

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA**  
**Katedra technologie a řízení dopravy**

**RACIONALIZACE**  
**DOPRAVNÍ OBSLUŽNOSTI REGIONU**

**DISERTAČNÍ PRÁCE**

**2008**

**Ing. Bc. Pavel VANČURA**

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**  
Katedra technologie a řízení dopravy



**Racionalizace dopravní obslužnosti regionu**

**Ing. Bc. Pavel Vančura**

**Disertační práce**  
**2008**

**University of Pardubice**  
**Jan Perner Faculty of Transport**  
Department of Transport Techniques and Control



**Region Transport Service Rationalization**

**Ing. Bc. Pavel Vančura**

**Dissertation**  
**2008**

## Poděkování

Tato práce vznikla na základě cenných rad a připomínek prof. Ing. Vlastislava Mojžíše, CSc., za podpory Bc. Libora Knížka a díky pochopení Dopravního podniku hl. m. Prahy, a. s. a Informačního centra Městského úřadu Hořovice.

## SOUHRN

V první kapitole definuji pojmy vztahující se k dopravní obslužnosti regionu, které využívám při tvorbě verbálního a matematického modelu regionální mobility. Jasně vymezení těchto pojmů je předpokladem pro naplnění této disertační práce.

V druhé kapitole se věnuji analýze současného stavu vědeckého poznání problematiky regionální dopravní obslužnosti, při čemž jsem užil komparativní analýzu dostupných informací. Po provedené analýze současného stavu je možno konstatovat, že v českých zemích tato problematika není zatím dostatečně ani teoreticky řešena. Opačně je tomu v zahraničí a to především v německy mluvících zemích (Německo, Rakousko a Švýcarsko). Regionální doprava je dle dostupné literatury řešena souběžně se vznikem prvních integrovaných dopravních systémů (tzv. dopravních svazů), jejichž historie sahá až do začátku druhé poloviny dvacátého století. Pro vyváženost dostupných vědeckých zdrojů je součástí analýzy i pohled francouzský, anglický a americký.

Třetí kapitola se zabývá systémem veřejné hromadné dopravy. Jde především o její dekompozici včetně definování liniové a planiové dopravní obslužnosti, frondence a furcilace. Dále popisují regionální přepravní systém s důrazem na logistický a kvalitativní přístup.

Ve čtvrté kapitole se věnuji regionální planiové dopravní obslužnosti a její matematizaci na zjednodušeném modelu planiové obslužnosti. Z analýzy zahraničních zdrojů vyplynula potřeba zabývat se možnostmi využití různých způsobů dopravy pružně reagující na poptávku a to především z pohledu temporální a teritoriální nerovnoměrnosti.

Pátá kapitola již obsahuje verbální a matematický model regionální mobility. V této části konkrétního přínosu je disertační práce zaměřena na systém BOSSdrive, který popisují nejprve verbálně. Matematický model představuje aplikaci metod teorie grafů. Nejprve se věnuji členění modelu regionální mobility, následně definuji kritéria dostupnosti a algoritmus BOSSline, resp. BOSSroad jako aplikaci při hledání trasy dopravního prostředku po regionální síti.

Šestá kapitola obsahuje validaci modelu regionální mobility mezi potencionálními uživateli. Ověření správnosti nalezeného řešení realizují metodou anketního dotazování, pro niž stanovují metodiku. Součástí realizace dotazování je i jeho vyhodnocení.

V sedmé kapitole se zaměřuji na přínos této disertační práce, kterým je reálný model regionální mobility v podobě systému pro cestující s názvem BOSSdrive.

## SUMMARY

The terms related to regional transport service, and employed in designing a verbal and mathematical model of regional mobility, are defined in chapter one. An exact definition of these terms is a prerequisite of this thesis.

In chapter two, I pay attention to the analysis of the current scientific knowledge about the regional transport service. I perform a comparative analysis of the information currently available. As a result, I declare, that this issue is not sufficiently solved in the Czech Republic, either theoretically or practically. The situation is the opposite abroad, mainly in the German-speaking countries. According to the available literature, the issue of regional transport service has been addressed in these countries since the first integrated public transport systems came into existence. To give a comprehensive review, the French, English and American approaches are also mentioned.

Chapter three pays attention to public transport system. It offers an insight into its structure and defines the concepts of line and plane transport services, and the terms frondention and furlcation. Moreover, it describes the regional traffic system, with an emphasis on a logistic and qualitative approach.

Chapter four is dedicated to regional plane transport service and offers its simplified mathematical model. After the analysis of foreign scientific literature, it is possible to state, that more attention should be paid to different ways and means of transportation, in order to create a DRT, above all, with regard to considerable spatial and temporal fluctuations in demand.

Chapter five presents a verbal and mathematical model of regional mobility. In this part the focus is on the so-called BOSSdrive system, at first verbally, then mathematically described. The mathematical model applies the methods of graph theory. First, I structure the model of regional mobility then I define the criteria of accessibility and the BOSSroad algorithm, which is an application for public vehicles' route search within a regional network.

Chapter six contains the validation of the model of regional mobility by its potential users. To test the validity of the proposed solution, I have designed a questionnaire, and I proposed a methodology for its use. An evaluation of the results is included.

In chapter seven, I detail the contribution of this thesis that is a real model of regional mobility, a system for the passengers, the BOSSdrive.

## ZUSAMMENFASSUNG

Im ersten Kapitel definiere ich die sich auf die regionale Verkehrsbedienung beziehenden Begriffe, die ich bei der Bildung des verbalen und mathematischen Modells der regionalen Mobilität nütze. Die eindeutige Begriffbegrenzung stellt eine Voraussetzung für Erfüllung dieser Dissertationsarbeit dar.

Im zweiten Kapitel widme ich mich der Gegenwartzustandanalyse der Wissenschaftserkenntnisse auf dem Gebiet der regionalen Verkehrsbedienung, wozu ich die komparative Analyse der erreichbaren Informationen ausnützte. Nach ihrer Durchführung kann man feststellen, dass diese Problematik bis jetzt genügend in Tschechien weder theoretisch noch praktisch gelöst wird. Umgekehrt ist es im Ausland und vor allem in den deutschsprachigen Ländern, in denen nach der zugänglichen Literatur der Regionalverkehr gleichlaufend mit der Entstehung der ersten Verkehrsverbände gelöst wird. Die französische, englische und amerikanische Anschauung ist in der Analyse auch eingeschlossen.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit dem ÖPNV-System. Es geht vor allem um seine Dekomposition, einschließlich der Definition von Linien- und Planienbedienung, Frondention und Furzilation und Beschreibung des regionalen Beförderungsystems.

Im vierten Kapitel beschäftige ich mich mit der regionalen Planienverkehrsbedienung und ihrer Mathematisation mit Hilfe eines vereinfachten Modells. Aus der Analyse ergab sich eine Konzentration auf flexible Betriebsweisen, vor allem mit Rücksicht auf temporale und territoriale Ungleichmäßigkeiten.

Das fünfte Kapitel beinhaltet bereits ein verbales und mathematisches Modell der regionalen Mobilität, das ich BOSSdrive-System nenne. Das verbale Modell heißt Beschreibung und das mathematische Modell stellt eine Methodenapplikation der Graphtheorie dar. Zuerst lege ich eine Teilung des Mobilitätsmodells, dann die Erreichbarkeitskriterien und den BOSSline-Algorithmus für die zu rationalisierende Fahrt eines Fahrzeuges in der Region fest.

Das sechste Kapitel enthält die Validation des Modells der regionalen Mobilität unter den potentiellen Benutzern. Die Überprüfung folgt durch eine Umfrage, wofür ich eine Methodik festsetze und als Bestandteil der Realisierung eine Auswertung durchführe.

Im siebten Kapitel steht der Beitrag dieser Dissertationsarbeit im Focus. Es handelt sich um ein reales Fahrgastmodell der regionalen Mobilität mit Benennung BOSSdrive.

# OBSAH

Seznam zkratk	9
Úvod	10
<b>1 Terminologie</b>	<b>11</b>
1.1 Definice pojmů dopravní obslužnosti regionu	11
1.2 Definice systémů veřejné hromadné dopravy	12
1.3 Dílčí závěr kapitoly 1	14
<b>2 Analýza současného stavu vědeckého poznání v České republice a v zahraničí</b>	<b>15</b>
2.1 Česká republika	15
2.1.1 Příměstská a městská doprava	16
2.1.2 Železniční a autobusový princip	16
2.1.3 Členění veřejné hromadné dopravy	18
2.2 Zahraničí	19
2.2.1 Koncepty regionální dopravy	19
2.2.2 Převážní atributy	20
2.2.3 Síťová hospodárnost	22
2.2.4 Integrace	23
2.2.5 Provozní formy autobusových linek	24
2.2.6 Kvalita	29
2.2.7 Doprava pružně reagující na poptávku	30
2.3 Dílčí závěr kapitoly 2	31
<b>3 Veřejná hromadná doprava</b>	<b>32</b>
3.1 Dekompozice veřejné hromadné dopravy	32
3.1.1 Traťová zóna	35
3.1.2 Liniová a planiová dopravní obslužnost	38
3.1.3 Frondence a furcilace	40
3.2 Regionální přepravní systém	41
3.2.1 Logistické principy	42
3.2.2 Kvalita ve veřejné hromadné dopravě	43
3.3 Dílčí závěr kapitoly 3	47
<b>4 Regionální planiová dopravní obslužnost</b>	<b>48</b>
4.1 Planiová dopravní obslužnost	48
4.1.1 Principy teorie grafů	49
4.1.2 Matematizace planiové obslužnosti	50
4.2 Doprava pružně reagující na poptávku	54
4.2.1 Temporální nerovnoměrnost	55
4.2.2 Teritoriální nerovnoměrnost	56
4.3 Dílčí závěr kapitoly 4	57
<b>5 Verbální a matematický model regionální mobility</b>	<b>58</b>
5.1 Verbální popis BOSSdrive	58
5.2 Matematické řešení BOSSdrive	60
5.2.1 Členění modelu regionální mobility	60
5.2.2 Kritéria dostupnosti	61
5.2.3 BOSSline	62
5.2.4 BOSSroad	65



5.3	Dílčí závěr kapitoly 5 .....	67
<b>6</b>	<b>Validace verbálního a matematického modelu regionální mobility .....</b>	<b>68</b>
6.1	Metodika a ověření modelu .....	69
6.2	Realizace a vyhodnocení .....	70
6.3	Dílčí závěr kapitoly 6 .....	71
<b>7</b>	<b>Přínosy disertační práce .....</b>	<b>72</b>
	<b>Závěr .....</b>	<b>73</b>
	Conclusion .....	74
	Abschluss .....	75
	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>76</b>
	Seznam obrázků .....	82
	Seznam tabulek .....	83
	Seznam příloh .....	83

## Seznam zkratek

<b>B+R</b>	.....	bike-and-ride (parkoviště typu <i>zaparkuj kolo a jed' VHD</i> )
<b>BT</b>	.....	bus terminal (autobusový přestupní uzel)
<b>CT</b>	.....	city terminal (městský přestupní uzel)
<b>ČR</b>	.....	Česká republika
<b>DOD</b>	.....	dálková osobní doprava
<b>DOR</b>	.....	dopravní obslužnost regionu
<b>DOÚ</b>	.....	dopravní obsluha území
<b>DRT</b>	.....	demand responsive transport (doprava pružně reagující na poptávku)
<b>EN</b>	.....	evropská norma
<b>EU</b>	.....	Evropská unie
<b>IAD</b>	.....	individuální automobilová doprava
<b>ICT</b>	.....	integrated change terminal (integrovaný přestupní uzel)
<b>IDS</b>	.....	integrovaný dopravní systém
<b>JŘ</b>	.....	jízdní řád
<b>K+R</b>	.....	kiss-and-ride (zastavení typu <i>nech se dovézt a jed' VHD</i> )
<b>MHD</b>	.....	městská hromadná doprava
<b>ÖPNV</b>	.....	Öffentlicher Personennahverkehr (veřejná osobní doprava, MHD)
<b>P+R</b>	.....	park-and-ride (parkoviště typu <i>zaparkuj a jed' VHD</i> )
<b>RATP</b>	.....	pařížský dopravní podnik (Régie Autonome des Transports Parisiens)
<b>RBP</b>	.....	regional bus plane (regionální autobusová doprava v ploše)
<b>RHD</b>	.....	regionální hromadná doprava
<b>RL</b>	.....	railway line (železniční trať)
<b>RM</b>	.....	regionální mobilita
<b>RT</b>	.....	railway terminal (železniční přestupní uzel)
<b>S-Bahn</b>	.....	městská železnice (Stadt-, Schnellbahn)
<b>SEM</b>	.....	společenský efekt mobility
<b>VHD</b>	.....	veřejná hromadná doprava

## Úvod

Lidé se na základě své přirozenosti přemisťují. Bylo tomu již v dávnověku a je tomu tak i v současnosti. Jediné, co se mění, jsou důvody a způsoby tohoto přemisťování. Postupem času se přemisťování osob rozvinulo do různých podob, přičemž pro další rozvoj společnosti je nezbytné hledat vhodné a racionální formy jejich hromadné přepravy. Způsob organizace veřejné hromadné dopravy (dále jen VHD) je výsledkem nejen technických a technologických možností moderní společnosti, ale i jejích priorit v rámci mobility obyvatelstva a dopadů na životní prostředí. Účinným prostředkem proti nekontrolovatelnému růstu individuální automobilové dopravy (dále jen IAD) je právě kvantitativně a především kvalitativně vysoká úroveň nabídky VHD.

Práce je zaměřena na problematiku racionalizace dopravní obslužnosti regionu (dále jen DOR). DOR představuje zajištění hromadné přepravy osob v mimoměstských oblastech, které jsou dnes často součástí integrovaných dopravních systémů (dále jen IDS). Problematikou VHD se zabývám již delší dobu a mojí snahou v této oblasti je především najít vyvážený vztah mezi obslužností linií a planiovou (páteří a plošnou).

Cílem disertační práce je tedy na základě teoretických znalostí, praktických zkušeností a mnohých doporučení vzešlých z diskuzí nad zkoumanou problematikou a na základě vlastního výzkumu a vědeckého bádání vytvořit funkční verbální a matematický model regionální mobility (dále jen RM), jenž by při svém uplatnění v praxi vedl k racionalizaci stávající DOR. Vyústěním disertační práce je rovněž validace daného modelu ve vybraném regionu ČR, čímž je potvrzena tvorba nástroje racionalizace dopravní obslužnosti daného území.

K tématu disertační práce průběžně publikuji články v odborných periodikách a především příspěvky ve sbornících jak českých, tak zahraničních konferencí. Na těchto konferencích byly příspěvky prezentovány a diskutovány s pozitivními ohlasy. Mezi mé publikační počiny patří i spoluautorství odborné monografie o IDS.<sup>1</sup> Seznam mé publikační činnosti je v části Použitá literatura.

---

<sup>1</sup> Vančura, Mojžíš, Graja: Integrované dopravní systémy [42]

(pozn.: číslo v závorce odkazuje na pořadí v seznamu použité literatury)

## 1 Terminologie

Přesné vymezení terminologie pro oblast DOR je základem pro její analýzu a následnou racionalizaci. Je nutno definovat pojmy racionalizace, region, obslužnost a obsluha, dopravní služba, regionální hromadná doprava (dále jen RHD), IDS a městská hromadná doprava (dále jen MHD), neboť výchozím předpokladem pro tvorbu jak verbálního, tak matematického modelu je konsolidace této terminologie tak, aby nevznikaly žádné pochybnosti v jejich výkladu.

### 1.1 Definice pojmů dopravní obslužnosti regionu

**Racionalizace** je definována jako užití vhodné rozumové metody ke zlepšení fungování systému, resp. zvýšení jeho hospodárnosti<sup>2</sup>.

Racionalizace DOR je vyvolána nižší poptávkou po přepravě v regionu, než jaká je v jádrovém území IDS, jehož je významnou součástí. DOR v ploše lze racionalizovat na základě současného stavu nebo na zcela novém konceptu. Lze například uskutečnit optimalizaci trasování jednotlivých linek, jejich provázanost a vyloučení souběhů. Dále lze racionalizovat počty spojů na linkách a jejich časové polohy. Následným krokem je racionalizace oběhu vozidel (zajištění přidělování vozidel a řidičů na dané spoje).

**Region** představuje území mimo souvislé městské osídlení, které není obsluhováno MHD. Obecně je region určitá oblast, která z konkrétního hlediska vykazuje jednotné rysy. Geografické regiony mohou být stanoveny buď politicky, jako administrativní jednotka, nebo mohou vznikat přirozeně, jako kulturní, či národnostní nebo právě dopravní celky. V německé odborné literatuře se vyskytují pojmy: „*ÖPNV im ländlichen Raum*“ nebo „*ÖPNV in der Fläche*“, což značí veřejnou přepravu osob na venkově nebo v ploše. Toto území je obsluhováno kombinací liniového dopravního systému, tedy především železnicí, a systému zajišťujícího dopravní obslužnost v ploše, tedy sítě autobusových linek.

**Dopravní obslužnost regionu** je teoretická schopnost dopravců (nositelů dopravní zakázky) zabezpečit dopravní služby pro daný region podle definovaných kritérií. Obslužnost je definovatelná a měřitelná vlastnost či schopnost dopravní služby. DOR představuje zajištění dojížděky obyvatel určitého regionu za danými cíli a to v prostorovém i časovém měřítku. Jednu

<sup>2</sup> Petráčková, Kraus a kol.: Akademický slovník cizích slov [34]

z možných definic dopravní obslužnosti udává silniční zákon<sup>3</sup>, který určuje i její rozčlenění na základní a ostatní dopravní obslužnost. Tato definice vymezuje dopravní obslužnost pro potřeby jejího financování a organizování. Další definici nabízí záměr připravovaného zákona o veřejné dopravě<sup>4</sup>. Veřejný zájem v oblasti veřejné dopravy na provozování dopravních služeb vzniká především z důvodů sociálních, prostorových, ekologických, z důvodu zajištění bezpečnosti a regionálního rozvoje území. Tento zájem je konkretizován plánem dopravní obsluhy území.

**Dopravní obsluha území** (dále jen DOÚ) představuje konkrétní realizaci DOR v podobě konkrétních spojů (linek) konkrétních dopravců. DOÚ je nezbytným standardem soudobého moderního života. Její prostorový a časový rozsah a také dopad z jejího provozu na životní prostředí je odrazem vyspělosti dané společnosti.

**Dopravní služba** je realizace nejen zákonných požadavků na přemísťování (základní dopravní obslužnost), ale i dalších požadavků (ostatní dopravní obslužnost, IAD apod.)

## 1.2 Definice systémů veřejné hromadné dopravy

Systémy veřejné hromadné dopravy jsou systémy vzájemně propojené a pro potřeby jejich definice je lze rozčlenit na dopravu dálkovou, integrovanou (IDS), obecní (MHD) a dopravu regionální (RHD).

**Dálková doprava** zajišťuje spojení významných sídelních aglomerací v rámci ČR a významných sídelních aglomerací sousedních států, popř. turistických oblastí. Pro páteřní dopravu je účelné využití kolejové dopravy, což má zajistit celostátní plán DOÚ (dále má existovat regionální a obecní, resp. městský plán DOÚ).

**Integrovaná doprava** je charakterizována jednotným přístupem k cestujícím, kteří nerozlišují mezi jednotlivými dopravními systémy a také nerozlišují mezi jednotlivými dopravci. Tato jednota je zajištěna především integrací v oblastech návaznosti a koordinace přestupů, v jednotných tarifních a přepravních podmínkách, včetně jednotného jízdního dokladu. Tento způsob uspořádání dopravní obslužnosti má pak velkou přitažlivost pro potencionální cestující a vytváří silnou alternativu k IAD.

IDS je systém dopravní obslužnosti určitého uceleného území (více regionů) zahrnující více druhů dopravy nebo linky více dopravců, jestliže jsou cestující v rámci tohoto systému

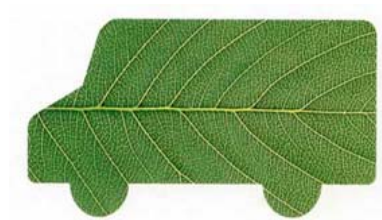
<sup>3</sup> Zákon č. 111/1994 Sb. o silniční dopravě v konsolidovaném znění [66]

<sup>4</sup> Věcný záměr legislativních změn v oblasti veřejné dopravy [65]

přepravování podle jednotných přepravních a tarifních podmínek. Doprava je v rámci IDS zajišťována různými dopravními prostředky (železnicí, metrem, tramvajemi, trolejbusy, autobusy, lanovkami nebo plavidly). Integrace má zahrnovat i návaznosti na cyklistickou dopravu a IAD. Na dopravě v rámci IDS se účastní různí dopravci, přičemž jízdní řády (dále jen JŘ) jednotlivých linek v rámci IDS jsou provázány bez ohledu na to, který dopravce dotyčnou linku provozuje. Cestující v IDS používají jednotné jízdenky, které lze použít v celém systému bez ohledu na dopravce a použitý dopravní prostředek. Charakter IDS mají v podstatě i stávající systémy MHD nebo systém dopravy na celostátních a regionálních železničních drahách. Jako IDS se zpravidla označují až dopravní systémy vzniklé rozšířením stávajícího systému MHD do větší vzdálenosti od města, integrací více tradičních dopravních systémů v jednotlivých městech (tradiční MHD, železniční doprava, příměstské autobusové linky) nebo zavedením zónového tarifu v uceleném širším regionu.

**Obecní doprava** je systém linek VHD určených k zajišťování dopravní obslužnosti města hromadnými dopravními prostředky. Součástí MHD mohou být i linky, které nejsou součástí IDS a mají vlastní, odlišné podmínky nebo nejsou dotované městem. Konkrétní systém MHD může zahrnovat autobusovou, tramvajovou či trolejbusovou dopravu, ve městech s více než miliónem obyvatel zpravidla také metro a městskou nebo příměstskou železnici. V některých případech jsou součástí VHD i lanovky, nekonvenční dráhy (visuté, magnetické apod.), přívozy či jiné formy vodní dopravy nebo různé typy linkových taxi. MHD může být doplněna též příměstskou, meziměstskou a nehromadnou dopravou a provázána s nimi. Významné přepravní uzly MHD se zřizují v blízkosti přepravních uzlů meziměstské dopravy (vlaková a autobusová nádraží, letiště a přístavy významné pro osobní dopravu). V blízkosti přepravních uzlů hromadné dopravy nebo v jejich rámci se zřizují stanoviště taxislužby, záchytná parkoviště (P+R), případně místa pro přestup z IAD na VHD (K+R) nebo úložiště jízdních kol (B+R).

**Regionální doprava** (regionální přepravní systém) představuje dopravu v regionech mimo městský intravilán zajišťovanou zpravidla v rámci IDS, ovšem vně MHD. Regionální linky mohou být provozovány až na území města a často jsou zapojeny do systému MHD (především tarifně). RHD uspokojuje přepravní potřeby regionů, které jsou časově a prostorově rozptýlené (temporální a teritoriální disperze). Její charakter je jak liniový, tak především planiový (plošný). U plošné DOR lze rozlišit dva mezní principy - frondence a furcilace, jak je vysvětleno v kapitolách 3.1.2 a 4.1.2. Frondence je založena na podobnosti se strukturou listu stromu (obr. 1.1).



Obrázek 1.1: Frondence - princip listu (zdroj: A. Krylovskij)

### **1.3 Dílčí závěr kapitoly 1**

Stanovení základních pojmů DOR a VHD umožňuje kvalifikovaný pohled na analýzu současného stavu vědeckého poznání v ČR i v zahraničí a dále pak tvorbu verbálního a matematického modelu regionální mobility. Některé pojmy dále podrobněji charakterizují a také provádím jejich hierarchizaci (dekompozice VHD v kapitole 3 a regionální planiová dopravní obslužnost v kapitole 4).

## 2 Analýza současného stavu vědeckého poznání v České republice a v zahraničí

Ve střední Evropě existují dva způsoby moderního řešení DOR: IDS nebo v německy mluvících zemích tzv. dopravní svazy (*Verkehrsverbund*). Cílem obou je racionalizace DOR. IDS představují progresivní a moderní způsob zajišťování dopravní obslužnosti VHD v rámci mobility regionů. Význam regionální a příměstské dopravy vychází především z koncentrace důležitých míst, mezi kterými se cestující potřebují pohybovat. Pro efektivní racionalizaci dopravní nabídky je nutné ji organizovat a řídit v rámci IDS, které umožňují lepší plánování této nabídky, koordinaci JŘ a přinášejí s sebou i řadu dalších výhod.

Efektivní a fungující DOR představuje jeden ze základních předpokladů pro jeho plnohodnotnou existenci a další rozvoj. Zajištění mobility obyvatel regionu planiovou dopravní obslužností je nezbytné pro efektivní uplatnění veřejné dopravy na přepravním trhu. Krajním řešením dopravní obslužnosti je systém lokální taxislužby s regulovaným jízdovým (tzv. Anruf-Taxi v Německu) nebo dokonce finanční příspěvky sociálně slabým občanům na provozování osobního automobilu z místa bydliště v extrémně řídko osídleném území k záchytnému parkovišti, kde je možnost pokračovat v cestě veřejnou dopravou (Rakousko). Systém Anruf-Taxi nepovažuji za extrémní řešení, přesto jeho užití v českém prostředí neshledávám za jediné možné řešení.

### 2.1 Česká republika

Veřejnou dopravou v regionech se v dostupných materiálech žádný z autorů podrobně nezabývá. Pokud je VHD tématem článků, příspěvků či monografií, jedná se převážně o řešení problematiky IDS. Dalšími tématy jsou železniční a silniční doprava a to v zásadě z liniového pohledu. Plošná obsluha sídel v regionech je řešena bez větších a komplexnějších inovací již řadu let konvenčními způsoby na principu linkového vedení s pevnými JŘ. Dokladem této setrvačnosti je dosud nerealizovaný zákon o veřejné dopravě. V době vzniku této práce již existuje věcný záměr tohoto zákona, s jehož pomocí lze očekávat vyspělejší řešení VHD.



### 2.1.1 Příměstská a městská doprava

Rozdělení VHD na jednotlivé segmenty nabízí učební text o osobní dopravě<sup>5</sup>. Autoři rozdělují VHD na regionální dopravu, příměstskou dopravu, městskou dopravu a integrovanou dopravu. Pro potřeby této práce jsou nejzajímavější definice příměstské a městské dopravy.

Příměstskou dopravu autoři definují jako dopravu s dostředným charakterem. Klíčovým zákazníkem tohoto segmentu dopravy je osoba pravidelně dojíždějící z okolních obcí do zaměstnání a škol ve spádovém městě. Příměstská doprava může rovněž plnit úlohu v dopravní obslužnosti města, a to buď jako městský systém překračující hranice města (S-Bahn) nebo jako příměstské linky obsluhující zastávky na území města. Tomuto pojetí odpovídá níže definovaná liniová dopravní obslužnost a také planiová dopravní obslužnost.

MHD je definována jako doprava uskutečňovaná pro potřeby města a jeho příměstských oblastí. IDS definují autoři jako dopravu zajišťující DOÚ veřejnou osobní dopravou jednotlivými dopravci v jednom nebo více druzích dopravy společně, pokud se dopravci podílejí na plnění jedné přepravní smlouvy podle smluvních a tarifních podmínek. U všech výše uvedených definic postrádám jasné rozdělení na dopravu obecnou (tj. i včetně nákladní) a dopravu osobní (s důrazem na hromadnost veřejné přepravy osob).

### 2.1.2 Železniční a autobusový princip

Zajímavý pohled na liniovou a planiovou DOR zaujímají autoři v článku<sup>6</sup> o železničním a autobusovém přístupu ve veřejné dopravě v ČR. Specifikem ČR je skutečnost, že ve srovnání se západní Evropou je jen velmi malá část území obsluhována veřejnou dopravou, jejíž jednotlivé prvky jsou integrovány do IDS. To je jednou z příčin, proč jsou jednotlivé druhy dopravy povětšinou izolované a netvoří síť. Síťový charakter má pouze samotná železnice, která ale obsluhuje jen menší část sídel a návaznost na ostatní autobusovou dopravu je nízká. Autobusová doprava se síťově nechová prakticky vůbec a jde jen o soustavu na sebe málo navazujících linek (mimo IDS).

Autoři rozlišují železniční a autobusový princip. Železniční operátoři pohlíží na autobusovou dopravu jako na prostředek k rozvozu cestujících od kolejových tepen. Dálková

<sup>5</sup> Štěrba, Pastor: Osobní doprava v území a regionech [39]

<sup>6</sup> Vichta, Sedmidubský: Konkurence ve veřejné dopravě, část III: Drážní princip a autobusový princip [59]

doprava má jednoznačnou přednost a regionální se jí musí plně přizpůsobit. Tento princip plně vystihuje mnou definovanou liniovou dopravní obslužnost, jejímž základem jsou kolejové druhy dopravy, neboť dělení na liniovou a planiovou dopravní obslužnost lze uplatnit i v rámci MHD. Základem autobusového principu je dle autorů pohled na železnici jako na rovnocennou linku, která musí výhledově získat vlastnosti autobusové linky (tj. především stejnou nákladovost), jinak nemá nárok na přežití. Při sestavování JŘ mají absolutní přednost místní požadavky, požadavky dálkové dopravy jsou druhotné a není důležitá provázanost regionální a dálkové dopravy. Autoři zde zdůrazňují potřebu omezovat přestupování, téměř každý má právo na přímý spoj až do cíle své cesty. Tato formulace je v rozporu s mnou popsaným principem frondence.

Výsledkem úvah autorů jsou dvě varianty řešení dopravní obslužnosti. První varianta má více společného s železničním modelem. Distancuje se ale důsledně od jejich anachronismů. Železnice nemá své místo všude, kde existuje železniční dopravní cesta, ale jenom tam, kde může vytvořit páteř, tj. obsluhovat velké množství obyvatel, vyvolat početný přepravní proud (aglomerační doprava, páteře regionálních systémů) nebo má značnou nárazovost (např. významná rekreační střediska). Jen tak lze využít její přednosti (intervalová doprava bez kongescí, energetická spotřeba, ekologický provoz, uvolnění kapacity silniční sítě). Další výhodou tohoto modelu je nesporná vyšší rezerva kvality přepravy v kolejové dopravě – drážní vozidlo může dosáhnout značného komfortu ve srovnání s autobusy. Na ostatních tratích je třeba se seriózně zabývat útlumem provozu. Systém páteří je nezbytné dále (z důvodu většího zaostávání parametrů železniční infrastruktury za silniční) podle místních podmínek doplnit o páteřní autobusové linky. S tím je spojena vyšší přestupovost, což je třeba otevřeně přiznat, protože pokud se příslušní objednatelé rozhodnou drážní páteře zachovat, musí se pokusit o zrušení souběžných spojů, které pokračovaly do malých vesniček za centrem, do kterého železniční doprava směřuje. Jinak by systém byl neúměrně drahý. Ale na druhou stranu je možné výkony, které jsou v souběžných částech linek ušetřeny, použít na zlepšení DOR a zajistit tak spojení k nejbližšímu dopravnímu terminálu páteřní dopravy častěji. Tato myšlenka vytváří příležitost pro nové formy DOR, přičemž jedna z nich je tématem této disertační práce.

Druhá varianta má více společného s modelem autobusovým a její motivací je úspornost autobusových linek ve srovnání s železnicí a menší míra přestupů. V takovém případě se ovšem potřebná hodnota přepravního proudu pro železniční linky, které jsou pak s hledisky obsluhy území srovnatelné s autobusovými, nedosáhne a je nutné je zrušit. Takovým postupem by se dosáhlo – pokud by se postupovalo racionálně – zrušení velké části sítě železnice. Autoři uvádějí

tři důvody, proč tento model není vhodný, a já se ztotožňuji s jejich názorem. V první řadě není odstraněn jeden zásadní problém, a to je variabilita přepravních prostředků podle velikosti přepravního proudu. Dále uvádějí tezi, že v případě dalšího růstu automobilismu jako doposud, se autobusy na vstupech do měst budou postupně dostávat do kongescí, ale jednou zrušené tratě se už neobnoví. A konečně není jisté, zda potřebné množství tratí půjde z dopravně-politických důvodů zrušit.

### 2.1.3 Členění veřejné hromadné dopravy

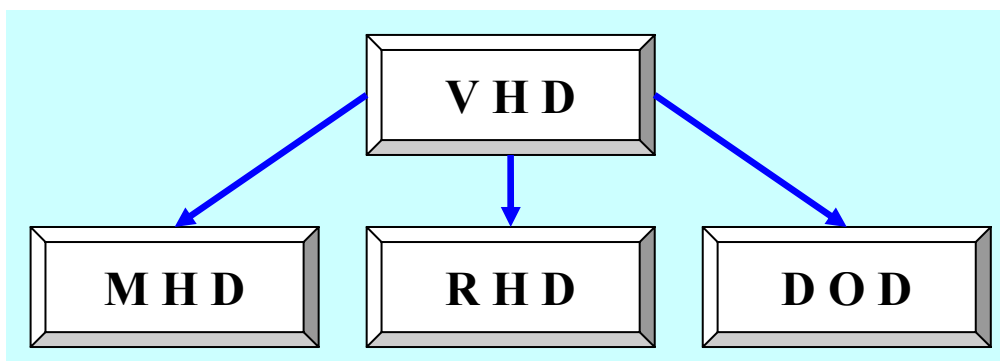
Z výše uvedených řádků vyplývá možnost dělení VHD na:

- ✦ aglomerační dopravu, tj. IDS a MHD ve větších a velkých městech a jejich okolí a
- ✦ rychlou regionální a interregionální dopravu, tj. dopravu mimo města, která spojuje sídla v regionu a také zajišťuje přepravu mezi regiony.

Z mého pohledu je dělení veřejné hromadné dopravy (VHD) rozdílné a zahrnuje:

- ✦ dálkovou osobní dopravu (DOD),
- ✦ městskou hromadnou dopravu (MHD) a
- ✦ regionální hromadnou dopravu (RHD).

Obrázek 2.1 schématicky znázorňuje toto dělení. Záměrně zde není uveden pojem IDS, neboť integrace jednotlivých druhů dopravy nemusí často pokrýt celé území dané oblasti. V zásadě je vždy MHD jako celek součástí IDS, v případě RHD tomu tak již není.



Obrázek 2.1: Rozdělení veřejné hromadné dopravy (zdroj: P. Vančura)

Dekompozici nejen dopravních systémů lze nalézt v textu o integraci dopravních systémů<sup>7</sup>. IDS je zařazen do tzv. měkkých systémů, jelikož je svojí povahou socio-ekonomicko-technickým systémem. Na základě teorie systémů se právě takovéto systémy řadí do kategorie měkkých systémů, což jsou systémy, které nelze ovládat striktními deterministickými algoritmy, ale které je nutné ovládat ovlivňováním vnitřního a vnějšího prostředí, jejich kultivací. Prakticky však IDS obsahuje nejen tzv. měkké části, ale i tzv. tvrdé. Měkkými složkami IDS jsou cestující, města, obce, dopravci a tvrdými složkami jsou komunikace, dopravní technologie, dopravní organizace. Toto dělení mi umožňuje rozlišení při dekompozici systému DOR na části, které lze popsat verbálním modelem, a na části, které lze popsat matematickým modelem.

## 2.2 Zahraničí

Zahraniční zdroje, a to především z německy mluvících zemí, přinášejí spoustu zajímavých podnětů pro řešení DOR. Některé však nejsou pro podmínky ČR vhodné a tak je třeba je buď modifikovat nebo se jimi alespoň nechat inspirovat.

### 2.2.1 Koncepty regionální dopravy

Pro dělbou regionů z hlediska přepravy existuje v Německu dělení na tři základní typy: regiony s velkým a hustým osídlením, regiony s velkými přírůstky v osídlení a venkovské regiony, kterým chybí jakékoliv větší centrum s více než 100 tisíci obyvateli<sup>8</sup>. V našem prostředí lze jako příklad dvou mezních poloh regionů uvést vztah pražského a středočeského kraje. Praha je významným aglomeračním centrem, její okolí pak představuje venkovský typ regionu bez větších center. Je tu však velké množství menších center a malých sídel, které je potřeba obsloužit plošně. Velkým potenciálem jsou radiální železniční trasy, které paprskovitě vycházejí z aglomeračního centra. Zaměření racionalizace dopravní obslužnosti na regionální a mikroregionální vazby je významným přínosem i pro liniové vazby.

Dále autor definuje formy integrace: tarifní společenství (tarifní dohoda, clearing), přepravní společenství (dohoda o tarifu a výkonech, clearing, tvorba JŘ) a svazové společenství (přenos plánování, rozvoje sítě, provozu, tvorby JŘ a marketingu na zvláštní organizaci - Dopravní

<sup>7</sup> Maxa: Integrace dopravních systémů a zajištění dopravní obsluhy v regionech [26]

<sup>8</sup> Aberle: Öffentlicher Personenverkehr in der Fläche [1]

svaz). Německé dopravní svazy jsou v ČR známým pojmem a jejich českou obdobou jsou IDS. Lze tedy konstatovat, že toto dělení je již překonané a jakékoliv úvahy vedoucí k úpravě stávajících systémů VHD musí počítat s existujícím nebo budoucím IDS v daném regionu.

V rámci problematiky klíčových parametrů ve VHD charakterizuje autor<sup>9</sup> prvky, které jsou typické pro poptávku po regionální přepravě.

Těmito prvky jsou:

- ✦ malá či menší přepravní množství,
- ✦ heterogenní poptávka,
- ✦ přehledné struktury,
- ✦ užší sociální vztahy,
- ✦ zúžený prostor pro financování,
- ✦ neformální instituce,
- ✦ pružnější plánování a
- ✦ konzervativnější struktura pracovních a volnočasových aktivit.

S tímto výčtem prvků nelze nesouhlasit, jedinou výjimkou je možnost pružnějšího plánování. Nejsem toho názoru, že by ve venkovských strukturách existoval vyšší stupeň pružnosti plánování než v městských strukturách. Lze případně dedukovat snazší nalezení konsenzu díky nižšímu počtu zúčastněných osob či institucí. Dále autor uvádí pozoruhodný ekonomický odhad, že zpracování celkového konceptu organizace veřejné dopravy v regionu stojí zhruba tolik, jako vybudování několika metrů nové dálnice.

### 2.2.2 Přepravní atributy

Autor textu<sup>10</sup> definuje území pro DOR jako území s méně než 50 tisíci obyvateli. Na přepravním trhu regionu rozlišuje tři subjekty - cestující, dopravce a komunální autority. Tabulka 2.1 přehledně znázorňuje, jaké atributy přepravy jsou pro tyto jednotlivé subjekty důležité. V této souvislosti je nutné si uvědomit dopad evropských norem (dále jen EN) dotýkajících se kvality

<sup>9</sup> Heinze: Die Nachfrage als Schlüsselgröße künftiger ÖPNV-Politik [19]

<sup>10</sup> Schauer: Rural public transportation [36]

služby při přepravě cestujících, neboť většina z kritérií těchto norem je obsažena i v následující tabulce, což z jiného úhlu pohledu dotvrzuje správnost uplatnění výše jmenovaných norem (<sup>11</sup>, <sup>12</sup>).

Tabulka 2.1: Atributy přepravy (zdroj: P. Vančura)

atribut přepravy	cestující	dopravce	komunální autorita
dostupnost	ano	ne	ne
pokrytí území	ne	ano	ne
rychlost	ano	ano	ne
cena	ano	ano	ne
přesnost / spolehlivost	ano	ano	ne
komfort	ano	ne	ne
pohodlí	ano	ne	ne
bezpečnost	ano	ano	ne
četnost	ano	ano	ne
kapacita	ne	ano	ne
vedlejší účinky	ne	ano	ne
spádovost	ne	ano	ano
dlouhodobé dopady	ne	ne	ano
hospodárnost	ne	ne	ano
sociální potřeby	ne	ne	ano

Podle mého názoru mají mít komunální autority vzhledem k tomu, že zastupují přepravní potřeby jednotlivých obyvatel regionu, zájem sledovat všechny výše uvedené atributy. Navíc hledisko hospodárnosti je velmi důležité i pro dopravce.

Klasifikaci priorit cestujících detailně popisuje tabulka 2.2. Řádky A až E představují potřebu cestovat (od nejvyšší nutnosti - A, až k nejnižší nutnosti - E), kde **A** znamená cesty do zdravotnických zařízení, **B** cesty do zaměstnání, **C** cesty za nákupy a službami, **D** cesty za osobními záležitostmi a **E** cesty za rekreací a volnočasovými aktivitami. Sloupce pak charakterizují způsob přepravy cestujících (od velkých počtů přepravených cestujících - a, až po malé počty přepravených cestujících - e), kde **a** znamená pravidelné cesty velkých skupin cestujících do stejných (společných) destinací, **b** krátké cesty (pod 3 míle) do často žádaných destinací, **c** dlouhé cesty (nad 3 míle) do často žádaných destinací, **d** krátké cesty (pod 3 míle) do rozptýlených destinací, **e** dlouhé cesty (nad 3 míle) do rozptýlených destinací.

Z této tabulky priorit cestujících vyplývají tři základní druhy možnosti řešení DOR. Zelená plocha zachycuje situaci, kdy je přeprava obvykle dostupná (*usually available*); červená

<sup>11</sup> EN 13816 Definice jakosti služby, cíle a měření [11]

<sup>12</sup> EN 15140 Základní požadavky a doporučení pro systémy hodnocení kvality poskytované služby [12]

plocha zachycuje situaci, kdy je přeprava často dostupná (*often available*), modrá plocha zachycuje situaci, kdy je přeprava příležitostně dostupná (*occasionally available*) a žlutá plocha zachycuje situaci, kdy je přeprava dostupná zřídka (*seldom available*). Čísla v jednotlivých buňkách indikují řazení priorit při rozhodnutí, zdali bude cesta uskutečněna.

Tabulka 2.2: Klasifikace priorit cestujících (zdroj: P. Schauer)

E	12	18	20	24	25
D	7	13	17	22	23
C	3	8	15	16	21
B	2	5	9	11	19
A	1	4	6	10	14
	a	b	c	d	e

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že dopravní obslužnost pro regiony s nízkou přepravní poptávkou není jen otázkou časové a prostorové nerovnoměrnosti přepravních proudů, ale také otázkou priorit cestujících a důležitosti jejich cílů (např. na jedné straně nutnost cestovat za výdělkem a na druhé touha po rekreaci, odpočinku či zábavě). Z tohoto důvodu považují za nutné při tvorbě modelu RM uvažovat i tyto aspekty.

### 2.2.3 Síťová hospodárnost

Jak je uvedeno v učebním textu<sup>13</sup>, je VHD síťovým problémem s předpokladem síťové hospodárnosti. Řešení síťových problémů lze uskutečnit s využitím postupů operačního výzkumu (teorie grafů), což určuje způsob mého řešení dané problematiky. VHD má vytvořit takovou síť, aby byla atraktivní pro cestující (především potencionální) a tím i konkurenceschopná vůči IAD.

Autor dále definuje formální vztah (2.1):

$$\sum_i^N c(y_i) \gg c\left(\sum_i^N y_i\right) \quad [€] \quad (2.1)$$

<sup>13</sup> Kahrs: Marktorientierte Unternehmensführung im öffentlichen Personenverkehr [22]

$y$	...	obslužná kvalita na trase / dílčím trhu $i$ (frekvence apod.)
$N$	...	počet tras (cest) / dílčích trhů (tržních segmentů)
$c$	...	nákladová funkce

Tento formální vztah se dá prakticky vyjádřit následujícími atributy: společné využití zdrojů, nedělitelnost provozních základů, dispoziční a informační systém, prodejní síť, rozhodování o kapacitách. Autor uvádí i příklady: volný přechod vozidel mezi linkami, optimalizace plánování oběhů; prodej jízdních dokladů pro všechny úrovně dopravní obslužnosti v jedné prodejní síti (např. MHD a IDS), optimalizace nákladů na prodej apod.

#### 2.2.4 Integrace

Neidhard ve své studii<sup>14</sup> popisuje model DOR, kdy byla na základě územně-plánovacích kritérií vytvořena zcela nová soustava linek. Byla dána tři vývojová kritéria:

1. funkční síť - spojení všech obydlených míst se sídlem regionu, se školami a dalšími významnějšími sídly regionu, dále spojení všech obydlených míst s menšími sídly a jejich spojení navzájem;
2. síť plně pokrývající region - zahrnutí všech obydlených sídel do systému, pokud existují silniční vazby, a zajištění, aby dostupnost nejbližší zastávky byla maximálně do jednoho kilometru;
3. integrovaná síť - pokrytí pokud možno všech přepravních potřeb školní a zásobovací dopravy v rámci všeobecného linkového vedení, vedení linek do významnějších sídel přes sídlo regionu, přes sídla se školami, sídla s podnikatelskými aktivitami atd., aby veškerá přeprava byla řešena jen v rámci jedné sítě a jednoho systému.

Na základě těchto kritérií lze postupovat při tvorbě modelu RM, především první a druhé kritérium mají v českém prostředí význam. U třetího kritéria je v našem prostředí odlišně řešena doprava do škol apod. Přesto je zde podstatný moment, z něhož vyplývá, že celá přepravní oblast je řešena jako jeden celek, tedy dochází k plné integraci.

<sup>14</sup> Neidhardt: Vom ÖPNV zum Umwelt-Verbund-Möglichkeiten und Ziele für den ÖPNV in der Fläche [31]

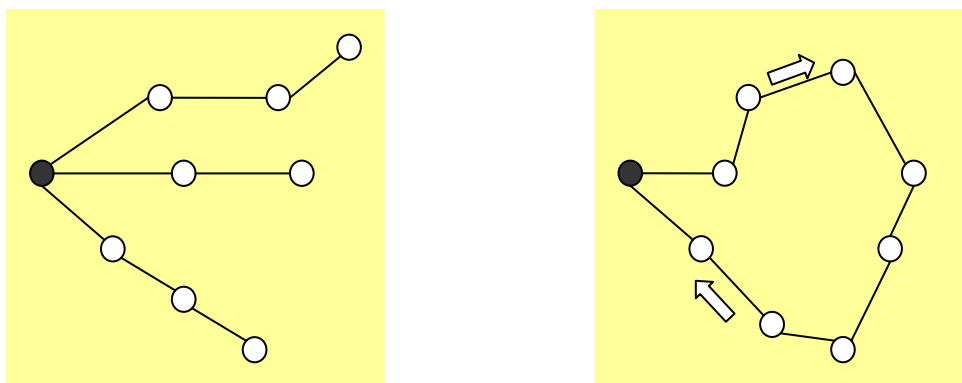


### 2.2.5 Provozní formy autobusových linek

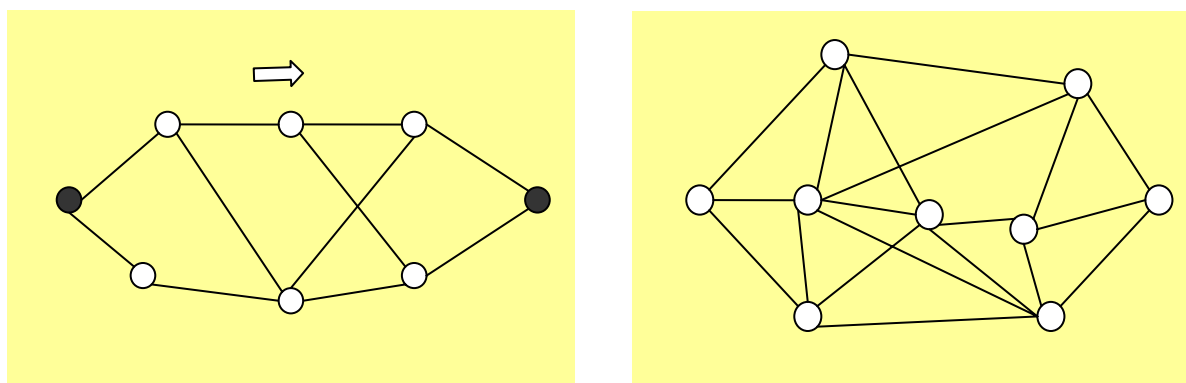
Autor textu<sup>15</sup> rozlišuje čtyři formy provozu autobusových linek.

Tyto linky jsou definovány jako možné způsoby obsluhy venkovských oblastí. Jsou tedy velmi blízké problematice planiové dopravní obslužnosti tak, jak se jimi zabývám. Provozní formy, kterými jsou linky provozovány, jsou dle Kirchhoffa následující:

- ✦ liniový provoz (obrázek 2.2),
- ✦ okružní provoz (obrázek 2.2),
- ✦ směrový provoz - provoz ve směrovém svazku (obrázek 2.3) a
- ✦ provoz čistě podle potřeby - v ploše (obrázek 2.3).



Obrázek 2.2: Liniový provoz (vlevo) a okružní provoz (vpravo); (zdroj: P. Vančura)



Obrázek 2.3: Směrový provoz (vlevo) a provoz dle potřeby (vpravo); (zdroj: P. Vančura)

Liniový, resp. okružní provoz obsluhuje zastávky, které leží v pevně daném pořadí, zatímco u směrového provozu a provozu dle potřeby dochází k obsluze vybraných zastávek a to na základě skutečné momentální poptávky. Liniový provoz je smysluplný, pokud je podél obslužné

<sup>15</sup> Kirchhoff: Verbesserung des ÖPNV im ländlichen Raum durch technische und planerische Massnahmen [23]

trasy koncentrovaná vysoká poptávka, okružní provoz je vhodný například pro školní autobusy v případech, kdy jsou bydliště školáků různě rozložena v dané oblasti. Autor uvádí rozdíly v pojetí kvality a nákladů u těchto dvou forem provozu (tabulka 2.3).

Tabulka 2.3: Pojetí kvality a nákladů (zdroj: P. Kirchhoff)

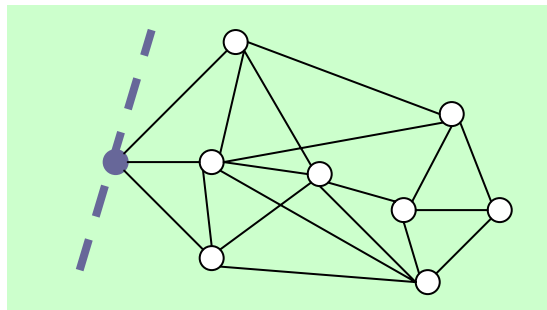
formy provozu	cílový parametr	okrajové podmínky
liniový	kvalita	náklady
okružní	náklady	kvalita

Při směrovém provozu je vždy jedním vozidlem obsluhován pouze jeden směr. Vozidlo vyjíždí ve stanovený čas z výchozí zastávky a obsluhuje jen takové zastávky, na kterých chtějí cestující vystoupit nebo nastoupit. Pokud je takto obsluhováno více zastávek, je provoz pomalý a nákladný, tudíž nevhodný. Pokud však je obsluhovaných zastávek při jedné jízdě méně, je provoz rychlý a ekonomický. Pak je vhodný pro dopravní obsluhu sídel v regionu. Nástupní zastávky jsou určeny tím, že cestující nahlásí výchozí zastávku do centrály vytvořené pro tyto účely, podobně jako u taxi. Výstupní zastávky oznamují cestující přímo řidiči vozidla.

Směrový provoz může znamenat rozšíření pevného liniového provozu, půjde o tzv. diferencovanou obsluhu. V současnosti provozované přímé spoje (zdroj - cíl) bez přestupů znamenají sice vysokou kvalitu dopravní obslužnosti, způsobují však také vysoké provozní náklady. Příkladem jsou provozní formy, které jsou obvyklé ve velkých městech. Kolejové systémy zde obsluhují dopravní osy a prostor mezi nimi je obsluhován nejkratšími trasami autobusy. Tento princip má své výhody i při obsluze regionu, na což je zaměřena tato disertační práce - uplatnění zákonitostí frondence. Liniovými osami nemusí být jen kolejové systémy, ale také autobusy - metrobusy, které svými provozními parametry dosahují úrovně kolejové dopravy. V tomto případě jde o užití nejen v regionech, ale i ve městech s MHD. Čtvrtý způsob, provoz čistě podle potřeby v ploše, má velmi úzké spektrum použití.

V souvislosti s výše uvedenými popisy provozních forem v zahraničí, lze konstatovat, že v ČR jsou využívány pouze první dvě formy (liniová a okružní). Další dvě své uplatnění prozatím nenašly. V mé práci se soustředím na využití právě těchto dvou posledních provozních forem, neboť pro planiovou DOR je typický tvar obslužné sítě s mnoha body a s užitím pouze podle potřeby (výstup v těchto bodech). Výchozím bodem je zde stanice liniového dopravního zařízení (železnice) a obslužnými body jsou cíle cest zákazníků systému, kterým se ve své práci zabývám

a jež nese označení BOSSdrive. Schéma planiové dopravní obslužnosti navazující na železniční trať zachycuje obrázek 2.4.



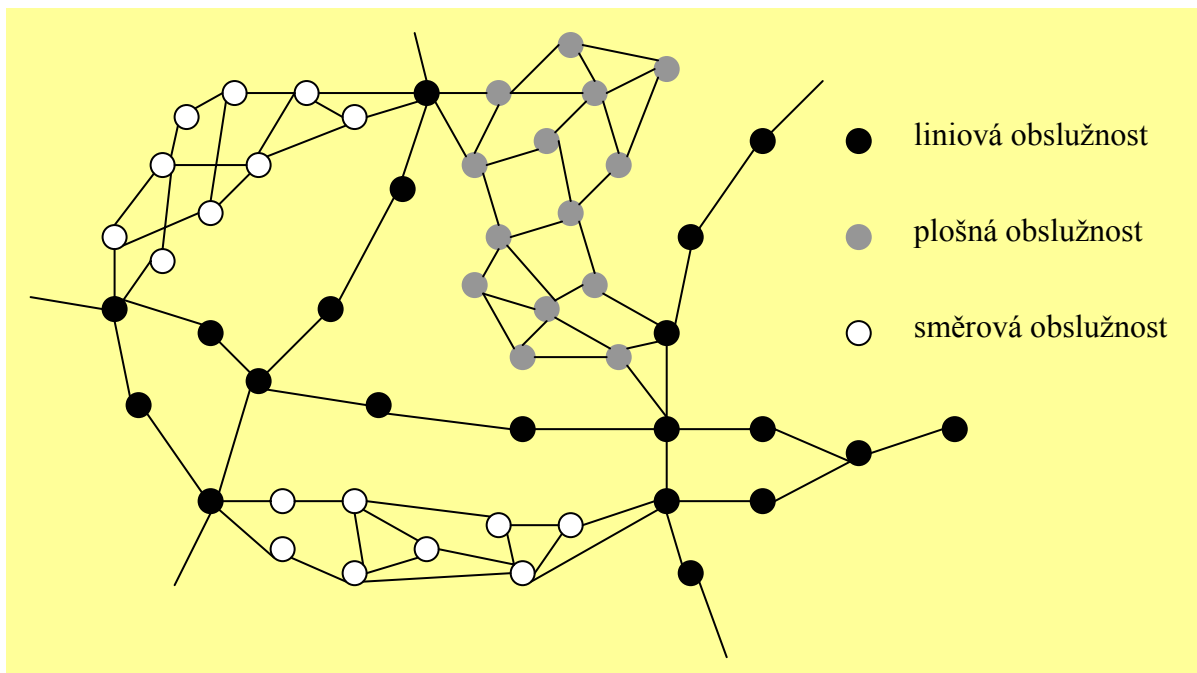
Obrázek 2.4: Planiová dopravní obslužnost (zdroj: P. Vančura)

Odlišný pohled na provozní formy autobusových linek nabízí ve svém textu autor<sup>16</sup>. Ve venkovských oblastech s plošně roztržitou přepravní poptávkou je autobus zpravidla nejdůležitějším dopravním prostředkem. Zároveň zde však z ekonomických důvodů není možné učinit prostorově ani časově atraktivní nabídku přepravy. Vzniká zde příležitost pro jiné druhy provozu než linkové. Tyto jiné provozní formy jsou orientovány na okamžitou poptávku a snaží se být flexibilní. Modely těchto forem jsou například návazné taxi (*Anschluss taxi*), linkové taxi (*Linientaxi*), sběrné taxi na zavolání (*Anrufsammeltaxi*) a další. Použití těchto a podobných systémů je v německé praxi omezeno na menší plochy v rámci limitovaných podmínek stávajících dopravních svazů. Na základě tohoto srovnání uvádí autor další systém, který podporuje flexibilní tvorbu linky dle potřeb cestujících (*Betriebsleitsystem Flexible Betriebsweisen*), ve kterém nalézá uplatnění jak klasický linkový systém, tak i systém tvorby linek podle potřeby (různé typy taxi - viz výše). Liniový systém představuje kolektivní provozní formu, jde o železnici nebo klasické autobusové linky, které tvoří páteř celého systému VHD. Systém podle potřeby je formou individuální, ve které se uplatňuje např. směrový provoz orientovaný na pevný JŘ a umožňující operativně odchýlení od pevné trasy.

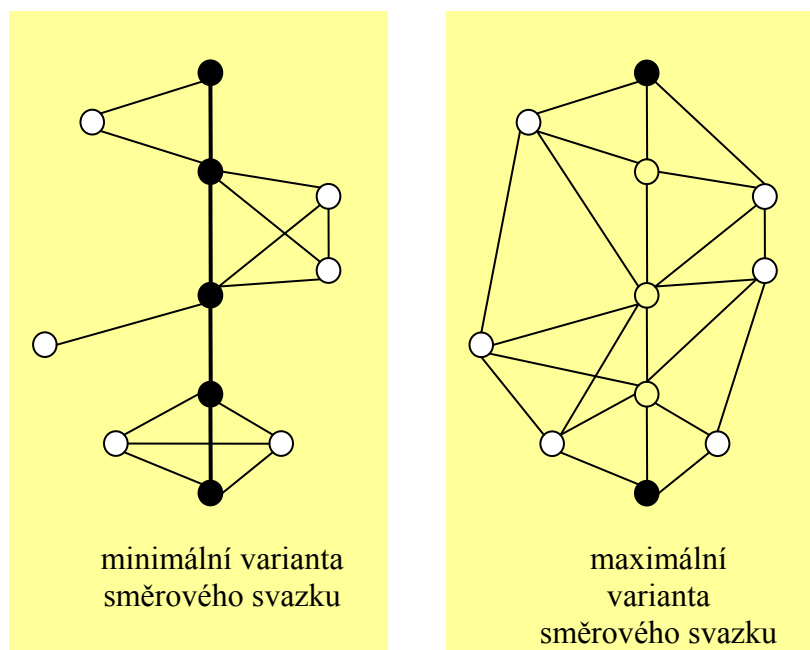
Dále autor uvádí různé koncepty flexibilního provozu:

- ✦ obecný koncept (obrázek 2.5),
- ✦ koncept směrových svazků (obrázek 2.6),
- ✦ koncept směrového svazku jakožto napáječe liniového systému (obrázek 2.7) a
- ✦ koncept transformace dvou linek na směrový svazek (obrázek 2.8).

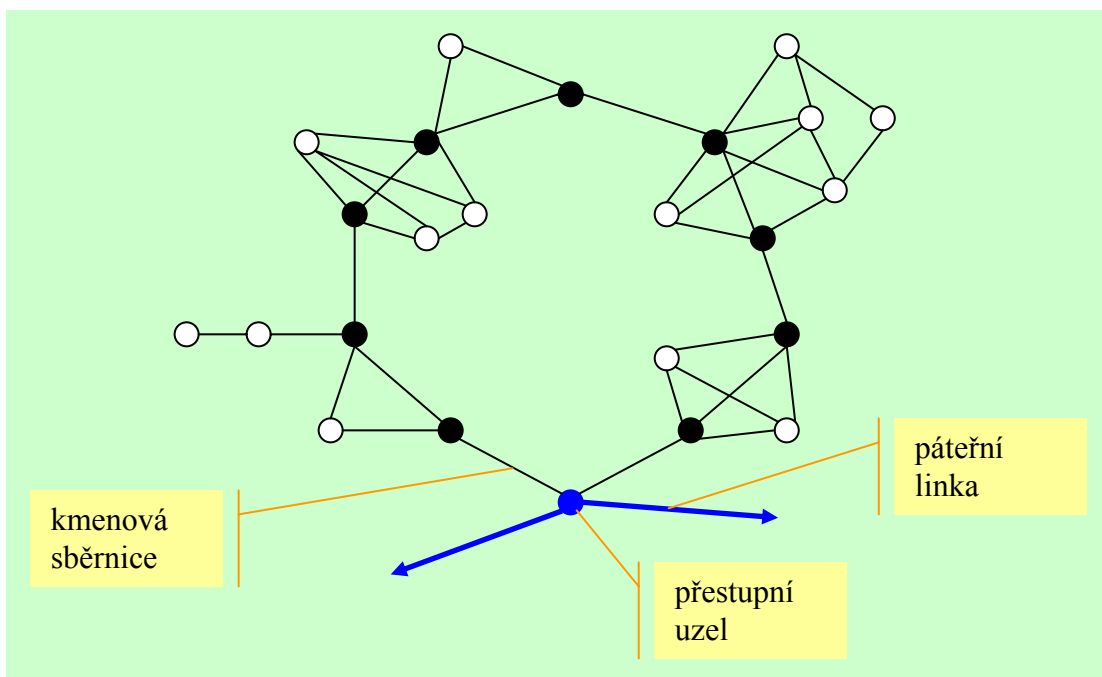
<sup>16</sup> Gerland: Betriebsleitsystem Flexible Betriebsweisen [16]



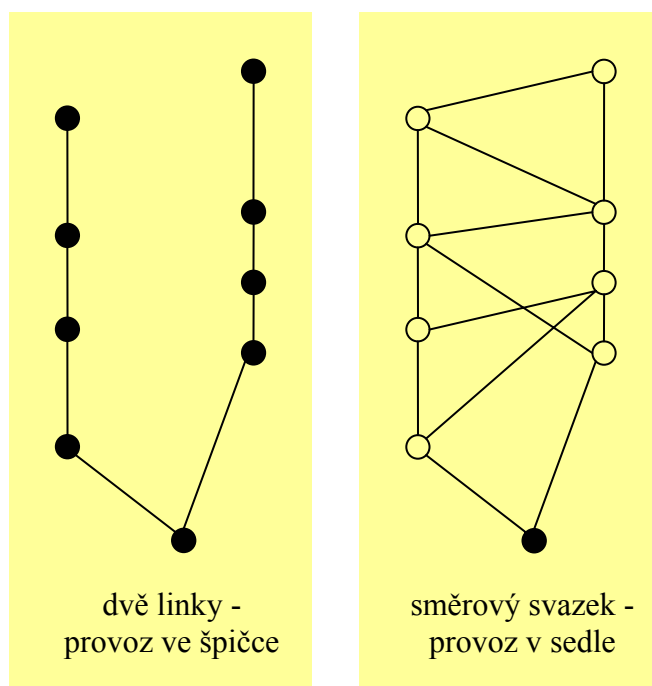
Obrázek 2.5: Obecný koncept (zdroj: P. Vančura)



Obrázek 2.6: Koncept směrových svazků (zdroj: H. Gerland)



Obrázek 2.7: Koncept směrového svazku jakožto napáječe liniového systému (zdroj: P. Vančura)



Obrázek 2.8: Koncept transformace dvou linek na směrový svazek (zdroj: P. Vančura)

Flexibilní systém kombinuje výhody obou dnes užívaných systémů. Jsem přesvědčen, že jakýkoliv takovýto systém však přináší řadu nutných opatření tak, aby nejen každodenní uživatelé, ale i náhodní (např. návštěvníci, turisté) mohli systém plně využívat. Zde bych viděl možnost pro široké uplatnění různých informačních a komunikačních technologií, které by byly součástí rozsáhlých marketingových opatření nasměrovaných na přepravní trh daného regionu. Z výše uvedených obrázků vyplývá, že na úrovni regionálních a meziregionálních přepravních vztahů existuje řada zajímavých a především realizovatelných řešení. Pro řešení mikroregionálních vazeb tyto možnosti nejsou vhodné. V rámci dekompozice systému VHD mají své uplatnění.

Téma disperzního venkovského prostoru neztratilo svůj význam ani za dobu deseti let diskuzí. Autor<sup>17</sup> vidí jako nutné provést diverzifikaci přepravní nabídky do tzv. produktové palety. Hovoří o diferenčním modelu dopravní obslužnosti. Nadřazená přepravní nabídka (v mých úvahách liniová dopravní obslužnost) je úspěšná, až když existuje pokud možno maximálně kryjící plošně-obslužná přepravní nabídka, která začíná a končí u dveří zákazníka, tj. potencionálního cestujícího. Tento model plně vystihuje moji představu o řešení modelu RM a to s důrazem na mikroregionální vztahy.

### 2.2.6 Kvalita

V kontinentální Evropě a především v německy mluvících zemích jsou veřejná přeprava osob a její parametry úzce spojeny s problematikou kvality nabízených služeb. V rámci rozvoje kvality nabízených služeb vznikla postupně v rámci EU a to na základě programu kvality služby u pařížského dopravního podniku RATP dvojice norem EN 13816<sup>18</sup> a EN 15140<sup>19</sup>. Německý model<sup>20</sup> přináší obohacení o princip objednatele služby navíc ke stávajícím dvěma stranám cyklu kvality, jak uvádí obrázek 2.9.

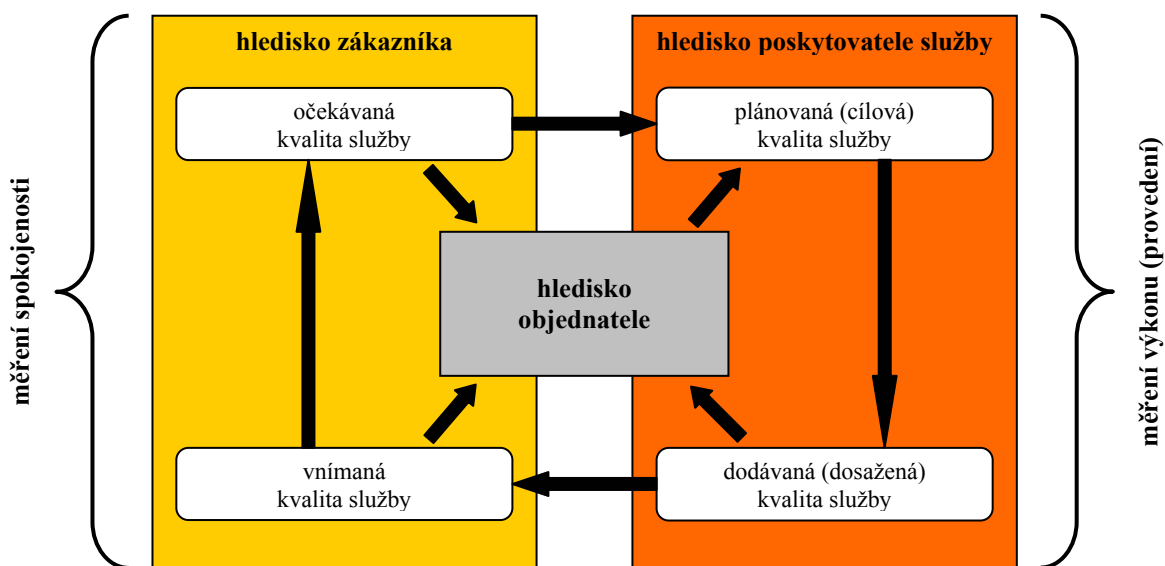
---

<sup>17</sup> Christ: Vom BürgerBus zum SchnellBus - ein Bus für alle Fälle [20]

<sup>18</sup> EN 13816 Definice jakosti služby, cíle a měření [11]

<sup>19</sup> EN 15140 Základní požadavky a doporučení pro systémy hodnocení kvality poskytované služby [12]

<sup>20</sup> Becker, Behrens, Hollborn: Qualität von Nahverkehrsleistungen [3]



Obrázek 2.9: Cyklus kvality (zdroj: P. Vančura)

Tyto normy přinášejí nový pohled do nabídky kvalitní služby nejen v rámci MHD, IDS, ale i regionální přepravy. V ČR zatím při fungování IDS požadavky těchto norem uplatňovány nejsou. Normy nabízejí možnost tvorby standardů kvality služby. Jsou orientovány na zákazníka. Současné pojetí standardů kvality služby v ČR je spíše technického a technologického charakteru<sup>21</sup>. Při tvorbě či racionalizaci jakéhokoliv přepravního systému, jehož cílem je spokojenost cestujících, je nutno řešit nejen kvantitativní charakteristiky systému, ale také jeho kvalitativní stránku. Tento princip uplatňují při racionalizaci DOR.

### 2.2.7 Doprava pružně reagující na poptávku

Podobný pohled na DOR zastávají vedle německých i rakouští autoři. Molitor popisuje ve svém textu<sup>22</sup> tzv. FLEXBUS jako nosný pilíř regionálního konceptu mobility, který je založený na principu regionálního autobusového systému na zavolání, kdy podobně, jak již bylo popsáno výše, jsou zastávky v trase vozidla obsluhované pouze v případě, že byla předem objednána přeprava z nich nebo do nich.

<sup>21</sup> Mojžíš a kol.: Organizace dopravní obsluhy území [28]

<sup>22</sup> Molitor: Flexbus als tragende Säule regionaler Mobilitätskonzepte im ländlichen Raum [30]

Problematika regionální planiové obslužnosti je řešena i mimo kontinentální Evropu. Ve Velké Británii je podobná problematika nazývána jako doprava pružně reagující na poptávku - DRT (*demand responsive transport*), čili flexibilní systém dopravy na zavlání, vhodný zejména pro dopravní obsluhu oblastí se slabou poptávkou<sup>23</sup>.

### **2.3 Dílčí závěr kapitoly 2**

Na základě zde uvedených poznatků z vlastní analýzy sedmnácti citovaných a tří desítek necitovaných pramenů se v dalších kapitolách zaměřuji především na využití variability konceptů různých provozních forem autobusové dopravy a také na možnosti dopravy pružně reagující na poptávku vzhledem k nutnosti řešit DOR s výraznou temporální a teritoriální disperzí. Prvním krokem je analýza VHD v následující kapitole.

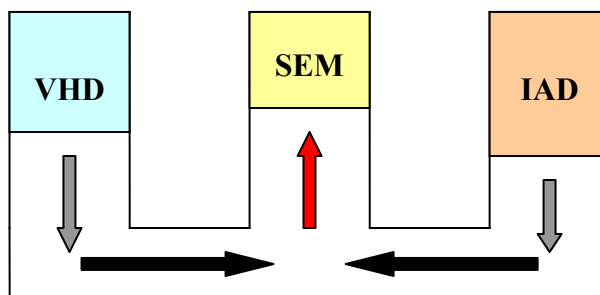
---

<sup>23</sup> Enoch, Potter, Parkhurst, Smith: Innovations in Demand Responsive Transport [14]



### 3 Veřejná hromadná doprava

Pro definování verbálního a matematického modelu je nutný popis systému osobní dopravy, jenž se dělí na dva základní podsystémy – VHD a IAD. Jejich vztah lze charakterizovat jako působení spojených nádob. Výsledkem jejich vzájemného soupeření je tzv. společenský efekt mobility (dále jen SEM). Společnost určuje podmínky své vlastní mobility a záleží na ní, která strana (IAD nebo VHD) bude v převaze. S restriktivními opatřeními vůči IAD jde ruku v ruce podpora kvalitní a fungující VHD. Tvorbu SEM zachycuje obrázek 3.1.



Obrázek 3.1: Společenský efekt mobility (zdroj: P. Vančura)

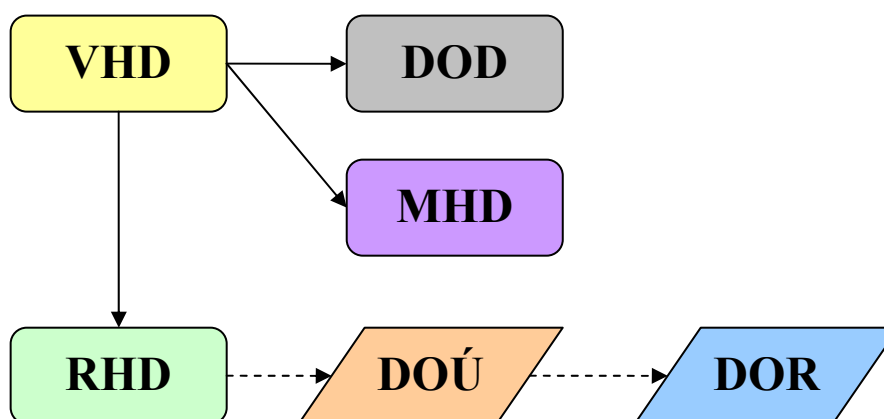
Správné pochopení a řešení problému racionalizace DOR je založeno na systémovém přístupu k VHD. Vychází se z jeho jasné definice, přes stanovení cíle řešení, analýzy současného stavu, návrhu alternativních řešení a zhodnocení výstupu řešení. Nesmí být opomenuty případné rušivé vlivy okolí na zkoumaný systém.

V současnosti nejúčinnějším prostředkem zvyšujícím konkurenceschopnost VHD jsou v oblastech s velkou přepravní poptávkou IDS, jejichž jádrem je MHD. V časově nebo prostorově odlehlých oblastech IDS nebo v oblastech ležících zcela mimo ně jsou těmito prostředky moderní způsoby DOR na principu DRT. Hierarchizace VHD na vyšší úroveň, tzv. liniovou a nižší úroveň tzv. planiovou (plošnou), však v žádném případě neznamená jejich striktní oddělení. Musí být chápány jako jeden celek, kdy jedna bez druhé nesmí existovat.

#### 3.1 Dekompozice veřejné hromadné dopravy

Základem dekompozice VHD je dělení na dálkovou, regionální a městskou dopravu (viz kapitola 2.1.3). RHD je zajištěna pomocí dopravní obsluhy na základě dopravní obslužnosti

(obrázek 3.2). Toto členění je velmi hrubé a jeho účelem je analýza celého systému, neboť cílem je naopak syntéza a synergie VHD v podobě IDS, který integruje jednotlivé druhy (často vyjma DOD) a také vytváří možnosti pro návaznou automobilovou dopravu tam, kde je to účelné (např. systémy záchytných parkovišť).

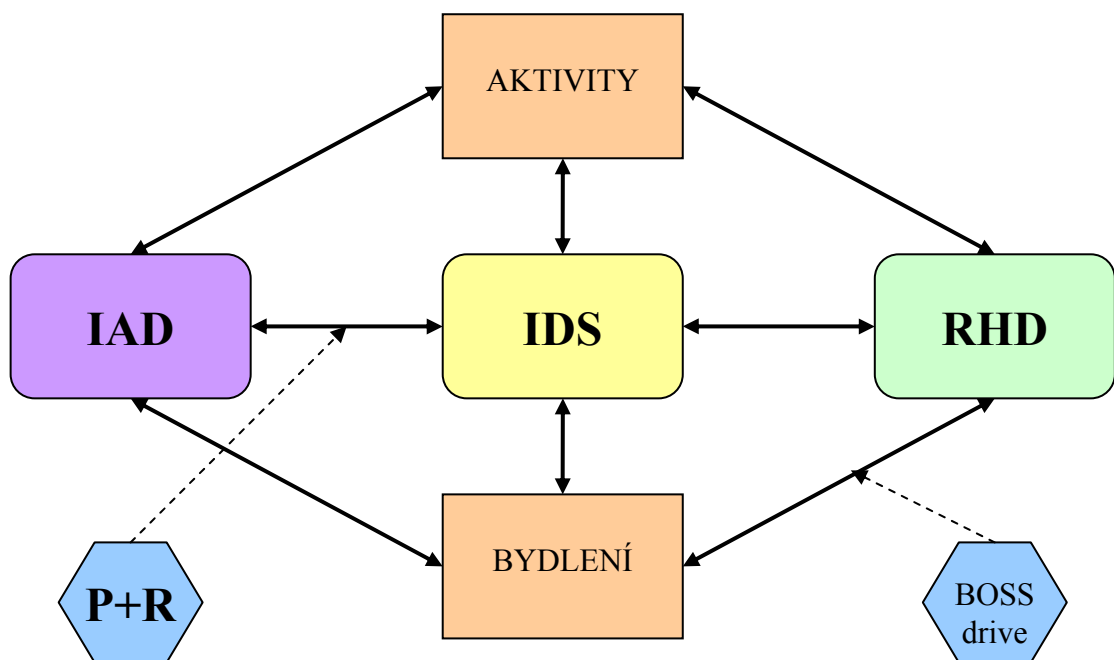


Obrázek 3.2: Dělení veřejné hromadné dopravy (zdroj: P. Vančura)

Celý systém VHD lze v případě vztahů regionů a významných center z hlediska podstatných přepravních vazeb dekomponovat na jednotlivé subsystémy, jak ukazuje obrázek 3.3. Do tohoto schématického znázornění nejsou zahrnuty marginální možnosti propojení dvou bodů rozhodných pro tvorbu přepravní poptávky, kterými jsou bydlení a aktivity (např. pěší docházka). Pod pojmem bydlení jsou ukryty sídla i jednotlivé objekty, ve kterých lidé bydlí a jsou tedy výchozími body jejich cest za různými aktivitami a tudíž i cílovými body při návratu od těchto aktivit. Aktivitami jsou myšleny činnosti, které jsou běžně a v zásadě i pravidelně vykonávány, jako např. zaměstnání, podnikání, studium, kultura, sport, zábava, nákupy a další volnočasové aktivity.

Přepravními subsystémy, které vytváří spojnice mezi bydlením a aktivitami jsou na jedné straně individuální doprava, na druhé doprava hromadná. Individuální doprava je především dopravou automobilovou (IAD), vedle níž existuje i cyklistická a pěší doprava. Pěší doprava je považovaná za prostředek k dosažení jakéhokoliv jiného druhu dopravy. Hromadnou dopravu lze rozdělit na regionální a dopravu uspořádanou v rámci IDS. Často se tyto systémy překrývají a je to v pořádku, neboť cílem je integrace dopravy tak, aby byla časově i dopravně přístupná všem cestujícím (i potencionálním).

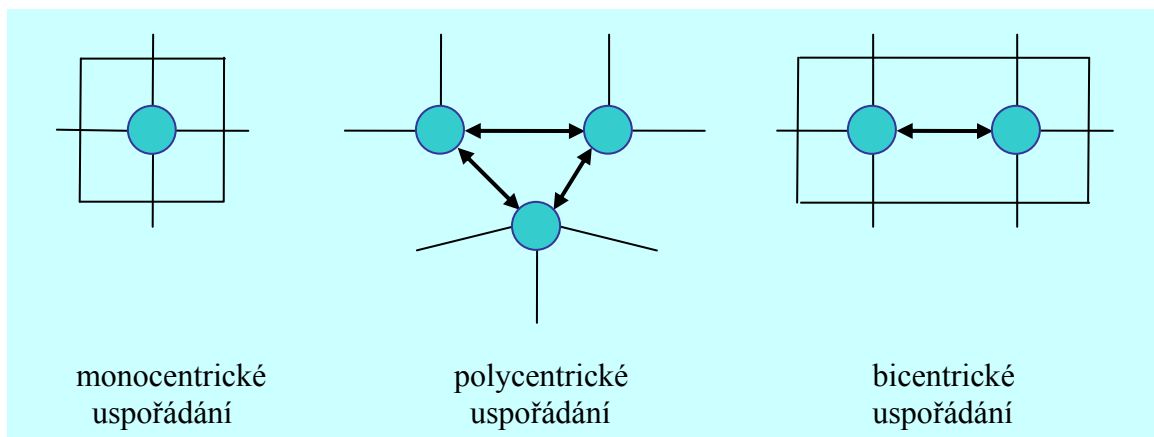
Snížit podíl IAD ve prospěch IDS lze mimo jiných nástrojů například začleněním systému záchytných parkovišť (P+R) do IDS. Tato parkoviště umožňují přestup z automobilů do vozidel hromadné přepravy osob a tím zkrátit časové i prostorové používání jednotlivých osobních vozů. Systém DRT může ovlivnit rozhodnutí o použití RHD namísto IAD, neboť jde o systém dopravy pružně reagující na poptávku, která je v regionech slabá (zde ve formě BOSSdrive). Tento druh dopravy představuje rozhraní mezi hromadnou a individuální dopravou a snaží se z obou vytěžit maximum jejich pozitiv.



Obrázek 3.3: Systém veřejné hromadné dopravy (zdroj: P. Vančura)

Náročnost zajištění dopravní obslužnosti záleží mimo jiné také na uspořádání sídel v regionu, tj. na jejich kompaktnosti. Z tohoto uspořádání sídel vyplývá způsob jejich obslužnosti, tedy zvolená technologie. Základní rozčlenění je na regiony uspořádané monocentricky a polycentricky. Speciální případ polycentrického uspořádání představuje bicentrická konfigurace. V tomto členění na centrum, resp. centra a jejich okolí je rozlišována obslužnost centra, resp. center a obslužnost navazujících oblastí, tj. jejich okolí. Tyto oblasti jsou definovány jako regiony s nekompaktním rozložením sídel, tj. s rozptýleným osídlením.

Obrázek 3.4 zobrazuje jednotlivé typy uspořádání regionů a jeho centra, resp. center. Ze schémat je patrné, že mezi centry vznikají četné přepravní vazby. V případě monocentrického uspořádání tyto vazby také existují a to ke vzdálenějším centrům.



Obrázek 3.4: Typy uspořádání sídel (zdroj: P. Vančura)

Do problematiky dekompozice VHD je dále nutno začlenit určení tzv. traťové zóny, neboť její existence je součástí koncepce modelu RM – BOSSdrive. Dále je třeba vymezit liniovou a planiovou dopravní obslužnost a návazně principy frondence a furcilace.

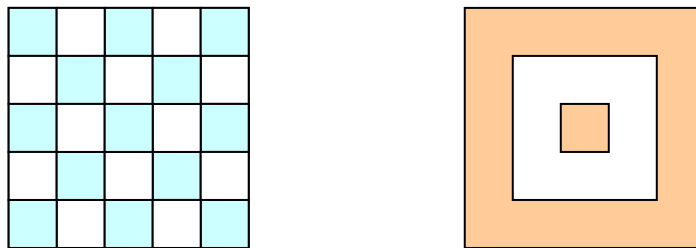
### 3.1.1 Traťová zóna

Traťová zóna je tarifním prostředkem, který je součástí konceptu RM. Tarifem se rozumí sazebník cen za jednotlivé přepravní výkony při poskytování přepravních služeb a podmínky jejich použití. Podle způsobu výpočtu výkonů v dopravních systémech se tarify dělí na jednotné (plošné) tarifní systémy a výkonové tarifní systémy. Jednotné tarify jsou definovány jednotnou cenou v rámci celé oblasti obsluhované dopravcem. Uživatelé přináší pro danou dopravní oblast, nezávisle na délce cesty, jednotnou cenu jízdy. U výkonových tarifů je cena jízdného úměrná dopravnímu výkonu, např. délce cesty, době cesty atd.; typické jsou časový, kilometrický, pásmový a především zónový tarif.

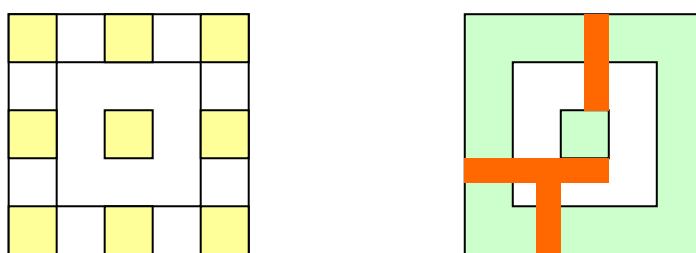
Časový tarifní systém je charakteristický časovou platností jízdních dokladů. Platnost je vztažena čistě k času a končí po uplynutí časového intervalu, pro který byl jízdní doklad zakoupen. Kilometrický tarif představuje tarifní systém, u kterého se v ceně jízdného odráží dopravcem realizovaný provozní výkon. Pásmový tarif je variantou kilometrického tarifu s tím rozdílem, že cena se neodvíjí od počtu projetých kilometrů, ale od počtu projetých pásem z výchozí pozice. Rozděluje dopravní síť jednotlivých linek nebo tratí na dílčí úseky ( pásma).

Pro uplatnění zónového tarifu je zájmové území rozděleno na pevné části, tzv. zóny. Podle struktury dopravní oblasti jsou plošné zóny různě uspořádány. V monocentrických

regionech se seskupují okolo centrální zóny, v polycentrických regionech jsou zóny uspořádány ve tvaru voštin nebo tarifních území. Uspořádání zón je závislé na počtu přirozených center a velikosti zájmového území. Rozlišuje se uspořádání monocentrické, polycentrické a koncentrické. Zóny mimo centrální zónu jsou soustředěny do pásem obvykle ve tvaru mezikruží kolem centrální zóny, tangenciálně rozděleny v pravidelných odstupech. Pásma jsou dále radiálně rozdělena na výseče (zóny) s přibližně stejnou obsluhovanou plochou. Radiální dělení je většinou zajištěno hlavními komunikacemi nebo důležitými železničními tratěmi, které patří současně do obou sousedních zón. Zónový tarif může mít různé podoby a to vždy v závislosti na danostech příslušných IDS. Obrázky 3.5 a 3.6 uvádějí některé z možných řešení prostorové tvorby tarifu – zónová šachovnice, zónová pásma, jejich kombinace a traťové zóny.



Obrázek 3.5: Zónový tarif;  
vlevo šachovnice, vpravo pásma (zdroj: P. Vančura)

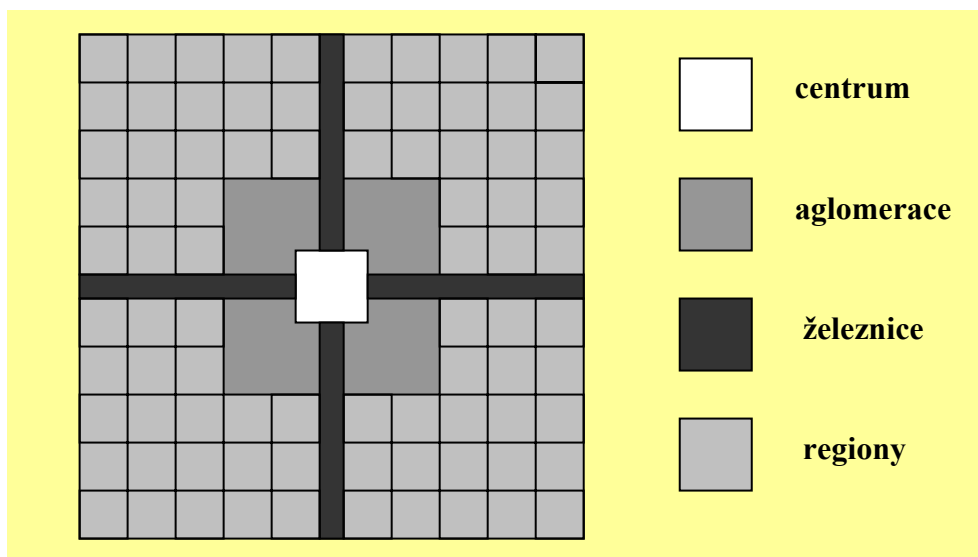


Obrázek 3.6: Zónový tarif;  
vlevo kombinace, vpravo traťové zóny (zdroj: P. Vančura)

Pro regiony, které jsou součástí struktur monocentrického uspořádání území, je velmi zajímavý koncept traťové zóny<sup>24</sup>. Samotný region je obsluhován na základě planiové DOR, jeho

<sup>24</sup> Vančura: Studie tarifního uspořádání monocentrického IDS [57]

spojení s centrem je řešeno liniově - například po železniční trati. Rozdělení celého území (IDS) do zón ukazuje obrázek 3.7.

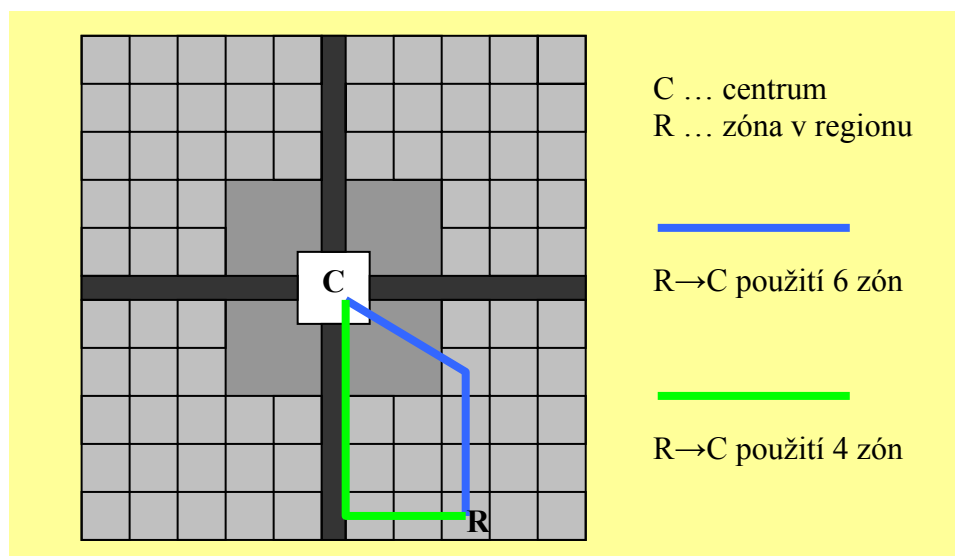


Obrázek 3.7: Schématické znázornění principu traťové zóny (zdroj: P. Vančura)

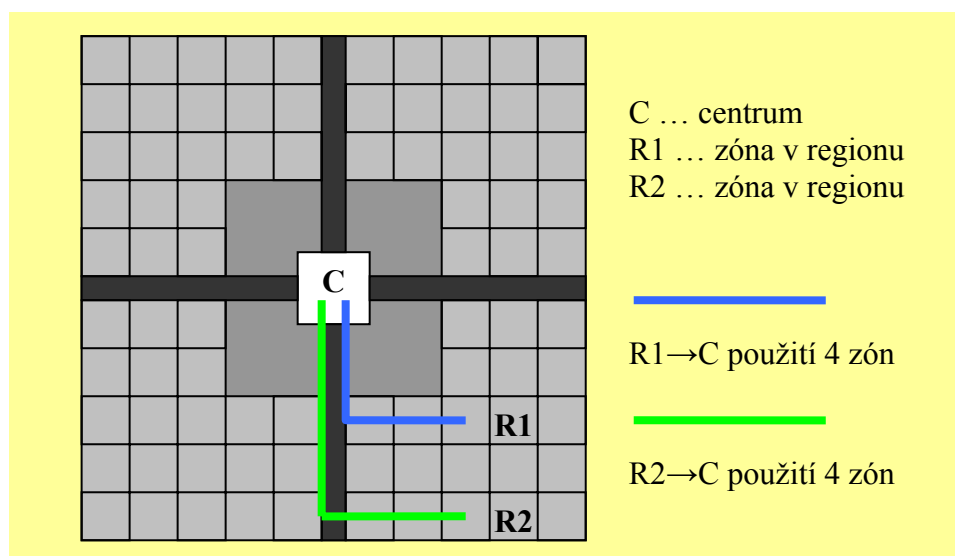
Je zde dobře patrný liniový charakter traťové zóny a planiový charakter regionů, které se dále člení na subzóny. Takto definované členění využívá výhod jak pásmového, tak i zónového uspořádání. Významným prvkem je zde traťová zóna, která je jednak přechodem mezi centrálními dvěma pásmy a zónováním ve vnější oblasti a zároveň je motivačním prvkem pro užívání kapacitní kolejové dopravy, což lze považovat za prvek konkurenceschopnosti VHD vůči IAD.

Traťová zóna má všechny charakteristiky klasické zóny kromě tvaru a velikosti. Celá trať je jednou zónou s možností vnitřního členění na pásma. Při zachování jednotnosti traťové zóny vznikají předpoklady pro větší využívání VHD a tím její vyšší atraktivitu. Při použití principu traťové zóny dochází k situaci, kdy cestující při nepoužití liniové (železniční) dopravy projede více zónami, než při jejím použití a tím musí více zaplatit (obr. 3.8). Tento princip je charakterizován cenovou diskriminací, což je velmi účinný nástroj pro podporu VHD.

Opačně např. při cestách ze sousedních zón (k zóně traťové) zaplatí všichni cestující stejné jízdné vzhledem ke stejnému počtu projetých zón (3.9). V obou případech se jedná o tzv. bonifikaci použití traťové zóny, neboť její použití přináší cestujícím finanční, ale i časový bonus. Je třeba uvažovat, že časová náročnost přepravy (doba strávená v dopravním prostředku) má své finanční vyjádření.



Obrázek 3.8: Bonifikace použití traťové zóny I (zdroj: P. Vančura)

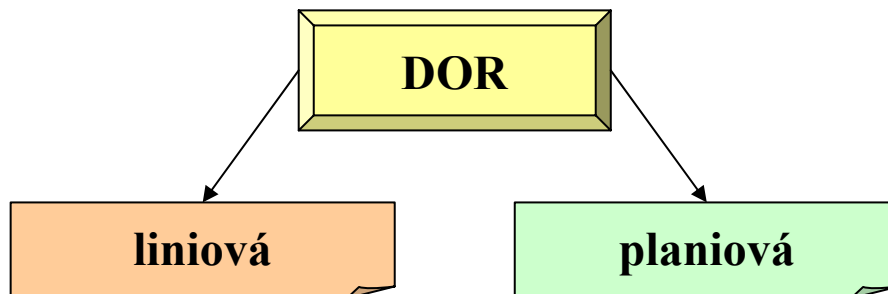


Obrázek 3.9: Bonifikace použití traťové zóny II (zdroj: P. Vančura)

### 3.1.2 Liniová a planiová dopravní obslužnost

Dopravní obslužností regionu se rozumí obsluha jednotlivých sídel v regionu. Pokud jsou tato sídla dle historického vývoje volně rozložena v ploše daného území, nazývám takovou dopravní obslužnost termínem planiová dopravní obslužnost, pro spojení významných sídel regionu či míst s koncentrovanou přepravní poptávkou s centrem regionu nebo sousedními regiony je tato dopravní obslužnost liniovou dopravní obslužností. Dělení DOR znázorňuje obrázek 3.10.

Liniová DOR je napájena z planiové DOR a je třeba je chápat jako jeden systém, který však v těchto svých dvou částech je řešen jinou technologií. Liniová DOR konvenční železniční dopravou a planiová DOR např. novými koncepty typu DRT (BOSSdrive).



Obrázek 3.10: Liniová a planiová dopravní obslužnost regionu (zdroj: P. Vančura)

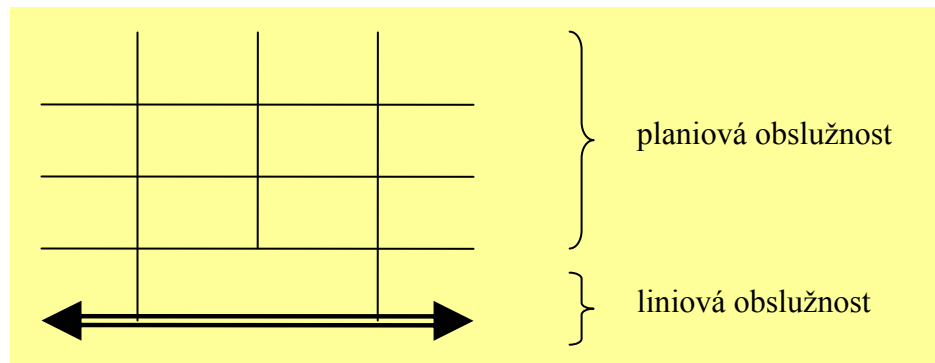
Liniová dopravní obslužnost zajišťuje přepravní vztahy v liniích, tedy po trasách, které v případě regionu s jedním centrem (monocentrické uspořádání) vedou radiálně, tj. dostředně. Pro přepravní vazby mezi centry lze využít výhod dopravního řešení pomocí tzv. liniové DOR. Taková obslužnost se realizuje především kapacitní kolejovou dopravou. U tohoto druhu dopravy lze velmi dobře využít všech jejích předností a velmi efektivně transformovat velké proudy cestujících. V městském prostředí je tato doprava uskutečňována páteřními systémy typu metro či tramvaj (dle velikosti sídla), v rámci aglomerací je to železnice.

Obslužnost ostatních ploch v regionu navazujících na liniovou DOR musí být realizována jinou než kolejovou dopravou, tedy silniční či autobusovou v případě dopravní obslužnosti veřejnými hromadnými prostředky. Pouze tento druh veřejné dopravy dokáže obsloužit území tzv. v ploše. Tato obslužnost je charakteristická velkou variabilitou trasy dopravního prostředku tak, aby bylo obslouženo co nejvíce sídel při co nejnižším počtu nasazených vozidel a co nejnižším počtu najetých kilometrů. Výhodou tohoto druhu dopravy je nezávislost dopravních prostředků na konkrétní trase, což znamená, že je lze na rozdíl od kolejové dopravy měnit, například podle změn v poptávce po přepravních službách. Jedná se o tzv. planiovou DOR, která se nutně stává napájecím systémem pro liniové obslužné zařízení (tj. např. železniční trať). Blíže je planiová DOR popsána v kapitole 4.1.

Na základě uvedeného lze tedy hovořit o hierarchii dopravní obslužnosti, což dokládá i obrázek 3.11. Základem je liniová síť (např. železniční trať), na niž navazují regionální plošné systémy (např. síť regionálních autobusových linek). V ČR se vychází z existující železniční sítě



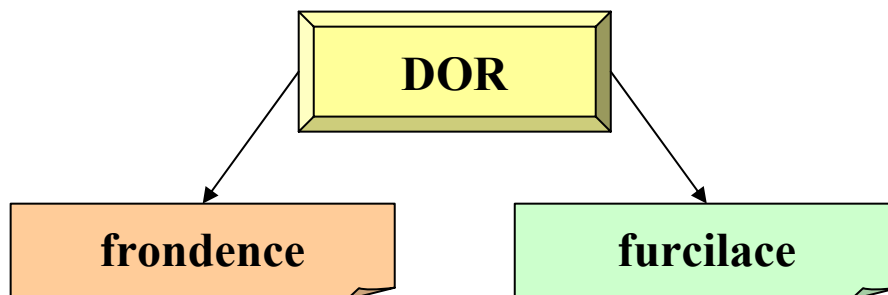
(výjimečně páteří pozemní komunikace) a k ní navazující sítě pozemních komunikací. Tyto sítě lze charakterizovat jejich parametry jako je např. délka, hustota, kvalita apod.



Obrázek 3.11: Planiová a liniová obslužnost - hierarchizace (zdroj: P. Vančura)

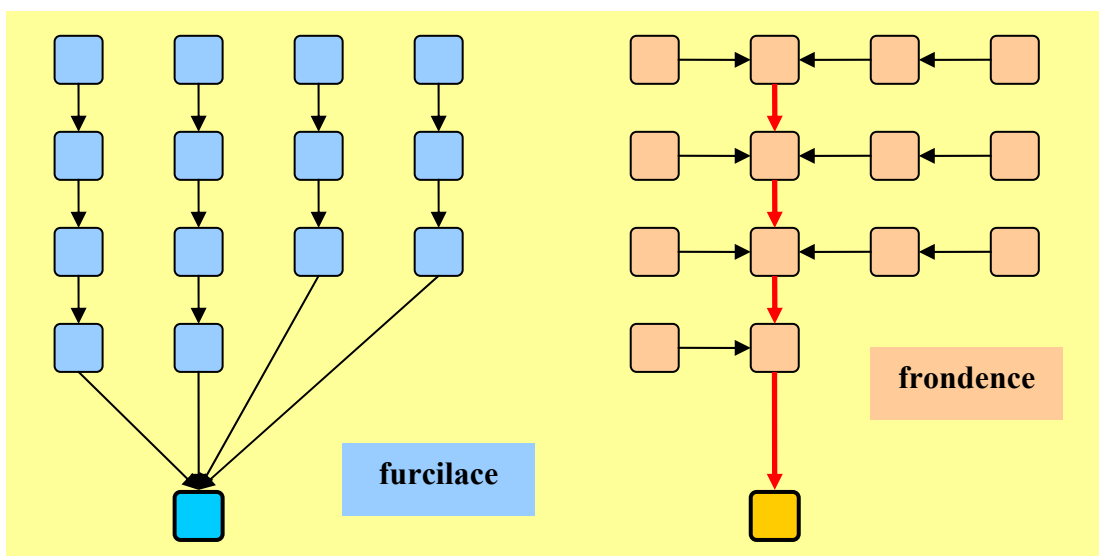
### 3.1.3 Frondence a furcilace

Liniové přepravní vztahy jsou vzhledem ke svým principům snadněji řešitelné než vazby v regionu nebo vazby mezi regionem a aglomeračním centrem. Planiová dopravní obslužnost může být řešena několika způsoby a pro účely této disertační práce jsem definoval dva typy na principu frondence nebo furcilace (obrázek 3.12).



Obrázek 3.12: Dopravní obslužnost regionu - frondence a furcilace (zdroj: P. Vančura)

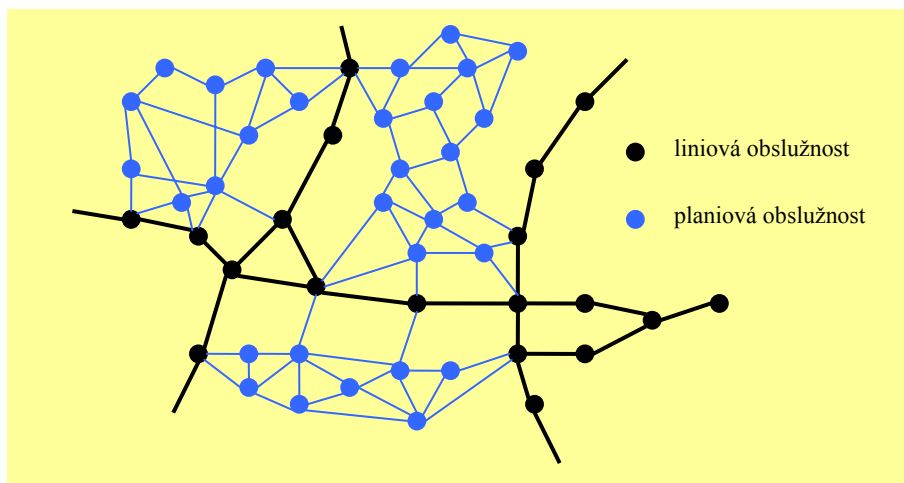
První typ planiové DOR je furcilátní, tzv. furcilace (*latinsky: furca = vidle*) a představuje jednotlivé linky, které jsou do centra vedeny separátně. Druhý typ je frondentní, tzv. frondence (*latinsky: frons = list*) a je charakteristický jednou kapacitní dostřednou linkou (sběrníci – např. železniční tratí), na niž navazují jednotlivé napájecí linky. Oba dva typy jsou znázorněny obrázkem 3.13 a podrobně popsány v kapitole 4.1.2. Planiová DOR je charakterizována svými mikroregionálními vazbami a vztahy. Na tomto základě vytvářím model RM, který popisují slovně i matematicky v páté kapitole.



Obrázek 3.13: Typy planiové dopravní obslužnosti regionu (zdroj: P. Vančura)

### 3.2 Regionální přepravní systém

Region představuje území neobsluhované MHD (může být součástí IDS) mimo souvislé městské osídlení. Toto území je obsluhováno kombinací liniového a planiového přepravního systému, resp. na základě liniové a planiové DOR (obrázek 3.14).



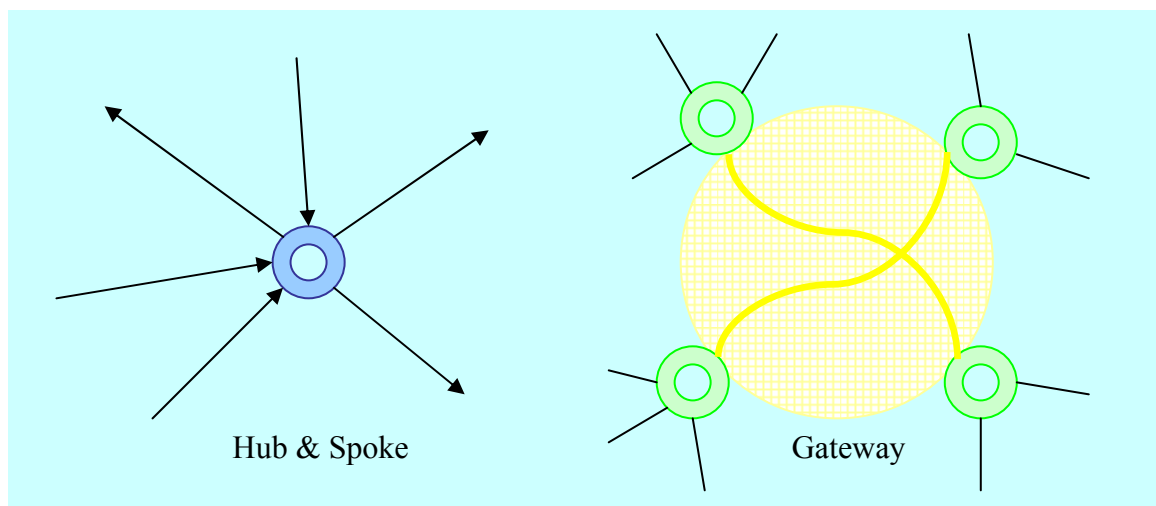
Obr.3.14: Liniová a planiová obslužnost - síťovost (zdroj: P. Vančura)

Liniová DOR je zajišťována kapacitní páteří dopravou. Planiová dopravní obslužnost je určena pro plošné pokrytí území daných regionů. Tento koncept VHD lze definovat jako regionální mobilitu, tedy hybnost obyvatel daného regionu, která není řešena na bázi IAD. Vzhledem k prostorové a časové nerovnoměrnosti v přepravní poptávce je systém planiové DOR

značně diverzní. Existují rozdíly v koncentraci přepravní poptávky u ranní vyjížděky z regionálních sídel do centra či center nadregionálního významu a u odpoledních či podvečerních cest zpět. Prostorové rozmístění sídel v regionech je druhou podstatnou složkou, již je nutné brát na zřetel při racionalizaci DOR (blíže kapitola 4.2). Dopravní obslužnost pro regiony s nízkou přepravní poptávkou není jen otázkou časové a prostorové nerovnoměrnosti přepravních proudů, ale také otázkou priorit cestujících a důležitosti jejich cílů (např. na jedné straně nutnost cestovat za výdělkem a na druhé straně touha po rekreaci, odpočinku či zábavě; blíže kapitola 2.2.2).

### 3.2.1 Logistické principy

Logistika v DOR je vyjádřena koordinací, synchronizací a optimalizací přemístování v rámci regionu. Základním principem je konsolidace, resp. dekonsolidace, tzn. řešení přestupních vazeb mezi jednotlivými subsystemy DOR (provázání městské a příměstské VHD, spolupráce více druhů dopravy, minimalizace přestupů - časové a prostorové). Nosné logistické principy pro VHD jsou Hub & Spoke (např. přestupní uzly) a Gateway (např. P+R)<sup>25</sup>, jejichž základní charakteristiku vystihuje obrázek 3.15.

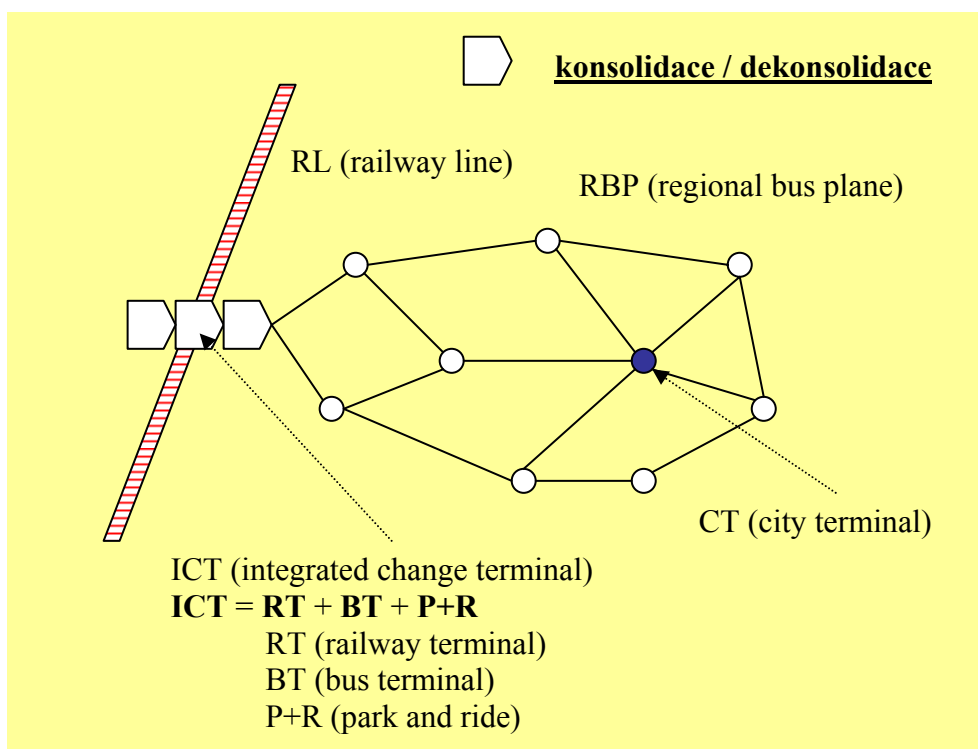


Obrázek 3.15: Logistické principy (zdroj: P. Vančura)

Region lze na základě logistických principů schématicky znázornit a tedy rozčlenit na jednotlivé dílčí subsystemy. Základem je železniční trať (RL, výjimečně pozemní komunikace pro tzv. metrolinie). Na ní se vyskytují přestupní terminály (ICT), které integrují železniční

<sup>25</sup> Cempírek, Kampf: Logistika [5]

přestupní terminál (RT) a autobusový přestupní terminál (BT), případně i záchytné parkoviště (P+R), které představuje integraci IAD do VHD. V samotném regionu obsluhovaném autobusy na základě planiové DOR (RBP) se pak nachází plošná (planiová) dopravní síť (síť uzlů a úseků, tj. většinou zastávek a je spojujících dopravních cest - komunikací), v případě větších sídel v regionu lze hovořit i o městském přestupním terminálu pro MHD (CT). V rámci přestupního uzlu ICT je realizován proces konsolidace (sdružování), resp. dekonsolidace (dělení) proudů cestujících. Vše znázorňuje obrázek 3.16.



Obrázek 3.16: Regionální terminály dle logistických principů (zdroj: P. Vančura)

### 3.2.2 Kvalita ve veřejné hromadné dopravě

Jedním z nezanedbatelných prvků veřejných přepravních systémů (městských i regionálních) je kvalita. Kvalita v různých významech tohoto slova je používána v dopravě již řadu desetiletí. Teprve v posledních letech se stále více systémově zdůrazňuje přímý vztah kvality služby a spokojenosti cestujících. Technologie IDS nevykazuje prvky všeobecnosti, a tak jedním z mála jednotících prvků jsou nástroje systémů kvality. Tato jednota vychází z existence normy EN 13816, která stanovuje rámec pro tvorbu kritérií kvality služby poskytovanou cestujícím a dále v souvislosti s normou EN 15140 poskytuje návod pro měření a vyhodnocování těchto kritérií.

Cílem je naučit se měřit službu nabízenou cestujícím a nikoliv technické výkony jednotlivých dopravců.

Norma EN 13816<sup>26</sup> specifikuje požadavky na definování, cíle a měření služeb ve veřejné přepravě osob a poskytuje výběr metod měření. Je určena pro použití poskytovatelům služeb při prezentaci a monitorování jejich služeb a také úřadům nebo organizacím odpovědným za zajištění DOR. Její použití prosazuje očekávání zákazníka a vnímá kvalitu jako měřitelné a říditelné parametry. Norma uvádí osm kritérií: dosažitelnost, přístupnost, informace, čas, péče o zákazníka, pohodlí, bezpečnost a dopad na životní prostředí. V případě měření rozlišuje norma tři způsoby. Přehledy spokojenosti zákazníků (ankety), měření přímého provedení a tajně provedené zákaznické testy.

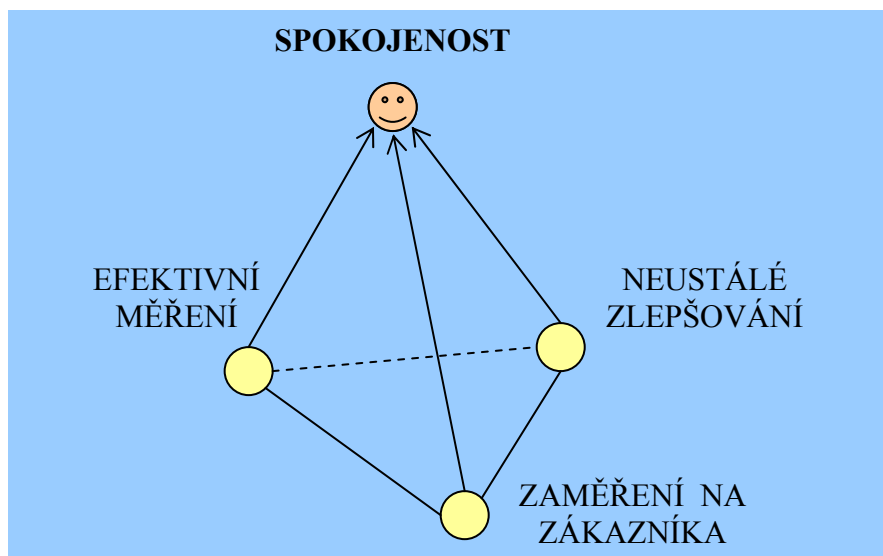
Norma EN 15140<sup>27</sup> stanovuje základní požadavky a doporučení pro systémy, které hodnotí kvalitu poskytované služby veřejné přepravy osob a které jsou používány v rámci EN 13816. Požadavky a doporučení specifikované v této normě se vztahují na hodnocení prováděná třetí stranou i na hodnocení prováděná poskytovatelem služby. Norma nabízí šest příkladů z praxe dopravních podniků EU.

Měření standardů je měření provedení (tzv. tvrdé měření) a to buď měřením přímého provedení nebo provedením tajných zákaznických testů. Rozdíl mezi očekávanou a cílovou kvalitou služby je dán rozpočtovými, technickými a technologickými omezeními a také výkonností konkurence. Očekávaná kvalita služby je vyjádřením požadavku zákazníka, naopak cílová kvalita představuje možnosti dopravce. Realizace služby je změřena příslušnými metodami a označena souhrnně jako dosažená kvalita služby. Skutečným odrazem očekávané kvality služby je vnímaná kvalita služby přijímaná cestujícími.

V případě měření rozlišuje norma tři pohledy. Hledisko cestujících je zjišťováno pomocí anket (přehledy spokojenosti zákazníků), měření přímého provedení (standarty kvality služby) a tajně provedených zákaznických testů. Standarty kvality služby jsou založeny na třech pilířích - zaměření na zákazníka, efektivním měření a neustálém zlepšování. Vrcholem tzv. jehlanu kvality (obrázek 3.17) je spokojenost všech zúčastněných stran, který je založen podobně jako spirála neustálého zlepšování systému managementu kvality na periodicitě procesů.

<sup>26</sup> EN 13816 Definice jakosti služby, cíle a měření [11]

<sup>27</sup> EN 15140 Základní požadavky a doporučení pro systémy hodnocení kvality poskytované služby [12]

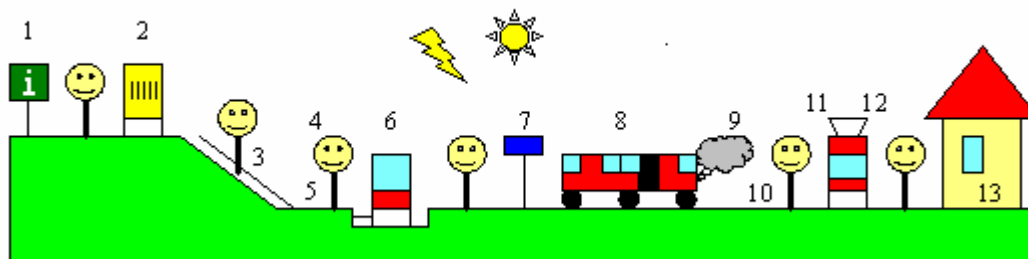


Obrázek 3.17: Jehlan kvality - princip standardů kvality (zdroj: P. Vančura)

Kvalita služeb VHD vyžaduje splnění požadavků cestujících v průběhu celého procesu obsluhy zákazníka v obslužném řetězci. Ve styčných bodech cestující srovnávají skutečná zjištění s původními očekávaními. Jde o momenty pravdy, které jsou pomocí standardů kvality monitorovány, měřeny a vyhodnocovány. Systém tím získává možnost tyto styčné body optimalizovat a zlepšovat služby VHD, resp. IDS. Obrázek 3.18 schématicky popisuje obslužný řetězec a čísla označují jednotlivé momenty pravdy (1-13). Tabulka 3.1 ukazuje vztah kritérií kvality s těmito momenty pravdy.

Tabulka 3.1: Momenty pravdy (zdroj: P. Vančura)

Vztah kritérií kvality a momentů pravdy	
kritérium kvality dle EN 13816	moment pravdy
dosažitelnost	4
přístupnost	2, 3
informace	1, 7, 8
čas	4, 10
péče o zákazníka	12
pohodlí	3, 6, 7, 11
bezpečnost	5
dopad na životní prostředí	9



Obrázek 3.18: Obslužný řetězec (zdroj: P. Vančura)

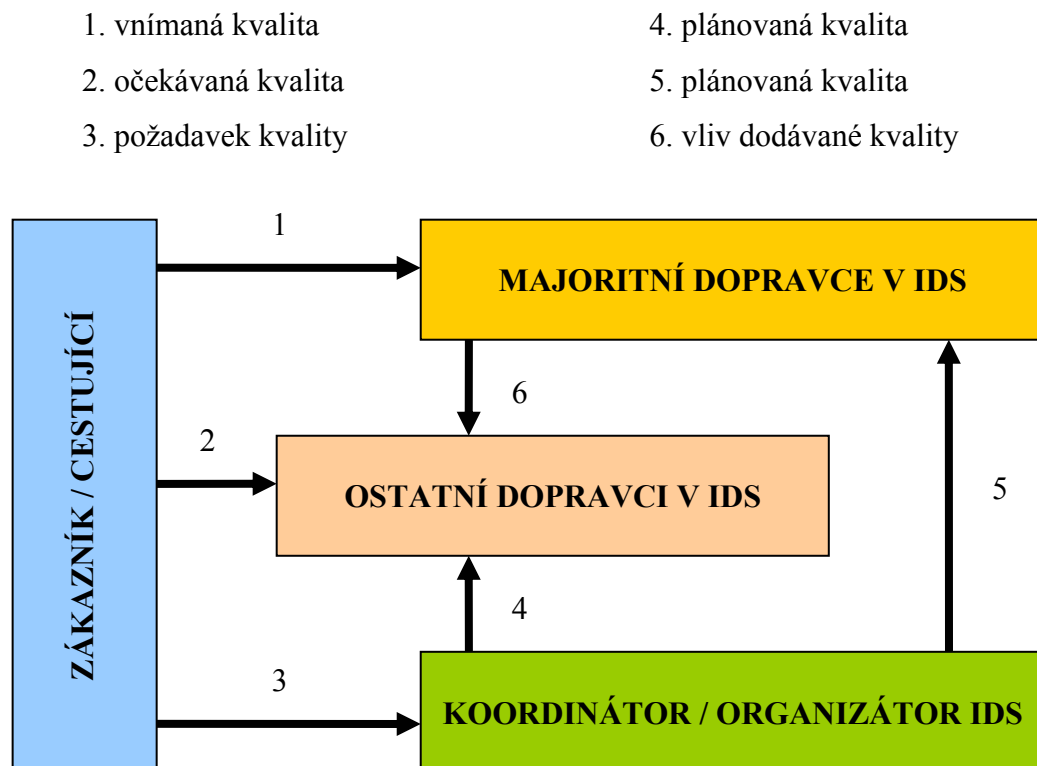
**Momenty pravdy** (obrázek 3.18):

1. informace pro cestující (před cestou)
2. získání jízdního dokladu (jízdenkové výdejní automaty)
3. pohyblivé schody (eskalátory), bezbariérová zařízení (výtahy, plošiny)
4. odjezdy (dostupnost, přesnost a pravidelnost přepravy)
5. bezpečnost
6. komfort (pohodlí)
7. zastávková péče (označníky, přístřešky proti nepohodě)
8. informace na a ve vozidlech (během cesty)
9. ochrana životního prostředí
10. jistota přípojů (dodržování jízdních řádů v přestupních místech)
11. čistota
12. personál
13. chvála, kritika

Cestující vnímá služby nabízené IDS jako homogenní produkt. Systém je ve shodě se svým principem také homogenní. Heterogenní je skladba dopravců. Tento moment je důležitý vzhledem k prosazování jednotných podmínek pro cestující, jimž je IDS určen. Výkonným prvkem je organizátor IDS.

IDS jsou jednotícím fenoménem pro řadu prvků v DOR. Jedním z nich je kvalita nabízené služby, kterou cestující vyžaduje a organizátor IDS prosazuje. Pokud se majoritní dopravce v regionu s touto politikou kvality ztotožní, je velký předpoklad jejího prosazení na celém zaintegrovaném území.

Systém standardů kvality je jednotícím fenoménem pro řadu prvků pro srovnání služeb nejen mezi dopravci, ale i mezi jednotlivými trakcemi jednoho dopravce, který zajišťuje DOR. Kvalita nabízené služby, kterou cestující vyžadují a organizátor IDS prosazuje, musí být jasně definována a jednoznačně a prokazatelně měřena. Model vlivu systému standardů kvality na dopravce v IDS je v obrázku 3.19:



Obrázek 3.19: Vliv majoritního dopravce na ostatní dopravce (zdroj: P. Vančura)

### 3.5 Dílčí závěr kapitoly 3

Dekompozice VHD je nutná jak pro následující popis regionální planiové dopravní obslužnosti (kapitola 4), tak i pro následný verbální a matematický model RM (kapitola 5). Systém VHD zahrnuje řadu významných prvků - způsoby dopravní obslužnosti (od IAD k IDS), charakteristiku regionálních vazeb a popis regionálního přepravního systému s pomocí logistických principů či na základě kvalitativního hodnocení. Všechny tyto aspekty je nutno pojmut komplexně a pak řešení dílčí problematiky (model RM) zapadne do celého systému VHD s využitím maximální synergie všech subsystémů.



## 4 Regionální planiová dopravní obslužnost

Dalším krokem této disertační práce je detailní formulace problematiky planiové DOR, která se dělí na frondentní a furcilátní. Toto dělení představuje jen dva možné extrémy při řešení této problematiky, neboť praxe upřednostňuje vyvážený model, jenž nese stopy obou těchto principů. Každý systém VHD představuje určitou finanční zátěž pro jeho organizátora, tedy v zásadě pro komunální autoritu nebo stát. Aby tato zátěž byla co nejnižší, ale zároveň VHD byla opravdu veřejnou, tedy přístupnou všem a v společensky přijatelné míře kvalitní, je nutné vést úvahy o její racionalizaci.

### 4.1 Planiová dopravní obslužnost

Řešení vazeb mezi regionem a centrem je možné dvěma základními způsoby, přičemž nevylučují další případné varianty, které mohou vzniknout mezi dvěma mezními principy. Nutno uvažovat nejen v rovině prostorové - teritoriální (liniová a planiová dopravní obslužnost), ale i v rovině časové - temporální.

Pokud je četnost přepravní poptávky v rámci planiové DOR velká, lze ji řešit standardními autobusovými linkami. Tyto linky fungují jako napáječe železniční liniové dopravy. V opodstatněných případech lze umožnit tzv. pseudosouběh železniční linky s linkovou autobusovou dopravou. Takovéto linky pak fungují obdobně jako železniční a jsou v principu liniové. V praxi lze tento princip nalézt v MHD, kde vedle kolejových páteřních systémů (městská železnice, metro, tramvaj) existují i tzv. metrobusy a svými parametry se přibližují kolejové dopravě. Tento přepravní princip byl již uplatněn v řadě evropských měst (např. Berlíně, Hamburku či Mnichově).

Pro výběr páteřní sítě na úrovni regionu je potřebné stanovit kritéria, podle kterých se potencionální tratě nebo komunikace prohlásí za páteřní. Těmito kritérii mohou být např. rychlost dopravy, kapacita dopravní cesty, frekvence spojů, důležitost spojení v rámci místních poměrů, vliv dopravy na životní prostředí (včetně bezpečnosti) apod. Dle předem stanovené metodiky lze navržené úseky dopravní sítě ohodnotit (např. bodovým systémem) a dle výsledku stanovit páteřní síť. Tímto způsobem vzniknou následující kategorie dopravní sítě<sup>28</sup>:

<sup>28</sup> Vančura, Mojžíš, Graja: Integrované dopravní systémy [42]

- ✦ pátevní síť (liniová) - spojuje významná centra zájmového území IDS, s provozem rychlých, spěšných i zastávkových spojů v systému taktové nabídky,
- ✦ rozšířená pátevní síť (metaliniová) - s provozem rychlíkových, příp. spěšných spojů s taktovým JŘ, např. ve dvouhodinových odstupech alespoň v ranní a odpolední špičce mezi významnějšími městy nebo dopravně důležitými uzly regionu, spoje navazují na ostatní rychlé (zrychlené) spoje v rámci celého IDS,
- ✦ regionální síť (metaplaniová) - provoz běžných zastávkových spojů, v ranní a odpolední špičce v pracovní dny spojů zrychlených, taktový JŘ není podmínkou, nicméně se doporučuje, žádoucí je ovšem návaznost na spoje v rámci IDS v přestupních uzlech,
- ✦ ostatní síť (planiová) - provoz zastávkových spojů, které zajistí mj. svoz a rozvoz z/do přestupních bodů a návaznost na spoje obsluhující regionální síť, periodický JŘ není podmínkou, ale dle možností se jeho zavedení i na této kategorii dopravní sítě doporučuje.

Model RM, který řeším v páté kapitole, lze z hlediska výše popsaných sítí zařadit do problematiky ostatních sítí – jedná se o planiovou DOR. Pro její řešení je důležité zdůraznit možnosti využití teorie grafů (kap. 4.1.1) a dále modelově popsat planiovou obslužnost, což je obsahem kapitoly 4.1.2.

#### 4.1.1 Principy teorie grafů

Při tvorbě matematického modelu RM využívám nástrojů operačního výzkumu, především z oblasti teorie grafů (optimalizace na grafech). Z nástrojů teorie grafů považuji za nejvhodnější využití algoritmů definovaných pro neorientované grafy. Předpokládám, že všechny úseky uvažované při popisu přepravní sítě jsou obousměrné a pokud by přece jen byl nějaký úsek pouze jednosměrný, lze k němu nalézt komplementární cestu v opačném směru. Podstatné pro řešení bude ohodnocení těchto úseků, které určuje jejich délku, případně propustnost. Výchozím grafem je diskretní graf, tedy obsahující pouze uzly, tj. místa nástupu a výstupu uživatelů řešeného systému. Doplněním úseků vznikne graf, který nemusí být nutně kompletní, podmínkou bude pouze to, aby byl konečný a souvislý (např. díky existenci mostů či artikulací).

Síť komunikací lze transformovat do podoby grafu, kde jsou silnice nahrazeny jeho úseky. Uzly tohoto grafu představují sídla, případně významné body křížení komunikací. Umístění

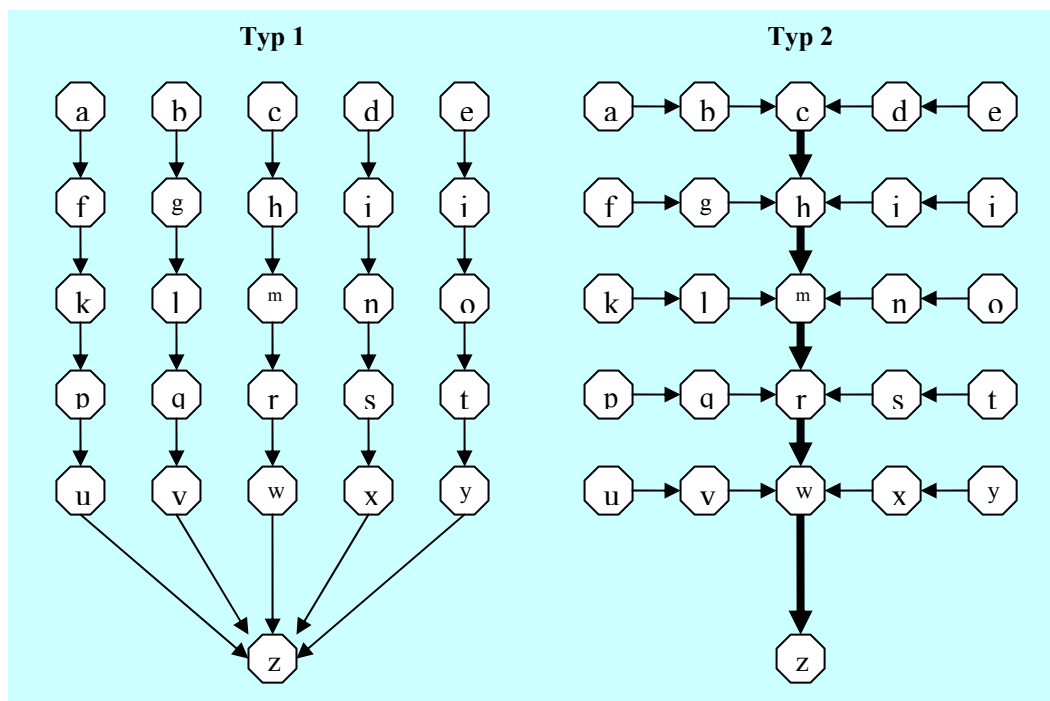
zastávek do této sítě, resp. grafu je lokační problém, přiřazení atrakčního okruhu danému bodu sítě, resp. uzlu vzniká problém alokační. Atrakčním okruhem zastávky se rozumí přilehlé okolí uzlu, které je danou zastávkou obsluhováno. Velikost atrakčního okruhu lze definovat podle geografických a demografických podmínek na základě časové nebo prostorové dostupnosti zastávky. Při řešení trasování jednotlivých linek se vychází obvykle ze stávající situace, tj. z druhu používané hromadné dopravy i z dosavadního linkového vedení. Navržený druh a trasa linky se posuzuje jednak z hlediska kapacitního, jednak z hlediska DOÚ a také z provozně-ekonomického hlediska. Linky mohou být navrženy jako homogenní, tj. s neměnnou trasou, nebo jako nehomogenní, tj. s možností existence odklonů od trasy v různých částech dne. Zvláštní postavení může mít okružní linka. Z jiného úhlu pohledu lze dále rozlišovat linky podle jejich polohy vůči centru, a to na linky radiální, tj. vycházející z vnější části aglomerace a směřující do jejího centra, dále linky diagonální, tj. vedoucí z okrajové části napříč centrem do jiné okrajové části regionu a na linky tangenciální, které ve své trase centrum míjejí. Při tvorbě jednotlivých spojů na trase daných linek jde o určování jejich časových poloh, které vycházejí ze standardů dopravní obslužnosti tak, jak je požaduje objednatel. Základem jsou přitom požadavky poptávky, která je v dopravě výrazně derivativní (tedy odvozená), a také finanční možnosti objednatele.

#### 4.1.2 Matematizace planiové obslužnosti

Planiová dopravní obslužnost může být řešena několika způsoby, pro následující modelové vyjádření byly vytvořeny dva typy. Typ 1 je furcilátní a představuje jednotlivé linky, které jsou do centra vedeny separátně. Typ 2 je frondentní a je charakteristický jednou kapacitní dostřednou linkou, na níž navazují jednotlivé napájecí linky. Oba dva typy jsou znázorněny obrázkem 4.1.

Furcilátní typ planiové dopravní obslužnosti je tvořen jednotlivými dostřednými linkami, které jsou vedeny do centra separátně. Graficky tento typ připomíná vidle či vidličku. Je to systém souběžných linek, který v sobě skrývá ohrožení v podobě možných kongescí při vstupu linky do centra. Frondentní typ je charakteristický jednou kapacitní dostřednou linkou (sběrníci - např. železniční tratí), na níž navazují jednotlivé napájecí linky. Tento princip je připodobněn k funkční struktuře listu, od něhož je i odvozen název. Při tomto způsobu řešení dopravní obslužnosti lze rušením souběžných linek převést ušetřené finanční prostředky na posílení regionálního provozu, který bude častěji obsluhovat celé území a tím významně napájet samotný liniový přepravní

system (páteřní linku). Výhodnost této koexistence je nasnadě. Tarifní podoba tohoto typu je tzv. traťová zóna popsaná v kapitole 3.1.1.



Obrázek 4.1: Dopravní obslužnost regionu – typ 1 a typ 2 (zdroj: P. Vančura)

Pro řešení DOR s jedním sídlem jsem vytvořil následující matematický monocentrický model<sup>29</sup>, který rozlišuje dva typy - furcilátní (typ 1) a frondentní (typ 2). Cílem řešení je porovnání těchto dvou typů a zhodnocení výsledků řešení. Pro nutné zjednodušení je uvažováno s pravidelně rozloženými 25 sídly v regionu a jedním centrem. Sídla regionu s dopravní obslužností typu 1 jsou obsluhována pěti separátně vedenými linkami, jejichž cíl je v centru. Typ 2 má jednu kapacitní dostřednou linku, na níž navazuje deset linek napájecích. Ve skutečném regionu si lze separátně vedené linky nebo napájecí linky představit jako autobusové a kapacitní linku jako železniční.

Vzdálenosti mezi jednotlivými sídly (symbol  $x$ ) jsou popsány v tabulce 4.1. Podobně jsou v této tabulce definovány další charakteristiky systému jako jízdní doba mezi sídly ( $t$ ), intervaly na jednotlivých typech linek ( $i$ ), doby čekání na spoj ( $y$ ) a celková cestovní doba ( $T$ ). Koeficienty  $j$  a  $k$  určují, jak se oproti radiálním linkám změní interval a jízdní doby na kapacitní dostředné lince, tedy zkrácení intervalu a zvýšení rychlosti, respektive snížení cestovní doby. Jako výchozí

<sup>29</sup> Vančura: Podmínky využití liniové dopravní obslužnosti regionu [54]

jsou určeny jízdní doby na regionálních linkách a jejich intervaly. Hodnoty pro dostřednou linku jsou pak odvozeny pomocí koeficientů  $j$  a  $k$ . Určení těchto hodnot popisuje taktéž tabulka 4.1. Koeficienty  $j$  a  $k$  jsou předmětem následného porovnání, neboť na jejich vyvážené kombinaci závisí, zdali bude typ 2 výhodnější než typ 1.

Tabulka 4.1: Popis použitých symbolů (zdroj: P. Vančura)

symbol	popis
$x$	vzdálenost mezi dvěma sousedními sídly (např. a-b, a-f apod.) vzdálenost u-z a y-z je $2,8x$ vzdálenost v-z a x-z je $2,2x$ vzdálenost w-z je $2x$
$v$	rychlost dopravního prostředku pro VHD mezi dvěma sídly
$t$	jízdní doba = doba přepravy mezi dvěma sousedními sídly ( $t = \frac{x}{v}$ )
$i$	interval mezi spoji
$y$	průměrná doba čekání na spoj ( $y = \frac{1}{2}i$ )
$T$	cestovní doba tvořená dobou čekání na spoj, jízdní dobou a případně dobou čekání na přípoj ( $T = y + t$ ) pozn.: pro $y \cong t$ : $y = z \wedge t = z \Rightarrow T = 2z$
$j$	koeficient zkrácení intervalu na kapacitní dostředné lince interval této linky je oproti radiálním linkám roven $y$ $0 < j \leq 1$
$k$	koeficient zvýšení rychlosti na kapacitní dostředné lince rychlost na této lince je oproti radiálním linkám $\frac{v}{k}$ $0 < k \leq 1$

Modelové přepravní potřeby obyvatel sídel  $a$  až  $y$  vycházejí z předpokladu existence velké poptávky po cestování do centra regionu. Popisované vztahy existují v průběhu ranní špičky, kdy vzniká největší potřeba přemístění za prací, do škol, do úřadů a podobně ve směru z regionu do centra.

Z tabulky 4.2 vyplývá, že furcilátní typ DOR (typ 1) je vhodný z hlediska průměrné přepravní vzdálenosti ( $4,4x$  ku  $5,2x$ ) a také z důvodu nulové přestupovosti. Výhodnost frondentního typu (typ 2) se projeví až při určité vhodné kombinaci zkrácení intervalů a snížení cestovních dob na kapacitní lince. Toto snížení je pro železniční dopravu možné a lze tak plně využít jejich technologických předností při liniové dopravní obslužnosti. Kompletní tabulka pro všechny sídla je v Přílohách (tab. A.1).

Průměrná délka cestování je u typu 2 vyšší o 0,8-násobek jednotkové vzdálenosti. Přestupovost typu 2 je logicky také vyšší. Pro porovnání průměrné cestovní doby obou typů je nutno sestavit tabulku kombinací hodnot obou výše uvedených koeficientů. Pro jednoduchost byly vybrány jen určité hodnoty, pro které jsou pak určeny jednotlivé cestovní doby.

Tabulka 4.2: Vztahy mezi sídly regionu a centrem (zdroj: P. Vančura)

sídlo	vzdálenost do centra		doba jízdy do centra		přestupovost	
	typ 1	typ 2	typ 1	typ 2	typ 1	typ 2
a	6,8x	8x	$y + 6,8t$	$(1 + j)y + (2 + 6k)t$	0	1
...						
y	2,8x	4x	$y + 2,8t$	$(1 + j)y + (2 + 2k)t$	0	1
$\Sigma$	<b>110x</b>	<b>130x</b>	<b><math>25y + 110t</math></b>	<b><math>(20+25j)y + (30+100k)t</math></b>	<b>0</b>	<b>20</b>
$\emptyset$	<b>4,4x</b>	<b>5,2x</b>	<b><math>y + 4,4t</math></b>	<b><math>(0,8+j)y + (1,2+4k)t</math></b>	<b>0</b>	<b>0,8</b>

Budou-li časové hodnoty  $y$  a  $t$  řádově stejně velké, lze si pro srovnání dovolit zjednodušení a považovat je za rovné (symbol  $z$ ), pak se může vzorec v tabulce 4.2 nahradit číselnou hodnotou. Tuto hodnotu porovnáme s hodnotou pro typ 1. Hodnoty vypočtené ze vztahů (4.1) a (4.2) se porovnají a ty, které budou rovné nebo větší než 5,4, budou považovány za nevyhovující. Vypočtené hodnoty  $T_2$  pro typ 2 jsou v druhém řádku každé buňky tabulky A.2 (viz Příloha). Na základě výše popsaného porovnání je tabulka rozdělena silnou šrafovanou čarou na dvě části. Hodnoty v levé polovině jsou vyhovující a hodnoty v pravé naopak vyhovující nejsou.

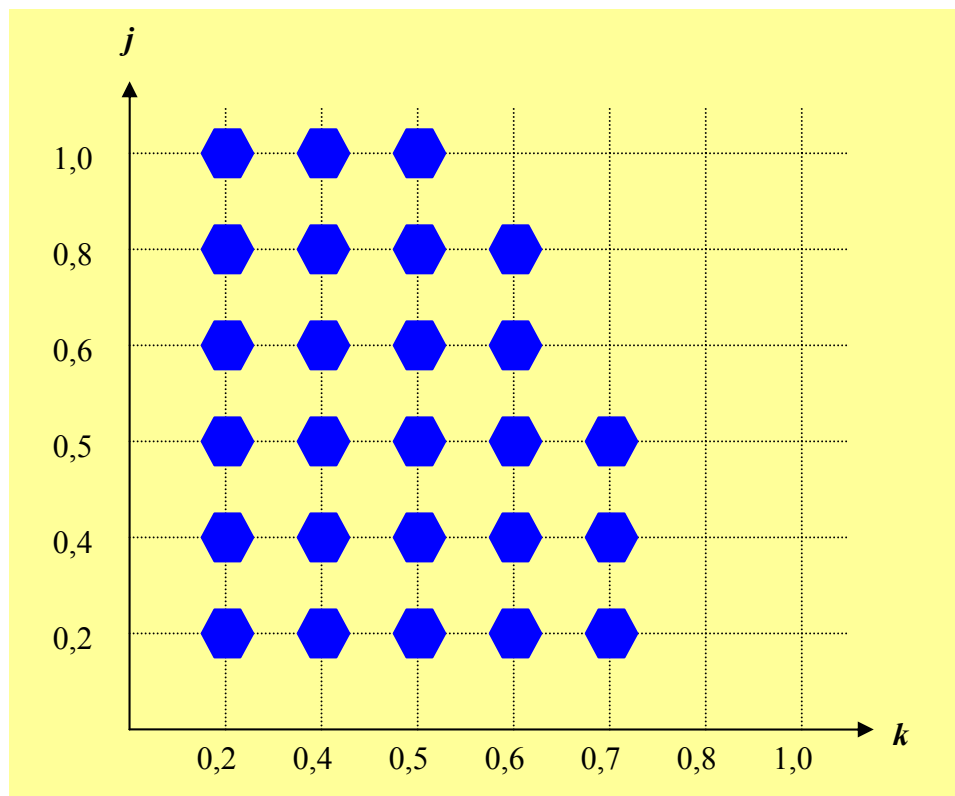
$$T_1 = y + 4,4t = 5,4z \quad [\text{min}] \quad (4.1)$$

$$T_2 = \text{viz jednotlivé buňky v tabulce A.2 v Přílohách} \quad [\text{min}] \quad (4.2)$$

Interpretace hodnot (z tab. A.2 v Přílohách) je graficky znázorněna obrázkem 4.2. Pokud se zvyšuje rychlost kapacitní železniční linky (klesá jízdní doba) a pokud se zkracuje interval, dochází ke snížení celkové cestovní doby a systém typu 2 se stává výhodnějším než typ 1. Tato výhodnost pak potlačí nevýhody spojené s delší průměrnou kilometrickou vzdáleností a především zvýšenou přestupovostí. Příklad, který popisuje konkrétní variantu volby určité kombinace hodnot  $j$  a  $k$ , dokumentuje reálnost vytvořeného modelu a je popsán v Přílohách (včetně tab. A.3).

Řešení DOR je složitý dopravní problém, přičemž je třeba nalézt vyvážené vztahy mezi jeho důležitými charakteristikami. Dekompozice obslužného systému na jádrovou síť a napájecí

podstředím se jeví jako výhodná a navíc přirozená. Výše popsaný model tak potvrzuje toto tvrzení. Lze zároveň konstatovat, že frondentní DOR je vhodným řešením pro obsluhu regionů s páteří železniční tratí.



Obrázek 4.2: Znárodnění vztahů mezi koeficienty  $j$  a  $k$  (zdroj: P. Vančura)

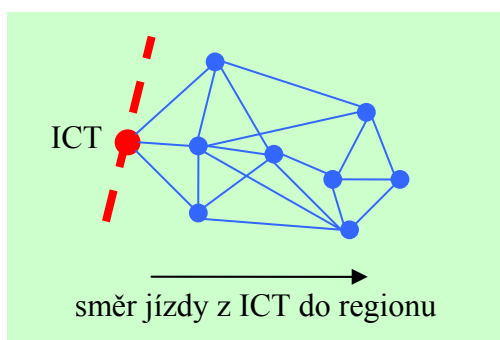
## 4.2 Doprava pružně reagující na poptávku

Dopravní obslužnost nebude nikdy optimální. Mohou být však podniknuty kroky pro její racionalizaci a pro dané možnosti společnosti a také techniky a technologií její vyhovující úroveň. Jedním z nástrojů racionalizace dopravní obslužnosti v regionu je zavádění moderních systémů flexibilně reagujících na přepravní poptávku, systémů na principu DRT.

Při slabé nebo nepravidelné přepravní poptávce lze do systému VHD zapojit flexibilní systémy na principu DRT, neboli dopravy pružně reagující na poptávku. Představují jakýsi mezistupeň mezi tradiční hromadnou dopravou zajišťovanou klasickými autobusy a dopravou na principu taxislužby provozovanou osobními automobily nebo minibusy. V praxi ČR se s takovými systémy při řešení DOR neseťkáme. V zahraničí však ano, především v německy mluvících zemích, kde se jedná o různé modifikace principu AST (sběrné taxi na zavoání). Jsou jimi různé

typy DRT, které provozují podnikatelské subjekty nebo obce samotné. Do svých systémů MHD nebo IDS (resp. Dopravní svazy) je zapojují komunální autority pro podporu využívání VHD v časově nebo prostorově odlehlejších oblastech zájmového území.

Nejblíže řešenému problému je princip tzv. Ausstiegsfahrt (výstupní jízda)<sup>30</sup>, což je jízda podle potřeby v jednom směru při plánovaném odjezdu (dle JŘ) z výchozí nástupní zastávky (např. ICT). Jízdní cestu určuje řidič podle momentální poptávky po výstupu v určeném segmentu regionální dopravní sítě<sup>31</sup>. Integrace se železniční (liniovou) dopravou je více než patrná (obr. 4.3).



Obrázek 4.3: Princip výstupní jízdy (zdroj: P. Vančura)

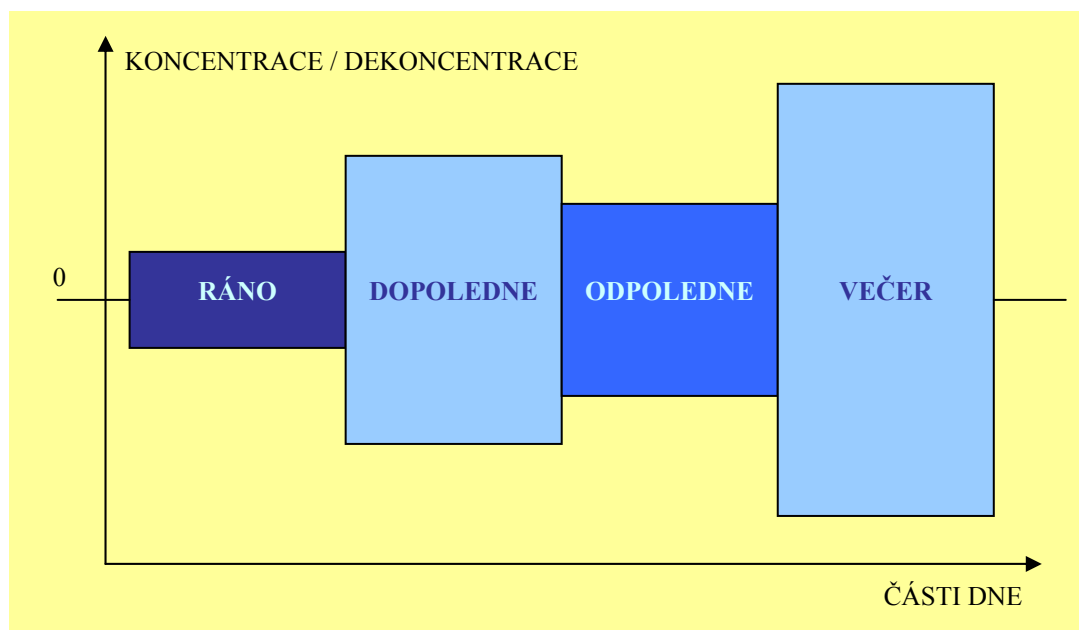
#### 4.2.1 Temporální nerovnoměrnost

V průběhu dne existuje časová (temporální) nerovnoměrnost, kdy při ranní vyjížděce za prací je nejvyšší koncentrace do několika málo časových poloh spojů a odpolední návrat je pak již méně koncentrovaný (obr. 4.4). Ranní vyjížděka je obvykle koncentrovanější než rozptýl odpoledních cest. Úplná dekoncentrace je v dopoledních a večerních hodinách. Z tohoto důvodu je nejvíce z časového pohledu komplikovaná tvorba DOR zajišťující rozvoz cestujících od páteřních linek VHD do jejich domovů v regionech. Z toho vyplývá, že liniová DOR se nejlépe uplatní u ranních spojů a plánovaná pak u spojů odpoledních. V důsledku této časové nerovnoměrnosti přepravní poptávky lze vytvořit kombinovaný způsob nabídky přepravních služeb. V období vyšší koncentrace poptávky mohou existovat stávající autobusové linky. Liniová DOR je uskutečňována veřejnou linkovou autobusovou dopravou a je snaha (především v regionech v dosahu IDS) ji propojovat s železniční dopravou.

<sup>30</sup> Kahrs: Marktorientierte Unternehmensführung im öffentlichen Personenverkehr [21]

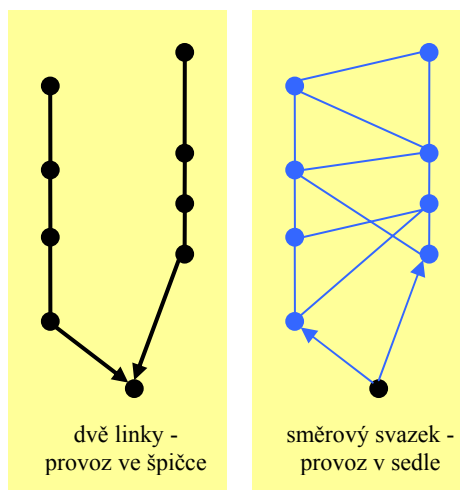
<sup>31</sup> Personenbeförderungsgesetz [63]





Obrázek 4.4: Koncentrace jízd (zdroj: P. Vančura)

Naopak v období s nižší poptávkou mohou být tyto linky na principu DRT transformovány do podoby např. směrového svazku (obr. 4.5) nebo dojde k uplatnění navrhovaného modelu RM (s názvem BOSSdrive). Princip směrového svazku je znám z německy mluvících zemí (kap. 2.2.5).

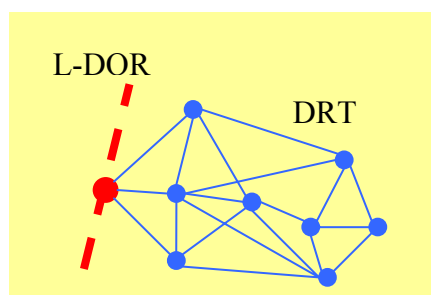


Obr. 4.5: Transformace dvou linek na směrový svazek (zdroj: P. Vančura)

#### 4.2.2 Teritoriální nerovnoměrnost

V regionech, jimiž prochází železniční linka, lze zvýšit využívání tohoto druhu přepravy využitím jednoho z typů DRT (obr. 4.6). Tuto nízkokapacitní dopravu na zavolání lze stručně

charakterizovat pomocí verbálního modelu. Dopravní prostředek s nižší kapacitou než běžný autobus (minibus nebo osobní automobil) je přistaven ke každému vlakovému spoji. Každý cestující zapojený do systému si musí předem objednat spojení a systém na základě dané pevné databáze a proměnných dat k jednotlivému spoji určí optimální cestu a též nasazení dostatečně kapacitního vozidla. Výsledkem je přistavení vozidla k vlakovému spoji, které cestující rozveze k cílům jejich cest - bydlení. Tento popis odpovídá modelu RM - BOSSdrive tak, jak je popsán v páté kapitole.



Obr. 4.6: Propojení DRT a liniové DOR (zdroj: P. Vančura)

### 4.3 Dílčí závěr kapitoly 4

Obecně platí, že ve středně velkých městech je nejvyšší podíl pěší docházky do zaměstnání či škol. U větších měst převažuje buď využití MHD nebo IAD. Dojíždka obyvatel malých a středně velkých měst do větších (spádových) měst je nutností pro téměř polovinu jejich obyvatel<sup>32</sup>. Z tohoto důvodu se jeví podchycení tohoto potenciálu pro VHD jako smysluplné.

Při rozvoji VHD nelze směřovat racionalizační snahy pouze vůči MHD, IDS nebo liniovým dopravním vazbám. Významnou úlohu hraje elementární zdroj přepravních vazeb rozmístěných v ploše jednotlivých regionů (jejich mikrostruktuře), které jako celky vytvářejí vyšší vazby. Tyto základní vazby vznikající při planiové DOR lze ponechat samovolně existovat v rámci IAD nebo je vhodným způsobem podchytit. Jedním z možných nástrojů je koncept RM vzniklý na základě racionalizace DOR v podobě BOSSdrive.

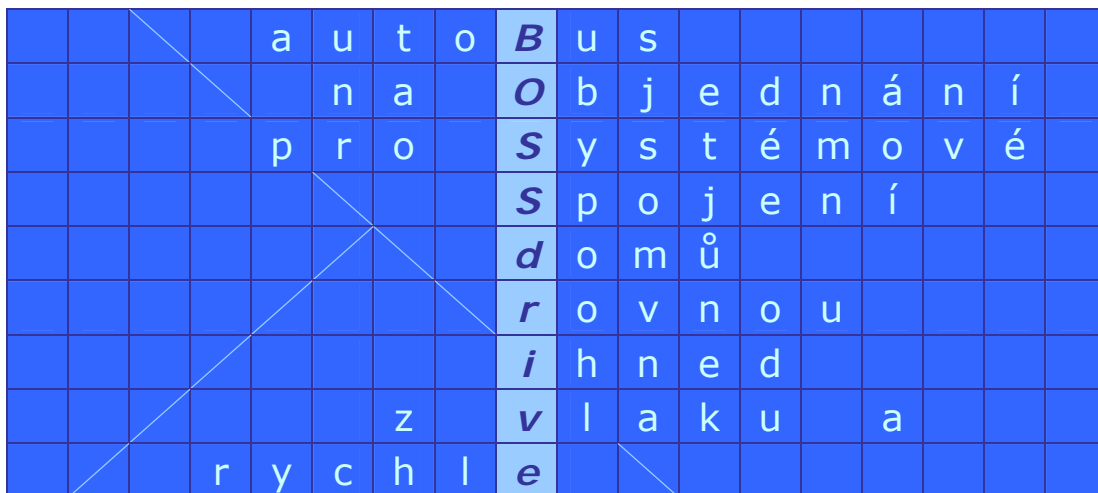
<sup>32</sup> Čarský: Dělna přepravní práce při pravidelných cestách do zaměstnání a do škol [6]

## 5 Verbální a matematický model regionální mobility

Základem verbálního a následně matematického modelu RM je regionální mikrostruktura. Tato mikrostruktura představuje mikroregionální nadstavbu liniové DOR. Základem je návaznost železniční (případně autobusové) liniové dopravy na regionální strukturu osídlení. Do řešení zahrnuji nejen úvahy v rovině prostorové (liniová a planiová DOR), ale i v rovině časové. Časová nerovnoměrnost je v modelech mikroregionální povahy velmi významná, neboť existuje významný rozdíl v přepravní poptávce v průběhu dne. Typickým příkladem je ranní koncentrovaná poptávka při dojíždění do velkých a větších měst a naopak odpolední dekoncentrovaná poptávka více časově rozložená v odpoledních hodinách. Tento model RM označuji názvem BOSSdrive, na rozdíl od anglického pojmu DRT nebo německého pojmu AST či dalších souvisejících termínů tak, jak byly popsány v druhé kapitole.

### 5.1 Verbální popis BOSSdrive

Pro řešení dekoncentrované poptávky navrhuji model RM, který jsem pro marketingové uchopení nazval BOSSdrive (obr. 5.1). Toto označení vyjadřuje základní atributy modelu RM, tedy přestup z vlaku na autobus, jenž je předem objednan a vytváří systémové spojení do cíle cesty uživatele (domů) a to rovnou a ihned (minimalizace časové i prostorové náročnosti přestupu). Tyto atributy se odrážejí ve zkratkovém slově BOSSdrive.



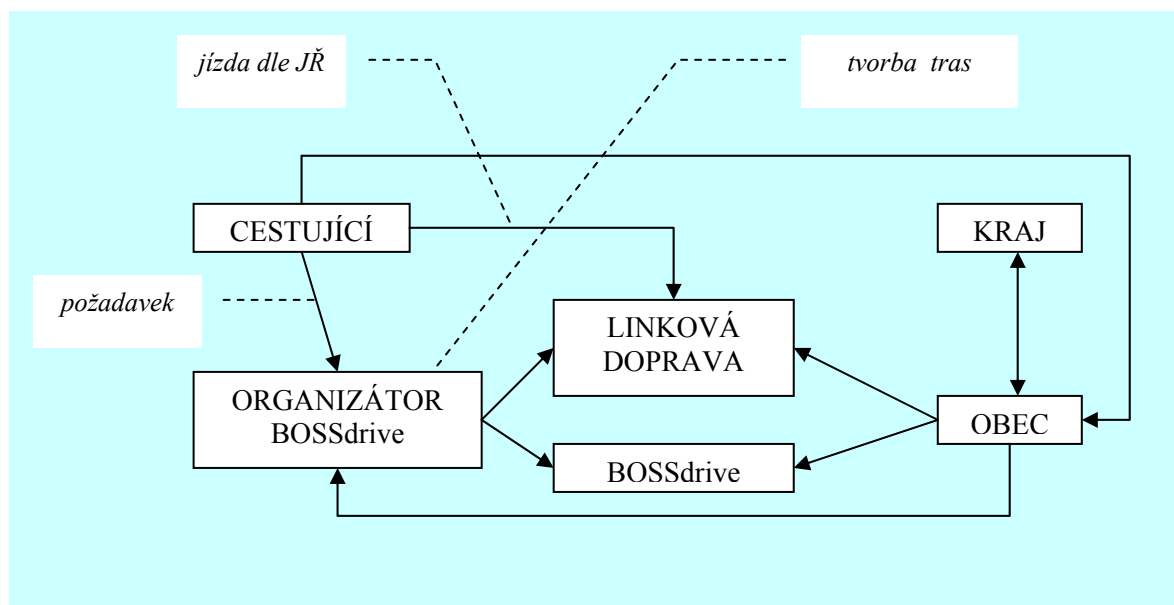
Obrázek 5.1: BOSSdrive (zdroj: P. Vančura)

Verbální model BOSSdrive je založen na popisu zapojení cestujícího do tohoto systému. Výchozím předpokladem je existence organizátora BOSSdrive, který koordinuje všechny související procesy a jež je řízen komunální autoritou. Do informační kanceláře organizátora BOSSdrive se cestující jednorázově dostaví a uzavře smlouvu o pravidelném spojení (lze uskutečnit i přes internet). Další komunikace je realizována pouze přes mobilní telefon, resp. webové stránky BOSSnet. Spojení si cestující objedná pro odpolední či večerní spoje z ICT (železniční stanice v rámci liniové DOR) k nejbližšímu výstupnímu bodu u jeho cíle cesty. Ranní spojení je zajištěno běžnou autobusovou linkou s pevným JŘ a jízdni trasou. Cestující si výstupní bod vybírá z mapového podkladu na základě grafu dostupnosti (organizátora cest). Podmínkou účasti na systému je vlastnictví mobilního telefonu, neboť základem je komunikace pomocí SMS zpráv. Cestující denně (pokud cestuje) do určité doby (např. do 14 hodin) odesílá SMS zprávu v daném tvaru – oznámení o záměru spojení BOSSdrive (kdy, resp. z jakého vlaku) a zároveň tím objedná platbu jízdneho, pokud nemá sjednanou paušální platbu. Po zpracování obdrží SMS s potvrzením, kterým se prokazuje u řidiče při nástupu do vozidla BOSScar. Řidič má před jízdou určenu jízdni trasu, která byla vytvořena právě na základě zaslaných SMS od všech cestujících pro danou jízdnu. Na základě odeslaných SMS se tvoří nejen trasa pro daný spoj, ale také se určuje typ vozidla pro požadovanou kapacitu.

Při samotném řešení v praxi v konkrétním regionu se vychází z přesné simulace přepravní poptávky – s dvojitým úhlem pohledu (s sofistickým průzkum přepravních potřeb a anketa mezi potencionálními uživateli nabízeného systému BOSSdrive). Výhodou zapojení mobilních telefonů do přepravních služeb je jeho dostupnost (většina cestujících jej vlastní). Přednostmi mobilů jsou, že s nimi lidé mohou v zásadě vždy a všude komunikovat, mohou být stále na příjmu, nejsou nikde sami, mají vždy a všude průvodce na celý život a nemusí nic zmeškat. Mobil je dnes již téměř jejich součástí. Takto pozitivně vnímaný přístroj lze vhodně využívat pro aplikace ve VHD.<sup>33</sup>

Zavedení tohoto systému je závislé na existenci významného a spolupracujícího dopravce (např. taxislužba nebo společenství provozovatelů taxislužby s výkonným dispečinkem). Schéma organizačního zajištění systému BOSSdrive zachycuje obrázek 5.2. Cestující užívá linkovou dopravu (ranní cesta k RL) a objedná si dopravu dle potřeby (planiová doprava pružně reagující na poptávku). Významnou roli zde hrají komunální autority (obce a kraje), neboť na nich leží formulace přepravních potřeb, zajištění a financování DOR.

<sup>33</sup> Kahrs: Marktorientierte Unternehmensführung im öffentlichen Personenverkehr [22]



Obrázek 5.2: Organizace BOSSdrive (zdroj: P. Vančura)

Tarifně, pokud by systém BOSSdrive spadl do zájmového území IDS, je vhodné využít principu traťové zóny (viz kap. 3.1.1). Zóna, v níž je konkrétní systém BOSSdrive realizován, ponese označení BOSSzone a ve spojení s danou traťovou zónou by představoval velmi zajímavou tarifní nabídku pro cestující.

## 5. 2 Matematické řešení BOSSdrive

Matematický model RM je založen na aplikaci teorie grafů. Jeho jádrem je tvorba jízdnicích tras pro jednotlivé jízdy BOSSdrive, které jsou přiřazeny k jednotlivým liniovým spojům. Pro příslušný region je definován graf, v němž uzly představují výstupní místa pro cestující včetně uzlu nástupního (ICT – přestupní železniční terminál). Úseky jsou částí pozemní komunikační sítě, které výstupní místa spojují.

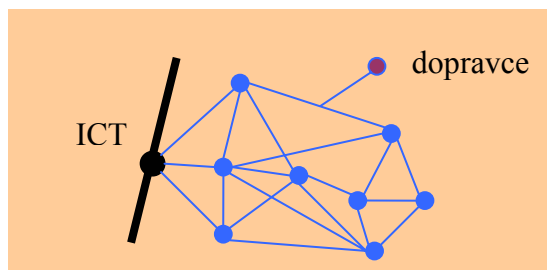
### 5.2.1 Členění modelu regionální mobility

Model RM se podle pohybu v regionu člení na část svozovou a část rozvozovou. Svozová část představuje ranní dojížděku, kdy je z regionu realizována konsolidace proudů cestujících z planiové DOR na liniovou DOR (kapacitní železniční dopravu). Rozvozová část je realizována v odpoledních a večerních hodinách a představuje dopravu pružně reagující na poptávku (danou

objednáním přes SMS). Tato doprava pružně reagující na poptávkou je modelem RM s názvem BOSSdrive. Verbální model tak, jak je popsán výše a jak je validován v šesté kapitole, představuje marketingovou podobu celého řešení. Matematické řešení je spojeno s hledáním nejkratší cesty pro daný spoj – algoritmus BOSSline (kap. 5.2.3) a algoritmus BOSSroad (kap. 5.2.4).

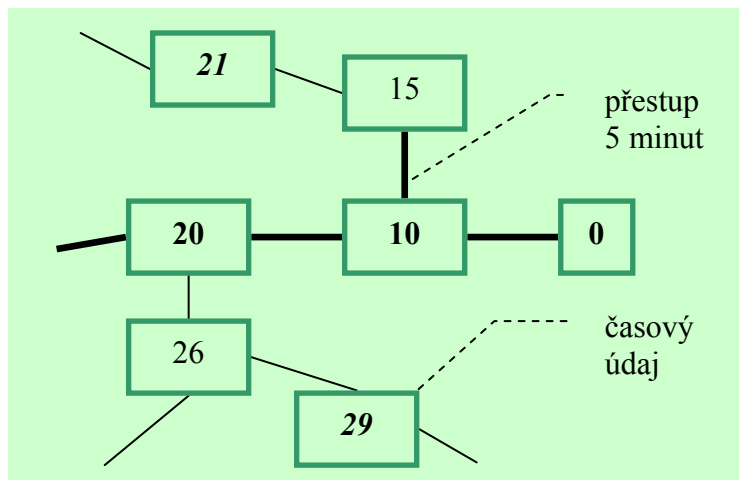
### 5.2.2 Kritéria dostupnosti

Kritéria dostupnosti člením na dva typy. První je teritoriální a druhé je temporální. Teritoriální kritérium dostupnosti představuje síť bodů, ve kterých může dopravní prostředek systému BOSSdrive (tzv. BOSScar) zastavovat tak, aby byl co nejbližší cílům cest uživatelů tohoto systému. Tyto body musí odpovídat zákonným požadavkům na bezpečnost a plynulost dopravy na pozemních komunikacích a nebýt v rozporu se obecní legislativou daného sídla. Do této sítě náleží i ICT a také body, ze kterých je síť obsluhována (odstavné plochy či garáže zúčastněných dopravců). Schéma takové sítě zachycuje obrázek 5.3. Z obrázku je, jak již bylo výše několikrát popsáno, patrné rozdělení na liniovou (zde černá barva) a planiovou (modrá barva) DOR.



Obrázek 5.3: Teritoriální graf dostupnosti (zdroj: P. Vančura)

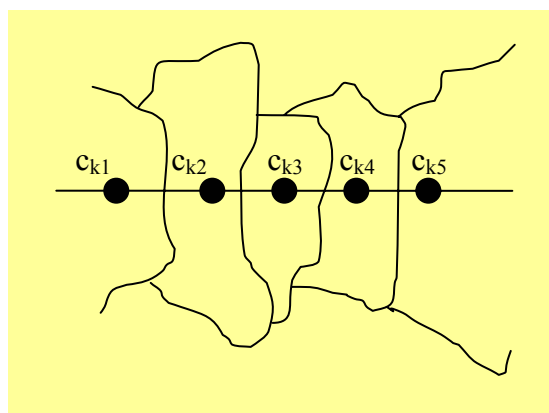
Temporální kritérium dostupnosti zahrnuje dvě složky. První jsem popsal v kapitole 4.2.1 a jedná se o časovou nerovnoměrnost. Druhá složka se týká časové dostupnosti významných uzlů výše uvedené sítě k výchozí železniční lince (RL), což dokumentuje obrázek 5.4. Tato informace o dostupnosti je pro cestující (a to především potencionální) významná z hlediska rozhodnutí o užití BOSSdrive (upřednostnění před IAD). Nulový časový údaj je přiřazen času odjezdu konkrétního spoje v rámci liniové DOR (železniční spojení), další časové údaje na páteřní komunikaci představují časy zastavení v regionálních ICT. Zde jsou pak určeny časy na přestup do dopravních prostředků BOSScar. Další časy (vyznačeny kurzivou) jsou již odhadem času výstupu v místech cílů cest uživatelů BOSSdrive.



Obrázek 5.3: Síťový graf časové dostupnosti (zdroj: P. Vančura)

### 5.2.3 BOSSline

Navržený algoritmus BOSSline slouží k nalezení jednotlivých tras v určených časových polohách vlakových spojů (dopravních prostředků pohybujících se po pátešní trase začleněné do liniové DOR) v rámci konceptu BOSSdrive. Nejprve se na linkách (množina  $K$ ) určí místa přestupu na planiovou DOR (místa dekonsolidace do plochy regionu), tj. přestupní terminály ICT (množina  $C$ ). Obrázek 5.5 zachycuje pátešní trasu s terminály ICT a jejich atrakčními okruhy, v rámci nichž bude následně realizována přeprava podle potřeby (rozvoz dle BOSSdrive). Přestupní terminály mohou být rozšířeny i o záchytná parkoviště P+R apod.



Obrázek 5.5: Atrakční okruhy ICT (zdroj: P. Vančura)

Jádrem algoritmu BOSSline je hledání tras. Je nutné si nejprve uvědomit výchozí parametry řešení. Počet liniových (kolejových) tras okolo centra je určen množinou  $K$ . Přestupních uzlů (ICT) v jedné linii je  $c$  (množina  $C$ ). Velikost množin  $K$  a  $C$  je řádově 10. Míst výstupu cestujících, tedy velikost grafu z hlediska počtu uzlů v atrakčním okruhu jednoho ICT, je konečný počet daný množinou  $S$  (schématicky viz obr. 5.3). Velikost množiny  $S$  je řádově nejvýše 100 (počet možných míst zastavení ve spádové oblasti regionálního centra, včetně míst zastavení v tomto centru). Pro konkrétní jednu jízdu BOSSdrive lze však uvažovat s mnohem nižším počtem zapojených uzlů. Počet uzlů pro dané jedno řešení z celkového počtu možných řešení (množina  $R$ ) je množina  $B$ . Velikost množin  $R$  i  $B$  je v řádu desítek<sup>34</sup>.

$$K = \{k: \text{počet linek (dostředných)}; k > 0\}$$

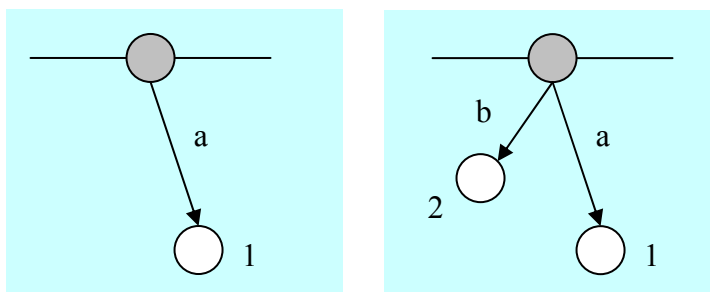
$$C = \{c: \text{počet uzlů ICT (přestupní)}; c > 0\}$$

$$S = \{s: \text{počet uzlů grafu (sítě regionu)}; s > 0\}$$

$$B = \{b: \text{počet uzlů jednoho řešení}; b \geq 0 \wedge b \leq s\}$$

$$R = \{r: \text{počet řešení během jednoho dne}; r \geq 0\}$$

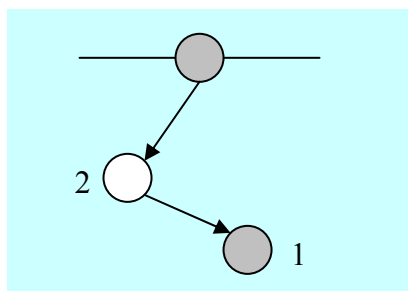
Pro jedno konkrétní řešení dostačuje uvažovat s množinami  $S$  a  $B$ . Ostatní množiny určují toto řešení prostorově ( $K$ ,  $C$ ) a časově ( $R$ ) a tyto množiny jsou pro dané řešení jednoprvkové. Procedurálně je nejprve zařazen požadavek prvního cestujícího (uzel 1, trasa a), dále požadavek druhého cestujícího (uzel 2, trasa b) – obrázek 5.6. Následuje hledání optimální trasy (obr. 5.7), pokud nevstoupí další cestující, je řešení u konce. Při vstupu dalších účastníků se řešení komplikuje. Je nutné také akceptovat možnost, že v některých uzlech může vystoupit více cestujících (snížení náročnosti řešení).



Obrázek 5.6: Požadavky cestujících (zdroj: P. Vančura)

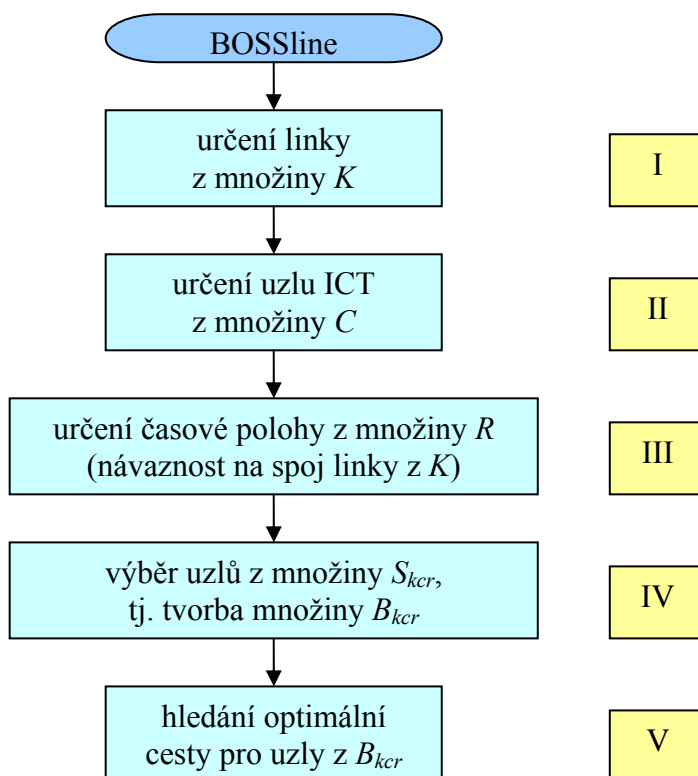
<sup>34</sup> Vančura: Dopravní obslužnost hořovického regionu [50]





Obrázek 5.7: Optimální trasa pro dva cestující (zdroj: P. Vančura)

Celý postup vedoucí k hledání nejkratší cesty jednoho řešení popisuje navržený algoritmus BOSSline (obr. 5.8). Vývojový diagram popisuje základní kroky (I až V), které dále podrobněji rozepisují.



Obrázek 5.8: Algoritmus BOSSline (zdroj: P. Vančura)

Algoritmus BOSSline vychází z verbálního popisu modelu BOSSdrive (kap. 5.1). V první fázi dochází k teritoriálnímu a temporálnímu určení řešení (kroky I, II a III). Krokem I je určena jedna dostředná linka spojující uzly ICT s centrem, krokem II je vybrán jeden uzel ICT. Výchozím bodem pro cestující je centrum a cílem je uzel v atrakčním okruhu daného ICT. Mezi centrem a uzlem ICT existují společné cesty více cestujících. V ICT vzniká potřeba dekonsolidace

této dávky cestujících. Krok III přiřazuje řešení konkrétní časovou polohu, která je vázána na JŘ na lince z množiny  $K$ .

Druhá fáze (kroky IV a V) představuje již lokální řešení. Nejprve je na základě zaslanych požadavků (SMS zprávy) z množiny všech uzlů atrakčního okruhu ICT (množina  $S$ ) vytvořena množina pro dané řešení (z množiny  $R$ ), množina  $B$ . Tímto krokem IV vznikne zadání pro hledání nejkratší cesty spojující ICT s jednotlivými cíli cest daného počtu cestujících. Cílem je dosáhnout takové cesty, aby se cestující v co nejkratší době dostali do cílů svých cest. Pro nalezení nejkratší cesty lze využít některý z algoritmů či metod operačního výzkumu, resp. teorie grafů<sup>35</sup>.

Z možných řešení pro nalezení časově i délkově vyhovující cesty z ICT do cílů cest uživatelů BOSSdrive navrhuji velmi jednoduchý algoritmus BOSSroad, který však při konkrétním využití navrženého modelu RM nemusí být realizován. Jednoduchost řešení je založena na velikosti množiny  $B$ , která pro dané jedno řešení bude obsahovat malý počet uzlů ( $b \leq 10$ ). Pro případná řešení s větším počtem uzlů ( $b$ ) lze řešení rozdělit na menší části, tj. použít pro rozvoz cestujících více vozidel. Tímto rozdělením dojde nejen ke zjednodušení řešení, ale také k většímu využití flexibility vozidel a tím i zvýšení spokojenosti uživatelů systému. Zvýšení spokojenosti je založeno na kratších jízdních dobách na jednotlivých kratších trasách, než na jedné dlouhé trase.

#### 5.2.4 BOSSroad

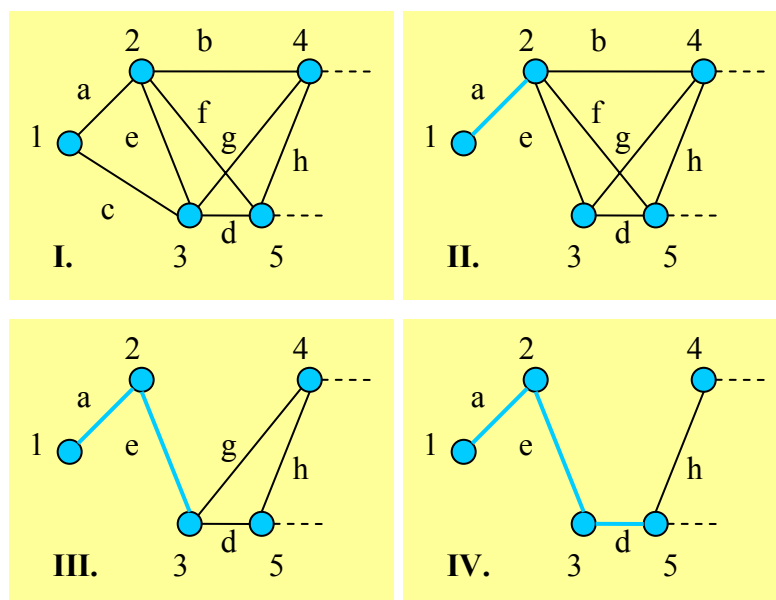
Algoritmus BOSSroad je součástí algoritmu BOSSline. Jde o jeho závěrečný krok (krok V, obr. 5.8), který může být realizován i jinými algoritmy (např. Dijkstrův algoritmus). Navržený algoritmus BOSSroad je založen na principu hledání nejkratší cesty (úseku či úseků) v postupných, opakujících se krocích. Nejprve je z ICT hledána nejkratší cesta do všech ostatních uzlů za pomoci matice vzdáleností (tab. 5.1). Nejkratší cesta je vybírána ze všech možných cest (počet je určen počtem úseků incidentních s výchozím uzlem). Po určení nejkratší cesty z výchozího uzlu do jednoho z uzlů atrakčního okruhu výchozího uzlu se novým výchozím uzlem stane tento jeden uzel a algoritmus se opakuje (nová matice vzdáleností), dokud nejsou všechny uzly spojeny do jedné cesty, přičemž jsou z grafu vyloučeny úseky incidentní k původnímu výchozímu uzlu, jež se nestaly součástí nejkratší cesty (obr. 5.9). Z posledního spojeného uzlu je následně realizovaná odstavná jízda (do základny provozovatele) nebo zpětná (prázdná) jízda do výchozího uzlu, tj. do ICT.

<sup>35</sup> Demel: Grafy a jejich aplikace [9]

Tabulka 5.1: Matice vzdáleností (zdroj: P. Vančura)

	1	2	3	4	...
1	-	$a$	$c$	$a+b$ $c+g$	$x$
2	-	-	$e$	$b$	$x$
3	-	-	-	$g$	$x$
4	-	-	-	-	$x$
...	-	-	-	-	-

Tabulka 5.1 představuje matici vzdáleností pro modelový příklad (obr. 5.9) v prvním kroku algoritmu BOSSroad. Číslice označují jednotlivé uzly (1, 2, 3, 4, ...), písmena pak délku cest mezi nimi. Délka cesty je dána buď prostou délkou úseku ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ , ...,  $x$ ) nebo součtem délek více úseků ( $a+b$ ,  $c+g$ ,  $x$ ). Červené pole představuje nejkratší cestu – zde mezi uzly 1 a 2 ze dvou možných cest o délkách  $a$  a  $c$ . Obrázek 5.9 zachycuje první čtyři kroky při hledání nejkratší cesty.



Obrázek 5.9: Algoritmus BOSSroad (zdroj: P. Vančura)

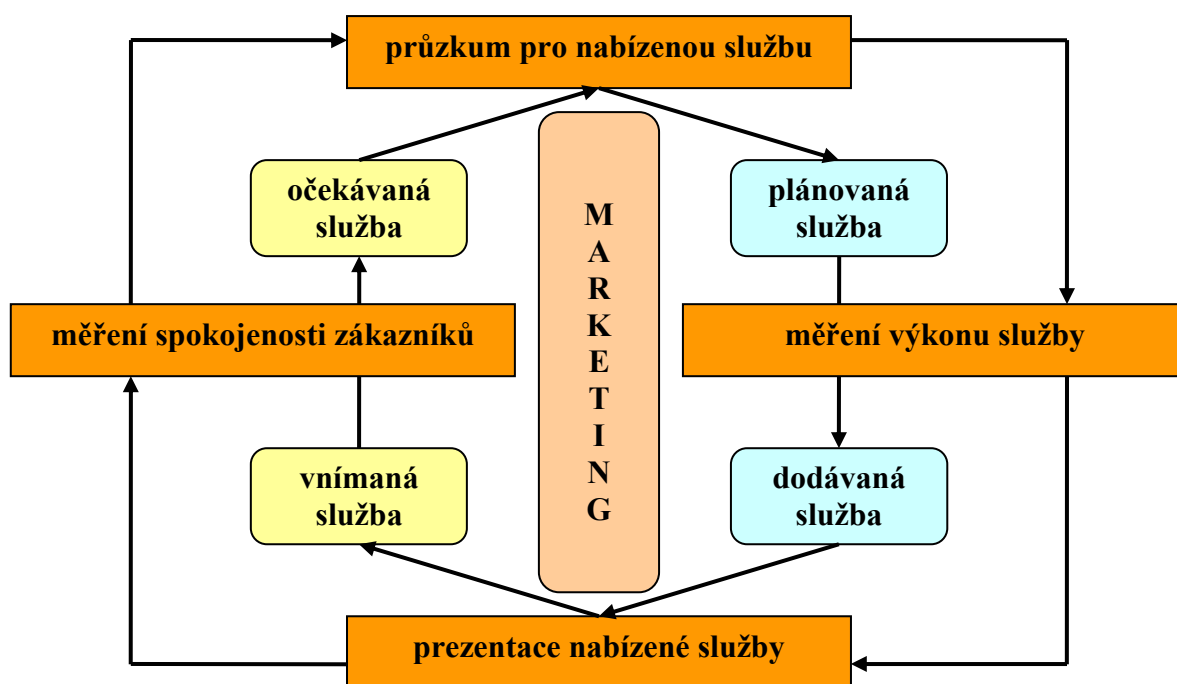
### **5.3 Dílčí závěr kapitoly 5**

Verbální i matematický model regionální mobility s názvem BOSSdrive je podstatou této disertační práce. Verbální popis slouží zároveň jako podklad pro marketingové zpracování tohoto konceptu. Základem je však následná tvorba matematického modelu RM. Ten člením na svozovou a rozvozovou část, přičemž rozvozovou část dále charakterizují kritérii dostupnosti.

Jádrem této kapitoly je navržený algoritmus BOSSline a jeho subalgoritmus BOSSroad. BOSSline lze charakterizovat jako atomizaci řešení a BOSSroad pak jako konkrétní variantu řešení modelu RM s využitím teorie grafů. Dále je třeba navržený model podrobit validaci, což je obsahem šesté kapitoly.

## 6 Validace verbálního a matematického modelu regionální mobility

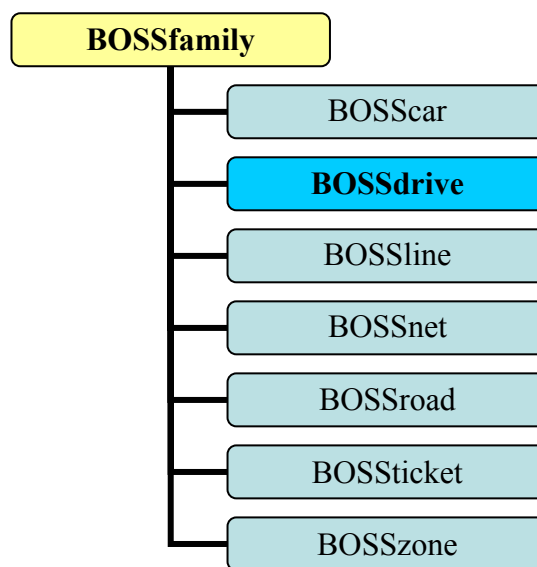
Pro potvrzení správnosti nalezeného řešení je vhodné podložit toto řešení i průzkumem mezi potencionálními uživateli vytvořeného nového způsobu DOR na principu cyklu služby zachyceném na obrázku 6.1. Cyklus zachycuje jednotlivé fáze služby (plánovaná, dodávaná, vnímaná a očekávaná). Přejechy mezi nimi jsou vyjádřeny marketingovými metodami (měření výkonu služby – např. standardy kvality, prezentace nabízené služby, měření spokojenosti zákazníků a průzkum pro nabízenou službu. Při validaci modelu RM jsem využil kombinaci prezentace a průzkumu pro nabízenou službu, neboť se jedná o nový koncept a tak jej nejprve představuji (součástí je také vytvoření základních marketingových nástrojů pro budoucí propagaci BOSSdrive) a pak realizuji vlastní průzkum na náhodném vzorku potencionálních uživatelů budoucí služby. V případě validace je tedy výchozím bodem cyklu očekávaná služba, která musí být prezentována a průzkumem (anketou) ověřena. Tyto marketingové nástroje jsem využil při tvorbě anketního listku.



Obrázek 6.1: Cyklus služby (zdroj: P. Vančura)

BOSSdrive jako název systému planiové DOR s přepravou pružně reagující na poptávku jsem zvolil tak, aby byl i z tohoto pohledu atraktivní pro cestující (viz kapitola 5.1). Anglický

výraz BOSS lze přeložit jako *šéf*, resp. *pán*, čímž chci vyjádřit, že cestující je pánem svých cest. Sám aktivně (pomocí SMS) vstupuje do tvorby jízdní trasy v daných časových polohách (příjezdy vlaků do ICT). Slovo BOSS je základem celé rodiny sousloví, v nichž druhé slovo je též z angličtiny a vyjadřuje jistý atribut celého systému BOSSdrive (obr. 6.2). Jedná se např. o sousloví: BOSScar (dopravní prostředek), BOSSline (jízdní trasa), BOSSnet (webová stránka), BOSSroad (jízdní cesta), BOSSticket (SMS jízdenka) nebo BOSSzone (zóna v rámci IDS navazující na traťovou zónu). Slovo *drive* podobně jako *boss* vyjadřuje, že cestující řídí své cesty, a zároveň dodává názvu BOSSdrive náboj modernosti.



Obrázek 6.2: BOSSfamily (zdroj: P. Vančura)

## 6.1 Metodika ověření modelu

Pro kvalifikovaný odhad realizovatelnosti a především kvůli zjištění potenciálního zájmu ve vybraném regionu o BOSSdrive jsem navrhl a realizoval anonymní anketu pro obyvatele vybraného regionu a úředníky příslušného úřadu spádového města ležícího na železniční trati vedoucí do významného nadregionálního centra. S organizováním podobných průzkumů mám vlastní zkušenosti na základě realizovaných anket<sup>36</sup> u Dopravního podniku hl. m. Prahy, a. s., kde toho času pracuji.

<sup>36</sup> Vančura: Anketa spokojenosti cestujících ... [46, 47, 48, 49]

Regionem, v němž jsem uskutečnil ověření modelu RM, se stala hořovická část Podbrdská s městem Hořovice ležícím na železniční trati Praha-Plzeň. Uzlem ICT je místní železniční stanice, ostatní uzly (místa výstupu, resp. množina  $S$ ) jsou místa na území města a také v přilehlých obcích. Ověření má dvě části – anketu pro občany a pro úředníky. V obou případech bylo nutné ve velmi zúžené podobě nejprve vysvětlit respondentům hlavní principy konceptu BOSSdrive (např. funkčnost, organizace, zapojení cestujících, náklady a také výhody), a to v textu na druhé straně anketního lístku, případně přímo osobně vysvětlit při vyplňování ankety. K těmto účelům jsem využil verbální popis tohoto modelu. Do informační části jsem musel nutně zařadit poznámku, že tento koncept RM je předmětem mé disertační práce. Anketa obsahuje tři jednoduché otázky, na něž je odpověď ano / ne. Dotazník je součástí Přílohy B.

Jednotlivé otázky položené v anketě jsou tyto:

- ✦ Vnímáte BOSSdrive jako zajímavé řešení dopravní obslužnosti ve vašem regionu?
- ✦ Setkal(a) jste se někdy s podobným řešením?
- ✦ Využil(a) byste tento systém při vašich pravidelných cestách?

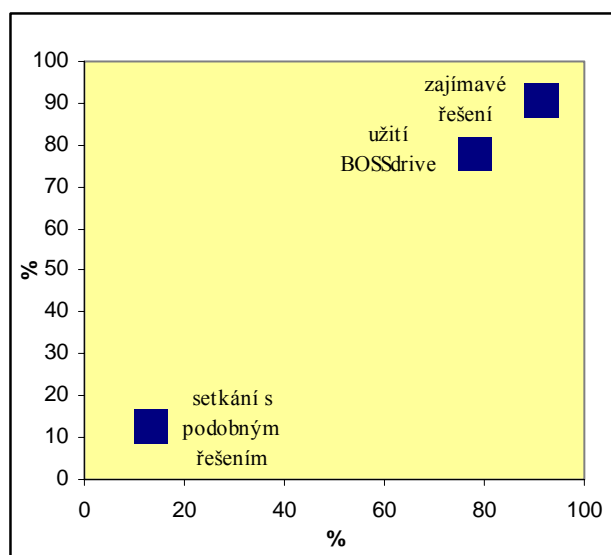
## 6.2 Realizace a vyhodnocení

Anketu jsem realizoval v únoru 2008, odkaz na ní byl k nalezení na mé webové stránce <http://www.doprava.de/>. Od 11. do 15. února 2008 jsem v Informačním centru hořovické radnice oslovoval příchozí občany a požádal jsem je o vyslechnutí (zdůvodnění ankety a především vysvětlení pojmu BOSSdrive) a následné zodpovězení tří otázek. Na anketní otázky odpovědělo 73 občanů a 5 úředníků. Celkový počet respondentů této ankety byl tedy 78. U občanů byl při zapojení do ankety kladen důraz na to, aby alespoň občas cestovali mimo Hořovice za prací či studiem bez ohledu na to, jakým dopravním prostředkem. Reakce na komunikovaný systém BOSSdrive byla z větší části pozitivní, nikdo z dotázaných nevznesl negativní připomínky. Respondenti byli spíše překvapeni, že takový systém DOR může existovat, zjišťovali podrobnosti, jak systém funguje a co jim přináší. Zajímala je i cena jízdného, což však není součástí řešení této disertační práce. Výsledky ankety jsou shrnuty v tabulce 6.1 (úplná data jsou v Přílohách v tab. B.1). Porovnání hodnot navzájem zachycuje obrázek 6.2, z něhož je patrná blízkost hodnocení konceptu jako zajímavého a pro respondenty využitelného.

Tabulka 6.1: Výsledky ankety (zdroj: P. Vančura)

respondenti (počet)	odpověď 1 ANO	odpověď 2 ANO	odpověď 3 ANO
78	91 %	13 %	78 %

Mezi všemi respondenty byl u 71 z nich systém BOSSdrive vnímán jako velmi zajímavý. S podobnou koncepcí se setkala jen 10 respondentů a to ve Spolkové republice Německo. Při svých pravidelných cestách by tento systém využilo 61 respondentů. Nenastala situace, že by respondent podobné systémy dopravy pružně reagující na poptávku znal a zároveň by koncept BOSSdrive při jeho zavedení v regionu nevyužil.



Obrázek 6.3: Rozložení výsledků ankety (zdroj: P. Vančura)

### 6.3 Dílčí závěr kapitoly 6

Z realizované ankety vyplývá, že navržený koncept RM s názvem BOSSdrive je pro obyvatele hořovického regionu zajímavý a v případě jeho realizace i s potenciálem jeho využívání. Mohu konstatovat, že přijetí tohoto konceptu RM bylo velmi pozitivní a potvrzuje správnost nalezeného řešení BOSSdrive, včetně jeho označení. Musím však dodat, že pro hlubší analýzu by bylo nutné provést rozsáhlejší průzkum. Pro potřeby této disertační práce je dle mého názoru tento pohled dostačující.



## 7 Přínosy disertační práce

Nezbytnou součástí disertační práce je shrnutí dosažených výsledků tak, abych zjistil, zdali tyto výsledky odpovídají stanoveným cílům, navrženým metodám, stavu vědeckého poznání a také realitám daného území.

V disertační práci komplexně řeším problematiku racionalizace DOR s důrazem na systémovost, tj. synergii liniové a planiové DOR. Hlavní pozornost věnuji planiové (plošné) DOR se zaměřením na mikroregionální vazby, na jejichž základě vytvářím model RM. Tento verbální a matematický model dopravy pružně reagující na poptávku nazývám BOSSdrive. Důležitou součástí navrženého modelu je nejen jeho marketingový popis, ale i návrh matematického řešení s pomocí metod operačního výzkumu (teorie grafů).

Přínosem disertační práce je nalezení reálného modelu RM s názvem BOSSdrive. Tento model popisují jak verbálně, tak i matematicky. Verbální popis představuje přesné vymezení celého systému, způsob jeho fungování a především zapojení cestujících, resp. potencionálních uživatelů do systému. Matematický popis v podobě algoritmu BOSSline a subalgoritmu BOSSroad řeší systémově celou problematiku DOR v oblasti mikroregionálních vazeb na vyšší liniový systém a umožňuje tímto způsobem racionalizaci DOR (včetně napojení na IDS a to tarifně). Výsledkem je tedy model aplikovatelný v regionech s proměnnou poptávkou po přepravě ležících na liniových trasách kapacitní (kolejové) dopravy. Model jsem ověřil v konkrétním regionu ČR – v hořovické části Podbrdská a to na základě anonymní ankety mezi obyvateli daného regionu.

Koncept BOSSdrive se na základě této validace jeví jako v praxi realizovatelný a též využitelný jeho potencionálními uživateli (tj. cestujícími). Mohu doporučit jeho aplikaci v praxi a to i na základě analýzy zahraničních zdrojů, které popisují různé druhy dopravy pružně reagující na poptávku. Navíc zapojení technologie mobilních telefonů do VHD získalo již své praktické zkušenosti nejen v zahraničí, ale už i v ČR (naposledy SMS jízdenky v pražské MHD). Ověření zapojení moderních komunikačních technologií do VHD vidím jako další přínos této disertační práce. Vedle této skutečnosti vidím jako synergický efekt této práce i zapojení regionů ležících buď mimo nebo na okraji IDS do jeho struktury (kombinace liniové a plošné obslužnosti, tarifní zapojení a konkurenceschopnost vůči IAD).

## **Závěr**

V rámci rozvoje VHD lze směřovat racionalizační snahy nejen vůči MHD, IDS nebo liniovým dopravním vazbám, ale také vůči dopravě v regionech. Dopravní obslužnost je prvkem mobility velkých aglomerací, ale také je právem obyvatel mimo městské sídelní celky. Doprava v regionu je nezbytností pro jeho další společensko-ekonomický rozvoj.

Významnou úlohu hrají přepravní vazby v jednotlivých regionech, které lze ponechat samovolně existovat v rámci IAD nebo je vhodným způsobem podchytit a racionalizovat. Racionalizace DOR byla právě cílem této disertační práce, který jsem naplnil v podobě funkčního verbálního a matematického modelu RM. Tento model nazvaný BOSSdrive jsem zasadil do systému VHD nejen v rovině obecné, ale i v rovině konkrétního regionu.

Jsem toho názoru, že dopravní nabídka ve formě BOSSdrive je pro řešení regionální obslužnosti životaschopnou alternativou ke stávajícím nepružným způsobům na bázi veřejné linkové autobusové dopravy.

V Praze dne 25. 3. 2008

---

Ing. Bc. Pavel Vančura

## **Conclusion**

In the frame of the development of the public transport system, efforts should be made to improve not only the city and public transport systems, or the line transport service, but also the regional transportation. Transport service is not only a mobility component of major urban agglomerations, but also should serve the inhabitants in the countryside. Regional transportation is necessary for the further socio-economic development of these regions.

A very important factor is the extent of transportation interconnections inside single regions. It is possible to retain the status quo, i.e. the existence of private car transit, or to improve its efficacy, and that was the main goal of this work. This was achieved by creating a functional verbal and mathematical model of regional mobility. This model, called BOSSdrive was implemented to the public transport system, not only in general, but also at particular regional level.

I am convinced that the BOSSdrive transport offer, in contrast to the existing, traditional system of public line bus transport, represents a viable alternative for the regional transport service.

## **Abschluss**

Im Rahmen der Entwicklung des ÖPNV kann man die Rationalisierungsbemühungen nicht nur gegenüber den städtischen, integrierten oder Linienvverkehrsbeziehungen richten, sondern auch gegenüber dem Verkehr in der Region. Die Verkehrsbedienung ist ein Mobilitätselement der großen Ballungsräume, aber sie ist auch das Recht der Bewohner der Regionen außerhalb der großen Städte. Der regionale Verkehr stellt eine Notwendigkeit für eine gesellschaftlich-ökonomische Weiterentwicklung dar.

Die wichtige Rolle spielen die Beförderungsbeziehungen in einzelnen Regionen, die man spontan im Rahmen des individuellen motorisierten Verkehrs kann bestehen lassen oder sie passend fördern und rationalisieren. Die Rationalisierung der regionalen Verkehrsbedienung war jedoch das Ziel dieser Dissertationsarbeit, das ich in der Gestalt eines funktionierenden verbalen und mathematischen Modells der regionalen Mobilität erfüllte. Dieses als BOSSdrive benannte Modell fügte ich sowohl theoretisch als auch praktisch in den ÖPNV-System ein.

Meiner Meinung nach ist das Verkehrsangebot in der Form von BOSSdrive für Lösung der regionalen Verkehrsbedienung eine lebensfähige Alternative zu den heutigen unflexiblen Betriebsweisen aufgrund des öffentlichen Linienbusverkehrs.

## Použitá literatura

- 1 ABERLE, G. *Öffentlicher Personenverkehr in der Fläche*. Darmstadt Tetzlaff Verlag GmbH, 1987. ISBN 3-87814-072-X (ISSN 0931-8852).
- 2 ADAMSKI, A., RUDNICKY, A., ZAK, J. *Modelling and management in transportation*. Poznaň-Krakov EURO Working group on transportation, 1999. ISBN 83-86219-83-1.
- 3 BECKER, J., BEHRENS, H., HOLLBORN, S. *Qualität von Nahverkehrsleistungen*. In Internationales Verkehrswesen 1+2/2003. S. 30-34.
- 4 BUTTON, K. J., HENSHER, D. A. *Handbook of transport strategy, policy and institutions*. Elsevier Handbook in transport 6, 2005. ISBN 0-08-044115-7.
- 5 CEMPÍREK, V., KAMPF, R. *Logistika*. Praha Institut Jana Pernera, 2005. ISBN 80-86530-23-X.
- 6 ČARSKÝ, J. *Dělba přepravní práce při pravidelných cestách do zaměstnání a do škol*. In Sborník Od koněspřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům 2007. S. 31-34. ISBN 978-80-01-03699-0.
- 7 ČERNÝ, J., ČERNÁ, A. *Teorie řízení a rozhodování v dopravních systémech*. Praha Institut Jana Pernera, 2004. ISBN 80-86530-15-9.
- 8 DALKMANN, H., ÖTTING, T. *Flexible Angebotsformen*. Mannheim Verlag MetaGIS Infosysteme, 2004. ISBN 3-936438-10-2.
- 9 DEMEL, J. *Grafy a jejich aplikace*. Praha Academia, 2002. ISBN 80-200-0990-6.
- 10 DUDORKIN, J. *Operační výzkum*. Praha České vysoké učení technické, 1997. ISBN 80-01-01571-8.
- 11 EN 13816 *Doprava - Logistika a služby - Veřejná přeprava osob - Definice jakosti služby, cíle a měření*. Český normalizační institut, 2003.
- 12 EN 15140 *Veřejná přeprava osob - Základní požadavky a doporučení pro systémy hodnocení kvality poskytované služby*. Český normalizační institut, 2006.
- 13 ENGELMANN, M., TWEILE, H. *Kooperationsmodelle für flexible Angebote im ÖPNV ländlicher Regionen*. Mannheim Verlag MetaGIS Infosysteme, 2004. ISBN 3-936438-10-2.
- 14 ENOCH, M., POTTER, S., PARKHURST, G., SMITH, M. *Innovations in Demand Responsive Transport*. Leicestershire Loughborough University, 2004.
- 15 FIALA, K., GOLIÁŠOVÁ, K., RUBEŠ, V., VANČURA, P. *Propojení normy EN 13816 se systémem řízení kvality v JPM*. Praha Dopravní podnik hl. m. Prahy, a. s., jednotka Provoz Metro, 2007.
- 16 GERLAND, H. *Betriebsleitsystem Flexible Betriebsweisen*. Mnichov Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, e. V., 1987. ISSN 0418-1983.
- 17 GREY, G. E., HOEL, L. A. *Public Transportation*. New Jersey Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1992. ISBN 0-13-726381-3.

- 18 GROTHMANN, W. *E-Traffic: Verkehrstelematische Dienste und ihre Zukunft aus Sicht eines Diensteanbieters*. Drážďany DVWG Fachtagung Integrierte Verkehrsdienstleistungen, 2005.
- 19 HEINZE, G. W. *Die Nachfrage als Schlüsselgrösse künftiger ÖPNV-Politik*. Mnichov Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, e. V., 1987. ISSN 0418-1983.
- 20 CHRIST, E. *Vom BürgerBus zum SchnellBus - ein Bus für alle Fälle*. In Sborník Differenzierte Bedienungsweisen, S. 401-405.
- 21 KAGERMEIER, A. *Verkehrssystem- und Mobilitätsmanagement unter den Bedingungen des ländlichen Raumes*. Mannheim Verlag MetaGIS Infosysteme, 2004. ISBN 3-936438-10-2.
- 22 KAHRS, C. *Marktorientierte Unternehmensführung im öffentlichen Personenverkehr*. Drážďany Technische Universität Dresden, 2005.
- 23 KIRCHHOFF, P. *Verbesserung des ÖPNV im ländlichen Raum durch technische und planerische Massnahmen*. Mnichov Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, e. V. 1987. ISSN 0418-1983.
- 24 KOLEKTIV AUTORŮ. *Sborník přednášek, seminář Dopravní obslužnosti regionů*. Pardubice Univerzita Pardubice, 1999. ISBN 80-7194-184-0.
- 25 LANDA, J. *Aplikace dopravně logistických přístupů v městských aglomeracích*. Praha CityPlan, s. r. o., 2004.
- 26 MAXA, P. *Integrace dopravních systémů a zajištění dopravní obsluhy v regionech, Etapa E: Zpracování realizačního projektu pro plzeňský region*. Praha CS-PROJEKT, 1999.
- 27 MOJŽÍŠ, V. *Kvalita dopravních a přepravních systémů*. Pardubice Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-86530-09-4.
- 28 MOJŽÍŠ, V. A KOL. *Organizace dopravní obsluhy území*. Pardubice Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-7194-587-0.
- 29 MOJŽÍŠ, V. A KOL. *Tvorba integrovaného dopravního systému Pardubického kraje, II. etapa*. Institut Jana Pernera 2005, Praha.
- 30 MOLITOR, R. *FLEXBUS als tragende Säule regionaler Mobilitätskonzepte im ländlichen Raum*. In *Innovative Mobilitätsdienstleistungen*. Wien Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2006.
- 31 NEIDHARDT, J. *Vom ÖPNV zum Umwelt-Verbund-Möglichkeiten und Ziele für den ÖPNV in der Fläche*. Mnichov Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, e. V. 1987. ISSN 0418-1983.
- 32 OBERWÖHRMEIER, A., SCHMÖE, H. *Achsenbezogene Regionalbuskonzepte*. Mannheim Verlag MetaGIS Infosysteme, 2004. ISBN 3-936438-10-2.
- 33 OETTLE, K. *Möglichkeiten und Grenzen der regionalen Erschliessung durch den ÖPNV*. Mnichov Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, e. V. 1987. ISSN 0418-1983.
- 34 PETRÁČKOVÁ, V., KRAUS, J. A KOL. *Akademický slovník cizích slov*. Praha Academia, 2001. ISBN 80-200-0607-9.

- 35 SENGER, U. *Planung und Bewertung von ÖPNV-Massnahmen im ländlichen Raum*. Mnichov Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, e. V., 1987. ISSN 0418-1983.
- 36 SCHAUER, P. *Rural public transportation*. New Jersey Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1992. ISBN 0-13-726381-3.
- 37 SCHRÖDER, E.-J. *Renaissance des Schienenpersonennahverkehrs in der Fläche am Beispiel von BW und RP*. Mannheim Verlag MetaGIS Infosysteme, 2004. ISBN 3-936438-10-2.
- 38 SKOTALOVÁ, Š. *Financování dopravní obslužnosti*. Praha CDV, 2002.
- 39 ŠTĚRBA, R., PASTOR, O. *Osobní doprava v území a regionech*. Praha České vysoké učení technické, 2005. ISBN 80-01-03185-3.
- 40 TUZAR, A., PASTOR, O. *Teorie dopravních systémů*. Praha ASPI Wolters Kluwer, 2007. ISBN 978-80-7357-285-3.
- 41 TÝFA, L. *Návrh dopravní sítě úpravou algoritmu teorie grafů*. In Sborník Od koněspřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům 2007. S. 273-276. ISBN 978-80-01-03699-0.
- 42 VANČURA, P., MOJŽIŠ, V., GRAJA, M. *Integrované dopravní systémy*. Praha PowerPrint, 2008. ISBN 978-80-904011-0-5.
- 43 VANČURA, P., MOJŽIŠ, V. *Kvalita a její řízení ve veřejné přepravě osob*. In Sborník Manažment v železničnej dopravě 2007. S. 59. ISBN 978-80-8070-780-4.
- 44 VANČURA, P., URBÁNEK, L. *Organizacija, eksploatacija i kačestvo Pražskogo metro*. Seminář Ekonomické aspekty rozvoje a modernizace pražského metra. Praha UITP 2007.
- 45 VANČURA, P., VANČUROVÁ, P. *Ekologicky šetrná dopravní obslužnost území*. In Sborník Mezinárodní Baťova Doktorandská konference 2005. S. 223. ISBN 80-7318-257-2.
- 46 VANČURA, P. *Anketa spokojenosti cestujících*. In DP-Kontakt 8/2006. S. 4. ISSN 1212-6349.
- 47 VANČURA, P. *Anketa spokojenosti cestujících s přepravou v metru*. In DP-Kontakt 4/2007. S. 12. ISSN 1212-6349.
- 48 VANČURA, P. *Anketa spokojenosti staničního personálu*. In DP-Kontakt 8/2007. S. 12. ISSN 1212-6349.
- 49 VANČURA, P. *Bezbariérová zařízení v metru - anketa spokojenosti cestujících*. In DP-Kontakt 11/2007. S. 10. ISSN 1212-6349.
- 50 VANČURA, P. *Dopravní obslužnost hořovického regionu*. Diplomová práce 2004. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera.
- 51 VANČURA, P. *DRT - regional transport service rationalization*. In Sborník Od koněspřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům 2007. S. 227-280. ISBN 978-80-01-03699-0.
- 52 VANČURA, P. *DRT - součást regionální mikrostruktury IDS*. In Sborník Mobilita 2007. S. 115. ISBN 978-80-227-2648-1.

- 53 VANČURA, P. *Kvalita v IDS – Dopravní podnik hl. m. Prahy, a. s., první český dopravce plní kritéria EN 13816*. In Sborník Verejná osobná doprava 2007. S. 107-112. ISBN 978-80-89257-09-0.
- 54 VANČURA, P. *Podmínky využití liniové dopravní obslužnosti regionu – naplnění potenciálu páteřních železničních tratí*. In Doprava 2/2006. S. 31-33. ISSN 0012-5520.
- 55 VANČURA, P. *Pražská integrovaná doprava v kontextu zavádění systému standardů kvality u Dopravního podniku hl. m. Prahy, a. s.* In Sborník Verejná osobná doprava 2006. S. 54-59. ISBN 80-969365-9-X.
- 56 VANČURA, P. *Transport service rationalization – regional mobility model*. In Sborník Současnost a budoucnost dopravy 2008.
- 57 VANČURA, P. *Studie tarifního uspořádání monocentrického IDS (traťové zóny)*. In Doprava 4/2005. S. 26-28. ISSN 0012-5520.
- 58 VANČURA, P. *Využití potenciálu železničních tratí v integrovaném dopravním systému*. Sborník 8. medzinárodná konferencia o verejnej doprave 2005. S. 106. ISBN 80-969365-0-6.
- 59 VICHTA, F., SEDMIDUBSKÝ, V. *Konkurence ve veřejné dopravě, část III: Drážní princip a autobusový princip*. In Doprava 5/2005. S. 19-21. ISSN 0012-5520.
- 60 VOLEK, J. *Operační výzkum I*. Pardubice Univerzita Pardubice, 2002. ISBN 80-7194-410-6.
- 61 WAGENER, N. *Vorgehen und Ergebnisse bei der Einführung von Qualitätsmanagementsystemen in Dienstleistungsunternehmen am Beispiel des Personen- und Güterverkehrs*. In Vortrag auf der HRK-Tagung. Wildau, 2005.
- 62 WANGER, P.-J., SCHMIDTMANN, S., GIPP, CH. *Die Brandenburger Lösung - Genehmigungen im bestehenden Rechtsrahmen*. Mannheim Verlag MetaGIS Infosysteme, 2004. ISBN 3-936438-10-2.
- 63 WIEDEMANN, T. *Grundbegriffe des ÖPNV*. Düsseldorf Alba Fachverlag GmbH, 2006. ISBN 3-87094-665-2.
- 64 *Personenbeförderungsgesetz*. Verze podle Art. 24 G z 29. 12. 2003.
- 65 *Věcný záměr legislativních změn v oblasti veřejné dopravy*. Verze 2.4 z 2. května 2007.
- 66 *Zákon o č. 111/1994 Sb. o silniční dopravě*. Úplné znění č. 1/2001 Sbírký zákonů.

### Internetové odkazy:

- <http://www.bvg.de/> <2007-12-14>
- <http://www.drtdbus.co.uk/> <2006-12-04>
- <http://www.dvb.de/> <2007-10-23>
- <http://www.idsjmk.cz/> <2006-05-19>
- <http://www.kodis.cz/> <2007-04-02>
- <http://www.linzag.at/> <2006-08-07>
- <http://www.ns.nl/> <2008-01-20>



- <http://www.ropid.cz/> <2008-02-18>
- <http://www.ratp.fr/> <2007-09-30>
- <http://www.taxibus.org.uk/> <2006-12-05>
- <http://www.tlf.gov.uk/> <2007-11-05>
- <http://www.vag.de/> <2007-01-23>
- <http://www.vbbonline.de/> <2006-08-10>
- <http://www.vor.at/> <2006-07-23>
- <http://www.vvo-online.de/> <2007-03-13>
- <http://www.wienerlinien.at/> <2006-11-19>

### Vlastní publikace doktoranda

- I. VANČURA, P., VANČUROVÁ, P. *Ekologicky šetrná dopravní obslužnost území*. In Sborník Mezinárodní Baťova Doktorandská konference 2005. S. 223. ISBN 80-7318-257-2.
- II. VANČURA, P. *Studie tarifního uspořádání monocentrického IDS (traťové zóny)*. In Doprava 4/2005. S. 26-28. ISSN 0012-5520.
- III. VANČURA, P. *Využití potenciálu železničních tratí v integrovaném dopravním systému*. In Sborník: 8. mezinárodní konference o verejnej doprave 2005. S. 106. ISBN 80-969365-0-6.
- IV. VANČURA, P., MOJŽÍŠ, V. A KOL. *Tvorba integrovaného dopravního systému Pardubického kraje, II. etapa*. Institut Jana Pernera, o. p. s. (prosinec 2005).
- V. VANČURA, P. *Podmínky využití liniové dopravní obslužnosti regionu – naplnění potenciálu páteřních železničních tratí*. In: Doprava 2/2006. S. 31-33. ISSN 0012-5520.
- VI. VANČURA, P. *Pražská integrovaná doprava v kontextu zavádění systému standardů kvality u Dopravního podniku hl. m. Prahy, a. s.* In Sborník Verejná osobná doprava 2006. S. 54-59. ISBN 80-969365-9-X.
- VII. VANČURA, P. *DRT - regional transport service rationalization*. In Sborník Od koněpřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům 2007. S. 227-280. ISBN 978-80-01-03699-0.
- VIII. VANČURA, P. *DRT - součást regionální mikrostruktury IDS*. In Sborník Mobilita 2007. S. 115. ISBN 978-80-227-2648-1.

- IX. VANČURA, P., MOJŽÍŠ, V. *Kvalita a její řízení ve veřejné přepravě osob*. In Sborník Manažment v železničnej doprave 2007. S. 59. ISBN 978-80-8070-780-4.
- X. VANČURA, P., URBÁNEK, L. *Organizacija, ekspluatacija i kačestvo Pražskogo metro*. Seminář Ekonomické aspekty rozvoje a modernizace pražského metra. Praha UITP 2007.
- XI. VANČURA, P. *Kvalita v IDS – Dopravní podnik hl. m. Prahy, a. s., první český dopravce plní kritéria EN 13816*. In Sborník Verejná osobná doprava 2007, S. 107-112. ISBN 978-80-89257-09-0.
- XII. VANČURA, P., MOJŽÍŠ, V., GRAJA, M. *Integrované dopravní systémy*. Praha Powerprint 2008. ISBN 978-80-904011-0-5.
- XIII. VANČURA, P. *Transport service rationalization – regional mobility model*. In Sborník Současnost a budoucnost dopravy 2008.
- XIV. VANČURA, P. *Anketa spokojenosti cestujících*. In DP-Kontakt 8/2006. S. 4. ISSN 1212-6349.
- XV. VANČURA, P. *Anketa spokojenosti cestujících s přepravou v metru*. In DP-Kontakt 4/2007. S. 12. ISSN 1212-6349.
- XVI. VANČURA, P. *Anketa spokojenosti staničního personálu*. In DP-Kontakt 8/2007, S. 12. ISSN 1212-6349.
- XVII. VANČURA, P. *Bezbariérová zařízení v metru - anketa spokojenosti cestujících*. In DP-Kontakt 11/2007. S. 10. ISSN 1212-6349.

## Seznam obrázků

číslo	název	strana
1.1	Froncence - princip listu .....	14
2.1	Rozdělení veřejné hromadné dopravy .....	18
2.2	Liniový provoz (vlevo) a okružní provoz (vpravo) .....	24
2.3	Směrový provoz (vlevo) a provoz dle potřeby (vpravo) .....	24
2.4	Planiová dopravní obslužnost .....	26
2.5	Obecný koncept .....	27
2.6	Koncept směrových svazků .....	27
2.7	Koncept směrového svazku jakožto napáječe liniového systému .....	28
2.8	Koncept transformace dvou linek na směrový svazek .....	28
2.9	Cyklus kvality .....	30
3.1	Společenský efekt mobility .....	32
3.2	Dělení veřejné hromadné dopravy .....	33
3.3	Systém veřejné hromadné dopravy .....	34
3.4	Typy uspořádání sídel .....	35
3.5	Zónový tarif; vlevo šachovnice, vpravo pásma .....	36
3.6	Zónový tarif; vlevo kombinace, vpravo traťové zóny .....	36
3.7	Schématické znázornění principu traťové zóny .....	37
3.8	Bonifikace použití traťové zóny I .....	38
3.9	Bonifikace použití traťové zóny II .....	38
3.10	Liniová a planiová dopravní obslužnost regionu .....	39
3.11	Planiová a liniová obslužnost – hierarchizace .....	40
3.12	Dopravní obslužnost regionu – fronce a furcilace .....	40
3.13	Typy planiové dopravní obslužnosti regionu .....	41
3.14	Planiová a liniová obslužnost – síťovost .....	41
3.15	Logistické principy .....	42
3.16	Regionální terminály dle logistických principů .....	43
3.17	Jehlan kvality - princip standardů kvality .....	45
3.18	Obslužný řetězec .....	46
3.19	Vliv majoritního dopravce na ostatní dopravce .....	47
4.1	Dopravní obslužnost - typ 1 a typ 2 .....	51
4.2	Znázornění vztahů mezi koeficienty j a k .....	54
4.3	Princip výstupní jízdy .....	55
4.4	Koncentrace jízd .....	56
4.5	Transformace dvou linek na směrový svazek .....	56
4.6	Propojení DRT a liniové DOR .....	57
5.1	BOSSdrive .....	58
5.2	Organizace BOSSdrive .....	60
5.3	Teritoriální graf dostupnosti .....	61
5.4	Síťový graf časové dostupnosti .....	62
5.5	Atrakční okruhy ICT .....	62
5.6	Požadavky cestujících .....	63
5.7	Optimální trasa pro dva cestující .....	64
5.8	Algoritmus BOSSline .....	64
5.9	Algoritmus BOSSroad .....	66

6.1	Cyklus služby .....	68
6.2	BOSSfamily .....	69
6.3	Rozložení výsledků ankety .....	71

## Seznam tabulek

číslo	název	strana
2.1	Atributy přepravy .....	21
2.2	Klasifikace priorit cestujících .....	22
2.3	Pojetí kvality a nákladů .....	25
3.1	Momenty pravdy .....	45
4.1	Popis použitých symbolů .....	52
4.2	Vztahy mezi sídly regionu a centrem .....	53
5.1	Matice vzdáleností .....	66
6.1	Výsledky ankety .....	71

## Seznam příloh

číslo	název	strana
A	Matematizace planiové obslužnosti	I
B	Validace BOSSdrive	IV

## Seznam tabulek v Přílohách

číslo	název	strana
A.1	Vztahy mezi sídly regionu a centrem – rozšíření .....	I
A.2	Výpočet hodnot cestovních doby typu 2 .....	II
A.3	Hodnoty cestovních dob pro koeficienty $j, k = 0,5$ .....	III
B.1	Odpovědi respondentů .....	IV

## Příloha A

## Matematizace planiové obslužnosti

Pro posouzení výhodnosti frondetního typu DOR proti furcilátnímu jsem vytvořil matematický model, který je popsán v kapitole 4.1.2 a v této části přílohy je doplněn. Tabulka A.1 zachycuje vztahy mezi sídly regionu a centrem (úplné znění tab. 4.2), tabulka A.2 obsahuje výpočet hodnot cestovních dob typu 2 a tabulka A.3 vyjadřuje hodnoty cestovních dob pro koeficienty  $j$  a  $k$  při jejich hodnotách 0,5.

Tabulka A.1: Vztahy mezi sídly regionu a centrem – rozšíření (zdroj: P. Vančura)

sídlo	vzdálenost do centra		doba jízdy do centra		přestupovost	
	typ 1	typ 2	typ 1	typ 2	typ 1	typ 2
a	6,8x	8x	y + 6,8t	(1 + j)y + (2 + 6k)t	0	1
b	6,2x	7x	y + 6,2t	(1 + j)y + (1 + 6k)t	0	1
c	6x	6x	y + 6t	jy + 6kt	0	0
d	6,2x	7x	y + 6,2t	(1 + j)y + (1 + 6k)t	0	1
e	6,8x	8x	y + 6,8t	(1 + j)y + (2 + 6k)t	0	1
f	5,8x	7x	y + 5,8t	(1 + j)y + (2 + 5k)t	0	1
g	5,2x	6x	y + 5,2t	(1 + j)y + (1 + 5k)t	0	1
h	5x	5x	y + 5t	jy + 5kt	0	0
i	5,2x	6x	y + 5,2t	(1 + j)y + (1 + 5k)t	0	1
j	5,8x	7x	y + 5,8t	(1 + j)y + (2 + 5k)t	0	1
k	4,8x	6x	y + 4,8t	(1 + j)y + (2 + 4k)t	0	1
l	4,2x	5x	y + 4,2t	(1 + j)y + (1 + 4k)t	0	1
m	4x	4x	y + 4t	jy + 4kt	0	0
n	4,2x	5x	y + 4,2t	(1 + j)y + (1 + 4k)t	0	1
o	4,8x	6x	y + 4,8t	(1 + j)y + (2 + 4k)t	0	1
p	3,8x	5x	y + 3,8t	(1 + j)y + (2 + 3k)t	0	1
q	3,2x	4x	y + 3,2t	(1 + j)y + (1 + 3k)t	0	1
r	3x	3x	y + 3t	jy + 3kt	0	0
s	3,2x	4x	y + 3,2t	(1 + j)y + (1 + 3k)t	0	1
t	3,8x	5x	y + 3,8t	(1 + j)y + (2 + 3k)t	0	1
u	2,8x	4x	y + 2,8t	(1 + j)y + (2 + 2k)t	0	1
v	2,2x	3x	y + 2,2t	(1 + j)y + (1 + 2k)t	0	1
w	2x	2x	y + 2t	jy + 2kt	0	0
x	2,2x	3x	y + 2,2t	(1 + j)y + (1 + 2k)t	0	1
y	2,8x	4x	y + 2,8t	(1 + j)y + (2 + 2k)t	0	1
$\Sigma$	110x	130x	25y + 110t	(20+25j)y + (30+100k)t	0	20
$\emptyset$	4,4x	5,2x	y + 4,4t	(0,8+j)y + (1,2+4k)t	0	0,8

Tabulka A.2: Výpočet hodnot cestovních dob [min] typu 2 (zdroj: P. Vančura)

$j \backslash k$	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
0,2	$y + 2t$ 3,0	$y + 2,8t$ 3,8	$y + 3,2t$ 4,2	$y + 3,6t$ 4,6	$y + 4t$ 5,0	$y + 4,4t$ 5,4	$y + 5,2t$ 6,2
0,4	$1,2y + 2t$ 3,2	$1,2y + 2,8t$ 4,0	$1,2y + 3,2t$ 4,4	$1,2y + 3,6t$ 4,8	$1,2y + 4t$ 5,2	$1,2y + 4,4t$ 5,6	$1,2y + 5,2t$ 6,4
0,5	$1,3y + 2t$ 3,3	$1,3y + 2,8t$ 4,1	$1,3y + 3,2t$ 4,5	$1,3y + 3,6t$ 4,9	$1,3y + 4t$ 5,3	$1,3y + 4,4t$ 5,7	$1,3y + 5,2t$ 6,5
0,6	$1,4y + 2t$ 3,4	$1,4y + 2,8t$ 4,2	$1,4y + 3,2t$ 4,6	$1,4y + 3,6t$ 5,0	$1,4y + 4t$ 5,4	$1,4y + 4,4t$ 5,8	$1,4y + 5,2t$ 6,6
0,8	$1,6y + 2t$ 3,6	$1,6y + 2,8t$ 4,4	$1,6y + 3,2t$ 4,8	$1,6y + 3,6t$ 5,2	$1,6y + 4t$ 5,6	$1,6y + 4,4t$ 6,0	$1,6y + 5,2t$ 6,8
1,0	$1,8y + 2t$ 3,8	$1,8y + 2,8t$ 4,6	$1,8y + 3,2t$ 5,0	$1,8y + 3,6t$ 5,4	$1,8y + 4t$ 5,8	$1,8y + 4,4t$ 6,2	$1,8y + 5,2t$ 7,0

Pro napájecí linky lze uvažovat intervaly s následujícími hodnotami [min]  $i = \{5; 10; 15; 20; 30; 40; 60\}$  a tedy průměrné doby čekání na dopravní prostředek [min]  $y = \{2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20; 30\}$ , jízdní doby mezi sousedními sídly lze reálně navrhnout následně [min]  $t = \{5; 10; 15; 20; 30\}$ . Pro  $k = 0,5$  bude cestovní rychlost na páteřní lince oproti napájecím linkám dvojnásobná a pro  $j = 0,5$  budou intervaly na napájecích linkách dvojnásobné než interval na páteřní lince.

V tabulce A.3 představuje první hodnota v buňce průměrný čas strávený cestováním ze sídla v regionu do centra včetně doby čekání a to pro typ 1 dle níže určeného vztahu (A.a) pro  $T_1$  a obdobně ve spodní části buňky je vypočtena hodnota  $T_2$  dle vztahu (A.b), který lze nalézt v tabulce A.2. Prostřední údaj v buňce představuje poměr hodnot  $T_1$  a  $T_2$ , který by měl být větší než 1. Tehdy je totiž frondentní DOR výhodnější než furcilátní. Z dolní levé části tabulky A.3 je však patrné, že ne vždy je toto pravidlo splněno. Při nízkých hodnotách cestovních dob a dlouhých intervalech je naopak výhodnější obsluha typu 1. Lze hovořit o výjimce, která potvrzuje dané pravidlo.

$$T_1 = y + 4,4t \quad [\text{min}] \quad (\text{A.a})$$

$$T_2 = 1,3y + 3,2t \quad [\text{min}] \quad (\text{A.b})$$

Tabulka A.3: Hodnoty cestovních dob [min] pro koeficienty  $j, k = 0,5$  (zdroj: P. Vančura)

$y \backslash t$	5	10	15	20	30
2,5	24,5	46,5	68,5	90,5	134,5
	19,25 <i>1,27</i>	35,25 <i>1,32</i>	51,25 <i>1,34</i>	67,25 <i>1,35</i>	99,25 <i>1,36</i>
5	27,0	49,0	71,0	93,0	137,0
	22,5 <i>1,2</i>	38,5 <i>1,27</i>	54,5 <i>1,3</i>	70,5 <i>1,32</i>	102,5 <i>1,34</i>
7,5	29,5	51,5	73,5	95,5	139,5
	25,75 <i>1,15</i>	41,75 <i>1,23</i>	57,75 <i>1,27</i>	73,75 <i>1,3</i>	105,75 <i>1,32</i>
10	32,0	54,0	76,0	98,0	142,0
	29,0 <i>1,1</i>	45,0 <i>1,2</i>	61,0 <i>1,25</i>	77,0 <i>1,27</i>	109,0 <i>1,3</i>
15	37,0	59,0	81,0	103,0	147,0
	35,5 <i>1,04</i>	51,5 <i>1,15</i>	67,5 <i>1,2</i>	83,5 <i>1,23</i>	115,5 <i>1,27</i>
20	42,0	64,0	86,0	108,0	152,0
	42,0 <i>1,0</i>	58,0 <i>1,1</i>	74,0 <i>1,16</i>	90,0 <i>1,2</i>	122,0 <i>1,25</i>
30	52,0	74,0	96,0	118,0	162,0
	55,0 <i>0,95</i>	71,0 <i>1,04</i>	87,0 <i>1,1</i>	103,0 <i>1,15</i>	135,0 <i>1,2</i>

## Příloha B

## Validace BOSSdrive

Pro ověření modelu RM v podobě BOSSdrive (kapitoly 6.1 a 6.2) jsem vytvořil anonymní anketu, kterou jsem v únoru 2008 uskutečnil v Informačním centru Městského úřadu Hořovice. Dvoustranný anketní list je na konci přílohy B. Ankety se zúčastnilo 73 občanů (v tabulce žlutá pole) a 5 úředníků (zelená pole). Tabulka B.1 obsahuje jejich odpovědi na tři anketní otázky. Odpověď ANO je označena jako 1, odpověď NE jako 0.

Tabulka B.1: Odpovědi respondentů (zdroj: P. Vančura)

respondent (pořadové číslo)	odpověď 1	odpověď 2	odpověď 3
1	1	0	1
2	1	0	1
3	1	0	0
4	1	0	1
5	0	0	0
6	1	0	1
7	1	0	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	0	1
11	1	0	1
12	1	0	1
13	1	0	0
14	0	0	0
15	1	0	1
16	1	0	1
17	1	0	1
18	1	0	1
19	1	0	1
20	1	0	1
21	1	0	1
22	1	0	1
23	1	1	1
24	0	0	0
25	0	0	0
26	1	0	1
27	1	0	1
28	1	0	1
29	1	0	0
30	1	0	1



## Racionalizace dopravní obslužnosti regionu

<b>respondent (pořadové číslo)</b>	<b>odpověď 1</b>	<b>odpověď 2</b>	<b>odpověď 3</b>
31	1	0	1
32	1	0	1
33	0	0	0
34	1	1	1
35	1	1	1
36	1	1	1
37	1	0	1
38	1	0	1
39	1	0	1
40	1	0	1
41	1	0	0
42	1	0	1
43	1	0	0
44	1	0	1
45	0	0	0
46	1	0	1
47	1	0	1
48	1	0	1
49	1	0	1
50	1	0	1
51	1	0	1
52	1	0	1
53	1	0	1
54	1	0	1
55	1	0	0
56	1	0	1
57	1	0	1
58	1	0	1
59	1	0	1
60	1	1	1
61	1	0	1
62	1	0	1
63	1	0	1
64	1	0	1
65	0	0	0
66	1	0	1
67	1	0	1
68	1	0	1
69	1	0	0
70	1	0	1
71	1	0	1
72	1	0	1
73	1	0	1
74	1	0	0
75	1	1	1

---

*Racionalizace dopravní obslužnosti regionu*

<b>respondent (pořadové číslo)</b>	<b>odpověď 1</b>	<b>odpověď 2</b>	<b>odpověď 3</b>
76	1	1	1
77	1	0	0
78	1	1	0
počet odpovědí ANO	71	10	61
průměrné hodnocení	0,91	0,13	0,78

## ANKETA BOSSdrive

únor 2008

Vážení cestující, dovoluji mi touto anketou zjistit, zdali koncept dopravní obslužnosti **BOSSdrive** dokáže uspokojit vaše přepravní potřeby (vysvětlení BOSSdrive je na druhé straně).

Tato anketa je součástí mé disertační práce realizované na Univerzitě Pardubice, Dopravní fakultě Jana Pernera.

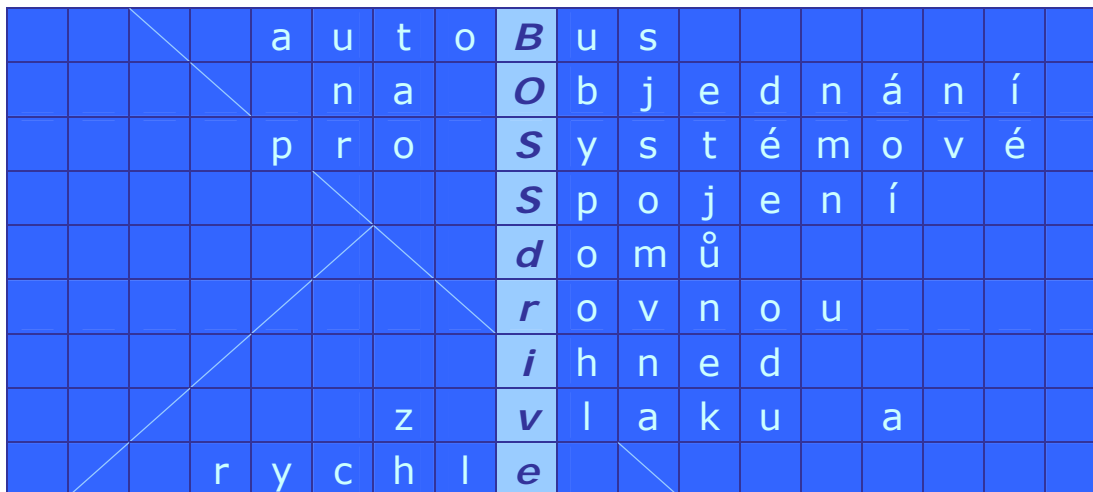
**Děkuji za váš čas strávený nad touto anketou.**

Ing. Bc. Pavel Vančura

Představte si systém veřejné hromadné dopravy, který se dokáže pružně přizpůsobit vašim potřebám.

Stačí vlastnit mobilní telefon, přihlásit se do systému a pak již jen využívat jeho výhod.

**Tento systém se jmenuje BOSSdrive.**



### Otázky:

1) Vnímáte BOSSdrive jako zajímavé řešení dopravní obslužnosti ve vašem regionu?

ANO / NE

2) Setkal(a) jste se někdy s podobným řešením?

ANO / NE

3) Využil(a) byste tento systém při vašich pravidelných cestách?

ANO / NE

## **Vysvětlení:**

BOSSdrive je způsob řešení dopravní obslužnosti pro obyvatele regionů s pravidelnou dojížděnkou do velkých center za prací, do škol atp. Základem systému je existence přímého spojení do centra např. po železnici z většího sídla v regionu (např. z Hořovic). Cestující se v ranních hodinách běžným způsobem dostanou do přestupní železniční stanice a odtud několika spoji dále do větších měst (zde např. Prahy, Plzně, Rokycan nebo Berouna). Odpoledne a večer se cestující vrací více spoji než ráno a tak je potřebné je rozvézt do jejich domovů jiným způsobem.

Pro systém BOSSdrive vznikne informační kancelář, kam se cestující dostaví a uzavře smlouvu o pravidelném spojení (lze realizovat i přes internet). Spojení si cestující objedná pro odpolední či večerní spoje z Hořovic (železniční stanice) k nejbližšímu výstupnímu bodu u jeho cíle cesty (domova). Ranní spojení je zajištěno běžnou autobusovou linkou s pevným JŘ a jízdou trasou. Cestující si výstupní bod vybírá z mapového podkladu na základě grafu dostupnosti (organizátora cest). Podmínkou účasti na systému je vlastnictví mobilního telefonu, neboť základem je komunikace pomocí SMS zpráv.

Cestující denně (pokud cestuje) do určité doby (např. do 14 hodin) odesílá SMS zprávu v daném tvaru – oznámení o záměru spojení BOSSdrive (kdy, resp. z jakého vlaku) a zároveň tím objedná platbu jízdného, pokud nemá sjednanou paušální platbu. Po zpracování obdrží SMS s potvrzením, kterým se prokazuje u řidiče při nástupu do vozidla BOSScar. Řidič má před jízdou určenu jízdnu trasu, která byla vytvořena právě na základě zaslaných SMS od všech cestujících pro danou jízdu. Podle odeslaných SMS se tvoří nejen trasa pro daný spoj, ale také se určuje typ vozidla pro požadovanou kapacitu.

Celý systém funguje v pracovních dnech a zajišťuje spojení od vlakových spojů do domovů jeho uživatelů. Výhodou je každodenní možnost těchto spojení a to pokaždé přesně podle potřeb uživatelů. Pro náhodné uživatele je systém též přípustný, kapacita vozidel je vždy o něco málo vyšší než počet objednaných cestujících. Místo výstupu je pak operativně zařazeno do jízdny trasy.

## ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	Racionalizace dopravní obslužnosti regionu
Autor práce	Ing. Bc. Pavel Vančura
Obor	Technologie a management v dopravě a telekomunikacích
Rok obhajoby	2008
Školitel	prof. Ing. Vlastislav Mojžíš, CSc.
Anotace	Tato disertační práce formuluje problematiku racionalizace dopravní obslužnosti regionu. Po všeobecném úvodu je zařazena terminologie a analýza stavu dané problematiky v České republice a v zahraničí. V dalších částech se autor věnuje dekompozici veřejné hromadné dopravy včetně jejích kvalitativních aspektů. Dále rozebírá regionální planiovou dopravní obslužnost, na jejíž bázi navrhuje model regionální mobility. V závěru práce tento model autor validuje a stanovuje jeho přínosy potencionálním uživatelům.
Klíčová slova	integrovaný dopravní systém dopravní obslužnost model region regionální mobilita racionalizace veřejná hromadná doprava