

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**Přírodovědecká fakulta**  
Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



**ANALÝZA FREKVENČNÍ DOSTUPNOSTI  
OSOBNÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY V ČESKU**

**ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF CONNECTIONS  
IN CZECH RAILWAY TRANSPORT**

Bakalářská práce

Jiří Ambrož

srpen 2010

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Tomáš Hudeček, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

Jsem si vědom toho, že případné použití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Adamově dne 24. srpna 2010

.....

Jiří Ambrož

## **Analýza frekvenční dostupnosti osobní železniční dopravy v Česku**

### **Abstrakt**

Tato práce se zabývá kartografickým znázorněním frekvenční dostupnosti do map a její analýzou na vhodných úrovních sledování za využití softwaru ArcGIS 9.3. Teoretická část se věnuje kategorizaci vlaků a využití GIS zejména pro sledování dopravních analýz dostupnosti. Následuje popis použitých metod, kterými jsou izolinie a kartodiagram. V hlavní části je popsána tvorba příslušných datových vrstev a metodika sběru dat. Zhodnoceny jsou dosažené výsledky a vhodnost použití jednotlivých metod. Frekvenční dostupnost je rozdělena na dva typy. Jejich odlišnosti jsou diskutovány v závěrečné části, kde je upozorněno také na několik komplikací, které se v průběhu práce objevily. Hlavním výstupem jsou dvě mapy frekvenční dostupnosti pro ČR a jedna pro Středočeský kraj.

**Klíčová slova:** frekvenční dostupnost, kartografické metody, železniční doprava

## **Analysis of the frequency of connections in Czech railway transport**

### **Abstract**

This paper deals with cartographic representation of frequency of connections in maps and with analysis in suitable level using software ArcGIS 9.3. Theoretical part is aimed at train categories and use of GIS mainly in analysis of traffic accessibility. Next there is a description of used methods which are isoline and cartodiagram. The main part of the paper describes a creation of relevant data layers and methodology of data capture. Here is also evaluation of the results and suitability of used methods. The frequency of connections is divided into two types. Their differences are discussed in final section where is also warning about several complications that occurred during the work. The main output are two maps for the Czech Republic and one for Středočeský district.

**Keywords:** frequency of connections, accessibility, cartographical methods, railway transport

## OBSAH

<b>Seznam map, tabulek a obrázků.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Úvod.....</b>	<b>6</b>
1.1 GIS a jeho využití.....	7
1.2 Dostupnost.....	8
1.3 Kategorie vlaků.....	9
1.4 Vliv kategorií na výsledek.....	10
<b>2 Metody.....</b>	<b>11</b>
2.1 Kartodiagram.....	11
2.2 Izolinie.....	12
2.2.1 Interpolace.....	12
2.2.2 Síťová analýza.....	13
<b>3 Metodika.....</b>	<b>14</b>
3.1 Makrouroveň.....	15
3.1.1 Bodová dostupnost.....	15
3.1.2 Liniová dostupnost.....	18
3.2 Mikroúroveň.....	18
<b>4 Výsledky a hodnocení.....</b>	<b>20</b>
4.1 Makrouroveň.....	20
4.2 Mikroúroveň.....	25
<b>5 Diskuze a závěr.....</b>	<b>29</b>
<b>Seznam zdrojů informací.....</b>	<b>32</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>34</b>

## **SEZNAM MAP, TABULEK A OBRÁZKŮ**

Mapa 1	Frekvenční dostupnost do Prahy pomocí rychlíků a VVK v roce 2010.....	23
Mapa 2	Frekvenční dostupnost mezi významnými stanicemi v ČR v roce 2010.....	24
Obr. 1	Model builder.....	26
Tab. 1	Parametry interpolace Topo to raster.....	26
Tab. 2	Statistiky intervalů bodové dostupnosti.....	27
Mapa 3	Frekvenční dostupnost železniční dopravou ve Středočeském kraji v roce 2010.....	28

# 1 ÚVOD

Tématem předkládané práce je frekvenční dostupnost železniční dopravy. Je zaměřena zejména na navržení způsobů, jak frekvenční dostupnost kartograficky znázornit v softwaru ArcGIS 9.3 od společnosti ESRI (dále jen ArcGIS). Dále pak analyzuje výsledné geografické rozložení jevu.

Přínos této práce vychází z faktu, že se problematikou vizualizace frekvenční dostupnosti nikdo hlouběji nezabýval, což byl i jeden z důvodů pro výběr tohoto tématu. Někteří autoři ji ve svých pracích používají, ale nepředkládají žádné mapy. Mojí snahou je tedy vytvořit spíše návod, jak tuto dostupnost co nejvhodněji zobrazit v mapách a popsat její odlišnosti od ostatních dostupností. Práce by měla také upozornit na případné obtíže spojené s analýzou frekvenční dostupnosti a navrhnout jejich řešení.

Frekvenční dostupnost je sledována ve dvou úrovních. Na makroúrovni je zkoumána dostupnost do Prahy v rámci celé České republiky. Česká železniční síť je velmi hustá a sběr dat pro osobní vlaky by byl časově velmi náročný. Z tohoto důvodu jsou brány v úvahu pouze tratě, kde jezdí rychlíky a vlaky vyšší kvality (dále jen VVK). Na mikroúrovni se práce zaměřuje na dostupnost Prahy v rámci Středočeského kraje, za využití jiných metod než na makroúrovni. Do této analýzy byly zahrnuty pouze osobní a spěšné vlaky, které nejlépe vystihují charakter železniční dopravy v tomto měřítku.

*Hlavním cílem* bakalářské práce je navrhnout možné způsoby kartografického vyjádření frekvenční dostupnosti a diskutovat jejich výhody či nevýhody. Na frekvenční dostupnost se lze dívat dvěma pohledy. Za prvé je možné brát v úvahu počet spojů mezi sousedními stanicemi (dále jen liniová dostupnost). Má tedy trochu odlišnou vypovídací schopnost než přístup následující. Ten bere v úvahu počet spojů z každé stanice do určitého centra nebo dopravního uzlu (bodová dostupnost). V tomto případě lze pozorovat dopravní vazby obcí na regionální středisko, což může být použito jako vstup do různých dopravních analýz. *Dílčím cílem* je tedy diskutovat rozdíly mezi oběma typy.

Následující části obsahují rešerši literatury, která je zaměřena na využití geografických informačních systémů (dále jen GIS) a sledování dostupnosti pomocí GIS. V kapitole 2 jsou charakterizovány kartografické metody, které lze pro frekvenční dostupnost použít. Dále je popsána metodika sběru dat, která má vliv na konečný výsledek analýzy. V závěrečných kapi-

tolách jsou hodnoceny dosažené výsledky, použitelnost jednotlivých metod a geografické rozložení jevu. Hlavním výstupem této analýzy jsou tři mapy, ve kterých byly použity vhodné metody pro tři různé situace.

## 1.1 GIS a jeho využití

Geografické informační systémy se stávají velmi důležitým analytickým nástrojem v řadě odvětví lidské činnosti, jejich vývoj a využití dynamicky roste. Kolář (2003) definuje GIS jako informační systém, který uchovává geografická (prostorová) data a umožňuje z nich získat geografické informace. Informační systém dále považuje za vše, co umožní potřebnou informaci získat. To zahrnuje nejen samotná data, ale i nástroje pro operace s daty (údržba, manipulace, úprava, analýza a další), veškeré technické vybavení a v neposlední řadě také operátory či uživatele, kteří informačním systémům dávají smysl.

Od ostatních informačních systémů se GIS odlišují tím, že nabízí nástroje pro analýzu prostorových dat. Možnosti vizualizace výstupů jsou zato poměrně omezené, na což upozorňuje Voženílek u konstrukce kartodiagramů: „Počítačové produkty, které jsou v současné době dostupné na domácím trhu, však nejsou schopny zabezpečit kartograficky správnou konstrukci všech druhů kartodiagramů ani těch 10 nejběžnějších.“ (Voženílek 2001, s123). Je to způsobené tím, že počítačové návrhářství (Computer Aided Design), které umožňuje efektivní zobrazování dat, se od GIS postupně oddělilo do samostatných produktů. Ovšem i v GIS se možnosti vizualizace postupně zlepšují a nabízejí více možností než dříve.

V dnešním komplikovaném světě je téměř každý jev ovlivňován mnoha dalšími. Pro správné porozumění daného problému ho není možné řešit odděleně, ale komplexně ve vazbě na ostatní složky. GIS toto umožňují a vzhledem k tomu, že 80–90 % (Ralbovský 2008) veškerých dat se vztahuje k nějaké lokalitě, rostou GIS na významu a pronikají do stále širšího okruhu činností a odvětví. Na začátku svého vývoje sloužily především pro úkony ve státní správě, např. pro digitalizaci katastrálních map, v krajinném inženýrství či ekologii. Dnes se GIS využívají také při rozvodu inženýrských sítí, k posuzování vlivu ekonomického rozvoje na životní prostředí nebo k analýze prakticky všech geograficky vztažitelným přírodním jevům. Velmi cenným přínosem jsou pro modelování zátopových oblastí a při lokalizaci protipovodňových opatření. V průmyslu jsou GIS využitelné pro vyhodnocení lokalizačních faktorů v jednotlivých odvětvích. Kolář (2003) uvádí příklad ušetření finančních zdrojů v rozpočtu díky efektivnějšímu získávání informací pomocí GIS. V každodenním životě se GIS uplatňují např. při tvorbě předpovědi počasí (Ralbovský 2008, Voženílek 2004, Kolář 2003).

## 1.2 Dostupnost

Frekvenční dostupnost, jakožto jedna z charakteristik dopravní obslužnosti, je často opomíjena a není mnoho prací, které by se jí zabývaly. Následující část je věnována krátkému přehledu literatury o sledování dostupnosti.

Dostupnost je v současnosti hojně používaná v geografii dopravy jako jeden z klíčových vstupních parametrů při vytváření dopravních analýz, ale i při studiu kvality obslužnosti v různých odvětvích. „Dostupnost se vztahuje k obtížnosti dosahování konkrétních míst nebo činností.“ (Foltýnová-Brůhová 2009).

Dostupnost lze rozlišovat podle veličiny, pro jakou je počítána. Tou bývá nejčastěji čas nebo vzdálenost, ale může se počítat i např. frekvenční nebo cenová dostupnost. Všechny tyto dostupnosti lze ještě odlišit podle toho, jestli jsou uvažovány vzdušnou čarou nebo po komunikacích. V dopravě mají dostupnosti vzdušnou čarou smysl pouze pro letadla. Lze např. určit všechna letiště ležící do 300 km nebo do 2 hodin od konkrétního letiště apod. Takovéto úlohy ale nejsou u nás příliš běžné, protože leteckou dopravu je nutné zkoumat na úrovni kontinentu. Místa se stejnou dostupností do cílového letiště by v takovýchto případech měly tvořit přibližně tvar kružnice.

Dostupnost po komunikacích je v dopravě používaná velmi často. Má velmi široké uplatnění, neboť modeluje dosažitelnost míst silniční či železniční dopravou, které mají v současnosti největší význam. Vzdálenostní dostupnost je velmi dobrým ukazatelem při alokaci nových úřadů či jiných institucí nebo při pokrytí území určitou službou. Lze tak identifikovat místa s nejhorší dostupností a zohlednit to při výstavbě nových poboček.

Nejpoužívanější a zřejmě také nejužitečnějším parametrem pro analýzu dostupnosti je čas. Časová dostupnost a její analýza mají velký význam zvláště v dnešní technicky vyspělé společnosti, neboť s vývojem stále lepších dopravních prostředků a zkvalitnění dopravní infrastruktury se časové vzdálenosti zkracují a význam času se stává důležitějším než faktor vzdálenosti. Však už dnes také neplatí skutečnost, že cesta ke vzdálenějšímu objektu musí trvat nutně déle. Záleží právě na kvalitě infrastruktury a dopravních prostředcích. Analýza časové dostupnosti byla použita např. Hudečkem (2008) a Rölcem (2004), kteří pomocí časové dostupnosti vymezili regiony dostupnosti mezoregionálních středisek. Petr (2008) nebo Málková (2008) používají časových analýz pro zjištění dostupnosti čerpacích stanic resp. hypermarketů.

Frekvenční dostupnost udává „frekvenci spojů veřejné dopravy“ (Hudeček 2008). Je ukazatelem především kvality dopravní obslužnosti, takže ji lze použít jako jeden z aspektů při hodnocení vyspělosti regionů, čehož použili ve své práci např. Koch (2002) nebo Posová (2001). Ukazuje také těsnost vazeb mezi městy. Lze ji použít i jako jeden z parametrů při vymezování spádového území dopravních center, viz Rölc (2004). Otázkou je např. možnost porovnání s dojížděnkou do zaměstnání. Na základě analýzy dostupnosti by bylo možné posílit počet spojů do měst, ze kterých je velká dojížděnká a frekvence veřejné dopravy je nízká.



### 1.3 Kategorie vlaků

Pro vhodné zvolení metody je třeba přihlídnout také k tomu, jaké typy spojů budou do analýzy brány v úvahu. Tato část se tedy bude věnovat kategorizaci vlaků a vlivu, který mohou mít na výsledek. Elektronický jízdní řád umožňuje hledat spoje pro čtyři níže uvedené typy vlaků. Informace o jednotlivých vlakových kategoriích byly nalezeny na internetových stránkách Českých drah.

- a) **Vlaky nejvyšší kvality.** SuperCity (SC) jsou zpravidla tvořeny moderními jednotkami Pendolino s nadstandardními službami. Zastavují jen v několika nejvýznamnějších stanicích. Do vlaku je nutné si zakoupit místenku, která zvyšuje cenu oproti ostatním vlakům. Kromě bistro vozu je občerstvení zajištěno rovněž formou roznáškové služby (v 1. třídě je poskytováno vybrané občerstvení zdarma v ceně jízdenky). SC jezdí na trase Praha–Ostrava a jeden spoj je vypraven také z Prahy do Vídně.
- b) **Vlaky vyšší kvality.** Jedná se o vlaky, které poskytují komfortní cestování na dlouhé vzdálenosti v rámci České republiky i do zahraničí. Zastavují pouze v nejvýznamnějších stanicích. V těchto soupravách jsou zařazeny vozy první třídy, restaurační vozy a je možné si do nich zakoupit místenku. EuroCity (EC) jsou určeny především pro cesty do zahraničí. InterCity (IC) zajišťují provoz mezi největšími městy a dopravními uzly a to zejména na trasách Praha–Ostrava, Praha–Brno–Břeclav a Ostrava–Břeclav. Expresy (Ex) spojují Prahu s městy i mimo hlavní trasy (Veselí nad Moravou, Luhačovice, Zlín) a staví ve více stanicích než ostatní VVK. Ve vybraných expresech jsou řazeny restaurační vozy nebo je poskytována možnost občerstvení formou roznáškové služby.
- c) **Meziregionální vlaky.** Jsou určeny pro cestování na dlouhé vzdálenosti především v rámci České republiky se zastávkami pouze ve významných stanicích. Ve vlacích jsou řazeny vozy 1. třídy a je možné si zakoupit místenku. Rychlíky (R) tvoří pátevní systém železniční dopravy. Propojují významná města po celé České republice. V některých rychlících je poskytována možnost občerstvení formou roznáškové služby nebo v restauračním voze. EuroNight (EN) soupravy jsou určeny pro pohodlné noční cestování především do zahraničí (Praha–Berlín; Budapešť; Košice). Ve vlacích jsou řazeny lůžkové a lehátkové vozy, které jsou s příplatkem. Občerstvení je možno zakoupit u průvodců lůžkových a lehátkových vozů.
- d) **Regionální vlaky.** Osobní vlaky (Os) jezdí na krátké vzdálenosti, zastavují ve všech stanicích a zastávkách. Spěšné vlaky (Sp) staví pouze ve významnějších stanicích a zastávkách, jsou určeny pro cestování na střední vzdálenosti. Ve vybraných regionálních vlacích jsou zařazeny i oddíly 1. třídy.

## 1.4 Vliv kategorií na výsledek

Pro výslednou interpretaci frekvenční dostupnosti je důležité, jaké kategorie vlaků budou do analýzy zahrnuty. Pokud jsou zkoumány kategorie odděleně, měla by bodová dostupnost klesat s přibývajícím železničním uzly, které lze definovat jako stanice, odkud vlaky stejné kategorie odjíždí alespoň do tří různých směrů. Ve skutečnosti tomu tak být nemusí, protože rychlíky i VVK na některých trasách nestaví vždy ve stejných stanicích. Např. ve stanici Zbiroh na trase Plzeň-Praha staví pouze 30 % rychlíků, které přes Zbiroh jedou. To znamená, že všem stanicím na jedné trase nelze automaticky přiřadit stejnou frekvenci spojů. Je třeba se nejprve přesvědčit, zda na příslušné trase staví rychlíky ve stejných stanicích. Osobní vlaky staví ve všech stanicích a frekvence spěšných vlaků není vůči osobním příliš vysoká. Lze tedy předpokládat, že frekvenční dostupnost osobních a spěšných vlaků bude stejná na celé trati. Z toho je možné vycházet při výběru metody znázornění. U liniové dostupnosti nelze říci, že klesá či roste v závislosti na nějaké proměnné. Na rozdíl od bodové totiž není vázaná na jedno cílové místo.

V případě sledování více kategorií dohromady, bude dostupnost stanic, ve kterých staví vlaky všech kategorií, lepší než ve zbylých stanicích. Na úrovni ČR se nabízí sloučit rychlíky a VVK, protože jsou obě kategorie určeny pro přepravu na dlouhé vzdálenosti. Navíc sledovat pouze VVK by mělo malou výpovědní hodnotu, vzhledem k tomu, že staví jen v necelých 19 % stanic. Na druhou stranu by ale bylo nepřesné vyřadit VVK z analýzy, protože jsou významným typem spojení zejména na Moravě. Spojení těchto dvou kategorií bude ve výsledku znamenat na některých tratích jistou „skokovitost“ v dostupnosti. Česká Třebová bude mít např. mnohem lepší dostupnost do Prahy než Přelouč, ačkoliv je na stejné trase dvojnásobně dál. Je tedy vidět, že frekvenční dostupnost nemusí být spojitou veličinou. Spojení rychlíků a osobních vlaků by zapříčinilo velké množství stanic blízko sebe a také větší rozdíly v dostupnosti mezi sousedními stanicemi, což by mohlo mapu znepřehlednit. U liniové dostupnosti je třeba dbát na vhodný výběr významných stanic. Při spojení více kategorií je lepší vybírat takové stanice, ve kterých staví hierarchicky vyšší kategorie vlaků. Jinak by všechny spoje vyšší kategorie nebyly započteny. Nemohou být např. počítány spoje osobními vlaky a rychlíky mezi Prahou a Čelákovici, když v nich rychlíky nestaví.

## 2 METODY

Otázka znázorňování jevů do mapy je stará jako samy mapy. Kartografické znaky kódující prostorové informace se vyvíjí a jsou přizpůsobovány tak, aby byly pro čtenáře mapy co nejvíce pochopitelné. Následující kapitola je věnována metodám, které lze využít a diskuzi jejich využitelnosti v prostředí ArcGIS. U nás se metodami znázorňování jevů do mapy zabýval např. Hůrský (1967). Ten zkoumal dojížděku do práce v zázemí Ostravy, kterou zobrazil sedmi různými metodami. Obecnou kategorizaci kartografických metod popisuje Kaňok (1992). Ten dělí metody podle toho, zda jsou zobrazovány kvantitativní či kvalitativní jevy. Frekvenční dostupnost je kvantitativní veličina, lze ji tedy vyjádřit číselně. Z pěti metod pro kvantitativní jevy se nabízí zejména metoda kartodiagramu. Otázkou je využití izolinií, které jsou výsledkem interpolace nebo i síťové analýzy.

### 2.1 Kartodiagram

Kartodiagramy jsou jedním z nejpoužívanějších vyjadřovacích prostředků v tematické kartografii. Jedná se o soubor diagramů v mapě, které zobrazují absolutní hodnoty jevu (Voženílek 2001). Používá se tedy pro kvantitativní jevy a k vyjádření jeho hodnot se používá různá velikost diagramu. Některými kartodiagramy lze zobrazit i strukturu daného jevu. Podle typu dat, které diagramy v mapě zastupují, se kartodiagramy dělí na bodové, liniové a plošné. Bodové a plošné se rozdělují na stejné druhy. Liší se pouze tím, že bodový je vázán na konkrétní místo v mapě, zatímco plošný reprezentuje celé ohraničené území. Podrobná klasifikace kartodiagramů je uvedena např. v učebních textech Kaňoka (1992).

Z bodových kartodiagramů umožňuje ArcGIS použít jen některé nejpoužívanější druhy jako je jednoduchý a složený jednoměřítkový, strukturní kompletní a součtový kompletní kartodiagram. Pro frekvenční dostupnost je možné využít z uvedených druhů pouze dva. Jednoduchým kartodiagramem lze znázornit pouze velikost daného jevu, zatímco součtovým je možné vyjádřit navíc i jeho vnitřní strukturu.

Možnosti využití liniového kartodiagramu v ArcGIS jsou značně omezené zvláště u stuhových. Vektorové kartodiagramy lze vytvořit v extenzi kreslení (draw) nebo vytvořením nové datové vrstvy. Pro frekvenční dostupnost ovšem nejsou použitelné. Ze stuhových kartodiagramů je možné použít pouze jednoduchý, kde se kvantita jevu zobrazuje pomocí šířky linie.

Ostatní druhy software ArcGIS zobrazit neumožňuje, ačkoliv by některé další bylo možné využít. Např. součtovým kartodiagramem lze kromě počtu spojů jedoucích na trati rozlišit, jak velký podíl tvoří rychlíky, VVK nebo osobní vlaky. Strukturní kartodiagram zobrazuje pouze strukturu jevu a nikoliv její velikost. Mohl by se použít jako doplněk k jiné metodě.

Plošný kartodiagram by pro vyjádření frekvenční dostupnosti neměl příliš velký smysl. Mohl by být použit snad jen jako doplňující informace, která by čtenáři oznamovala např. průměrný počet spojů do Prahy na jednu železniční stanici v kraji.

## 2.2 Izolinie

Kaňok (1992) definuje izolinie jako „čáry, spojující místa stejné hodnoty jevu“. Většina používaných izolinií má svůj speciální název. Jejich odborným názvoslovím se zabýval R. Čapek, který popsal 413 izolinií (Čapek 1979 cit. v Kaňok 1992). V prostředí ArcGIS mohou izolinie vznikat buď interpolací bodového pole nebo za pomoci síťové analýzy.

### 2.2.1 Interpolace

Existuje velké množství jevů, které se vyskytují plošně po celém území, ovšem většinou je není možné změřit všude. Jsou k dispozici např. jen teploty či srážky z několika míst. Interpolací se odhadnou hodnoty mezi změřenými místy na základě různých matematických funkcí a získají se tak hodnoty pro celé území. Interpolačních metod existuje celá řada. ArcGIS nabízí šest často používaných. Informace o nich byly získány v nápovědě programu, která je dostupná i na internetových stránkách společnosti ESRI.

- IDW (Inverse Distance Weighted) je metoda interpolace, která odhaduje hodnotu pixelů váženým průměrem hodnot okolních vstupních bodů. Váhami jsou vzdálenosti od okolních bodů. Čím blíže je vypočítávaný pixel ke vstupnímu bodu, tím má větší váhu a víc hodnotu pixelu ovlivňuje. Výsledný rastr tudíž nabývá stejného rozpětí hodnot jako vstupní data. Tato metoda předpokládá, že vypočítávaná proměnná klesá se vzdáleností od známých bodů. Tím pádem často vznikají „oka“ kolem vstupních dat.
- Kriging je podobně jako metoda IDW často používaná. Výsledek je také vážený průměr, ovšem kromě vzdálenosti od vstupního bodu je vahou také celkové prostorové uspořádání naměřených bodů.
- Natural neighbor je metoda založená na vytvoření Thiessenových polygonů okolo každého vstupního bodu. Při výpočtu hodnot jednotlivých pixelů jsou i kolem nich vytvořeny Thiessenovy polygony a podle proporční velikosti překryvu obou polygonů je pixelu přiřazena hodnota. Stejně jako u metody IDW nabývá rastr stejného rozpětí hodnot jako vstupní data.
- Spline je metoda interpolace, která odhaduje hodnoty použitím matematické funkce, která minimalizuje celkové zakřivení povrchu. Vytvořený povrch prochází přesně vstupními body, mezi nimiž jsou hodnoty vypočítány tak, aby vytvořily plynulý a hladký povrch. Vý-

sledné rozpětí hodnot tedy bývá větší než u vstupních dat. Záleží na tom, jestli je použita metoda *Tension*, která udělá povrch více plošší, a nebo metodu *Regularized*, u které je zakřivení větší. Metoda spline není vhodná pro data, kde sousední body jsou blízko sebe a mají velmi rozdílné hodnoty.

- Topo to raster je metoda speciálně navržená pro tvorbu hydrologicky správného digitálního modelu terénu. Metoda je založena na programu ANUDEM vyvinutého Michaelem Hutchinsonem. Umožňuje nastavit řadu užitečných parametrů, které interpolaci zpřesňují. Kromě bodové vrstvy s naměřenými hodnotami, lze přidat vrstvu s hranicí interpolovaného území, vrstvu s vodními toky nebo i bodovou vrstvu s místy, kde jsou deprese. Navíc tato metoda jako jediná v ArcGIS nabízí interpolaci liniové vrstvy.
- Trend je komplexní polynomická metoda interpolace, která prokládá povrch metodou nejmenších čtverců. Nejvíce se hodí na hladké, málo členité povrchy, neboť zachycuje hlavní rys či trend interpolovaných dat. Výslednou podobu povrchu si lze představit jako když se terénem proloží papír, který prochází místy s nejmenší odchylkou od vstupních hodnot. U této interpolace je nutné počítat s odchylkami i u vstupních bodů.

### 2.2.2 Síťová analýza

Síťová analýza se používá pro prostorové úlohy, jejichž základem jsou sítě. Ty si lze představit jako soubor uzlů a hran, kde hrana je spojnice dvou uzlů. Z každého uzlu může vystupovat libovolný počet hran. Nejběžnější příklad sítě je dopravní síť, kde uzly představují křižovatky. Každá hrana je oceněna hodnotou, která ji charakterizuje. Může se jednat o vzdálenost, čas, kapacitu nebo např. peníze potřebné k překonání daného úseku (Blahník 2009).

V takto vytvořené síti lze hledat nejkratší či nejvýhodnější cestu mezi dvěma určenými uzly. Pro frekvenční dostupnost má ovšem větší význam tvorba zón obslužnosti (service area). Výsledkem této úlohy jsou polygony, které vymezují oblasti se zvolenými intervaly dostupnosti do cílového uzlu. Hranice polygonů tedy tvoří linie, které spojují místa se stejnou naměřenou hodnotou, tzv. izolinie.

Pro tvorbu dostupnostních analýz se zóny obslužnosti používají běžně. Princip spočívá v tom, že se hodnoty hran od zdrojového uzlu kumulativně sčítají. Frekvenční dostupnost je od ostatních dostupností odlišná v tom, že se nekumuluje s přibývajícím vzdáleností od zdroje a má směrem od zdroje spíše klesající tendenci. Aby se mohl počet spojů z cílové stanice kumulativně sčítat, musely by být úseky oceněny zápornou hodnotou, o kolik se počet spojů liší od předchozího úseku. Sčítat záporná čísla ovšem síťová analýza neumožňuje. I kdyby to možné bylo, počítat rozdíly pro větší množství tratí by bylo komplikované, poměrně nepřehledné a výsledek by možná nebyl adekvátní vynaložené práci.

### 3 METODIKA

Sběr dat a jeho zpracování je závislé na tom, jaká metoda zobrazení bude použita. Použití dané metody je pak závislé na tom, na jaké úrovni bude frekvenční dostupnost zkoumána. Proto je tato kapitola rozdělena na dvě části podle sledované úrovně. Je věnována tvorbě datové základny a metodice sběru dat.

Samotná data potřebná pro zjištění počtu spojů mezi stanicemi a zastávkami je volně přístupná v podobě elektronického jízdního řádu IDOS, který vede společnost CHAPS spol. s.r.o. z pověření Ministerstva dopravy České republiky. Jízdní řád je možné používat online přímo na internetových stránkách IDOS. Druhou možností je offline verze jízdního řádu ve formě počítačového programu, který je ke stažení na stránkách Českých drah. Pro zjišťování počtu spojů je výhodnější používat počítačovou aplikaci Jízdní řád ČD 2009/2010 (dále jen JŘ), protože ve stavovém řádku programu se ukazuje počet spojů mezi zadanými stanicemi, takže se nemusí počítat. Jako datum pro vyhledávání spojů byl vybrán čtvrtek 15. 4. 2010, který odpovídá běžnému pracovnímu dni. Není ani v letním období, kdy dopravci vypravují speciální spoje navíc, ani ve svátky, kdy je provoz omezen.

Datové vrstvy s železniční sítí, železničními stanicemi a další podklady jsou převzaty z elektronické databáze ArcČR 500 verze 2.0 od společnosti Arcdata Praha, s.r.o. Tyto data jsou zpracovaná v měřítku 1:500 000, což je pro účely této práce dostačující a pro mě byla tato data také nejdostupnější.

Jako první byla v ArcCatalogu vytvořena osobní geodatabáze s názvem Frekvenční dostupnost. V ní byly vytvořeny pro lepší přehlednost a orientaci dva feature datasey v souřadném systému S-JTSK: Makroúroveň a Mikroúroveň. Do každého z nich byly ukládány příslušné datové vrstvy.

### 3.1 Makrouroveň

Na úrovni celé ČR, kde byly sledovány pouze spoje rychlíků a VVK, byly postupně analyzovány oba typy frekvenční dostupnosti. Nejprve byla zjišťována bodová dostupnost do Prahy z ostatních měst v Česku. Počet spojů byl přiřazen městům resp. železničním stanicím. Analýza liniové dostupnosti byla dosažena přiřazením počtu spojů liniím (tedy železnicím). Udává kolik spojů projede mezi dvěma stanicemi za určitý časový úsek, což lze interpretovat jako vytíženost tratě.

Prvním důležitým krokem bylo zjistit, po jakých tratích vůbec rychlíky jezdí. To je možné vyčíst z knižního jízdního řádu, ve kterém je přiložena aktuální mapa železniční sítě, která je přístupná i online na stránkách Správy železniční dopravní cesty. Dvě tratě, po kterých jezdí rychlíky, nebyly do analýzy zahrnuty. Jedná se o trať České Budějovice–Nové údolí, kde jede pouze jeden spoj denně v letním období a trať mezi Kroměříží, Valašským Meziříčím a Ostravou, kde jezdí pouze jeden spoj týdně.

V databázi ArcČR 500 jsou k dispozici dva druhy železniční sítě, které se liší svou strukturou. Vrstva ZELEZ je složena spíše z kratších úseků, které většinou představují spojnice mezi přestupními stanicemi. Je tedy vhodná např. k síťovým analýzám. Vrstva ZEL\_TRAT obsahuje dlouhé úseky železnice, kde jedna linie představuje celou trať a je tedy snazší železnice vybírat. V této práci byly využity obě vrstvy podle vhodnosti jejich použití.

#### 3.1.1 Bodová dostupnost

V Česku je podle databáze ArcČR 500 více než 2700 železničních stanic. Bylo tedy potřeba co nejdříve vybrat ty stanice, kde staví rychlíky. Prvním krokem bylo vybrat takové stanice, které leží do vzdálenosti 100 m od rychlíkových tratí (některé stanice neleží přesně na železniční trati).<sup>1</sup> Pomocí nástroje *select by location* se tak zredukoval počet stanic na méně než polovinu. Hledané stanice bylo nakonec nutné vybrat ručně. Nejefektivnější způsob jak je najít, bylo za pomoci programu JŘ v části odjezdy. Zde jsou přehledně uvedené zastávky na zadané trase. Pro nalezení správných stanic je nutné zaškrtnout v možnostech programu vyhledávání pouze rychlíkových spojů a vlaků vyšší kvality. Souběžně s hledáním byly v editačním módu programu ArcGIS mazány stanice na hledaných trasách, kde rychlíky nestaví. Tímto způsobem zůstalo necelých 250 hledaných stanic, které byly vyexportovány do geodatabáze jako nová třída prvků (feature class) s názvem Stanice\_R.

---

<sup>1</sup> Vzhledem k tomu, že rychlíkové tratě bylo nutné vybrat ručně, bylo výhodnější použít vrstvu ZEL\_TRAT. Zde bylo nutné vybrat 50 tratí a některé mírně upravit, zatímco ve vrstvě ZELEZ by bylo potřeba vybrat přes 450 krátkých úseků.

V atributové tabulce těchto stanic byl vytvořen nový atribut PRAHA, do kterého byl zapisován počet spojů za celý den z dané stanice do Prahy. Počet spojů byl určován podle následujících pravidel, která se dají v JŘ nastavit:

- Uvažují se spoje maximálně s jedním přestupem, což je adekvátní počet pro dopravu rychlíky do hlavního města. Mnoho přestupů také zvyšuje jízdní dobu a snižuje pohodlí cestujících. Toto kritérium navíc splňuje většina stanic.
- Maximální doba na přestup je 1 hodina, aby byly vyloučeny jen spojení s velmi špatnou návazností, zejména ve večerních hodinách.
- V případech, že je možné jet více trasami, činí odchylka od nejkratší trasy 25 %. Byla uvažována hodnota 50 %, ale tím byly vyhledány i spoje, které byly velmi nevýhodné a pro cestující prakticky nevyužitelné, viz diskuze a závěr.
- Počet spojů je brán v úvahu jen jedním směrem (do Prahy), přičemž cílová stanice je nastavena jako obec a město, což vyhledá spoje, které jedou do jakéhokoliv nádraží v zadaném městě (Praze).

Z deseti stanic nejedí žádné spoje, které by splňovaly všechny výše uvedená pravidla. Jedná se o 6 stanic na trati mezi Jeseníkem a Krnovem. Zde by byla potřeba dvou přestupů. Dále nevyhovuje stanice Semily, kde spoje do Prahy překračují dobu přestupu o půl hodiny. Zbylé 3 stanice se nachází na trati mezi Jihlavou a Brnem. Z těchto stanic by na nejkratší cestu do Prahy byly zapotřebí dva přestupy i delší doba na přestup. Uvedené stanice byly označeny za nevyhovující a jsou v mapě odlišeny od ostatních (viz mapa 1).

Pravidlo o maximální povolené odchylce je myšleno od nejkratší rychlíkové trasy. V JŘ je tato odchylka počítána od nejkratší možné trasy, která zahrnuje i tratě, po kterých jezdí jen osobní vlaky. V případech, kdy se nejkratší rychlíková trasa neshoduje s nejkratší možnou, nemusí JŘ vyhledat na takovýchto trasách žádné spoje. U takovýchto stanic bylo nejlepší pro nalezení spojů odchylku v programu zrušit. V případě více možných tras byla odchylka vypočítána ručně.

Program JŘ zobrazuje i spoje, které se zdají být diskutabilní. Jedná se v zásadě o dvě situace. Tou první je případ, kdy ze stanice odjíždějí vlaky do Prahy dvěma směry ve stejný čas. Jedna trasa je ovšem delší, tudíž dražší a cesta trvá i výrazněji déle. Tato situace se týká Českých Budějovic (trasa přes Písek), Chodova a Karlových Varů (trasa přes Cheb). Ačkoliv spoje splňují daná pravidla, pro cestující do Prahy mají smysl pouze ty po kratší trase. Počet všech spojů v těchto stanicích tak může být zavádějící.

Druhá situace je více subjektivní a týká se tří stanic na koridorech. Diskutabilní se zdá být využitelnost rychlíkových spojů vůči vlakům vyšší kvality (v případě rovnosti cen). Například z Brna odjíždějí rychlíky dříve než následující spoje Ex, IC nebo EC, ale do Prahy přijedou později. Z Olomouce odjíždí většina rychlíků téměř ve stejném čase jako EC a IC, ale jízdní doba je delší o 20 minut. Z České Třebové odjíždějí rychlíky přibližně 20 minut před VVK, ale doba příjezdu do Prahy je téměř stejná. Otázkou tedy je, zda jsou tyto spoje využívány pro přepravu



cestujících až do Prahy. Spoje popsané ve výše uvedených situacích lze označit slovem *nevýhodné*, a sice z finančního nebo časového hlediska. Bylo by obtížné určit, která varianta počtu spojů je lepší, neboť záleží na účelu použití. Všechny spoje budou například vhodné v případě, že chceme zjistit, kolik lidí je možné přepravit mezi dvěma stanicemi. Výhodné spoje mohou zajímat cestující, kteří chtějí vědět, kolik spojů je pro ně v praxi použitelných.

S ohledem na tyto možné komplikace byly spoje rozlišovány podle toho, jestli jsou kratší či delší trasou a jestli jsou spoje rychlíkové či se jedná o spoje VVK. Kombinací těchto dvou rozlišovacích kritérií vznikly čtyři kategorie spojů: rychlíkové / VVK spoje po kratší / delší trase. Do atributové tabulky železničních stanic byly přidány 4 atributy, do kterých byl zapisován počet spojů příslušné kategorie. Jejich součtem byl získán celkový počet všech spojů do Prahy.

Aby bylo dosaženo přesného celkového počtu spojů, byly hledány spoje pro každou možnou trasu zvlášť. V JŘ se totiž v některých situacích nezobrazují všechny možné spoje, ale jen ty, které považuje za časově výhodné. Někdy ovšem zase časově nevýhodné spoje zobrazuje, jak již bylo uvedeno. Např. z Břeclavi lze jet do Prahy přes Brno 15 spoji a přes Olomouc 8 spoji. Pokud se ale vyhledává spojení z Břeclavi do Prahy a není specifikováno přes kterou stanic, počet nalezených spojů je pouze 17. JŘ se tedy snaží o určitou selekci, jejíž pravidla ovšem nejsou zřejmá a nepřinášejí vždy stejné výsledky.

Podobné problémy byly řešeny se soupravami SC Pendolino, které nabízí rychlejší, komfortnější, ale dražší cestování. Jsou tedy další alternativou nejen k rychlíkům, ale i k vlakům IC a EC. Spoje ze stanic, ve kterých lze nastoupit do soupravy SC Pendolino, byly počítány následujícím způsobem. Nejprve byly hledány v JŘ spoje bez vlaků SC a poté k nim byly přičteny nalezené spoje, které nabízejí jízdu v těchto moderních soupravách. To zaručuje, že se nevynechají spoje, které jedou v podobný čas jako Pendolino, ale nezobrazí se, protože jsou pomalejší.

Z několika stanic na Moravě je možné přesehnout z přímého rychlíku do Prahy v jiné stanici na VVK a být tak v Praze rychleji. Tyto dvě možnosti jsou počítány pouze jako jeden spoj, protože se jedná o jeden vlak, který z dané stanice odjíždí. Pokud by se takovéto spoje počítaly dvakrát, mohlo by se teoreticky stát, že počet spojů do Prahy by byl větší, než je počet projíždějících vlaků. Jinými slovy, bodová dostupnost by byla větší než liniová, což není možné. Stejně je to v případě rychlíku, z kterého je možné přesehnout ve dvou různých stanicích, a jet do Prahy odlišnými trasami. Jedná se sice o dvě možnosti, jak se do Prahy dostat, ale cestující odjíždí ze stanice stejným vlakem ve stejný čas. Takovéto možnosti se objevily např. ve stanici Dvůr Králové nad Labem. Ze stanic, přes které jezdí VVK, ale nestaví tam, je možné dojet k nejbližší významné stanici, která ovšem leží na opačném směru než Praha a odtud jet VVK. Cestující sice jedou opět přes výchozí stanici, ale nezastavují v ní. I takovéto spoje byly započítány např. u Chocně, Lipníku nad Bečvou nebo Studénky.

Kromě nových dat pro železniční stanice byly přidána data i pro železnice. Do nově vytvořeného atributu TYP\_SPOJU byly tratě rozlišeny podle toho, jestli po nich jezdí přímé spoje do Prahy či nikoliv.

### 3.1.2 Liniová dostupnost

Stejně jako bodová dostupnost byla i ta liniová počítána za celý den. Nalezené hodnoty jsou tak vždy celá čísla, která jsou jednodušší pro představu než desetinná čísla vyjadřující např. průměrnou hodnotu za jednu hodinu. Zjišťovat počet spojů mezi všemi sousedními stanicemi by bylo příliš časově náročné a výsledek by neodpovídal vynaloženému úsilí. Efektivnější je zaměřit se pouze na významnější stanice, což jsou zejména ty koncové a přestupní. Tomu je nutné přizpůsobit i datovou základnu, kterou tvoří bodová (žel. stanice) a liniová data (žel. síť).

Ve vrstvě Stanice\_R byl vytvořen nový atribut TYP, ve kterém byly stanice rozlišeny do tří kategorií podle významu. Nejprve bylo potřeba určit významné stanice, mezi kterými byl počet spojů vyhledáván. Jedná se o železniční uzly (ve smyslu definovaném v kapitole 1.4) a počáteční resp. koncové stanice, ve kterých stává většina projíždějících vlaků. Ačkoliv je Ústí nad Orlicí uzlem, nebylo označeno jako významná stanice, protože zde stává pouze zlomek projíždějících vlaků a výsledek by tam byl značně zkreslen. Aby bylo zřejmé, k jakým stanicím se údaj o počtu spojů vztahuje, byly zbylé stanice postupně rozlišeny podle toho, zda v dané stanici stává všechny projíždějící vlaky nebo jen některé. Uvedené typy stanic byly v mapě barevně odlišeny (viz mapa 2).

Pro liniovou dostupnost bylo výhodnější použít vrstvu železniční sítě ZELEZ, která lépe vyhovovala požadavkům pro tuto úlohu. Nicméně ji bylo nutné upravit pomocí nástrojů *split* (rozdělit) a *merge* (spojit) tak, aby se úseky mezi významnými stanicemi skládaly z jedné nepřerušované linie a tím se dal jednoduše přiřadit počet spojů. Zde se žádné problémy s určením počtu spojů neobjevily, protože spoje jsou přímé a existuje vždy jen jedna (nejkratší) trasa. Na rozdíl od bodové dostupnosti zde nejsou započítány spoje nejvyšší kvality (SC Pendolino), protože ty zastavují jen v několika nejvýznamnějších stanicích. Aby byly zaznamenány, musel by být počet spojů počítán právě mezi těmito stanicemi, např. mezi Pardubicemi a Olomoucí.

## 3.2 Mikroúroveň

Cílem této úrovně sledování je spojení obou předchozích map tak, aby bylo možné zjistit, kolik vlaků jezdí po určitém úseku trati a kolik z těchto vlaků je vhodných pro cestu do Prahy. Sběr dat ve Středočeském kraji byl zaměřen jak na stanice, tak na tratě. Železničním stanicím byly přiřazeny počty spojů do Prahy a železnicím počet vlaků, které po nich projedou. Sběr dat byl tedy stejný jako na makroúrovni. Odlišná je však jejich vizualizace.

Samotná příprava datových vrstev byla jednodušší než v případě makroúrovně. Potřebné byly totiž všechny železnice a všechny stanice ve Středočeském kraji. Pomocí funkce *clip* byla železniční síť ČR oříznuta podle Středočeského kraje a nástrojem *select by location* v něm pak byly vybrány všechny železniční stanice, které byly vyexportovány do geodatabáze jako feature class Stanice\_Os. Do její atributové tabulky byly vytvořeny tři nové atributy PRAHA, PRESTUPY a TYP, do kterých byl zapsán počet spojů, počet nutných přestupů do Prahy a typ stanice. V posledním atributu se rozlišují stanice na významné a ostatní kvůli liniové

dostupnosti. V případech, kdy bylo více zastávek v jednom městě, byla ponechána pouze ta hlavní, protože by byly příliš blízko u sebe. Liniovou vrstvu ZELEZ bylo nutné pospojovat nástrojem merge a někde rozdělit nástrojem split, aby spojnice mezi uzly tvořila jedna linie.

Při sběru dat z jízdního řádu bylo zjištěno, že databáze ArcČR 500 již není v některých místech aktuální a bylo ji třeba zaktualizovat. Několik tratí ve Středočeském kraji, které jsou ve vrstvě ZELEZ, nemohly být do analýzy zahrnuty, protože na nich momentálně není zajišťována osobní železniční přeprava. Jedná se o tratě: 013 (Bečváry–Bošice), 063 v úseku Kopicdlno–Dolní Bousov, 121 a 122 v úseku Rudná u Prahy–Hostivice–Podlešín, 125 (Krupá–Kolešovice) a trať 233 (Mochov–Čelákovice). Na dvou tratích došlo ke změnám u železničních stanic. Na trati 230 v úseku Čáslav–Světlá nad Sázavou vlaky nestaví v zastávce Bratčice a sousední zastávka Potěhy se dnes jmenuje Horuky u Čáslavi. K podobné změně došlo i na trati 071 mezi Nymburkem a Mladou Boleslaví, kde ve stanici Straky vlaky nezastavují a tamější stanice Vlkava byla přejmenována na Čachovice.

Podobně jako u bodové dostupnosti Prahy na makroúrovni byla zvolena pravidla, podle kterých byly spoje vyhledávány a zapisovány do nově vytvořeného atributu železničních stanic. Počty spojů byly vyhledány a zapsány za celý den.

- Uvažují se spoje s maximálně dvěma přestupy, což je pro celé území Středočeského kraje dostačující. Více přestupů by na poměrně krátké vzdálenosti do Prahy bylo pro cestující nepohodlné.
- Maximální doba přestupu je 45 minut, což eliminuje spojení, která jsou časově nevýhodná. Toto omezení je zaměřené na kvalitu dopravní obslužnosti. Jsou vybírány pouze spoje s dobrou návazností. Vzhledem k menšímu měřítku je tato doba kratší než na makroúrovni.
- Odchylka od nejkratší trasy je nastavena na 10 km. Je záměrně takto nízká, neboť se jedná o poměrně krátké vzdálenosti a s každým kilometrem také roste cena.
- Počet spojů je brán v úvahu jen jedním směrem (do Prahy), přičemž cílová stanice je nastavena jako obec a město, což vyhledá spoje, které jedou do jakéhokoliv nádraží v zadaném městě (Praze)

Ani v tomto případě se s určováním počtu spojů žádné komplikace neobjevily. Mírný problém byl s určením počtu přestupů, které je nutné při cestě do Prahy absolvovat. Z většiny zastávek jsou totiž dvě možnosti počtu přestupů. Extrémním případem jsou Zlonice, ze kterých jede jeden přímý spoj, spoje s jedním i dvěma přestupy. Určen je nejmenší počet přestupů, který tvoří alespoň významný menšinový podíl. V případě, že ze stanice odjíždí 7 spojů s dvěma přestupy a 4 spoje s jedním přestupem, je ke stanici přiřazen jeden přestup.

## 4 VÝSLEDKY A HODNOCENÍ

### 4.1 Makroúroveň

Na makroúrovni byly vyzkoušeny dvě metody, z nichž každá byla použita pro jiný typ frekvenční dostupnosti. *První metodou* je bodový součtový kartodiagram, který byl použit pro bodovou dostupnost do Prahy. Svou velikostí vyznačuje celkový počet spojů, barvou a velikostí výseče značí podíl jednotlivých kategorií vlaků využité pro cestu do Prahy. To je poměrně důležité, protože bez znalosti složení spojů by mohl být celkový počet u některých stanic překvapivě vysoký. Barva byla vybrána podle toho, jak jsou jednotlivé kategorie vlaků psány v JŘ: rychlíky červeně a VVK zeleně. Kratší trasy jsou udělány tmavším odstínem, aby budily dojem větší důležitosti. Pro makroúroveň se zdá být tato metoda nejlepší. Ačkoliv někde není vidět přes diagramy průběh a tloušťku železnice, důležitá je čitelnost kartodiagramu. Ten navíc podává informaci srozumitelně a přehledně. Anglický překlad tohoto kartodiagramu je pie charts. Pod tímto názvem je také v ArcGIS k dispozici. Jeho konstrukce je poměrně snadná, problémem je ale určení velikosti diagramů. Velikost je sice možné nastavit podle hodnot vybraného atributu (PRAHA), není ovšem jasné, jakým způsobem je přepočítávána hodnota na velikost diagramu.

Otázkou je vypovídající schopnost mapy bodové dostupnosti. Tím, že do analýzy nebyly zahrnuty osobní vlaky, může být výsledná interpretace dostupnosti zavádějící. Z některých stanic by totiž bylo výhodnější pro cestu do Prahy využít i osobních vlaků, neboť rychlíky mohou jezdit nevýhodnou trasou nebo je mezi nimi špatná návaznost. Příkladem může být většina stanic na trati mezi Chomutovem a Plzní, které mají mnohem lepší spojení přes místní tratě do Rakovníka či Lužné u Rakovníka a odtud přímým rychlíkem do Prahy. Při vyhledávání těchto spojů bylo nutné nastavit v JŘ neomezenou odchylku od nejkratší trasy, aby byly nalezeny spoje nejkratší rychlíkovou trasou (přes Plzeň). Ze stanic mezi Jihlavou a Brnem, které byly označeny za nevyhovující jezdí osobní vlaky přímo do Havlíčkova Brodu, odkud jezdí rychlíky do Prahy. Splňovaly by tedy všechna stanovená pravidla. Špatná dostupnost s rychlíky v těchto stanicích je způsobena tím, že z Jihlavy jede pouze jeden přímý spoj do Prahy brzy ráno. Pokud by jich jezdilo více, byla by dostupnost dobrá. Pro místní dopravu jsou tedy vhodnější osobní vlaky. Další hůře dostupnými oblastmi jsou oblasti kolem Letohradu a Jeseníku. Zde mají větší

přednost osobní vlaky, jelikož se jedná o periferní oblasti s náročnějším terénem. Mapu 1 je proto nutné interpretovat jako počet odjíždějících rychlíků či VVK vhodných pro cestu do Prahy.

Nejlepší frekvenční dostupnost je podle očekávání na železničních koridorech a dalších důležitých tazích, zejména na trase Děčín–Praha–Přerov–Ostrava a Břeclav–Přerov. Vůbec nejlepší dostupnost do Prahy mají Pardubice, z kterých odjíždí 60 spojů za den, což je o čtyři spoje více než z druhého Kolína. Překvapující může být skutečnost, že moravské stanice mají lepší průměrnou frekvenční dostupnost (9,6 spojů) než ty české (8,6 spojů). To jen potvrzuje fakt, že frekvenční dostupnost není funkcí vzdálenosti. Vyšší dostupnost Moravy lze vysvětlit částečně tím, že je tam větší variabilita tras a navíc kromě rychlíků tvoří vysoký podíl spojů VVK, které kompenzují její horší časovou dostupnost.

Zajímavým případem je krajské město Zlín, u kterého by mohla být překvapivá jeho velmi nízká dostupnost (v podstatě nejnižší). Ta je ovšem dána tím, že sousedními Otrokovicemi prochází železniční koridor a staví zde všechny projíždějící vlaky. Obě města tvoří aglomeraci a osobní vlaky mezi nimi jezdí velmi intenzivně. Trať přes Zlín totiž vede jen do nedalekých Vizovic, kde je ukončena. Vypravovat na této krátké trati rychlíky by nemělo smysl. Přímo ze Zlína tak jede do Prahy pouze jeden raní expres.

Jako doplňující informace byly rozlišeny silnější čarou tratě, po kterých jezdí přímé spoje do Prahy (dále jen hlavní tratě). Čtenář tak zřetelně vidí, že stanice s přímými spoji mají obecně lepší dostupnost než ty s přestupem, což není překvapující. Číselné vyjádření to jen potvrzuje. Ze stanic na hlavních tratích odjíždí průměrně 10,8 spojů za den, zatímco na vedlejších tratích je průměr poloviční (5,4). Výjimku tvoří stanice na vedlejších tratích, ze kterých je možné jet více trasami, např. Vyškov na Moravě či Strakonice, kde jsou hodnoty nadprůměrné. Je také patrné, že přímé spojení s Prahou má většina stanic (65 %) i většina tratí (64 % jejich délky).

Jako *druhá metoda* byl použit jednoduchý líniový kartodiagram, kterým byla odlišnou šířkou znázorněna líniová dostupnost mezi sousedními železničními uzly. Jelikož se tento údaj vztahuje k železniční trati, vizualizování linií je vcelku logickým postupem. Tato metoda byla vybrána, podobně jako bodový kartodiagram, na základě dobré čitelnosti a názornosti. Na rozdíl od první metody zobrazuje objektivnější zobrazení skutečnosti. Nejsou zde žádná pravidla, která by dostupnost omezovala. Záleží pouze mezi jakými stanicemi se bude počet spojů počítat. V místech, kde je špatná dostupnost do Prahy, může jezdit relativně hodně vlaků. Kvůli špatné návaznosti spojů je však nelze využít všechny.

Na rozdíl od bodové dostupnosti by nebylo vhodné použít spojité měřítko pro šířku linie. Rozpětí hodnot je značné (2–111), takže by tratě s největší líniovou dostupností byly příliš široké. Bylo by tedy nutné hodnoty zlogaritmovat nebo odmocnit. Tím by se sice rozpětí hodnot zmenšilo, ale čtenář mapy by si složitě přepočítával počty spojů. Názornost mapy by se tak výrazně snížila. Bylo tedy zvoleno intervalové měřítko o šesti intervalech, které jsou pro tento statistický soubor dat nejvhodnější. Každá následující šířka linie je o 1,5 bodu širší, takže rozlišitelnost jednotlivých intervalů je dostačující.

Informace o počtu spojů byla v mapě 2 doplněna o typologii stanic podle důležitosti. Nejdůležitějším typem jsou významné stanice, mezi kterými je počet spojů počítán. Zbylé stanice jsou rozděleny na ty, kde stává všechny projíždějící vlaky a na ty, kde stává jen některé. Posledně uvedené stanice bývají nejčastěji na tratích, kde jezdí VVK. Objevují se ale i tam, kde jezdí pouze rychlíky. To dokazuje, že ani rychlíky nezastavují vždy ve stejných stanicích. Dále byly do mapy přidány krajská města pro lepší orientaci a stanice, ve kterých stává alespoň některé typy VVK.

I u mapy 2 je potřeba dbát na správnou interpretaci. Uvedené počty spojů mezi stanicemi nelze vždy považovat za celkové počty vlaků, které v daném úseku projedou. Odlišnosti mezi těmito dvěma pohledy vytváří skutečnost, že několik významných stanic na koridoru Praha–Ostrava nejsou zároveň stanicemi, kde stává všechny projíždějící vlaky. Např. mezi Prahou a Kolínem bylo nalezeno 111 spojů za den. Ve skutečnosti ale tudy projede celkem 142 vlaků. Toto číslo je součtem spojů na úsecích Praha–Pardubice (118) a Praha–Havlíčkův Brod (24). Přes Kolín tedy jede 31 vlaků, které v něm nezastavují a stává až v Pardubicích. Kromě Kolína jsou podobnými stanicemi i Česká Třebová, Zábřeh na Moravě a Hranice na Moravě. Odlišnosti způsobují zejména vlaky SC Pendolino, které zastavují jen v Olomouci a Pardubicích, a některé další VVK. Také většina vlaků typu EC z Brna do Prahy pouze projíždí Českou Třebovou a stává až v Pardubicích. Ačkoliv mezi Prahou a Kolínem projede nejvíce vlaků než jinde v Česku, není zde nejlepší liniová dostupnost. Ta je mezi Prahou a Pardubicemi, což ovšem z mapy 2 nelze poznat, protože tento údaj ani nezobrazuje. Více než 60 spojů nalezneme výhradně na úsecích 1. a 2. koridoru na trase mezi Prahou, Olomoucí a Bohumínem.

Na některých tratích se může zdát nelogické, že v jednom úseku tratě jezdí více vlaků než na jeho zbytku. Např. mezi Chomutovem a Mostem jezdí více rychlíků než na trati Cheb–Ústí nad Labem. Stejně tak mezi Lysou nad Labem a Poděbrady jede více rychlíků než na zbytku trati Hradec Králové–Praha. Vysvětlení je prosté. Zmiňované úseky jsou součástí ještě jiné trati: Most–Plzeň resp. Kolín–Lysá nad Labem–Ústí nad Labem.

## 4.2 Mikroúroveň

Pro sledování frekvenční dostupnosti na mikroúrovni byl zvolen Středočeský kraj. Jedná se o náš největší kraj, má nejvíce kulovitý tvar a hlavně má příhodný tvar železniční sítě, která se víceméně paprscitě sbíhá do našeho hlavního města, naší největší železniční křižovatky.

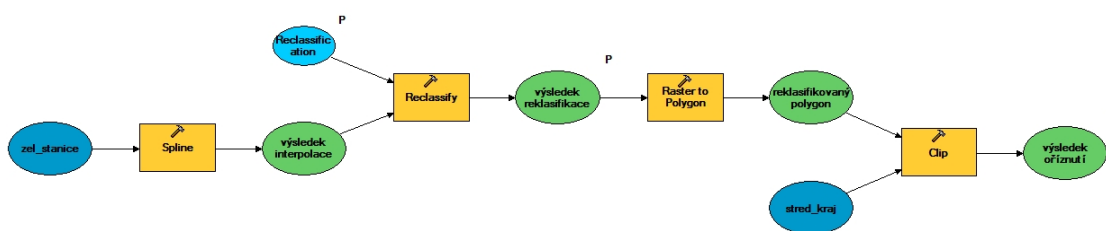
Použitím kombinace liniového a bodového kartodiagramu by došlo k zhoršení čitelnosti mapy, protože by často přes bodový kartodiagram nebyl vidět ten liniový. Z tohoto důvodu byl bodový kartodiagram nahrazen izoliniemi. Ty byly vytvořeny interpolací atributu PRAHA. Pro liniovou dostupnost byl opět použit liniový kartodiagram. Kvůli syntéze obou typů frekvenční dostupnosti do jedné mapy bylo nutné určit intervaly obou metod tak, aby si vzájemně odpovídaly. Počet intervalů nesmí být příliš vysoký, aby neztěžoval čitelnost mapy a rozlišitelnost jednotlivých kategorií. Kdyby byl ale příliš nízký, byly by intervaly moc velké a snížila by se vypovídající schopnost mapy. Ideální počet v tomto případě je 5 intervalů, protože dovolují dobrou rozlišitelnost jednotlivých kategorií šířky i jasu barvy. Samotná šířka intervalů byla nejprve zvolena pro liniový kartodiagram, protože zobrazuje objektivní údaje: skutečný počet projíždějících osobních vlaků. Bodová dostupnost už je vzhledem k pravidlům pro spoje určitou selekcí.

Intervaly byly vybírány tak, aby v žádné kategorii nebylo příliš mnoho prvků a aby byly vhodné i z estetického hlediska. Za předpokladu, že jezdí přibližně stejný počet spojů v obou směrech, je v ideálním případě bodová dostupnost o polovinu menší než liniová. Aby si intervaly obou dostupností odpovídaly, musely být pro izolinie taktéž poloviční, protože liniový kartodiagram představuje počet spojů v obou směrech, zatímco počet spojů do Prahy je většinou myšlen v jednom směru. Rozpětí dat pro liniovou dostupnost je od 8 do 116, přičemž největší četnost je mezi 16 a 26. Proto byly hraniční hodnoty zvoleny takto: 20, 30, 50 a 70. Intervaly pro bodovou dostupnost byly stanoveny následovně: 1–10–15–25–35–60.

Výsledkem interpolace je rastr, jehož hodnoty pixelů bylo potřeba rozdělit do výše uvedených intervalů. Toho bylo dosaženo funkcí *reclassify*, kterou se přiřadí původním hodnotám pixelů nové hodnoty tak, aby pixely ve stejném intervalu měly stejnou hodnotu. Vznikl tak nový rastr o pěti hodnotách, který byl převeden na polygony pomocí funkce *raster to polygon*. Tento polygon byl oříznut podle Středočeského kraje funkcí *clip*. Těmito operacemi byla převedena rastrová data na data vektorová, která je možné upravit a vhodně vizualizovat. Jelikož byla interpolace mnohokrát opakována kvůli nalezení vhodných hodnot různých parametrů, bylo výhodné vytvořit si v model builderu, který je součástí toolbox nástrojů, vlastní posloupnost funkcí (viz obr. 1). Jednotlivé úkony se tedy nemusely provádět zvlášť a všechny potřebné funkce byly na jednom místě. Stačilo vždy jen změnit názvy výstupů.

Na rozdíl od rychlíků je dostupnost osobních vlaků na celé trati stejná, takže výsledek interpolace lze považovat za jakási pásma dostupnosti o stejném intervalu hodnot, podobně jako je to u síťové analýzy. Bodová dostupnost do Prahy je rozlišena různým jasnem barvy, zatímco liniová se liší šířkou linie. Na mapě 3 by měl v ideální situaci nejtmaší barva odpovídat nejširší

linii, nejsvětější odstín nejtenčí linii apod. Tomuto předpokladu nejvíce odpovídají tratě, které se do Prahy sbíhají přímo cestou a tvoří tak páteř místní železniční sítě, po které často jezdí přímé spoje. Jedná se o tratě ze směru od Benešova, Dobříše, Zdic, Rakovníka, Vraňan, Mladé Boleslavi, Nymburka a Kolína. Dále to platí i pro některé navazující tratě, např. z Březnice, Zlonic, Čáslavi či ze Zruče nad Sázavou. Na uvedených tratích mají pouze čtyři stanice vyšší dostupnost než by měly mít, protože je možné odsud jet dvěma trasami. Týká se to Berouna, Rakovníka, Mladé Boleslavi a Nymburka.



Obr. 1 Model builder

Naopak odlišná dostupnost stanic je na tratích, které hlavní tahy propojují: Všetaty–Lysá nad Labem, Neratovice–Čelákovice, Čerčany–Skochovice nebo Mladá Boleslav–Nymburk. Zde bývá paradoxně bodová dostupnost lepší než očekávaná, protože je možné jet do Prahy oběma směry. Horší je dostupnost ve stanicích do Kladna, protože zde jezdí poměrně hodně spěšných vlaků, které po cestě do Kladna staví jen v Hostivicích. Nejhorší bodová dostupnost je přes Rakovník a Lužnou u Rakovníka. Na spoje, které v těchto dvou stanicích končí, časově navazuje jen několik málo vlaků, takže bodová dostupnost je zde velmi nízká, ačkoliv zde jezdí poměrně hodně vlaků.

Tab. 1 Parametry interpolace Topo to raster

Název parametru	Hodnota parametru	Popis parametru
drainage enforcement	no_enforce	ve výsledném povrchu se nevytvorí prohlubně
primary type of in. data	spot	převládajícími vstupními daty jsou body
output cell size	100	velikost výsledného pixelu
roughness penalty	0,1	ovlivňuje drsnost povrchu

Vzhledem k tomu, že frekvenční dostupnost není plošným jevem, bylo rozhodování o vhodné metodě interpolace založené spíše na vizuálním dojmu než na matematické přesnosti průběhu izoliní. Vhodná je taková metoda, která vytváří hladké a jednoduché tvary izoliní a která umožňuje dobrou čitelnost hodnot u všech stanic. V tomto ohledu jsou nejlepší metody Spline a Topo to raster. Po vyzkoušení obou interpolací byla zvolena druhá jmenovaná, neboť umožňuje nastavit více parametrů a tím i více ovlivnit výslednou podobu rastru. Také nevytváří



zbytečné ostrůvky a její čitelnost a vizuální dojem je o trochu lepší. Pro výsledný rastr byly použity parametry uvedené v tab. 1. Ostatním parametrům byly ponechány defaultní hodnoty.

Ostatní metody byly také vyzkoušeny, ovšem žádná z nich nespĺnila požadavky. Hlavním nedostatkem metody IDW je častá tvorba ostrůvků kolem vstupních bodů. Ani výsledek krigingu netvoří souvislejší plochu mezi body nabývajících stejných hodnot. A navíc mají izolinie často zbytečně složitý průběh. Poslední metoda natural neighbor sice vytváří nekomplikovaný tvar povrchu s hladkými izoliniemi, jenomže kolem hraničních hodnot intervalů se občas vytvořily příliš malé plochy, které byly velmi špatně viditelné. Navíc hranice interpolovaného území má tvar mnohoúhelníku, jejímiž vrcholy jsou nejzazší body výběžků železniční sítě. Vznikne tedy poměrně mnoho bílého místa u vnější hranice Středočeského kraje, které je nutné v editačním módu vyplnit.

**Tab. 2** Statistiky intervalů bodové dostupnosti

Interval dostupnosti	Počet stanic	Průměrný počet spojů	Průměrný počet přestupů
1 - 9	141	6,0	1,5
10 - 14	117	12,0	0,8
15 - 24	66	18,6	0,5
25 - 34	38	29,1	0,2
35 a více	23	45,1	0,0

Z tabulky 2 je patrná souvislost mezi bodovou dostupností a počtem přestupů. Stanice s přímými spoji s Prahou mají také nejlepší dostupnost a naopak. S přibývajícím přestupy tak počet spojů klesá. Z mapy 3 je také vidět, že z žádné stanice se dvěma přestupy nejede více než 9 spojů do Prahy. Tabulka 2 také dokazuje, že se zhoršující se dostupností, roste počet stanic, kterých se týká.

## 5 DISKUZE A ZÁVĚR

Vzhledem k tomu, že práce podobného zaměření není k dispozici, bylo nutné se vypořádat s několika problémy nebo se nad nimi alespoň zamýšlet.

Mnoho otázek vzbuzují samotné počty spojů do Prahy, které jsou popsány v kapitole 3.1.1. Pokud by se nestanovily žádná pravidla pro jejich výběr, mnoho komplikací by vůbec nenastalo. Na druhou stranu by ale byly započítány i spoje s příliš dlouhou jízdou nebo s příliš dlouhou trasou, které nejsou pro běžné cestující využitelné. Další možností jak se vyhnout komplikacím, je hledat pouze přímé spoje nebo spoje nejkratší trasou. Ačkoliv přímé spojení s Prahou má většina stanic, tato analýza by se měla věnovat celému Česku a nebyla by tak kompletní. Otázkou je také použití nejkratší trasy, která nemusí být také ta nejrychlejší. Ze Semil, Třebíče nebo Náměšti nad Oslavou přestupy na nejkratší trase značně prodlužují cestovní dobu. Delší trasa je sice vždy dražší, ale může nabízet časovou alternativu. I v případě, že spoj delší trasou trvá déle (v rozumné míře), mělo by to být zohledněno. V této práci byly spoje vybírány tak, aby co nejvíce odpovídaly praktickému využití.

Vyhledávání spojů značně usnadňuje elektronický jízdní řád ČD. Kromě možnosti nastavení užitečných pravidel pro vyhledávání spojů usnadňuje JŘ práci i v tom, že se nemusejí počítat nalezené spoje. Tato informace se objevuje ve stavovém řádku programu. Při práci s touto aplikací však bylo objeveno několik nedostatků, kterými program disponuje. Tím nejzákladnějším nedostatkem je to, že program neukazuje vždy všechny vyhovující spoje. Nelze se tak spolehnout, že nalezené spoje jsou všechny. Jak bylo naznačeno v kapitole 3.1.1, pokud je ze stanice možné jet do Prahy více trasami, a vlaky odjíždějí oběma směry v podobný čas, aplikace někdy zobrazí pouze jeden z těchto spojů. Je nutné hledat spoje každou trasou zvlášť.

Volba kartografických metod se odvíjí od typů vlaků, které jsou do patřičné úrovně sledování zahrnuty. Na makroúrovni by znamenalo zařazení osobních vlaků a všech stanic, ve kterých zastavuje, kromě velké náročnosti i zbytečně velkou podrobnost. Osobní vlaky jsou určeny spíše pro regionální dopravu a na takovémto měřítku se dají zanedbat. Pro cestování po Evropě jsou také vhodné spíše jen mezinárodní a dálkové spoje a k místním rychlíkům se příliš nepřihlíží. Navíc by to znesnadnilo použití bodového kartodiagramu, protože by se mapa stala nečitelnou kvůli příliš mnoha znakům. Popř. by se musel zredukovat počet stanic na rozumnou míru.

Naopak na mikroúrovni má sledování dostupnosti u osobních vlaků mnohem větší význam než u rychlíků. Ve Středočeském kraji totiž rychlíky staví v méně než 8 % stanic. Případné spojení obou typů vlaků by dobře popsalo skutečný stav a oněch 8 % stanic by patrně mělo nejlepší bodovou dostupnost. Otázkou je však výběr vhodné metody. Bodový kartodiagram se obecně na osobní vlaky příliš nehodí, protože stanic je poměrně hodně a především jsou blízko u sebe. Mapa by tak byla značně nepřehledná. Při použití izolinií by blízkost stanic nevalila, ale komplikací může být velký rozdíl hodnot mezi stanicemi, kde staví rychlíky, a stanicemi sousedními. Nejvhodnější interpolační metodou by patrně byla IDW, která má tendenci vytvářet kolem naměřených hodnot ostrůvky. Liniová dostupnost by se vytvořila jen velmi obtížně. Problém je v tom, že se na rychlíkových tratích významné stanice pro osobní vlaky neshodují s těmi, kde staví rychlíky. Za významné stanice by musely být určeny výhradně ty, kde rychlíky staví. To by znamenalo následující: mezi Benešovem a Prahou jede 95 rychlíků a osobních vlaků. Už v tom ale nejde zohlednit, že ze Strančic do Prahy jede o 35 osobních vlaků více. Mezi Benešovem a Strančicemi zase nejedí rychlíky, takže by zde byl výsledek nepřesný. Jediným řešením by bylo použití součtového liniového kartodiagramu, kde by se daly rychlíky vyčlenit a určit významné stanice zvlášť pro osobní vlaky a zvlášť pro rychlíky. ArcGIS ale tuto metodu nedovoluje použít.

V této práci byly metody vybírány tak, aby znázorňovaly co nejvíce informací, které jsou s frekvenční dostupností spojené a které ji vhodně doplňují. Frekvenční dostupnost byla rozdělena na dva typy podle toho, k jakému typu dat se počet spojů vztahuje. Liniová dostupnost zobrazuje počet spojů mezi sousedními stanicemi. Lze ji také interpretovat jako počet spojů, které na příslušné trati jezdí. Proto byly hodnoty přiřazeny železnicím a vizualizovány liniovým kartodiagramem. Kromě něj by bylo možné použít i izolinie a interpolovat liniovou vrstvu železnic, což dovoluje interpolace Topo to raster. Výsledek by ovšem byl špatně čitelný a nepřirozený. Šířka linie působí na čtenáře mapy srozumitelněji a logičtěji.

Bodová dostupnost představuje obecně počty spojů ze všech stanic do jednoho stejného cílového místa. Hodnota je přiřazena bodu (železniční stanici), takže za nejvhodnější metodu byl zvolen bodově lokalizovaný kartodiagram, do kterého lze navíc přidat i informaci o struktuře spojů. Tato metoda byla použita pro dostupnost v celé ČR. Dalším způsobem vyjádření bodové dostupnosti bylo použití izolinií, které vznikly interpolací hodnot železničních stanic ve Středočeském kraji. Z důvodů popsané v kapitole 2.2.2 nebylo možné použít k tvorbě izolinií síťovou analýzu.

Na frekvenční dostupnost má vliv několik faktorů. V první řadě je to samozřejmě zvolený typ vlaku, což je rozvedeno v kapitole 1.4. Dále je to význam dané stanice, potažmo význam trati, na které leží. Nejlepší dostupnost obecně je na koridorech, které jsou součástí mezinárodní železniční sítě a spojují Prahu, Brno či Ostravu s dalšími evropskými městy jako je Vídeň, Berlín, Mnichov, Varšava nebo třeba Moskva. O něco menší dostupnost je na tratích, které spojují Prahu s okolními krajskými městy jako Plzeň, České Budějovice nebo Hradec Králové. Vý-

sledná podoba bodové dostupnosti do značné míry závisí na stanovených omezení pro vyhledávání spojů. Klíčová se zdá být maximální povolená doba na přestup, která charakterizuje kvalitu dopravního spojení. Odchylka od nejkratší trasy byla zmenšena ze zamýšlených 50 na 25 %. V nalezených spojích se totiž objevovaly spoje cenově i časově neadekvátní. Z Olomouce přes Brno, z Chebu přes Ústí nad Labem nebo z Třebíče přes Veselí nad Lužnicí. U liniové dostupnosti záleží počet spojů na tom, jak se zvolí významné stanice. Pokud se zvolí tak, že v nich staví všechny vlaky, pak lze považovat počet spojů mezi stanicemi za počet projíždějících vlaků.

Izolinie sice nejsou ideálním prostředkem pro vyjádření počtu spojů, ale jejich použití má své opodstatnění. V kombinaci s liniovou dostupností, která je vizualizována liniovým kartodiagramem, byla vytvořena syntéza obou typů dostupnosti pro Středočeský kraj při zachování dobré čitelnosti. Její přínos tkví v tom, že v ní lze porovnávat počet vlaků vhodných pro cestu do Prahy s těmi, které tam celkově jezdí. Nastavení jasných pravidel pro spoje do Prahy umožňuje posuzovat kvalitu frekvenční dostupnosti. Ta může posloužit jako jedno z kritérií při hodnocení dopravní obslužnosti. Při plánování jízdních řádů se lze zaměřit na stanice s horší dostupností, která je způsobena špatnou návazností spojů.

Další rozvoj tématu by mohl směřovat k propojení frekvenční dostupnosti s jiným jevem, který s dopravou souvisí. Jak bylo nastíněno v kapitole 1.2, frekvence veřejné dopravy by se mohla porovnat s dojížděnkou do zaměstnání a identifikovat místa s nedostatečnou dopravní vybaveností. Případně by mohla být vytvořena analýza frekvenční dostupnosti na mezoúrovni a určit několik regionálních středisek, do kterých by se počet spojů počítal.

## SEZNAM ZDROJŮ INFORMACÍ

- ARCDATA Praha, s.r.o. 2006. ArcČR 500: vektorová databáze, verze 2.0. 2006.
- ARCDATA Praha, s.r.o. [online]. ©1992-2006. [cit. 2010-05-30]. Poslední úpravy 7. 12. 2007. Dostupné z WWW: <<http://old.arcddata.cz/>>.
- BLAHNÍK, P. 2009. *Historicko-geografická analýza dostupnosti Prahy železniční dopravou v období 1918-2020 pomocí GIS* [rukopis]. Praha, 2009. 49 s. + 1 CD-ROM. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie.
- CHAPS spol. s.r.o. 2009. Jízdní řád ČD 2009/2010 [elektronický zdroj]. Ver. 1.22. 2009.
- ČESKÉ DRÁHY a.s. [online]. [2009] [cit. 2010-01-05]. Poslední úpravy 17. 12. 2009. Dostupné z WWW: <<http://www.cd.cz/vnitrostatni-cestovani/nase-vlakly/-3528/>>.
- FOLTÝNOVÁ-BRŮHOVÁ, H. 2008. *Vymezení základních pojmů v dopravě* [online]. Enviwiki [cit. 2009-12-28]. Poslední úpravy 12. 6. 2008. Dostupný z WWW: <[http://www.enviwiki.cz/index.php?title=Vymezeni%20z%C3%A1kladn%C3%ADch\\_pojm%C5%AF\\_v\\_doprav%C4%9B&oldid=3527](http://www.enviwiki.cz/index.php?title=Vymezeni%20z%C3%A1kladn%C3%ADch_pojm%C5%AF_v_doprav%C4%9B&oldid=3527)>.
- HUDEČEK, T. 2008. *Akcesibilita a dopady její změny v Česku v transformačním období: vztah k systému osídlení* [rukopis]. Praha, 2008. 119 s. Dizertační práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře sociální geografie a regionálního rozvoje.
- HŮRSKÝ, J. 1969. *Metody grafického znázornění dojížděky do práce*. Rozpravy ČSAV : Řada matematických a přírodních věd. Praha : Academia, 1969, roč. 79, sešit 3.
- KAŇOK, J. 1992. *Kvantitativní metody v geografii – 1.díl : Grafické a kartografické metody*. Ostrava : Ostravská Univerzita, 1992. 235 s. ISBN 80-7042-700-0.
- KOCH, M. 2002. *Mikroregion Vranovsko* [elektronický zdroj]. Plzeň, 2002. [cit. 2010-06-26]. Odborná práce na Pedagogické fakultě Západočeské Univerzity. Dostupné jako soubor DOC z URL: <[http://www.vranov-region.cz/dokumenty/koch\\_mikroregion.doc](http://www.vranov-region.cz/dokumenty/koch_mikroregion.doc)>.
- KOLÁŘ, J. 2003. *Geografické informační systémy 10*. Praha : České vysoké učení technické, 2003. 161 s. ISBN 80-01-02687-6.

- MÁLKOVÁ, H. 2008. *Akcesibilita hypermarketů v ČR při využití GIS* [rukopis]. Praha, 2008. 51 s. + 1 CD-ROM. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie.
- PETR, T. 2008. *Akcesibilita čerpacích stanic v ČR s využitím GIS* [rukopis]. Praha, 2008. 46 s. + 1 CD-ROM. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie.
- POLÁČKOVÁ, J. 2008. *Podoba a struktura kvalifikačních prací na katedře* [online]. Praha, 2008 [cit. 2009-01-11]. Dostupné z URL: <<http://www.natur.cuni.cz/gis>>. Materiál vytvořený J. D. Bláhou pro studenty, kteří píšou svou kvalifikační práci na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy.
- POSOVÁ, D. 2001. *Hodnocení nezaměstnanosti a dopravní dostupnosti v kladenském regionu*. In: CHVÁTALOVÁ, A. (ed.). Regionální výzkum krajiny. Sborník geografických prací. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, 2001, s. 73-83. ISBN 80-7044-377-4. K dispozici také elektronicky na WWW: <<http://web.natur.cuni.cz/~posova/publikace.html>>.
- RALBOVSKÝ, M. 2008. *Použití GIS pro malé a střední podnikání*. Systémová integrace. 2008, roč. 15, č. 2. ISSN: 1210-9479. K dispozici také elektronicky na WWW: <<http://www.cssi.cz>>.
- RÖLC, R. 2004. *Hierarchie osídlení a dopravní systémy: specifika měřítkové diferenciaci na příkladě České republiky* [rukopis]. Praha, 2004. 166 s. Dizertační práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře sociální geografie a regionálního rozvoje.
- SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY, s.o. [online]. [2009]. [cit. 2010-01-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.szdc.cz/index.html>>.
- VOŽENÍLEK, V. 2001. *Aplikovaná kartografie I. : Tematické mapy*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. ISBN 80-244-0270-X.
- VOŽENÍLEK, V. 2004. *Geoinformatická gramotnost*. In: GIS Ostrava 2004. Sborník referátů z mezinárodního symposia pořádaného VŠB-TU v Ostravě. Ostrava, 2004. ISSN 1213-239X. K dispozici také elektronicky na WWW: <[http://gis.vsb.cz/GIS\\_Ostrava](http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava)>.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 CD s elektronickou verzí této práce