatel projevil výrazně, i když v jednotlivých třídách dostupnosti existuje značný rozptyl (umocněný logaritmickým měřítkem pro počet obyvatel). V případě Olomoucka (obr. 146 vlevo) poslední kategorie X vykazuje průměrně větší počty obyvatel než předposlední kategorie E. V případě měst (obr. 147) nejsou rozdíly v dostupnosti tak velké, a proto i distribuce počtu obyvatel podle kategorie dostupnosti nejeví tak výrazný vztah jako v regionu.

V případě vztahu k hustotě zalidnění se inverzní vztah ke kategorii dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou projevuje také, ale méně výrazně (obr. 148

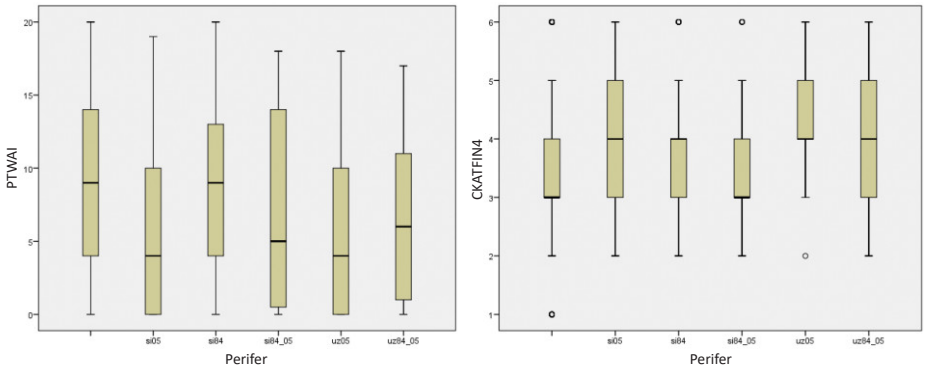
pro regiony). Zejména mezi kategoriemi dostupnosti B a C se z hlediska hustoty zalidnění nejeví prakticky žádné rozdíly.

Lze tedy potvrdit, že na Olomoucku a Ostravsku se projevuje lepší dostupnost ZSJ s větším počtem obyvatel a podobná tendence s většími odchylkami se jeví i při studiu ZSJ uvnitř Olomouce a Ostravy.

Druhým posuzovaným jevem je očekávaná horší dopravní dostupnost vnitřních periferií. Pro vymezení obcí označených jako vnitřní periferie bylo využito článku Musila a Müllera (2008). Vnitřní periferie byly vymezeny na základě 17 socioekonomických ukazatelů ze SLDB (demografické a bytové charakteristiky, vybrané formy zaměstnanosti), doplněné o změny počtu obyvatel, za subregionální jednotky vytvářené i s ohledem na dojíždění do zaměstnání a škol. Periferní území v širším vymezení byla rozlišena jen podle hodnot ukazatelů, zatímco periferní území v užším vymezení navíc i ztrácely obyvatelstvo v relativním podílu Česka. Periferie byly vymezovány a srovnávány ve stavu z roku 1984 a 2005. Bylo zjištěno, že se formují většinou na okraji makroregionů velkých měst a velmi často také kolem regionálních center, tedy většinou kolem bývalých okresních měst, zatímco periferie 2. typu jsou navázány na subregionální jednotky okresních měst (Musil, Müller 2008). Jako součást analýz byla posuzována dostupnost obce s rozšířenou působností, které u těchto území je v průměru 22 minut proti 18 minutám za celé Česko, kdy se konstatovalo, že „území se sníženou dostupností ORP jsou z velké části shodné s periferními územími“ (Musil, Müller 2008). Proto bylo naší snahou posoudit dostupnost těchto území v pilotních regionech. Přitom je třeba upozornit, že se pracuje



Obr. 148 – Distribuce hodnot hustoty zalidnění podle kategorií klasifikace dostupnosti veřejnou dopravou k velkým zaměstnavatelům ze simulačního modelování v regionech. Zdroj: ČSÚ, jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.



Obr. 149 – Hodnoty PTWAI pro veřejnou dopravu a kategorie klasifikace dostupnosti veřejnou dopravou k velkým zaměstnavatelům ze simulačního modelování v identifikovaných vnitřních periferiích Olomoucka a Ostravska. Zdroj: Jízdní řády, simulace, vlastní výpočty.

na jiné, podstatně podrobnější prostorové úrovni, což přirozeně vede k problému měnitelné plošné jednotky.

K hodnocení bylo vzhledem k nominálnímu charakteru kategorií vnitřní periferie z jednotlivých let a dvou variant vymezení (širší/užší) využito krabicových grafů. Jako míry dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou byla využita klasifikace čtyř ukazatelů simulačním modelováním (CKATFIN4) a PTWAI z deterministické metody.

Je zřejmé, že ve vnitřních periferiích je skutečně často snížené hodnocení dostupnosti měřené pomocí PTWAI (obr. 149 vlevo), zejména průměrné hodnoty u periférií identifikovaných v roce 2005 jsou nižší. Periferie, vymezené pouze v roce 1984 (a ne 2005) mají prakticky stejnou dopravní dostupnost (při hodnocení stavu v roce 2014) jako obce neklasifikované jako vnitřní periferie. Logické pořadí v obrázku 149 je potvrzeno hodnotami aritmetických průměrů (pořadí podle obrázku 149): 3,43, 4,34, 3,67, 3,56, 4,38 a 4,19. Podle nich je pořadí od nejhorší po nejlepší dostupnost periferie užšího vymezení v roce 2005 (uz05), širšího vymezení v roce 2005 (si05), užšího vymezení 1984 i 2005 (uz84_05), širšího vymezení v roce 1984 (si84), širšího vymezení 1984 i 2005 (si84_05; ale není mezi nimi velký rozdíl) a neperiferie, což je logické.

Současně je ale patrný velký rozptyl v hodnocení PTWAI v obcích periférií. Problémem může být i to, že jako periferní území je označena celá obec, zatímco zde se hodnotí dostupnost jednotlivých ZSJ a platí, že některé obce mají značně heterogenní území, kde některé její části jsou hodnoceny zcela odlišně (viz Nový Jičín).

U simulací se vztah hůře hodnotí, protože je u nich menší rozsah číselných hodnot (obr. 149 vpravo). Přesto i zde se jeví, že nejhorší dostupnost mají periférie užšího vymezení v roce 2005 (vyjma větší části Bílé Lhoty, Jindřichova,

Kružberku, Malého Hradiska, Nových Lublic, větší části Oskavy, Petrova nad Desnou, Protivanova, hlavní část Sobotína, část Starých Těchanovic, a Stříteže nad Ludinou), za ně se řadí periferie ze stejného roku širšího vymezení, nebo periferie z užšího vymezení 1984 i 2005, následují širší vymezení 1984, dále širší vymezení 1984 i 2005 a mimo periferie. I zde můžeme konstatovat celkově logickou posloupnost, narušenou jen pořadím periferií širšího vymezení 1984 i 2005, které by mělo být před periferiemi širšího vymezení z roku 1984.

Závěrem je možné konstatovat, že se horší dostupnost veřejnou hromadnou dopravou v obcích vnitřních periferií skutečně projevila zejména u obcí užšího vymezení periferií z roku 2005. Přitom k hodnocení je vhodnější použít komplexní ukazatele s větším číselným rozsahem jako je PTWAI.

8.5. Hodnocení prostorového simulačního modelování dostupnosti

Použité metody hodnocení dopravní dostupnosti se od sebe liší jak využitými ukazateli, tak i podmínkami implementace (použité limity a nastavení). Je to dáno především snahou o optimální hodnocení pro daný typ zpracování, ale v některých případech také současnými reálnými omezeními zejména v souvislosti s náročností jednotlivých úloh, které již naráželo na fyzické limity schopnosti tak rozsáhlé úlohy zpracovat. Omezení musela být uplatněna zejména u simulačního modelování, které je i přes provedené optimalizace vysoce výpočetně náročné. Doba zpracování jednoho scénáře se pohybovala zpravidla v několika dnech a větší úlohy v týdnech při více než 100 paralelně pracujících klientů. Pro představu o dimenzi úlohy lze doložit situaci pro region Ostravska – 1 136 startů pro 477 velkých zaměstnavatelů (vč. přesahu za hranice) při třech nejbližších zastávkách a 100 simulacích znamená vyhledání spojení pro 541 872 000 kombinací. Proto byly stochastické prostorové simulace zatím provedeny pouze pro středy ZSJ, a nikoliv pro stometrové buňky. Podrobnější prostorové rozlišení by ale bylo potřebné s ohledem na individuální charakter simulací pro přesnější hodnocení jak docházky na zastávky z bydliště a doby přesunu, tak i pro zjištění, že výsledky deterministických metod pro stometrové buňky ukázaly poměrně vysokou variabilitu uvnitř území. Je rovněž zřejmé, že komplexnější hodnocení by vyžadovalo také zpracování a vyhodnocení dalších scénářů.

Na podobné problémy (byť řádově menší) se naráželo i u obou dalších typů hodnocení dopravní dostupnosti. Při realizaci hodnocení veřejné hromadné dopravy deterministickými metodami v regionu tak nemohla být do vyhledávání zahrnuta městská hromadná doprava, což ovlivnilo její výsledky ve městech a zejména v jejich blízkém okolí, které síť městské hromadné dopravy pokrývá.

Dalším rozdílem je skutečnost, že při simulacích byla do hodnocení veřejné hromadné dopravy zahrnuta i pěší chůze, tzn. na krátké vzdálenosti se veřejnou hromadnou dopravou nerealizovala, ale upřednostnila se pěší docházka. To sice

odpovídá reálné situaci, kdy většina potenciálních cestujících na velmi krátké vzdálenosti bude volit chůzi, avšak komplikuje to možnosti srovnávání.

Při hodnocení individuální automobilové dopravu a veřejné hromadné dopravy deterministickými metodami se jako hlavní ukazatele použily podíly dostupných cílů do limitní vzdálenosti, a kombinované hodnocení dostupnosti PTWAI. U těchto analýz se hodnotila pouze cesta ze startu do cíle. V případě simulací se hodnotily v souladu s principem metody parametry dopravy při výběru mnoha náhodně či gravitačně vybraných cílů, tedy nejen jednoho nejbližšího cíle. Výběr podílu zaměstnavatelů do určitého limitu nemělo smysl opakovat, protože by výsledky musely vyjít stejně jako u deterministického hodnocení vyjma výše uvedených rozdílů. V případě simulací byly navíc výsledky zásadně hodnoceny za celý den, a nikoliv pro jednu cestu. Důvodem je skutečnost, že při hodnocení cestování záleží na podmínkách všech cest, které se realizují během dne, a že tyto podmínky se mohou během dne výrazně lišit, zejména u veřejné dopravy (v extrémním případě vůbec neexistuje zpětné spojení). Kromě toho se výsledky simulací hodnotí více komplexně (sledují se např. i doby čekání) a rovněž se hodnotí scénáře, které nepoužívají jednoduchý režim tam – zpět, ale realizují během dne postupně řetězec cest mezi různými starty a cíli, což komplikuje hodnocení jednotlivých cest.

I při vědomí výše uvedených rozdílů se autoři pokusili o provedení srovnání.

Pokud srovnáme dosavadní výsledky hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou pomocí deterministických metod a prostorové stochastické simulace, je zřejmé, že v řadě případů je hodnocení obdobné, tj. shoduje se v hodnocení vysoké či nízké dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou. Pokud použijeme zjednodušenou klasifikaci do tří kategorií (*H*, *N*, *L* podobně jako dříve), zjistíme ve městech shodu (*HH* nebo *NN*) ve více než polovině ZSJ (58 %), menší rozdíl v hodnocení (*HN* nebo *LN*, tj. simulace měly lepší nebo horší dostupnost, zatímco deterministické hodnocení normální) v 41 % případů a naprostá neshoda vůbec nenastala. V regionech jsou výsledky v % velmi podobné, ale navíc se vyskytuje ojediněle ve 2 % (34 ZSJ) opačná hodnocení dostupnosti. Přesto korelace mezi výslednými ukazateli nejsou vysoké, např. typicky pro PTWAI a klasifikace dle 4 ukazatelů je koeficient korelace kolem 0,3. I když tedy jsou tendence podobné, konkrétní hodnocení se zpravidla liší.

K obecným problémům deterministického hodnocení patří, že hodnotí pouze jednu cestu („tam"), což v případě veřejné hromadné dopravy na rozdíl od individuální automobilové dopravy nestačí – cesta zpět nemusí existovat nebo má velmi odlišné parametry. Dalším problémem je závislost na nastavení. Protože jde o deterministickou metodu, nelze nejistotu nastavení parametrů jako je čas požadavku dojezdu/odjezdu, volba optimalizace hledaného spojení (nejkratší, nejpohodlnější, nejbližší požadovanému času), limity (např. max. vzdálenost výběru cílů) kompenzovat opakovaným spouštěním s upraveným zadáním. Konkrétní použité ukazatele pro deterministické hodnocení mají také své nedostatky. Oba prakticky využívají jeden typ charakteristiky. PTWAI je

založeno na bodové klasifikaci času do nejbližšího cíle, zatímco podíl dosažitelných cílů hodnotí počet cílů v definovaném okruhu. Naproti tomu výsledky simulace se hodnotí 4 ukazateli. To se potvrdilo při posouzení vztahu jednoho ukazatele namísto čtyř ze simulací. Nejbližším ukazatelem je hodnocení času, tj. doba přesunu, proto vztah PTWAI a DPRESUN vykazuje výrazně větší korelaci (0,553 pro města). Relativně vyšší korelaci má i vztah podílu dosažitelných zaměstnavatelů a doby přesunu (0,522).

Největší rozdíly hodnocení se projevily v místech, kde je deterministické hodnocení podceněné z důvodu vnějších (chybějící jízdní řády městské hromadné dopravy) nebo vnitřních (použití klasifikace bodového hodnocení vede v některých případech ke skokovým změnám hodnocení, což je nevhodné). Tyto rozdíly se podařilo vysvětlit díky provedené detailní analýze. U dalších několika případů velkého rozdílu mezi deterministickým a simulačním hodnocením se sice konkrétní důvod nezjistil, ale podle místního posouzení situace je simulační hodnocení lepší.

Potvrdilo se, že základem dobrého hodnocení dopravní dostupnosti je velmi dobrá datová základna. Stejně jako nutnost kvalitních dat silniční sítě pro popis individuální automobilové dopravy je nezbytné pracovat při hodnocení veřejné hromadné dopravy s kompletními jízdními řády, včetně místní (městské hromadné) dopravy. Bez toho není možné správně ohodnotit dostupnost obcí i poměrně vzdálených od centra, zahrnutých ale do integrovaného dopravního systému.

Dalším důležitým předpokladem správného hodnocení je znalost cílů cest. Ta zahrnuje zejména podmínky úplnosti, polohové přesnosti a časové přesnosti.

Pokud se hodnocení dostupnosti zakládá na hodnocení cesty ať už do jednoho vybraného cíle, do všech cílů či výběru cílů, vždy by měla být k dispozici úplná sada, protože i výběr by měl splňovat podmínky náhodnosti. To se potvrdilo při srovnávání výsledků simulací z náhodného výběru ze všech zaměstnavatelů a pouze velkých zaměstnavatelů, kdy při částečné validaci s výsledky dotazníkového šetření vyplynuly lepší výsledky u výběru ze všech zaměstnavatelů. U relativních ukazatelů je sice tento problém menší, ale rozhodně není odstraněn. K tomu přistupují obecné nevýhody podílových ukazatelů a často jejich horší praktická využitelnost (návrhy opatření, srozumitelnost hodnocení pro uživatele či veřejnost). Požadavek úplnosti je proto v současnosti zpravidla obtížné splnit. I když pro některé cíle existují centralizované registry (seznamy), zpravidla vznikají na základě právních a administrativních požadavků, a to vede ke skutečnosti, že se evidují právní subjekty, a nikoliv objekty v území. Typickým příkladem jsou obchodní řetězce, kde jednotlivé provozovny a obchody nejsou samostatně evidovány. Menším problémem je skutečnost zápisu polohy textově formou adresy, někdy pro více adresních bodů v souvislosti s konstrukcí objektu či areálu.

Požadavek dobré polohové přesnosti je motivován snížením nepřesnosti určení ukazatelů dostupnosti, ale není kritický. Problém vzniká spíše v kombinaci

s jinými – lokalizace všech provozoven, identifikace správného vstupu do areálu apod.

Samostatným problémem je časová přesnost. Doposud je tento problém na okraji odborného zájmu, i když je pro řadu praktických aplikací zásadní. Řada cílů není volně přístupná v libovolný čas, má stanoven určitý časový režim nebo je dokonce cesta do cíle spojována s konkrétní událostí v daný den a hodinu. Obchody mají otevírací dobu, úřady hodiny pro veřejnost, zaměstnavatel vyžaduje nástup do zaměstnání v určitý interval či přesně daný čas (typicky směnný provoz), koncert začíná ve 20. hodin. Je zřejmé, že zkoumat dostupnost uzavřených cílů nebo na jiný než potřebný čas, není žádoucí.

Na základě simulací se ukazuje, jak je situace variabilní a jak různé důvody mohou dopravu veřejnou hromadnou dopravou komplikovat a že to zdaleka není jen doba dojíždění.

Výsledky hodnocení dostupnosti individuální automobilovou dopravu a veřejnou hromadnou dopravou na základě prostorových simulací byly využity pro zjednodušené posouzení, nakolik je dostupnost veřejnou dopravou ovlivňována přirozenou situací danou fyzickogeografickými (odlehlost území, přirozené bariéry, apod.) či socioekonomickými podmínkami (distribuce cílů, zejména zaměstnavatelů) a nakolik je pozitivně či negativně ovlivňována podmínkami nastavení služby veřejné dopravy (např. takt dopravy, organizace dopravy pro počet přesedání). Ukázalo se, že jak přímé porovnání velikosti rozdílu (klasifikovaného), tak i relativizované ukazatele typu Area Accessibility (Benenson a kol. 2011) mají dobrou vypovídací schopnost a poměrně snadno tak lze usuzovat v případech špatné dostupnosti na míru „zavinění" geografickou situací, resp. dopravními faktory.

Lze tedy shrnout, že i když se nepodařilo pro prostorové simulace připravit všechny potřebné modely, ani modely s vysokým prostorovým rozlišením, ani modely zcela vystihující podmínky dojíždění (viz výsledky částečné validace), přesto se jeví výsledky získané pomocí simulace jako lepší pro hodnocení veřejné hromadné dopravy než použité metody deterministického hodnocení. K hlavním výhodám simulačního hodnocení patří, že na rozdíl od deterministické metody nepoužívá limity, zkoumá dostupnost více cílů (ne jeden, nejbližší), je komplexní, popisuje dostupnost více ukazateli a umožňuje dostupnost souhrnně vyhodnotit, což ji přibližuje lidskému myšlení a hodnocení. V neposlední řadě je velkou výhodou možnost model dobře individualizovat (nastavení priorit, chování, časového režimu apod.).

III.
ZÁVĚR

9. Shrnutí metodiky, zdrojů dat a výsledků

9.1. Metodický přístup a zdroje dat

Dopravní dostupnost představuje významnou charakteristiku, která ovlivňuje rozhodování lidí při volbě bydliště či zaměstnání, ale rovněž rozhodování investorů a institucí pro realizaci jejich záměrů a potřeb. Dostupnost ovlivňuje celá řada faktorů, zejména osobních, dopravních a geografických, které působí na různých úrovních a reprezentují vlivy globální, národní, regionální a lokální. Ve výsledku i oblasti s dobrou celkovou dostupností obsahují místa s lokálně problematickou dopravní dostupností, což negativně ovlivňuje život lidí.

Hodnocení dopravní dostupnosti patří k nejednoznačným úlohám, ve kterých významnou roli hrají individuální podmínky, postoje a kritéria. Zejména hodnocení veřejné hromadné dopravy na lokální úrovni nemůže vycházet z průměrných charakteristik, ale vyžaduje individuální modelování odpovídající kombinaci daných podmínek. Výsledné hodnocení se získává z mnoha dílčích individuálně nastavených hodnocení dopravního spojení. Jednou z možností realizace je generování velkého počtu náhodných cest v souladu s modely očekávaného individuálního chování, čímž se dosáhne lepšího poznání situace v jednotlivých místech sledovaného území. Takovou možnost nabízí prostorová stochastická simulace.

Pro přípravu simulačního modelování byly v rámci koncepční přípravy identifikovány a popsány základní typy modelů pro prostorové simulační modelování dopravní dostupnosti. Jejich široká nabídka a pestrost využití ukazuje na velký potenciál stochastického simulačního přístupu k modelování dostupnosti. Většinu typů modelů je možné implementovat prostřednictvím procedurálního nebo multiagentního modelování. Pro empirickou studii byl pro implementaci vybrán individuální model řízený událostmi, realizovaný pomocí scénářů pro vzorové osoby.

Výsledek modelování významně závisí na použitých datech, proto byla jejich přípravě věnována značná pozornost. Náročnost úkolu vyplývá z nutnosti identifikovat pro stochastické simulace a realizace scénářů konkrétní starty a cíle dojíždění, včetně popisu jejich kapacity, návštěvnosti a časového režimu. Význam co nejpodrobnější dokumentace se projevil při částečné validaci

dojížďky do zaměstnání, kde byl jako nejlepší vybrán model s proporcionálně gravitačním výběrem z nejširšího seznamu zaměstnavatelů, a nikoliv pouze z velkých zaměstnavatelů. Takové zdroje dat však standardně nejsou k dispozici. Ačkoliv existují pro celou řadu cílů oficiální registry (např. školský rejstřík, registr zdravotnických zařízení), jejich zpracování do prostorové databáze je relativně pracné a vyžaduje celou řadu kroků. Pro většinu veřejných registrů bylo provedeno geokódování dat a řešen problém lokalizace a popisu jednotlivých provozoven, které jsou konkrétním cílem v území namísto sídel organizací. Pro některé typy cílů (např. kina, divadla, obchody nebo sportoviště) celostátní registry naprosto chybějí a bylo nutné využívat soukromé nebo otevřené zdroje dat, které jsou často neúplné a neaktuální. Pro využití gravitačních modelů je nezbytné popsat u cílů jejich atraktivitu (např. počty studentů, návštěvníků nebo pacientů). Tento typ informací je celostátně dostupný pouze za školská zařízení, avšak v případě obchodů, zaměstnavatelů, zdravotnických zařízení a dalších cílů jsou tyto informace obtížně dostupné nebo neúplné, neaktuální či nepřesné. Ještě větším problémem je získávání informací o časovém režimu cílů, tj. otevírací době, návštěvních hodinách nebo začátku pracovní doby či směnném provoze. Takové informace je nutné získávat na individuální úrovni, protože chybí vhodné standardy, které by umožnily publikování informací v takové podobě, že by je bylo možné automatizovaně zpracovávat.

Pro přípravu simulačního modelování bylo nezbytné správně identifikovat a popsat potřeby osob v daném území, jejich zvyklosti, priority a limity. Pro tento účel bylo provedeno v obou pilotních městech dotazníkové šetření. Sběr dat a složení respondentů reflektovalo prostorové rozmístění obyvatel podle pohlaví a věku, aby se zajistil statisticky a prostorově rovnoměrně rozložený sběr dat. Celkem bylo shromážděno více než 500 dotazníků v každém městě. Na základě analýzy prostorových a časových vzorů chování obyvatel města Olomouce a Ostravy bylo identifikováno několik zásadních faktorů ovlivňujících volbu dopravního prostředku, vzorů dopravního chování a postoje cestující veřejnosti. Řada faktorů je ovlivněna velikostí města, populační strukturou, hustotou zalidnění a charakterem zástavby, v neposlední řadě také polohou zdroje a cíle cesty a jejich vzdáleností. Zajímavým zjištěním je například skutečnost, že lidé jsou ochotni se pěšky přesouvat na poměrně dlouhé vzdálenosti, bez vlivu velikosti města tato vzdálenost činí okolo 600 metrů. Zásadní vliv na to, zda proběhne přesun pěšky nebo nějakým dopravním prostředkem, má také hustota zalidnění a míra urbanizace, respektive vzdálenost od centra. Jak se ukázalo, volba mezi veřejnou dopravou a automobilem není závislá na vzdálenosti od zastávky veřejné dopravy, důležitější je právě vzdálenost od centra a hustota zástavby. Vzdálenost, kdy už ochota využít veřejnou dopravu přešla v nutnost využít automobil, je však závislá na velikosti města a vnímání ztráty času využitím veřejné dopravy v porovnání s automobilem. Čas (ať už celkový čas přesunu nebo čas odjezdu a příjezdu) je totiž jedním z nejdůležitějších aspektů při výběru dopravního prostředku.

Pro modelování síly interakce bylo využito gravitačního modelování. Pro modelování toků v regionech Olomoucka a Ostravska z upravených dat SLDB (2011) byl na základě testování zvolen exponenciální vztah a určeny optimální parametry funkcí pro dojížďku do zaměstnání (R^2 je 74 %) a dojížďku do středních škol (R^2 je 64 %). Na základě zpracování výsledků záznamu deníků při dotazníkovém šetření bylo určeno 40 vzdálenostních funkcí pro Ostravu a 68 vzdálenostních funkcí pro Olomouc podle pěti různých úrovní agregace dat. Podle výsledků testování bylo k optimalizaci využito Weibullovy distribuční funkce, popsané parametrem λ, který je úměrný průměrné délce cesty, a parametrem k, který odpovídá rozptylu délky cesty a v distribuční funkci tak určuje její strmost. Vzdálenostní funkce jsou vhodným nástrojem pro zkoumání dopravních priorit a vlivu vzdálenosti na velikost interakce. Srovnání mezi Olomoucí a Ostravou prokázalo, že v Ostravě výrazně větší podíl osob využívá městskou hromadnou dopravu a automobilovou dopravu, zatímco v Olomouci je vyšší podíl dojíždění na kole a pěšky. Městská hromadná doprava se v Ostravě využívá až do vzdálenosti cest 15 km, zatímco v Olomouci jen do 10 km, což vyplývá i z rozměrů obou měst. Docházka se uplatňuje v Olomouci i na střední vzdálenosti (3–6 km). V Ostravě je téměř veškerá docházka omezena do 3 km a četnost pěších cest je výrazně menší. Rovněž z hlediska časových funkcí se potvrdilo, že v Ostravě jsou patrné mnohem větší rozdíly mezi jednotlivými mody dopravy (vyjádřené v koeficientech Weibullovy distribuční funkce) než v Olomouci, kde je rozdělení dojížďkových časů pro různé mody dopravy skoro stejné. Rovněž se potvrdilo, že tvar vzdálenostní funkce u zkoumaných měst je více ovlivněn účelem cestování než charakterem zástavby.

Hodnocení dopravní dostupnosti by se nemělo omezovat pouze na jeden dopravní mód, i když v území zcela dominuje. Proto byla provedena analýza dopravní dostupnosti individuální automobilové dopravy, veřejné hromadné dopravy a pěší docházky.

9.2. Výsledky tradičního modelování dopravní dostupnosti

Při analýze individuální automobilové dopravy se hodnotily doba dojezdu do nejbližšího cíle, počet zařízení do určitého času od zdroje (ve městě 10 minut, v regionu 10–60 minut podle typu cíle), bodové hodnocení dostupnosti podle modifikované metodiky kombinovaného hodnocení PTWAI (Mavoa a kol. 2012) a varianta hodnocení dostupné oblasti (Benenson a kol. 2011).

Uvnitř kompaktně zastavěného území Olomouce je počet dostupných cílů ve většině kategorií téměř konstantní, a to i v okrajových částech. V Ostravě se začíná více projevovat větší rozloha města a počty dosažených cílů jsou nižší nejen na okrajích města, ale také v rámci kompaktní zástavby. To souvisí s výraznějšími projevy geografických bariér, jako jsou řeky. Z hodnocení dostupnosti dle času k nejbližšímu cíli vyplývá, že je dostupnost vybraných

cílů v obou městech velmi podobná. Z naprosté většiny míst startů je možné dojet automobilem k nejbližšímu cíli do šesti minut. Rozdílnost měst se projevuje také dle hodnocení kombinovaným indexem PTWAI. Zatímco většina kompaktně zastavěné části Ostravy spadá do nejvyšší kategorie, v případě Olomouce je to pouze několik okrajových částí města a většina kompaktní zástavby spadá až do druhé kategorie dostupnosti. Důvodem je větší nabídka dosažitelných cílů v Ostravě a s tím také související mírně nižší dojezdový čas k nejbližšímu cíli.

Stejně jako u hodnocení měst se v rámci regionu Olomoucka a Ostravska projevuje téměř dvojnásobný počet cílů a také vyšší hustota zalidnění na Ostravsku. Podle hodnocení dostupnosti pomocí času k nejbližšímu cíli je na většině území Ostravska dostupnost mírně lepší než na Olomoucku. Výjimkou je dostupnost praktických lékařů, která je prakticky identická. Obecně hůře dostupné jsou periferní oblasti na okrajích regionů, případně také vnitřní periferie na styku ORP, kde se projevuje nižší počet dostupných zaměstnavatelů a s tím související vyšší nezaměstnanost a menší nabídka pracovních příležitostí.

Zajímavé zjištění je patrné ze srovnání prostorového rozmístění ZSJ s nejvyšším hodnocením indexem PTWAI. Na Olomoucku mají nejvyšší hodnoty prakticky pouze velká města a jejich velmi těsné zázemí. Oproti tomu na Ostravsku nejsou tato centra tolik dominantní a vysoké bodové hodnocení získává také celá řada menších měst nebo obcí. Výborná dostupnost individuální automobilovou dopravu se tedy na Olomoucku omezuje pouze na území měst, zatímco na Ostravsku proniká i do širšího zázemí.

Dalším typem hodnocení bylo hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou deterministickými metodami, které zahrnují ukazatele podíl dostupných cílů do limitní vzdálenosti, dynamika dostupnosti podle Farber a kol. (2014) a kombinované hodnocení dostupnosti PTWAI.

Dopravní dostupnost veřejnou hromadnou dopravou se hodnotila s využitím *door-to-door* přístupu až pro 9 různých dopravních spojů pro každý pár start – cíl. Ukázalo se, že dopravní situace ve městech je sice na vysoké úrovni, ale střídají se výborně a špatně dostupné oblasti, a to hlavně z důvodu vysokého počtu zastávek s často nízkým počtem obsluhovaných spojů. Průměrný cestovní čas je pro všechny typy cílů téměř konstantní v průběhu dne. Na periferiích je situace typická existencí několika rychlých spojení v průběhu dne. Relativní hodnocení dopravní dostupnosti veřejnou dopravou vůči individuální automobilové dopravě ukazuje, že výsledek výrazně závisí na cestovním čase a na celkovém počtu cílů v dané kategorii. Ve městě počet dostupných cílů veřejnou hromadnou dopravou klesá v průměru o 30–50 % (kromě sportovních zařízení) ve srovnání s individuální automobilovou dopravu.

9.3. Výsledky prostorových stochastických simulací

Hlavním cílem grantového projektu bylo navržení, implementace a vyhodnocení prostorových stochastických simulací. Pro jeho realizaci byl připraven automatizovaný výpočetní systém, který pro simulace využívá informací o struktuře a velikosti místní populace, znalosti empiricky odvozených vzdálenostních funkcí gravitačního modelování, frekvenci individuálních požadavků a jejich časovou distribuci, znalosti typů, velikosti a časových omezení konkrétních cílů a samozřejmě možností dopravních spojení nabízených veřejnou hromadnou dopravou. Jeho datový model umožňuje definovat základní charakteristiky osoby – pohlaví, věk, ekonomickou aktivitu, vzdělání, směny, partnera, děti, auto, preferovaný mód, preferovaný způsob optimalizace cesty, maximální denní časový interval, klasifikace ekonomických činností NACE, doba dojížďky, zaměstnání, záliby a pravidelné konkrétní aktivity. Současně se identifikuje i osobě příslušející vzdálenostní funkce, je tedy možné odlišit rozdílnou percepci vzdáleností a ochoty cestovat. Pro cíle cestování lze evidovat jejich polohu, kategorii, kapacitu (např. počet pracovních míst u zaměstnavatele, prodejní plocha v m^2 pro obchody, počet lůžek u lůžkových zdravotních a sociálních zařízení), a to různě podle jejich vývoje v čase, dále časová omezení (typicky otevírací či provozní doba), která může být zadávána různě pro různé dny a různá období, evidence návštěvnosti či jiné evidence zájmu o cíl, která může sloužit k popisu oblíbenosti a přitažlivosti cílů.

Vlastní zpracování simulací je výpočetně velmi náročné a pro dosažení výsledků v přijatelném čase vyžaduje masivně paralelní zpracování. Byla vytvořena pokročilá alternativa ve formě třívrstvého modelu procesu zpracování simulací, kdy práce *SQL serveru* je rozložena mezi klientská PC, na kterých pracuje i sada pomocných lokálních *SQL serverů*.

Na základě gravitačního modelování se vybere příslušná vzdálenostní funkce podle módu dopravy, kategorie cíle (účelu cestování), ekonomické aktivity osoby, typu dne a kategorie území. Určí se velikost přitažlivosti pro každý dostupný cíl spojením veřejnou dopravou či pěšky. Přitom se respektují časová omezení cíle a samozřejmě i časová omezení vyplývající z konkrétního realizovaného scénáře. Výsledná hodnota gravitace se získá vynásobením vahou cíle analogicky jako u Huffova pravděpodobnostního modelu. Vahou cíle bývá určený parametr, který charakterizuje jeho přímý vliv na velikost interakce (např. počet zaměstnanců). U některých simulací se ale ukazuje, že by bylo vhodnější použít jiný, nelineární model. Například předpoklad Huffova pravděpodobnostního modelu pro maloobchod, že pravděpodobnost návštěvy obchodu je přímo úměrná prodejní ploše obchodu, nemusí vždy platit.

Vyhodnocení četnosti zaznamenaných scénářů ukázalo nejvýznamnější typy aktivit u skupin obyvatel důchodci, zaměstnanci, studenti, osoby samostatně výdělečně činné a nezaměstnané osoby. Většina cest je tvořena jednoduchým řetězcem cest typu místo bydliště – cíl – místo bydliště. Výsledkem je například

zjištění, že 61 % cest důchodců v pracovní den je realizováno pouze z místa bydliště za nákupem a zpět nebo podobně 70 % cest v pracovní den u zaměstnaných činí pouze cesta z místa bydliště do práce a zpět domů.

Při simulačním hodnocení dopravní dostupnosti byla nejdříve zkoumána dostupnost zaměstnavatelů, protože tvoří pro ekonomicky aktivní nejdůležitější důvod mobility, a i společensky představuje nejvíce sledovaný problém (možnost a podmínky dojíždění do zaměstnání), dále dostupnost obchodů (obchodních center pro velký nákup) a z hlediska kombinovaného dojíždění byla zvolena kombinace zaměstnání, střední nákup po práci a večer zábava.

Při finálním hodnocení dopravní dostupnosti byla využita klasifikace hodnot 3–4 nejdůležitějších ukazatelů (doby přesunu v hromadné dopravě, počtu přesedání, pěší docházka a podíl dostupných cílů), podle kterého bylo území klasifikováno do šesti kategorií dopravní dostupnosti od vynikající až po nedostatečnou úroveň.

Pro hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů byly zpracovány a vyhodnoceny scénáře dojíždění k jednomu vybranému velkému zaměstnavateli (*Sungwoo Hitech* v Ostravě jako součást nejvýznamnější průmyslové zóny Ostrava-Hrabová) s třísměnným provozem, následně možnosti dojíždění do náhodně vybraných velkých zaměstnavatelů s počtem zaměstnanců 100 a více s pevně stanoveným počátkem pracovní doby. Nakonec byla použita analýza dostupnosti pro všechny známé zaměstnavatele, kde se uplatnil proporcionálně gravitační model při volbě cíle a počátek pracovní doby se nastavoval ve shodě s časovou distribucí práce podle výsledků dotazníkového šetření. Na základě provedené validace výsledků v pilotních městech se ukázal jako pravděpodobnější model s využitím proporcionálně gravitačního modelu, který byl využit při celkovém hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů.

Hodnocení dojížďky na trojsměnný provoz k zaměstnavateli *Sungwoo Hitech* v Ostravě ukázalo, že ze 73 ZSJ (42 % plochy) s 57 tisíci obyvatel (15 % obyvatel) na Ostravsku není možné dojíždět. Nedostupné jsou zejména okrajové části – Bohumínsko, oblast za Hlučínem, celá západní část území tvořená menšími obcemi, překvapivě ale jsou nedostupné také některé okrajové části blízké poloze zaměstnavatele jako je Paskov, Oprechtice, Václavovice a Šenov u Ostravy.

Hodnocení dojížďky k náhodnému výběru významných zaměstnavatelů nad 100 zaměstnanců při opakované simulaci dojíždění na osm hodin ráno v Olomouci ukázalo, že nejlepší dostupnost mají ZSJ ve středu města a oblasti okolo hlavního nádraží. Ve vnější části města však roste průměrná doba přesunu na více než 75 minut (v jednom směru), oproti gravitační simulaci je nárůst navíc asymetrický, což je způsobeno režimem obsluhy veřejné dopravy, kde východní část obsluhují linky městské hromadné dopravy s taktovým jízdním řádem, kdežto na severozápadě a jihozápadě zajišťuje obslužnost především příměstská doprava a částečně městská hromadná doprava s nízkou frekvencí spojů. V Ostravě je průměrná doba přesunu za den k náhodně vybranému velkému zaměstnavateli v hlavních centrech osídlení v rozmezí 60–90 minut

za den, přitom i v nich se objevuje několik anomálií uvnitř osídlení s lepší či horší dostupností, což je dáno špatným dopravním faktorem. Extrémně špatnou dostupnost velkých zaměstnavatelů, vyjádřenou průměrnou dobou přesunu přes 2 hodiny, mají obce na jihozápadním okraji Ostravy a část Bohumínska. Jistebník a severní okraje Bohumína jsou téměř vyloučeny z dojížďky.

Analýza dostupnosti pro všechny známé zaměstnavatele podle přitažlivosti zjistila výborné doby přesunu za den v centru Olomouce, v okolí centra a také u nemocničního areálu, jelikož je zde rozmanitá nabídka přepravy veřejnou dopravou směrově i časově. Nejnáročnější na dojížďku jsou naopak nejvzdálenější severozápadně a severovýchodně položené příměstské oblastí oddělené od kompaktní zástavby. V porovnání s Ostravou je počet přesedání mnohem nižší, což souvisí s násobně menší velikostí města a charakterem sítě veřejné dopravy postavené na tramvajové síti s doplňkem autobusů do odlehlých oblastí. Významná část Ostravy vykazuje průměrnou dobu přesunu v intervalu 46–60 minut, k tomu se přidávají některé části Bohumína a Petřvald. Některé okrajové části Ostravy pak mají stejně jako většina suburbia doby přesunu v intervalu jedna až jeden a půl hodiny. Překvapivě jsou mezi nimi i vnitřní části Ostravy-Poruby, Nová Ves či sídliště Výškovice nebo část Zábřehu. Špatnou situaci v dojíždění vykazují zejména některé obce na západě a na jihu, avšak jde pouze o 5 % ZSJ s 1 % obyvatel. Situaci komplikuje větší počet přesedání zejména v Ostravě–Michálkovicích, v části Bohumína, Dobroslavic, Vřesiny, Kyjovic, Hýlova či Jistebníku.

Podle společné klasifikace dopravní dostupnosti zaměstnavatelů se ukázalo, že v obou městech převažuje území klasifikované jako velmi dobrá dostupnost. Avšak zatímco v Olomouci má zbytek území (49 % ZSJ se 70 % obyvatel) lepší dostupnost, v Ostravě naopak převládá horší dostupnost (35 % ZSJ s 19 % obyvatel), především obce západně a jihozápadně od Ostravy vyjma údolí Porubky, dále Jistebník se sousedními Fonovicemi, Heřmanice a Rakovec a okrajová část Bohumína.

Hodnocení dojížďky k náhodnému výběru významných zaměstnavatelů nad 100 zaměstnanců v regionech ukázalo, že na Olomoucku se nepodařilo z 15 ZSJ (cca 1 600 obyvatel) najít při 100 pokusech spojení k významnému zaměstnavateli, protože chybí spojení zpět nebo je příliš malý limit pěší docházky. Dojíždění do zaměstnání v olomouckém regionu je zásadně ovlivněno polohou větších měst, zejména center ORP, v nichž se buď přímo, nebo v nejbližším okolí vyskytuje řada zaměstnavatelů, a to včetně těch významnějších. Většina území umožňuje dojíždět k zaměstnavateli cca 2,5–3,3 hodiny denně, v hůře dostupných okrajových částech kraje mezi 4 a 5 hodinami (ORP Konice, Uničov, a několik ZSJ na Hranicku a na Šumpersku) a pouze ve 2 periferních ZSJ v západní části kraje by se muselo hromadnou dopravou cestovat průměrně více než 5 hodin denně. Významným problémem je skutečnost, že v cca 40 % území se musí v tomto modelu přesedat 4 až 5 denně, což do značné míry souvisí se strategií Olomouckého kraje. Ta používá místní autobusové

linky jako sběrné trasy pro dálkové autobusové linky nebo železniční spoje spojující místní přestupní uzly s centrálními uzly ve větších městech, kde je cestující zpravidla motivován přestoupit podruhé na linky městské hromadné dopravy. Na Ostravsku se nepodařilo najít spojení z 8 ZSJ (cca 2 000 obyvatel) při 100 pokusech dojížďky k významným zaměstnavatelům. Průměrná doba přesunu za den vykazuje pravidelný nárůst z centra regionu k jeho okrajům (i přes zahrnutí zaměstnavatelů z 20 km pásma za hranicí). Přesto ne všechny ORP na okraji regionu mají stejně špatnou situaci – výrazně lépe je na tom ORP Nový Jičín a Frenštát pod Radhoštěm. Celkově nejhůře je na tom ORP Vítkov, následují některé části území ORP Krnov, Odry, Kravaře, Frýdlant či Třinec, ve kterých hypotetická průměrná doba denního přesunu je více než pět hodin.

Podle celkové klasifikace dojížďky k zaměstnavatelům Olomoucka v regionu převládá dobrá dostupnost (56 % ZSJ s 51 % obyvatel), zejména v širším okolí větších měst, tedy Olomouce, Prostějova, Přerova a Šumperku. Lepší dostupnost má kromě území velkých měst a jejich okolí i dominantní pás mnoha ZSJ spojující Zábřeh a Šumperk, dále uskupení ZSJ mezi Olomoucí a Šternberkem a také souvislý pás obcí vybíhající jižním směrem z Olomouce. Většina těchto ZSJ je charakteristická výraznými suburbanizačními procesy a je zde tedy silná vazba na spádové centrum, která je dobře podporována vysokým počtem spojů, bez nutnosti přestupů. Naopak horší dostupnost je podle očekávání zejména na okrajích regionu (většinou ZSJ vnímané jako periferní) a dále některé izolované ZSJ či jejich malé shluky, které se nachází v POÚ Konice, částečně v POÚ Litovel, Prostějov a POÚ Moravský Beroun. Velmi špatná dostupnost je často způsobena absencí dostupného cíle, nebo např. pouze jedním dostupným cílem, i když jsou ostatní hodnocené ukazatele obvykle výrazně příznivější.

Na Ostravsku jsou nejvíce zastoupeny ZSJ klasifikované jako dobře dostupné (41 % ZSJ, 54 % obyvatel) nebo dostatečné dostupné (41 % ZSJ s 33 % obyvatel). V druhém případě přitom nejde o pouze rurální oblasti, protože zasahuje i většinu plochy významných měst, které nemají tak výhodnou polohu (dlouhá doba dojíždění a větší počet přesedání) vůči většině významných zaměstnavatelů, což je ovšem ovlivněno tímto typem analýzy. Území se špatnou dostupností (15 % ZSJ se 7 % obyvatel) dominuje především v Oderských vrších, na jihozápadním okraji Novojičínska a u nesouvislých menších území v Beskydech a v Podbeskydí. Zpravidla jde o méně dopravně vhodně situované obce a ZSJ, např. ve vedlejších údolích či okrajích jinak dobře dostupných obcí. Nejhorší dostupnost je evidována v 7 % ZSJ s 2 % obyvatel, které se nacházejí zejména při západním a jihozápadním okraji regionu, a to i přesto, že byla analyzována i dojížďka k velkým zaměstnavatelům 20 km za hranicí regionu. Potvrzuje se tak význam vnitřních periferií, které se právě zde nacházejí. Naopak špatně dostupná území se vyskytují daleko méně podél hranice s Polskem, což ukazuje na dobrou dopravní situaci v pohraničí (kvalitní komunikace) a dostatek zaměstnavatelů v blízkosti.

Srovnávat oba regiony na základě klasifikovaných výsledků je však obtížné, protože byly použity odlišné modely simulace dojíždění do zaměstnání s preferencí výběru blízkých zaměstnavatelů na Olomoucku. Výsledky jsou tak výrazně lepší na Olomoucku.

Dalším typem analýzy zkoumané pomocí prostorových simulací byla dostupnost obchodních center. Z každého startovního místa ve městech Ostrava a Olomouc byly zjišťovány parametry dopravních spojení hromadnou dopravou pro dvě situace – dojížďka do nejdostupnějšího obchodního centra bez ohledu na jeho velikost a sortiment, a pak dojížďka do obchodního centra vybraného na základě jeho přitažlivosti (atraktivnost obchodu vyjádřená odmocninou prodejní plochy). V prvním případě byly testovány tři varianty scénáře – dojížďka v pracovní den nejrychlejším spojením, nejpohodlnějším spojením a pak v sobotu nejrychlejším spojením s cílem posoudit ty nejlepší podmínky, které cestování hromadnou dopravou (a pěší docházka) v daném městě pro velký nákup nabízí. Druhý scénář ukazuje již reálnější situaci, která ale nemusí být tak příznivá pro spojení hromadnou dopravou. Výsledky částečné validace ukázaly, že obě města se liší pravděpodobným modelem dojíždění do obchodních center. V Olomouci se jako nejvhodnější model projevilo dojíždění do nejbližšího obchodního centra, zatímco v Ostravě dojíždění podle gravitační síly.

Při simulacích se ukázalo, že vznikají členité a nespojité spádové oblasti obchodů, což je způsobeno charakterem hromadné dopravy, kdy dopravní spoje přejíždějí přes území spádující do jiných center.

V Olomouci je většina linek veřejné dopravy trasována z okrajové části města do centra, takže z celkového počtu sedmi obchodních center jsou nejdostupnější obchodní centrum Galerie Šantovka a hypermarket Kaufland v samotném centru města, a to pro 70–75 % ZSJ v závislosti na nastavení parametrů. Do ostatních hypermarketů je dojížďka městskou hromadnou dopravou také možná, avšak podle simulací jsou do značné míry odkázané především na zákazníky v docházkové vzdálenosti nebo s možností dojížďky individuální dopravou. Podle klasifikace dojížďky k obchodním centrům má nejlepší dostupnost centrum a téměř celá jižní a jihozápadní část Olomouce s pěší docházkou k blízkému obchodnímu centru nebo s obvykle nejrychlejším spojením, které je zároveň nejkomfortnější z hlediska počtu přestupů veřejnou dopravou.

Nejhustěji obydlené části Ostravy nabízí cestování do hypermarketu v rozsahu 20–30 minut, což ukazuje na dobrou distribuci hypermarketů v relativní blízkosti hlavních sídlišť. Špatnou situaci mají jen některé periferní městské části Ostravy (např. Hošťálkovice a Lhotka) a nejhorší situace je na jihozápadě Ostravy (obec Kyjovice téměř dvě hodiny tam a zpět) a na severu mezi Hlučínem a Bohumínem (přes 90 minut). Velkou roli v dostupnosti hraje blízkost místa k hlavním rychlostním komunikacím nebo k železniční trati, která způsobuje, že se nabízí vzdálenější cíle než alternativní bližší s horším spojením. V analýze dojížďky do nejpřitažlivějšího obchodního centra se výběr cílového obchodního centra výrazně změnil. Zatímco v případě nejdostupnějšího hypermarketu

byla spádová oblast největšího ostravského centra Avion Shopping (85 100 m^2) nereálně malá, v tomto modelu se plně ukazuje síla tohoto centra, které zde přitahuje území s téměř 137 tisíci obyvateli. Druhým nejvýraznějším centrem je Forum Nová Karolina se spádovostí cca 130 tisíc obyvatel. Horší situace s dojížděním je zejména v místech s více než jedním přesedáním na každé cestě, což již stěží bude pro obyvatele akceptovatelné. Jde především o některá periferní sídla, ale překvapivě i některé vnitřní ZSJ v Ostravě. Na základě klasifikace dostupnosti mají pochopitelně nejlepší situaci území v těsné blízkosti (pěší docházka) některého z obchodních center, výjimečně i v blízkosti železniční zastávky s jednoduchým dopravním spojením do centra. Výbornou dostupnost má většina zastavěného území Ostravy, obce na jižním okraji zóny XXL a vybrané obce na jihozápadě a západě, ale i severovýchodě a východě díky poloze na významných silnicích. Výrazně špatnou dostupnost mají jen ojedinělé ZSJ jako území Jistebníku a sousedních Fonovic.

Pro kombinované hodnocení dostupnosti různých cílů byl realizován jeden scénář ve formě kombinace několika aktivit – zaměstnání (délka 8 hodin), střední nákup bezprostředně po práci (délka 30 minut) a večer zábava (délka 2 hodiny). Zaměstnání bylo vybíráno u zaměstnavatelů se 100 a více zaměstnanci v závislosti na jejich přitažlivosti, vypočtené z hodnoty příslušné vzdálenostní funkce a atraktivity vyjádřené počtem zaměstnanců. Počátek pracovní doby byl volen podle požadované distribuce pro zvolený typ osoby získané z dotazníků. Po skončení práce se podle přitažlivosti určované vzdáleností a atraktivností vybíral vhodný obchod pro realizaci půlhodinového nákupu. Obchody se vybíraly ze všech evidovaných obchodů, nejen hypermarketů. Po skončení nákupu se vyhledalo nejrychlejší spojení domů. V souladu se známou distribucí cestování za zábavou z dotazníkového šetření se náhodně volila hodina počátku zábavy mezi 18. a 20. hodinou. Místo zábavy se volilo z výběru významných míst poskytujících zábavu. Po dvou hodinách zábavy se musela osoba veřejnou hromadnou dopravou či pěšky vrátit domů před půlnocí.

Základní otázkou je, zda se podařilo splnit celý plán scénáře, tj. realizovat všechny tři aktivity a vrátit se domů. Pochopitelně realizovatelnost tohoto scénáře do značné míry závisí na začátku pracovní doby. V případě Olomouce bylo potvrzeno, že celý scénář je dobře realizovatelný prakticky v celém městě a také v obci Horka se silnou vazbou na město a vysokou frekvencí spojů městské hromadné dopravy. Naopak nejmenší pravděpodobnosti realizace dosahují nejvzdálenější oblasti bez obslužnosti městskou hromadnou dopravou u hranic zájmové oblasti a také průmyslová ZSJ východně od centra, kde je obslužnost zajišťována pouze v časech na začátku a konci směn. Nejlepší podmínky realizace scénáře mají obyvatelé centrální části Olomouce, vyjádřené dobou pobytu doma (volný čas) přes 11 hodin. Uvnitř kompaktní zástavby klesá tato doba o 30–60 minut. Obyvatelé z příměstských oblastí cestováním tráví 80–120 minut, výjimečně i více než 2 hodiny denně a značnou část dne také tráví čekáním na začátek aktivity. Čas strávený čekáním mimo domov

totiž většinou činí dalších 30–60 minut, v rámci průmyslového areálu východně od centra a v nejvzdálenějších oblastech na východě a západě pak dokonce více než jednu hodinu denně.

V ostravské zóně XXL se vyskytla dvě místa, kde se nepodařilo ani v jednom případě realizovat celý scénář. Jde o ZSJ Jistebník (hlavní část obce), a ZSJ Skrbeň (součást Šenova u Ostravy). V souladu s předchozími zjištěními lze konstatovat, že tyto ZSJ jsou mimořádně hendikepované pro použití veřejné dopravy při cestě do Ostravy. Vliv může mít i skutečnost, že obec nespadá pod POÚ Ostrava jako ostatní, i když je součástí nejširší zóny městské hromadné dopravy. Velmi nízká pravděpodobnost realizace scénáře i nejmenší délka volného času (méně než 8 hodin) je v obcích na západním okraji hodnoceného území (zejména Budišovice, Kyjovice, Horní Lhota), některé na jihu (Košatka) či na severu (Šilheřovice). Nejlepší podmínky realizace scénáře jsou v centru Ostravy, v Mariánských Horách, podél Opavské v Ostravě-Porubě či ve středu sídliště Ostrava-Jih, ale také ve velké části Bohumína, kde má osoba při realizaci scénáře ještě více než 10 hodin dalšího volného času.

10. Závěrečné srovnání jednotlivých metod a doporučení

Závěrečné srovnání hodnocení dopravní dostupnosti porovnává výsledky jednotlivých použitých metod a postupů a poskytuje základní doporučení pro realizaci analýz dostupnosti s využitím hromadné dopravy. Srovnání komplikuje skutečnost, že provedená hodnocení dopravní dostupnosti se od sebe liší jak využitými ukazateli, tak i podmínkami implementace. Důvodem rozdílů je především snaha o optimální hodnocení pro daný typ zpracování a reálná omezení u některých úloh. Omezení se uplatnila zejména u simulačního modelování, které je i přes provedené optimalizace vysoce výpočetně náročné. Doba zpracování jednoho scénáře se pohybovala zpravidla v několika dnech a větší úlohy v týdnech při více než 100 paralelně pracujících klientech.

Provedené výsledné hodnocení je značně komplexní. Ukázalo se, že hodnoty jednotlivých ukazatelů dopravní dostupnosti spolu korelují jen omezeně. Přitom platí, že vysokou korelaci mívají hodnoty ukazatelů z jedné metody (např. ukazatelé pro jednotlivé hodiny jsou si velmi podobné, tj. většina ZSJ má podobný časový režim) a že korelace výsledků u různých metod je výrazně nižší. To může být pro hodnocení výhodou, protože ukazatele pak mohou charakterizovat odlišné aspekty dostupnosti.

Z výsledků hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou pomocí deterministických metod a prostorové stochastické simulace vyplývá, že i když oba přístupy při základním vyhodnocení celého území poskytují podobné výsledky, odlišnosti jsou poměrně významné a nelze je zanedbat. Některé ukazatele zejména v regionu vykazují velmi slabou korelaci (koeficient korelace pro dobu přesunu pouze 0,059), což je ale dáno zejména velkými rozdíly v nastavení modelu. V případě hlavních ukazatelů (PTWAI a CKATFIN4) je korelace kolem 0,3. Provedená klasifikace výsledků ukázala, že shoda klasifikace nastává téměř v 60 % ZSJ, ostatní ZSJ vykazují odlišnou klasifikaci a ve 2 % případů v regionech jde o dokonce zcela opačnou klasifikaci dostupnosti. Důvody tohoto opačného hodnocení a podcenění dopravní dostupnosti deterministickou metodou jsou dány jak vnějšími podmínkami (zejména nezahrnutí jízdních řádů městské hromadné dopravy), tak i vnitřním faktorem – konstrukcí ukazatele PTWAI. U hodnocení veřejné hromadné dopravy se tedy ukazuje jako nutné vždy zahrnout i městskou hromadnou dopravu, protože i u menších

měst výrazně zasahuje do jejich okolí a podstatně zde mění výsledky. Ostatní menší rozdíly jsou dány zejména rozdíly v uplatnění metod – PTWAI hodnotí dostupnost 5 různých typů cílů, zatímco u simulační metody jsou k dispozici jen simulace dojížďky do zaměstnání, na druhou stranu ale používá mnohem komplexnější hodnocení (nejen jeden nejbližší cíl a nejen doba cestování jedním směrem).

Hodnocení dostupnosti individuální automobilovou dopravou bylo využito pro zjednodušené posouzení, nakolik je dostupnost veřejnou dopravou ovlivňována fyzickogeografickými či socioekonomickými podmínkami (např. distribucí cílů) a jaký je vliv dopravního faktoru, tedy nastavení parametrů veřejné dopravy. V území byly popsány místa s největším rozdílem mezi individuální automobilovou dopravou a hromadnou dopravou a rozlišeny místa, kde je možné očekávat zlepšení parametrů hromadné dopravy. Na taková místa se může soustředit další optimalizace řešení veřejné hromadné dopravy návrhem nových tras či změnou jejich časového režimu.

U hodnocení kombinovanými ukazateli, např. PTWAI, se ukazuje jako problém, pokud ukazatel považuje za stejně četné například požadavky na dopravu do zaměstnání a dopravu k lékaři. Proto by měly být zavedeny určité váhy jednotlivým typům dojíždění podle průměrné frekvence příslušných požadavků. Dalším problémem PTWAI je, že kvůli používání limitů mění svou hodnotu skokově v situaci, kdy jsou všechny nejbližší cíle lokalizovány ve stejném místě.

Deterministické hodnocení veřejné hromadné dopravy je ze své podstaty exaktnější, protože jsou známy přesné parametry, za kterých se provádělo modelování a pro jaké jsou výsledky platné. To má dopad i na snadnější vyhodnocování. Na druhou stranu ale právě toto konkrétní nastavení je největší slabinou, protože výběr použitých číselných hodnot limitů je spojen s výraznou nejistotou.

Problémy deterministického hodnocení hromadné dopravy shrnují následující body:

- metoda je (stejně jako jiné) citlivá na použití všech jízdních řádů (tedy i městské hromadné dopravy) a rovněž co nejpodrobnější, nejúplnější a nejaktuálnější seznamy cílů
- problém nastavení limitu pro výběry cílů u výpočtu PTWAI
- problém skokových změn PTWAI v případě souladu lokalizace cílů.

Hodnocení dostupnosti na základě prostorových simulací bylo rovněž posuzováno z hlediska využitelnosti při ověřování některých hypotéz, které předpokládají rozdílnou dostupnost pro různé typy obcí. Potvrdil se efekt nárůstu dostupnosti s velikostí ZSJ i pokles dostupnosti pro obce označované jako vnitřní periferie. Potvrdilo se, že zejména vnitřní periferie užšího vymezení z roku 2005 (tj. poslední známá klasifikace) mají sníženou dopravní dostupnost hromadnou dopravou.

Výsledky simulací by měly být hodnoceny za celý den či jiné sledované časové období. Důvodem je skutečnost, že při hodnocení cestování záleží na

podmínkách všech cest, které se realizují, a že tyto podmínky se mohou během dne výrazně lišit, zejména u veřejné dopravy. Kromě toho se výsledky simulací hodnotí komplexněji a vyhodnocují se i scénáře, které realizují během dne postupně více cest mezi různými starty a cíli, což vylučuje hodnocení jednotlivých cest. Vyžadují (stejně jako jiné metody) co nejúplnější seznam cílů s jejich parametry, což je vyjádřeno požadavky na úplnost, polohou přesnost a časovou přesnost evidence cílů.

Simulace jsou výrazně náročnější na vysvětlení konkrétního jednoho výsledku, protože výsledek zpravidla vzniká na základě náhodné volby cíle, náhodné volby času cestování či náhodné volby kritéria optimalizace spojení. I když náhodné volby mohou respektovat očekávané distribuce v čase a v území, podmíněné gravitačním modelem, přesto není výběr konkrétního vhodného cíle determinován. Vyhodnocení výsledků simulací by se tedy nemělo soustředit na rozbor jednotlivých náhodně vzniklých situací (kromě nezbytného testování), ale na hodnocení výsledků mnohonásobného opakování simulací. Předpokládá se, že různorodost faktorů a vysoká neurčitost jejich určení bude při vysokém počtu simulací eliminována tak, aby byly výsledky dostatečně vypovídající.

Simulace umožňují mnohem pestřejší hodnocení a lépe ukazují, v jakých aspektech má hodnocené místo problém. Může jím být např.:

- malý počet cílů v okolí, resp. jejich malá pestrost, např. obchody stejného řetězce, či malá pestrost příležitostí pro zábavu
- dlouhá doba cestování
- velká vzdálenost dopravy (vliv na cenu, rostoucí riziko poruchy atd.)
- vysoká cena dopravy
- odlehlost zastávek spojená s delší pěší docházkou
- nevyhovující časy jízdního řádu ve vztahu k požadavkům
- velký počet přesedání a dlouhá doba čekání při přesedání nebo naopak příliš krátká
- dlouhá doba čekání před pevným začátkem aktivity, např. čekání po příjezdu na začátek pracovní směny, začátek sportovní akce apod.
- problémy při realizaci posloupnosti požadavků, které vyžadují například cestu do bydliště v mezidobí mezi aktivitami.

Při hodnocení je nutné vzít v úvahu typ dne (v některých případech nestačí hodnotit pouze jeden vybraný, zpravidla pracovní den) a také nutnost společného vyhodnocení více požadavků (zejména vyhodnocení situace při dojíždění na více směn). Navíc se cenové podmínky pro jednotlivé cestující stále více diverzifikují.

V současnosti není možné hodnotit cenu dopravy, protože ceny v informačních systémech veřejné dopravy jsou stále nekompletní a ve využívaném systému nespolehlivě určené.

U stochastických simulací je velmi cenná možnost posouzení distribuce času osoby během dne, která komplexně ukazuje, jak se rozdělí čas mezi jednotlivé

plánované aktivity (souhrnně „produktivní" čas), kolik času připadá na „neužitečný" čas strávený například čekáním po dojezdu veřejné dopravy do začátku pevně stanovené pracovní doby a kolik osobě zůstává volného času pro odpočinek a jiné neplánované aktivity. Takové ukazatele umožňují komplexně zhodnotit časovou náročnost dojíždění.

Výsledky simulačního modelování ukázaly, jak může do hodnocení dostupnosti jednotlivých míst promlouvat řada ukazatelů a že kromě základních ukazatelů, jako je doba přesunu a počet přesedání, je nutné vyhodnocovat i další, které mohou v jednotlivých místech využití veřejné dopravy značně ztížit a měly by tedy být vzaty v úvahu při hodnocení dostupnosti.

Autoři se domnívají, že by bylo potřebné pro komplexní hodnocení dostupnosti veřejnou dopravou v širším konsensu vybrat a definovat sadu vhodných ukazatelů a jejich kombinací, které by bylo možné považovat za určitý standard srovnávání a které by dovolily lépe vystihnout různorodost problémů, které brání většímu využívání veřejné dopravy. Takovou metodiku je vhodné připravit na základě diskuse odborné společnosti a odpovědných orgánů a tím zajistit i její účelné využití v praxi.

Výpočty prováděné při simulačním modelování jsou velmi náročné na výpočetní výkon jednotlivých klientů a na zatížení jednotlivých serverů při distribuci úkolů a sběru výsledků. Není výjimkou, že zpracování jednoho scénáře trvá více než týden i při více než 100 klientech. Proto by bylo vhodné připravený systém dále optimalizovat a vyhledávání spojení zefektivnit. Přínosné by bylo také využití *„supercomputingu"*.

Autoři aplikovali pouze jeden typ simulačního modelování (individuální založený na scénářích), který je zaměřen na srovnávání dopravní dostupnosti při stejných požadavcích v území. Dosažený stav nelze považovat za plně vyhovující model reálné situace v území s dostatečnou podrobností a s ohledem na různorodost potřeb lidí. Přesto jsme přesvědčeni o tom, že simulace představují správný směr, jak přistoupit k modelování a hodnocení dopravní dostupnosti. Rostoucí výpočetní kapacita, sofistikovanější metody zpracování velkého objemu dat, rostoucí znalosti o chování lidí a dokonalejší zmapování cílů umožní v budoucnu objektivněji a přesněji hodnotit situaci v území.

Výzvou pro další výzkum je provést simulaci a hodnocení požadavků vycházejících z reálné skladby obyvatel konkrétního území a jejich potřeb. Současně by bylo vhodné realizovat prostorové simulace v podrobnějším prostorovém rozlišení pro přesnější hodnocení individuální situace i kvůli zjištění výrazné prostorové heterogenity hodnocení dostupnosti v území. Je rovněž zřejmé, že pro získání úplnějšího hodnocení by bylo vhodné zpracování a vyhodnocení dalších scénářů.

Simulace představují výrazný pokrok z pohledu možnosti individualizovat jednotlivé požadavky, jak z pohledu vlastností a požadavků osob (ve vztahu k jejich bydlišti, vzdělání, profesi atd.) tak rovněž z pohledu cílů (požadavky zaměstnavatelů na směnný provoz a stanovené pevné začátky pracovní doby,

ve vztahu k povolání a týdennímu režimu, otevírací či provozní doby obchodů, úřadů, zdravotnických či kulturních zařízení apod.). Indikátory získané vhodnou agregací hodnocení výsledků individualizovaných požadavků by proto měly výrazně přispět ke komplexnějšímu a přesnějšímu hodnocení situace dopravní dostupnosti zejména veřejnou hromadnou dopravou v území.

Literatura

ADAMS, B. GAHEGAN, M., GUPTA, P., HOSKING, R. (2014): Geographic information observatories for supporting science. In: CEUR Workshop Proceedings. 32–39.

AJZEN, I. (1991): The Theory of planned behaviour. Organizational Behaviour and Human Decision Process, 50, 179–211.

ALSHALALFAH, B. W., SHALABY, A. S. (2007): Case Study: Relationship of Walk Access Distance to Transit with Service, Travel, and Personal Characteristics. Journal of Urban Planning and Development, 133, 2, 114–118.

ALSNIH, R., HENSHER, D. A. (2003): The mobility and accessibility expectations of seniors in an aging population. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 37, 10, 903–916.

ANAS, A. (1983): Discrete choice theory, information theory and the multinomial logit and gravity models. Transportation Research B, 17, 1, 13–23.

BAILEY, T., GATRELL, A. (1995): Interactive spatial data analysis. Essex, Longman Scientific & Technical.

BARADARAN, S., RAMJERDI, F. (2001): Performance of Accessibility Measures in Europe. Journal of Transportation and Statistics, 4, 2–3, 31–48.

BENENSON, I. (1998): Multi-agent simulations of residential dynamics in the city. Computers, Environment and Urban Systems, 22, 1, 25–42.

BENENSON, I., TORRENS, P. M. (2006): Geosimulation: Automata-based Modeling of Urban Phenomena. Hoboken, John Wiley & Sons, New York.

BENENSON, I., MARTENS, K., ROFÉ, Y., KWARTLER, A. (2011): Public transport versus private car GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area. Annals of Regional Science, 47, 3, 499–515.

BERTSEKAS, D. P., TSITSIKLIS, J. N. (1989): Parallel and Distributed Computation: Numerical Methods.

BEST, H., LANZENDORF, M. (2005): Division of labour and gender differences in metropolitan car use. An empirical study in Cologne, Germany. Journal of Transport Geography, 13, 2, 109–121.

BORSHCHEV, A. (2013): The Big Book of Simulation Modeling. Multimethod modeling with AnyLogic 6. AnyLogic North America.

BORUTA, T., IVAN, I. (2010): Public transport in rural areas of the Czech Republic – case study of the Jeseník region. Moravian Geographical Reports, 18, 2, 2–15.

BRANDS, T., DE ROMPH, E., VEITCH, T., COOK, J. (2014): Modelling Public Transport Route Choice, with Multiple Access and Egress Modes. In: Transportation Research Procedia. 12–23.

BRINKE, J. (1999): Úvod do geografie dopravy. Karolinum, Praha.

BROWN, A. L., AFFUM, J. K. (2002): A GIS-based environmental modelling system for transportation planners. Computers, Environment and Urban Systems 26. In: Brownson, R. C. a kol. (2009): Measuring the Built Environment for Physical Activity. American journal of preventive medicine, 36, 4, S99–S123, 577–590.

BROWNSON, R. C., HOEHNER, C. M., DAY, K., FORSYTH, A., SALLIS, J. F. (2009): Measuring the Built Environment for Physical Activity. American journal of preventive medicine, 36, 4, S99–S123.

BUEHLER, R. (2011): Determinants of transport mode choice: a comparison of Germany and the USA. Journal of Transport Geography, 19, 4, 644–657.

BURIAN, J., ZAJÍČKOVÁ, L., TUČEK, P., VOŽENÍLEK, V., LANGROVÁ, B., BOORI, M. S. (2014): Traffic intensity changes and their influence on spatial distribution of suburbanization. In: 14th SGEM GeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, 895–902.

BURT, J. E., BARBER, G. (1996): Elementary statistics for geographers. Guilford, New York.

CALABRESE, F. a kol. (2013): Understanding individual mobility patterns from urban sensing data: A mobile phone trace example. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 26, 301–313.

CANTER, D., COFFEY, T., HUNTLEY, M., MISSEN, CH. (2007): Prioritizing Burglars: Comparing the Effectiveness of Geographical Profiling Methods. Police Practice and Research, 8. In: Leary, M. O. (2011): Modeling Criminal Distance Decay. Cityscape: A journal of policy development and research, 13, 3, 161–198.

CASTRO, P. S., ZHANG, D. (2013): From Taxi GPS Traces to Social and Community Dynamics: A Survey. ACM Computing Surveys, 46, 2, 34.

CDV (2007): Závěrečná výzkumná zpráva Studie o skutečném podílu cyklistické dopravy na celkové dělbě přepravní práce, http://www.cyklodoprava.cz/file/vyzkum22-zaverecnazprava (7. 11. 2016).

CELIK, H. M. (2010): Sample size needed for calibrating trip distribution and behavior of the gravity model. Journal of Transport Geography, 18, 1, 183–190.

CIMLER, P., ZADRAŽILOVÁ, D., FILIPOVÁ, A., JINDRA, J., TURNEROVÁ, L., ZEMAN, J. (2007): Retail management. Management Press, Praha.

COLEMAN, J. S. (1986): Social Theory, Social Research, and a Theory of Action. The American Journal of Sociology, 91, 6, 1309–1335.

CURL, A., NELSON, J. D., ANABLE, J. (2011): Does accessibility planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. Research in Transportation Business and Management, 2, 3–11.

CURRIE, G. (2010): Quantifying spatial gaps in public transport supply based on social needs. Journal of Transport Geography, 18, 1, 31–41.

ČTYROKÝ, J., NOVOTNÝ, V., SOUKUP, M. (2016): Big Data Praha: Využití lokalizačních dat mobilních operátorů v hl. m. Praze. In: Sborník příspěvků Symposium GIS Ostrava 2016 – Geoinformatika pro společnost. Ostrava, 1–5.

DANIELS, R., MULLEY, C. (2013): Explaining walking distance to public transport: The dominance of public transport supply. Journal of Transport and Land Use, 6, 2, 5.

DE JONG, T., MUHAMMAD, S. (2007): Distance-Decay Parameter Behaviour While Modeling Telecommuting. Utrecht University, Utrecht.

DE JONG, T., RITSEMA VAN ECK, J. R. (1996): Location profile-based measures as an improvement on accessibility modelling in GIS. Computers, Environment and Urban Systems, 20, 3, 181–190.

DE VRIES, J. J., NIJKAMP, P., RIETVELD, P. (2004): Exponential or power distance-decay for commuting? An alternative specification. SSRN Electronic Journal.

DRBOHLAV, D. (1999): Geografické aspekty v rámci interdisciplinárního výzkumu migrace obyvatelstva. Geografie, 104, 2, 73–88.
EL-GENEIDY, A., GRIMSRUD, M., WASFI, R., TÉTREAULT, P., SURPRENANT-LEGAULT, J. (2014): New evidence on walking distances to transit stops: Identifying redundancies and gaps using variable service areas. Transportation, 41, 1, 193–210.
ELURU, N., KHAKOUR, V., El-GENEIDY, A. (2012): Travel mode choice and transit route choice behavior in Montreal: Insights from McGill University members commute patterns. Public Transport, 4, 2, 129–149.
FARBER, S., MORANG, M. Z., WIDENER, M. J. (2014): Temporal variability in transit-based accessibility to supermarkets. Applied Geography, 53, 149–159.
FIK, T. J., MULLIGAN, G. F. (1990): Spatial flows and competing central places: towards a general theory of hierarchical interaction. Environment and Planning A, 22, 4, 527–549.
FOJTÍK, D., IVAN, I., HORÁK, J. (2011): Database of public transport connections – Its creation and use. Proceedings of the 2011 12th International Carpathian Control Conference, ICCC'2011, 115–119.
FOJTÍK, D. a kol. (2016): Smart Geocoding of Objects. Proceedings of the 2016 17th International Carpathian Control Conference, ICCC'2017.
FORTHERINGHAM, S. (2014): Will Strava Metro turn data into profit? Cover story, 23.
FORTHERINGHAM, A. S., O'KELLY, M. E. (1989): Spatial interaction models: formulation and applications. xix.
FRANSEN, K., NEUTENS, T., FARBER, S., De MAEYER, P., DERUYTER, G., WITLOX, F. (2015): Identifying public transport gaps using time-dependent accessibility levels. Journal of Transport Geography, 48, 176–187.
FRIED, M. J., HAVENS, J., THALL, M. (1977): Travel behavior – a synthesized theory, NCHRP, Transportation Research Board, Washington, DC, Final Report.
GEURS, K. T., RITSEMA VAN ECK, J. R. (2001): Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impact. RIVM Report 408505006.
GEURS, K. T., VAN WEE, B. (2004): Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. Journal of Transport Geography, 12, 2, 127–140.
GOLLEDGE, R. G., STIMSON, R. J. (1997): Spatial behaviour: a geographic perspective. The Guilford Press.
Google (2014): Google Maps Geocoding API, https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/intro (12. 12. 2014).
Google (2016): Oblíbené časy, délka čekání a doba trvání návštěvy, https://support.google.com/business/answer/6263531?hl=cs (7. 1. 2016).
GRANGE, L., TRONCOSO R., IBEAS, A., GONZÁLEZ, F. (2009): Gravity model estimation with proxy variables and the impact of endogeneity on transportation planning. Transportation Research Part A 43, 105–116.
GRIGORYEV, I. (2016): AnyLogic 7 in three days. CreateSpace Independent Publishing Platform. Ilya Grigoryev.
HADAS, Y. (2013): Assessing public transport systems connectivity based on Google Transit data. Journal of Transport Geography, 33, 105–116.
HÄGERSTRAND, T. (1970): What about people in regional science? Papers of the Regional Science Association, 24, 7–21.
HÁJEK, M. (2015): Dilema jednání a struktury. Sylabus, http://tucnak.fsv.cuni.cz/~hajek/ModerniSgTeorie/literatura/beha_lit.htm (15. 6. 2015).
HALÁS, M., KLAPKA, P. (2015): Spatial influence of regional centres of Slovakia: analysis based on the distancedecayFunction. Rend. Fis. Acc. Lincei, 26, 2, 169–185.

HALÁS, M., ZUSKÁČOVÁ, V. (2013): Travelling to services in the daily urban system of Olomouc. Bulletin of Geography, Socio-economic Series, 20, 23–41.
HALÁS, M. a kol. (2014): Distance-decay functions for daily travel-to-work flows. Journal of Transport Geography, 35, 107–119.
HALDEN, D., JONES, P., WIXEY, S. (2000): Accessibility Analysis Literature Review. Measuring accessibility as experienced by different socially disadvantage groups, Working Paper 3. University of Westminster.
HALDEN, D., JONES, P., WIXEY, S. (2005): Measuring Accessibility as Experienced by Different Socially Disadvantaged Groups. Accessibility Analysis Literature Review. Group, June.
HAMPL, M. (2005): Geografická organizace společnosti v České republice: Trasformační procesy a jejich obecný kontext. Univerzita Karlova, Praha.
HANDY, S. L., NIEMEIER, D. A. (1997): Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives. Environment and Planning A, 29, 7, 1175–1194.
HANSEN, W. G. (1959): How Accessibility Shapes Land Use. Journal of the American Institute of Planners, 25, 2, 73–76.
HAWELKA, B., SITKO, I., BEINAT, E., SOBOLEVSKY, S., KAZAKOPOULOS, P., RATTI, C. (2014): Geo-located Twitter as proxy for global mobility patterns. Cartography and Geographic Information Science, 41, 3, 260–271.
HEISIG, J., BURIAN, J., MIŘIJOVSKÝ, J. (2011): Změny intenzity osobní automobilové dopravy a vliv na prostorovou diferenciaci suburbanizace. Perner's Contacts, 6, 1, 84–91.
HENDERSON, K. (2000): Mistrovství v Transact-SQL. Computer Press, Praha.
HENSHER, D. A., KING, J. (2001): Parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sydney central business district. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 35, 3, 177–196.
HIBBERT, J. D., BATTERSBY, S. E., LIESE, A. D. (2013): Prediction of Shopping Behavior Using a Huff Model Within a GIS Framework. In Proceedings of Healthy Eating in Context.
HILLMAN, R., POOL, G. (1997): GIS-based innovations for modelling public transport accessibility. Traffic Engineering and Control, 38, 10, 554–559.
HORÁK, J. (2006): Transport Accessibility Evaluation. Geografie, 111, 1, 115–132.
HORÁK, J. (2015): Prostorová analýza dat. VŠB-TU, Ostrava.
HORÁK, J. (2016): Prostorové simulační modelování dostupnosti. In: Nováček, A. a kol.: Geografické myšlení jako aktuální společenská výzva. Sborník příspěvků. Výroční konference České geografické společnosti, České Budějovice, 5.–7. září 2016, Jihočeská univerzita, ČeskéBudějovice, 152–160.
HORÁK, J., IVAN, I., TESLA, J. (2014a): Improved Gravity Models of Commuting Conditions: a Czech Case Study. In proccedings of the International Conference on Traffic and Transport Engineering, ICTTE 2014 Belgrade, 171–179.
HORÁK, J., IVAN, I., FOJTÍK, D., BURIAN, J. (2014b): Large scale monitoring of public transport accessibility in the Czech Republic. In: Proceedings of the 2014 15th International Carpathian Control Conference, ICCC 2014, 157–163.
HORÁK, J., INSPEKTOR, T., CAHA, J., KUKULIAČ, P. (2015): Geokódování objektů podle adresy. In: GIS Ostrava 2015 – Současné výzvy geoinformatiky, http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2015/sbornik/papers/gis2015541c4ad4ce8fc.pdf (26. 6. 2016).
HORÁK, J., TESLA, J., INSPEKTOR, T. (2017): Hodnocení dopravní dostupnosti zaměstnavatelů. In: GIS Ostrava 2017 – Geoinformatika v pohybu. Sborník příspěvků. Ostrava, 22.–24. 3. 2017, http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2015/sbornik/papers/gis2015541c4ba1dc74e.pdf (20. 10. 2017).

HORÁK J., TESLA, J., IVAN, I. (2017): Hodnocení dojížďky do zaměstnání v Moravskoslezském kraji. In: GIS Ostrava 2017 – Geoinformatika v pohybu. Sborník příspěvků. Ostrava, 22.–24. 3. 2017, http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2015/sbornik/papers/gis2015541c4ba1dc74e.pdf (20. 10. 2017).

HORŇÁK, M., PŠENKA, T. (2013): Public transportation as an indicator of inter-urban relationships between towns and cities of Slovakia. Geografický časopis, 65, 2, 119–140.

HORŇÁK, M., STRUHÁR, P., PŠENKA, T. (2015): Evaluation of high-standard public transport centres in the Slovak Republic. In: Szymańska, D., Biegańska, J. (eds.): Bulletin of Geography. Socio-economic Series, 30, 59–70.

HOYLE, B. S., KNOWLES, R. (1998): Modern Transport Geography. Wiley.

HUDEČEK, T. (2010): Dostupnost v Česku v období 1991–2001: vztah k dojížďce do zaměstnání a do škol. Česká geografická společnost, Edice Geographica, 4.

HUDEČEK, T., CHURAŇ, R., KUFNER, J. (2011): Dostupnost Prahy při využití silniční dopravy v období 1920–2020. Geografie, 116, 3, 317–334.

HUFF, D. L. (2003): Parameter Estimation in the Huff Model, https://www.esri.com/news/arcuser/1003/files/huff.pdf (7. 11. 2016).

HŮRSKÝ, J. (1969): Metody grafického znázornění dojížďky za prací. Rozpravy ČSAV, 79, 3.

HŮRSKÝ, J. (1978): Metody oblastního členění podle dopravního spádu. Rozpravy ČSAV, 88, 6.

CHENG, C., AGRAWAL, A. W. (2010): TTSAT: A New Approach to Mapping Transit Accessibility. Journal of Public Transportation, 13, 1, 55–72.

CHOOCHARUKUL, K., VAN, H. T., FUJII, S. (2008): Psychological effects of travel behavior on preference of residential location choice. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 42, 1, 116–124.

INSPEKTOR, T. a kol. (2014): Mapping and monitoring unemployment hot spots towards identification of socially excluded localities: Case study of Ostrava. Journal of Maps, 10. 1, 35–46.

IVAN, I. (2010a): Docházka na zastávku a její vliv na dojížďku do zaměstnání. Geografie, 115, 4, 393–412.

IVAN, I. (2010b): Prostorové hodnocení zajištění dopravní obslužnosti zaměstnavatelů. Disertační práce. VŠB-TU, Ostrava.

IVAN, I. (2016): Interchange nodes between suburban and urban public transport: A case study of the Czech Republic. Acta Geographica Slovenica, 56, 2, 221–233.

IVAN, I., KOVÁŘ, J. (2016): Specifika jednotlivých částí Ostravy (sociodemografický profil a způsob bydlení). Příspěvky k dějinám a současnosti Ostravy a Ostravska, Ostrava, Statutární město Ostrava, Archiv města Ostravy.

IVAN, I., BORUTA, T., HORÁK, J. (2012): Evaluation of railway surrounding areas: The case of Ostrava city. In: WIT Transactions on the Built Environment, 141–152.

IVAN, I., HORÁK, J., FOJTÍK, D., INSPEKTOR, T. (2013): Evaluation of public transport accessibility at municipality level in the Czech republic. In: 13th SGEM GeoConference on Informatics, Geoinformatics And Remote Sensing, 527–534.

JÄPPINEN, S., TOIVONEN, T., SALONEN, M. (2013): Modelling the potential effect of shared bicycles on public transport travel times in Greater Helsinki: An open data approach. Applied Geography, 43, 13–24.

JEDLIČKA, R. (2017): Analýza dostupnosti vybraných typů zařízení v Ostravě. Diplomová práce. VŠB-TU, Ostrava.

KAHRIK, A., NOVÁK, J., TEMELOVÁ, J., KADARIK, K., TAMMARU, T. (2015): Patterns and Drivers of Inner City Social Differentiation in Prague and Tallinn. Geografie, 120, 2, 275–295.

KHADAROO, J., SEETANAH, B. (2008): The role of transport infrastructure in international tourism development: A gravity model approach. Tourism Management, 29, 5, 831–840.

KIMPEL, T. J., DUEKER, K. J., EL-GENEIDY, A. M. (2007): Using GIS to Measure the Effect of Overlapping Service Areas on Passenger Boardings at Bus Stops. Urban and Regional Information Systems Association Journal, 19, 1, 5–11.

KLAPKA, P., ERLEBACH, M., KRÁL, O., LEHNERT, M., MIČKA, T. (2013): The footfall of shopping centres in Olomouc (Czech Republic): an application of the gravity model. Moravian Geographical Report, 21, 3, 12–26.

KRAFT, S. (2011). Aktuální změny v dopravním systému České republiky: geografická analýza. Masarykova univerzita, Brno.

KRAFT, S. (2014): Daily spatial mobility and transport behaviour in the Czech Republic: Pilot study in the Písek and Bystřice nad Pernštejnem regions. Human Geographies. Journal of Studies and Research in Human Geography, 8, 2, 51–67.

KRAFT, S., BLAŽEK, M. (2012): Intraurbánní dostupnost zastávek městské hromadné dopravy a její hodnocení pomocí nástrojů GIS. In: Bartołomiejczyk, M., Połom, M. (eds.): Vybrané aspekty provozování veřejné dopravy ve střední a východní Evropě. Příklady z České republiky, Polska a Slovenska. Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddzial Katowicki, Sosnowiec, 47–60.

KRAFT, S., PERNER, J. (2014): Spatial aspects of transport behaviour in the Czech Republic after 1989. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, Geographica, 45, 2, 53–77.

KRAFT, S., HALÁS, M., VANČURA, M. (2014): The delimitation of urban hinterlands based on transport flows: A case study of regional capitals in the Czech Republic. Moravian Geographical Reports, 22, 1, 24–32.

KRIŽAN, F. (2007): Regionálna typológia územia Bratislavy na základe dostupnosti supermarketov a hypermarketov. Geografický časopis, 59, 4, 373–385.

KRIŽAN, F., BILKOVÁ, K., KITA, P., HORŇÁK, M. (2015): Potential food deserts and food oases in a post-communist city: Access, quality, variability and price of food in Bratislava-Petržalka. Applied Geography, 62, 8–18.

KUKULIAC, P., HORÁK, J., IVAN, I., RŮŽIČKOVÁ, K., MUDROŇ, I. (2013): The spatial concentration of the high-tech manufacturing industries in Ostrava. In: 13th SGEM GeoConference on Informatics, Geoinformatics And Remote Sensing, 989–996.

KUKULIAČ, P. (2014): Modelování vývoje prostorové distribuce ekonomických aktivit. Disertační práce. HGF VŠB-TU, Ostrava.

KUNC, J., FRANTÁL, B., TONEV, P., SZCZYRBA, Z. (2012): Spatial patterns of daily and non-daily commuting for retail shopping: the case of the Brno city, Czech Republic. Moravian geographical reports, 20, 4, 39–54.

KWAN, M. (1998): Space-time and integral measures of individual accessibility: A Comparative Anal ysis Using a Point-based Framework. GeoGraphical Analysis, 30, 3, 191–216.

KWAN, M. P., MURRAY, A. T., O'KELLY, M. O., TIEFELSDORF, M. (2003): Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications. Journal of Geographical Systems, 5, 1, 129–138.

LANGFORD, M., HIGGS, G., FRY, R. (2012a): Using floating catchment analysis (FCA) techniques to examine intra-urban variations in accessibility to public transport opportunities: The example of Cardiff, Wales. Journal of Transport Geography, 25, 1–14.

LANGFORD, M., FRY, R., HIGGS, G. (2012b): Measuring transit system accessibility using a modified two-step floating catchment technique. International Journal of Geographical Information Science, 26, 2, 193–214.

LEE, J. Y., KWAN, M. P. (2011): Visualisation of Socio-Spatial Isolation Based on Human Activity Patterns and Social Networks in Space-Time. Tijdschrift voor economische en sociale geografie, 102, 4, 468–485.

LEI, T. L., CHURCH, R. L. (2010): Mapping transit-based access: integrating GIS, routes and schedules. International Journal of Geographical Information Science, 24, 2, 283–304.

LEVIN, J., MILGROM, P. (2004): Introduction to Choice Theory, https://web.stanford.edu/~jdlevin/Econ%20202/Choice%20Theory.pdf (18. 6. 2016).

LINE, T., CHATTERJEE, K., LYONS, G. (2010): The travel behaviour intentions of young people in the context of climate change. Journal of Transport Geography, 18, 2, 238–246.

LIVERMAN, D., MORAN, E. F., RINDFUSS, R. R., STERN, P. C., HUNTER, L. M., LIVERMAN, D., STERN, P. C. (1998): People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science. National Academies Press, Washington.

MAIER, K., DRDA, F., MULÍČEK, O., SÝKORA, L. (2007): Dopravní dostupnost funkčních městských regionů a urbanizovaných zón v České republice. Urbanismus a územní rozvoj, Brno, 3, 75–80.

MARADA, M., HUDEČEK, T. (2006): Accessibility of peripheral regions: a case of Czechia. Europa XXI – Regional periphery in central and eastern Europe, 15, Polish Academy of Sciences, Stanisław Leszczycki Institute of Geography and Spatial Organization, Warszawa, 43–49.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2006): Význam dopravní obslužnosti v rozvoji venkovských oblastí. Sborník příspěvků z mezinárodní konference Venkov je náš svět. Provozně-ekonomická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze, 422–431.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2008): Importance of transport posibilities in rural areas of Czechia. ČZU, Praha, 390–406.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2010). Diferenciace nabídky dopravních příležitostí v českých obcích a sociogeografických mikroregionech. Geografie, 110, 1, 21–43.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V., VONDRÁČKOVÁ, P. (2010): Doprava a geografická organizace společnosti v Česku. Edice Geographica, 2, Česká geografická společnost, Praha.

MARCEAU, D. J., BENENSON, I. (2011): Advanced Geo-Simulation Models. Bentham Science Publishers.

MARTIN, D., WRIGLEY, H., BARNETT, S., RODERICK, P. (2002): Increasing the sophistication of access measurement in a rural healthcare study. Health Place, 8, 1, 3–13.

MARTIN, D. J., JORDAN, H., RODERICK, P. (2008): Taking the bus: Incorporating public transport timetable data into health care accessibility modelling. Environment and Planning A, 40, 10, 2510–2525.

MARTÍNEZ, L. M., VIEGAS, J. M. (2013): A new approach to modelling distance-decay functions for accessibility assessment in transport studies. Journal of Transport Geography, 26, 87–96.

MAVOA, S., WITTEN, K., McCREANOR, T., O'SULLIVAN, D. (2012): GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. Journal of Transport Geography, 20, 1, 15–22.

McFADDEN, D. (1974): The Measurement of Urban Travel Demand. Journal of Public Economics, 3, 4, 303–328.

McNALLY, G. M. (2000): The Four-step Model. Handbook of Transport Modelling. Pergamon, Amsterdam, 35–52.

MICROSOFT C (2016): Synchronization, https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms686353(v=vs.85).aspx (7. 11. 2016).

MICHNIAK, D. (2002): Accessibility of district towns as a criterion of preparation and assessment of the territorial-administrative division: case study of the Banská Bystrica region (Slovakia). Moravian Geographical Reports, 10, 1, 41–47.

MICHNIAK, D. (2008): International linkages of individual districts in Slovakia based on direct transport connections. Geografický časopis, 60, 1, 45–61.

MIKKONEN, M., LUOMA, M. (1999): The parameters of the gravity model are changing – how and why? Journal of Transport Geography, 7, 277–283.

MILLER, E. J., HUNT, D. J., ABRAHAM, J. E., SALVINI, P. A. (2004): Microsimulating urban systems. Computers, Environment and Urban Systems, 28, 1–2, 9–44.

MILLER, H. J. (1991): Modelling accessibility using space-time prism concepts within geographical information systems. International Journal of Geographical Information Systems, 5, 3, 287–301.

MILLER, H. J. (2016): Geographic Information Science I: Geographic information observatories and opportunistic GIScience, Progress in Human Geography.

MITRÍKOVÁ, J., ŠENKOVÁ, A., ANTOLIKOVÁ, S. (2015): Application of the Huff Model of Shopping Probability in the Selected Stores in Prešov (Prešov, the Slovak Republic). Geographica Pannonica, 19, 3, 110–121.

MOLDAN, B. (2008): Analýza každodenního dopravního chování dospělého městského obyvatelstva a nástroje regulace dopravy. [online] Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí, http://www.czp.cuni.cz/ urbantransport/deliverables/Zaverecna_zprava_souhrnna.pdf (10. 4. 2012).

MONIRUZZAMAN, M., PÁEZ, A. (2012): Accessibility to transit, by transit, and mode share: application of a logistic model with spatial filters. Journal of Transport Geography, 24, 198–205.

MURRAY, A. T., DAVIS, R., STIMSON, R. J., FERREIRA, L. (1998): Public transportation access. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 3, 5, 319–328.

MUSIL, J., MÜLLER, J. (2008): Vnitřní periferie v České republice jako mechanismus sociální exkluze. Czech Sociological Review, 44, 2, 321–348.

NAESS, P. (2000): Urban structures and travel behaviour. Experiences from empirical research in Norway and Denmark. Land Use and Travel Behaviour, 1–24.

NAESS, P. (2003): Urban structures and travel behaviour. Experiences from empirical research in Norway and Denmark, European Journal of Transport and Infrastructure Research, 3, 2, 155–178.

NAESS, P., JENSEN, O. B. (2004): Urban structure matters, even in a small town. Journal of Environmental Planning and Management, 47, 1, 35–57.

NEUTENS, T., SCHWANEN, T., WITLOX, F., De MAEYER, P. (2008): My space or your space? Towards a measure of joint accessibility. Computers, Environment and Urban Systems, 32, 5, 331–342.

NOLAN, A. (2010): A dynamic analysis of household car ownership. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 44, 6, 446–455.

NORMAN, G., KESHA, N. (2015): Using smartphones for cycle planning. In: World class transport: smarter, stronger, safer: IPENZ Transportation Group Conference.

NOVÁK, J., TEMELOVÁ, J. (2012): Everyday Life and Spatial Mobility of Young People in Prague: A Pilot Study Using Mobile Phone Location Data. Sociologicky casopis-Czech sociological review, 48, 5, 911–938.

NOVÁK, J., AHAS, R., AASA, A., SILM, S. (2013): Application of mobile phone location data in mapping of commuting patterns and functional regionalization: a pilot study of Estonia. Journal of Maps, 9, 1, 10–15.

O'SULLIVAN, D., PERRY, G. L. W. (2013): Spatial simulation: exploring pattern and process. John Wiley & Sons Inc., Chichester.

O'SULLIVAN, D., MORRISON, A., SHEARER, J. (2000): Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrone approach. International Journal of Geographical Information Science, 14, 1, 85–104.

OECD (2012): Redefining Urban: A new way to measure metropolitan areas. OECD Publishing.
ÖSTH, J., REGGIANI, A., GALIAZZO, G. (2014): Novel methods for the estimation of cost–distance decay in potential accessibility models. In: Condeço-Melhorado, A., Reggiani, A. A, Gutiérrez, J. (eds.): Accessibility and Spatial Interaction, 15–37.
PAVLÍK, Z., KÜHNL, K. (1981): Úvod do kvantitativních metod pro geografy. SPN, Praha.
PELÁNEK, R. (2011): Modelování a simulace komplexních systémů. Masarykova univerzita, Brno.
PELEGRI, J., ALBEROLA, J., LLARIO, V. (2002). Vehicle detection and car speed monitoring system using GMR magnetic sensors. In: IEEE 2002 28th Annual Conference of the Industrial Electronics Society, 1693–1695.
RASOULI, S., TIMMERMANS, H. (2015): Bounded Rational Choice Behaviour: Applications in Transport. Emerald Group Publishing.
REGGIANI, A., BUCCI, P., RUSSO, G., HAAS, A., NIJKAMP, P. (2011): Regional labour markets and job accessibility in City Network systems in Germany. Journal of Transport Geography, 19, 4, 528–536.
REICHEL, J. (2009): Kapitoly metodologie sociálních výzkumů. Praha, Grada Publishing.
RODOS (2014): Rozvoj dopravních systémů RODOS. VŠB – Technická univerzita Ostrava, http://www.rodos-it4i.cz (7. 11. 2016).
RÖLC, R. (2000): Dopravní dostupnost a regionální význam krajských měst. Geografie, 106, 4, 222–233.
RUMPEL, P., SLACH, O. (2012): Je Ostrava „smršťujícím se městem"? Sociologický časopis / Czech Sociological Review, 48, 5, 859–878.
RŮŽIČKOVÁ, K. (2013): Modelování a simulace v geovědách, http://homel.vsb.cz/~ruz02/msg/prednasky/msg_skripta_v2.pdf (7. 11. 2016).
ŘEHÁK, S., HALÁS, M., KLAPKA, P. (2009): Několik poznámek k možnostem aplikace Reillyho modelu. Geographia Moravica, 1, 47–58.
ŘEZANKOVÁ, H. (2007): Analýza dat z dotazníkových šetření. Professional Publishing.
SALGADO, D., JOLOVIC, D., MARTIN, P. T., ALDRETE, R. M. (2016): Traffic Microsimulation Models Assessment – A Case Study of International Land Port of Entry. In: Procedia Computer Science, 441–448.
SALONEN, M., TOIVONEN, T. (2013): Modelling travel time in urban networks: Comparable measures for private car and public transport. Journal of Transport Geography, 31, 143–153.
SAPIEZYNSKI, P. , STOPCZYNSKI, A., GATEJ, R., LEHMANN, S. (2015): Tracking Human Mobility Using WiFi Signals. PloS one, 10, 7.
SEIDENGLANZ, D. (2010): Transport relations among settlement centres In the eastern part of the Czech Republic as a potential for polycentricity. AUC–Geographica, 45, 1, 75–89.
SHREWSBURY, J. (2012): Calibration of trip distribution by generalised linear models. NZ Transport Agency research report 473.
SCHEINER, J. (2010): Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976–2002. Journal of Transport Geography, 18, 1, 75–84.
SOLTANI, A. (2005): Exploring the impacts of built environments on vehicle ownership. In 6th Conference of the Eastern-Asia-Society-for-Transportation-Studies, 2151–2163.
STROUD, A. H. (1971): Approximate calculation of multiple integrals, Prentice-Hall Inc.
TAYLOR, P. J. (1971): Distance Transformation and Distance Decay Functions. Geographical Analysis, 3, 3, 109–123.
TEMELOVÁ, J., NOVÁK, J., POSPÍŠILOVÁ, L., DVOŘÁKOVÁ, N. (2011): Každodenní život, denní mobilita a adaptační strategie obyvatel v periferních lokalitách. Sociologický časopis / Czech Sociological Review, 47, 4, 831–858.

TESLA, J., HORÁK, J., IVAN, I. (2015): Frequency analysis of public transport between czech municipalities. In: 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, Book 2, 593–600.

THILL, J. C., KIM, M. (2005): Trip making, induced travel demand, and accessibility. Journal of Geographical Systems, 7, 2, 229–248.

TIBAUT, A., KAUČIČ, B., REBOLJ, D. (2012): A standardised approach for sustainable interoperability between public transport passenger information systems. Computers in Industry, 63, 8, 788–798.

TLIG, M., BHOURI, N. (2011): A multi-agent system for urban traffic and buses regularity control. In: Procedia – Social and Behavioral Sciences, 896–905.

TOUŠEK, V., KUNC, J., VYSTOUPIL, J. a kol. (2008): Ekonomická a sociální geografie. Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s. r. o., Plzeň.

TRIBBY, C. P., ZANDBERGEN, P. A. (2012): High-resolution spatio-temporal modeling of public transit accessibility. Applied Geography, 34, 4, 345–355.

TSEKERIS, T., STATHOPOULOS, A. (2006): Gravity models for dynamic transport planning: Development and implementation in urban networks. Journal of Transport Geography, 14, 2, 152–160.

TURNER, A., PENN, A. (2002): Encoding Natural Movement as an Agent-Based System: An Investigation into Human Pedestrian Behaviour in the Built Environment. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 29, 4, 473–490.

ÚAP MSK (2017): Územně analytické podklady Moravskoslezského kraje 2017. 4. úplná aktualizace. Moravskoslezský kraj, https://www.msk.cz/cz/uzemni_planovani/uzemne-analyticke-podklady-msk-2017-94779 (18. 9. 2018).

UBØE, J. (2004): Aggregation of gravity models for journeys to work. Environment and Planning A, 36, 4, 715–729.

VAISHAR, A., CETKOVSKÝ, S., KALLABOVÁ, E., KLUSÁČEK, P., KOLIBOVÁ, B., LACINA, J., MIKULÍK, O., ZAPLETALOVÁ, J. (2006): Urban Environment in European Big Cities. Moravian Geographical Reports, 14, 1, 46–62.

VAN VUGT, M., VAN LANGE, P. A. M., MEERTENS, R. M. (1996): Commuting by car or public transportation? A social dilemma analysis of travel mode judgements. European Journal of Social Psychology, 26, 3, 373–395.

VANDENBULCKE, G. A kol. (2009): Mapping accessibility in Belgium: a tool for land-use and transport planning? Journal of Transport Geography, 17, 1, 39–53.

VASIC, J., RUSKIN, H. J. (2012): Agent-based space-time discrete simulation of urban traffic including bicycles. In: Procedia Computer Science, 860–865.

VITON, P. A. (1995): Calibrating the Gravity Model, http://facweb.knowlton.ohio-state.edu/pviton/courses2/crp5700/calibrating.pdf (23. 6. 2015).

VRABKOVÁ, I., VAŇKOVÁ, I., IVAN, I. (2016): The Efficiency and Public Transport Accessibility of Indirect State Administration in the Czech Republic. Review of Economic Perspectives, 16, 2, 135–156.

VRTIC, M. FROHLICH, P., SCHUSSLER, N., AXHAUSEN, K.W., LOHSE, D., SCHILLER, C., TEICHERT, H. (2007): Two-dimensionally constrained disaggregate trip generation, distribution and mode choice model: Theory and application for a Swiss national model. Transportation Research Part A 41, 857–873.

WAHLE, J., NEUBERT, L., ESSER, J., SCHRECKENBERG, M. (2001): A cellular automaton traffic flow model for online simulation of traffic. Parallel Computing 27, 5. In: Benenson, I. A., Torrens, P. M. (2006): Geosimulation: automata-based modeling of urban phenomena. Hoboken, John Wiley & Sons, New York, 1–287, 719–735.

WAKABAYASHI, H., ASAOKA, K., IIDA, Y., KAMEDA, H. (2003): Mode choice model with travel time reliability and commuters' travel behavior before/after a major public

transportation service closure. In: Network Reliability of Transport. Proceedings of the 1st International Symposium on Transportation Network Reliability (INSTR).
WALKER, J. (2012): Human transit: How clearer thinking about public transit can enrich our communities and our lives. Island Press, Washington.
WALLENTIN, G., OLOO, F. (2016): A Model-sensor Framework to Predict Homing Pigeon Flights in Real Time. GI_Forum 2016, 1, 41–52.
WANG, X. (2013): Intelligent multi-camera video surveillance: A review. Pattern Recognition Letters, 34, 3–19.
WELCH, T. F., MISHRA, S. (2013): A measure of equity for public transit connectivity. Journal of Transport Geography, 33, 29–41.
WHITE, P. (2002): Public Transport: Its Planning, Management and Operation. Routledge.
WILLIAMS, I. N. (1976): A comparison of some calibration techniques for doubly constrained models with an exponential cost function. Transportation Research, 10, 91–104.
WILLIAMS, I. N. (1977): Algorithm 1: Three-point rational function interpolation for calibrating gravity models. Environment and Planning 9A, 215–221.
WYLIE, B., CAMERON, G., MATTHEW, W., MCARTHUR, D. (1993): PARAMICS: Parallel Microscopic Traffic Simulator. Second European Connection Machine Users Meeting, Meudon, Paris. In: BENENSON, I., TORRENS, P. M. (2006): Geosimulation: automata-based modeling of urban phenomena. Hoboken, John Wiley & Sons, New York, 1–287.
YIGITCANLAR, T., SIPE, N. G., EVANS, R., PITOT, M. (2007): A GIS-based land use and public transport accessibility indexing model. Australian Planner, 44, 3, 30–37.
YU, Y., KAMEL, E. A., GONG, G., LI, F. (2014): Multi-agent based modeling and simulation of microscopic traffic in virtual reality system. Simulation Modelling Practice and Theory, 45, 62–79.
ZAJÍČKOVÁ, L. (2012): Časové variace dojížďky do města Olomouc prostředky hromadné dopravy osob. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
ZAJÍČKOVÁ, L., VOZENILEK, V., BURIAN, J., TUCEK, P. (2014): Demand specifications for geodata within a public transport system. In: 14th SGEM GeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, 555–562.

Seznam tabulek a obrázků

Tabulky

Tab. 1 Interpretace dostupnosti dle průměrného času a směrodatné odchylky 27
Tab. 2 Interpretace PTWAI 28
Tab. 3 Bodování PTWAI pro město a region (veřejná hromadná doprava + individuální automobilová doprava) 29
Tab. 4 Nastavení pro komplexnější simulaci 61
Tab. 5 Rozdíly počty zaměstnanců v různých zdrojích dat 84
Tab. 6 Stratifikace respondentů dotazníkového šetření 97
Tab. 7 Podíl dojíždějících v procentech podle dopravního prostředku a věku v Olomouci a Ostravě 110
Tab. 8 Zastoupení scénářů z dotazníkového šetření (výběr) v procentech 121
Tab. 9 Přehled cílů cest s nastavením limitních hodnot 136
Tab. 10 Průměrné a maximální časy k nejbližším cílům v jednotlivých kategoriích v Olomouci v minutách 137
Tab. 11 Průměrné a maximální časy k nejbližším cílům v jednotlivých kategoriích v Ostravě v minutách 140
Tab. 12 Průměrné a maximální časy k nejbližším cílům v jednotlivých kategoriích na Olomoucku v minutách 144
Tab. 13 Průměrné a maximální časy k nejbližším cílům v jednotlivých kategoriích na Ostravsku v minutách 146
Tab. 14 Vybrané typy cílů pro hodnocení dostupnosti veřejnou hromadnou dopravou 153
Tab. 15 Ukázka zápisu časové distribuce pro osobu typu muž, zaměstnanec + OSVČ, v pracovní den, v Olomouci 180
Tab. 16 Parametry vybraných optimalizovaných vzdálenostních funkcí pro Olomouc .. 183
Tab. 17 Klasifikace dopravní dostupnosti ve městě (údaje za celý den) 188
Tab. 18 Klasifikace dopravní dostupnosti v regionu 188
Tab. 19 Vzdálenostní kategorie a podíly výběru cílů pro Ostravsko 207
Tab. 20 Vzdálenostní kategorie a podíly výběru cílů pro Olomoucko 207
Tab. 21 Pořadí obchodních center podle euklidovské vzdálenosti od startu, počet a podíl skutečně vybraných obchodních center 227
Tab. 22 Preference výběru obchodního centra v Olomouci, vyjma nejbližšího obchodního centra 228
Tab. 23 Preference výběru obchodní centra v Ostravě, vyjma nejbližšího obchodního centra 228

Obrázky

Obr. 1 Vztah mezi komponentami dostupnosti 20
Obr. 2 Vztah základních metod modelování k úrovním abstrakce 31
Obr. 3 Tvar vzdálenostní funkce při E = 2 000 a J = 20 000 pro dojížďku do zaměstnání ve vzdělávání, zpracovatelském průmyslu a maloobchodě . . . 49
Obr. 4 Formy vzdálenostní funkce podle Taylora (1971) 50
Obr. 5 Tvar inverzní distribuční funkce Weibullova rozdělení pro různé hodnoty parametrů k a λ 51
Obr. 6 Simulace rozložení dojížďky mezi starty a cíli rozmístěnými podle dvourozměrné normální distribuce a odpovídající empirická inverzní distribuční funkce dojížďkových vzdáleností proložená inverzní Weibullovou a gama distribuční funkcí 52
Obr. 7 Optimální vzdálenostní funkce pro Ostravu 54
Obr. 8 Základní část datového modelu databáze 57
Obr. 9 Princip distribuce a zpracování úlohy v masivně paralelní architektuře 63
Obr. 10 Proces zpracování simulací 65
Obr. 11 Vnitřní architektura třívrstvého modelu klient – server 65
Obr. 12 Paralelní běh čtyř klientů na čtyřjádrovém osobním počítači 66
Obr. 13 Vymezení území zóny 71 pro Olomouc 70
Obr. 14 Vymezení zóny Ostrava XXL 71
Obr. 15 Dojížďkové regiony podle Hampla 72
Obr. 16 Regiony podle intenzity dopravních proudů 73
Obr. 17 Zařazení obcí podle dojížďkového proudu do Olomouce 74
Obr. 18 Rozdíl mezi reprezentativními body ZSJ v sídle Komárovské Chaloupky a v obci Pustějov 79
Obr. 19 Reprezentativní středy sloučených prostorových jednotek ZSJ v Ostravě a Olomouci 79
Obr. 20 Ukázka informací poskytovaných vyhledávačem Google 81
Obr. 21 Návštěvnosti hypermarketů a obchodních center v Ostravě během soboty . . . 81
Obr. 22 Průměrná návštěvnost jednotlivých služeb Magistrátu města Ostrava po hodinách v týdnu 7.–11. 3. 2011 jako ukázka dat z elektronického objednávkového systému 87
Obr. 23 Ukázka výsledku prokládání vzdálenostních funkcí pro čas 101
Obr. 24 Parametry Weibullovy distribuční funkce pro čas podle módu dopravy . . . 102
Obr. 25 Docházkové vzdálenosti na zastávku veřejné dopravy v Olomouci a Ostravě 105
Obr. 26 Podíl cest podle dopravního prostředku v různě zastavěném území v Olomouci a Ostravě 105
Obr. 27 Průměrná vzdálenost cest dle hustoty zástavby a dopravního prostředku v Olomouci a Ostravě 106
Obr. 28 Vzdálenostní funkce pro Olomouc a Ostravu podle módu dopravy 107
Obr. 29 Vzdálenostní funkce pro Olomouc a Ostravu pro chůzi v různém typu zástavby v pracovní den (vlevo) a o víkendu (vpravo) 108
Obr. 30 Vzdálenostní funkce pro Olomouc a Ostravu pro městskou hromadnou dopravu v různém typu zástavby v pracovní den a o víkendu 109
Obr. 31 Volba dopravního prostředku podle ekonomické aktivity a podle počtu dětí v domácnosti v Olomouci a Ostravě 111
Obr. 32 Rozdílné vnímání veřejné dopravy v Olomouci a v Ostravě 113

Obr. 33 Využití dopravních prostředků z cestovních deníků pro Olomouc a Ostravu 114
Obr. 34 Vzdálenostní funkce pro Olomouc a Ostravu pro nákupy a sport podle módu dopravy 115
Obr. 35 Vzdálenostní funkce pro konkrétní scénáře simulací dojíždění 116
Obr. 36 Parametry Weibullovy distribuční funkce pro čas podle módu dopravy, typu dne a zástavby 117
Obr. 37 Parametry Weibullovy distribuční funkce pro čas podle módu dopravy, typu dne a účelu cestování 118
Obr. 38 Průměrná vzdálenost v minutách dle účelu (cíle) cesty v Olomouci a Ostravě 119
Obr. 39 Rozložení cest během pracovního dne v Olomouci 119
Obr. 40 Rozložení cest během pracovního dne v Ostravě 120
Obr. 41 Čas k nejbližšímu zaměstnavateli a obchodnímu centru v Olomouci 137
Obr. 42 Počet cílů v Olomouci do 10 minut 138
Obr. 43 Kombinovaný index dostupnosti PTWAI v Olomouci 139
Obr. 44 Čas k nejbližší střední škole a k nejbližšímu zaměstnavateli autem v Ostravě 140
Obr. 45 Počet dostupných ordinací praktického lékaře a velkých zaměstnavatelů v Ostravě do 10 minut 141
Obr. 46 Kombinovaný index dostupnosti PTWAI v Ostravě 142
Obr. 47 Čas k nejbližší ordinaci praktického lékaře a k obchodnímu centru na Olomoucku 143
Obr. 48 Počet dostupných ordinací praktického lékaře do 10 minut a dostupných zaměstnavatelů do 50 minut 144
Obr. 49 Kombinovaný index dostupnosti PTWAI na Olomoucku 145
Obr. 50 Čas k nejbližšímu obchodu a střední škole na Ostravsku 147
Obr. 51 Počet dostupných ordinací praktického lékaře do 10 minut a zaměstnavatelů do 50 minut na Ostravsku 148
Obr. 52 Index dostupnosti PTWAI na Ostravsku 149
Obr. 53 Schéma *door-to-door* přístupu 153
Obr. 54 Podíl dostupných zaměstnavatelů na 6:00 a 14:00 v Olomouci a Ostravě . . . 155
Obr. 55 Podíl dostupných sportovních zařízení na 14:00 v Olomouci a Ostravě 156
Obr. 56 Podíl dostupných středních škol na 8:00 v Olomouci a Ostravě 156
Obr. 57 Podíl dostupných obchodů na 14:00 v Olomouci a Ostravě 157
Obr. 58 Podíl dostupných praktických lékařů na 8:00 v Olomouci a Ostravě 157
Obr. 59 Podíl dostupných zaměstnavatelů na Olomoucku a Ostravsku na 6:00 a 22:00 159
Obr. 60 Podíl dostupných sportovních zařízení na 14:00 a středních škol na 8:00 na Olomoucku a Ostravsku 159
Obr. 61 Podíl dostupných obchodů na 14:00 a praktických lékařů na 8:00 na Olomoucku a Ostravsku 159
Obr. 62 Průměrný dojížďkový čas k nejbližšímu cíli a jeho změna během dne ve studovaných městech 161
Obr. 63 Směrodatná odchylka dojížďkového času k nejbližšímu cíli a jeho změna během dne ve studovaných městech 162
Obr. 64 Průměrný dojížďkový čas k nejbližšímu cíli a jeho změna během dne v regionech 162
Obr. 65 Časová variabilita dostupnosti zaměstnavatelů v Olomouci a Ostravě 163

Obr. 66 Časová variabilita dostupnosti sportovních zařízení v Olomouci a Ostravě .. 164
Obr. 67 Časová variabilita dostupnosti středních škol v Olomouci a Ostravě 164
Obr. 68 Časová variabilita dostupnosti obchodů v Olomouci a Ostravě 165
Obr. 69 Časová variabilita dostupnosti praktických lékařů v Olomouci a Ostravě .. 166
Obr. 70 Časová variabilita dostupnosti zaměstnavatelů a sportovních zařízení na Olomoucku a Ostravsku 167
Obr. 71 Časová variabilita dostupnosti středních škol a obchodů na Olomoucku a Ostravsku 167
Obr. 72 Časová variabilita dostupnosti praktických lékařů na Olomoucku a Ostravsku 168
Obr. 73 Kombinovaná dostupnost cílů v Olomouci a v Ostravě 169
Obr. 74 Kombinovaná dostupnost cílů na Olomoucku a Ostravsku 171
Obr. 75 Index změny dopravní dostupnosti zaměstnavatelů při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci a v Ostravě 173
Obr. 76 Index změny dopravní dostupnosti sportovních zařízení při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci a v Ostravě 173
Obr. 77 Index změny dopravní dostupnosti středních škol při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci a v Ostravě 174
Obr. 78 Index změny dopravní dostupnosti obchodů při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci a v Ostravě 174
Obr. 79 Index změny dopravní dostupnosti praktických lékařů při využití městské hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě v Olomouci a Ostravě 176
Obr. 80 Index změny dopravní dostupnosti zaměstnavatelů a sportovních zařízení při využití veřejné hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě na Olomoucku a Ostravsku 177
Obr. 81 Index změny dopravní dostupnosti středních škol a obchodů při využití veřejné hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě na Olomoucku a Ostravsku 177
Obr. 82 Index změny dopravní dostupnosti praktických lékařů při využití veřejné hromadné dopravy oproti individuální automobilové dopravě na Olomoucku a Ostravsku 178
Obr. 83 Závislost chyby určení celkového času dojíždění na počtu simulací 182
Obr. 84 Místa vybraná pro testování nastavení simulací pro zájmové regiony a města 186
Obr. 85 Módy dopravy použité pro dojíždění do zaměstnání na třísměnný provoz v Sungwoo Hitech a pouze na ranní směnu 190
Obr. 86 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den a průměrný počet přesedání za den 191
Obr. 87 Distribuce cesty do zaměstnání z dotazníkového šetření pro dané parametry a získaná distribuce při simulaci 193
Obr. 88 Průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy za den a podíl dostupných unikátních zaměstnavatelů 194
Obr. 89 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den a průměrný počet přesedání za den 195
Obr. 90 Podíl dostupných unikátních zaměstnavatelů a podíl pěší docházky 196

Obr. 91 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den a průměrný počet přesedání za den ... 197
Obr. 92 Průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy za den ... 197
Obr. 93 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den a průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy za den ... 199
Obr. 94 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a náhodně vybraným velkým zaměstnavatelem za den a průměrný počet přesedání za den ... 201
Obr. 95 Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do zaměstnání z dotazníkového šetření (pro všechny pracující) a ze simulací náhodného modelu a simulací proporcionálně gravitačního modelu pro Ostravu ... 202
Obr. 96 Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do zaměstnání z dotazníkového šetření (pro všechny pracující) a ze simulací náhodného modelu a simulací proporcionálně gravitačního modelu pro Olomouc ... 203
Obr. 97 Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů podle simulačního modelování ... 205
Obr. 98 Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů podle simulačního modelování ... 206
Obr. 99 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den a průměrný počet přesedání za den ... 208
Obr. 100 Průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy při cestě do a ze zaměstnání ... 209
Obr. 101 Podíl dostupných unikátních zaměstnavatelů ... 210
Obr. 102 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a zaměstnavatelem za den ... 211
Obr. 103 Průměrný počet přesedání při cestě do a ze zaměstnání ... 212
Obr. 104 Průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy při cestě do a ze zaměstnání ... 213
Obr. 105 Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do zaměstnání ze SLDB pro veřejnou hromadnou dopravu a městskou hromadnou dopravou, SLDB s náhradou za dobu jízdy autem, ze simulací náhodného modelu a simulací vzdálenostně kategorizovaného náhodného modelu pro Olomoucko ... 214
Obr. 106 Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů na Olomoucku ze simulačního modelování ... 215
Obr. 107 Hodnocení dostupnosti zaměstnavatelů na Ostravsku ze simulačního modelování ... 217
Obr. 108 Spádové oblasti pro nejdostupnější obchodní centrum pro různé varianty spojení a dne ... 221
Obr. 109 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a obchodním centrem v pracovní den (nejrychlejší a nejpohodlnější spojení) ... 222
Obr. 110 Průměrný počet přesedání při návštěvě obchodního centra (pracovní den, nejrychlejší a nejpohodlnější spojení) ... 223
Obr. 111 Spádové oblasti pro nejdostupnější obchodní centrum (pracovní den, nejrychlejší spojení) ... 224
Obr. 112 Spádové oblasti pro nejpřitažlivější obchodní centrum (pracovní den, nejrychlejší spojení) ... 225
Obr. 113 Průměrná doba přesunu mezi bydlištěm a obchodním centrem a průměrný počet přesedání (cesta tam a zpět, nejrychlejší spojení, pracovní den) ... 226
Obr. 114 Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do obchodního centra z dotazníkového šetření a ze simulací modelu dojíždění do nejbližšího obchodního centra pro Olomoucko ... 229
Obr. 115 Porovnání distribučních funkcí doby dojíždění do obchodního centra z dotazníkového šetření a ze simulací proporcionálně gravitačního modelu obchodního centra pro Ostravu ... 230

Obr. 116 Hodnocení dostupnosti obchodních center ze simulačního modelování ... 231
Obr. 117 Hodnocení dostupnosti obchodních center ze simulačního modelování ... 232
Obr. 118 Distribuce cestování do zaměstnání a za zábavou během dne pro muže věku 25–34 ... 234
Obr. 119 Podíl realizace celého scénáře ... 235
Obr. 120 Doba strávená doma a cestováním během dne ... 235
Obr. 121 Průměrná doba strávená čekáním mimo domov na začátek další aktivity (mimo cestování) a průměrná délka docházení na zastávky hromadné dopravy během dne ... 236
Obr. 122 Pestrost obchodů a zábavních center ... 237
Obr. 123 Podíl realizace celého scénáře a podíl pěší docházky ... 238
Obr. 124 Pestrost zaměstnavatelů a zábavních center ... 239
Obr. 125 Průměrná doba čekáním strávená doma a cestováním během dne ... 240
Obr. 126 Průměrná doba strávená čekáním mimo domov na začátek další aktivity (bez cestování) a průměrná délka pěší docházení na zastávky hromadné dopravy během dne ... 241
Obr. 127 Podíl dostupných velkých zaměstnavatelů veřejné hromadné dopravy na různé hodiny určené deterministickou metodou ... 245
Obr. 128 Podíl dostupných různých cílů veřejné hromadné dopravy na 8. hodinu určené deterministickou metodou ... 246
Obr. 129 Vztah mezi dobou přesunu a dobou cestování ve veřejné hromadné dopravě, resp. vzdáleností, z výsledků simulace dojíždění do zaměstnání v pilotních městech ... 247
Obr. 130 Vztah mezi průměrnou dobou přesunu k náhodně vybranému významnému zaměstnavateli a dobou přesunu do Sungwoo Hitech na tři směny, resp. dobou přesunu do obchodního centra v pilotních městech ... 248
Obr. 131 Vztah mezi průměrnými počty přesedání při dojížďce do zaměstnání a dojížďce do obchodního centra a vztah mezi dobou přesunu při dojížďce pro stejné případy ... 249
Obr. 132 Pravděpodobnosti realizace kombinovaného scénáře v závislosti na kategorii dopravní dostupnosti zaměstnavatelů a kategorii dostupnosti obchodního centra v pilotních městech ... 251
Obr. 133 Doba strávená doma a doba ve veřejné hromadné dopravě při realizaci kombinovaného scénáře podle kategorií dostupnosti zaměstnavatelů v jednoduchém scénáři ... 252
Obr. 134 Vztahy mezi čtyřmi hlavními ukazateli dostupnosti hromadnou dopravou dle simulací a ukazateli hodnocení dostupnosti hromadnou dopravou deterministickým přístupem v regionech ... 252
Obr. 135 Vztah mezi PTWAI veřejné hromadné dopravy určené z deterministického hodnocení a dobou přesunu k zaměstnavatelům ze simulačního modelování pro regiony a pilotní města ... 253
Obr. 136 Vztah mezi PTWAI veřejné hromadné dopravy určené z deterministického přístupu a podílu realizace kombinovaného scénáře ze simulací v pilotních městech ... 254
Obr. 137 Vztahy mezi podílem dosažitelných zaměstnavatelů ve vybraných hodinách a hodnotami čtyř základních ukazatelů dostupnosti ze simulací (číselné hodnoty v grafu označují sklon) ... 255
Obr. 138 Vztah mezi podílem dostupných velkých zaměstnavatelů na jednotlivé hodiny (6, 8, 12 a 22) a dobou dojíždění k velkým zaměstnavatelům na 7:00 či 8:00 podle simulací ... 256

Obr. 139 Výběr ZSJ s malým podílem dosažitelných významných zaměstnavatelů z deterministického hodnocení a krátkou dobou přesunu při simulacích .. 258
Obr. 140 Výsledek kategorizace výsledků tří metod (simulační a deterministické hodnocení veřejné hromadné dopravy, hodnocení individuální automobilové dopravy), vybrané třídy 260
Obr. 141 ZSJ s výbornou dostupností na Přerovsku s obtížnější interpretací 260
Obr. 142 Klasifikace rozdílů mezi hodnocením dostupnosti hromadnou dopravou simulační metodou pro zaměstnavatele a deterministickým hodnocením .. 263
Obr. 143 Výběr ZSJ s dostupností klasifikovanou kategorií *C* dle simulací, ale s nízkým PTWAI v deterministickém hodnocení veřejné hromadné dopravy 264
Obr. 144 Výběr ZSJ se špatnou dostupností dle simulací, ale s vysokým PTWAI v deterministickém hodnocení veřejné hromadné dopravy 265
Obr. 145 Výběr ZSJ se špatnou dostupností dle simulací dojížďky do zaměstnání hromadnou dopravou, ale s vysokým PTWAI v hodnocení individuální automobilové dopravy 266
Obr. 146 Distribuce počtu obyvatel podle kategorií klasifikace dostupnosti velkých zaměstnavatelů veřejnou dopravou ze simulačního modelování na Olomoucku a Ostravsku 278
Obr. 147 Distribuce počtu obyvatel podle kategorií klasifikace dostupnosti zaměstnavatelů veřejnou dopravou podle simulačního modelování v Olomouci a v Ostravě 278
Obr. 148 Distribuce hodnot hustoty zalidnění podle kategorií klasifikace dostupnosti veřejnou dopravou k velkým zaměstnavatelům ze simulačního modelování v regionech 279
Obr. 149 Hodnoty PTWAI pro veřejnou dopravu a kategorie klasifikace dostupnosti veřejnou dopravou k velkým zaměstnavatelům ze simulačního modelování v identifikovaných vnitřních periferiích Olomoucka a Ostravska 280

Seznam použitých zkratek

AAR – anglicky *„Access Area Ratio“* – poměr dostupné oblasti; ukazatel používaný pro hodnocení dostupnosti startů
AFM – Albertina – firemní monitor – datový produkt
API – anglicky *„Application Programming Interface“* – aplikační programové rozhraní
BPR – anglicky *„Business Process Redesign“* – přístup kompletní revize klíčových byznisových procesů v organizaci s cílem zásadního zvýšení efektivnosti a naplnění cílů
BDI – anglicky *„Beliefes, Desires and Intention“* – představy, přání, záměry, význam softwarového přístupu k tvorbě multiagentních systémů inspirovaného teoriemi filosofa M. E. Bratmana
CEDA – anglicky *„Central European Data Agency“* – akciová společnost zaměřující se na navigační produkty a vektorové mapové podklady zejména pro dopravu
ČSÚ – Český statistický úřad
ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální
EU – Evropská unie
GIS – geografický informační systém
GML – anglicky *„Geography Markup Language“* – jazyk pro modelování, přenos a ukládání prostorových dat
GPS – anglicky *„Global Positioning System“* – globální polohovací systém
GTFS – anglicky *„General Transit Feed Specification“* – obecný formát pro popis jízdních řádů veřejné dopravy a připojené geografická informace
IAD – individuální automobilová doprava
IDOS – Informační dopravní systém
IPR – Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy
MHD – městská hromadná doprava
MŠMT – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
NACE – francouzsky *„Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne“* – standardní klasifikace ekonomických činností v EU
OD – anglicky *„origin – destination“* – zdroj – cíl
OECD – anglicky *„Organization for European Cooperation and Development“* – Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OKEČ – odvětvová klasifikace ekonomických činností
ORP – obec s rozšířenou působností
OSM – anglicky *„Open Street Map“* – označení projektu a datové sady volně dostupných geografických dat vytvářené dobrovolníky
PC – anglicky *„personal computer“* – osobní počítač
POI – anglicky *„point of interest“* – bod zájmu
POÚ – pověřený obecní úřad

PTWAI – anglicky *„Public Transport and Walking Accessibility Index“* – kombinovaný index dopravní dostupnosti
RODOS – Centrum pro rozvoj dopravních systémů
RSO – Registr sčítacích obvodů a budov
SAR – anglicky *„Service Area Ratio“* – poměr servisní oblasti; ukazatel používaný pro hodnocení dostupnosti cílů
SLDB – Sčítání lidu, domů a bytů
SO ROP – správní obvod obce s rozšířenou působností
SO POÚ – správní obvod pověřeného obecního úřadu
SQL – anglicky *„Structured Query Language“* – standardizovaný strukturovaný dotazovací jazyk pro komunikaci v databázích
TFR – anglicky *„Temporary Fixed Requests“* – časově vázané požadavky
URL – anglicky *„Uniform Resource Locator“* – jednotná adresa zdroje používaná pro identifikaci umístění zdroje na internetu
VHD – veřejná hromadná doprava
VOŠ – vyšší odborná škola
VŠB – Vysoká škola báňská
XML – anglicky *„eXtensible Markup Language“* – rozšiřitelný značkovací jazyk, flexibilní formát dokumentů a dat pro snadnou a platformě nezávislou komunikaci
ZABAGED – Základní báze geografických dat
ZSJ – základní sídelní jednotka

Summary

Spatial stochastic simulation of transport accessibility with empirical study of Olomouc and Ostrava regions

Introduction

Transport accessibility is a complex concept that is not easy to define and certainly not easy to measure. In the literature, there are many metrics that are used both for transportation in general and for the assessment of the availability of public transport specifically. Accessibility is influenced by an extended set of factors, mainly personal, transport, and geographical that act on different levels and represent global, national, regional, and local influences. One of the possibilities to eliminate issues of the multidimensional parameterization of accessibility studies is to apply a stochastic simulation approach. The aim of the book is to explain, develop and test current possibilities of spatial simulation models for the evaluation of transport accessibility.

Methodology and data

In agreement with Golledge, Stimson (1997), the simulation of individual transport requirements (micro-simulation) was carried out, and the results were aggregated; this helped to ensure the partial elimination of uncertainty. This approach also allowed for the natural building of groups that showed similar transport requirements and behavior. For the purpose of micro-simulations, the authors used procedural modelling, which is based on the implementation of a sequence of activities carried out by a person or a group using stochastic generation of uncertain or vague requirements and parameters. Through multiple repetitions of micro-simulations with randomly changed parameters (defined by the framework or by expected distribution), the simulation of the variability of behavior of a person, a group, or of the effect of external influences, is achieved. The benefit of using micro-simulation for evaluation of traffic accessibility is mainly in acquiring a range of results of the implementation of

specific transport requirements based on individual needs. They can serve to evaluate certain average characteristics, and to examine the evaluation variability of the accessibility, depending on the heterogeneity of the territory, to assess individual differences, the stability of adjustment of the modelling parameters or conditions, and to monitor the impacts of the selected evaluation method.

The evaluation method of the simulation of individual scenarios combines the traditional evaluation of impedance of detected transportation options from different locations by cost attributes such as time, distance, number of changes or price, and the evaluation of the use of a time fund of a commuting person, i.e. how much time is specified for each productive and non-productive activity during the day – the distribution and amount of free time, how much time a person spends commuting, etc. The evaluation should also include other aspects such as the evaluation of available destinations; and in particular, the assessment of their supply and diversity.

As part of the conceptual preparation, the basic types of models for spatial simulation modelling of transport accessibility were identified and described. Their wide range and variety of uses show the enormous potential of the stochastic simulation approach toward accessibility modelling. Most types of models can be implemented through procedural or multi-agent modelling. For simulation modelling of transport accessibility, the following models were recommended: an individual time or event-driven model, a rational model of a selection of activities, and a population-oriented model (time or event-driven). For an empirical study, an individual event-driven model, implemented through scenarios for sample persons, was employed.

The result of modelling depends on the data used. Therefore, significant attention was paid to their preparation. The difficulty of the task results from the need to identify for stochastic simulations and the implementation of scenario specific origins and destinations of commuters, including a description of their capacity, attendance, and time schedule. Such data sources, however, are not available as a standard. Although there are official registries for a number of destinations (e.g., a school registry, a registry of medical facilities, etc.), their processing into a spatial database is relatively labour intensive and requires a number of steps. Data was geocoded for most public registries, and the localization and description of individual business premises that serve as a specific target in the given area, instead of the headquarters of such organizations, were addressed. For some types of targets (e.g., cinemas, theatres, shops, or sports fields), national registries do not exist, and it was necessary to use commercial or open data sources that are often incomplete and outdated. The use of gravity models requires a description of the attractiveness of given destinations (e.g., the number of students, visitors, or patients). Nationwide, this type of information is only available for educational institutions, and in the case of shops, employers, medical facilities, and other destinations, the information is not readily available – or is incomplete, outdated, or inaccurate. This type of

information is frequently unpublished and tracking it down is labor-intensive (e.g., the annual reports, websites, promotional materials). For the assessment of a commute, out of all potential targets, the most vital information concerns individual employers. Data are provided by individual labour offices, but in different degrees of detail. In addition, the data typically only monitor the company headquarters, meaning that the number of employees in different branches is frequently missing. In Czechia, there is no data source from which it would be possible to find out precisely where its citizens work. It is even more difficult to obtain information regarding the time schedule of destinations, i.e., their opening hours, visiting hours, the start of working hours, or working in shifts. Such information must be obtained at an individual level, otherwise there are a lack of appropriate standards that would allow publishing information in such a manner that they could be automatically processed.

For the preparation of simulation modelling, it was necessary to correctly identify and describe the needs of people in a given area, their habits and customs, priorities, and limits. For this purpose, a questionnaire survey was conducted in two pilot cities. Data collection and a sample of respondents reflected the spatial distribution of the population by gender and age, to ensure statistically and spatially uniformly distributed data collection. In each city, we collected more than 500 questionnaires. Based on an analysis of the spatial and temporal patterns of behavior of residents of the city of Olomouc and Ostrava, we have identified several significant factors affecting the choice of means of transport, patterns of transport behavior, and attitudes of the commuting public. These are influenced by the size of the city, population structure, population density and the character of housing development, and by the location of the origin and destination as well as the distances between them. An interesting finding is, for example, the fact that people are willing to walk relatively long distances. The distance people are willing to walk is approximately 600 meters regardless of the size of the city; for a distance of up to two kilometers it is common to consider the use of bicycles. A walking distance of 500 to 600 meters is also the most common travel distance for people to get to public transportation. Population density and urbanization rate, or the distance from the city center, have a significant impact on whether travel happens on foot or by another means of transport. Distance, where willingness to use public transportation has already surrendered to the necessity of using a car, depends upon the size of the city and the perception of time lost using public transport when compared to a car. Time, whether total travel time or time of departure and arrival, is one of the most important aspects when choosing a means of transport.

For the modelling of interaction forces, gravity modelling was used, and the selection of the appropriate distance function was important. For modelling of flows in the Olomouc and Ostrava regions using adjusted data from the 2011 census, an exponential relationship based on testing was selected and the optimum parameters for functions for commuting to work (R^2 is 74.2%) and

commuting to secondary schools (R^2 is 63.7%) were determined. Based on the outcome of diary entries extracted from the questionnaire survey, 40 distance functions for Ostrava and 68 distance functions for Olomouc were determined. Based on the test results, the Weibull distribution function was used for optimization. This function used the parameter λ, which is proportional to the average length of the journey, and parameter k, which corresponds to the variability of the commute distance and determines the steepness of the distribution function. The comparison between Olomouc and Ostrava showed that a significantly higher proportion of people in Ostrava use city public transport and cars (or motorcycles) as opposed to Olomouc where there is a higher proportion of commuters using a bicycle and walking. As can be seen from the area of both cities, public transportation in Ostrava is used at up to a distance of 15 km, while in Olomouc the distance is 10 km. With its relatively compact housing development, walking to a target in Olomouc is common even in the case of medium distance (3–6 km), both to work and school. In Ostrava, almost all walking is limited to 3 km, and the number of footpaths is significantly lower. Also, the study of the distribution functions for travel time confirmed that in Ostrava there are much more noticeable differences between the different modes of transportation (expressed in coefficients of the Weibull distribution function) than in Olomouc where the distribution of travel times for different modes of transport is almost the same. The purpose of travelling influences the shape of distance-decay functions more than the type of urbanization.

Evaluation of transport accessibility should not be confined to only one transportation mode, even though it may completely dominate in a given area. Therefore, analyses of the transport accessibility of individual automobile transport, public transportation, and commuting on foot were carried out.

Deterministic approach in accessibility analyses

When analyzing individual automobile transport the following factors were evaluated: the time to the nearest destination, the number of facilities within a specified time from the source (10 minutes in the city, 10 to 60 minutes in the region depending on the type of target), the score of the accessibility according to the modified methodology of combined PTWAI evaluation (Mavoa et al. 2012), and the evaluation of area accessibility (Benenson et al. 2011).

The evaluation reflects the different structure of the two cities. Within the compactly built-up Olomouc area, except for a notably lower number of accessed targets located in remote suburbs, the number of reachable targets in most categories is nearly constant. In contrast, in Ostrava, the greater city area (Ostrava is approximately twice as large) presents a lower number of accessed targets not only in its suburbs but also within a compact housing area.

The number of targets reached within 10 minutes varies in each city and for each evaluated category, and it is quite difficult to compare them to one another. This deficiency can be corrected by using another level of accessibility, marked as "time to the nearest target". The assessment shows that the accessibility of selected targets in both cities is similar. From a vast majority of source points, the nearest target can be reached by car within six minutes. A comparison of average and maximum values (Table 10 and Table 11) shows that the average time to the nearest target destination in Ostrava is, for most categories, slightly lower. The maximum values, in turn, are higher. This is because of the smaller size of Olomouc, with the distance being relatively small from even more distant departure points to the nearest target. In the case of Ostrava, starting points are significantly more remote and target destinations are further away.

Differences between both cities are also reflected in a slightly different evaluation – the combined PTWAI index. Most of the compact built-up area of Ostrava falls into the highest category. In Olomouc there are only a few suburbs and most of the compact built-up area falls into the second category of accessibility. The reason is the higher range of reachable targets in Ostrava and the slightly lower travel time to the next destination.

The Ostrava and Olomouc regions are very similar in size (approximately 4,000 km^2). A significant difference, however, is in the population size. The population of Ostrava is nearly double that of Olomouc. This is due to a higher population density in Ostrava and surrounding towns (Karviná, Havířov), and to a significantly greater number of potential commuting targets. The assessment of transport accessibility to the nearest target regarding time indicates that accessibility in most of the Ostrava region is slightly better than in the Olomouc region. This is not apparent from extreme commute values since, except for doctor's offices, the maximum accessibility times are always higher in Ostrava (e.g., by up to 5 minutes in the case of sports facilities). Spatial distribution of better and worse evaluated basic settlement units is similar in both regions. In general, the peripheral areas on the borders of regions are less accessible, as are the internal peripheral areas on the border with municipalities with extended competence. This reflects a lower number of accessible targets, and the related lower percentage of job opportunities and higher unemployment.

A comparison of the spatial distribution of basic settlement units with the highest rating using PTWAI provides exciting information. Within the Olomouc region, the highest values are displayed almost exclusively in big towns and their very close hinterlands. Within the Ostrava region, this pattern is not as distinctive, and a number of smaller towns and villages also acquire a high score. From this, we can deduce that the excellent accessibility in the Olomouc area is limited to basic settlement units within the cities, while in the Ostrava region accessibility penetrates into the more extensive hinterland. It is could also be associated with the higher population density in the Ostrava region.

Another type of evaluation was to gauge the accessibility of public transport using deterministic methods, which include the following indicators: the proportion of accessible targets to the limited distance, dynamics of accessibility according to Farber et al. (2014), and a combined assessment of the PTWAI accessibility. Transport accessibility by public transport was evaluated using door-to-door access for up to nine different transport connections. The level of accessibility and respective travel time to the nearest target remains constant throughout the day, except early morning hours. This situation is mainly the case in the centers of both cities. In the suburbs, however, there are a large number of public transport stops, which are often poorly used. There are some locations (mainly in Ostrava), where one finds larger interchanging areas with excellent accessibility and areas with poor accessibility, even though the evaluation only takes into account the three nearest stops. Peripheries of both cities are typical for travel times with greater fluctuations (both increases and decreases).

The relative assessment of transport accessibility of public transport compared with individual transportation indicates the result depends mainly on the travel time and the total number of targets in the given category. The number of public transport accessible targets drops in the city by 30–50% (except for sports facilities) compared to individual car transport.

Spatial stochastic simulations

The primary goal of the grant project was to design, implement, and evaluate spatial stochastic simulations. For its implementation, an automated computer system was prepared that utilizes information on the structure and size of the local population, knowledge of empirically derived distance functions of gravity modelling, frequency of individual requirements and their temporal distribution, knowledge of the types, size and time limitations of specific targets, and the options of transport connections offered by public transport. Its data model allows for the storing of the essential characteristics of a person – the gender, age, economic activity, education, working in shifts, partner, children, car, preferred mode of transportation, preferred method of route optimization, maximum daily time interval, NACE, commuting time, occupation, hobbies, and regular specific activities. At the same time, an associated distance function is specified to each person, meaning that it is possible to distinguish personally different perceptions of distances and willingness to travel. For travel destinations, it is possible to specify their location, category, capacity (e.g., the number of jobs offered by a particular employer, sales area in m^2 for retail businesses, the number of beds in inpatient medical and social care facilities) that can be recorded separately, according to its evolution in time. It is also possible to record time limitations (typically opening or operating hours) that can be

entered for different days and different periods, attendance records, or other records of interest in the target.

The actual processing of simulations is still computationally very challenging. Achieving results in a reasonable time requires massive parallel data processing. Therefore, the advanced solution alternative is in the form of a three-layer model for the processing of simulations with the SQL Server work distribution amidst client personal computers, on which a set of auxiliary local SQL servers operate.

On the basis of gravity modelling, the relevant distance function is selected, while respecting the mode of transport, target categories, economic activities of the respective person, the type of day, and category of the location. Other factors to be determined include the attractiveness for each accessible target by public transport or on foot with respect to time limits of the given target and, of course, time limits resulting from a specifically implemented scenario. The resulting gravity value is obtained by multiplication of attractiveness and target weight, analogous to the Huff probability model. The weight of the target is usually the specified parameter that characterizes its direct impact on the size of the interaction (e.g., the number of employees). In some simulations it became apparent that it would be preferable to use a different, non-linear model. It has turned out that a premise of the Huff probability model for retail destinations, according to which the probability of visiting a particular shop is in direct proportion to the in-shop floor space, does not always apply.

Evaluation of the frequency of the recorded scenarios showed the most significant types of activities in several population groups: retired, employed, students, self-employed, and unemployed persons. Most of the routes are made up of a simple sequence: a place of residence – target – a place of residence. The result is, for example, the findings that 61% of routes completed by pensioners on a work day are only taken from their home to go grocery shopping and back. Similarly, 70% of the routes of employed persons on a working day only include the route from home to work and from work back home.

In the simulation evaluation of transport accessibility, the first category to investigate was the accessibility of employers, because they constitute, for economically active people, the most critical reason for mobility and even in terms of social engagement represent the most watched issue (the options and conditions for commuting to work), as well as the accessibility of shops (and shopping centers for big purchases), and in terms of the combined commuting, the following combination was chosen: work, shopping after work, and evening entertainment. The final assessment employs the classification of 3–4 of the most important indicators (travel time in public transport, number of changes, pedestrian walk, and the share of accessible targets) resulting in six qualitative levels of accessibility.

To evaluate the accessibility of employers, we first processed and assessed commuting scenarios to one selected large employer (Sungwoo Hitech in

Ostrava as part of a major industrial zone Ostrava-Hrabová) with a three-shift operation. Subsequently, we simulated commuting options to randomly selected large employers with 100+ employees with fixed early working hours. Finally, an analysis of accessibility for all major employers, where the gravity model was applied in selecting the target, and the beginning of working hours, was set up in accordance with the time distribution of work derived from the survey results. According to the validation of results in pilot cities, the gravity proportional model was evaluated as the best suitable model for employer's accessibility.

Evaluation of the commute to a three-shift plant operation run by Sungwoo Hitech showed that the commute from 73 basic settlement units (42% of the area), with 57,000 residents (15% of the population) in the Ostrava region is not feasible. In particular, the outskirts of the Ostrava region, such as the Bohumín district, the area surrounding the town of Hlučín, and the entire western part of the area with a number of smaller municipalities, are inaccessible. What came as a surprise is that some outskirts in the proximity of the employer, such as the municipalities of Paskov, Oprechtice, Václavovice, and Šenov near Ostrava, are also hard to reach.

Evaluation of the commute to a random selection of major employers with 100+ employees during a repeated simulation of commuting at 8 a.m. in Olomouc showed that the basic settlement units in the city center and the area surrounding the main train station have the best accessibility. In the outer area of the city, however, the average travel time increases to more than 75 minutes (one-way); moreover, compared to a gravity simulation, the increase is asymmetric. A difference of approximately 15 minutes between an equally distant eastern and northwestern or southwestern part of the area of interest is due to the type and frequency of transport services. While the eastern part of the area is served by public transport lines with a timetable (only 10 minutes during peak hours), it is primarily suburban transport, and partially public transport, that ensures the accessibility in the northwest and southwest. In Ostrava, the average travel time to a randomly selected major employer in the main population centers ranges from 60 to 90 minutes per day even though, due to a poor transportation factor in these centers, several anomalies with better or worse accessibility occur within a few settlements. The outskirts of Ostrava and most suburbs, including the Hlučín district, have a travel time under this model in the range of 90–120 minutes. The municipalities on the southwest outskirts of the Ostrava region and part of Bohumín show extremely poor accessibility to major employers expressed as an average travel time of more than two hours. Both Jistebník and the northern outskirts of the town of Bohumín are almost excluded from the commute.

An analysis of accessibility for selected employers (selected according to their attractiveness from all known employers) identified excellent travel times per day in the city center of Olomouc, in a basic settlement unit in the surroundings

of the city center and also near the hospital premises. This is because there is a diverse supply of public transport in terms of direction and time. The most demanding, in terms of the commute, are the farthest suburban areas located to the northwest and northeast and separated from the compact housing development where the travel time by public transport may reach approximately an hour and a half every day. Compared to Ostrava, the need to repeat changes is much lower. This is related to the multiple times smaller size of the city and the character of the public transport network based on a tramway network supplemented by buses to reach remote areas. In Ostrava, the average daily travel time is best in the city center (at an interval of 30–45 minutes), with a higher proportion of commuting on foot. The average travel time in a significant part of Ostrava is in the interval from 46 to 60 minutes. A similar time applies to some basic settlement units in Petřvald and Bohumín. Some outskirts of Ostrava, like most suburbs, have a travel time in the interval of one, to one and a half hours. Surprisingly, these also include inner parts of Ostrava-Poruba, Nová Ves, the housing settlements Výškovice, and part of Zábřeh. A total commute taking more than 90 minutes is considered a bad commute – this trend is displayed especially by some municipalities to the west and south, totaling 14 basic settlement units (5%), with 5,500 residents (1%). Main settlement units in Ostrava usually have less than two changes. The basic settlement units with more than three transfers in Ostrava-Michálkovice, in part of Bohumín, Dobroslavice, Vřesina, Kyjovice, Hýlov, and those with more than five transfers (Jistebník) are in a difficult situation.

Evaluation of the commute to a random selection of major employers with 100+ employees in the regions showed that in the Olomouc region there are 15 basic settlement units (approximately 1,600 residents) where we failed to find a transport connection to the premises of a major employer in 100 attempts. The reason is mainly the lack of travel connections back home from work. Commuting to work in the Olomouc region is fundamentally affected by the geographical location of larger cities, especially of the centers of municipalities with extended competence, where there is an array of employers, including major ones, located either directly in these centers or in their vicinities. Within these major centers and their nearest surroundings, residents can get to work and back usually in 151 to 200 minutes every day. The residents in the regional city of Olomouc as well as in Přerov and Lipník nad Bečvou can travel to a specific destination in 110 to 130 minutes; while in Prostějov the travel time is between 15 and 35 minutes. In the surrounding areas, the travel time is approximately 201 to 250 minutes, and in the outskirts along the border of the Olomouc region, it is most often between 251 and 300 minutes. Time-consuming travel to a randomly selected job (251–300 minutes) can also be found in Hranice municipality with extended competence. More than 300 minutes a day is listed in the peripheral areas of the Olomouc region. Within more than 91% of basic settlement units (87% of the area of interest), residents must make

4–5 changes when commuting to work, which is mostly related to the strategy of the Olomouc region. The strategy uses the local bus lines as collection routes for long-distance coaches or trains linking local transfer points with central points in larger cities, where a commuter is usually required to change for the second time to city public transport lines. In the Ostrava region, there are eight basic settlement units (2,010 residents) where we failed to find a commute to major employers in 100 attempts. The average travel time per day has shown a steady increase from the center of the region toward its borders (despite including employers from 20 km beyond the regional border). Not all of the municipalities with extended competence on the outskirts of the region are in a similarly difficult situation – Nový Jičín and Frenštát pod Radhoštěm are in a much better situation. The worst conditions are in Vítkov, followed by some parts of the municipalities with extended competence such as Krnov, Odry, Kravaře, Frýdlant, and Třinec, where the hypothetical average daily travel time is more than 5 hours.

Accessibility evaluation for employers and shopping centres

According to the overall classification of commuting to employers, the good accessibility in the Olomouc region dominates (56% of basic settlement units with 51% of the population). It is located namely in the wider surroundings of the large cities like Olomouc, Prostějov, Přerov, and Šumperk, a specific belt of many basic settlement units between Zábřeh and Šumperk, the cluster of basic settlement units between Olomouc and Šternberk, and the continuous belt of municipalities expanding from Olomouc to the south. Therefore, a strong link to the catchment center exists supported by the high frequency of direct transport trips. Conversely, the worst accessibility can be found on the border of the region (usually basic settlement units considered as peripheral settlements) and some isolated basic settlement units or small clusters situated in POÚ (authorized municipal authority) Konice, partially in POÚ Litovel, Prostějov, and POÚ Moravský Beroun. Poor accessibility is usually caused by the absence of an available target, or where there is only one available target despite otherwise well-assessed indicators.

In the Ostrava region the most widespread classification of basic settlement units is "well accessible" (41% of basic settlement units, 54% of the population) or "satisfactory accessible" (41% of basic settlement units with 33% of the population). In the second case, there are rural areas and a majority of important towns that have unfavorable locations respective to the location of important employers (as an impact of this type of analysis). The territory with bad accessibility (15% basic settlement units with 7% of the population) can be found in the Oder hills, in the southwest border of the Nový Jičín district, and in small non-contiguous areas in the Beskydy Mts. and their surroundings.

Usually, they are less suitably located municipalities or just individual basic settlement units, i.e., in secondary valleys or at the margins of generally well accessible municipalities. The worst accessibility is declared in 7% of the basic settlement units with 2% of the population situated close to the west and southwest border of the region, where simulation of commuting to big employers is up to 20 km beyond the regional border. The importance of the internal peripheries is, therefore, confirmed. On the contrary, on the border with Poland such poorly accessible places are more poorly situated. This indicates a better transport situation on the border (namely road's good quality) and enough employers in the surrounding areas.

A full comparison of both regions based on classified results is quite difficult because of different models of commuting to employers. For the Olomouc region, it was the model with close employers referenced. The results are much better in the Olomouc region.

Another type of analysis employing spatial simulations was the accessibility of shopping centers. From every starting location in the cities of Ostrava and Olomouc, the parameters of public transport connections were determined for two situations – the commute to the most easily accessible hypermarket regardless of its size and range, and the commute to the hypermarket selected based on its attractiveness (attractiveness of the shop expressed with the root of sales area). In the first case we tested three variants of the scenario – commuting on a workday by the fastest connection, with the most convenient connection, and then on Saturday, by the fastest connection, in order to assess the best conditions that the commute with public transport (and on foot) can offer for big shopping in a particular city. The second scenario shows a more realistic situation that might not be as favorable for a public transport connection. The results of partial validation proved that both cities are different in the probable transport model to shopping centers. While in Olomouc the most suitable is transport to the nearest shopping center; in Ostrava the transport is regulated by gravity forces.

The simulation results reveal that the catchment areas of shopping centers are not continuous, which is caused by the specifics of public transport where public transport vehicles pass through the territory falling to different centers.

In the case of Olomouc, it is possible to say that the majority of public transport lines are routed from the outskirts to the city center. So, out of the total number of seven shopping centers, the Galerie Šantovka hypermarket and Kaufland in the city center are the easiest to reach. This is the case for 70–75% of the basic settlement units, depending on the setting of parameters. Commuting to other shopping centers is also possible, but according to the simulation results they are dependent mainly on customers with individual cars or living within walking distance. The city center and the east and/or the southeast, which offer the fastest connection (max. 30 minutes one way, no matter which day of the week), also have the most comfortable connection in terms of minimal public transportation changes (0–1 change per day).

The most densely populated neighborhoods of Ostrava offer a commute to the hypermarket in the range of 20 to 30 minutes (per day), which indicates a good distribution of hypermarkets in relative proximity to major housing settlements. A worse situation is only demonstrated by some peripheries of the city of Ostrava, for example, Hošťálkovice and Lhotka, located in the triangle behind the Odra and Opava rivers. Beyond the statutory city in the municipalities included in the XXL zone, there is generally a larger increase in travel time. The worst situation is in the southwest part of Ostrava (almost two hours per day for Kyjovice) and the north between Hlučín and Bohumín (more than 90 minutes for the municipalities of Šilheřovice and Markvartovice). The proximity of the center of a specific basic settlement unit to major fast routes or railway plays a significant role in accessibility. This is because more distant targets are offered rather than those alternative ones, which are closer but are characterized by a worse public transport connection. In the analysis of commuting to the most attractive shopping center, the selection of the target shopping center is totally different. The catchment area of the largest Ostrava mall – Avion Shopping, which attracts 74 basic settlement units with nearly 137,000 inhabitants – is now fully manifested. The second most prominent shopping center is Forum Nová Karolina, which attracts 113 basic settlement units with a total of 129,000 inhabitants. With no need to change the means of transport we can get to the most attractive hypermarket from 107 basic settlement units. Nevertheless, residents from 39 basic settlement units must commute with more than one change each way (a total of 3 or 4 changes per day). It is evident that this situation has been experienced by some peripheral settlements, and surprisingly even some inner basic settlement units in Ostrava, such as the ones in Martinov, Heřmanice, or Slezská Ostrava. According to the accessibility classification, the best situation is apparently in the close surroundings (walking distance) of some of the shopping center or close to a train stop with a simple direct connection to the center. Excellent accessibility is declared for the majority of the urbanized area of Ostrava, municipalities on the southern border of the XXL zone, selected municipalities in the south and southwest, and in the north and northeast due to their favorable location on important roads. Inadequate accessibility can be found in isolated basic settlement units inside Jistebnik and adjacent Fonovice.

For the combined evaluation of accessibility of various targets, one scenario in the form of a combination of several activities – work (duration: 8 hours), medium-sized grocery shopping immediately after work (duration: 30 minutes), and evening entertainment (duration: 2 hours) – was implemented. The jobs were selected from employers with 100+ employees depending on their gravitation, calculated from the value of the relevant distance function and attractiveness in terms of the number of employees. The beginning of working hours was selected – according to the desired distribution for men aged 25–34 in the given city – for commuting to work, as obtained from questionnaires. After finishing work, a suitable shop for completing a half-hour grocery shopping, based on

the gravitation determined by the distance (distance function) and attractiveness (square root of a sales area), was selected. Shops were selected from all registered shops, not only hypermarkets. After finishing shopping, we searched for the fastest connection home. In accordance with the known distribution of the commute to entertainment obtained from the questionnaire survey, we randomly selected the time of the start of entertainment to be between 6 and 8 p.m. The place of entertainment was chosen from a selection of important places providing such entertainment. After two hours of entertainment, a tested person had to return home before midnight either on foot or by public transport.

The fundamental question is whether we managed to fulfill the whole scenario plan, which is to implement all three activities and return home. It was discovered that the feasibility of this scenario was largely dependent on the beginning of working hours.

In the case of Olomouc, we managed to implement the planned scenario in all places at least a few times. The scenario can be well implemented across the whole city and also in the Horka municipality due to a strong link to the city and high frequency of urban transport connections. The smallest proportion of implementation is reached by the outermost regions, almost without any serviceability by public transport, and also industry basic settlement units to the east of the center where the service is provided only at the beginning and the end of shifts (but these are basic settlement units without any residential buildings). The historic city center, with a major localization of employers, a large number of supermarkets, and, most importantly, many entertainment options, is characterized by the high proportion of implementation of the whole plan, and by a high percentage of commuting on foot (51–70%). Residents from a compact housing development spend around 30 to 60 minutes less time at home. Residents from suburban areas spend 80–120 minutes, rarely more than 2 hours a day, commuting. But they spend a significant part of the day waiting for the start of the activity. Time spent waiting outside their home most often comes to another 30–60 minutes, and within the industrial area to the east of the city center and in the most remote areas on the east and west this time often constitutes more than one hour a day.

In Ostrava, there were two places where none of the 100 simulations was entirely completed, i.e., we failed in either case to implement the whole scenario. These were in the basic settlement unit in Jistebník (the main part of the municipality), and the basic settlement unit in Skrbeň (the part of Šenov near Ostrava). In line with previous findings, we can conclude that these basic settlement units are extremely limited in the use of public transport.

According to feasibility of the scenario as well as the length of the leisure time (less than 8 hours) the worst situation is in communities on the western edge of the evaluated territory (especially Budišovice, Kyjovice, Kamenec in Olbramice, Horní Lhota), in some communities in the south (Košatka), and the north (Šilheřovice). Conversely, the main settlement of Ostrava, but also

the centers of towns such as Bohumín and Hlučín have more than an 80% probability of accomplishing the entire scenario. The areas in their surroundings are characterized by a lower probability (60–80%). The greater part of basic settlement units in communities outside major cities has shown a 40–60% probability, which can be interpreted as already quite limiting and strongly dependent on the specific conditions, where in some cases it is possible to take public transport to a destination. In the center of Ostrava, the Mariánské Hory neighborhood, along Opavská Street in the Poruba neighborhood, or in the middle of the Ostrava-Jih settlement located in the south, as well as in large part of Bohumín, a person has more than 10 hours of spare free time after implementing the scenario.

Conclusion

The final evaluation of transport accessibility compares results of all applied methods and provides basic recommendations for public transport accessibility analysis. The comparison is complicated by the fact that the presented evaluations of transportation accessibility differ from each other both by the indicators used and the implementation conditions. The reason for the differences was primarily the effort for optimal assessment for the given type of processing, along with the real limitations of certain assignments. Limitations have been applied especially in simulation modelling, which is, despite implemented optimizations, highly computationally intensive. Processing time for one scenario generally ranged up to a few days and more demanding assignments took weeks to process, with more than 100 clients operating in tandem.

The overall final evaluation is quite complicated. The values of individual accessibility indicators do not correlate well. Higher correlation can be found for indicators resulting from one method while significantly less correlation is typical for results issued from different methods. This can be interpreted as advantageous, because indicators may represent various aspects of accessibility.

To summarize the results of the public transport accessibility evaluation using deterministic and stochastic simulation methods, both methods provide similar results for a basic assessment of the whole territory. Still, the differences are relatively important and cannot be neglected. Some indicators, especially for the regional level, provide quite small correlations (coefficient of correlations for travel time in only 0.059), but it results mainly from large differences in the model settings. Main indicators (PTWAI and CKATFIN4) provide the correlation of approximately 0.3. The classification of results reveals that the classification of these results is the same in almost 60% of basic settlement units, and only 2% of basic settlement units in regions have the opposite accessibility classes. The reasons of such contrary assessment and underestimation of the transport accessibility by the deterministic method are given by both external

factors (namely omitting the urban public transport timetables) and by an internal factor (the construction of PTWAI). Hence, it is necessary to include UPTS for the evaluation of public transport accessibility, because even for small towns it significantly influences the surroundings and changes the results in substantial ways. Differences in methods' application can explain the other smaller differences. PTWAI evaluates the accessibility of five different types of targets. While the simulation is based, in our case, only on the evaluation of employers' accessibility, it employs a much more complex evaluation (not only the nearest target and not only one-way travel).

The accessibility assessment for individual car transport was utilized for a simple evaluation of how accessibility is influenced by natural geographical factors and by human-related factors (e.g., distribution of targets), and the influence of the transport factor, thus the setting of public transport parameters. The places with the highest differences between public transport and individual car transport were described and the location perspective for public transport improvements was distinguished, and a successful optimization of public transport services focuses on such locations.

In the case of an evaluation using combined indicators, such as PTWAI, a problem arises if the indicator considers the requirements regarding the commute to work to be frequent as, i.e. a commute to the doctor's office. Therefore, certain weights for different types of commuting based on the average rate of the relevant requirements should be introduced. A further issue of PTWAI is that its value suddenly changes if all nearest targets are located in the same place.

Deterministic evaluation of public transport is inherently more exact, because the exact parameters, under which the modelling was conducted and for which the results are valid, are known. It also has the impact of making an easier evaluation. On the other hand, such a particular setting is the weakest point due to the large uncertainty linked with the selection of appropriate thresholds.

The issues of deterministic evaluation of public transport can be summarized in the following way:

- The method is sensitive for usage of all timetables (including urban transport) as well as the most precise, complete, and updated lists of targets.
- The setting of thresholds for selection of targets for PTWAI calculation.
- Cascade changes of PTWAI in the case of targets' co-location.

The accessibility evaluation based on spatial simulations was also evaluated from the point of view of its utilization for verification of several hypotheses that anticipate different accessibility for different classes of municipalities. Both the effect of arising accessibility with the municipal size and the accessibility decrease for municipalities located in internal peripheries were confirmed. Municipalities in inner peripheries of narrow classification from 2005 (the last known classification) demonstrate a decrease in public transport accessibility.

The simulation results should be evaluated for either an entire day or any other monitored time period. The reason is, the evaluation of travelling depends on the conditions of all trips that are taken. These conditions may vary significantly during the day, mainly via public transport. In addition, the simulation results are assessed more comprehensively, and we also evaluated the scenarios that implement several trips gradually during the day between the different starts and finishes. This excludes the evaluation of individual journeys.

The simulations are considerably more demanding for an explanation of a particular single result – the result can be generated based on a random selection of a target, a random selection of travel time, or a random selection of connection optimization criterion. Even though the random selections can respect expected distributions in time and the given territory conditioned by a gravity model, the selection of specific suitable targets is not determined, and thus various anomalies may occur. Therefore, an evaluation of the simulation results should not focus on the analysis of individual randomly arising situations (except for the necessary testing), but rather on evaluation of the results of multiple repetitions of simulations. It is assumed that the diversity of factors and the high uncertainty of their determination is going to be eliminated in the case of a large number of simulations so that the results are sufficiently informative.

Simulations allow for a more diverse evaluation and better indicate in which aspects an evaluated place or area has a problem, which could include one of the following:

- a small number of destinations in the surroundings, and their small variety (e.g., the same chain shops, or a little variety of entertainment opportunities)
- long travel time
- long distance (impact on prices, increasing the risk of breakdown, etc.)
- the high cost of transportation
- the remoteness of public transport stops associated with the need to walk farther
- inconveniently set times on the timetable concerning requirements
- a large number of changes and long waiting times for another means of transport, or conversely, too short waiting times
- long waiting times before the fixed start of the activity (waiting upon arrival for the beginning of the work shift, the beginning of a sports event, etc.)
- problems in the implementation of the succession of requirements, which require, e.g., a trip home in the interim between activities.

The evaluation must take into account the day of the week (in some cases it is not sufficient to evaluate only one selected day, usually a working day) and also the need for a joint evaluation of multiple requirements (in particular, assessing the situation while commuting to multiple shifts). Additionally, the diverse prices for individual passengers should be considered.

At present, it is not possible to evaluate the cost of transportation, because the prices in the public transport information systems are increasingly incomplete and unreliably determined in the utilized system.

In stochastic simulations, the possibility of assessing the distribution time of a person during the day is also valuable. This shows, in a comprehensive manner, how to divide time between individual activities ("productive" time), how much time is counted as "unproductive" time spent, for example, by waiting after getting-off public transport to the beginning of fixed working hours, and how much free time a person is left with to use for rest and other unrecorded activities. Such indicators enable a comprehensive evaluation of the time spent commuting.

The results of simulation modelling have shown how a number of indicators can play a role in the assessment of the accessibility of individual locations and that, in addition to the basic indicators, such as travel time and the number of changes. It is also necessary to evaluate further indicators that may make the use of public transport considerably more difficult in individual locations and should, therefore, be taken into account when assessing accessibility.

The authors suppose that for a comprehensive assessment of public transport accessibility it would be necessary to select and define, on the broader consensus, a set of appropriate indicators and their combinations. These could be considered to be a certain comparison standard and would allow for a better reflection of the diversity of problems that prevent the greater use of public transport. Such methodology should be developed from the experts' discussion and the responsible authorities and should be widely accepted by the practitioners.

Calculations carried out during the simulation modelling are very demanding in terms of the performance of individual personal computer clients and in terms of the load of each server in the distribution of assignments and collection of results. Without exception, the processing of one scenario lasts for more than a week with more than 100 clients. Therefore, it makes sense to optimize the prepared system further and make the search for transport connections more effective. The use of supercomputing would also be beneficial.

As part of the project, only one type of simulation modelling (an individual one based on scenarios), focused on the comparison of the transport accessibility under the same requirements in the monitored area, has been tested. The reached state cannot be evaluated as a perfect model of the real situation in the territory with suitable precision and fully respecting the diversity of passengers' needs. Nevertheless, we believe the simulation provides the best approach for modelling and assessment of transport accessibility. The increasing computational performance, more sophisticated methods of big data processing, growing knowledge about human behavior, and more completed mapping of targets will enable more objective and precise evaluation of the situation in the near future.

The challenge for future research is to simulate and evaluate requirements based on a real composition of the population in a particular area and its needs. At the same time, it would be appropriate to implement spatial simulations in a more detailed spatial resolution, for more precise evaluation of the individual situation and for discovering the significant spatial heterogeneity of the results of deterministic methods in a particular territory. It turns out that, for a more comprehensive evaluation, the processing and evaluation of other scenarios would be appropriate.

It is obvious that simulations represent significant progress in the possibility to individualize each requirement, both in terms of characteristics and requirements of people (in relation to their home, but also to their education, profession, etc.) and in terms of the targets (requirements of employers to work in shifts and set fixed beginnings of working hours, in relation to their profession and people's weekly schedule, opening and operating hours of shops, public offices, medical and cultural facilities, etc.). Indicators obtained by an appropriate aggregation of the evaluation of the results of individualized requirements should, therefore, significantly contribute to a more comprehensive and accurate assessment of the transport accessibility situation, in particular by public transport in the evaluated area.

Ackowledgement

The authors gratefully acknowledge the support by the project of the Czech Science Foundation No. 14-26831S "Spatial simulation modelling of accessibility".

About Authors

Jiří Horák is an associate professor at the Department of Geoinformatics, VSB – Technical University of Ostrava.

Igor Ivan is an associate professor at the Department of Geoinformatics, VSB – Technical University of Ostrava and a vice-rector of the university.

David Fojtík is a researcher at the Department of Control Systems and Instrumentation at VSB – Technical University of Ostrava.

Tomáš Inspektor is a researcher at the Central Library of the VSB – Technical University of Ostrava.

Jaroslav Burian is an associate professor at the Department of Geoinformatics, Palacký University Olomouc.

Vít Voženílek is the head of the Department of Geoinformatics, Palacký University Olomouc and vice-president of the International Cartographic Association.

Lenka Zajíčková is the head of the Department of Transport Management and Transport Systems within the Coordinator of the Integrated Transport System of the Olomouc Region.

Jan Tesla is a project manager at CEDA Maps, a. s.

Miroslav Rypka is a Data Scientist in KPMG Czechia.

At the time of solving the project, all authors were employees or PhD students of the universities in Ostrava or Olomouc.

List of Tables and Figures

List of Tables

Tab. 1 Interpretation of accessibility according to the mean and standard deviation of travel time
Tab. 2 PTWAI interpretation
Tab. 3 PTWAI scores for city and region (public transport and individual automobile transport)
Tab. 4 Settings for the complex simulation
Tab. 5 Differences in the number of employees according to multiple data sources
Tab. 6 Stratification of respondents from the questionnaire survey
Tab. 7 Percentage share of commuters according to age and transport mode in Olomouc and Ostrava
Tab. 8 Percentage share of scenarios from the questionnaire survey
Tab. 9 Review of destinations with settings of threshold values
Tab. 10 Average and maximal travel time (in minutes) to the nearest destination in each category in Olomouc
Tab. 11 Average and maximal travel time (in minutes) to the nearest destination in each category in Ostrava
Tab. 12 Average and maximal travel time (in minutes) to the nearest destination in each category in the Olomouc region
Tab. 13 Average and maximal travel time (in minutes) to the nearest destination in each category in the Ostrava region
Tab. 14 Selected target types for accessibility evaluation for public transport
Tab. 15 Example of temporal distribution record for the following person type – man, employed or self-employed, working day, Olomouc
Tab. 16 Parameters of selected optimized distance-decay functions for Olomouc
Tab. 17 Classification of transport accessibility in cities (values for the whole day)
Tab. 18 Classification of transport accessibility in regions
Tab. 19 Distance categories and shares of target selections for the Ostrava region
Tab. 20 Distance categories and shares of target selections for the Olomouc region
Tab. 21 Order of shopping centres according to Euclidean distance from the start, and the number and share of actual selected shopping centres
Tab. 22 Preference of shopping centre selection in Olomouc, excluding the nearest one
Tab. 23 Preference of shopping centre selection in Ostrava, excluding the nearest one

Texts to Figures

Fig. 1 Relationships among the accessibility components
Fig. 2 Relationships of basic modelling methods to levels of abstraction
Fig. 3 Shape of distance-decay function for E(mployees) = 2,000 and J(obs) = 20,000 for commuting to jobs in education, the processing industry, and retail
Fig. 4 Shape of distance-decay functions according to Taylor (1971)
Fig. 5 Shape of the inverse distribution function of Weibull distribution for various values of k and parameters
Fig. 6 Simulation of distribution of commuting between origins and destinations distributed according to the 2D normal distribution, and corresponding empirical inverse distribution function of travel distances approximated by inverse Weibull and Gama distributional functions
Fig. 7 Optimal distance-decay function for Ostrava
Fig. 8 The core part of the data model in the database
Fig. 9 The principle of task distribution and processing in the massive parallel architecture
Fig. 10 The process of simulation processing
Fig. 11 Internal architecture of the three-layered client-server model
Fig. 12 Parallel running of four clients in the four-cores personal computer
Fig. 13 Delimitation of the transport zone No. 71 in Olomouc
Fig. 14 Delimitation of the transport zone XXL in Ostrava
Fig. 15 Commuting regions according to Hampl (2005)
Fig. 16 Regions according to intensity of transport flow
Fig. 17 Classification of municipalities according to transport flow into Olomouc
Fig. 18 Differences among representative centres of Basic Territorial Units in the settlements of Komárovské Chaloupky and Pustějov
Fig. 19 Representative centres of unified Basic Territorial Units in Ostrava and Olomouc
Fig. 20 Example of information provided by Google searches
Fig. 21 Visits to hypermarkets and shopping centres in Ostrava on Saturdays
Fig. 22 Average visits to services provided by the Municipal Office of Ostrava per hour in the week 7 – 11.03.2011 as an example of data exported from the electronic reservation system
Fig. 23 Demonstration of the result of approximation of distance-decay functions over time
Fig. 24 Parameters of Weibull distribution function for time according to the transport mode
Fig. 25 Walking distances to public transport stops in Olomouc and Ostrava
Fig. 26 Share of trips according to the transport mode in different urbanisation in Olomouc and Ostrava
Fig. 27 Average trip distance according to the density of urbanisation and the transport mode in Olomouc and Ostrava
Fig. 28 Distance-decay functions for Olomouc and Ostrava according to the transport mode
Fig. 29 Distance-decay functions for walking in different types of urbanisation in Olomouc and Ostrava on working days (left) and weekends (right)
Fig. 30 Distance-decay functions for urban public transport in different type of urbanisation in Olomouc and Ostrava on working days (left) and weekends (right)
Fig. 31 Choice of transport mode according to economic activity and number of children in a household in Olomouc and Ostrava
Fig. 32 Different perceptions of public transport in Olomouc and Ostrava
Fig. 33 Utilization of different transport modes from travel diaries for Olomouc and Ostrava
Fig. 34 Distance-decay functions for shopping and sport according to the transport mode in Olomouc and Ostrava

Fig. 35 Distance-decay functions for selected scenarios of commuting simulations
Fig. 36 Parameters of Weibull distribution function for time according to the transport mode, type of day and urbanisation
Fig. 37 Parameters of Weibull distribution function for time according to the transport mode, type of day and the purpose of travel
Fig. 38 Average distance in minutes based on the purpose of travel in Olomouc and Ostrava
Fig. 39 Trip distribution during a working day in Olomouc
Fig. 40 Trip distribution during a working day in Ostrava
Fig. 41 Travel time to the nearest employer and shopping centre in Olomouc
Fig. 42 Number of targets within 10 minutes driving in Olomouc
Fig. 43 Public Transport and Walking Accessibility Index in Olomouc
Fig. 44 Travel time by car to the nearest secondary school and to the nearest employer in Ostrava
Fig. 45 Number of accessible general practitioner's offices and large employers within 10 minutes driving in Ostrava
Fig. 46 Public Transport and Walking Accessibility Index in Ostrava
Fig. 47 The Olomouc region
Fig. 48 Number of accessible general practitioner's offices within 10 minutes driving and accessible employers within 50 minutes driving in the Olomouc region
Fig. 49 Public Transport and Walking Accessibility Index in the Olomouc region
Fig. 50 Travel time to the nearest shop and the nearest secondary school in the Ostrava region; white areas denote inhabited Basic Territorial Units
Fig. 51 Number of accessible general practitioner's offices within 10 minutes driving and accessible employers within 50 minutes driving in the Ostrava region
Fig. 52 Public Transport and Walking Accessibility Index in the Ostrava region
Fig. 53 Scheme of *door-to-door* approach
Fig. 54 Share of accessible employers at 6 a.m. and 2 p.m. in Olomouc and Ostrava
Fig. 55 Share of accessible sport facilities at 2 p.m. in Olomouc and Ostrava
Fig. 56 Share of accessible secondary schools at 8 a.m. in Olomouc and Ostrava
Fig. 57 Share of accessible shops at 2 p.m. in Olomouc and Ostrava
Fig. 58 Share of accessible general practitioner's offices at 8 a.m. in Olomouc and Ostrava
Fig. 59 Share of accessible employers at 6 a.m. and 10 p.m. in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 60 Share of accessible sport facilities at 2 p.m. and secondary schools at 8 a.m. in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 61 Share of accessible shops at 2 p.m. and general practitioner's offices at 8 a.m. in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 62 Average travel time to the nearest target and its change during the day in the investigated cities
Fig. 63 Standard deviation of travel time to the nearest target and its change during the day in the investigated cities
Fig. 64 Average travel time to the nearest target and its change during the day in the investigated regions
Fig. 65 Temporal variability of employers' accessibility in Olomouc and Ostrava
Fig. 66 Temporal variability of sport facilities' accessibility in Olomouc and Ostrava
Fig. 67 Temporal variability of secondary schools' accessibility in Olomouc and Ostrava
Fig. 68 Temporal variability of shops' accessibility in Olomouc and Ostrava
Fig. 69 Temporal variability of general practitioner offices' accessibility in Olomouc and Ostrava

Fig. 70 Temporal variability of employers' and sports facilities' accessibility in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 71 Temporal variability of secondary schools' and shops' accessibility in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 72 Temporal variability of general practitioners' offices accessibility in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 73 Combined accessibility of targets in Olomouc and Ostrava
Fig. 74 Combined accessibility of targets in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 75 Index of the transport accessibility change for employers using urban public transport compared with individual automobile transport in Olomouc and Ostrava
Fig. 76 Index of the transport accessibility change for sports facilities using urban public transport compared with individual automobile transport in Olomouc and Ostrava
Fig. 77 Index of the transport accessibility change for secondary schools using urban public transport compared with individual automobile transport in Olomouc and Ostrava
Fig. 78 Index of the transport accessibility change for shops using urban public transport compared with individual automobile transport in Olomouc and Ostrava
Fig. 79 Index of the transport accessibility change for general practitioners' offices using urban public transport compared with individual automobile transport in Olomouc and Ostrava
Fig. 80 Index of the transport accessibility change for employers and sports facilities using urban public transport compared with individual automobile transport in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 81 Index of the transport accessibility change for secondary schools and shops using urban public transport compared with individual automobile transport in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 82 Index of the transport accessibility change for general practitioners' offices using urban public transport compared with individual automobile transport in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 83 Dependency of the total travel time error on the number of simulations
Fig. 84 Places selected for the testing of simulation settings in investigated regions and cities
Fig. 85 Transport modes used for commuting to Sungwoo Hitech for all three working shifts and only the morning shift
Fig. 86 Average daily travel time between the residence and the employer and average number of changes
Fig. 87 Empirical distribution of trips to work from the questionnaire survey for the given parameters and distribution of simulated trips
Fig. 88 Average daily walking distance to public transport stops and the share of accessible unique employers
Fig. 89 Average daily travel time between residences and employers and average number of changes
Fig. 90 Share of accessible unique employers and the share of walking
Fig. 91 Average daily travel time between residences and employers and average number of changes
Fig. 92 Average daily walking distance to public transport stops
Fig. 93 Average daily travel time between residences and employers and average daily distance of walking to public transport stops
Fig. 94 Average daily travel time between residences and the randomly selected large employer and average daily number of changes

Fig. 95 Comparison of the distribution functions for travel time to job from the questionnaire survey (for all employees), from the simulations in the random model, and from the simulations of the proportional gravity model in Ostrava
Fig. 96 Comparison of the distribution functions for travel time to job from the questionnaire survey (for all employees), from the simulations in the random model, and from the simulations of the proportional gravity model in Olomouc
Fig. 97 Evaluation of employers' accessibility according to simulation modelling in Olomouc
Fig. 98 Evaluation of employers' accessibility according to simulation modelling in Ostrava
Fig. 99 Average daily travel time between residences and employers and the average daily number of changes
Fig. 100 Average walking distance to public transport stops on the way to and from work
Fig. 101 Share of unique accessible employers
Fig. 102 Average daily travel time between residences and employers
Fig. 103 Average number of transfers on the way to and from work
Fig. 104 Average walking distance to public transport stops on the way to and from work
Fig. 105 Comparison of distribution functions for travel time to work from the Census 2011 (selection of public transport and urban public transport), from Census 2011 with a substitution of travel time by car, from simulation of the random model and simulation of distance-categorised random model for the Olomouc region
Fig. 106 Evaluation of employers' accessibility in the Olomouc region from simulation modelling
Fig. 107 Evaluation of employers' accessibility in the Ostrava region from simulation modelling
Fig. 108 Catchments of the most accessible shopping centres and different variants of connections and days
Fig. 109 Average daily travel time between residences and a shopping centre in a working day (the fastest and the most comfortable)
Fig. 110 Average number of transfers on a trip to a shopping centre (working day, the fastest and the most comfortable connection)
Fig. 111 Catchments of the most accessible shopping centres (working day, the fastest connection)
Fig. 112 Catchments of the most attractive shopping centres (working day, the fastest connection)
Fig. 113 Average daily travel time between the residence and the shopping centre and the average number of changes (there and return, the fastest connection, working day)
Fig. 114 Comparison of distribution functions for travel time to a shopping centre from the questionnaire survey (the shopping centre, urban public transport – public transport – walking) and from simulations of the model for commuting to the nearest shopping centre in the Olomouc region
Fig. 115 Comparison of distribution functions for travel time to a shopping centre from the questionnaire survey and from simulations of proportional gravity model for commuting to a shopping centre in the Ostrava region
Fig. 116 Comparison of shopping centres' accessibility from the simulation modelling in Olomouc
Fig. 117 Comparison of shopping centres' accessibility from the simulation modelling in Ostrava
Fig. 118 Distribution of daily commuting to work and entertainment for men aged 25–34
Fig. 119 Share of realization of the whole scenario
Fig. 120 Time spent at home and travelling during a day

Fig. 121 Average waiting time outside home before the beginning of the next activity (except for travelling) and average walking distance to a public transport stop during the day
Fig. 122 Richness of shop and entertainment centres in Olomouc
Fig. 123 Share of realization of the whole scenario and the share of walking
Fig. 124 Richness of employers and entertainment centres in Ostrava
Fig. 125 Average waiting time spent home and travelling during a day
Fig. 126 Average waiting time outside home before the beginning of the next activity (except for travelling) and average walking distance to a public transport stop during the day
Fig. 127 Share of accessible large employers by public transport for various hours provided by the deterministic method
Fig. 128 Share of accessible various targets by public transport at 8 a.m. provided by the deterministic method
Fig. 129 Relationship between the total travel time and the travel time on public transport, (distance respectively), from the results of simulations of commuting to work in the pilot cities
Fig. 130 Relationship between the average travel time to a randomly selected significant employer and the average travel time to Sungwoo Hitech for three-shifts, and the same for the travel to a shopping centre in the pilot cities
Fig. 131 Relationship between the average number of transfers during commute to work and commute to a shopping centre and relationship between the total travel time for commute to the same places
Fig. 132 Probabilities of the realization of the whole combined scenario depending on the category of transport accessibility of employers and the category of transport accessibility of shopping centres in pilot cities
Fig. 133 Time spent at home and time spent on public transport during realization of the combined scenario according to the categories of employers' accessibility in a simple scenario
Fig. 134 Relationships among four main indicators of accessibility by public transport according to simulations and the indicators of accessibility evaluation by public transport using deterministic approach in regions
Fig. 135 Relationship between PTWAI for public transport obtained from the deterministic evaluation and the travel time to employers from the simulation modelling for regions and pilot cities
Fig. 136 Relationship between PTWAI for public transport obtained from the deterministic evaluation and the share of realization of the full combined scenario from simulations in pilot cities
Fig. 137 Relationships among the share of accessible employers in selected hours and values of four basic indicators of accessibility from simulation (numbers in the graph denote a slope)
Fig. 138 Relationship between the share of accessible large employers for different hours (6, 8, 14 and 22) and the commuting time to large employers for 7 a.m. or 8 a.m. according to simulations
Fig. 139 Selection of Basic Territorial Units with low shares of accessible significant employers from deterministic evaluation and short travel time from simulations
Fig. 140 Classification of results of the three methods (simulation and deterministic evaluation of public transport, evaluation of individual automobile transport), selected classes

Fig. 141 Basic Territorial Units with excellent accessibility around Přerov with difficult interpretation
Fig. 142 Classification of differences between the evaluation of public transport accessibility by the simulation method for employers and deterministic evaluation
Fig. 143 Selection of Basic Territorial Units with accessibility classified as C category according to simulation but with low PTWAI in deterministic evaluation of public transport
Fig. 144 Selection of Basic Territorial Units with poor accessibility according to simulation but with high PTWAI in deterministic evaluation of public transport
Fig. 145 Selection of Basic Territorial Units with poor accessibility according to simulation of commuting to work by public transport but with high PTWAI in deterministic evaluation of individual automobile transport
Fig. 146 Distribution of the number of inhabitants according to categories of the classified accessibility of large employers by public transport from simulation modelling in the Olomouc and Ostrava regions
Fig. 147 Distribution of the number of inhabitants according to categories of the classified accessibility of large employers by public transport from simulation modelling in Olomouc and Ostrava
Fig. 148 Distribution of the population density according to categories of the classified accessibility of large employers by public transport from simulation modelling in regions
Fig. 149 PTWAI values for public transport and categories of classified accessibility of large employers by public transport from simulation modelling in identified internal peripheries of the Olomouc and Ostrava regions

Rejstřík

Věcný rejstřík

adresní bod 58, 70, 76, 78–80, 125, 129, 283
Albertina – Firemní monitor 83, 126
analýza korelační 244
analýza regresní 182, 244
Area Accessibility 284, 328
atraktivnost 23, 47, 48, 54–56, 80, 82, 184, 185, 219, 225, 233, 295, 596
automobilizace 92, 94
autonomní agent 33, 37
bazén plavecký 129, 136
CEDA 85–88, 126–129, 133
celulární automat 36, 37
cestovní deník 23, 96–98, 113, 114, 181, 204, 289, 317
crowdsourcing 90
čas neproduktivní 241, 250
čas do nejbližšího cíle 9, 13, 135, 136, 139, 142, 145, 161, 165, 283
čas strávený čekáním mimo domov 236, 241, 297
čas strávený v místě bydliště 236
časová variabilita dostupnosti 9, 13, 160, 163–168, 317, 318, 325, 347, 348
Česká obchodní inspekce 128
ČSÚ 56, 70, 71, 75, 76, 78, 79, 82, 83, 128, 137–144, 146–149, 155–157, 159, 161–169, 171, 173, 174, 176–178, 186, 189–191, 194, 196, 197, 199, 201, 205, 206, 208–213, 215, 217, 221–229, 232, 233, 135, 136, 237–241, 254, 258, 260, 263–266, 278, 279
čtvercová síť 125, 135
ČÚZK 70, 71, 75, 79, 133
data ordinální 94
datový model 8, 56
distribuce 5, 14, 19, 20, 22, 34, 40, 43, 46–48, 51, 56, 60, 61, 63, 66, 68, 81, 84, 87, 98, 104, 106–109, 115, 116, 118, 120, 126, 138, 139, 143, 151, 158, 180, 181, 182, 185, 187, 189, 192, 193, 204, 205, 207, 233, 234, 242, 243, 250, 278, 279, 291, 292, 295, 296, 299–301, 308, 318, 320, 321
divadlo 88, 89, 118, 125, 129, 288
doba přesunu 67, 187, 188, 191, 194–201, 206, 208, 210, 211, 216, 218, 219, 222, 226, 245, 247–250, 253, 255, 258, 261, 263, 264, 269, 270, 273, 275–277, 283, 292–294, 298, 301, 318–321
docházka pěší 6, 61, 63, 64, 67, 187–192, 195, 196, 198, 199, 200, 208, 212, 215, 218, 231, 232, 235, 236, 238, 239, 243, 250, 252, 255, 262, 267–269, 273, 274, 276, 281, 289, 292, 293, 295, 296, 300, 318, 320
dojížďka 9, 14, 22, 25, 27, 28, 41, 48, 49, 52, 53, 56, 69, 72–74, 76, 78, 80, 92–95, 103, 111, 112, 114, 115, 116, 124, 127, 138, 147, 148, 150, 152–155, 158, 161, 168, 175, 176, 178, 180, 184, 184, 187–190, 192–194, 198, 200, 201, 205, 206, 208–211, 213, 218, 219, 223, 225, 226, 231, 233, 234, 236, 250, 258, 266, 269–271, 273, 288, 289, 291–295, 299, 307, 313, 316
dojížďka denní 69, 72, 73, 76, 179, 184, 212
dojížďka do zaměstnání 48, 49, 72, 74, 93–95, 116, 124, 184, 185, 189, 190, 192, 213, 214, 225, 233, 249, 250, 258, 266, 273, 288, 289, 299, 307, 316, 320, 321
dojížďka *door-to-door* 27, 169
dojížďka na noční směnu 154, 158

door-to-door 22, 27, 152, 153, 160, 169, 290, 317, 330, 347
dopravní chování 12, 22, 23, 38, 40, 90, 92, 96, 102, 103, 110, 113, 117, 288, 310
dopravní mód 5, 21, 24, 28, 56, 58, 67, 68, 98–102, 107, 108, 115–118, 153, 179, 187, 190, 195, 213, 289, 291, 316–318
dopravní obslužnost 21, 38, 41, 154, 158, 307, 309
dopravní sedlo 118, 161, 165
dopravní špička 161, 165
dostupná oblast 25, 28, 68, 289, 290, 323
dostupnost relativní 24, 28, 68
dostupnost cíle 28, 61, 160, 161, 216, 294
dostupnost praktického lékaře 158
dotazníkové šetření 6–10, 12, 40, 43, 44, 52, 54, 69, 77, 81, 82, 89, 90, 96, 97, 99, 102, 103, 106, 109, 110, 112, 113, 117, 118, 121, 135, 136, 179–181, 189, 192, 193, 198, 201–204, 213, 219, 227–231, 233, 234, 283, 288, 289, 292, 296, 311, 315, 318–320
dvousměnný provoz 189
explorační analýza dat 244
exploratorní statistika 207
funkce exponenciální 50, 51–53, 185
funkce gama 5, 52, 185, 255, 316, 346
funkce inverzní distribuční 51, 52, 54, 202–204, 231, 316
funkce mocninná 48, 50–53, 185
funkce Tannerova 50, 185
funkce Weibullova distribuční 50–52, 100, 102, 115–118, 182, 289, 316, 317
funkční městské oblasti 73
geodatabáze 87, 134, 135
geografie času 23
geokód 98, 129
geokód nepřímý 98, 129
geokódování 8, 12, 80, 91, 98, 126, 129, 288, 306
geosimulace 35–37
GIS 23, 31, 125, 134, 135, 303, 304, 306–310, 313
golfové hřiště 129, 136
graf krabicový 250, 277, 280
gravitační model(ování) 6, 8, 9, 11, 14, 22, 39, 43, 45, 46–50, 53, 54, 56, 118, 184, 185, 189, 198–204, 225, 230, 231, 239, 243, 246, 288, 289, 291, 292, 300, 319, 320
GTFS 24
Huffův pravděpodobnostní model 55, 56, 291
hypermarket 81, 82, 96, 122–124, 218–226, 233, 295, 296, 308, 316, 335–337, 346
impedance 25, 53, 67, 98, 326
index determinace 48, 100, 101, 185, 250, 258
index změny dostupnosti 172
individuální automobilová doprava 6, 9, 13, 26–29, 68, 95, 125, 133, 172–178, 181, 213, 243, 244, 259–262, 265–277, 282–284, 289, 290, 299, 315, 318, 321
industrializace 96
kalibrace 36, 37, 46–48, 204, 219
kasino 129
kategorie ekonomické činnosti (sektor NACE) 127
kino 41, 43, 58, 61, 88, 89, 118, 129, 241, 288
klasifikace NACE 84
klient 62–67, 153, 185, 281, 298, 301, 316
kluziště 129, 136,
knihovna 64, 129
koeficient korelace 146, 250, 282, 298
koncertní hala 129
konektivita sítě 134
kongesce 22, 36, 109, 120, 268
korelace 48, 102, 244, 246, 250, 252, 255, 258, 277, 282, 283, 298
koridor 93, 95, 212, 221, 259, 264
koupaliště přírodní 129, 136
krajská hygienická stanice 128
krajský úřad 85, 86, 88, 89, 127, 128, 184
kulturní centrum 129
kvartil 188, 207
kvótní výběr 96
lékárna 127, 128
lyžařské středisko 129, 136
mapový server 129
mediánový střed 78, 80, 125, 134, 135, 152, 181, 190, 204, 233
městská hromadná doprava 58, 61, 70, 91, 93, 95, 96, 98, 99, 101, 104, 107–109, 114–117, 152, 160, 163, 166, 169, 172–176, 178, 181, 183, 189, 198, 201, 210, 213, 214, 223, 224, 229, 231, 234, 235, 237, 238, 261, 262, 264–266, 269, 270, 271, 274, 281, 283, 289, 292, 294–299, 308, 316, 318, 319, 323
mezizastávková vzdálenost 96
mikrodata 12, 40, 56, 76, 78, 180
mobilita 6, 8, 9, 12, 14, 35, 49, 69, 72, 74, 75, 77, 80, 83, 86, 91–93, 110, 115, 134–136, 181, 268, 270, 292, 303, 304, 306, 308, 310, 311, 331

model dynamický 31, 36
model dynamický simulační 31
model statický 30
modelování agentní 31, 33, 288
modelování diskrétních událostí 11, 31, 34–36
multikolinearita 250
muzeum 88, 129
náhodné simulace 8, 188
nákupní centrum 56, 88, 135, 136, 143, 145, 151, 151, 219, 221, 236, 239
obalová zóna 125, 134, 181
obchod 7, 9, 19, 21, 28, 29, 37, 40, 41, 43, 55, 68, 80, 82, 88, 99, 115, 122–125, 135, 139, 143, 146–148, 150, 151, 155, 157–161, 163, 165–168, 174, 175, 177, 178, 180, 181, 184, 185, 218, 219, 225, 228, 233, 237, 239, 240, 245, 255, 261, 262, 274–276, 283, 288, 291, 292, 295, 296, 300, 317, 318, 320
obchodní gravitace 46, 55
OD matice 13, 133–135, 224, 225
okresní správa sociálního zabezpečení 86, 128
okružní linka 222, 231
OpenStreetMap 88, 133
ordinace praktických lékařů pro dospělé 135, 136
orgán veřejné moci 86, 128
ORP 93, 94, 128, 143, 145, 151, 158, 160, 170, 171, 176–178, 208–212, 216, 271, 279, 290, 293, 294
otevírací doba 85, 87, 125, 126, 128, 284, 288
památný strom 129
periferie 149, 151, 154, 165, 166, 215, 218, 226, 243, 259, 261, 270, 279–282, 290, 294, 299, 310, 321
periferie vnitřní 151, 218, 259, 261, 279–281, 283, 290, 294, 299, 321
pestrost nabídky 58, 195, 234, 237, 276
počet přesedání 6, 59, 60, 187, 191, 192, 195, 197, 199–201, 206, 208–210, 212, 217–219, 223, 226, 246, 249, 252, 258, 262, 264, 273–276, 284, 293, 300, 301, 318–320
počet zařízení do určitého času 9, 13, 135, 141, 144, 147, 289
POI 86–88, 126
pomník 129
posloupnost cest 97, 98, 124
POÚ 74, 216, 218, 294, 297, 334
praktický lékař 9, 28, 29, 127, 135–137, 139, 141–148, 153, 157, 158–161, 163, 166, 168, 175, 176, 178, 262, 275, 290, 317, 318
procedurální modelování 12, 31, 34, 35, 287
procesor vícejádrový 153
proporcionální gravitační model 204
prostorový vzor 148, 237
průjezdnost 134
průměrná rychlost 22–24, 104, 134
průměrný dojížďkový čas 160–163, 317
přesnost 12, 80, 91, 98, 129, 134, 238, 284, 300
přitažlivost 11, 43–45, 49, 54–56, 60, 61, 63, 128, 182, 185, 218, 233, 239, 293, 295, 296
Public Transport and Walking Accessibility Index 9, 135, 244, 324, 347
racionální agent 33
racionální výběr 39, 43, 44
Regionální agrární komora 128
Regionální rada regionu soudržnosti Moravskoslezsko 128
Registr obyvatel 12, 75
Registr sčítacích obvodů a budov 125, 129
Registr územní identifikace, adres a nemovitostí 12, 75, 76, 87
regresní modelování 48, 100
regresní přímka 244, 245
restaurace 88, 129
routovatelná síť 134
rozptylogram 244
Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD) 134, 186
server 62–68, 129, 153, 225, 291, 301, 341, 346
silniční databanka 133
SLDB 6, 8, 12, 40, 41, 48, 53, 54, 56, 70, 73–76, 78, 89, 94, 95, 97, 102, 103, 125, 180, 184, 187, 189, 207, 211, 213, 214, 227, 261, 279, 289, 319, 324
směna 8, 14, 67, 68, 154, 158, 179, 189, 190, 199, 235, 248, 272, 274, 276, 291, 296, 300, 318, 320
spádová oblast 27–28, 68, 86, 220, 221, 223–226, 295, 296, 319
spojení 5–7, 14, 22, 24, 26, 42, 43, 54, 56, 59–61, 64, 66, 68, 72, 73, 87, 152, 153, 169, 180, 181, 184, 185, 187, 190–192, 194, 198, 199, 206–208, 211, 218–227, 231–234, 243, 262, 267–269, 281, 282, 287, 290, 291, 293–296, 300, 301, 319
spojení nejkratší 60, 66, 135
spojení nejpohodlnější 56, 60, 66, 181, 220, 222, 223, 231, 295, 319
spojení nejrychlejší 54, 60, 66, 181, 190, 219, 220, 222–224, 226, 231, 233, 268, 295, 319
sportovní centrum 129, 136

sportovní zařízení 9, 12, 28, 55, 88, 89, 123, 129, 135, 137, 139–141, 143, 146, 148, 151, 153, 154, 156, 158–161, 164, 165, 167, 168, 171–173, 175–177, 262, 276, 290, 317, 318
stadión 88, 129, 136
standardizace 154, 160
statistický obvod 76
statutární město 86, 95, 128, 307
StreetNet 133, 134
střední škola 9, 28, 44, 85, 91, 127, 135, 136, 137, 140, 141, 143–145, 147, 148, 150, 151, 153–156, 159–161, 164–168, 170, 171, 174, 175, 177, 180, 174, 185, 245, 255, 261, 262, 272–276, 289, 317, 318
suburbanizace 99, 259, 306
suburbia 54, 92, 99, 106, 108, 196, 200, 293
systémová dynamika 11, 31, 32
škálovací parametr 51, 100
škola 7, 9, 12, 20, 28, 40, 41, 44, 50, 43, 72, 74, 76, 80, 85, 91–93, 95–98, 102, 115, 118–123, 125, 127, 134–137, 140, 141, 143–148, 151, 153, 155, 156, 159–161, 164–158, 171, 174, 175, 177, 179, 180, 184, 185, 190, 245, 255, 261, 262, 273–276, 279, 289, 307, 317, 318
takt dopravy 284
tarifní zóna 70
tenisový kurt 129, 136
test Jonckheere–Terpstra 204
test Kolmogov–Smirnov 204
test Kruskal–Wallis 204
test Mann–Whitney 204
test mediánový 204
test neparametrický 204, 246, 250, 255
test Shapiro–Wilk 204
testovací místo 185
třísměnný provoz 188, 190, 292, 318
tvarový parametr 51, 100
ukazatel podílu dostupných cílů 187, 258
úřad 12, 40, 41, 43, 44, 75, 80, 84–89, 112, 125–128, 134, 180, 184, 284, 302, 323, 324
úřad finanční 86, 128
úřad práce 84, 86, 126–128
úřad administrativní spádovosti 128
Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR 86, 127
validace 9, 10, 14, 118, 188, 189, 201, 205, 207, 208, 213, 219, 219, 223, 227, 228, 231, 255, 283, 284, 287, 292, 295
variabilita dostupnosti 9, 13, 38, 160, 163–168, 182, 317, 318
vektorová topologicky korektní síť 133
veřejná hromadná doprava 5–7, 9–11, 13, 14, 23–29, 54, 58, 59, 61, 92, 95, 98, 101, 108, 114, 116, 125, 152–154, 160, 172, 176–179, 181, 189, 192, 213, 214, 219, 223, 224, 229, 242–247, 250, 252, 253, 254, 258–267, 269–278, 280–284, 287, 289–291, 296, 298, 299, 318–321, 324
virtuální realita 37
volný čas 27, 57, 88, 240, 241, 250, 272, 274, 296, 297, 301
Výběrové šetření pracovních sil 189
vyjížďka 69, 71, 74
výstaviště 129
vzdálenost cestní 25, 54, 152
vzdálenost docházková 25, 96, 104, 105, 108, 153, 192, 199, 223, 295, 316
vzdálenost euklidovská 45, 51, 59, 61, 80, 207, 227, 315
vzdálenostní funkce 12, 22, 43, 48–55, 58, 63, 66, 99, 100, 101, 107–109, 115, 116, 184, 189, 225, 231, 233, 289, 292, 296, 316, 317
vzorec chování 9, 12, 39, 102, 120, 122, 123
Weibullova distribuce 50–53, 100, 115–117, 182, 184, 289, 316, 317
WGS84 129
ZABAGED 133
zábava 10, 40, 43, 55, 57, 58, 60, 61, 80, 121–124, 129, 181, 232–234, 237–241, 292, 293, 300, 320
zábavní park 129
zájmové body 87–89, 235
zaměstnanec 9, 12, 14, 22, 28, 29, 49, 51, 55, 58, 59, 67, 68, 82, 84, 96, 125–127, 134–138, 140, 141, 143–148, 150, 151, 154, 158, 159, 161, 163, 166–168, 172, 173, 176, 177, 180, 182, 184, 188–212, 215–218, 233, 236, 237, 239, 240, 243–246, 248, 250–253, 255–258, 261–265, 267–269, 272, 273, 275–284, 288, 290–296, 301, 306, 307, 317–321
zaměstnavatel 9, 12, 14, 22, 28, 29, 49, 51, 55, 58, 59, 67, 68, 82, 84, 96, 125–127, 134–138, 140, 141, 143–148, 150, 151, 154, 155, 158, 159, 161, 163, 166–168, 172, 173, 176, 177, 180–182, 184, 188–212, 215–218, 233, 236, 239, 240, 243–246, 248, 250–253, 255–258, 261–265, 267–269, 272, 273, 275–284, 288, 290–296, 301, 306, 307, 317–321
zdravotnické zařízení 80, 85, 86, 88, 91, 125, 127, 136

ZOO 125, 129, 262
ZSJ 9, 12, 54, 58, 76, 78–80, 99, 125, 135, 142–149, 151, 152, 158, 160, 166, 170, 171, 175–178, 181, 187, 190, 191, 193, 194, 196–201, 205, 26, 208–213, 216–218, 220–224, 226, 227, 231–235, 237–242, 244–246, 250, 245, 255, 258–272, 274, 276, 277, 279–282, 290, 292–299, 316, 321, 324

Místopisný rejstřík

Albert 220–222, 224, 225, 232
Amerika 264
Antošovice 139, 142, 250, 264, 271, 243, 274
Baldovec 261, 262
Bartovice 140, 154, 155, 175, 200, 266, 271, 275
Bělá 266
Bělidla 170, 267, 269
Benátky 263
Beskydy 94, 146–149, 160, 211–213, 218, 261, 294, 334
Bílá 211
Bílé Lhoty 280
Bílovec 170
Blansko 263
Bludovice 276
Bohumín 95, 160, 167, 178, 195–197, 200, 201, 205, 206, 212, 225, 226, 232, 238–241, 264, 293, 295, 297, 332, 333, 336, 338
Bohumínsko 190, 191, 196, 200, 225, 238, 292, 293
Bohumín-Skřečoň 196
Bocheta 267, 276, 277
Bruntál 84, 94, 146, 149, 217
Brušperk 232
Březina 93, 208, 215, 261
Budišov nad Budišovkou 211–213, 218
Budišovice 196, 200, 213, 239, 241, 337
Čaková 211
Čavisov 195, 20, 224
Čeladná 211
Černovír 169
Český Těšín 158, 160, 167, 170, 171, 216
Děhylov 200, 217
Dětřichov 208
Dlouhá 275
Dlouhý důl 242
Dobroslavice 196, 200, 217, 293, 333
Dolní Brníčko 271
Dolní Bušínov 270
Dolní Domaslavice 211
Dolní Lhota 224
Dolní Mladějovice 208
Drozdov 271
Drozdovská Pila 270
Droždín 138, 154, 170, 267, 269
Dubina 95, 165, 170, 175, 224, 225, 273
Dubiny 206
Dvořákova 275
Dvořisko 211
Fifejdy 216
Fonovice 206, 232, 293, 296, 336
Frenštát pod Radhoštěm 127, 160, 212, 217, 259, 267, 334
Frýdek-Místek 53, 84, 94, 95, 147, 148, 150, 160, 167, 216, 217, 264, 356
Frýdlant nad Ostravicí 160, 170, 171, 176, 178, 212, 218, 294, 334
Háj ve Slezsku 211
Haná 220, 227, 228
Havířov 53, 147, 150, 170, 178, 216, 217, 223, 225, 228, 259, 264, 329
Hejčín 138, 267–269
Heřmanice 170, 175, 196, 205, 206, 227, 242, 262, 293, 336
Heřmanice – Koněvova 262
Heřmanický rybník 232
Hlavatá 211
Hlubočky 185
Hlučín 42, 167, 168, 170, 171, 176, 178, 190, 200, 205, 238, 242, 292, 295, 332, 335, 338
Hlučínsko 191, 195, 200, 238, 239–241, 273
Hoblíkova 275
Hodolany 166, 267, 269
Holice 165, 169, 267, 269
Horní Lhota 195, 196, 239, 241, 297, 337
Horní Ves 212
Hošťálkovice 139–142, 170, 264, 266, 271, 273, 274, 295, 336
Hoštálkovice-jih 170, 264
Hošťálkovice-sever 273
Hošťálkovy 146, 211

Hrabová 175, 189, 192, 270–274, 292
Hrabůvka 142, 170, 206, 272
Hranice 70, 72, 78, 93, 145, 158, 170, 171, 178, 209, 216, 262, 263, 333
Hranicko 144, 145, 293
Hrubá Voda 262, 263
Hřbitovní 275
Hulváky 141, 271
Husova 169, 205
Hustopeče 263
Hynkov u Štěpánova 263
Chabičov 211, 218
Chomoutov 136–138, 155, 166, 175, 267–269
Chválkovice 169, 199, 267
Janoslavice 270
Janová-Přemyšov 272
Javoříčko 208
Jedlí 272
Jindřichov 94, 280
Jistebník 195, 197, 200, 201, 206, 211, 217, 218, 224, 226, 232, 237, 293, 296, 297, 332, 333, 336, 337
Kadeřín 261, 262
Kamenec 239, 337
Kamenná 271
Karlovec 276
Karviná 84, 85, 94, 147, 150, 167, 170, 171, 178, 212, 217, 264, 329
Kaufland 220, 221, 223, 225–228, 295, 335
Kerhartice 213
Klášterní Hradisko 267, 268
Klimkovice 185, 205, 232, 238, 240–242
Koblov 139, 140, 142, 274
Koblov-Vrbina 264
Kojetín 74, 216, 259, 276
Konice 158, 160, 170, 171, 177, 209, 215, 216, 261, 293, 294, 334
Konicko 94, 143, 215, 261
Kopaniny 255, 272
Kopřivnice 167, 170, 171, 178, 212, 217
Kopytov 241
Košatka nad Odrou 273
Kotva 272
Kovářov 208
Krásná 146
Krásné Pole 205, 266, 271, 272
Krasov 211
Kravaře 160, 168, 170, 171, 178, 211, 212, 267, 264, 334
Krmelín 232, 241
Krnov 148, 158, 160, 170, 171, 178, 212, 217, 264, 265, 267, 294, 334
Krnovsko 148, 211, 218
Kružberk 281
Kunčice 216, 232
Kunčičky 232
Kyjovice 196, 200, 226, 239, 241, 293, 295, 297, 333, 336, 337
Landek 266
Lazce 267, 268
Les Bučina 255, 275
Lesnice 271
Leština 271
Levenov 270
Lhota nad Moravou 208
Lhotka 142, 170, 200, 240, 266, 273, 274, 295, 336
Libavá 143–145, 158, 176, 209, 215
Lipnicko 145
Lipník nad Bečvou 72, 160, 167, 170, 178, 209, 216, 333
Litovel 145, 158, 160, 166, 170, 171, 178, 216, 294, 334
Litovelsko 72, 143, 145
Lošov 136, 138, 169, 154, 166, 175, 237, 255, 262, 267, 269
Loučka u Nového Jičína 212
Lubno 218
Ludgeřovice 205
Ludvík 275
Lukavice 270
Malé Hradisko 281
Mariánské Hory 141, 169, 206, 216, 240, 241, 266, 271, 297
Mariánskohorská 216, 271
Markvartovice 205, 250, 336
Martinov 172, 191, 205, 227, 242, 264, 271, 272, 336
Medlice 213
Měkkýš 270
Michálkovice 139, 169, 271, 293, 333
Mladějovice 208
Mohelnice 93, 143, 145, 158, 171, 215, 216, 259, 261
Mohelnice-jih 259
Mohelnicko 142, 142, 145, 270
Morávka 146
Moravská Ostrava 139, 141, 142, 169, 216, 271
Moravskoslezský kraj 48, 84, 94, 95, 125–128, 185, 189, 261, 264, 307, 312

Moravský Beroun 215, 216, 261, 294, 334
Mořkov 212
Muglinov 142, 170, 205, 218, 275
Na dílech 262
Na Františku 271
Nedvězí 138, 155, 237, 255
Nemilany 138, 154, 166, 169, 175, 262
Neplachovice 211
Neředín 154, 165, 166, 169, 170, 262, 267, 268
Nová Bělá 154, 271, 273
Nová Bělá-Mitrovice 273
Nová Ulice 205, 267, 268
Nová Ves 196, 205, 266, 271, 293, 333
Nové Lublice 281
Nové Oldřůvky 213
Nové Sady 267, 268
Nové Valteřice 208, 261
Novojičínsko 218, 294
Nový Jičín 15, 84, 85, 148, 160, 167, 170, 177, 212, 217, 267, 275–277, 280, 294, 334
Nový Maletín 208
Nýdek 148, 211
Oderské vrchy 218, 294
Odry 158, 160, 170, 190, 212, 218, 271, 294, 334
Odvaly u Odry 190, 271
Olbramice 185, 196, 239, 242, 337
Olomouc 7, 10, 12, 13, 14, 46, 53, 69, 70, 72, 74, 78, 79, 93–97, 100–116, 118–125, 133, 134, 136–139, 144, 145, 149, 150, 152–158, 160, 163–166, 169, 170, 172–178, 180, 183, 192–195, 198, 200, 204, 205, 209, 215, 216, 218–220, 226–228, 231, 233, 234, 236, 246, 249, 250, 255, 259, 262, 263, 265–268, 278, 279, 288–290, 292–296, 315–319, 321, 327–329, 332–335, 337, 345–351
Olomoucko 7, 12, 13, 71–74, 80, 93, 94, 103, 125–129, 133, 142–146, 150, 151, 154, 158–160, 167, 168, 170, 171, 178, 188, 207, 208, 213–215, 229, 259, 261, 264, 267, 278–280, 289, 290, 294, 315, 317–319, 321, 325, 333–335, 345–351
Olomoucký kraj 84, 93, 94, 126, 127, 167, 189, 209, 261, 293
Opava 84, 85, 95, 147, 148, 167, 170, 211, 212, 217, 259, 264, 271, 336
Opavsko 148, 212
Oprechtice 190, 224, 292, 332
Orlová 53, 167, 171, 178, 212, 264
Oskava 281
Ostrava 7, 10, 12–15, 53, 54, 56, 69, 70, 74, 79–82, 84, 87, 95–97, 100–125, 133, 139–142, 146–150, 152–158, 160, 163–166, 168–170, 172–176, 179, 182, 189–192, 195–198, 200–202, 204–206, 212, 216–219, 223–228, 230–234, 237–242, 246, 249, 250, 255, 259, 261, 264, 266, 271–275, 278, 279, 288–290, 292, 293, 295–297, 315–321, 327–330, 332, 333, 335–338, 345–351
Ostrava-Hrabová 189, 292, 332
Ostrava-Jih 169, 172, 225, 240, 271, 297, 338
Ostrava-Svinov 216, 259
Ostravsko 7, 12, 13, 69, 71–74, 80, 93, 94, 103, 126–129, 131, 145–151, 154, 158–160, 167, 168, 170, 171, 176–178, 190, 191, 207, 208, 213, 215–217, 224, 259, 261, 262–264, 273, 278–281, 289, 290, 292, 294, 315, 317–319, 321, 325, 329, 334, 345, 347–349, 351
Palackého 169, 176
Palhanec 267
Palhanecká 267
Paseky 275
Paskov 190, 232, 238, 240, 241, 292, 332
Petrov nad Desnou 281
Petřkovice 170, 271, 274
Petřvald 191, 195, 196, 240, 293, 333
Pikartská 224, 275
Pivonín 272
Plesná 139, 142, 175, 191, 195, 266, 271, 272
Plumlov 263
Pod Hlavní 267
Podbeskydí 218, 294
Podgruň 261
Podlesí 211
Polanka nad Odrou 139, 141, 142, 175, 212, 271, 273
Popelák-Zejfy 270
Poruba 139, 142, 165, 169, 172, 175, 176, 190, 191, 196, 197, 200, 205, 206, 217, 226, 239, 240, 263, 271, 272, 293, 297, 333, 338
Poruba – U stadionu 200
Postřelmov 270
Postřelmůvek 270
Povel 267, 268
Prosenice 261
Proskovice 140–142, 154, 196, 205, 264, 271, 273
Proskovická 264
Prostějov 93, 94, 144, 145, 168, 170, 216, 259, 263, 294, 333, 334

Prostějovsko 93, 143–145, 215, 261
Protivanov 93, 281
Přerov 93, 94, 144, 145, 158, 160, 166–168, 170, 171, 176, 177, 209, 215, 216, 259, 261, 262, 294, 333, 334, 351
Přerovsko 72, 260, 261, 321
Přívoz 176, 190, 206, 216, 271
Přívoz-sever 190
Pustkovec 142, 191, 197, 200, 226
Račice 270
Radíkov 136, 138, 139, 154, 175, 237, 255, 262, 267, 269
Radvanice 140, 169, 175, 271, 275
Radvanická 275
Rájec 270
Rakovec 206, 293
Rovensko 270
Rozstání 261
Rožnov pod Radhoštěm 217
Rudná 95, 206, 216
Rychvald 191, 195, 232
Řepčín 138, 267–269
Řepiště 196, 250
Sady Flóra 205
Salma 224, 274
Sídliště Loučka 212, 267, 276
Skalička 270
Skrbeň 70, 237, 267, 337
Slavonín 138, 165, 268
Slezská Ostrava 197, 216, 224, 227, 271, 336
Slezské Beskydy 211
Smetanovy sady 275
Sobotín 281
Stará Bělá 141, 271, 175, 200, 273
Stará Poruba-východ 190
Stará Ves nad Ondřejnicí 196
Staré Hamry 146
Staré Oldřůvky 211
Staré Těchanovice 281
Starý Jičín 218, 267
Stichovice 263
Straník 276, 277
Stříbrné jezero 267
Střítež nad Ludinou 281
Suchdol nad Odrou 212
Suché Lazce 212
Svatý Kopeček 136–138, 154, 166, 175, 176, 185, 255, 262, 269, 270
Svinov 95, 216, 271, 272
Šalamoun-východ 271
Šenov 190, 195, 197, 200, 237, 240, 241, 292, 297, 332, 337
Šilheřovice 205, 239, 241, 250, 297, 336, 337
Šternberk 93, 145, 170, 216, 294, 334
Šternbersko 143, 154, 215
Šumperk 94, 144, 158, 160, 167, 168, 170, 171, 176, 215, 216, 259, 294, 334
Šumpersko 93, 143, 144, 145, 209
Topolany 136, 138, 154, 155, 237, 255
Třebovice 271
Třinec 147, 158, 176, 178, 212, 218, 294, 334
Tučín 261
U nemocnice 267, 276, 277
Uničov 145, 158, 160, 171, 209, 216, 259, 263, 293
Uničovsko 72, 94, 143, 270
Úvalno 211
Václavovice 190, 195, 250, 292, 332
Valašské Meziříčí 276
Veselíčko 208
Véska 262, 263
Vítkov 160, 168, 170, 171, 176, 178, 212, 218, 294, 334
Vítkovice 206, 216, 261, 271
Vítkovsko 146, 148, 149
Vjadačka 261
Vlachov 270
Vrablovec 242
Vratimov 250
Vrbická 190
Vřesina 196, 197, 200, 333
Vysoké školy 190
Vyšehoří 270
Výškovice 139, 169, 175, 176, 196, 206, 264, 293, 333
Vyšní Mohelnice 261
Zábřeh 93, 139, 142, 143, 149, 160, 166, 167, 169–171, 176–178, 196, 197, 206, 215, 216, 259, 261, 264, 270–272, 293, 294, 333, 334
Zábřeh-střed 259
Zábřežsko 15, 142–145, 270
Zaopavsko 147
Zavadovice 211
Zbyslavice 195, 201, 226
Zvěřina 190
Zvole 270
Žárovice 263
Žilina-sever 275
Žlabec 276

O autorech

Doc. Dr. Ing. Jiří Horák je docentem na katedře geoinformatiky Hornicko-geologické fakulty, Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava.

Doc. Ing. Igor Ivan, Ph.D. je docentem na katedře geoinformatiky Hornicko-geologické fakulty, Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava a prorektorem univerzity.

Ing. David Fojtík, Ph.D. je vědecko-pedagogickým pracovníkem katedry automatizační techniky a řízení na Strojní fakultě Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava.

Mgr. Tomáš Inspektor, Ph.D. je vědeckým pracovníkem Ústřední knihovny Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava.

Doc. RNDr. Jaroslav Burian, Ph.D. je docentem na katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc. je vedoucím katedry geoinformatiky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci.

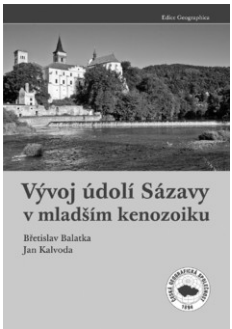
Mgr. Lenka Zajíčková, Ph.D. je vedoucím odboru řízení dopravy a dopravních systémů v rámci Koordinátora Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje, p. o.

Ing. Jan Tesla je projektovým manažerem ve společnosti CEDA Maps, a. s.

Mgr. Miroslav Rypka, Ph.D. je datový specialista v KPMG Česká republika.

V čase řešení projektu byli všichni autoři pracovníky nebo doktorandy nositelských pracovišť.

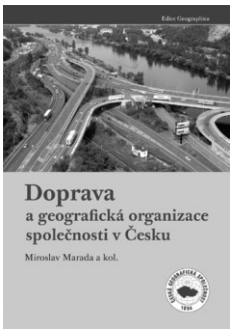
V EDICI GEOGRAPHICA JIŽ VYŠLO



Břetislav Balatka, Jan Kalvoda:
Vývoj údolí Sázavy v mladším kenozoiku

Historicky výjimečná a esteticky nádherná krajina Posázaví ve středních Čechách je z geomorfologického hlediska podstatně méně prozkoumána než území, kterými protékají Labe a Vltava. Řeka Sázava zaujímá mezi toky Českého masivu mimořádné postavení, a to zejména pro specifické rysy vývoje údolí a akumulačních teras. Pestrá geologická stavba jejího povodí, regionální neotektonické události a rozsáhlé klimatické změny v mladším kenozoiku byly hlavními příčinami rozmanitosti a dynamiky geomorfologických procesů. V této monografii jsou předloženy hlavní výsledky výzkumu geomorfologického vývoje údolí Sázavy, včetně paleogeografické korelace vzniku terasového systému s aktuálním mezinárodním stratigrafickým členěním kvartéru.

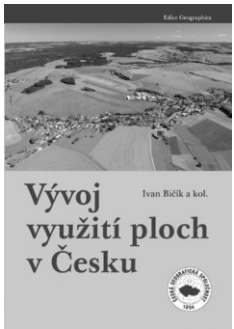
16 × 23 cm, 200 s., bar. příloha, váz., ISBN 978-80-904521-1-4, 1. vyd., 2010



Miroslav Marada a kol.:
Doprava a geografická organizace společnosti v Česku

Doprava je jednou z nejdynamičtějších součástí našeho každodenního života. Snad proto se v současné geografii dopravy nejčastěji řeší problémy aplikačního charakteru, např. dopravní obslužnost venkova či vliv dálnic na rozvoj sídel a regionů. Existují ovšem i problémy obecnější povahy: dopravní hierarchie středisek osídlení z hlediska různých druhů dopravy a její souvislosti s komplexní sídelní hierarchií, vývoj dopravních interakcí v systému osídlení a jejich vliv na změny významu středisek, struktura dopravního zajištění vztahů střediska a zázemí apod. Geografie dopravy tak může přispět také k základnímu výzkumu, ke studiu stavu a vývoje geografické organizace společnosti. Dokladem je tato monografie postihující, alespoň z části, uvedená témata.

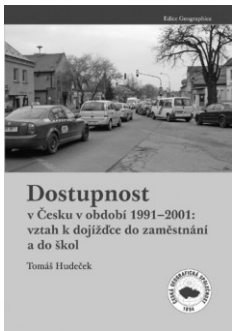
16 × 23 cm, 168 s., bar. příloha, váz., ISBN 978-80-904521-2-1, 1. vyd., 2010



Ivan Bičík a kol.:
Vývoj využití ploch v Česku

Výzkum stavu a vývoje krajiny zaznamenává v posledním čtvrtstoletí mimořádný rozvoj, což je bezesporu spojeno s potřebou řešit stále složitější problematiku interakce přírody a společnosti v územních jednotkách různého řádu. Výsledky dokumentují razantní změny, ke kterým došlo ve využívání krajiny v období tržního hospodářství (1845–1948), totalitní společnosti (1948–1990) a současné politické a hospodářské transformace (1990–2000). Monografie dokumentuje přechod od lokálně organizované společnosti ke společnosti moderní, kdy se formují poměrně velké regiony podobné struktury ploch vyplývající z dominantních funkcí jednotlivých regionů. To umožňuje studovat jak obecné trendy ve využití dílčích kategorií ploch, jejich celkovou strukturu a změny, tak i jejich územní diferenciaci na území Česka.

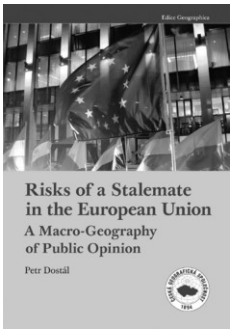
16 × 23 cm, 256 s., váz., ISBN 978-80-904521-3-8, 1. vyd., 2010



Tomáš Hudeček: Dostupnost v Česku v období 1991–2001: vztah k dojížďce do zaměstnání a do škol

Doprava hraje v našem každodenním životě stále významnější roli. Děje se tak zejména zkracováním vzdáleností, tedy vývojem nových dopravních prostředků a zkvalitňováním dopravní infrastruktury. Lepší dostupnost jakéhokoliv místa na Zemi je základem pro jeho kvalitativní růst, rozvoj a množství kontaktů s okolím.
Obsahem monografie je analýza změn dostupnosti v Česku v období 1991–2001 při využití individuální automobilové dopravy. Hodnocen je vztah této změny k počtu kontaktů mezi významnými středisky v Česku. Pozornost je věnována také hlavnímu městu Praze a jeho zázemí. Součástí je rozbor samotného modelování a výpočtu dostupnosti při využití GIS.

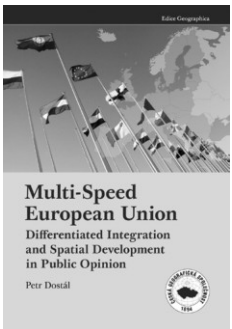
16 × 23 cm, 144 s., bar. příloha, váz., ISBN 978-80-904521-4-5, 1. vydání, 2010



Petr Dostál: Risks of a Stalemate in the European Union: A Macro-Geography of Public Opinion

This book presents complementary studies of differences in public opinion regarding European integration processes. The May 2004 enlargement brought ten new member countries into the European Union and the macro-geography of identities and associated articulations of public opinion, across the twenty-five polities, changed significantly. The author uses the statistical tools of principal component analysis and standardised multivariate regression analysis (LISREL modelling) to examine differences in public opinion among the twenty-five polities of the enlarged European Union. The analyses of public opinion are based upon postulated explanatory models concerning, in particular, processes of integration, including the deepening, enlargement and two-speed institutional development of the European Union. The book provides a comprehensive reflection concerning public opinion differences that will shape the European Union for years to come.

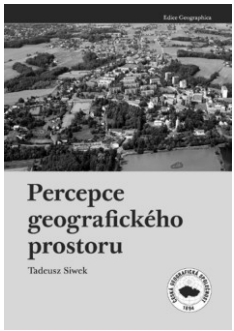
16 × 23 cm, 160 s., váz., ISBN 978-80-904521-5-2, 1. vydání, 2010



Petr Dostál: Multi-Speed European Union

This book provides analyses of differences in public opinion regarding European integration processes across the twenty-seven countries of the current European Union. Explanatory statistical modelling used in complementary analyses of the book contributes to specific and systematic understanding of public opinion regarding crucial European integration processes: deepening, enlargement and differentiated integration. The analyses suggest that the European Union has still to come to terms with the increased diversity resulting from the last enlargements. Political macro-geography of public opinion regarding European integration processes documents the existence of multi-speed Europe. The author postulates explanatory models concerning national and European identities and opinion on deepening, enlargement and two-speed institutional development of the European Union. The book provides evidence about various ambivalent issues and public opinion responses which are likely to be at the focus of political and academic debates in the coming years.

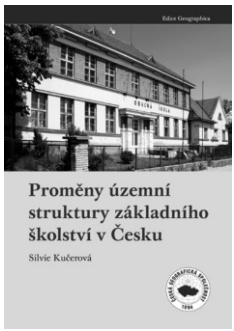
16 × 23 cm, 128 s., váz., ISBN 978-80-904521-6-9, 1. vydání, 2010



Tadeusz Siwek:
Percepce geografického prostoru

Vnímání prostoru jako místa pro život je společné všem lidem bez rozdílu. Je to součást každodenní zkušenosti, ale pro humanisticky zaměřeného geografa je to také objekt vědeckého zkoumání. Tato kniha uvádí příklady současné geografické konceptualizace prostoru, zaznamenává její vývoj v minulosti a poukazuje na provázanost s ostatními vědami, které se zabývají prostorem – především s filozofií. Teoretické koncepce vnímání prostoru z geografického hlediska jsou ilustrovány výsledky konkrétních výzkumů v podobě mentálních map z dílny jak samotného autora, tak i ostatních geografů zabývajících se touto problematikou. Struktura textu s četnými odkazy na českou a světovou literaturu předurčují tuto knihu jako učebnici jedné ze součástí teoretické geografie.

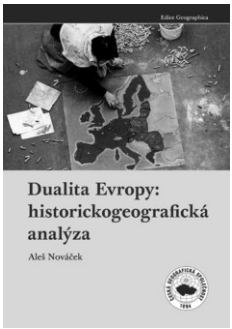
16 × 23 cm, 168 s., váz., ISBN 978-80-904521-7-6, 1. vyd., 2011



Silvie Kučerová: Proměny územní struktury základního školství v Česku

Od druhé poloviny 20. století jsme ve většině evropských zemí svědky procesu výrazné polarizace prostoru v souvislosti se změnami v rozmístění základních škol. Masové uzavírání škol, zejména na venkově, a koncentrace vzdělávací funkce do populačně velkých sídel vychází jak z obecných procesů, tak ze specifických historických podmínek v každé zemi. V této publikaci se pokoušíme představit hlavní trendy ve vývoji školské sítě v Česku v posledních 50 letech a jejich vybrané důsledky pro život venkovských obcí.

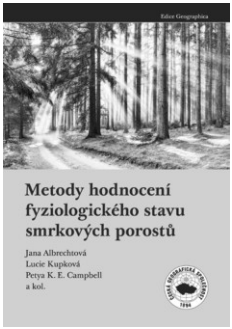
16 × 23 cm, 216 s., bar. příloha, váz., ISBN 978-80-904521-8-3, 1. vydání, 2012



Aleš Nováček: Dualita Evropy: historickogeografická analýza

Kniha představuje svébytný pohled na vývoj evropského prostoru, ve kterém spatřuje zřetelné znaky duality – určitého dějinného „rozdělení“ na dvě části. Po 2. světové válce získalo toto pojetí víceméně jednoznačnou podobu: kapitalistický a demokratický Západ versus socialistický a totalitární Východ. Duální vnímání Evropy však rokem 1989 neskončilo a její dělení na Západ a Východ zůstává i nadále opodstatněné a trvale přítomné. Kořeny tohoto stavu sahají totiž daleko hlouběji do minulosti. Práce proto klade důraz na sledování kontinuity tohoto fenoménu v dějinách Evropy a jeho prostorové vymezení na základě historickogeografické analýzy jeho dlouhodobého vývoje.

16 × 23 cm, 248 s., váz., ISBN 978-80-904521-9-0, 1. vydání, 2012



Jana Albrechtová, Lucie Kupková, Petya K. E. Campbell a kol.: Metody hodnocení fyziologického stavu smrkových porostů

Smrk ztepilý, nejhojnější dřevina Česka, je citlivý vůči atmosférickému znečištění, kterým byly Krušné hory silně zasaženy ve druhé polovině 20. století. V několika kalamitních vlnách tam došlo k velkoplošnému poškození až odumírání smrkových porostů. Víceoborová monografie podává přehled metod hodnocení fyziologického stavu smrkových porostů, které autorský kolektiv částečně vyvinul a použil. První část knihy přibližuje obecný rámec problematiky, druhá část je metodická, zaměřená zejména na metody spektroskopické, používané pro velkoplošné hodnocení vegetace pomocí dálkového průzkumu Země, ale i na metody studia struktury a biochemického složení listoví. Třetí část ukazuje využití těchto metod pro studium smrkových porostů v Krušných horách od konce 90. let 20. století.

16 × 23 cm, 408 s., váz., ISBN 978-80-905642-9-9, 1. vydání, 2017

EDICE GEOGRAPHICA

Ediční rada:
šéfredaktor Petr Pavlínek (Univerzita Karlova, Praha)
zástupce šéfredaktora Karel Kirchner (Ústav Geoniky AV ČR, Brno)
výkonný redaktor Vít Jančák (Univerzita Karlova, Praha)
Vladimír Baar (Ostravská univerzita, Ostrava), Rudolf Brázdil (Masarykova univerzita, Brno), Jaroslav Dokoupil (Západočeská univerzita, Plzeň), Milan Jeřábek (Masarykova univerzita, Brno), Jan Kalvoda (Univerzita Karlova, Praha), Milan Konečný (Masarykova univerzita, Brno), Tomáš Kostelecký (Sociologický ústav AV ČR, Praha)

Redakce:
Albertov 6, 128 43 Praha 2; tel. 221 951 427
e-mail: jancak@natur.cuni.cz
www.geography.cz/geographica

PROSTOROVÉ SIMULAČNÍ MODELOVÁNÍ DOPRAVNÍ DOSTUPNOSTI

Jiří Horák, Jaroslav Burian a kol.

Vydala Česká geografická společnost,
Albertov 6, 128 43 Praha 2
v nákladu 300 kusů
Redakce Vít Jančák
Foto na potahu knihy Vít Voženílek
Layout, zlom Karel Kupka *(P3K)*
Vytiskl Carter\reproplus s. r. o.
Vydání první
Praha 2019

Dopravní dostupnost představuje jeden z klíčových faktorů v rozhodování jedinců i organizací o realizaci aktivit. Dostupnost ovlivňuje celá řada faktorů, zejména osobních, dopravních a geografických. Monografie poskytuje návod k realizaci prostorových stochastických simulací pro hodnocení dopravní dostupnosti a srovnává je s klasickými přístupy k hodnocení. První část knihy uvádí do problematiky, vysvětluje možnosti a přístupy stochastických simulací, dokumentuje soudobé zdroje dat a seznamuje s výsledky dotazníkového šetření. Druhá část je empirickou studií modelování dopravní dostupnosti Olomoucka a Ostravska s využitím individuální automobilové dopravy, deterministických metod hodnocení pro veřejnou dopravu a prostorových stochastických simulací. Shrnutí, srovnání a doporučení jsou uvedeny ve třetí části knihy.

Doc. Dr. Ing. Jiří Horák je docentem na katedře geoinformatiky Hornicko-geologické fakulty, VŠB – Technické univerzity Ostrava.

Doc. RNDr. Jaroslav Burian, Ph.D. je docentem na katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

9 788090 772809