

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2008

VÁCLAV ZADRAŽIL

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Srovnání dispečerského řízení vybraných podniků městské
hromadné dopravy**

Václav Zadražil

Bakalářská práce

2008

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra technologie a řízení dopravy
Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Václav ZADRAŽIL
Studijní program: B3709 Dopravní technologie a spoje
Studijní obor: Technologie a řízení dopravy-Logistické technologie

Název tématu: Srovnání dispečerského řízení vybraných podniků městské hromadné dopravy

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Úvod
- 2) Analýza možností pro dispečerské řízení v MHD
- 3) Výběr měst a kritérií pro srovnání dispečerského řízení
- 4) Vyhodnocení srovnání a návrhy možného budoucího rozvoje dispečerského řízení
- 5) Závěr

Rozsah grafických prací: 2-5
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- 1) Surovec, Pavel Technológia hromadnej osobnej dopravy. Žilinská Univerzita 1998
ISBN 80-7100-494-4
- 2) Příbyl, Pavel - Svítek, Miroslav Inteligentní dopravní systémy. Praha: Ben 2001
ISBN 80-7300-029-6
- 3) Dispečerské řízení MHD, interní materiály Dopravního podniku České Budějovice
- 4) internetové zdroje
<http://www.dpmcb.cz/>
<http://www.dpmp.cz/>

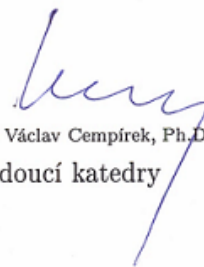
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Nachtigall**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **31. prosince 2007**
Termín odevzdání bakalářské práce: **26. května 2008**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



doc. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 11. dubna 2008

Tímto způsobem bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Petru Nachtigallovi, jehož rady a informace jsem využil při zpracování práce. Dále mé poděkování patří hlavnímu dispečerovi DpmP panu Jaroslavu Štěpánkovi a vedoucímu dispečinku v DpmČB panu Radku Filipovi za poskytnutí veškerých interních materiálů a za seznámení s dispečerským řízením v uvedených dopravních podnicích.

Souhrn

Práce je věnována dispečerskému řízení MHD. Konkrétně se jedná o dispečerské řízení MHD v DpmČB a DpmP. Byla provedena analýza dispečerského řízení v těchto dopravních podnicích a jeho srovnání. Dále se práce zabývá návrhem možného budoucího rozvoje uvedených dopravních podniků.

Klíčová slova

dispečerské řízení MHD; MHD Pardubice; MHD České Budějovice; dopravní podnik; DpmČB; DpmP

Title

Confrontation dispatching control sampled transport undertaking urban mass transportation

Abstrakt

This work deals with dispatching control UMT. Concretely dispatching control in transport undertaking of city České Budějovice and transport undertaking of city Pardubice. There was made analysis of dispatching control in these transport undertaking and its comparison. Next part deals with proposition of available impending advancement of these transport undertaking.

Keywords

dispatching kontrol UMT (urban mass transportation); UMT Pardubice; UMT České Budějovice; transportation company; DpmČB; DpmP

Obsah

| | |
|---|-----------|
| Úvod..... | 8 |
| 1. Řízení MHD | 9 |
| 1.1 Operativní řízení MHD..... | 9 |
| 1.2 Dispečerské řízení MHD | 10 |
| 1.3 Činnosti dispečerského řízení..... | 10 |
| 1.3.1 Příprava provozu | 10 |
| 1.3.2 Operativní příprava a evidence provozu..... | 11 |
| 1.3.3 Operativní dispečerské řízení | 11 |
| 1.4 Organizační složky dispečerského řízení MHD | 13 |
| 1.5 Technické prostředky dispečerského řízení MHD | 14 |
| 2. Analýza možností pro dispečerské řízení MHD | 15 |
| 2.1 Vybavení vozidel..... | 15 |
| 2.1.1 Vybavení vozidel MHD v DpmČB | 16 |
| 2.1.2 Vybavení vozidel MHD v DpmP | 18 |
| 2.2 Zařízení pro určování polohy | 19 |
| 2.2.1 Zařízení pro určování polohy v DpmČB | 19 |
| 2.2.2 Zařízení pro určování polohy v DpmP | 20 |
| 2.3 Komunikační část | 20 |
| 2.3.1 Komunikace v DpmČB | 22 |
| 2.3.2 Komunikace v DpmP | 22 |
| 2.4 Centrální dispečink..... | 23 |
| 2.4.1 Centrální dispečink v DpmČB..... | 25 |
| 2.4.2 Centrální dispečink v DpmP | 25 |
| 2.5 Vozovna..... | 26 |
| 2.5.1 Vozovna DpmČB | 26 |
| 2.5.2 Vozovna DpmP | 26 |
| 3. Srovnání dispečerského řízení..... | 27 |
| 3.1 MHD Pardubice..... | 27 |
| 3.2 MHD České Budějovice..... | 27 |
| 3.3 Srovnání dispečerského řízení | 28 |
| 4. Vyhodnocení srovnání a návrh rozvoje dopravních podniků MHD | 30 |
| 4.1 Vyhodnocení srovnání..... | 30 |
| 4.2 Návrh řešení příjezdů a odjezdů vozidel | 30 |
| 4.3 Indukční modem..... | 33 |
| Závěr..... | 34 |
| Seznam literatury | 35 |
| Seznam tabulek..... | 36 |
| Seznam obrázků..... | 37 |
| Seznam zkratk..... | 38 |

Úvod

Pro dopravní podniky v jednotlivých městech je jednou z hlavních činností zabezpečení kvalitní MHD. Na zajištění kvality celého systému MHD se podílí parametry týkající se dopravní infrastruktury, dopravních prostředků, technologie dopravního/přepravního procesu, informační technologie a interakce dopravního systému s okolím. Jedním z důležitých prvků vycházejících z úrovně informačních technologií je dispečerské řízení. Úlohou dispečerského řízení MHD je plánovat parametry provozu a zabezpečit řízený proces na základě jízdního řádu. Pro jednotlivá města jsou vhodné různé systémy dispečerského řízení, které se vytvářejí přímo pro konkrétní město. Je to ovlivněno faktory, které se v jednotlivých městech liší. Mezi tyto faktory patří počet obyvatel, rozloha města, kvalita a hustota dopravní sítě. Jedním z hlavních důvodů používání dispečerského řízení je řešení mimořádných situací, které mohou nastat v silničním provozu. Pro dispečerské řízení je důležité rychle a účinně reagovat na negativní vlivy působící na dopravu. Díky potřebám zajistit kvalitní MHD dochází v dnešní době k používání moderních technologií, které zvyšují kvalitu dispečerského řízení a tím pádem i celé MHD. Používání těchto technologií je přímo závislé na ekonomických možnostech jednotlivých měst.

Cílem mé bakalářské práce je provést srovnání dispečerského řízení vybraných podniků MHD. Dále navrhuji možnost budoucího rozvoje vybraných podniků MHD. Pro srovnání dispečerského řízení jsem si vybral Dopravní podnik města Pardubic a Dopravní podnik města České Budějovice.

Bakalářskou práci jsem rozdělil do tří hlavních kapitol. V první kapitole se zaměřím na analýzu možností pro dispečerské řízení MHD. Jaká zařízení a systémy jsou v dispečerském řízení používány.

Ve druhé kapitole provedu samotné srovnání vybraných dopravních podniků na základě uvedeného zařízení a vybavení těchto podniků.

Ve třetí kapitole se zabývám samotným vyhodnocením srovnání a návrhem možného budoucího rozvoje pro dopravní podniky vybraných měst.

1 Řízení MHD

Řízení městské hromadné dopravy se uskutečňuje ročním vykonávacím plánem (podle ročního projektu dopravy, stanoveného jízdního řádu, daných kapacit, ekonomických ukazatelů), operativním plánem (pro bezprostředně následující období – den, týden až měsíc – s rozpisem na vozidla, řidiče, podle dní a změn) a operativním dispečerským řízením.

Ročním vykonávacím plánem se stanovují základní úlohy podniku, na které při jejich realizaci reaguje v dopravě dispečerské řízení operativním plánem a operativním řízením. Proto je důležité zabývat se dispečerským řízením jako řízením technologických procesů v dopravě. [1]

1.1 Operativní řízení MHD

Na rozdíl od základního řízení, které stanovuje úlohy na základě plánu (technického, grafikonu dopravy) a je strategické, koncepční a dlouhodobé, je operativní řízení charakterizováno jako „taktické“, krátkodobé a jako řízení, které umožňuje lépe využívat prostředky změnou plánu a tím odstranit případy nevyužití kapacity. Pro operativní řízení je důležité, aby do průběhu dopravy zasahovalo včas a účinně. Proto ho také nazýváme jako řízení v reálném čase.

Reálný čas je nutné chápat relativně ve vztahu k charakteru řízení:

- ve dnech (např. změny v obsazení směn řidiči při nahlášené dovolené, pracovní neschopnosti nebo pracovního volna, změny v trase linky při ohlášené rekonstrukci nebo opravě komunikace),
- v hodinách (např. změny v určení vozidel podle jejich technického stavu před začátkem denního provozu),
- v minutách za situace, když se jedná o technologický proces, při kterém v závislosti na rychlosti jízdy mění vozidlo svoje místo v prostoru a čase (např. zásahy v případě dopravních kongescí, při vzniku dopravních nehod).

Operativní řízení zahrnuje určení dopravních prostředků, řidičů a přepravních požadavků, které se jimi mají uspokojit a určení posloupnosti přeprav pro daný provozní den tak, aby se dosáhlo stanovených cílů (naplnění harmonogramu dodržování jízdních řádů). Součástí operativního řízení dopravního procesu jsou především činnosti s krátkodobým charakterem řízení dopravy na dopravní síti hromadné osobní dopravy v jednotlivých dopravních oblastech. [1]

1.2 Dispečerské řízení MHD

Zabezpečování kvalitní hromadné osobní dopravy vyžaduje rychle a účinně reagovat na negativní vlivy působící na dopravu, řešit a odstraňovat vzniklé odchylky od plánu, dosahovat tak plánovaných parametrů provozu a zabezpečit řízený proces v souladu s plánem, kterým je jízdní řád. Toto je úlohou operativního dispečerského řízení.

Na hromadnou osobní dopravu působí vnější a vnitřní vlivy. Vnější vlivy mohou vyvolat změny v přepravních požadavcích, dopravní překážky narušující plynulý provoz na linkách, poruchy na dopravních cestách, dopravních stavbách a zařízeních. Pod vnitřními vlivy se rozumí technický stav vozidel a celé technické základny, úroveň zpracování jízdních řádů, kvalifikace a připravenost pracovníků, dodržování technologické disciplíny provozními pracovníky.

1.3 Činnosti dispečerského řízení

Činnosti dispečerského řízení je možno členit do tří skupin:

1. příprava provozu,
2. operativní příprava a evidence provozu,
3. operativní dispečerské řízení.

1.3.1 Příprava provozu:

- činnost související se zpracováním změn od stanovených grafikonů dopravy či jízdních řádů,
- činnost spojená s organizací dopravy při objížďkách a očekávaných změnách v dopravních situacích vyvolaných výstavbou a přestavbou některé z částí města, rekonstrukcí a opravami komunikací,
- činnost spojená s organizací mimořádných akcí sportovního, společenského, kulturního a jiného charakteru (náhradní doprava).

1.3.2 Operativní příprava a evidence provozu:

- činnost spojená se změnami v obsazení turnusů řidičů podle pohotovostního stavu řidičů,
- činnost spojená s určením a změnami nástupů řidičů na směny,
- činnost spojená s výpravou vozidel do provozu, s výměnami poruchových vozidel na linkách, se zajištěním plánované a neplánované náhradní dopravy,
- tvorba denního přehledu a evidence o pohotovostním stavu počtu provozních pracovníků,

- tvorba denního přehledu a evidence o skutečném průběhu provozu se všemi plánovanými a neplánovanými změnami,
- přehled a evidence o uskutečněných výkonech a plnění úloh řidičů a dopravních prostředků.

1.3.3 Operativní dispečerské řízení:

- činnost spojená s řízením, zabezpečováním a kontrolou dopravy na celé dopravní síti podle stanovených jízdních řádů,
- činnost spojená s revizí dodržování přepravního a tarifního řádu,
- preventivní činnost k zamezení vzniku nepravidelností a vzniku dopravních poruch,
- preventivní činnost k zamezení vzniku dopravních nehod,
- činnost spojená s odstraňováním dopravních poruch a s uvedením provozu do normálního stavu po přerušení nebo zpoždění,
- činnost spojená s řízením a zabezpečováním dopravy na konkrétní lince nebo na všech linkách v dopravní oblasti,
- činnost spojená se zabezpečováním informovanosti provozních pracovníků a cestujících o situaci v dopravě,
- činnost spojená s likvidací následků dopravních nehod.

Pro řešení mimořádných situací se předem zpracovávají typová variantní řešení. Jde o náhradní dopravu, vedení objížděkových tras, úpravy periody v periodické hromadné osobní dopravě. Tato variantní řešení lze použít při rozhodování v konkrétních situacích s menší mírou improvizace a subjektivního rozhodování. [1]

Charakter operativního dispečerského řízení vyžaduje uplatnění velké míry centralizace s využitím principu pyramidy řízení a s důsledným uplatněním zásady „jednoho nadřízeného“. To znamená, že jednotlivé stupně i druhy operativního řízení na sebe navazují tak, aby každá organizační složka (útvár nebo jednotlivec) mohla dostat příkaz pouze z jednoho předem určeného místa nebo od jednoho předem určeného pracovníka. Na každém stupni jsou ve vlastní pravomoci řešeny příslušné okruhy problémů a vyšší stupeň řeší problémy, které vyžadují zásah nebo koordinaci mezi složkami operativního řízení.

Operativní dispečerské řízení hromadné osobní dopravy zajišťuje dopravní dispečink. V podnicích MHD se zřizuje pro specifické potřeby elektrické trakce a zásobování elektrickou energií také energetický dispečink. Energetický dispečink operativně řídí činnost související s dodávkami trakční energie buď přímo s využitím dálkového ovládání nebo

nepřímo prostřednictvím pracovníků obsluhujících elektrotechnické a energetické zařízení. Úlohou je zabezpečit plynulý, bezporuchový a hospodárný provoz měřičů, trolejových vedení a dalších pevných trakčních a energetických zařízení.

Ve velkých podnicích MHD s kolejovou dopravou je součástí dispečerského řízení technický dispečink, který zabezpečuje bezporuchový stav všech technických traťových a dopravních zařízení jako jsou dopravní cesty, koleje, mosty.

Dopravní dispečink je nadřízen energetickému a technickému dispečinku.

Činnost dispečinku se řídí dispečerským řádem, který jako předpis pro vnitřní potřebu operativního řízení vydává dopravní podnik. V dispečerském řádu je upravena pracovní náplň jednotlivých dispečerských útvarů. Jsou zde stanoveny zásady koordinace činnosti dispečerských útvarů při poruchách a mimořádných událostech. [3]

Organizační uspořádání operativního dispečerského řízení odpovídá potřebám konkrétního podniku při zabezpečování kvalitní hromadné osobní dopravy. Základní podnikové útvary dispečerského řízení mohou být následující:

- Útvar operativního plánování (dopravně-provozní oddělení a oddělení jízdního řádu), který zpracovává změny oproti normálnímu stavu dopravy, dopravní opatření na zabezpečení mimořádných dopravních akcí, plánuje rozdělení dopravních prostředků na dopravním provozu, organizuje dopravní průzkumy a jejich zpracování.
- Útvar operativní přípravy a evidence provozu (dispečeri, výpravci a dopravní referenti v dopravních střediscích, depech, garážích), který zabezpečuje obsazení diagramu dopravních služeb a změn řidiči, podle pohotovostního stavu v souladu s určeným turnusem, zabezpečuje provoz a technickou schopnost dopravních prostředků, vypravení vozidel do provozu podle plánu (grafikonu), eviduje výkony řidičů a vozidel.
- Útvar operativního dispečerského řízení – dispečink, který plní svoje funkce prostřednictvím hlavního dispečera, směnových dispečerů a ve velkých městech také oblastních nebo traťových dispečerů. Hlavní dispečink, který je zpravidla v nepřetržitém provozu, kontroluje zabezpečování plánovaného rozsahu provozu hromadné osobní dopravy a její kvalitu v reálném čase. [1]

Další pomůcky pro potřebu dispečerského řízení

- dopravní a návěstní předpis pro autobusy (upravuje podmínky silniční dopravy pro vlastní a cizí potřeby prováděné autobusy, zejména provozování městské autobusové dopravy a zvláštní linkové dopravy a s touto činností spojená práva a povinnosti pracovníků),
- předpis o služebních hlášeních (obsahuje základní ustanovení o podávání, vyřizování a vyhodnocování služebních hlášení),
- předpis pro šetření a likvidaci mimořádných událostí,
- předpis pro činnost dopravního dozoru (stanoví zásady pro činnost a výkon služby pracovníků dopravního dozoru, držitelů odznaků dopravního dozoru). [3]

1.4 Organizační složky dispečerského řízení MHD

Dispečink (dopravní, energetický, technický), který svoje funkce plní prostřednictvím hlavního dispečera centrálního dispečinku, směnových dispečerů, oblastních a traťových dispečerů.

Ústřední (centrální) dispečink s nepřetržitou službou směnových dispečerů trvale:

- kontroluje zabezpečení plánovaného rozsahu provozu MHD,
- sleduje a reguluje reálný stav v dopravní síti, provádí opatření k odstranění příčin mimořádných situací a odchylek od pravidelného provozu,
- řídí likvidaci nehod, havárií a poruch,
- informuje provozní pracovníky a cestující o situaci v dopravě,
- je nadřízen oblastním a traťovým dispečerům.

Pro potřeby operativního řízení se obsluhované území dělí na dopravní oblasti, ve kterých je provoz řízen a kontrolován oblastními dispečery. Oblastní dispečer je nadřízen všem traťovým dispečerům dané dopravní oblasti. Odpovídá za stav provozu MHD v této oblasti a ve spolupráci s ústředním dispečinkem zabezpečuje koordinaci provozu jednotlivých trakcí. Vytváří tzv. pevné a pohyblivé dopravní dispečinky. [1]

Na dopravní síti jsou pro řízení a kontrolu provozu ustanoveni traťový dispečer. Jsou buď na konečných nebo na frekventovaných zastávkách a stanicích a na vstupech do exponovaných částí města. Traťový dispečer sleduje pravidelnost provozu dle jízdního řádu, vede přehled o průběhu provozu, dohlíží na dodržování následného a linkového intervalu dopravy. Přímou provádí potřebné úpravy provozu na dané trati. Je ve spojení s oblastním a ústředním dispečinkem. [3]

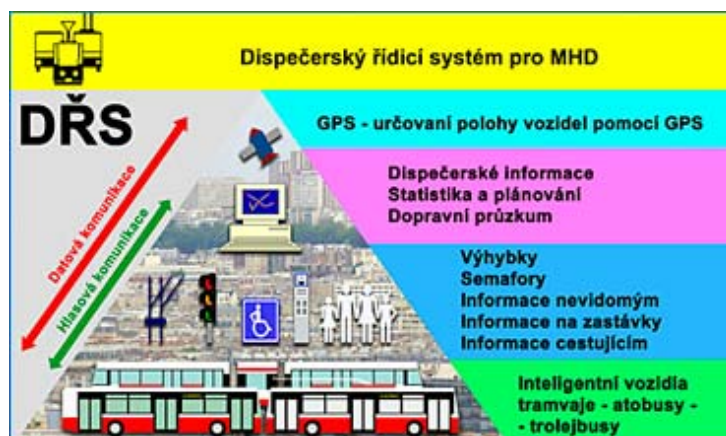
1.5 Technické prostředky dispečerského řízení MHD

V nižších vývojových fázích operativního řízení má rozhodující postavení osobní činitel – pracovník operativního řízení. Ve vyšších vývojových fázích se výrazněji prosazuje věcný činitel – technické zařízení, které pomáhá dispečerovi a zajišťuje pružnější rozhodování a řízení.

K technickým prostředkům dispečerského řízení patří:

- jednotný přesný čas,
- spojovací prostředky
 - drátové spojení (telefon) s použitím veřejné nebo vlastní telefonní sítě,
 - bezdrátové telefonní spojení,
 - telefonní zařízení spojené s registračním a nahrávacím zařízením, které sleduje a zaznamenává časové údaje a obsah informací,
 - bezdrátové spojení (vysílač-přijímač)
 - ◆ stabilní, pevně zabudované v dispečerských zařízeních,
 - ◆ mobilní - vozidlové, umístěné ve vozidlech dispečerské a technické služby, v dopravních prostředcích MHD za účelem spojení řidiče s centrem operativního řízení,
 - ◆ mobilní - přenosné, které má k dispozici pracovník operativního řízení,
- zařízení identifikace polohy vozidla na dopravní síti s použitím radiových majáků podél tratí linek,
- zařízení identifikace polohy vozidla na dopravní síti s využitím satelitního systému GSM, GPS,
- registrační zařízení odjezdů, příjezdů nebo průjezdů vozidel, ovládané řidičem (např. na konečných zastávkách nebo autobusových stanicích),
- automatické registrační zařízení spojené s centrem operativního řízení, které zaznamenává odjezdy, příjezdy a průjezdy vozidel,
- návěstní signalizace ovládaná dispečerem na důležitých místech linek a na stanicích,
- signalizace ovládaná z centra operativního řízení a umožňující změnu režimu provozu na základě volby z několika variant grafikonu,
- výpočetní technika,
- palubní počítače ve vozidlech. [1]

2 Analýza možností pro dispečerské řízení MHD



Obrázek 1: Dispečerský řídicí systém pro MHD

Zdroj: [4]

Dispečerské řízení MHD je uskutečňováno pomocí hlasové a datové komunikace (viz. Obrázek 1). Komunikace probíhá mezi různými zařízeními ve vozidle, na trati a dalšími systémy, které jsou do dispečerského řízení zapojené. Je potřeba komunikovat jak na krátkou vzdálenost, tak na vzdálenosti dlouhé. Během komunikace se také přenášejí různé objemy dat. Proto je důležité pro konkrétní komunikaci použít takový komunikační kanál, který bude splňovat požadavky na kvalitní přenos. Důležité části celého systému dispečerského řízení MHD, mezi kterými probíhá komunikace se dají rozdělit do 5 základních skupin.

Rozdělení jednotlivých částí systému:

2.1 Vybavení vozidel

Palubní informatika moderních vozidel zajišťuje řídicí, komunikační a informační funkce. V následujícím textu jsou uvedeny nejdůležitější činnosti, neboť jednotlivé firemní systémy vykazují značné rozdíly ve své architektuře a rovněž pokračuje další rozvoj hardware i software.

V dnešní době se přechází k dominantnímu postavení palubního počítače. V historii existovala nesourodá řešení, kdy nebyl palubní počítač příliš "inteligentní". Tvůrci systému potom pověřovali některými řídicími funkcemi novější a modernější periferie. Systém potom měl nestandardní chování a obvykle nebyl schopen dalšího rozvoje. Takové řešení bylo poznamenáno velkou investicí do ojedinělého a v budoucnosti neopakovatelného řešení. Moderní systém má v čele palubní počítač (master) a všechny periferie (slave) se řídí povely tohoto počítače.

Rozhraní

Rozhraní slouží k připojení palubních zařízení do systému, k obsluze počítače a k zavedení potřebných signálů.

▪ Sběrnice IBIS

Sběrnice slouží k datové komunikaci periferních zařízení s palubním počítačem. Sběrnice IBIS vznikla před 15 lety v Německu. Stala se přirozeným standardem pro evropskou veřejnou dopravu, včetně naší. Česká verze protokolu nese označení IPIS. Sběrnice IBIS je relativně pomalá, ale umožňuje připojení naprosté většiny periférií standardního vozidla (až na případy popsané v dalším textu). Kompatibilita nově montovaného zařízení se sběrnici IBIS je nezbytná při postupném rozšiřování nebo obnově palubní sestavy. Sběrnice IBIS bývá ve standardní nabídce výrobců.

IBIS se dnes používá pro spojení počítače s vizuálními tably, s pokladnou, s označovači jízdenek, s ukazateli času a pásma, s digitálním hlásičem, s jednoduchou radiostanicí aj.

▪ Rychlá sběrnice

Užívá se u přístrojů, jimž pomalá sběrnice IBIS kapacitně nevyhovuje. Použije se rovněž výhodně tam, kde sběrnice IBIS nebyla dosud použita, tj. při koncipování nových palubních systémů. Ve vozidlech se zpravidla používá standard RS485, CAN.

Rychlá sběrnice je v nabídce výrobců periférií. Rychlá sběrnice je nutná pro propojení počítače s radiomodemem, s přijímačem GPS, s infračerveným nebo indukčním modemem, s radiostanicí (slouží-li k přenosu dat). [7]

2.1.1 Vybavení vozidel MHD v DpmČB

▪ Palubní počítač Buse BS100

Poskytuje řidiči informace potřebné k výkonu služby, jako je jízdní řád, časy odjezdů, případné zpoždění nebo dřívější odjezd. Umožňuje ovládání ostatních komponentů vozidla. Mezi komponenty, které palubní počítač může ovládat patří data v tablech, hlášení, stavové zprávy a mnoho dalších informací.



Obrázek 2: Palubní počítač BS100

Zdroj: [4]

Palubní počítač BS100 s prosvětlenou klávesnicí, záznamem dat na paměťové karty je určen pro řízení všech periférií kompatibilních dle IBIS, zařízeních připojených na rozhraní

RS 485, RS 232. Konstrukční řešení a software umožňují jejich použití jak pro manuální režim provozu, tak pro režim s automatickým přepínáním příštích zastávek, autonomní určování polohy pomocí GPS a sledování jízdního řádu. [14]

- **Přijímač GPS Garmin 35**

Tímto zařízením jsou vybavena v DpmČB všechna řídicí, dispečerská a obslužná vozidla. Tento systém umožňuje zjistit přesnou polohu vozidla na jakémkoliv místě podle souřadnic, s přesností v metrech. Poloha vozidel je zobrazena na geografické mapě, umístěné na centrálním dispečinku. Na ní se pak můžou zobrazovat různé informace (evidenční číslo, stav, kurz, zpoždění, porovnání zpoždění s JŘ v palubním počítači apod.). Tyto údaje pak dispečer využije k dalšímu řízení dopravy. GPS také zajišťuje jednotný čas na všech vozidlech.



Obrázek 3: Přijímač družicové navigace GPS Garmin 35
Zdroj: [8]

- **Fonická a datová radiostanice KEY KM3000**

Jedná se o trunkovou vozidlovou radiostanici určenou pro přenos hovoru i dat. Tato radiostanice slouží k hlasové komunikaci mezi vozidlem a dispečinkem. Pomocí této radiostanice může dispečer komunikovat s vybraným vozidlem nebo s vybranou skupinou vozidel. Dále umožňuje dispečerovi nebo řidiči mluvit přímo do vozu k cestujícím přes akustický hlásič.



Obrázek 4: Radiostanice KEY KM3000
Zdroj: [9]

2.1.2 Vybavení vozidel MHD v DpmP

▪ Palubní počítač EM 126i

Zařízení EM126i je centrálním počítačem všech vozidel DpmP. Jeho hlavní funkcí je vydávání jízdenek v režimu doplňkového prodeje, ovládání informačních panelů, čtecích zařízení a ostatních připojených periferních zařízení vozidla. Je ovládán pomocí klávesnice, která se skládá z numerických kláves. Klávesy potvrzení volby, smazání volby, zrušení volby a volby pro ovládání. Pod displejem jsou umístěny tzv. horké klávesy, které slouží k spuštění předdefinované funkce. V levé části je plastový kryt WiFi karty, která slouží pro oboustrannou komunikaci s obslužným počítačem (vyčítání statistiky, aktualizace jízdních řádů). [13]

▪ Přijímač GPS Garmin 35

Vozidla v DpmP jsou v současnosti vybavena přijímačem pro určování polohy GPS. Toto zařízení se zatím používá pouze pro ovládání hlásiče zastávek a odbavovacího systému pro cestující. Sledování polohy vozidel na centrálním dispečinku zatím není připraveno k provozu. Ve vozidlech jsou umístěny stejné přijímače jako ve vozidlech DpmČB. Jedná se tedy o přijímač GPS Garmin 35. GPS modul Garmin 35 je v tomto případě součástí instalace radiostanice do vozidla.

▪ Fonická a datová radiostanice Motorola GM 1280

Fonická radiostanice slouží k hlasové komunikaci mezi vozidlem a dispečinkem. Radiostanice umožňuje komunikaci dispečinku s vybraným vozidlem, či určitou vybranou skupinou vozidel, přičemž při volání z vozidla se dispečerovi zobrazí identifikační údaje o volajícím vozidle (řidič stiskne tlačítko RS) a dispečer pak může s volajícím hovořit, nebo ho přepojit buď do vybrané vozovny, či spojit s jiným vozidlem (využití např. při odtahu vadných trolejbusů, kdy ještě nedorazil dopravní dispečink apod.). Hovor pak ukončuje dispečer.



Obrázek 5: Radiostanice Motorola GM 1280
Zdroj: [10]

Výchozím a současně koncovým článkem celého řetězce přenosu informací pro řízení dopravy a informací cestujícím je vozidlo. Jedná se o vozidlo vybavené informačním a odbavovacím systémem, řízeným palubním počítačem. Pro tyto vozidla se používá označení inteligentní vozidlo.

2.2 Zařízení pro určování polohy

Subjektivně se určuje podle ulic a čísel domů, podle názvů zastávek nebo podle jiného obecného popisu, který vždy závisí na schopnosti člověka polohu dostatečně přesně určit. Proto je nezbytně nutné zavést objektivní zjištění polohy tak, aby data o poloze byla použitelná pro další zpracování.

▪ Geografická poloha

Znamená exaktní určení polohy v geografických souřadnicích. Technicky je dosažitelná pomocí družicové navigace GPS. Metoda má relativně vysokou přesnost, normálně cca v řádu 10 m, při použití tzv. diferenční metody, kdy se musejí do vozidla přenášet opravné hodnoty, lze dosáhnout přesnosti o řád vyšší (1 m). Nedostatkem je počáteční investice do přijímače družicové navigace GPS a zmapování všech bodů sítě (přiřazení souřadnic). Systém 24 amerických vojenských navigačních družic s polární dráhou ve výši 24 000 km nad zemským povrchem je dlouhodobě spolehlivý a perspektivní.

Nevýhodou je přerušená nebo dokonce chybějící informace v terénu zastíněném shora (anténa vozidla musí "vidět" současně na 4 satelity).

GPS dává rovněž informaci o nadmořské výšce vozidla a o světovém času (GMT).

▪ Logická poloha

Logickou polohou se rozumí zprostředkované určení zastávky nebo jiného definovaného bodu v popisu trasy nebo v jízdním řádu. Při určení tohoto bodu se vychází z dynamické změny dat palubní informatiky, zpravidla odvozené ze zjišťování zastávek. Přesnost určení logické polohy je dána hustotou definovaných bodů trati v databázi (například přesnost na 1 zastávku). Po odjezdu z definované zastávky lze ve vhodně vybavených vozidlech určit přesnější polohu v závislosti na ujeté dráze (odometr), ovšem pouze v teoretickém směru jízdy. Metoda je vždy zatížena jistou nepřesností nebo jistou nespolehlivostí zdroje. Vyžaduje minimální investici. Hodí se zejména pro drážní dopravu (tramvaj, trolejbus). [7]

2.2.1 Zařízení pro určování polohy v DpmČB

Operativní sledování provozu jednotlivých autobusů a trolejbusů na linkách MHD v reálném čase umožňuje systém GPS.

Díky zavedení systému GPS pro MHD v Českých Budějovicích, který sleduje vozidla a poskytuje informace o všech vozidlech (místo, stav, příp. poruchy či zpoždění) došlo ke zrychlení řešení problémů a poruch v dopravním provozu.

Přínosy systému GPS pro MHD v Českých Budějovicích:

- zvýšení operativnosti na linkách,
- zvýšení informovanosti zákazníků a zvýšení přesnosti podávaných informací,
- poskytování přesných informací cestujícím,
- zpřesnění vstupů pro tvorbu jízdního řádu,
- přesné sledování ujetých km a následné vyhodnocování souvisejících ukazatelů.

Přesnost určení polohy je závislá na typu přijímače, na vyhodnocovacím software, na atmosférické interferenci, na přesnosti satelitních hodin, na záměrné chybě a na dalších chybách vznikajících rotací Země a pohybem satelitů.

2.2.2 Zařízení pro určování polohy v DpmP

Jediný způsob, kterým může dispečer v DpmP zjistit polohu vozidla je pomocí hlasové komunikace mezi vozidlem a dispečinkem. Ta je uskutečňována prostřednictvím radiostanic Motorola GM1280 a radiové sítě Konektel, která slouží k hlasové komunikaci mezi vozidlem a dispečinkem.

V DpmP je provozován systém GPS. Tento systém v současné době slouží k ovládání hlásiče zastávek a odbavovacího systému pro cestující. Na všech vozidlech je umístěn přijímač GPS. Jak již bylo v předchozím textu uvedeno, jedná se o přijímač GPS Garmin 35. Připravuje se zavedení zkušebního provozu systému GPS pro určování polohy vozidla na trati. Zkušební provoz bude probíhat na třech trolejbusových linkách. Konkrétně se jedná o trolejbusové linky číslo 2,3 a 7. Vzhledem ke skutečnosti, že všechna vozidla jsou vybavena přijímačem GPS. Na centrálním dispečinku je umístěn projektor s plátnem pro zobrazování polohy vozidel. Tak by nemělo po provedení zkušebního provozu a vyhodnocení provozu tohoto systému nic bránit zavedení systému GPS pro určování polohy na všechny vozidla MHD v Pardubicích.

2.3 Komunikační část

Slouží k oboustranné komunikaci vozidla s dispečinkem a zařízením umístěným na trati.

▪ Komunikace s dispečinkem

Vozidlo a řidič mohou komunikovat s dispečinkem ve třech úrovních spojení:

Fónie - sloužící k přenosu hlasových zpráv mezi vozidly a dispečinkem. Obvykle je využívána pro komunikaci v privátní rádiové síti. Používá se nejčastěji pro simplexní provoz (jeden mluví, druhý poslouchá).

Stavová zpráva – umožňuje nahrazení části fónie předáním předem definované (prefabrikované) zprávy. Tato zpráva může například informovat o dopravní nehodě. Umožní vybudování adresného spojení v uzavřené rádiové síti a zastane jednoduché úkoly při dispečerském řízení (přihlášení/odhlášení do/ze systému, odjezd/příjezd z/do významného bodu). Přenáší se malý objem dat, zakódování a rozkódování dat je na úrovni konzoly řidiče a konzoly dispečera.

Datové spojení - přenos dat mezi počítačem dispečinku a počítačem vozidla. Řeší se různě vyspělými systémy, od přiložení dat do fónického kanálu (pro malý přenosový výkon je neperspektivní) až po účelové spoje prostřednictvím sítě radiomodemů.

Rozvíjí se teorie o využití sítě GSM telefonů pro všechny tři uvedené úrovně spojení. Zatím jediným známým omezením je obchodní stránka řešení a záruky přístupnosti (výkonnosti) místní sítě. [7]

▪ **Komunikace s tratí**

Moderní mobilní prostředek musí datově komunikovat s jednotlivými body na trati (preference na křižovatkách, majáky upřesňující polohu, brána vozovny, zastávkový informační systém). Zde se jedná o rychlý přenos dat na relativně malou vzdálenost.

Tabulka 1: Přenos dat mezi body na trati

| způsob přenosu dat | výhoda | nevýhoda |
|---------------------|-------------------|-------------------------|
| infračervený přenos | směrovost | citlivost na znečištění |
| indukční přenos | přesná lokalizace | malá vzdálenost |
| rádiový přenos | větší dosah | rozptyl signálu |

Zdroj: autor

Jako perspektivní se jeví použití radiomodemu o malém výkonu, pracujícím na přiděleném nebo veřejně sdíleném kmitočtu.

Rádiový přenos dat umožní vyřešit komunikaci v uzlu jedním radiomodemem, který zajistí spojení například pro několik výhybek, zastávkových informačních systémů a řadič semaforů, a to pro všechna vozidla vstupující do uzlu. [4]

Tok dat

Tok dat rozlišuje potřeby trvalé komunikace (on-line) a komunikace příležitostné, kdy se předávají ucelené soubory dat (off-line).

- On line

Režim on-line je nutný pro centrální řízení MHD. Základem je trvalá v krátkých intervalech opakovaná komunikace vozidla s centrálou. Řešení on-line je vysoce náročné na dimenzi komunikačního kanálu, která je podmíněna:

- objemem dat přenášené zprávy
 - ◆ z vozidla na dispečink (identifikace vozidla, poloha, směr jízdy, obsazenost, jiné informace),
 - ◆ z dispečinku na vozidlo (identifikace vozidla, korekce GPS, zpráva o dodržování JŘ, jiné informace),
- rychlostí datového přenosu,
- účinností spojení (počet opravných relací při poruše přenášených dat),
- počtem vozidel,
- přípustným zpožděním (při řízení dopravy na 1 minutu se obvykle připouští zpoždění zprávy 30 s)
- zatížením datového kanálu i jinými funkcemi (řízení provozu fónického kanálu, identifikace nouzových volání, stavové zprávy). [7]

- Off line

Každodenně se obvykle předávají data z řídicího systému do vozidla před začátkem služby (změny jízdního řádu, synchronizace hodin, apod.) a po ukončení služby se sbírají statistická data o provozu vozidla (průběh dodržování jízdního řádu, spotřeba energie a paliva, ujetá dráha, obsazenost vozidla pro účely průzkumu a jiné diagnostické údaje).

2.3.1 Komunikace v DpmČB

Radiová síť používaná DpmČB je digitální privátní trunková síť ve standardu MPT 1327/1343 pro datové i fonické přenosy, konkrétně se jedná o radiový systém KEYNET II. Spojení s jednotlivými vozy je realizováno prostřednictvím digitální trunkové radiové sítě s dosahem cca 30 km od centra města. Tato síť umožňuje fónické i datové přenosy mezi vozidlem a dispečinkem. Následně je tak možné řešit vzniklé problémy na trase, jako je například porucha vozu, omezení průjezdnosti či sjízdnosti komunikací, dopravní nehoda či jiná neočekávaná událost, která narušuje pravidelnost a spolehlivost dopravy. [14]

2.3.2 Komunikace v DpmP

V DpmP je používána radiová síť Konektel, sloužící k hlasové a datové komunikaci mezi vozidlem a dispečinkem. Jedná se o trunkovou síť ve standardu MPT 1327 pro datové i fonické přenosy.

Tato síť umožňuje komunikaci mezi základnovou radiostanicí (dispečerem) a vozidlovými radiostanicemi, případně komunikaci radiostanic mezi sebou (direkt režim). Pro tuto síť stačí přidělení simplexního kanálu (jedna frekvence pro vysílání i příjem). Dosah komunikace se základnovou radiostanicí je 10-40 km, dosah komunikace mezi jednotlivými stanicemi (direkt) je v optimálním případě až 5 km. V této síti lze využívat, mimo jiné, i funkce selektivních voleb. Jako základnovou radiostanicí lze použít vozidlovou stanici s dalším příslušenstvím (stolní mikrofon, základnová anténa, apod.). [13]

2.4 Centrální dispečink

Práce dispečinku vychází z předpokladu, že dobře navržená doprava a reálný jízdní řád umožňují dopravu samořiditelnou. Dispečink slouží především k řešení poruchových stavů, kdy nelze pokračovat v jízdě s cestujícími podle jízdního řádu nebo je tato klidná jízda ohrožena.

▪ Lokální řízení

Palubní počítač s databází jízdního řádu je schopen zpravidla sám sledovat jízdu za pomoci metody zjišťování logické polohy (obvykle po zastávkách) nebo metody geografické polohy. V programu mohou být nastaveny toleranční meze, po jejichž překročení může počítač sám upozornit řidiče na odchylku popřípadě o odchylce informovat dispečink.

Dispečink a zejména přenosový kanál je zatěžován pouze informacemi o poruchových stavech. Vozidlo, které je v toleranci, zbytečně nekomunikuje. Nevýhodou lokálního řízení je nutnost udržování databází o jízdních řádech ve všech vozidlech (jako dodávání papírového JŘ na vozidla). S ohledem na potřebu zajištění vysoké spolehlivosti MHD, se metoda lokálního řízení používá vždy, když je to technicky možné, neboť nezávisí na spolehlivosti přenosu dat na dispečink podle následující metody.

▪ Centrální řízení

Proces využívá databázi jízdních řádů dispečinku. Vozidlo je v trvalém cyklickém datovém spojení s dispečinkem, který přijímá informaci o poloze vozidla (zjištěné některou z uvedených metod), porovnává ji v reálném čase s předepsanou polohou podle jízdního řádu a oznamuje vozidlu odchylku. Výhodou je jediná databáze jízdních řádů. Systém je náročný na kapacitu přenosové cesty, jejíž dimenze musí respektovat počet vozidel, snesitelnou dobu odvolávacího cyklu a krátkou dobu odezvy. Dalším kapacitním požadavkem je velmi výkonné zpracování velkého množství dat na dispečinku. Kolaps počítače dispečinku nebo spojení s vozidly znamená "oslepnutí" soustavy. Zde musí nastoupit lokální řízení podle předchozí metody. [7]

- **Podpora rozhodování dispečera**

Nezbytnou podmínkou zkvalitnění odstraňování poruchových stavů v dopravě je výrazná podpora rozhodování i rutinní práce dispečera. Podpora musí zajistit komfortní komunikaci s vozidly, s body na trati, s managementem města i vedením dopravního podniku. Požaduje se modelování vývoje zjištěné poruchy v reálném čase. Nutným prvkem podpory je rychlý přístup k databázím, popisujícím prostředí, kde doprava operuje, vozidla a jiné technické prostředky, havarijní plány a automatizované generování informací pro veřejnost. Vyžaduje se centrální údržba a distribuce dat pro palubní systémy vozidel. Nezbytná je součinnost s dalšími regulačními elementy dopravy, zejména s řízenými křižovatkami, s policií apod.

- **Výprava vozidel**

V obou dopravních podnicích se používá pro výpravu vozidel stejný dispečerský deník. Jedná se o dispečerský deník od společnosti FS Software.

V tomto dispečerském deníku je jedna část zaměřena na zpracování a informace o výpravě vozidel. Velká část vypravenky má svůj původ ve službách a umí si předávat data mezi sebou. Vypravenka je konstruována a optimalizována na velmi rychlé použití a zpracování potřebných údajů v reálném čase. Vypravenka umožňuje svým stylem konstrukce vytvořit uživatelské prostředí a nastavení zobrazení přesně na míru konkrétnímu dopravnímu podniku s ohledem na jeho požadavky. V rámci vypravenky je možno využívat pohledů podle doprav, turnusů, středisek a uživatelského filtru. Dispečerovi je poskytován maximální informační komfort o právě probíhající, provedené nebo nadcházející dopravě.

| Tur | Druh | Nástup | Výjezd | Příjezd | Konec | Sk.nást. | Sk.vyj. | Sk.př. |
|------|------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|
| --5 | Vel | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --11:40 | ----- | |
| --5 | Vel | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --09:10 | ----- | |
| --5 | Zve | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --00:00 | ----- | |
| --15 | Vel | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --06:40 | ----- | |
| --15 | Vel | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --11:40 | ----- | |
| --15 | Vel | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --01:40 | ----- | |
| --22 | Vel | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --00:00 | --07:30 | ----- | |
| 2 | Ran | 04:00 | 04:10 | 11:05 | 11:05 | 04:00 | | |
| 3 | Ran | 04:00 | 04:00 | 12:25 | 12:25 | 04:00 | | |
| 5 | Ran | 04:00 | 04:10 | 13:30 | 13:30 | 04:00 | | |
| --5 | Ran | --04:00 | --04:10 | --13:30 | --13:30 | --06:40 | ----- | |
| 6 | Děl | 04:00 | 04:07 | 09:10 | 09:10 | 04:00 | | |
| --6 | Děl | --04:00 | --04:07 | --09:10 | --09:10 | --08:00 | ----- | |
| 6 | Děl | 04:00 | 04:07 | 09:10 | 09:10 | 04:00 | | |

Obrázek 6: Dispečerský deník
Zdroj: [11]

Tento dispečerský deník umožňuje zobrazení výpravy vozidel, zobrazení obsazení vozidel na službách, zobrazení obsazení služeb řidiči, tisky mnoha druhů vypravenek, různé pohledy a zobrazení, uživatelské nastavení, uživatelské filtry dat, editory uživatelských tisků, vytváření HTML formátu výstupů a další. [11]

2.4.1 Centrální dispečink v DpmČB

Dne 1. 1. 2007 zahájil provoz nový centrální dispečink Dopravního podniku města České Budějovice. Toto pracoviště spojuje a rozvíjí činnosti dřívějších tří dispečinků – autobusového, trolejbusového, energetického. V oblasti energetické umožňuje centrální dispečink sledování a ovládání měníren, které slouží k napájení trolejbusových tratí. Při zjištění poruch či havarijních stavů dispečer zajišťuje jejich operativní odstraňování pomocí dálkového ovládání měníren, které bylo součástí modernizace. Další předností je sledování průběhů spotřeby elektrické energie v reálném čase a dohled nad dodržováním odběrových diagramů. V neposlední řadě informace z energetické části dispečinku slouží k ekonomickému vyhodnocování. Dále je na centrálním dispečinku umožněno dispečerovi sledovat polohu jednotlivých vozidel systémem GPS. Kontroluje dodržování jízdních řádů pomocí barevného rozlišení jednotlivých vozidel. Vozidlo znázorněné zeleně jede podle jízdního řádu, vozidlo znázorněné žlutě má zpoždění a vozidlo znázorněné červeně jede napřed.



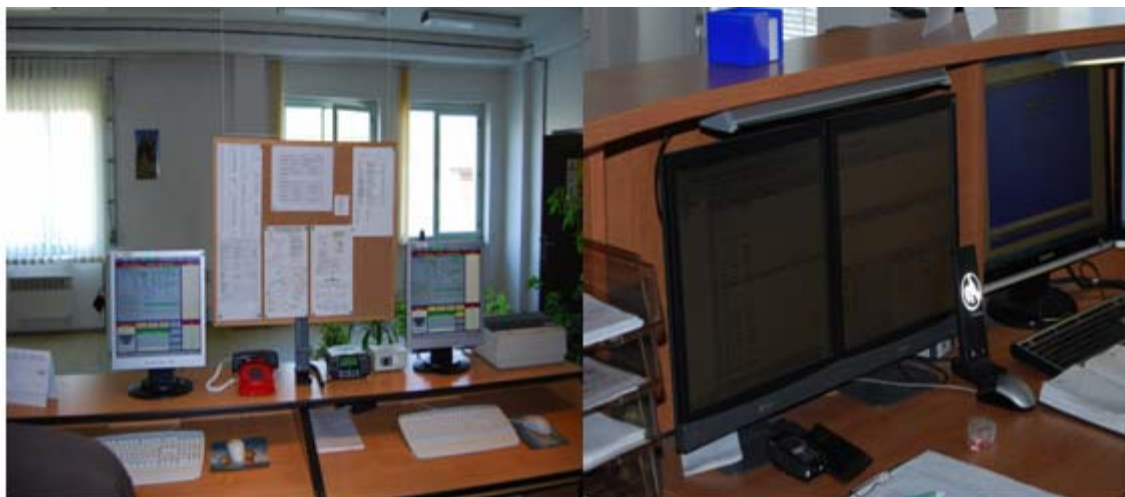
Obrázek 7: Centrální dispečink DpmČB

Zdroj: autor

2.4.2 Centrální dispečink v DpmP

Zde jsou všechna data z vozidel zpracována a archivována. Dispečerské stanoviště je jedno pro energetický dispečink a jedno pro dopravní dispečink. Standard pracoviště dispečera jsou tři monitory, na kterých lze sledovat zvolené informace. K tomuto stanovišti je připojena počítačem ovládané fonická radiostanice. Dispečer může komunikovat s vozidly

pomocí definovaných textových zpráv, zobrazujících se řidiči na palubním počítači. Ti pak stiskem klávesy potvrdí přečtení této zprávy odesílateli. Díky monitoru městského okruhu průmyslové televize s ovládací konzolou může dispečer sledovat na vybraných křižovatkách a úsecích provoz v reálném čase.



Obrázek 8: Energetický a dopravní dispečink DpmP

Zdroj: autor

2.5 Vozovna

Dnes se používají ve vozovných zařízení, díky kterým odpadá výpravčímu povinnost osobně kontrolovat včasné vyjetí každého vozidla na trať, jelikož po výjezdu vozidla automaticky obdrží informaci o času výjezdu vozidla, případně upozornění na nevypravené vozidlo. Ke komunikaci s dispečinkem již není nutný hlasový kontakt, nýbrž je zde možnost komunikace pomocí počítače. [2]

2.5.1 Vozovna v DpmČB

V Českých Budějovicích jsou pro MHD používány dvě vozovny. Jedná se o vozovnu autobusů, kde má zároveň sídlo Dopravní podnik města České Budějovice. Druhá vozovna, která je umístěna na druhém konci města je vozovna trolejbusů. V obou vozovných se o kontrolu včasného vyjetí vozidla starají výpravčí.

2.5.2 Vozovna v DpmP

V Pardubicích je pro provoz MHD využívána vozovna Dukla. Provoz na této vozovně byl zahájen v roce 1953. Vozovna Dukla je umístěna v ulici Teplého 2141, kde má také sídlo Dopravní podnik města Pardubic. Kontrolu včasného vyjetí vozidla na trať kontroluje dispečer.

3 Srovnání dispečerského řízení

Jak už je z předcházející kapitoly patrné, pro srovnání dispečerského řízení MHD byly vybrány DpmČB a DpmP. K výběru těchto dvou dopravních podniků došlo na základě rozhodnutí z důvodu blízkého vztahu k těmto městům a dostupnosti dopravních podniků v případě získávání informací přímo od nich. Dále je to kvůli podobným základním údajům o těchto městech jako je počet obyvatel, rozloha.

3.1 MHD Pardubice

V Pardubicích provozuje hromadnou dopravu osob Dopravní podnik města Pardubic, a.s. Tato doprava je uskutečňována na autobusových a trolejbusových linkách. V současné době je v Pardubicích 16 autobusových a 10 trolejbusových linek. Platí zde jednotný tarif pro celou oblast Pardubic i s přilehlými obcemi, kde jsou vedeny linky MHD. Dopravní podnik města Pardubic byl založen 1.4.1950 a 3.5.1950 zahájil provoz na první autobusové lince v Pardubicích. V roce 1996 se Dopravní podnik přetransformoval v akciovou společnost, jejíž majoritním vlastníkem se stalo město Pardubice. Tímto může město dosahovat požadovaného stavu v dopravní obslužnosti. Mimo to může pomocí MHD dosahovat i strategických cílů v rozvoji města. [6]

3.2 MHD ČB

Tradice městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích sahá až do roku 1909, kdy ve městě začaly jezdit první dopravní prostředky pro hromadný převoz cestujících. Současný poskytovatel služeb městské hromadné dopravy, Dopravní podnik města České Budějovice, a.s., zajišťuje přepravu cestujících na celém území města a v 17 příměstských obcích v jeho blízkém okolí. Společnost vznikla 1. září 1997 z tehdejšího Dopravního podniku města Českých Budějovic, s.p. Jediným akcionářem je Statutární město České Budějovice.

Ucelený systém městské hromadné dopravy je v současnosti tvořen autobusovou a trolejbusovou trakcí. Dopravní podnik města České Budějovice disponuje moderním vozovým parkem, který čítá na 90 autobusů a 52 trolejbusů. Tato vozidla zajišťují provoz na 13 autobusových linkách o celkové délce 164,2 km a 9 trolejbusových linkách o celkové délce 70,2 km. Ročně najedou více než 6 milionů kilometrů a přepraví téměř 42 milionů cestujících. O provoz společnosti se stará 430 zaměstnanců. [5]

Tabulka 2: Základní údaje Č. Budějovice a Pardubice

| | České Budějovice | Pardubice |
|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Počet obyvatel | 95 900 | 90 600 |
| Rozloha (ha) | 5,5 | 7,7 |
| Vozový park | 90 autobusů 52 trolejbusů | 74 autobusů 56 trolejbusů |
| Linky | 13 autobusových 9 trolejbusových | 16 autobusových 10 trolejbusových |
| Přepravených cestujících (mil.) | 42 | 34 |

Zdroj: autor

3.3 Srovnání dispečerského řízení

Srovnání dispečerského řízení v obou zvolených dopravních podnicích je provedeno podle typu používaného zařízení a vybavení uvedeného v kapitole 2. V následujícím textu je uvedeno, jaké možnosti a výhody přináší konkrétní zařízení dopravnímu podniku pro dispečerské řízení na rozdíl od zařízení používaného v druhém dopravním podniku. Jako první je tedy vybavení vozidel.

Vybavení vozidla jako jednoho z důležitých článků dispečerského řízení MHD se v obou dopravních podnicích příliš neliší. Jak palubní počítač BS100 tak EM 126i umožňují připojení všech periferních zařízení a jejich ovládání. Výhodou palubního počítače BS100 používaného v DpmČB je jeho konstrukční řešení a software umožňující jeho použití jak pro manuální režim provozu, tak pro režim s automatickým přepínáním příštích zastávek, autonomní určování polohy pomocí GPS a sledování jízdního řádu. Mezi další výbavu vozidel patří přijímač GPS. V DpmČB a DpmP se používá stejné zařízení GPS Garmin 35. Nejdůležitějším zařízením ve vozidle pro dispečerské řízení je radiostanice umožňující hlasový a datový přenos. Předností radiostanice Motorola GM1280 používané v DpmP je její provozní kapacita 255 kanálů. Díky tomu zvládá současnou komunikaci i více pracovních skupin. Je vybavena velkým, víceřádkovým displejem, který poskytuje jasnou a okamžitou odezvu. K telefonním hovorům slouží zdokonalená signalizace a kompletní telefonní klávesnice. Klávesnice umožňuje odesílání datových zpráv ze seznamu nebo ruční zadávání alfanumerických zpráv na displeji. Radiostanice KEY KM3000 slouží pouze k hlasové komunikaci a datové komunikaci sloužící k žádosti o hovor a jeho autorizaci.

Další částí pro srovnání je zařízení pro určování polohy. Využití tohoto zařízení nejvíce ovlivňuje rozdíl úrovně dispečerského řízení v dopravních podnicích. Využívání systému pro určování polohy GPS přineslo DpmČB výhody, které přispěly k efektivnějšímu provozování MHD. Jde zejména o přesné sledování polohy v reálném čase, ujetých km, přesnosti dodržování jízdních řádů. Dalším důležitým prvkem systému GPS je možnost uchovávání získaných dat a následné vyhodnocování souvisejících ukazatelů. Jelikož v DpmP zatím není tento systém v provozu nelze provést srovnání se zařízením používaným v DpmČB.

Jak v DpmP tak i v DpmČB je používána trunková radiová síť sloužící k hlasové a datové komunikaci mezi vozidlem a dispečinkem. Obě rádiové sítě komunikují prostřednictvím přiděleného kmitočtu Českým telekomunikačním úřadem. Jedná se o trunkové sítě ve standardu MPT 1327 pro datové i fonické přenosy. Radiový systém KEYNET II i Konektel umožňují téměř okamžité sestavení hovoru. To znamená, že když je zatížení rádiové sítě vysoké a nejsou dostupné volné rádiové zdroje, dochází k řazení požadavků na spojení do tzv. fronty hovorů. V těchto případech se uplatňují priority volání.

Vybavení centrálního dispečinku DpmČB umožňuje sledování polohy vozidel po trati na obrazovce prostřednictvím systému GPS, kontrolování údajů o vozidlech na monitorech pomocí dispečerského deníku a v oblasti energetické centrální dispečink umožňuje sledování a ovládání měníren, které slouží k napájení trolejbusových tratí. Při zjištění poruch či havarijních stavů dispečer zajišťuje jejich operativní odstraňování pomocí dálkového ovládání měníren. Výhodou spojení dopravního a energetického dispečinku, jak je realizováno v DpmČB je možnost jejich ovládání a kontroly jedním dispečerem. V DpmP je dispečink rozdělen na energetický, který se nachází na měnírně číslo 5 a dopravní dispečink umístěný v sídle dopravního podniku v ulici Teplého. Pokud jsou dispečinky takto oddělené je nutné zajistit mezi nimi spolehlivý přenos, aby při poruše trakčního vedení mohl energetický dispečer informovat dopravního dispečera o poruše a ten zajistil náhradní dopravu. Na centrálním dispečinku DpmP může dispečer sledovat provoz pomocí dvou obrazovek napojených na městský okruh průmyslových kamer. To umožňuje dispečerovi sledování vybraných křižovatek a důležitých úseku v reálném čase. V DpmČB se uvažuje o napojení centrálního dispečinku na okruh kamer Městské policie. Ale vzhledem k vysokým požadavkům na přenos dat se vybudování tohoto systému odložilo.

V Českých Budějovicích jsou 2 vozovny. Jedna pro trolejbusy a druhá pro autobusy. Na každé vozovně je výpravčí, který kontroluje včasné vyjetí vozidel na trať. Zato v Pardubicích je jedna vozovna pro autobusy a trolejbusy zároveň. Včasné vyjetí vozidel na trať kontroluje přímo dispečer.

4 Vyhodnocení srovnání a návrh budoucího rozvoje dopravních podniků MHD

4.1 Vyhodnocení srovnání

Ze srovnání uvedených zařízení a vybavení vyplývá, jaký mají vliv jednotlivé prvky na dispečerské řízení v dopravních podnicích. Z uvedeného srovnání vyplývá, že na zajištění kvalitního dispečerského řízení je lépe vybaveno vozidlo v DpmP. Je to dáno především používanou radiostanicí Motorola GM 1280, která nabízí více možností komunikace než radiostanice KEY KM3000. Dalším prvkem je zařízení pro určování polohy GPS. Toto zařízení nejvíce ovlivňuje úroveň dispečerského řízení vybraných dopravních podniků. Je to dáno tím, že v DpmČB je toto zařízení používáno na rozdíl od DpmP, kde se jeho zavedení momentálně připravuje. Dalším důležitým prvkem dispečerského řízení je vybavení centrálního dispečinku. Centrální dispečink, vzhledem ke svému vybavení je provozován na lepší úrovni v DpmČB. Je to dáno používáním obrazovky pro kontrolu polohy vozidla na trati, monitory pro výpravu vozidel a panelem pro kontrolu napětí na trakčním vedení. Po srovnání jednotlivých částí podílejících se na dispečerském řízení a jejich vyhodnocení lze dospět k závěru, že v DpmČB je dispečerské řízení provozováno na vyšší úrovni.

Rozhodujícím faktorem, který byl nejpodstatnější pro stanovení tohoto závěru, je možnost určování polohy vozidel na trati v reálném čase pomocí systému GPS a vybavení centrálního dispečinku v DpmČB.

4.2 Návrh řešení příjezdů a odjezdů vozidel do a z dopravních podniků

Jak je uvedeno v kapitole 2.5 je v obou vozovných dopravních podniků kontrolováno včasné vyjetí každého vozidla na trať dispečerem nebo výpravčím osobně. Proto je zde proveden návrh řešení příjezdů a odjezdů vozidel ve vozovně. Po realizaci tohoto zařízení v dopravních podnicích odpadá dispečerovi nebo výpravčímu povinnost osobně kontrolovat včasné vyjetí každého vozidla na trať. Další výhodou tohoto zařízení je, že dispečer po výjezdu vozidla automaticky obdrží informaci o času příjezdu/odjezdu vozidla, případně upozornění na nevypravené vozidlo.

Součástí navrhovaného řešení je bezkontaktní jednosměrný přenos malého množství dat z vozidel MHD do počítače u dispečera bez potvrzení správnosti přenosu s možnou vazbou na automatické otevírání závory vozovny. Pro toto zařízení výhodné použít indukční přenos dat. Výhodou indukčního přenosu je přesná lokalizace dopravního prostředku při příjezdu/odjezdu z vozovny.

Indukční přenos má následující parametry:

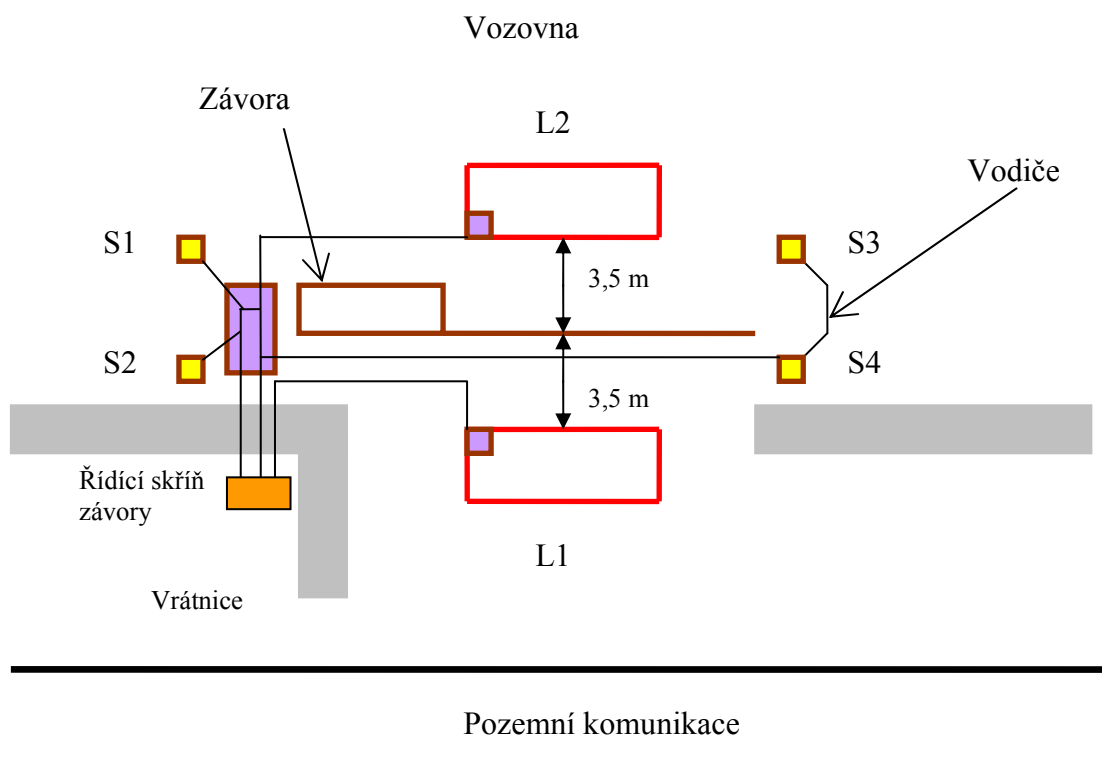
- vysílací kmitočet vozidla je 125 kHz,
- přenosová rychlost je 1,2 kbit/s nebo 4,8 kbit/s,
- dosah 1,5 metrů v otevřeném prostoru bez přeslechů na sousední jízdní pruh,
- permanentní cyklické vysílání informací z vozidel,
- rychlost průjezdu vozidla při přenosu je 30 km/h (při větší rychlosti je nutno zvětšit snímací cívku),

Indukční smyčky slouží ke sledování příjezdů a odjezdů trolejbusů z vozovny (viz. Obrázek 9) včetně automatického otevírání závory. Oba směry (příjezd i výjezd) jsou řešeny pomocí indukčních smyček tak, že při příjezdu trolejbusu nad smyčku u závory přijatý kód dá povel závoře k jejímu otevření. Uzavření závory hlídá infračervená závora se zdvojeným příjmem, který umožňuje zajistit sledování průjezdu autobusu. U každé smyčky je zabetonovaná instalační ochranná kovová skříňka.

Z obrázku 9 je patrné, že budou použity dvě indukční cívky, které budou umístěny pod povrchem vozovky:

Indukční cívka L1 – registrační cívka odjezdu autobusu z vozovny. Zároveň slouží pro automatické zvedání závory. Potvrzení průjezdu vozu ven z vozovny a spouštění závory je v návrhu řešeno prostřednictvím „optické závory“ – infračerveným paprskem – která je umístěna za závorou.

Indukční cívka L2 – slouží pro registraci příjezdů vozidel do vozovny. Spolu s „optickou závorou“ řeší zvedání a spouštění závory.



Obrázek 9: Zapojení smyček na vrátnici vozovny

Zdroj: autor

L1 – příjezdová smyčka, L2 – odjezdová smyčka

S1, S2 – sloupy infračervené závory (přijímací)

S3, S4 – sloupy infračervené závory (vysílací)

Do systému musí být zapojeny 2 řídicí jednotky určené pro sběr signálů z infračervených závor a smyček. Snímače infračerveného signálu budou dvojité a budou přivedeny na řídicí jednotku. Pro uvedené řešení budou použity dvě řídicí jednotky BSV-PU 02 či BSV-PU 03. Tato jednotka bude sledovat signály od indukčních smyček a otevírat pomocí kontaktu relé příslušnou závoru (příjezd či odjezd). Způsob propojení s počítačem, který bude registrovat vozy, bude pomocí sběrnice RS 485.

Drážky pro cívky L1 a L2 a přívodní kabely jsou vyfrézovány do povrchu vozovky. Vlastní přijímač / demodulátor BSV-TR 13 včetně modulu pro AM i FM modulaci je umístěn v ocelové ochranné skříni.

4.3 Indukční modem

Toto zařízení by bylo použito pro vybavení trolejbusů. Indukční modem slouží k sledování výjezdů a návratů vozidel do vozoven. Lze ho také využít k bezkontaktnímu stavění výhybek (nahradí v současné době používané tzv. proudové ovládání). Tímto zařízením je umožněno projíždět snímač vyšší rychlostí a přenos informací o směru jízdy vozidla do výhybky, či jiného zařízení. Společně s povelům pro přestavení výhybky je přenášena také identifikace vozidla a informace o jeho zpoždění, což do budoucna umožní aktivní vstup do signálního plánu dynamicky řízených světelných křižovatek.



Obrázek 10: Indukční modem MR400
Zdroj: [12]

Závěr

Domnívám se, že se mi v této práci podařilo dosáhnout cílů stanovených v úvodu. To znamená provést srovnání dispečerského řízení vybraných podniků MHD a navrhnout pro podniky možnost budoucího rozvoje. Jedná se o Dopravní podniky města Pardubice a města České Budějovice.

K postupnému zaváděním moderních technologií do dispečerského řízení dochází v obou zvolených dopravních podnicích. Dá se očekávat, že vybavení dopravních podniků pro dispečerské řízení se s postupem času bude neustále zdokonalovat a vybavovat novými prvky. Dopravní podniky používají tyto technologie s cílem zvýšit informovanost, bezpečnost a kvalitu služeb pro cestující městské hromadné dopravy.

Po srovnání dispečerského řízení podniků MHD, kde jsem porovnával technické vybavení a zařízení jsem dospěl k názoru, že kvalitnější dispečerské řízení pro MHD poskytuje Dopravní podnik města České Budějovice. Je to ovlivněno tím, že centrální dispečink v Českých Budějovicích byl v poslední době nově vybudován a vybaven moderním technickým zařízením. Dalším z důležitých faktorů pro toto rozhodnutí je možnost sledování polohy vozidel pomocí systému GPS v DpmČB.

Jako možnost budoucího rozvoje vybraných dopravních podniků jsem navrhl řešení příjezdů a odjezdů vozidel z vozovny. Po realizaci tohoto zařízení v dopravních podnicích odpadá dispečerovi nebo výpravčímu povinnost osobně kontrolovat včasné vyjetí každého vozidla na trať. Dispečer po příjezdu/odjezdu vozidla automaticky obdrží informaci o času příjezdu/odjezdu vozidla z vozovny. Vhodným zařízením umístěným ve vozidle pro přihlášení příjezdu/odjezdu z vozovny je indukční modem.

Seznam literatury

- [1] SUROVEC, Pavel. *Technológia hromadnej osobnej dopravy*. Žilina: EDIS, 1998. 153 s. ISBN 80-7100-494-4.
- [2] PŘIBYL, P. – SVÍTEK, M. *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN, 2001. 524 s. ISBN 80-7300-029-6.
- [3] DRDLA, Pavel. *Technologie a řízení dopravy – městská hromadná doprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. 136 s. ISBN 80-7194-804-7.
- [4] *Řídící a informační systémy pro hromadnou dopravu* [online]. [cit. 2008-04-15]. Dostupné z <http://www.buse.cz/www_2005/ram_cz.htm>
- [5] *Centrální dispečink* [online]. [cit. 2008-04-21]. Dostupné z <<http://www.dpmcb.cz/?content=galerie>>
- [6] *Společnost DpmP* [online]. [cit. 2008-03-28]. Dostupné z <<http://www.dpmp.cz/index.php?str=22>>
- [7] *Řídící a informační systém MHD* [online].c2004, poslední revize 2008 [cit. 2008-04-11]. Dostupné z <<http://www.sdp-cr.cz/archiv/rizeni01.htm>>
- [8] *Přijímač GPS* [online]. [cit. 2008-04-11]. Dostupné z <<https://buy.garmin.com>>
- [9] *Vozidlové příslušenství* [online].c2005, poslední revize 2008 [cit. 2008-05-15]. Dostupné z <<http://www.g5-cz.com/www/product.php?ct=101&pr=253&aln=cz>>
- [10] *Radiostanice Motorola* [online].c2006, poslední revize 2008 [cit. 2008-05-15]. Dostupné z <<http://www.konektel.cz/produkty/radiostanice/vozidlove/motorola-gm-1280.php>>
- [11] *Výprava vozidel* [online].c2004, poslední revize 2006 [cit. 2008-05-06]. Dostupné z <<http://www.fssoftware.cz/index.php?s=0&lng=&step=article&article=31>>
- [12] *Radiomodemy* [online].c2005, poslední revize 2008 [cit. 2008-05-20]. Dostupné z <<http://www.racom.eu/cz/products/mr400.html>>
- [13] Interní materiály Dopravního podniku města Pardubice, a.s.
- [14] Interní materiály Dopravního podniku města České Budějovice, a.s.

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Přenos dat mezi body na trati | 21 |
| Tabulka 2: Základní údaje Č. Budějovice a Pardubice | 28 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Dispečerský řídicí systém pro MHD | 15 |
| Obrázek 2: Palubní počítač BS 100 | 16 |
| Obrázek 3: Přijímač družicové navigace GPS Garmin 35 | 17 |
| Obrázek 4: Radiostanice KEY KM3000 | 17 |
| Obrázek 5: Radiostanice Motorola GM 1280..... | 18 |
| Obrázek 6: Dispečerský deník..... | 24 |
| Obrázek 7: Centrální dispečink DpmČB..... | 25 |
| Obrázek 8: Energetický a dopravní dispečink DpmP..... | 26 |
| Obrázek 9: Zapojení smyček na vrátnici vozovny | 32 |
| Obrázek 10: Indukční modem MR400 | 33 |

Seznam zkratek

MHD – městská hromadná doprava

SSZ – světelné signalizační zařízení

DpmP – Dopravní podnik města Pardubic

DpmČB – Dopravní podnik města České Budějovice

GPS – Global Positioning System (globální systém pro určování polohy)

GSM – Global System for Mobile (globální systém pro mobilní komunikaci)

GMT - Greenwich Mean Time (universální čas na nultém poledníku v Greenwich)