

Roč. 9, č. 1/2013

ISSN 1336-7501

POZEMNÉ KOMUNIKÁCIE



A DRÁHY



KOŠICE

**KOŠICKÝ SAMOSPRÁVNÝ KRAJ
V SPOLUPRÁCI S AGENTÚROU NA PODPORU
REGIONÁLNEHO ROZVOJA KOŠICE
ZA PODPORY
MINISTERSTVA DOPRAVY, VÝSTAVBY A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA SR,
MAGISTRÁTU MESTA KOŠICE,
ŽILINSKEJ UNIVERZITY V ŽILINE
A TECHNICKEJ UNIVERZITY V KOŠICIACH**

vydané pri príležitosti

**odbornej konferencie s medzinárodnou účasťou
BUDÚCNOSŤ DOPRAVY V MESTE KOŠICE
A KOŠICKOM KRAJI**

konanej v

Košiciach, 25. - 26. júna 2013

Hotel Yasmin, Tyršovo nábrežie 1





SEKTOROVÁ ANALÝZA VEREJNEJ DOPRAVY A CIELE NA OBDOBIE 2014 - 2020

SECTORIAL ANALYSIS OF PUBLIC TRANSPORT AND THE OBJECTIVES FOR THE PERIOD 2014 - 2020

Ladislav Olexa^{1*}

¹ Úradu Košického samosprávneho kraja, odbore dopravy, Námestie Maratónu mieru 1,
040 01 Košice, SR

Abstract

Preparation of the program period for processing the Master Plan for 2014 - 2020 requires an application of ex ante conditionality which is necessary for the preparation of the EU cohesion policy implementation under conditions in the Slovak Republic after 2013. As a support tool for the implementation of the Europe 2020 Strategy the Report on economic, social and territorial cohesion of the European Union creates a platform for the development of innovation and challenges to achieve sustainable growth as the main priority of the strategy. The contribution highlights the importance and significance of processing the sectorial analysis on public transport in the East functional region with a focus on goals for the city of Kosice and the Kosice Self-Governing Region that are focused on infrastructure and on the integrated transport system establishment in the East functional region in the Slovak Republic.

Keywords: Master plan, ex ante conditionality, infrastructure, integrated transport system

ÚVOD

Spracovanie sektorovej analýzy verejnej osobnej dopravy je základom pre zhodnocovanie investícií do verejnej osobnej dopravy uplatnením predpokladaných, očakávaných a splnených predbežných podmienok (ex ante kondicionalít). Ex ante kondicionalita predstavuje preddefinované nevyhnutné kritérium, ktoré má priamu a bezprostrednú súvislosť, ako aj dopad na efektívne a účinné dosiahnutie konkrétneho cieľa v rámci investičnej priority, alebo priority EÚ. Plnenie ex ante kondicionalít má už na začiatku programového obdobia 2014-2020 priamy vplyv na celkovú úspešnosť implementácie fondov EÚ a naplnenie cieľov stratégie Európa 2020. Na základe uvedenej skutočnosti sme venovali príprave sektorovej analýzy verejnej osobnej dopravy výraznú

* Korešpondujúci autor
Tel.: +421 55 7268 250, e-mail: ladislav.olexa@vucke.sk

pozornosť. Pre zvýšenie efektivity investícií sme zamerali svoju pozornosť na analýzy funkčných regiónov (západný funkčný región, stredo-severný funkčný región, stredo-južný funkčný región a východný funkčný región). Súčasťou sektorovej analýzy je stanovenie vízií a cieľov stratégie verejnej dopravy, ako aj spracovanie organizačných, prevádzkových a infraštruktúrnych opatrení. Ďalšou časťou sektorovej analýzy sú návrhy na požadované projekty, ktoré budú vyhodnotené a spracované do návrhu realizácie stratégie pre obdobie 2014-2017. Následne, v ďalších rokoch, budeme overovať realizovateľnosť a udržateľnosť projektov, ktoré sú zaradené do programového obdobia 2014 - 2020.

1. SEKTOROVÁ ANALÝZA

1.1 Analýza východiskovej situácie

Európska únia v podstatnej miere ovplyvňuje obsah a priority dopravnej stratégie tromi hlavnými dokumentmi:

- Biela kniha Európskej dopravnej politiky. Plán jednotného európskeho dopravného priestoru - vytvorenie konkurencieschopného dopravného systému, účinne využívajúceho zdroje. Biela kniha definuje priority v oblasti projektov európskeho významu.
- Európa 2020. Stratégia pre inteligentný a udržateľný rast podporujúci začlenenie. Oznámenie komisie, KOM (2010) 2020 v konečnom znení.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1370/2007 o výkonoch vo verejnom záujme v železničnej a cestnej osobnej doprave, ktorým sa zrušujú nariadenia Rady (EHS) č. 1191/69 a (EHS) č. 1107/70.

Z týchto dokumentov plynú priority a povinnosti pre rozvoj slovenskej dopravnej infraštruktúry. Základným cieľom je pomôcť vytvoriť systém, ktorý podporuje európsky hospodársky pokrok, zvyšuje konkurencieschopnosť a ponúka kvalitné služby mobility a zároveň účinnejšie využíva zdroje. Deklarácia štátnej dopravnej politiky SR, prezentovaná v súčasnosti, sa v zásade neodlišuje od trendov EÚ, pričom kladie dôraz aj na oblasť využívania železničnej dopravy, ako environmentálne prijateľnejšieho druhu dopravy.

Aktualizovaná štátna dopravná politika SR bola formulovaná v konkrétnych zásadách, ktorých následná implementácia zabezpečila plynulú integráciu SR do európskych štruktúr v oblasti dopravy. V uvedenom dokumente bol stanovený globálny cieľ - zabezpečenie trvalo udržateľnej mobility.

Stratégia rozvoja dopravy zároveň rešpektuje koncepčné materiály prijaté vládou Slovenskej republiky, ktorými sú Konceptia územného rozvoja Slovenska 2001, Dopravná politika Slovenskej republiky do roku 2015, Operačný program Doprava na roky 2007 - 2013 a pod. Vo vzťahu k železničnej doprave hovorí o investičnom rozvoji siete a terminálov, rozbehu intermodálnej nákladnej prepravy, potrebe uviesť do praxe európsky úzus práv a povinností cestujúcich v železničnej doprave a potrebe rozvíjať integrované dopravné systémy.

Okrem analýzy plánovacieho a implementačného procesu sa dokument v úvodnej časti venuje nasledujúcim oblastiam:

- a) administratívne usporiadaniu, legislatíve, organizácii a financovaniu,
- b) historickému vývoju verejnej osobnej dopravy,
- c) prevádzkovým parametrom verejnej osobnej dopravy,
- d) infraštruktúre verejnej osobnej dopravy, cestám, statickej a cyklickej doprave.

1.2 Situačná analýza

Situačná analýza sa venuje vývoju štátneho rozpočtu a samosprávnych rozpočtov, prevádzke verejnej dopravy (vývoj prevádzky, podiely jednotlivých módov, prímestská a regionálna železničná doprava, prímestská a regionálna autobusová doprava, mestská doprava), identifikácii negatívnych dopadov, analýze regiónov a definovaniu problémov jednotlivých funkčných regiónov.

Vo výstupnej analýze sú v jednotlivých oblastiach identifikované hlavné problémy, ktoré si vyžadujú prijatie opatrení:

- V organizácii verejnej dopravy:
 - Roztrieštenosť kompetencií.
 - Neuspokojivá koordinácia subsystémov verejnej dopravy - chýbajúca integrácia.
 - Rôzne chápanie verejného záujmu.
 - Chýbajúce dáta.
 - Nedostatočná legislatíva a normy pre verejnú dopravu a udržateľnú mobilitu.
- V zabezpečovaní prevádzky:
 - Zvýšenie modálneho rozdelenia automobilovej dopravy.
 - Finančné problémy - nedostatočné financovanie dopravy vo verejnom záujme.
 - Chýbajúca preferencia verejnej dopravy - spomalenie kongescií.
 - Obmedzená prevádzka, obmedzená kapacita v mestách a prímestských oblastiach.
- V infraštruktúre:
 - Nedostatočná údržba - zastaraný stav železničných tratí, staníc a zastávok.
 - Zlý stav električkovej a trolejbusovej infraštruktúry a koľajových vozidiel.
 - Chýbajúce zariadenia pre preferenciu verejnej dopravy.
 - Neúplná infraštruktúra verejnej dopravy - chýbajúce terminály, trolejbusové dráhy a výpočtová technika.

Skutočnosti vyplývajúce zo SWOT analýzy pre všetky funkčné regióny:

- ▶ Silné stránky:
 1. Hustota siete a dobrá dostupnosť verejnej dopravy.
 2. Modernizovaný a obnovený stav značnej časti vozového parku prímestských dopravcov.
 3. Šetrnosť k životnému prostrediu a bezpečnosť verejnej dopravy.
- ▶ Slabé stránky:
 1. Nedostatočná koordinácia jednotlivých dopravných subsystémov (chýbajú integrované dopravné systémy).
 2. Finančné problémy.
 3. Zastaraný vozový park, najmä koľajovej dopravy.
 4. Nedostatočná infraštruktúra (električky, železničná, trolejbusová doprava, zastávky, informačné systémy, cyklotrasy a chodníky, P + R systém).
- ▶ Príležitosti:
 1. Zvýšenie štandardu, spoľahlivosti a rýchlosti verejnej dopravy.
 2. Organizácia podľa štandardov dopravnej obslužnosti a integrácia.
 3. Zlepšenie informácií o cestujúcich.
 4. Zvýšenie podielu nemotorovej dopravy (cyklotrasy, väzby na verejnú dopravu).
 5. Obmedzenie parkovania v centrách miest a celkové spoplatnenie v mestách.

► Hrozby:

1. Zvýšenie podielu individuálnej osobnej dopravy, znižovanie počtu cestujúcich vo verejnej doprave, obrat, redukcia rozsahu služieb, kongescie v mestách.
2. Pokračujúca nízka miera preferencie verejných dopravných prostriedkov.
3. Narastajúce hospodárske a sociálne problémy.

Analýza regiónov

Samosprávne kraje vychádzajú pri organizovaní verejnej osobnej dopravy z Plánov dopravnej obslužnosti územia a z územných plánov, prípadne z územného generelu dopravy. Územie SR je možné z hľadiska regionálnych väzieb v doprave rozdeliť na štyri funkčné celky, spracované v *tabuľke 1*.

Tabuľka 1 Funkčné regióny podľa jednotlivých samosprávnych krajov

Funkčný región	Vymedzenie územím
Západný funkčný región	Bratislavský samosprávny kraj (BSK) Trnavský samosprávny kraj (TTSK) Nitriansky samosprávny kraj (NSK)
Stredo-severný funkčný región	Trenčiansky samosprávny kraj (TNSK) Žilinský samosprávny kraj (ŽSK)
Stredo-južný funkčný región	Banskobystrický samosprávny kraj (BBSK)
Východný funkčný región	Košický samosprávny kraj (KSK) Prešovský samosprávny kraj (PSK)

Východný funkčný región

Vytvárajú ho Košický samosprávny kraj a Prešovský samosprávny kraj s vyše 1 milión 600 tisíc obyvateľmi. Obe regionálne samosprávy sa pri spracovávaní Master plánu na roky 2014-2020, pre oblasť dopravnej stratégie vo verejnej osobnej doprave, stotožnili so spoločným postupom ako Východný funkčný región.

Košický samosprávny kraj

Počet obyvateľov	792 991
Rozloha [km ²]	6 754,5
Hustota obyvateľstva [obyv./km ²]	117,4
Počet miest	17
Počet obcí	423
Počet obyvateľov v Košiciach	240 433

Prešovský samosprávny kraj

Počet obyvateľov	814 527
Rozloha [km ²]	8 974
Hustota obyvateľstva [obyv./km ²]	90,8
Počet miest	23
Počet obcí	643
Počet obyvateľov v Prešove	91 650

Strategické dokumenty Košického samosprávneho kraja:

- Územný plán VÚC Košický kraj, v znení zmien a doplnkov, r. 2009.
- Regionálny plán dopravnej obslužnosti Košického kraja, spracovaný ako pilotná štúdia MDPT SR združením PRODOS (VÚD, a.s., Žilinská univerzita v Žiline, Chaps, s.r.o.), r. 2007.
- Plán hospodárskeho a sociálneho rozvoja Košického kraja, r. 2012.
- Inštitucionalizácia integrovaného dopravného systému verejnej osobnej dopravy Košického kraja, r. 2007.
- Technicko-ekonomická štúdia, ktorá posudzuje realizovateľnosť dopravných stavieb budovaných pre IDS, r. 2011.
- Konceptcia budovania prestupných terminálov IDS, v štádiu spracovania.

Ďalšie strategické dokumenty:

- Platný Územný plán hospodársko-sídelskej aglomerácie mesta Košice (ÚPN HSA Košice), schválený vládou SSR v r. 1976, v znení posledných zmien a doplnkov schválených v novembri r. 2012.
- Nový ÚPN HSA Košice, v procese prípravných prác.
- Generálny dopravný plán sídelného útvaru Košice, schválený v r. 1982.
- Plán hospodárskeho a sociálneho rozvoja mesta Košice na roky 2009 -2015.
- Plán dopravnej obslužnosti, materiál prezentovaný vedeniu mesta Košice a vzatý na vedomie, r. 2008.
- Plán a metodika riadenia projektu Integrovaný dopravný systém mesta Košice, r. 2008.

Ďalšie dokumenty:

- Projekt ATTACK, zameraný na inteligentné riešenie hromadnej dopravy, r. 2010.
- Operačný program Doprava 2007-2013, spracovaná dokumentácia stavebného zámeru pre štyri stavby ŽSR v rámci Integrovaného dopravného systému koľajovej dopravy Košice IKD. Pre stavbu Námestie Maratónu mieru - Predstaničné námestie je spracovaná projektová dokumentácia v stupni pre vydanie územného rozhodnutia.
- V stupni dopravno-technickej štúdie je spracovaná Modernizácia električkových tratí na území mesta Košice v úseku nadväzujúcom na stavby integrovanej koľajovej dopravy (IKD).

1.3 Vízie, ciele a priority**Vízia pre organizáciu verejnej osobnej dopravy:**

Udržateľná regionálna a mestská mobilita s vyšším podielom verejnej osobnej dopravy a nemotorovej dopravy na delbe prepravnej práce.

Vízia pre prevádzku verejnej osobnej dopravy:

Dostupná, spoľahlivá a používateľsky jednoduchá verejná osobná doprava s dostatočnými informáciami o nej.

Vízia pre infraštruktúru verejnej osobnej dopravy:

Infraštruktúra umožňujúca prevádzku kvalitnej integrovanej verejnej osobnej dopravy a nemotorovej dopravy.

Strategické ciele:

1. Zabezpečenie kvalitnej legislatívy, technických noriem a strategických dokumentov na podporu verejnej osobnej dopravy a nemotorovej dopravy.
2. Zabezpečenie primeraných rozpočtových zdrojov na prevádzku a infraštruktúru verejnej osobnej dopravy a nemotorovej dopravy.
3. Zabezpečenie efektívnej organizácie a integrácie verejnej osobnej dopravy tak, aby si jednotlivé módy dopravy nekonkurovali, ale sa navzájom dopĺňali.
4. Zvýšenie alebo udržanie počtu prepravených osôb verejnou osobnou dopravou.
5. Poskytovanie kvalitných a dostupných dopravných informácií.
6. Zvýšenie ekologickosti, energetickej efektívnosti a prístupnosti vozidiel verejnej osobnej dopravy.
7. Zabezpečenie kvalitnej infraštruktúry verejnej osobnej dopravy.
8. Dostupná a kvalitná infraštruktúra nemotorovej dopravy.

Zoznam projektov strategického plánu rozvoja dopravnej infraštruktúry a rozvoja verejnej osobnej dopravy na roky 2014-2020:**a) Mesto Košice:**

- Spracovanie strategického dokumentu: "Generálny dopravný plán sídelného útvaru Košice".
- Modernizácia centrálneho dopravného dispečingu a elektrodispečingu vrátane sledovania pohybu vozidiel on-line a preferencie vozidiel MHD na svetelne riadených križovatkách.
- Modernizácia električkových tratí a otočky električiek na Staničnom námestí a ďalších príslušných otočiek k jednotlivým tratiam.
- Modernizácia depa električiek na Bardejovskej ulici.
- Aktualizácia Plánu dopravnej obslužnosti mesta Košice.
- Modernizácia električkových meniarní, spätných a napájacích káblov a trolejového vedenia.
- Zriaďovanie združených zastávok električiek, trolejbusov a autobusov.
- Optimalizácia dôležitých prestupných uzlov, opravy a modernizácia zastávok.
- Programové vybavenie na plánovanie dopravných výkonov verejnej dopravy pre mesto Košice.
- Prestavba nadjazdu rýchlodráhy v Pereši a modernizácia rýchlodráhy do U.S.Steel.
- Obstaranie dráhových vozidiel IKD - električiek (40 ks) a autobusov MHD (cca140).
- Zavedenie kapacitnej električkovej dopravy zo sídliska Ťahanovce a napojenie na súčasnú električkovú koľajovú sieť.
- Koľajové napojenie priemyselného parku Pereš a letiska Košice na IKD.
- Modernizácia informačného systému na paneloch vo vozidlách a na zastávkach, informačné hlásiče pre nevidiacich a slabozrakých na zastávkach a vo vozidlách.
- Obstaranie automatov na predaj cestovných lístkov do vozidiel MHD.
- Výstavba cyklohodníkov pozdĺž Alejovej ulice, v úseku Mestských lesov, v lokalite Detskej železnice v Čermeli a v rekreačnej oblasti Alpinka.
- Dostavba cyklistického chodníka pozdĺž rieky Hornád v úseku Rampová - Ťahanovce.

b) Košický samosprávny kraj. Plánovacie obdobie 2007-2013:

- Spracovanie projektovej dokumentácie pre Terminál integrovanej dopravy (TID) v Moldave nad Bodvou, zabezpečenie výstavby uvedeného terminálu v spolupráci s investorom ŽSR, predpoklad ukončenia do r. 2015.
- V projekčnej príprave je TID Trebišov a TID v Michalovciach.

- V súčasnosti je spracovávaný projekt elektrifikácie železničnej trate Haniska pri Košiciach - Veľká Ida - Moldava nad Bodvou mesto.
- V projekčnej príprave je tiež projekt elektrifikácie železničnej trate Bánovce nad Ondavou - Humenné.

c) Košický samosprávny kraj. Plánovacie obdobie 2014-2020:

- Realizácia uvedených dopravných stavieb, ktoré už budú mať ukončenú projektovú dokumentáciu. Výstavba TID Trebišov, Michalovce a elektrifikácia uvedených železničných tratí.
- Aktualizácia Plánu dopravnej obslužnosti Košického samosprávneho kraja.
- Budovanie siete prestupných terminálov v KSK a PSK (Spišská Nová Ves, Krompachy, Margecany, Prakovce a ďalších) s príslušným informačným systémom a technickým vybavením podľa pilotného projektu TID Moldava nad Bodvou.
- Spracovanie technicko-ekonomickej štúdie napojenia terminálu Moldava nad Bodvou na štátnu cestu I/50.
- Tarifno-informačné zabezpečenie integrovaného dopravného systému (IDS).
- Centrálny dispečing systémov verejnej dopravy - dispečing IDS.
- Programové vybavenie na plánovanie dopravných výkonov verejnej dopravy.
- Koľajové napojenie priemyselného parku Kechnec a priemyselnej zóny Bočiar na IKD.
- Koľajové napojenie priemyselného parku Pereš a letiska Košice na IKD.
- Zvýšenie bezpečnosti autobusových zastávok - budovanie autobusových pruhov.
- Obstaranie 180 ks nízkopodlažných a ekologických autobusov.
- Vybudovanie centrálnych autobusových zastávok s príslušným informačným systémom v strediskových obciach KSK.

ZÁVER

Pre naplnenie Master plánu pre roky 2014-2020 a splnenie podmienok ex ante kondicionality bude základnou podmienkou realizovateľnosti a udržateľnosti projektov spracovanie a posúdenie technicko-ekonomickej štúdie, ktorá preukáže trvalú udržateľnosť a využitie investovaných finančných prostriedkov.

LITERATÚRA

- [1] Dopravná stratégia Slovenskej republiky - Sektorová analýza - verejná osobná doprava MDVRR SR 2013
- [2] Úvodný zámer pre spracovanie návrhov riešenia KORIDU v rámci KSK. 2012
- [3] Štúdia Inštitucionalizácie integrovaného systému verejnej osobnej dopavy. 2008
- [4] Technicko-ekonomická štúdia IDSK 2009
- [5] Projekt Integrovaného systému osobnej koľajovej dopavy v regióne Košíc a na území mesta Košice
- [6] Operačný program Doprava 2007 - 2013, revízia 2012
- [7] OLEXA, L.: Zborník z konferencie VOD 2012 - Organizácia dopravných služieb z úrovne Košického samosprávneho kraja - návrh riešenia IDS do prevádzky



ANALÝZA DOPRAVNÝCH VZŤAHOV V MESTSKOM PROSTREDÍ A MOŽNOSTI RIEŠENIA

ANALYSIS OF TRAFFIC IN URBAN ENVIRONMENT AND POSSIBILITIES OF SOLVING

Marián Gogola^{1*}

¹ ŽU v Žiline, Fakulta Prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra cestnej a mestskej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SR

Abstract

This paper presents the topic that is related to the problematic of traffic within city. The paper also focuses on the traffic problems which occurs from problems related to the city mobility. Because the problem of transport problem has not only one reason, it is important to take into account all possible factor that have influence on it. Moreover paper presents also good practice guide related to the cities which are in same or similar size as city of Kosice and point on the good experience of traffic solving.

Keywords: transport network, urban environment, traffic impact, transport problems, solution

ÚVOD

Ak by sme sa pozreli na viaceré zahraničné štúdie [1,2], ktoré sa venovali zlepšeniu dopravných vzťahov v mestskom prostredí, zistili by sme niekoľko spoločných faktorov, ktoré na ňu vplývajú. Slovenské mestá sa častokrát sťažujú na problémy [3], ktoré v nich spôsobuje doprava, avšak zabúdajú, že samotné problémy majú viacero príčin. Našťastie existujú aj dobré príklady, ktoré je možné aplikovať zo zahraničia na Slovensko.

1. ANALÝZA MESTSKÉHO PROSTREDIA

Ak by sme sa pozreli na viaceré zahraničné skúsenosti, ktoré sa venovali zlepšeniu dopravných vzťahov v mestskom prostredí, zistili by sme niekoľko spoločných faktorov, ktoré na ňu vplývajú. Samotný charakter územia vo väčšine slovenských miest bol medzi 50timi až 80timi rokmi urbanizovaný hromadnou výstavbou sídliskového typu, pričom sa nerátalo, s takým spôsobom motorizácie ako je v súčasnosti a taktiež kostra dopravného

* Korešpondujúci autor
Tel.: +421 41 513 3546, e-mail: marian.gogola@fpedas.uniza.sk

systému bola postavená na využívaní hromadnej osobnej dopravy. Medzi základné príčiny môžeme zaradiť:

- zmena prepravných návykov,
- zmena socio - ekonomického statusu,
- zmena územnom využívaní daného územia,
- nedokonalé dodržiavanie politiky mesta,
- niekedy sa touto problematikou zaoberajú iba občianske skupiny.

Dôležitým aspektom je posúdenie toho, čo potrebné je a čo nie je. Vieme odvieť viac obyvateľov nejakým dopravným systémom v súčasnosti bez toho, aby sme negatívne vplývali na dané územie? Určite áno. Z tohto dôvodu by malo byť povinnosťou mestskej samosprávy podriadiť všetky činnosti takým spôsobom, aby sa negatívne dopady redukovali alebo anulovali. Fakty sú neodškriepiteľné. V Slovenských mestách narastá individuálny motorizmus.[4] Čo je zaujímavé je fakt, že súčasné hodnoty stupňa automobilizácie v SR dosahujú hodnoty, ktoré mali niektoré západné štáty Európy pred 20 rokmi. [5] Ak by sme sa na to pozerali z hľadiska budúceho vývoja, stále máme relatívne veľkú časť obyvateľstva, ktoré využíva MHD (mestská hromadná doprava). V prípade analýzy mestského prostredia je nutné vyhodnotiť a porovnať napr. kapacitu dopravnej infraštruktúry s jestvujúcim stavom, vid' *obrázok 1*, kedy je možné hodnotiť dopad dopravy v rámci daného územia.

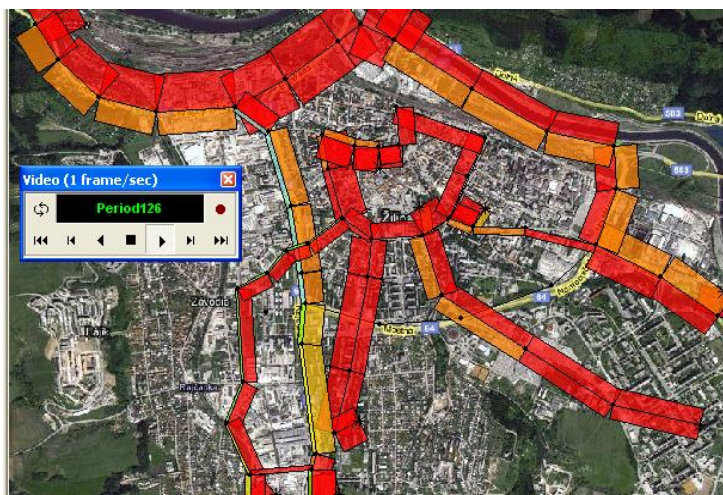


Obrázok 1 Znáznomenie dopravného prúdu v prostredí simulačného programu v Žiline

Do takejto analýzy je možné zahrnúť:

- Analýza občianskej vybavenosti. (Nákupné centrá, obytné komplexy).
- Analýza dopravnej infraštruktúry.
- Posúdenie vedenia liniek MHD.
- Analýza obyvateľstva (napr. mestská štatistika, dopravno – sociologický prieskum).

Následne z jednotlivých častí je následne možné zosumarizovať [6] analýzu pre celé mesto, vid' *obrázok 2*.



Obrázok 2 Znáznornenie zaťaženia dopravnej siete v Žiline

Samotné samosprávy by následne mali prehľad o tom, kde sa vyskytujú napr. kongescie, problematické oblasti a pod, viď obrázok 3.



Obrázok 3 Kritické miesta v meste Žilina z pohľadu zlej priechodnosti dopravnej infraštruktúry. Znáznornenie zaťaženia dopravnej siete v Žiline

Jedným z klasických príkladov vznikajúcich problémov je nárast využívania individuálnej automobilovej dopravy. Kým v prípade využívania dopravnej siete môže viesť a vedie k znefunkčneniu dopravnej siete, prostredníctvom vzniku kongescií. IAD (individuálna automobilová doprava) má aj negatívne dopady a síce v prípade, keď sa nevyužíva. V tomto prípade je problémom neregulované parkovanie v prípade sídlisk, pričom väčšina miest už začala pristupovať k zavedeniu spoplatnenia parkovania v centrách miest. Môžeme povedať, že všetky tieto riešenia prichádzajú až „ex post“ teda potom, čo súčasné podmienky napr. z hľadiska záberu plochy na parkovanie, nedokážu ponúknuť dostatočný počet parkovacích miest pre vysoký dopyt. Ďalší problémom súvisí s nedostatočnou personalizáciou nákladov súvisiacich s parkovaním. V niektorých mestách sa takáto situácia stala neúnosnou a bude sa riešiť spoplatneným parkovaním na celom plošnom území ako napr. v Žiline – sídlisko Solinky. Súčasný trend v zahraničí poukazuje na oživenie uličného priestoru, redukovanie až eliminácií parkovacích miest, prenesenie nákladov súvisiacich s vlastníctvom automobilu na jeho používateľa od zakúpenia, cez prevádzku, parkovanie, užívanie komunikácií (napr. prostredníctvom spoplatnenie cez mýto). Napr. ako vo švédskom Štokholme [7], kde skúsenosti ukazujú zníženie intenzity premávky počas dopravnej špičky o 10 - 20 %. Nie je teda možné, aby na jednej strane mesto budovalo parkoviská bez presunu nákladov na vlastníkov automobilov a na druhej strane chcelo, aby napríklad viac využívali MHD. V súčasnosti sú možnosti riešenia analýzy dopravnej situácie prostredníctvom viacerých metód, ktoré súvisia s analýzou relevantných dát. Na základe toho je možné realizovať dopravno-sociologický prieskum, ktorý by mal byť realizovaný pravidelne za účelom zistenia trendu vývoja. Napr. v Nemecku sa už od roku 1976 [8] používa metodika vo vybraných mestách, pričom napr. od roku 2008 nastal zaujímavý trend, kedy došlo k zníženiu využívania IAD a nárastu MHD, cyklistov alebo chodcov. Ako riešenie sa poskytuje nové riešenie a hlavne funkčné využitie dopravného systému, teda preferovanie takých druhov dopravy, ktoré majú na dané územie, čo najmenšie negatívne dopady. Mestská samospráva má k dispozícii celý rad nástrojov, prostredníctvom ktorých je možné zbierať údaje alebo realizovať analýzu, avšak problém je to, že ich nie vždy dokáže vhodne skombinovať a aplikovať na zhodnotenie. Sama by si mala vedieť odpovedať napr. na niektoré otázky ako v akom čase a akým druhom dopravy je možné prepraviť cestujúcich do práce, škôl a pod.? Existujú druhy dopravy, ktoré sú efektívnejšie? Akú preferenciu musíme zaistiť na dopravnej sieti? Netreba zabúdať, že kongescie nespôsobujú problémy iba pri preprave osôb, ale aj pri preprave tovaru, poskytovaní služieb a pod.

2. PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA SYSTEMATICKÉHO RIEŠENIA DOPRAVNÝCH VZŤAHOV

Pre lepšiu demonštráciu sa môžeme pozrieť na proces systematického riešenia dopravných vzťahov v niektorých mestských aglomeráciách podobných mestu Košice. Napr. v meste Freiburg [9] od 1982 sa podiel MHD zvýšil o z 11 % na 20 % a zároveň poklesla IAD z 29 % na 25 %. Úspech integrovanej a systematickej dopravnej politiky spočíva v tom, že je koherentná a trvalá. Napr. v prípade cyklistickej dopravy je súčasťou dopravnej stratégie mesta a boli vytvorené aj mestské štvrte bez automobilov Rieselfeld a Vauban. Centrum mesta má zákaz vstupu pre automobily od 1973 a v roku 1990 sa zaviedli zóny 30 do všetkých obytných štvrtí okrem hlavných ciest. Mesto zaviedlo nízku environmentálnu tarifu pre regionálne autobusy, čo viedlo k 100 % zvýšeniu ich využívania VOD. V novej štvrti Vauban sa obyvatelia rozhodli žiť bez automobilu, ak ho chcú vlastniť, musia ho mať zaparkovaný v parkovacom dome na okraji štvrti, pričom platia cca. 18 000 Euro. Medzi rokmi 1982 až 1999 pokleslo využívanie IAD z 38 % na 32 % v kontraste s opačným trendom v Európe. Generel cyklistickej dopravy bol vypracovaný v roku 1970 a v súčasnosti má mesto viac ako 500 km cyklistických komunikácií a 5000 parkovacích na parkovanie bicyklov. Mesto Zürich [10] od roku 1962 začalo systematicky pracovať na zlepšení dopravných podmienok. Obyvatelia v referende odmietli drahé metro, mesto následne zredukovalo parkovanie v centre a zlepšilo podmienky pre MHD, peších a cyklistov. Mesto

Odense [11] vypracovalo 4 ročný program 1998 - 2002 zvýšenie cyklo dopravy. Do roku si stanovilo sympatický cieľ byť CO₂ neutrálna. V 2008 mesto vypracovalo Plán Dopravy a Mobility, v ktorom sa zaviazalo vytvoriť podmienky pre trvalo udržateľný dopravný systém. Odense chce do roku 2025 o 60 % viac ciest na bicykli, o rovnaký počet menej smrteľných nehôd, zvýšenie cestujúcich v VOD o 200 %, znížiť jazdy IAD v meste o 25 %, o 75 % znížiť počet obyvateľov zasiahnutých znečistením z dopravy a o 90 % znížiť hluk z dopravy. Na parkoviskách v lokalitách Rugårdsvej/Åløkke Alle a Hjallesvej/Munkerisvej sa inštalovali boxy pre úschovu bicyklov pre systém Park and Ride.

Tabuľka 1 Porovnanie vybraných charakteristík v mestách [9,10,11,12,13,14]

mesto	obyvateľstvo	plocha (km ²)	hustota (ob./km)	pešo	bicykel	MHD	auto
Košice	240 000	242	991			20*	
Freiburg	224 000	153	1463	23	26	20	31
Zurich	394000	91	4330	44	7	27	22
Graz	265000	127	2080	19	16	20	45
Odense	190000	190000	550	6	34	14	46

*Odhad na základe [14]

Ako vidieť z uvedenej tabuľky 1 nemusi byť vždy problém vo vysokom podiele IAD, ak dané prostredie umožní kvalitné podmienky napr. pre pešiu a cyklistickú dopravu (viď Odense, Zürich, Freiburg, Graz). Netreba zabúdať, že vždy bude existovať určitá skupina ľudí, ktorí budú napr. využívať IAD (Zürich – 22 %).

3. SPÔSOBY RIEŠENIA

Ako vidieť z predchádzajúcej kapitoly eliminovanie negatívnych problémov alebo v dopadov spôsobených dopravou sa často prejavuje v dlhodobom časovom horizonte, pričom oveľa účinnejšia a efektívnejšia je predchádzať takýmto negatívam tvorbou systematických podmienok pre trvalo udržateľnú dopravu. Spoločným znakom dobrého a trvalo udržateľného prístupu v riešení dopravy sú trvalé systematické opatrenia, prostredníctvom ktorých sa:

- zredukuje nárast individuálnej automobilovej dopravy v meste,
- presunú náklady za používanie automobilov na majiteľov alebo užívateľov,
- budú dodržiavať a plniť strategické ciele v strategických dokumentoch (napr. mobilné plány, generely dopravy a pod.),
- využijú analytické nástroje pri rozhodovaní a nebude sa rozhodovať iba na základe politického neodborného lobingu,
- bude konzultovať s verejnosťou - kooperácia.

Dôležitým bodom je zaistenie rovnakých podmienok pre všetky druhy dopravy, avšak pre tie ktoré sú efektívnejšie v tom, že dokážu odvieť viac cestujúcich v čase je nutné preferovať. Samotnú preferenciu MHD je vhodné realizovať ako základný dopravný systém v meste. Nielen na križovatkách, ale skutočne tam, kde to niečo rieši. Je dobré, ak sa v prípade IAD realizujú aj doplnkové systémy Park and Ride, Park and Go. Dôležitá je aj podpora nemotorovej dopravy.

Pešia a cyklistická doprava sú najvhodnejšími druhmi dopravy pre menšie mestá, resp. pre oblasti, ktoré sú charakteristické vysokou hustotou obyvateľstva. Jednak pre to, že sú v porovnaní s IAD podobné v tom, že sú to individuálne druhy dopravy, ale aj v tom, že sú menej náročné na záber plochy, finančné prostriedky ako napr. IAD.

ZÁVER

Tento príspevok sa zaoberá stručným analyzovaním dopravných problémov v mestskom prostredí a možnými návrhom jej riešení. Ako odporúčanie a dobré príklady prezentuje dobré príklady zo zahraničných miest, ktoré stavajú na systematickej trvalo udržateľnej dopravnej politike. Slovenské mestá by mali preto stavať na dobrých základoch, ktoré ponúka napr. efektívnejšie využívanie MHD v porovnaní so zahraničím, tak aby kvalitne slúžila pre svojich obyvateľov. Taktiež by mali nájsť odvahu realizovať opatrenia súvisiace s presunom nákladov za používanie osobných automobilov na stranu ich používateľov.

LITERATÚRA

- [1] SHEPHERD, S.P. X., ZHANG, G. EMBERGER, HUDSON, M. , MAY, A.D. , PAULLEY, N.: Designing optimal urban transport strategies: The role of individual policy instruments and the impact of financial constraints, *Transport Policy*, Volume 13, Issue 1, January 2006, Pages 49-65, ISSN: 0967-070X
- [2] VIEIRA, J., MOURA, F., VIEGAS, J.M.: Transport policy and environmental impacts: The importance of multi-instrumentality in policy integration, *Transport policy*, volume 14, Issue 5, september 2007, pages 421–432, ISSN: 0967-070X
- [3] GOGOLA, M. a kol.: Efektívne dopravné systémy v mestskom prostredí. Inštitucionálny výskum, Fakulta PEDAS, Žilinská univerzita, 2013
- [4] ONDRUŠ, J. PALO, J.: Analýza stupňa motorizácie v krajských mestách Slovenskej republiky, *Doprava a spoje*, fpedas.uniza.sk/dopravaaspoje/2012/1/ondrus2.pdf
- [5] GOGOLA, M.: Porovnanie stupňa automobilizácie vo vybraných štátoch EÚ, *Ročník 5., Číslo III.*, listopad 2010, *Pernerscontacts*, ISSN 1801-674X, http://pernerscontacts.upce.cz/19_2010/Gogola.pdf
- [6] GOGOLA, M.: Posúdenie vybranej časti dopravnej siete pomocou dynamického modelovania In: *CMDTUR 2009: zborník príspevkov a posterov: 5. medzinárodná konferencia: Žilina, Slovakia, 4.11.-5.11.2009*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline v EDIS, 2009. ISBN 978-80-554-0132-4. s. II-68-II-74
- [7] ARMELIUS, H., HULTKRANTZ, L.: The politico-economic link between public transport and road pricing: An ex-ante study of the Stockholm road-pricing trial, *Transport Policy*, Volume 13, Issue 2, March 2006, Pages 162-172, ISSN: 0967-070X
- [8] *National Transportation Surveys, Activities in Germany - TRB Annual Meeting 2012, Session 483*, <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/>
- [9] www.freiburg.de/pb/,Lde/231648.html
- [10] www.moma.biz
- [11] www.dac.dk/en/dac-cities/sustainable-cities-2/all-cases/transport/odense-masterplan-for-sustainable-mobility/
- [12] www.graz.at/cms/beitrag/10192225/4439968
- [13] www.limerick.ie/
- [14] www.dpmk.sk/dpmk/vybrane-ukazovatele



APLIKÁCIA SIMULAČNÉHO PROGRAMU EXTEND PRI RIEŠENÍ DOPRAVNÝCH PROBLÉMOV

APPLICATION OF SIMULATION MODEL EXTEND FOR SOLUTIONS OF TRAFFIC PROBLEMS

Gabriel Fedorko¹, Matúš Rostecký¹

¹ TU v Košiciach, Fakulta BERG, Ústave logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského
14, 042 00 Košice, SR

Abstract

The paper describes a simulation model of the traffic node in the city Vranov nad Topľou. The simulation model was created in order to analyse Duklianskych hrdinov traffic intersection which is a current problem in the city. Long queues of vehicles during rush hours and deforming road surface in the intersection are the main problem. The simulation model will be used for verification of proposed solutions.

Keywords: simulation, algorithm, intensity of traffic flow

ÚVOD

Dopravnú sieť okresu Vranov nad Topľou tvorí cestná a železničná doprava. Dôležitými dopravnými tepnami, ktoré prechádzajú okresom, sú štátne cesty prvej triedy I/18 a I/79. Štátna cesta I/18 je dôležitou spojnicou so západno-juhovýchodnou dopravnou osou v úseku Prešov - Vranov n/T - Michalovce a cesta I/79 v úseku Vranov n/T - Trebišov tvorí dôležitú severojužnú os [1].

Správa a údržba cestnej siete je zabezpečovaná Správou a údržbou ciest Prešovského samosprávneho kraja, oblasť Vranov n/T. Na území okresu sa na štátnych cestách nachádza 129 mostov, 3 priecestia a 9 podjazdov. Diaľnice a medzinárodné trasy cez územie okresu neprechádzajú.

Železničnú sieť okresu tvorí železničná trať č. 193 v smere Prešov - Vranov n/T - Humenné a trať č. 192 v smere Vranov n/T - Trebišov (na trati bola prevádzka zrušená) [1]. V rámci mesta Vranov nad Topľou je najväčší dopravný problém spojený s križovatkou Duklianskych hrdinov. Problematika tohto dopravného uzla je v meste pomerne aktuálnou témou. Hlavným problémom sú dlhé kolóny v čase dopravných špičiek a neustále sa deformujúca vozovka na križovatke.

* Korešpondujúci autor
Tel.: +421 55 602 3125, e-mail: gabriel.fedorko@tuke.sk

1. POLOHA MESTA

Mesto Vranov nad Topľou (obrázok 1) sa nachádza na východnom území Slovenskej republiky. Najbližšie okresné mestá, ktoré ho obklopujú sú: Prešov, Trebišov, Michalovce, Strážske, Humenné, Stropkov. Krajským mestom je Prešov. Košice, ako druhá metropola Slovenska je od Vranova vzdialená necelých 70 km. Okolité štáty, ako Poľsko, Maďarsko a Ukrajina sú vzdialené približne rovnako, niečo do 80 km.



Obrázok 1 Poloha mesta Vranov nad Topľou [8]

Vranov nad Topľou svojou polohou je jednoducho dostupným miestom pre okolité okresné mestá.

Doprava je zabezpečená po týchto cestných komunikáciách:

- Vranov nad Topľou - Prešov, Michalovce: cesta prvej triedy I/18.
- Vranov nad Topľou - Trebišov, Sečovce: cesta prvej triedy I/79.
- Vranov nad Topľou - Humenné: cesta druhej triedy II/558.
- Vranov nad Topľou - Stropkov, Svidník: cesta prvej triedy I/15.

Mesto priamo spája železnica v smere - Prešov - Vranov nad Topľou - Humenné a opačne. V minulosti bola v prevádzke aj trať smerujúca do Trebišova, v súčasnosti z ekonomických dôvodov v prevádzke nie je.

2. DOPRAVNÁ PROBLEMATIKA MESTA

Opakujúcim sa problémom mesta, ktorý pretrváva už od minulosti, je vysoká intenzita dopravy v centre mesta, kde v súčasnosti prebieha veľká rekonštrukcia budov a dopravnej infraštruktúry. Mesto iniciovalo vznik pešej zóny v meste, ale z hľadiska možnosti dopravnej siete v centre mesta, je to otázka ďalekej budúcnosti. K významnému odľahčeniu dopravy v centre prispelo vybudovanie výpadovej cesty v roku 1986. Do roku 1986 bola doprava v smere Košice, Prešov - Michalovce, Stropkov, Humenné a opačne vedená priamo centrom mesta. Dnes tento ťah je presmerovaný na cestu prvej triedy I/18 poza mesto. Ďalším faktorom zvyšujúcim intenzitu dopravy v meste, sú vozidlá občanov, ktorí dochádzajú za prácou do mesta. Len málo z týchto ľudí využíva služby MHD. Chýbajú záchytné parkoviská prepojené s mestskou hromadnou dopravou. Ďalšou príčinou je slabé povedomie mestskej hromadnej dopravy u ľudí, čo spôsobuje ich nevyťaženie, v dôsledku čoho je spojov

žalostne málo. Občania mesta by radi privítali aj cyklotrasy, na ktorých sa v súčasnosti pracuje.

Ďalším problémom sú parkovacie miesta. V roku 2011 spustili do prevádzky platené parkoviská, ale išlo len o malé, nepatrné navýšenie parkovacích plôch (išlo skôr o spoplatnenie bezplatných parkovacích plôch), čo v konečnom dôsledku prinútilo vodičov vozidiel, pre ktorých je cena za parkovanie privysoká, parkovať medzi blokmi jednotlivých sídlisk. Znova chýbajú parkovacie domy a ich prepojenie s MHD.

Achillovou pätou dopravnej problematiky je dopravný uzol Duklianskych hrdinov, ktorý sa nachádza na predmestí mesta, cesta prvej triedy I/18 v smere od Košíc, Prešova na Michalovce, Humenné a Stropkov.



Obrázok 2 Satelitný pohľad na dopravný uzol Duklianskych hrdinov [11]

Stav priebehu cestnej dopravy na tomto dopravnom uzle vyhovoval až po moment vybudovania obchodného domu Tesco a neskôr obchodných domov v jeho blízkosti. Hustota vytvárania kolón vozidiel počas každodenného dňa každým rokom narastá.

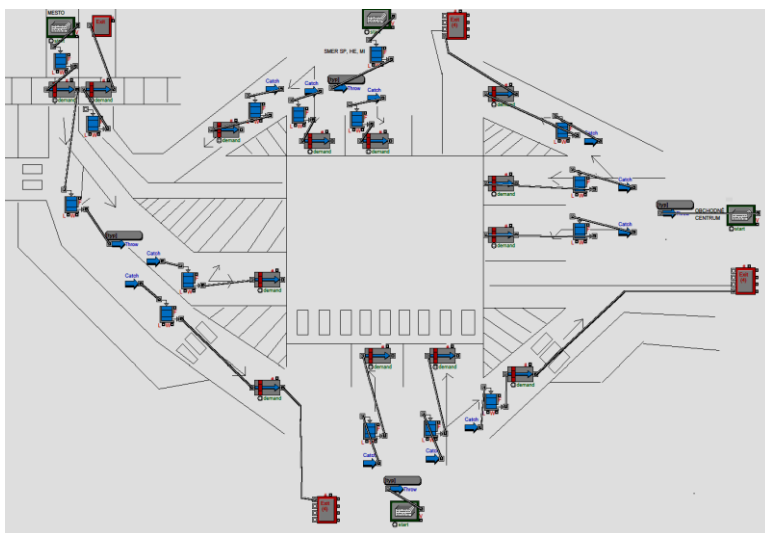
V čase vysokej intenzity vozidiel v meste, dopravný uzol nestačí odvádzať vozidlá smerujúce von z mesta, vzhľadom na to sa vytvárajú niekoľko kilometrové kolóny vozidiel. K tejto situácii prispieva aj železničné priecestie, ktoré v čase jeho uzavretia zablokuje vozidlá vychádzajúce von z mesta. Nahromadenie týchto vozidiel následne zablokuje blízky kruhový objazd a potom aj ďalšie časti komunikácie. Po otvorení železničného priecestia sa masa vozidiel premiestňuje smerom k dopravnému uzlu, ktorý časovo nestíha uvoľňovať prejazd týchto vozidiel v dôsledku hlavného ťahu na ceste prvej triedy č.18 a iných smerov križovatky, vzniká kolóna a netrpezliví vodiči vchádzajú na železničné priecestie bez toho, aby si boli istí tým, že bezpečne stihnú ním aj prejsť, kým sa znovu neuzavrie kvôli prichádzajúcemu vlaku na trati. Táto kolóna vozidiel ďalej znemožňuje prejazd uprednostnených motorových vozidiel, napr. vozidiel rýchlej zdravotnej pomoci, hasičského zboru, polície a podobne. Pre vyriešenie uvedeného problému bolo navrhnutých viacero riešení. Výber optimálneho riešenia bol navrhnutý pomocou počítačového simulačného modelu.

3. TVORBA SIMULAČNÉHO MODELU

Na simulovanie dopravných procesov sa v súčasnosti používa niekoľko desiatok simulačných modelov. V tomto prípade bolo použitý simulačný program Extend. Tento program sa používa na simulovanie mnohých procesov, obsahuje niekoľko desiatok blokov prostredníctvom, ktorých sa simulačný proces vykonáva.

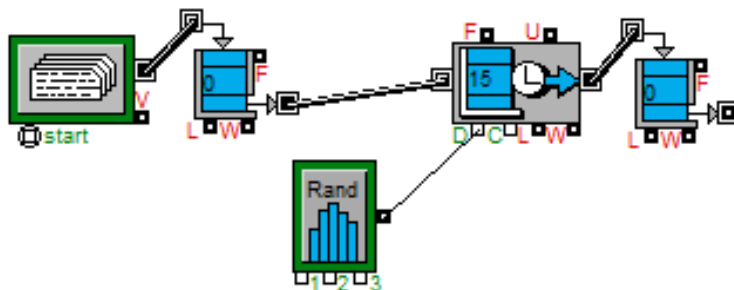
Úlohou modelu je nasimulovanie chodu križovatky počas dňa a to v hodinách o 07:00 ráno do 20:00 večera. Model vychádza z údajov dopravného prieskumu, ktorý bol vykonaný ku dňu 17. 9. 2011. Tento dopravný prieskum obsahuje údaje o počte vozidiel a to konkrétne nákladných, osobných vozidiel a motocyklov aj ich prechod jednotlivými dopravnými smermi križovatky v čase od 07:00 do 20:00. Za nákladné vozidla boli považované nákladné automobily skupín nad 3,5 tony. Nákladné vozidlá pod 3,5 ton a osobné automobily boli zaradené do kategórie osobných motorových vozidiel a poslednú kategóriu tvorili motocykle všetkého druhu, či už mopedy, závodné motocykle a podobne. Údaje o počte vozidiel sú v simulačnom modeli zaznamenané v jednotlivých dopravných smeroch, konkrétne v simulačnom bloku Program, ktorý nasimuluje príchod vozidiel ku križovatke v jednotlivých hodinách a počtu k tej, ktorej danej hodine, pričom vozidlá v dopravnom prúde nerozlišujeme na nákladné, osobné a motocykle.

Vozidlá stojace pred železničným priecestím, alebo pred signalizačným zariadením križovatky simuluje blok Queue, FIFO, blok zaznamenáva počet stojacich vozidiel a potom ich následný odchod. Simulácia železničného priecestia je pomerne zložitá. Vieme, že železničné priecestie sa uzatvára v čase prejazdu vlaku. To, kedy vlak príde závisí aj od jeho podmienok jazdy na trati. Model vychádza z daných konštantných časov, ktoré vyplývajú z grafikonu železničnej stanici vo Vranove nad Topľou. Simulácia inteligentného signalizačného zariadenia na križovatke (semaforey) nie je o nič ľahšia. Toto signalizačné zariadenie je ovládané inteligentne pomocou videoprocessorov. Model pracuje na konštantne pevne stanovených časoch pre jednotlivé signalizačné zariadenia križovatky. Nepočíta sa tu s údajmi z video procesorov. Simuláciu svetelného signalizačného zariadenia vykonáva blok Activity Service v spolupráci s blokmi Program, Queue, FIFO, Activity, Delay a Exit. Vozidlá po prechode križovatkou smerujú do bloku Exit, ktorý simuluje smer jazdy vozidla po prechode križovatkou. Jednoduché zobrazenie simulačného modelu vytvoreného z blokov programu Extend je znázornené na obrázku 3.



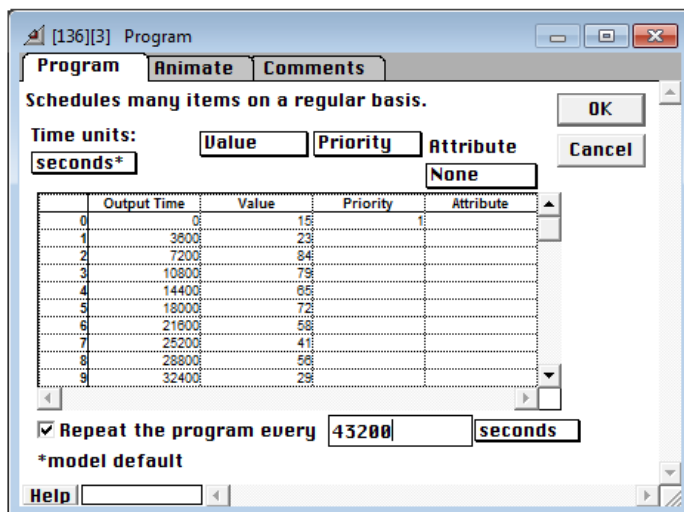
Obrázok 3 Štruktúra simulačného modelu

Simulácia príchodu vozidiel pozostáva z blokov Program, Queue, FIFO, Activity, Multiple a Input Random Number (obrázok 4).



Obrázok 4 Simulácia príchodu vozidiel

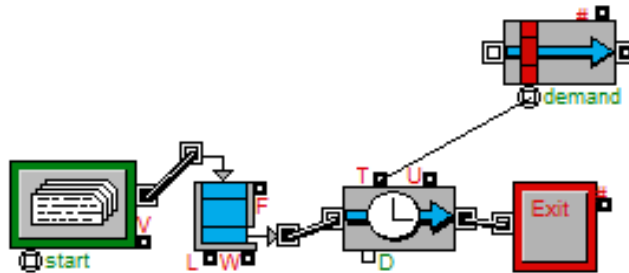
Simulačný blok Program tu predstavuje najdôležitejšiu úlohu. Obsahuje konkrétne počty vozidiel v jednotlivých hodinách, následne ich generuje v simulačnom modeli podľa momentálneho času priebehu simulácie. Pohľad do nastavenia bloku Program je na obrázku 5.



Obrázok 5 Nastavenia v simulačnom bloku Program

Simulačné bloky Queue, FIFO, Activity, Multiple a Input Random Number, predstavujú rad vozidiel pred svetelným signalizačným zariadením. Na obrázku 6 je vidieť zapojenie simulačného bloku Input Random Number do bloku Activity, Multiple. Ide o nasimulovanie prerozdelenia jazdy jednotlivých vozidiel počas jednej hodiny, čo je nastavené v bloku Input Random Number.

Simulácia svetelnej signalizácie križovatky v simulačnom modeli pozostáva zo simulačných blokov Program, Queue, FIFO, Activity Delay, Activity Service a simulačný blok Exit. Následné zapojenie blokov je na obrázku 6.



Obrázok 6 Simulácia svetelného signalizačného zariadenia

Simulačný blok Program predstavuje generovanie času, v ktorom na signalizačnom zariadení je zelená, teda možnosť pohybu a prejazdu vozidiel v danom smere. Simuláciu samotnej dĺžky trvania zelenej simuluje blok Activity Delay a samostatné svetelné signalizačné zariadenie predstavuje blok Activity Service, do ktorého smeruje dopravný prúd vozidiel. Blok Queue, FIFO v tomto prípade predstavuje rad informácií čakajúcich na spracovanie a blok Exit ich následne spracováva. Na podobnom princípe je nasimulované aj železničné priecestie.

Pre spracovanie dát, konkrétne prejazdu vozidiel a samotnej intenzity zaťaženia jednotlivých dopravných smerov počtom vozidiel v jednotlivých hodinách počas dňa, používame tieto simulačné bloky: Data Send, Count Intems a Plotter a Discrete Event. Blok Data Send vykonáva odosielanie spracovaných dát, v tomto prípade do programu Microsoft Excel.

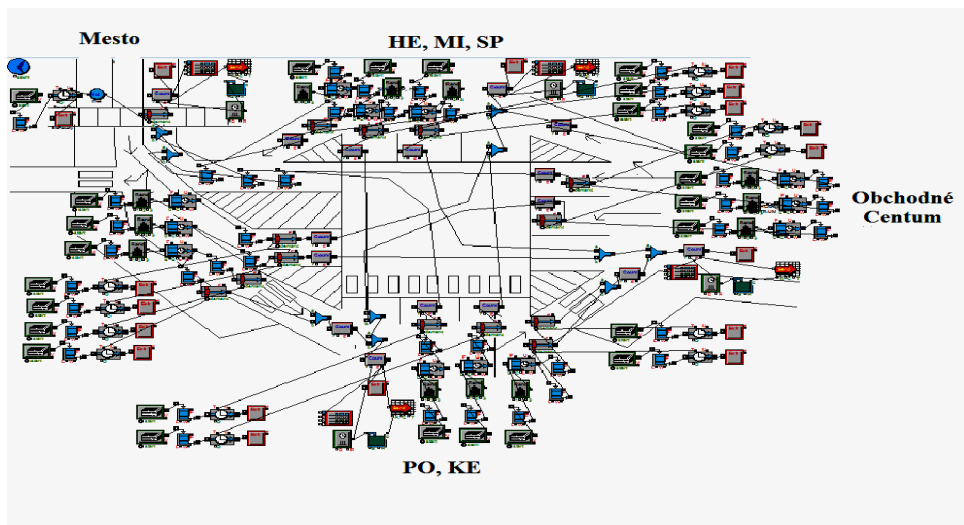
Blok Count pracuje ako počítadlo, spracováva počet vozidiel, ktoré prejdú týmto blokom, následne odosiela informácie do bloku Discrete Event, kde dochádza k spracovaniu týchto informácií v podobe grafu. Jednotlivé bloky znázorňuje obrázok 7.



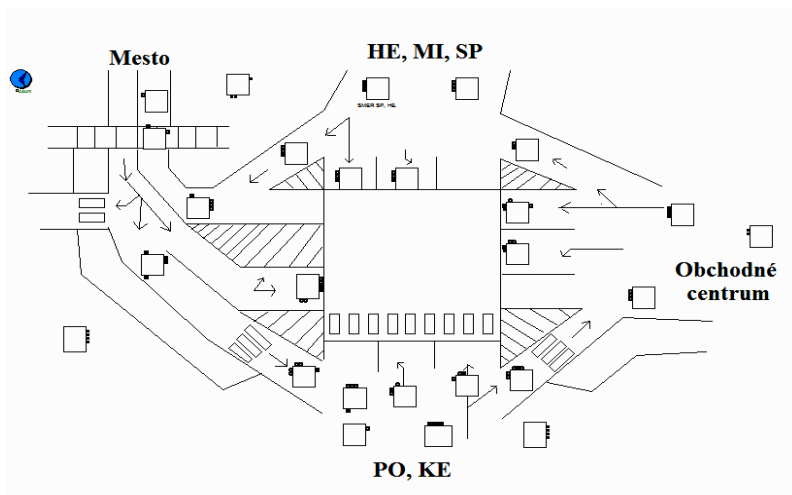
Obrázok 7 Simulačné bloky pre spracovanie dát

Po prechode vozidiel križovatkou pokračujú vozidlá v jednotlivých dopravných smeroch. Model tieto vozidlá spracováva do bloku Exit. Obrázok 8 zobrazuje kompletnú zostavu simulačných blokov, ktoré simulujú pohyb vozidiel počas dňa v čase od 07:00 do 20:00 vo všetkých dopravných smeroch.

Z obrázku 9 je vidieť, že model je zložitý a ťažko prehľadný. Kvôli tomu sa jednotlivé bloky modelov zoskupujú do jednotlivých hierarchií a k dokonalej prehľadnosti sa zakryjú aj jednotlivé napojenia konektorov jednotlivých blokov. Zjednodušený pohľad na simulačný model predstavuje obrázok 9.



Obrázok 8 Pohľad na simulačný model



Obrázok 9 Pohľad na zjednodušený simulačný model

ZÁVER

Simulačný model pracuje so štyrmi základnými dopravnými prúdmi vozidiel prichádzajúcich do križovatky, a následne každý dopravný prúd prerozdelení do troch dopravných smerov. Možnosti prerozdelenia dopravných prúdov sú nasledujúce:

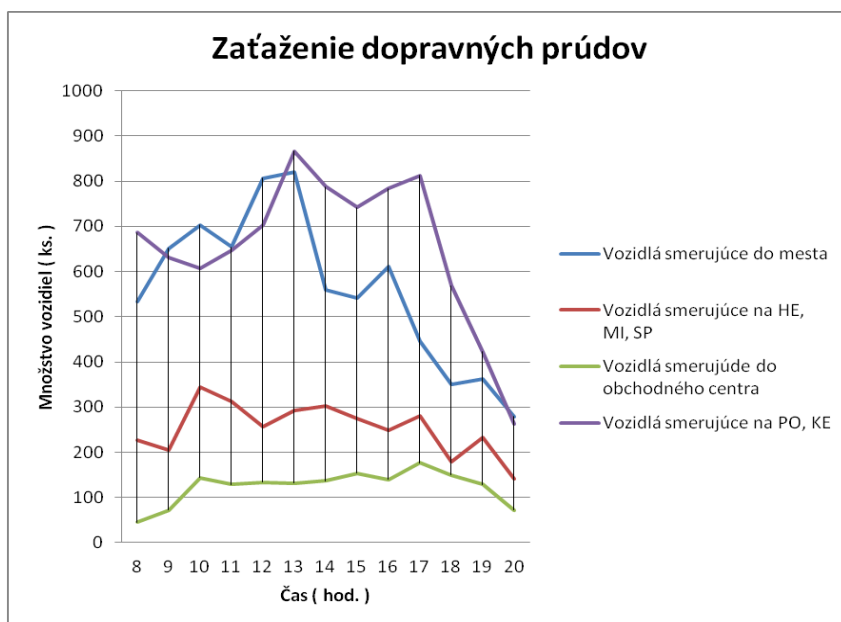
Mesto	
HE, MI, SP:	Prešov, Košice Obchodné centrum
Mesto:	Humenné, Michalovce, Stropkov Obchodné centrum

Prešov, Košice
Humenné, Michalovce, Stropkov
Obch. centrum: Mesto
Prešov, Košice
Mesto
PO, KE: Humenné, Michalovce, Stropkov
Obchodné centrum

Po prejení vozidiel križovatkou, prichádzajúce vozidlá z jednotlivých smerov sa opäť zoskupia do jedného dopravného prúdu, kde pokračujú v smere jazdy, ktoré si zvolili pri prejazde križovatkou. Vozidlá môžu pokračovať v smere:

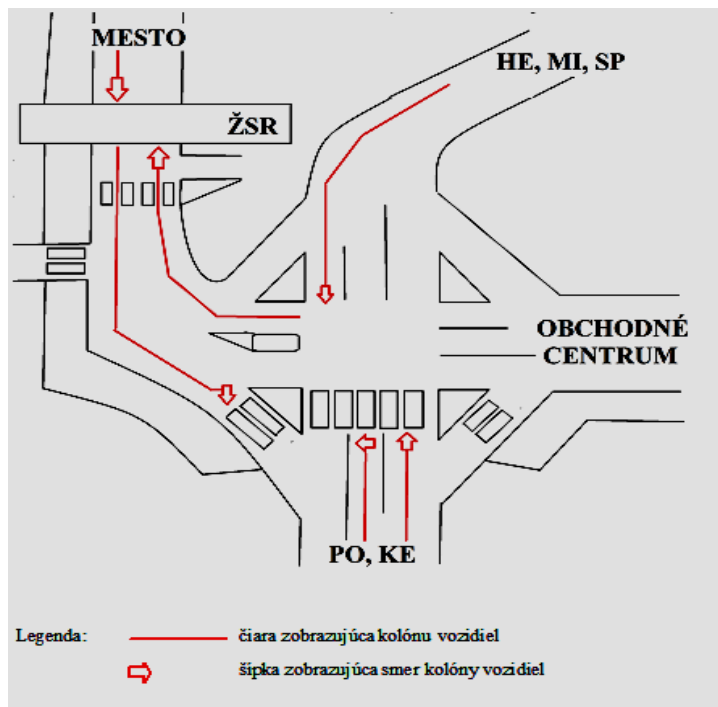
- do Mesta, (centrum mesta),
- na Humenné, Michalovce, Stropkov,
- do Obchodného centra,
- na Prešov, Košice.

Tento pohyb vozidiel monitoruje simulačný model, ktorého výsledkom je graf zaťaženia jednotlivých dopravných smerov dopravného uzla. Zaťaženie jednotlivých dopravných smerov dopravného uzla predstavuje nasledujúci graf simulačného modelu - *obrázok 10*, v ktorom sú zobrazené jednotlivé dopravné smery a ich intenzita v podobe počtu vozidiel v danej hodine.



Obrázok 10 Zaťaženie dopravných prúdov

Z grafu simulačného modelu môžeme určiť rebríček dopravného zaťaženia v jednotlivých dopravných smeroch. Ďalšou dôležitou informáciou, ktorú simulačný model poskytuje sú údaje o tvorbe kolón motorových vozidiel na najviac vyťažených dopravných smeroch. Zo získaných výsledkov vieme znázorniť miesta vzniku kolón vozidiel (*obrázok 11*).



Obrázok 11 Kolóny motorových vozidiel

Poznámka:

Článok je súčasťou riešenia grantového projektu VEGA 1/0922/12 a projektu VEGA 1/0036/12.

LITERATÚRA

- [1] BAJUŽÍK, P., KALAŠOVÁ, A.: Dopravné inžinierstvo a riadenie cestnej premávky. Bratislava: ALFA 1990. ISBN 80-05-00265-3
- [2] SUROVEC, P.: Hromadná osobná doprava. Žilinská univerzita - EDIS, 2007. 230 s. ISBN 978-80-8070-686-9
- [3] SUROVEC, P.: Technológia hromadnej osobnej dopravy, cestná a mestská doprava. Žilinská univerzita : EDIS, 1998. 157 s. ISBN 80-7100-494-4
- [4] DANĚK, J. : Logistické systémy. Ostrava : VŠB TU, 2006. 220 s. ISBN 80-248-1017-4
- [5] ROSOVÁ, A.: Sústava ukazovateľov distribučnej logistiky, logistiky dopravy a materiálového toku ako jeden z nástrojov controllingu v logistike podniku, 2010. In: Acta Montanistica Slovaca. Roč. 15, Mimoriadne č. 1 (2010), s. 67-72. ISSN 1335-1788 Spôsob prístupu: <http://actamont.tuke.sk/pdf/2010/s1/11rosova.pdf>
- [6] MALINDŽÁK, D., STRAKA, M., MARASOVÁ, D., ŠADEROVÁ, J., ROSOVÁ, A.: Základy logistiky podniku, 1. vyd. Košice: TU, 2010. 299 s. ISBN 978-80-553-0428-1
- [7] WEISZER, M., ŠIMŠAJ, D.: Využitie CAD v dopravnom plánovaní. 2011. In: Zborník vedeckých prác doktorandov 2011. KOŠICE: F BERG TU, 2011 s. 29 - 32. ISBN 978-80-553-0696-4
- [8] WEISZER, M.: Nástroje pre rozvrhovanie vozidiel v jazyku python. 2011. 1 elektronický optický disk (CD-ROM). In: Logistika v teorii a praxi 3: Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference: 24. listopad 2011, Uherské Hradiště. Uherské Hradiště: FLKŘ, Ústav logistiky, 2011 p. 147-154. ISBN 978-80-7454-126-1

- [9] KUBALA, D., HUSÁKOVÁ, N., MARASOVÁ, D., GURECKA, J.: Význam aplikovania nástrojov projektovania logistických systémov pre navrhovanie dopravných systémov v podniku. 2012. In: Logistický monitor. č. marec (2012), s. 1-4. ISSN 1336-5851
Spôsob prístupu: <http://www.logistickymonitor.sk/images/prispevky/tu-kosice-3-2012.pdf>



POHĽAD NA VÝPOČET STATICKEJ DOPRAVY – MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ

A PERSPECTIVE ON CALCULATION OF THE STATIC TRANSPORTATION – PAST, PRESENT AND THE FUTURE

Soňa Ridillová^{1*}

¹ DS projekt, Bosáková 7, 851 04 Bratislava, SR

Abstract

Development of the parking policy within cities and urban areas is nowadays a very debate issue. Changes in the article 16.3 Lay-by and parking places STN 73 6110 from November 2011 has an impact on several areas in practice. Only just the practice demonstrates how inevitable is to fulfill before launching changes across the board, a careful analysis of the subject of change and verify its' validity in cooperation with expert public from various fields and perspectives. Non conceptual and by practice not verified interventions into the technical regulations have serious influence on the development in building industry.

Keywords: formula for calculation of the static transportation, basic characteristics of constructions, coefficients

ÚVOD

Takmer vo všetkých európskych krajinách trvale rastie automobilová doprava, najmä osobná. Tento nárast nesie so sebou rastúce nároky na vytváranie parkovacieho priestoru. Neustály nárast ponuky parkovacích miest prestáva byť chápaný ako rast spoločenského blahobytu, ale ako dôsledok nárastu automobilovej dopravy. Ponuka parkovania je v súčasnosti veľmi diskutovanou témou a v našich podmienkach znamená prístup k komplexnému riešeniu cieľavedomou parkovacou politikou miest [1]. Parkovacia politika predstavuje súbor opatrení, ktorých cieľom musí byť vytvorenie optimálnych podmienok pre parkovanie s rešpektovaním potrieb všetkých užívateľov daného priestoru.

Vývoj parkovacej politiky miest je v krajinách strednej a východnej Európy veľmi podobný a je podmienený spoločnými faktormi:

- nárastom počtu automobilov a ich neustálym používaním,

* Korešpondujúci autor

Tel.: +421 905 438711, e-mail: dsprojekt@dsprojekt.sk

- zvýšenou hybnosťou obyvateľstva, čo spôsobuje nárast využívania osobných automobilov,
- nedostatkom priestoru pre parkovanie,
- nedostatočnou cestnou infraštruktúrou,
- nedostatočnými možnosťami a vhodnými podmienkami pre alternatívne druhy dopravy.

1. VYTVÁRANIE ODSTAVNÝCH A PARKOVACÍCH MIEST

S prvotným názorom na parkovanie v území sa stretávame v rámci územného plánovania. Územné plány miest a obcí sa pri tvorbe rozvoja zaoberajú funkčným využitím územia a s tým úzko súvisí aj požiadavka na vytváranie odstavných a parkovacích miest. Výpočtom parkovacích stojísk sa zaoberá STN 73 6110 Projektovanie miestnych komunikácií. Predchodcom tejto normy bola spoločná ČSN 73 6110, ktorá vznikla v r. 1986 a po roku 1993 bola prevzatá do sústavy STN. Podľa uvedenej STN sme postupovali pri výpočte statickej dopravy až do augusta 2004, kedy nadobudla platnosť novelizovaná STN 73 6110 [2] s čiastočnými úpravami aj v pohľade na výpočet statickej dopravy. Zmenil sa súčiniteľ zohľadňujúci stupeň automobilizácie a došlo k čiastočným zmenám v základných ukazovateľoch pri návrhu parkovacích miest (tabuľka 20 [2]).

Obe normy mali spoločný vzorec pre výpočet statickej dopravy. Výpočet statickej dopravy v súčiniteli k_a zohľadňoval vývoj motorizácie podľa okresov, ďalej sa súčiniteľom k_p zohľadňovala poloha stavby podľa významu vo vzťahu k mestu alebo regiónu, súčiniteľ k_v zahŕňal vplyv veľkosti obce/mesta a súčiniteľ k_d zohľadňoval vplyv delby prepravnej práce (pomer medzi individuálnou dopravou a ostatnou - hromadná, cyklistická, pešia a iná).

V rámci STN 73 6110/Z1 z novembra 2011 [3] došlo k úprave vzorca, podľa autorov k zjednodušeniu výpočtu. Z empirického vzťahu sa vytratil súčiniteľ zohľadňujúci stupeň motorizácie v jednotlivých okresoch a súčiniteľ zohľadňujúci vplyv veľkosti obce. Súčiniteľ k_{mp} je pravdepodobne obdobou súčiniteľa k_p . Význam tohto koeficientu vo vzorci Zmeny 1 je, mierne povedané, veľmi diskutabilný a pravdepodobne je jeho úlohou znižovať základný počet parkovacích miest určených podľa tabuľky 20 normy [2] v závislosti od polohy stavby v meste. Vnútorňý a stredný okruh mesta je definovaný v rámci územného plánu len vo väčších mestách ako sú napr. Bratislava, Košice a v ostatných mestách a obciach je to asi ponechané na odborný názor projektanta, ktorý sa však nemusí zhodovať s názorom predstaviteľov mesta alebo obce. Predpokladám, že snahou autorov je znížiť počet nových parkovacích miest v centre a širšom centre miest a prinútiť tak návštevníkov inštitúcií, obchodov, kultúrnych stánkov ako aj zamestnancov využívať mestskú hromadnú dopravu. Nedostatok priestoru na parkovanie a tým každodenný stres spojený s ich hľadaním by ich mal odradiť používať motorové vozidlo v rámci mesta. Dovolím si poznamenať, že tento regulačný koeficient je veľmi špekulatívny a nemá žiadnu oporu v odbornej analýze dopravy v rámci miest na Slovensku.

Pre prehľadnosť porovnania uvádzam vzorce v ich normovom znení:

A) Vzorec pre výpočet statickej dopravy podľa STN 73 6110 platný od r. 1986 do r. 2011:

$$N = O_o \cdot k_a + P_o \cdot k_a \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_d \quad (1)$$

kde:

O_o je základný počet odstavných stojísk podľa tabuľky 20 [2] (pred r. 2004 tabuľka 19),

P_o - základný počet parkovacích stojísk podľa tabuľky 20 [2] (pred r. 2004 tabuľka 19),

k_a - súčiniteľ vplyvu stupňa automobilizácie,

k_v - súčiniteľ vplyvu veľkosti obce,

k_p - súčiniteľ vplyvu polohy riešeného územia,

k_d - súčiniteľ vplyvu delby dopravnej práce (IAD : ostatná).

B) Vzorec pre výpočet statickej dopravy podľa STN 736110/Z1 platný od novembra 2011:

$$N = 1,1 \cdot O_o + 1,1 \cdot P_o \cdot k_{mp} \cdot k_d \quad (2)$$

kde:

O_o je základný počet odstavňných stojísk podľa tabuľky 20 [3],

P_o - základný počet parkovacích stojísk podľa tabuľky 20 [3],

k_{mp} - regulačný koeficient mestskej polohy,

k_d - súčiniteľ vplyvu deľby dopravnej práce (IAD : ostatná).

2. POROVNANIE POČTU PARKOVACÍCH MIEST VYBRANÝCH STAVIEB

V ďalšej časti sa budem zaoberať porovnávaním požadovaného počtu parkovacích a odstavňných stojísk podľa empirického vzťahu a základných ukazovateľov platných do r. 2011 a podľa vzorca a základných ukazovateľov platných od novembra 2011. Vybrala som sedem stavieb, z ktorých tri stavby boli zrealizované podľa pôvodného výpočtu statickej dopravy platného po roku 2004 a štyri stavby sa realizujú podľa už nového výpočtu platného od novembra 2011.

Základné charakteristiky porovnávaných stavieb.

1. Koloseo – polyfunkčné a bytové domy v Bratislave na Tomášikovej ul., stavba kolaudovaná v r. 2007

Počet bytov: 664 (1-izb.: 179, 2-izb.: 280, 3-izb.: 163, 4-izb.: 36, 5-izb.: 6)
 Administratíva: 1648 m² čistej admin. plochy, 77 zamestnancov
 Obchody/služby: 1765 m² predajnej plochy (maloobchod - miestny význam), 32 zamestnancov

Súčinitele podľa STN z r. 2004: $k_a = 1,2$ $k_v = 1,1$ $k_p = 0,5$ $k_d = 1,2$ (IAD : ostatná 40:60)

Súčinitele podľa STN z r. 2011: $k_{mp} = 1,0$ $k_d = 1,2$ územie obslužené linkami 2-mi A-MHD a 2-mi T-MHD s dostupnosťou od 300 do 500 m

Celkový počet zrealizovaných PM: 568 v garáži, 63 miest pod objektmi, 171 na teréne, **spolu: 802.**

2. Budova SLSP a.s. - administratívna budova v Bratislave na Tomášikovej ul. (objekt jedného vlastníka - bankový dom), stavba kolaudovaná v r. 2007

Administratíva: 1560 zamestnancov, 250 návštevníkov
 Expozitúra: 9 zamestnancov, 143,80 m² plocha určená pre klientov
 Súčinitele podľa STN z r. 2004: $k_a = 1,2$ $k_v = 1,1$ $k_p = 1,0$ $k_d = 1,0$ (IAD : ostatná 35:65)
 Súčinitele podľa STN z r. 2011: $k_{mp} = 1,0$ $k_d = 1,2$ územie obslužené 2-mi A-MHD a 2-mi T-MHD linkami s dostupnosťou od 120 do 300 m

Celkový počet zrealizovaných PM: 297 v garáži, 65 na teréne, **spolu: 362.**

3. Obytný súbor Opoj - Pod hájom, I. etapa - súbor je vybudovaný v obci Opoj, okres Trnava, dostupnosť z diaľnice D1, 6 km od Trnavy, stavba kolaudovaná v r. 2007

Počet bytov: 91 (2-izb.: 7, 3-izb.: 70, 4-izb.: 14)

Súčinitele podľa STN z r. 2004: $k_a = 0,9$ $k_v = 0,3$ $k_p = 0,5$ $k_d = 1,0$ (IAD : ostatná 35:65)

Súčinitele podľa STN z r. 2011: $k_{mp} = 1,0$ $k_d = 1,0$ územie je obslužené autobusovými medzimestskými regionálnymi linkami s dostupnosťou na zastávku od 300 do 600 m (pre koncový obytný dom)

Celkový počet PM: 98 miest na teréne, **spolu: 98.**

4. Administratívna budova Štefánikova ul., Bratislava - stavba v realizácii

Administratíva: 2905 m² čistej admin. plochy, 150 zamestnancov
 Obchody/služby: 350,40 m² predajnej plochy, 5 zamestnancov
 Súčinitele podľa STN z r. 2004: $k_a = 1,2$ $k_v = 1,1$ $k_p = 0,8$ $k_d = 1,2$ (IAD : ostatná 40:60)
 Súčinitele podľa STN z r. 2011: $k_{mp} = 0,8$ $k_d = 0,8$ územie je veľmi dobre obslužené linkami A,T-MHD s dostupnosťou do 200 m a cca 300 m dostupnosťou do CMO a 800 m na železničnú stanicu

Celkový počet navrhnutých PM: 48 PM v garáži a 20 PM na I. NP objektu, **spolu: 68.**

5. Obchodné centrum Saratovská ul., Bratislava - stavba v realizácii

Obchody/služby: 2950,55 m² predajnej plochy, 83 zamestnancov
 Súčinitele podľa STN z r. 2004: $k_a = 1,2$ $k_v = 1,1$ $k_p = 0,8$ $k_d = 1,2$ (IAD : ostatná 40:60)
 Súčinitele podľa STN z r. 2011: $k_{mp} = 1,0$ $k_d = 1,2$ územie obslužené 3-mi linkami A-MHD a 3-mi linkami E-MHD s dostupnosťou do 300 m

Celkový počet PM : 85 miest pod objektom, 164 miest na teréne, **spolu: 249.**

6. Obchodné centrum ul. Ku Bratke, Levice - projekt pre stavebné povolenie

Obchodné centrum/služby: 800 m² predajnej plochy, 13 zamestnancov
 Súčinitele podľa STN z r. 2004: $k_a = 1,0$ $k_v = 0,7$ $k_p = 1,0$ $k_d = 1,2$ (IAD : ostatná 40:60)
 Súčinitele podľa STN z r. 2011: $k_{mp} = 1,0$ $k_d = 1,0$ územie obslužené 4-mi autobusovými linkami MHD

Celkový počet PM: 60 miest na teréne, **spolu: 60.**

7. Kúpeľný dom - kongresové centrum Wellness hotela Chopok, Demänovská dolina - projekt pre stavebné povolenie

Ubytovacia časť: 58 izieb (2-lôž.), 10 apartmánov (4-lôž.), 10 zamestnancov
 Kongresové centrum s ubytovacími službami: 250 miest v sále, 2 zamest., 10 izieb (2-lôž.)
 Súčinitele podľa STN z r. 2004: $k_a = 1,0$ $k_v = 0,7$ $k_p = 1,0$ $k_d = 1,2$ (IAD : ostatná 40:60)
 Súčinitele podľa STN z r. 2011: $k_{mp} = 1,0$ $k_d = 1,2$ (IAD : ostatná 45:55), územie nie je obslužené dostupnou hromadnou dopravou

Celkový počet PM: 98 miest na teréne, **spolu: 98.**

Tabuľka 1 Počet parkovacích miest podľa vzťahu (1) a podľa vzťahu (2)

NÁZOV STAVBY	VÝPOČET PODĽA	POČET PARKOVACÍCH MIEST								
		Bývanie <i>K</i> ^{a)} <i>D</i> ^{b)}		Administratíva <i>K</i> <i>D</i>		Obch./služby <i>K</i> <i>D</i>		Hotel/apart. <i>K</i> <i>D</i>		spolu
KOLOSEO	(1)	55	666	49	10	46	11			837
	(2)	101	1009	28	26	94	11			1269
SLSP	(1)			51	296					347
	(2)			85	518					603
OS OPOJ	(1)	2	101							103
	(2)	20	177							197
AB ŠTEFÁNIKOVA	(1)			92	36	7	1			136
	(2)			26	27	10	1			64
OC SARATOVSKÁ	(1)					125	21			146
	(2)					156	28			184
OC LEVICE	(1)					23	3			26
	(2)					35	4			39
KÚPEĽNÝ DOM CHOPOK	(1)							21	69	90
	(2)							41	61	102

Poznámka: a) *K* - počet krátkodobých stojísk
b) *D* - počet dlhodobých stojísk

3. VYHODNOTENIE POROVNANIA

Funkcia bývanie: V oboch porovnávaných stavbách s funkciou bývanie (Koloseo a OS Opoj) došlo k nárastu potreby parkovacích miest. V Bratislave je nárast 54 %, v obci Opoj je nárast 91 %. Tento nepomer medzi nárastom potreby PM v Bratislave a mimo Bratislavu spôsobilo odstránenie súčiniteľa k_a zohľadňujúceho stupeň automobilizácie a súčiniteľa k_v zohľadňujúceho vplyv veľkosti obce.

Stavba **Koloseo** mala cca 4 roky po uvedení do užívania nepredaných z 802 PM cca 250 PM. Úpravou trvalého dopravného značenia, kedy sa značením V12c jednoznačne zakázalo parkovanie na komunikáciách mimo vyhradených miest v obytnom súbore a priľahlom okolí došlo k predaju aj ostatných PM.

Stavba bytov v Opoji mala cca 3 roky po uvedení do užívania problém s predajom bytov. Až po rôznych cenových úpravách a bonusoch sa byty predali. Ku každému bytu bolo v rámci predaja bytu priradené jedno parkovacie miesto. Požiadavka na parkovacie miesta v súčasnosti nevyžaduje navýšenie. Výpočet podľa dnes platnej STN by pre túto stavbu pozostávajúcu z 91 bytov znamenal nárast o 94 stojísk, čo by v danej lokalite predstavovalo neúnosné ekonomické zaťaženie a nepredajnosť.

Funkcia administratíva: Vo výpočte potreby PM pre administratívne priestory v stavbe Koloseo došlo k poklesu parkovacích miest podľa STN 73 6110/Z1 pri krátkodobom parkovaní a k miernemu nárastu počtu miest pre zamestnancov. Celková bilancia PM je však vyrovnaná. Podľa vzťahu (1) aj (2) bola administratíva posudzovaná ako prenajímateľný priestor.

Iný pomer vznikol pri posudzovaní **budovy SLSP a.s.** Podľa pôvodného výpočtu bola statická doprava navrhnutá ako budova jedného vlastníka - teda priestory neboli určené na prenájom. Zjednotením požiadavky na účelovú jednotku na parkovanie pre zamestnancov

došlo v tomto prípade k cca 57 % nárastu potreby na dlhodobé parkovanie. Táto požiadavka na nárast potreby PM pre zamestnancov je na diskusiu. Na jednej strane sa javí ako oprávnená - veď nie je možné zamestnancom zakazovať prichádzať do zamestnania osobným vozidlom. Na strane druhej sa nebude vyvíjať tlak na zamestnancov využívať prostriedky MHD (P&R a integrovanú dopravu) alebo začať využívať tzv. carpooling (zdieľanie jedného auta viacerými užívateľmi) aj v našich podmienkach.

Administratívna budova na Štefánikovej ul. v Bratislave je príkladom objektu na rozhraní vnútorného a stredného okruhu. Stavbu sme podľa Zmeny 1 zaradili na žiadosť stavebníka do „stredného okruhu“. Statická doprava sa znížila o 53 % (zo 136 na 64 PM). V prípade zaradenia stavby do vnútorného okruhu je pokles až 82 % (teda na 25 PM). Územie je dobre pokryté prostriedkami MHD, dokonca dostupnosť na Hlavnú železničnú stanicu je cca 800 m. Budova sa nachádza v lukratívnej časti Bratislavy, kde sa predpokladá aj vyšší štandard priestorov na prenájom. Kancelárske priestory bez dostatočného počtu parkovacích miest aspoň pre manažérov a vyšších riadiacich pracovníkov firiem sú v súčasnosti neatraktívne. V tomto prípade došlo ku kompromisu a stavebník dostal povolenie na vybudovanie 68 stojísk.

Funkcia obchody/služby: pri porovnávaní počtu PM došlo k evidentnému cca 25 až 50 % nárastu. Ide o menšie obchodné priestory alebo centrá a vzhľadom na tzv. regulačný súčiniteľ k_{mp} je rozptyl nárastu závislý od polohy stavby v rámci mesta. Tu však vystupuje do popredia iná skutočnosť. Obchodné centrá typu TESCO, BILLA, KAUFAND a pod. sú obchodné reťazce so skúsenosťami a majú presne vysledované pre obchodné priestory s predajnými plochami rôznej veľkosti aj počet parkovacích miest. V oboch prípadoch (OC Saratovská aj OC Levice) je požiadavka stavebníka na potrebu PM o 35 % (v Bratislave) a o 54 % (v Leviciach) vyššia ako vyšlo výpočtom podľa Zmeny 1.

Funkcia ubytovacie zariadenia: pre stavbu Kúpeľný dom Chopok došlo k nárastu počtu PM pre funkčné využitie „kongresové centrum“. Na počet PM má v tomto prípade vplyv zmena v súčiniteľoch. Pre ubytovacie časť je počet veľmi podobný a teda požiadavka developerov hotelových zariadení na zníženie požiadavky na parkovanie pre túto kategóriu stavieb vzhľadom na priemerné naplnenie kapacity hotelov na cca 70 % je zohľadnená len v mestách, kde sa dá vo výpočte použiť zníženie súčiniteľom k_d . Hotelové zariadenia v horských strediskách však poskytujú služby pre klientov aj so zabezpečením transferu od autobusovej alebo železničnej stanice.

ZÁVER

V závere chcem podotknúť, že porovnanie výpočtu parkovania v rámci dvoch tabuliek so siedmimi stavbami je veľmi zjednodušený pohľad na vývoj parkovania. Chcela by som však poukázať na skutočnosť, že sme sa doteraz veľmi nezaoberali rozborom parkovania.

“Nástrel“ zmeny vo výpočte parkovacích miest v Zmene 1 STN 73 6110 má veľmi závažný dopad najmä v časti pre obytné súbory. Koeficient 1,1 v druhej časti vzorca (2) taktiež nemá svoje opodstatnenie. Dôvod, že zahŕňa 10 % rezervu pre krátkodobé parkovanie návštev verejne prístupných objektov je diskutabilný, keďže s ním pracujeme v rámci matematického vzťahu aj vo výpočte pre dlhodobé parkovanie zamestnancov.

Je potrebné si uvedomiť, že so statickou dopravou je úzko spojená dynamická doprava a teda aj celkové zaťaženie miest osobnou automobilovou dopravou. Odstránenie súčiniteľa k_a zohľadňujúceho stupeň automobilizácie z výpočtu má dopad na menšie mestá a obce.

Rada by som upriamila pozornosť na ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací z januára 2006 vrátane Zmeny Z1 z februára 2010. V českej norme došlo taktiež k úprave vzorca, avšak ponechali v ňom súčiniteľ k_a tak pre odstavné stojiská ako aj parkovacie.

C) Vzorec pre výpočet statickej dopravy podľa ČSN 736110 platný od januára 2006:

$$N = O_o \cdot k_a + P_o \cdot k_a \cdot k_d \quad (3)$$

kde:

O_o je základný počet odstavných stojísk podľa čl. 14.1.6 (tabuľka 34),

P_o - základný počet parkovacích stojísk podľa čl. 14.1.6 (tabuľka 34),

k_a - súčiniteľ vplyvu stupňa automobilizácie,

k_d - súčiniteľ redukcie počtu stojísk (tabuľka 30) určený stĺpcom charakteru územia A,B,C podľa tabuľky 31 (vplyv polohy posudzovanej stavby/územia v obci) a riadkom stupňa úrovni dostupnosti podľa tabuľky 32.

V českej norme v tabuľke 31 je charakter územia rozdelený do troch skupín A, B a C. V rámci skupín podľa počtu obyvateľov do 50 000 a nad 50 000 sú stavby zaradené podľa významu (napr. stavby s nadmestským významom na hranici súvislej zástavby s nízkou obsluhou územia verejnou dopravou alebo stavby v centre, stavby v historickom jadre alebo v mestskej pamiatkovej zóne s dobrou obsluhou verejnou dopravou a pod.). Teda zohľadňujú vplyv veľkosti obce/mesta podľa počtu obyvateľov a podľa polohy v rámci mesta so zohľadnením aj významu stavby, teda či ide o stavbu s celomestským, nadmestským alebo len lokálnym významom. A samozrejme sa zaoberajú posudzovaním úrovne dostupnosti územia cez tzv. index dostupnosti A_o , kde sa zohľadňuje aj frekvencia spojov, doba dochádzky na zastávku a priemerná čakacia doba na zastávke.

V rámci priestoru, ktorý mám k dispozícii, si dovoľujem len veľmi zjednodušene poukázať na odlišný prístup k spôsobu výpočtu statickej dopravy podľa ČSN. Rozdiel je aj v prístupe určenia účelovej jednotky pre obytné domy - bytové a rodinné. V oboch prípadoch posudzujú byty podľa veľkosti plochy bytu a to do 100 m² a nad 100 m². Pre jednoizbové byty počítajú 1 stojisko na 2 účelové jednotky (teda na dva 1-izbové byty 1 stojisko). Keďže rozvoj dopravy a aj vývoj v bytovej výstavbe v našich krajinách je veľmi podobný mali by sme sa zamyslieť nad dopadom vykonaných nekoncepčných a praxou nepodložených zmien vo výpočte statickej dopravy v STN 73 6110 z r. 2011.

V priebehu jedného roka sa podarilo zaviesť Zmenu 1 STN 73 6110 do praxe bez predloženia rozboru a oponentúry avšak zmeniť tento stav je proces minimálne na 3 až 4 roky a vyžaduje už celkovú revíziu STN 73 6110.

LITERATÚRA

- [1] SALAIOVÁ, B., MANDULA, J., OROLIN, P.: Obsaditeľnosť parkoviska. In: Pozemné komunikácie a dráhy, ISSN 1336-7501, roč. 3, č. 1-2/2007, str. 25-34
- [2] STN 73 6110: Projektovanie miestnych komunikácií. 2004
- [3] STN 73 6110/Z1: Projektovanie miestnych komunikácií. 2011
- [4] ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací. 2006
- [5] ČSN 73 6110/Z1 Projektování místních komunikací. 2010



CIELE A PERSPEKTÍVA PRAVIDELNEJ PRÍMESTSKEJ AUTOBUSOVEJ DOPRAVY VO VEREJNOM ZÁUJME V KOŠICKOM KRAJI

OBJECTIVES AND PERSPECTIVES REGULAR REGIONAL BUS IN CONTRACTS IN THE KOSICE REGION

Radovan Hužvík^{1*}

¹ Úradu Košického samosprávneho kraja, odbore dopravy, Námestie Maratónu mieru 1,
040 01 Košice, SR

Abstract

The aim of lectures is to provide information on the financing of regular bus service from 2006 to the present, describe the major effects of regular bus services and to present concrete proposals for improving the current state of public transport.

Keywords: regular bus service, contract bus operators, cost, contributions, self-government

ÚVOD

Poskytovanie úhrad (príspevkov) a objednávanie dopravných služieb vo verejnom záujme v pravidelnej autobusovej doprave je kompetenciou samosprávnych krajov podľa zákona o cestnej doprave. Do 29. 2. 2012 podľa § 15 a § 29b zákona č. 168/1996 Z. z. o cestnej doprave v znení neskorších predpisov a od 1. 3. 2012 podľa § 21 a § 43 písm. d) zákona č. 56/2012 Z. z. o cestnej doprave v znení neskorších predpisov.

1. ANALÝZA ÚHRAD ZA SLUŽBY VO VEREJNOM ZÁUJME V PRÍMESTSKEJ PRAVIDELNEJ AUTOBUSOVEJ DOPRAVE V ROKOCH 2006 - 2012

- A. Charakteristika pravidelnej autobusovej dopravy vo verejnom záujme v období 2005 - 2006 (prechod kompetencií na samosprávne kraje):
- a) Prestarnutý vozidlový park dopravcov:
 - vysoké náklady na opravy a údržbu, nízka kvalita služieb.
- Následok: nárast nákladov na odpisy.

* Korešpondujúci autor
Tel.: +421 55 7268 250, e-mail: radovan.huzvik@vucke.sk

- b) Nízke mzdy vodičov autobusov:
 - výrazný úbytok počtu vodičov.
 Následok: nárast nákladov na priame mzdy.
- c) Nevyriešená otázka jednotných sociálnych zliav v autobusovej doprave:
 - hrozba úplného obmedzenia poskytovaných zliav.
 Následok: rozdielne cestovné a poskytované zľavy medzi krajinami.

Deformácia nákladových položiek dopravcov pred ich privatizáciou spôsobila, že výška predpokladanej úhrady na vyčíslenie finančných nárokov v čase prechodu kompetencií (fiškálnej decentralizácie) nezodpovedala skutočným potrebám. Uvedený stav zapríčinil v nasledujúcich rokoch neustále sa zvyšujúci tlak na rozpočty samosprávnych krajov.

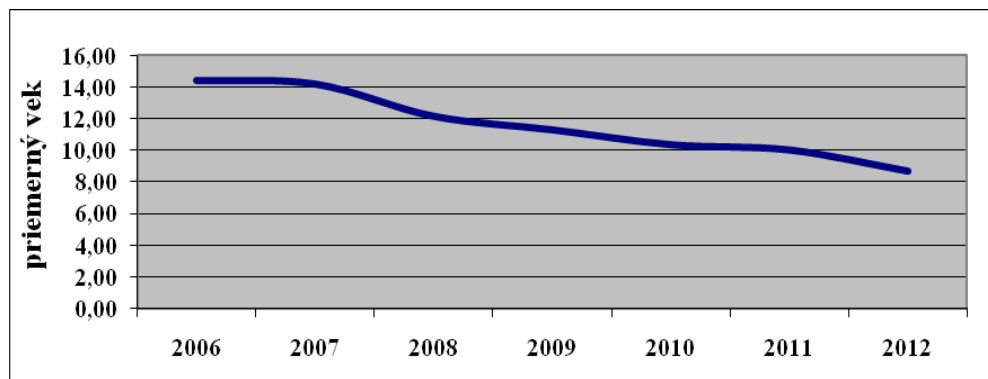
B. Charakteristika pravidelnej autobusovej dopravy vo verejnom záujme v období 2006 - 2012:

- a) zhoršovanie a sprísňovanie podmienok pre autobusových dopravcov:
 - nárast nákladov na priame mzdy (zmeny zákona o pracovnom čase vodičov),
 - nárast nákladov na platenie mýtnych poplatkov,
 - nárast nákladov na kontroly (STK) a opravy (prehliadky pred STK),
 - nárast nákladov na zimné pneumatiky autobusov,
 - nárast nákladov na pohonné hmoty.
 Následok: výrazný nárast nákladov dopravcov.
- b) neustále obmedzovanie rozsahu dopravných služieb železničnej dopravy:
 - tlak verejnosti na zvyšovanie rozsahu autobusovej dopravy,
 - znižovanie počtu prepravených cestujúcich na prestupných miestach.
 Následok: nárast nákladov a znižovanie výnosov.
- c) znižovanie zamestnanosti:
 - pokles počtu prepravených osôb (nie v rozsahu zodpovedajúcom rušeniu).
 Následok: znižovanie výnosov.
- d) nárast podielu individuálnej dopravy:
 - pokles počtu prepravených osôb.
 Následok: znižovanie výnosov.

O nevyhnutnosti obnovy vozidlového parku dopravcov svedčí skutočnosť, že od roku 2006 do roku 2012 začalo v Košickom kraji na linkách prímestskej pravidelnej autobusovej dopravy jazdiť 319 nových autobusov. Zároveň je vykonávaná nevyhnutná postupná obnova označníkov autobusových zastávok.

Tabuľka 1 Vozidlový park dopravcov (služby vo verejnom záujme)

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Počet autobusov	ks	492	464	474	465	467	466	461
Priemerný vek	roky	14,47	14,24	12,20	11,34	10,40	10,06	8,72
Počet zakúpených autobusov	ks	52	29	75	46	35	39	43



Obrázok 1 Priemerný vek vozidlového parku dopravcov

Aj napriek neustále sa zvyšujúcej kvalite dopravných služieb pokračuje trend neustáleho poklesu počtu prepravených osôb, najmä plne platiacich cestujúcich. Dôvodom je nielen nárast podielu individuálnej dopravy, ale i znižujúca sa miera zamestnanosti, najmä v regiónoch Gemer a Zemplín a odliv pracovných síl z východnej časti Slovenska.

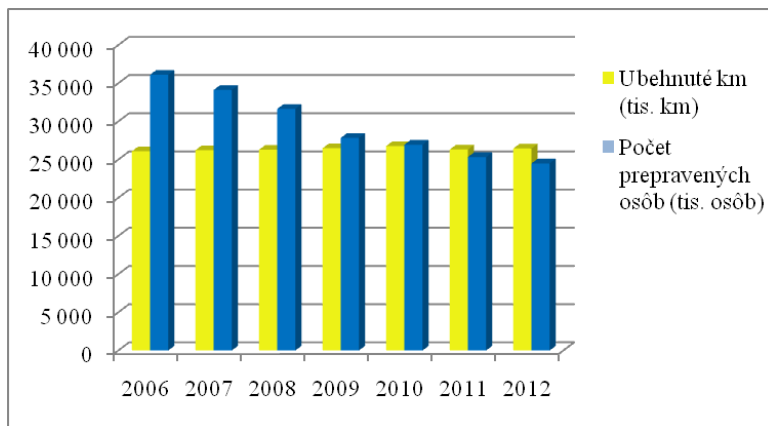
Vývoj v pravidelnej autobusovej doprave vo verejnom záujme v rokoch 2006 - 2012 je najvýraznejšie poznamenaný neustálym rastom cien pohonných látok, čo zvyšuje tlak na rozpočty samosprávnych krajov. Od roku 2009 do roku 2012 došlo k nárastu nákladov dopravcov o viac ako 2 milióny EUR len kvôli cenám nafty.

Tabuľka 2 Parametre prímestskej pravidelnej autobusovej dopravy vo verejnom záujme v Košickom samosprávnom kraji

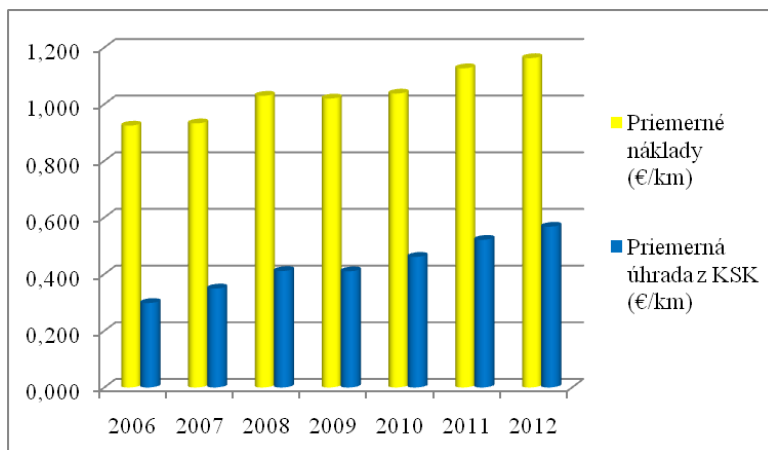
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ubehnuté km	tis. km	26093	26237	26291	26493	26777	26323	26455
Počet prepravených osôb	tis. osôb	36116	34120	31641	27839	26953	25336	24498
- z toho za zľavnené cestovné*	tis. osôb	11992	12436	11881	12628	12639	12022	11552
	%	33,2	36,4	37,5	45,4	46,9	47,4	47,2
Náklady	tis. €	24115	24462	27071	27025	27781	29663	30756
Náklady/km	€/km	0,924	0,932	1,030	1,020	1,038	1,127	1,163
Výnosy	tis. €	16334	15327	16264	16162	15436	15942	15741
Výnosy/km	€/km	0,626	0,584	0,619	0,610	0,576	0,606	0,595
Uhradená strata z KSK**	tis. €	7781	9165	10807	10863	12346	13720	15015
Uhradená strata z KSK/km	€/km	0,298	0,349	0,411	0,410	0,461	0,521	0,568
ROZPOČET KSK - bežné výdavky z vlastných príjmov	tis. €	66790	70019	77223	78219	72324	80132	76542
	%	11,7	13,1	14,0	13,9	17,1	17,1	19,6

* bez zľavneného cestovného na základe čipovej karty (bezhotovostne)
 ** aj s doplatkami za príslušný rok

Najväčší ošoh zo zvyšovania cien nafty má štátny rozpočet (nárast daňových príjmov), ale paradoxne na úkor rozpočtov VÚC. Náklady na pohonné hmoty sú ekonomicky oprávneným nákladom dopravcov, ktorý zásadne vplýva na výšku úhrady (príspevku). Náklady dopravcov vzrástli od roku 2006 z 24,115 mil. € na 30,756 mil. €. Nárast úhrady (príspevku) za služby vo verejnom záujme zo sumy 7, 781 mil. € v roku 2006 na 15,015 mil. € v roku 2012, znamená nárast prakticky o 93 %.

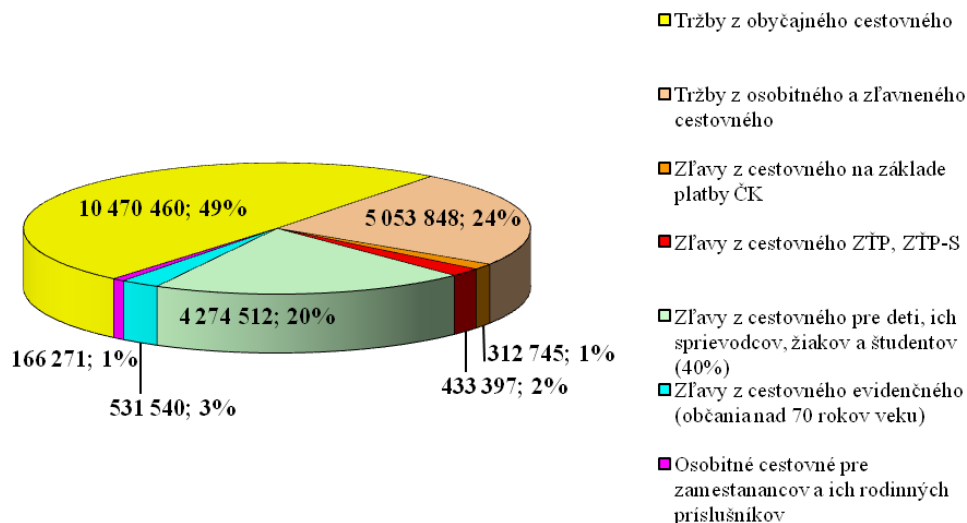


Obrázok 2 Počet ubehnutých kilometrov a prepravených osôb vo verejnom záujme v Košickom samosprávnom kraji



Obrázok 3 Priemerné náklady dopravcov poskytujúcich služby vo verejnom záujme a priemerná výška príspevku (úhrady) v Košickom samosprávnom kraji

Sociálne zľavy poskytované v pravidelnej autobusovej doprave sociálne znevýhodneným občanom (žiakom, študentom, ZŤP, občanom nad 70 rokov) nie sú samosprávnym krajom zo strany štátu dlhodobo kompenzované, pričom v roku 2012 je táto suma v Košickom samosprávnom kraji 5 405 721,- € a týka sa celkovo 11 521 941 prepravených osôb.



Obrázok 4 Štruktúra tržieb a zliav v prímestskej pravidelnej autobusovej doprave na území Košického samosprávneho kraja (EUR)

V rokoch 2006 - 2012 dochádzalo z úrovne ústredných orgánov štátnej správy k neustálemu sprísňovaniu povinností dopravcov, ktoré spôsobovali zvyšovanie nákladov dopravcov (zimné pneumatiky, častejšie STK, zákon o pracovnom čase vodičov, platenie mýta a pod.). Prijímané opatrenia nezohľadňovali:

- vplyv na udržateľnosť systému financovania služieb vo verejnom záujme,
- vládou schválený materiál „Dopravná politika do roku 2020“, v ktorom je prezentovaná podpora systémom verejnej dopravy,
- výhrady dopravcov, samosprávnych krajov a miest k realizovaným zmenám.

ZÁVER - Odporúčania a návrhy na zlepšenie súčasného stavu

Zvyšovanie kvality poskytovaných dopravných služieb (vozidlový park, organizácia dopravných služieb, informovanosť cestujúcej verejnosti, optimalizácia dopravných služieb) prináša i zodpovedajúce zvyšovanie nákladov. Zvyšovanie nákladov v ostatných oblastiach (nafta, mýto, ...) však prináša len zvýšené výdavky verejných financií a tlak na znižovanie dopravných služieb.

Jednou z možností riešenia je reálna podpora verejnej dopravy formou čiastočnej spätnej **kompenzácie spotrebnej dane z nafty** do rozpočtov VÚC v rozsahu preukázateľne použitom na zabezpečenie služieb vo verejnom záujme.

Zrušenie platenia **mýtnych poplatkov** za dopravné služby vo verejnom záujme by malo byť opatrením realizovaným bez zásadnejšej diskusie. Tento náklad zvyšuje ekonomicky oprávnené náklady dopravcov (v KSK ročne o 200 tis. €) a v konečnom dôsledku vytvára tlak na zvyšovanie cestovného, znižovanie dopravnej obsluhy alebo zvýšenie príspevkov za služby **z verejných rozpočtov**.

Otázka poskytovania sociálnych zliav v pravidelnej autobusovej doprave by mala byť z úrovne vlády SR riešená poverením príslušných rezortných ministerstiev (práce, soc. vecí a rodiny, financií a školstva) finančne kompenzovať samosprávnym krajom poskytované zľavy poskytnuté vo verejnej doprave, s cieľom zjednotiť výšku poskytovaných zliav na území celého Slovenska z úrovne ústredných orgánov štátnej správy po vzore železničnej dopravy.

Aktuálnou možnosťou podpory verejnej dopravy je vytvorenie možností na čerpanie finančných zdrojov z európskych fondov na:

- obnovu vozidlového parku dopravcov,
- podporu budovania dopravnej infraštruktúry verejnej dopravy,
- podporu budovania integrovaných dopravných systémov.

LITERATÚRA

- [1] SHEPHERD, S.P. X., ZHANG, G. EMBERGER, HUDSON, M. , MAY, A.D. , PAULLEY, N.: Designing optimal urban transport strategies: The role of individual policy instruments and the impact of financial constraints, Transport Policy, Volume 13, Issue 1, 2006, Pages 49-65, ISSN: 0967-070X



PRINCÍPY BUDOVANIA UDRŽATEĽNÉHO INTEGROVANÉHO DOPRAVNÉHO SYSTÉMU

PRINCIPLES OF SUSTAINABLE INTEGRATED TRANSPORT SYSTEM DESIGNING

Martin Kendra¹, Jozef Gašparík¹, Martin Halás¹

¹ ŽU v Žiline, Fakulta Prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SR

Abstract

This paper describes the basic principles which have to be respected in the creation process of the integrated transport systems in city agglomerations and regions. Technological, organizational and tariff integration of all transport modes, including individual car transport, is very important. Thus constructed transport system will be able to provide quality transport services for passengers. This is the only way to develop and to promote an ecological public transport.

Keywords: passenger transport, integration, transport mode, static transport

ÚVOD

Druhú polovicu dvadsiateho a nástup dvadsiateho prvého storočia možno charakterizovať značným nárastom mobility obyvateľstva v miestnom, regionálnom i nadregionálnom priestore. Napriek tomu, že na uspokojovanie potrieb prepravy môžu obyvatelia využívať okrem individuálnej aj verejnú osobnú, pešiu či cyklistickú dopravu, nárast prepravných výkonov verejnej dopravy je neporovnateľne menší ako v individuálnej doprave. Dôsledkom tejto skutočnosti je trvalo neudržateľná situácia dopravy v mestských aglomeráciách, ktorú možno charakterizovať narastajúcimi kongesciami, nehodovosťou, hlukom, smogom, vibráciami, záberom verejných priestorov dynamickou i statickou dopravou a dopravnými zariadeniami.

S rastom počtu osobných automobilov sa stáva stále zložitejším aj zásobovanie v mestách a v ich centrách. Najzložitejšia situácia je v tomto smere prirodzene v najväčších slovenských mestách. Treba však dodať, že podobný chaos panuje takmer vo všetkých európskych metropolách [1].

* Korešpondujúci autor
Tel.: +421 41 513 3429, e-mail: martin.kendra@fpedas.uniza.sk

1. DOPRAVNÝ SYSTÉM MESTSKEJ AGLOMERÁCIE A PRÍLAHLÉHO REGIÓNU

Mestá, hlavne veľké mestské aglomerácie, vyvolávajú silné dopravné vzťahy vo vlastnom meste i v svojej záujmovej prímestskej oblasti. Dopravné riešenie podstatne ovplyvňuje vývoj mestskej aglomerácie a každý dopravný systém má svoju špecifickú mestotvornú funkciu. Historické podmienky, ako aj súčasný rozvoj zanechávajú mestám a prímestským aglomeráciám charakteristické rysy, ktoré bezprostredne ovplyvňujú mestskú i prímestskú dopravu. Medzi rozvojom mesta, resp. mestskej aglomerácie a rozvojom mestskej dopravy je vzájomný priamy vzťah so spätnými väzbami a bezprostredným vzájomným pôsobením.

Osobnú dopravu v meste (v mestskej aglomerácii) možno rozdeliť na dopravu diaľkovú (začiatok alebo cieľ cesty je v mestskej aglomerácii), prímestskú, vo vnútri mestskej aglomerácie a statickú.

1.1 Prímestská doprava

Do systému prímestskej dopravy musíme zaradiť jednak individuálnu automobilovú, ako aj verejnú osobnú dopravu. Pre prímestskú dopravu je charakteristické pravidelné dochádzanie cestujúcich do vlastného mesta, mestskej aglomerácie za prácou a do škôl v pracovných dňoch, a naopak v dňoch pracovného voľna a pokoja dochádza k veľkému pohybu obyvateľov mesta, mestskej aglomerácie do príľahlých regiónov.

Úlohou verejnej dopravy je, aby sa cestujúci dostal, pokiaľ možno kedykoľvek a bez veľkých časových strát do cieľa svojej cesty. Rýchlosť nemusí byť extrémne vysoká, mala by sa však dosiahnuť väčšia alebo aspoň porovnateľná cestovná rýchlosť ako individuálnou automobilovou dopravou. Len realizáciou výkonnej a atraktívnej verejnej dopravy možno dosiahnuť nutné odľahčenie centier miest, mestských aglomerácií od individuálnej automobilovej dopravy.

Aby verejná doprava plnila dobre svoju funkciu, musí spĺňať tieto základné požiadavky:

- v dopravnom prostriedku musí byť vždy miesto, aby bola zabezpečená primeraná kvalita prepravy pre cestujúceho,
- musí byť presná, s hustou frekvenciou spojov v dopravných špičkách a s prijateľným intervalom medzi spojmi v dopravnom sedle,
- musí byť vyhovujúca cestovná rýchlosť,
- musí byť dobré rozmiestnenie zastávok, ktoré sú chránené proti poveternostným vplyvom,
- prímestská verejná osobná doprava musí mať vhodnú nadväznosť na mestskú hromadnú dopravu.

Správne pochopenie významu týchto základných požiadaviek je vzhľadom na rozvoj individuálnej automobilovej dopravy dôležitým predpokladom, aby verejná doprava mala aj pri vysokom stupni motorizácie významný podiel na preprave cestujúcich vo veľkých mestských aglomeráciách.

1.2 Doprava vo vnútri mestskej aglomerácie

Na zabezpečenie kvalitnej prepravy cestujúcich vo vnútri mestskej aglomerácie je nutné vytvoriť podmienky na prevádzku mestskej hromadnej dopravy, individuálnej automobilovej dopravy, cyklistickej dopravy, pešej dopravy a statickej dopravy (parkovanie).

Dopravný systém mesta, mestskej aglomerácie má tvoriť vyrovnaný systém verejnej a individuálnej dopravy, ktorý komplexne obsluhuje dané mesto, mestskú aglomeráciu v súlade s miestnymi možnosťami. Doprava by mala mať čo najmenší negatívny vplyv na životné prostredie. Dopravný systém má byť bezpečný, rýchly, pohodlný, príjemný nielen pre

cestujúcich, ale aj pre ostatných obyvateľov mesta, mestskej aglomerácie, hlavne pre chodcov.

1.3 Statická doprava

Odstavovanie motorových vozidiel je (hlavne vo väčších sídelných útvaroch) jedným z najväznejších územných problémov súčasnosti. Každý majiteľ automobilu v prípade jeho využívania vykoná v priebehu dňa 3-4 jazdy a v každom ciele svojej aktivity si vyžaduje vozidlo odstaviť [2]. V dňoch, kedy vozidlo nevyužíva, vyžaduje väčšina dlhodobejšie a spoľahlivé odstavenie vozidla tak, aby bolo chránené pred odcudzením, poškodením, prípadne aj pred vplyvmi počasia. V prvom prípade ide o parkovanie, v druhom o odstavovanie (garážovanie) vozidla. Tento problém nie je markantný v menších sídlach s nízkou hustotou zástavby (rodinné domy), je už značný v obytných súboroch s veľkou hustotou a výškou zástavby (sídlišká), a často skoro neriešiteľný v centrách väčších sídiel.

2. INTEGRÁCIA V DOPRAVE

Súčasnú dobu v doprave je obdobím hľadania zmien. Prechod na optimálne zmeny je podmienený nielen nedostatkom finančných prostriedkov, ale aj nevhodnou a neúplnou právnou úpravou, a v neposlednom rade aj zaužívanými nezdravými javmi v spoločnosti a pri hospodárení.

2.1 Koordinácia a prepravná integrácia vo verejnej osobnej doprave v mestských aglomeráciách

Osobná doprava v mestských aglomeráciách a v iných územných oblastiach (napr. rekreačných centrách) je charakteristická sústredenosťou zdrojov a cieľov prepravy, súčasným fungovaním železničnej, autobusovej a mestskej hromadnej dopravy s rozdielnymi technologickými, prevádzkovými, organizačnými, prepravnoprávnymi, tarifnými a ekonomickými podmienkami, vysokou časovou i smerovou nerovnomernosťou prepravných potrieb. To sa s mimoriadnou naliehavosťou prejavuje v potrebe racionalizovať a skvalitniť dopravnú obsluhu najmä vhodnou koordináciou a vzájomnou kooperáciou zúčastnených druhov dopravy, i keď na druhej strane uvedené charakteristiky vytvárajú najzložitejšie podmienky na realizáciu koordinovaného systému osobnej dopravy.

Akonáhle sa však koordinovaný systém osobnej dopravy zavedie, vzniknú súčasne priaznivé podmienky na utvorenie integrovaného prepravného systému:

- vo všetkých zúčastnených druhoch dopravy ide o cesty na krátke vzdialenosti, pri ktorých sú požiadavky na rýchlosť prepravy vzájomne porovnateľné a poskytujú možnosť zohľadniť výhodnosť jednotlivých druhov dopravy z hľadiska intenzity prúdov cestujúcich,
- pri týchto prepravných vzdialenostiach sú jestvujúce rozdiely v tarifnej úrovni u jednotlivých druhov dopravy prakticky zanedbateľné, čo umožňuje bez väčších problémov vytvoriť nový spoločný tarifný systém,
- obmedzenie prepravy na jednoznačne vymedzené územie umožňuje vypracovať pre dané územie a daný systém jednotný prepravný poriadok rešpektujúci špecifické podmienky aglomerácie a platný len pre prepravu v rámci integrovaného prepravného systému.

Utvorenie integrovaného prepravného systému v priestorovo ohraničenej územnej oblasti predpokladá uplatniť integračné nástroje v jednotnej organizačnej, ekonomickej a funkčnej integrácii, ktoré sa prejavujú najmä vo vytvorení určitej vyššej formy kooperácie

zúčastnených dopravcov, v zjednotení ekonomických podmienok ich činnosti, ako aj prepravno-právných, tarifných a technologických podmienok [3]. Integrovaný systém osobnej dopravy musí prinášať cestujúcim výhody, spríjemňovať im cestu, a tým zvyšovať ich počet na úkor individuálneho motorizmu a zefektívňovať hromadnú osobnú dopravu.

2.2 Integrácia individuálnej automobilovej dopravy a verejnej osobnej dopravy

Automobilová doprava okrem vlastnej cestnej siete potrebuje celý rad zariadení pre svoju prevádzku, pretože vozidlá sa musia dopĺňať pohonnými látkami, čistiť a udržiavať, opravovať a preskúšavať ich technická spôsobilosť. Zároveň platí, že v priemere sa vozidlo pohybuje len 10 % času a 90 % musí byť dočasne alebo trvalo odstavené [4]. Osobné automobily, ktoré slúžia len pre potreby ich majiteľov, sú dokonca v priemere denne využívané iba jednu hodinu a zvyšok času sú odstavené (mimo prevádzky) [2]. Vozidlá sa kupujú, predávajú, po dožití alebo havárii treba ich vrak (zvyšky) zlikvidovať. Všetky tieto zariadenia potrebujú plochy, niektoré väčšie, niektoré menšie.

Rozvoj integrovaných systémov osobnej dopravy a hlavne pohľady na tento rozvoj sa v ostatnom období dostali do novej polohy. Postupne sa prechádza od úzkeho ponímania integrovaných systémov osobnej dopravy fungujúcich na území väčšej mestskej aglomerácie s najbližším okolím, na návrh systémov zabezpečujúcich dopravnú obsluhu väčších regiónov v našich podmienkach až na územie vyšších územných celkov. Pritom z technického, technologického, komerčného a ekonomického hľadiska sa upúšťa od zúženého názoru, že integrovaný systém osobnej dopravy sa vytvára len ako integrované vypravenie cestujúceho na báze integrovanej tarify podporovanej zavedením modernej techniky pre vydávanie a kontrolu cestovných dokladov.

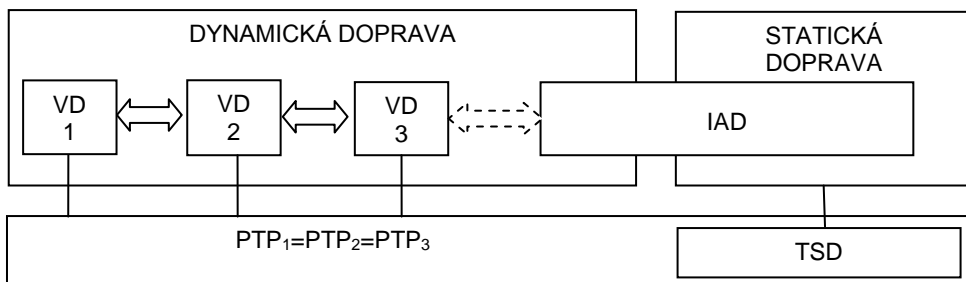
Slovenská republika dosahuje v stupni automobilizácie polovicu priemeru v EÚ, preto sa dá očakávať ďalší nárast výkonov individuálnej automobilovej dopravy, čo bude pravdepodobne aj na úkor výkonov verejnej osobnej dopravy. Takýto trend potvrdzuje aj prognóza Európskej komisie do roku 2030 pre SR. Rizikom pri predpokladanom vývoji (náraste výkonov individuálnej automobilovej dopravy) je kapacita cestnej infraštruktúry, počty parkovacích miest v intravilánoch miest, nárast emisií výfukových plynov, zvýšená dopravná nehodovosť a pod. [5].

Hlavné dôvody, ktoré môžu viesť majiteľov osobných automobilov, aby dali prednosť verejnej osobnej doprave, sú najmä:

- nedostatok voľných parkovacích miest v centre mesta,
- prijateľná cena za prepravu verejnou dopravou,
- kvalita verejnej dopravy,
- vhodný cestovný poriadok (dostatočná dostupnosť a frekvencia spojov verejnej dopravy).

Pri integrácii verejných dopravcov osobnej dopravy do integrovaných systémov osobnej dopravy dochádza k zjednoteniu prepravných a tarifných podmienok, k dohode o prerozdeľovaní tržieb a ku koordinácii cestovných poriadkov jednotlivých dopravcov. Integrácia individuálnej automobilovej dopravy a verejnej dopravy je však špecifická v tom, že neumožňuje v plnej miere aplikovať tieto zásady. Individuálna doprava sa riadi z hľadiska dopravného len zákonom o cestnej premávke a príslušnými vyhláškami, neexistujú v tejto oblasti prepravné a tarifné podmienky. Taktiež sa individuálna doprava neriadi cestovným poriadkom, môže byť len regulovaná na určitých miestach alebo v určitom čase dopravnými značkami alebo dopravnými predpismi.

Napriek tomu možno aj v tejto oblasti vytvoriť podmienky na čiastočnú dopravnú koordináciu a v oblasti statickej dopravy aj tarifnú integráciu. Schematicky sú tieto vzťahy načrtnuté na *obrázku 1*.



Legenda:

VD_i – *i*-ty verejný dopravca

IAD – individuálna automobilová doprava

PTP_i – prepravné a tarifné podmienky *i*-teho verejného dopravcu

TSD – tarifné podmienky statickej dopravy

PTP – prepravné a tarifné podmienky

Obrázok 1 Väzby pri integrácii individuálnej automobilovej a verejnej osobnej dopravy

Verejní dopravcovia osobnej dopravy zabezpečujú prepravu cestujúcich v mestskej aglomerácii a v príslušnej regióne, pričom je medzi nimi zabezpečená dopravná koordinácia, t.j. zachovanie nadväznosti spojov a eliminácia súbežných spojov. V rámci integrovaného systému osobnej prepravy majú spoločné prepravné a tarifné podmienky. Súčasťou týchto podmienok sú aj tarifné podmienky statickej dopravy, t.j. výška parkovného vo vnútri a na okraji mestskej aglomerácie. Integrácia statickej dopravy a verejnej osobnej dopravy zároveň umožňuje uznávať doklad o zaplatení parkovného ako cestovný doklad platný počas určitej ohraničenej doby v dopravných prostriedkoch verejných dopravcov, resp. cestovný doklad platný u verejných dopravcov môže byť uznaný ako doklad oprávňujúci bezplatné parkovanie na určité ohraničené obdobie.

Dopravná koordinácia medzi individuálnou automobilovou a verejnou osobnou dopravou je možná z hľadiska priestorovej dostupnosti a časovej nadväznosti. Pod priestorovou dostupnosťou rozumieme ľahkú dostupnosť verejnej osobnej dopravy z parkoviska, či už z hľadiska vzdialenosti, alebo aj bezbariérovosti. Časovú nadväznosť verejnej osobnej dopravy na individuálnu automobilovú dopravu vzhľadom na jej stochastický charakter možno len prispôbením intervalu medzi spojmi verejnej dopravy v závislosti od sledovanej intenzity príchodu osobných automobilov, napr. na záchytné parkovisko, od čoho bude závisieť dopyt po verejnej doprave.

ZÁVER

Vzhľadom na predpokladaný ďalší nárast mobility obyvateľov a obmedzené zdroje na ďalšiu výstavbu dopravnej infraštruktúry pre dynamickú, ako aj statickú dopravu, je veľmi pravdepodobné, že všetkým väčším mestám a mestským aglomeráciám budú narastať už aj dnes veľké problémy s trvalo udržateľnou dopravou. Najväčší problém sa javí v oblasti individuálnej automobilovej dopravy, ktorá v mestských aglomeráciách okrem iných negatívnych vplyvov na životné prostredie stále viac „bojuje“ s kongesciami a problémami pri parkovaní a odstavovaní osobných automobilov.

Vo všeobecnosti sa deklaruje ako schodné riešenie tohto problému podporovanie rozvoja verejnej osobnej dopravy ako plnohodnotnej alternatívy k individuálnej doprave. V zásade však možno povedať, že samostatné zlepšenie verejnej osobnej dopravy individuálnu automobilovú dopravu neobmedzí, ale dobrá verejná osobná doprava spolu s opatreniami

na zabezpečenie regulácie statickej a integrácie verejnej a individuálnej dopravy do jedného dopravného systému je nutným predpokladom redukcie individuálnej automobilovej dopravy v mestských aglomeráciách kvôli zachovaniu dopravnej znesiteľnosti a urbanistickej funkcie území, vrátane historických centier miest.

Poznámka:

Príspevok vznikol v rámci riešenia grantového projektu KEGA 012ŽU-4/2012 „Inovácia metód výučby laboratórneho dopravného výcviku v študijnom programe železničná doprava“ na Fakulte prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline.

LITERATÚRA

- [1] BREZOVSKÝ, J.: Mestská logistika je plná obmedzení, In: Systémy logistiky, ročník 6, číslo 35, str. 10-11, ATOZ Marketing services, spol. s r. o., Praha 2012
- [2] HOLLÁREK, T., KUŠNIEROVÁ, J.: Doprava v územnom plánovaní, VSDŠ, Žilina 1996
- [3] KOVÁČ, M., DOLINAYOVÁ, A., HARMANOVÁ, D., KENDRA, M., TISOŇOVÁ, G., ZÁVODSKÝ, T.: Osobná preprava 1, EDIS - Žilinská univerzita v Žiline, 2011
- [4] KALAŠOVÁ, A., SUROVEC, P.: Upokojená doprava, EDIS, Žilina 2007
- [5] POLIAK, M., KONEČNÝ, V.: Trh hromadnej osobnej dopravy a jej financovanie, EDIS Žilinská univerzita v Žiline, Žilina 2009



POSÚDENIE VEREJNEJ OSOBNEJ DOPRAVY MEDZI MESTAMI KOŠICE - PREŠOV

ASSESSMENT OF THE PUBLIC TRANSPORT BETWEEN CITIES KOŠICE - PREŠOV

Daniela Marasová^{1*}, Nikoleta Husáková¹

¹ TU v Košiciach, Fakulta BERG, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského 14,
042 00 Košice, SR

Abstract

Article aims to assess the state of public transport in the transport arm Košice - Prešov, finding probable reserves. The aim of the article is a proposal to public transport services in order to improve transport services with reference to the greater possibilities of rail passenger services. This work is a comparison of the range and quality of services between different modes of public transport and to propose solutions to improve the quality of travel in terms of the traveling public and increase the efficiency of transport operations by carriers.

Keywords: transportation, city, train

ÚVOD

Globálnym cieľom operačného programu Doprava je podpora trvalo udržateľnej mobility prostredníctvom rozvoja verejnej osobnej dopravy a jej infraštruktúry. Opatrenia tohto programu majú podporovať rozvoj dopravnej infraštruktúry v menej rozvinutých regiónoch Slovenskej republiky, modernizáciu vybranej železničnej a cestnej siete, podporu verejnej dopravy zavedením integrovaných dopravných systémov.

Koordináciu medzi obomi druhmi dopravy rieši Zákon o doprave na dráhach č. 514/2009 Z. z. a Zákon o cestnej doprave č. 168/1999 Z. z. [1]. V zmysle Zákona o cestnej doprave objednávateľ vychádza z plánu dopravnej obslužnosti pri udeľovaní dopravných licencií a schvaľovaní cestovného poriadku. Dopravná obslužnosť má byť zabezpečená prepojením pravidelnej autobusovej dopravy a železničnej osobnej dopravy s cieľom, aby sa zamedzilo súbežnej doprave. Zákon o doprave na dráhach zasa ustanovuje, že v prípade súbežnej dopravy má prednosť železničná doprava. V súčasnosti sa často obchádza pri schvaľovaní cestovných poriadkov v cestnej doprave rešpektovanie exkluzivity železničnej dopravy.

* Korešpondujúci autor

Tel.: +421 55 602 3147, e-mail: daniela.marasova@tuke.sk

Podiel železničnej dopravy vo výkonoch osobnej dopravy predstavuje 6 % prepravných výkonov. Investície do železničnej infraštruktúry sú podstatne menšie ako do infraštruktúry cestnej. Súvisí to s dlhodobým úsilím SR dokončiť výstavbu hlavnej osi diaľničnej siete medzi Bratislavou a Košicami. Objem dotovaných výkonov železničnej osobnej dopravy tvorí približne $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$ dotovaných výkonov prímestskej a mestskej osobnej cestnej dopravy. Je potrebné poznamenať, že nízka výška dotácií do železničnej osobnej dopravy zabraňuje tvorbe dostatočných zdrojov na obnovu a modernizáciu vozidlového parku.

1. ANALÝZA OSOBNEJ DOPRAVY MEDZI MESTAMI KOŠICE A PREŠOV

Doprava je odvetvím, ktoré vo výraznej miere ovplyvňuje životné prostredie. Železničná doprava je chápaná ako nosný, hromadný a ekologický spôsob dopravy [2]. Individuálna automobilová doprava je v ukazovateli „Emisie CO“ 11x a v ukazovateli „Emisie CO₂“ 2x väčším znečisťovateľom ovzdušia ako železničná osobná doprava [3].

2.1 Popis úseku Košice - Prešov

Trasa medzi mestami Košice a Prešov (o dĺžke 34 km) prechádza územím Košického a Prešovského samosprávneho kraja a je delená približne na polovicu. Jej dĺžka je 34 km. Cestná trasa nie je súbežná s trasou železničnou, čo je spôsobené historickými danosťami a geografickými pomermi. Kým cestná trasa prechádza údolím rieky Torysa, železničná sčasti prechádza údolím rieky Hornád.

Železničná osobná doprava v úseku Košice - Prešov je prevádzkovaná po trati v správe Železníc Slovenskej republiky. Železničná stanica Kysak delí tento úsek na dve časti: na trať č. 180, a zároveň je odbočnou stanicou pre trať č. 188 Kysak - Prešov - Plaveč. V súčasnom GVD 2012/2013 premáva denne v úseku Košice - Prešov jeden pár rýchlikov, ktoré zabezpečujú spojenie mesta Prešov s hlavným mestom Bratislava cez Košice a Zvolen a 14 párov osobných vlakov Košice - Prešov resp. Košice - Prešov - Lipany. Cez víkendové dni jazdia vlaky s určitými obmedzeniami, nakoľko dopyt po preprave je najmä v sobotu nižší. Takmer všetky osobné vlaky zastavujú na všetkých zastávkach, čo umožňuje dopravnú obsluhu v trase celej aglomerácie medzi týmito mestami. Z hľadiska smerovania prepravných prúdov v osobnej preprave je významná stanica Kysak, ktorá je prestupnou pre diaľkových cestujúcich v smere severovýchod Slovenka - Prešov - Poprad - Žilina - Bratislava a opačne.

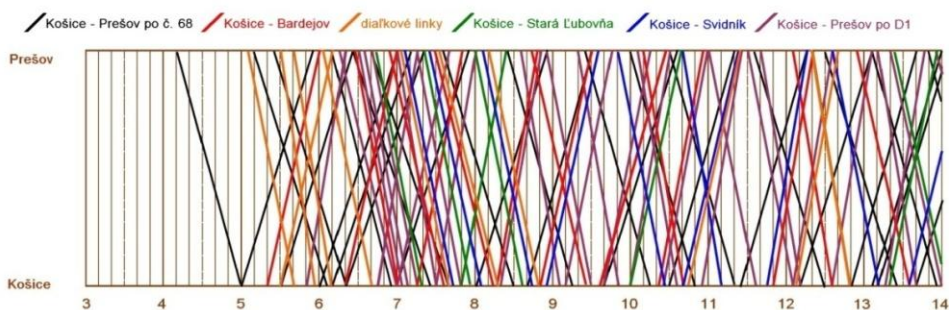
Verejnú autobusovú prepravu medzi mestami Košice a Prešov môžeme rozdeliť na miestnu, prímestskú a diaľkovú. Prímestská doprava je prevádzkovaná ako priame spojenie oboch miest bez medziľahlých zastávok po diaľnici D1, ktorá spája obe krajské mestá. Súbežne s ňou je prevádzkované spojenie po ceste 1. triedy č. 68, ktoré zabezpečuje dopravnú obsluhu obcí ležiacich na tejto trase (Budimír, Bretejovce, Janovík, Lemešany, Ličartovce, Drienovská Nová Ves, Kendice, Haniska). Ďalej je to spojenie po ceste III. triedy č. 068010 Drienov - Petrovany - Prešov, ktoré obsluhuje obce ležiace na východ od diaľnice D1 (Drienov, Petrovany). Všetku túto miestnu dopravu zabezpečujú dopravcovia Eurobus Košice a.s. a SAD Prešov a.s.. Vozidlový park prešiel u dopravcov rozsiahlejšou obnovou najmä za pomoci čerpania eurofondov. Je vekovo mladší a modernejší ako vozidlový park Železničnej spoločnosti. Prepravu zabezpečujú predovšetkým štandardné prímestské a diaľkové autobusy: Mercedes, Karosa, Iveco, Irisbus a SOR o kapacite 40 až 50 miest na sedenie s pohonnými agregátmi vyhovujúcim súčasným požiadavkám v súvislosti s ochranou životného prostredia (norma EURO IV, EURO V).

2.2 Analýza počtu spojení, časového rozloženia spojov, nadväznosti MHD

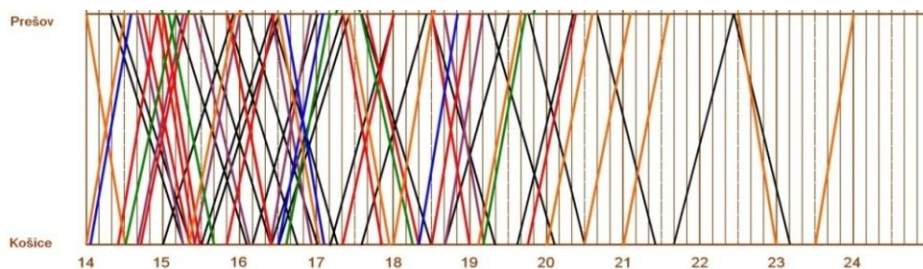
Počas pracovného týždňa premáva medzi oboma mestami z Košíc do Prešova 99 spojov, opačne 105. Cez víkendy sa hustota spojení podstatne znižuje. Detailnejšie to môžeme pozorovať v nasledujúcej *tabuľke 1*. Jednotlivé spoje a ich časové rozloženie je ešte názornejšie na sieti grafikonu (*obrázok 1*, *obrázok 2*).

Tabuľka 1 Počet autobusových spojení medzi Košicami a Prešovom [4]

Druh spoja :	Prímestské	Diaľkové	Medzištátne	Spolu
pracovný týždeň				
smer Prešov - Košice	89	9	7	105
smer Košice - Prešov	84	9	6	99
sobota				
smer Prešov - Košice	39	5	6	50
smer Košice - Prešov	37	6	5	48



Obrázok 1 Hustota a časové rozloženie autobusových spojení od 3.00 do 14.00



Obrázok 2 Hustota a časové rozloženie autobusových spojení od 14.00 do 24.00

Ich hustota je tak veľká, že prepravné sedlá v dennom čase sú badateľné iba v náznaku medzi 9.00 - 10.00 a 11.00 - 12.00 a vo večerných hodinách, kedy dopyt po preprave klesá. Prepravné špičky kulminujú ráno od 7.00 do 8.00 a popoludní od 15. do 17. hodiny. Nadväznosť mestskej hromadnej dopravy v oboch mestách. MHD v Košiciach a v Prešove je zabezpečovaná súkromnými dopravcami DPMK a Dopravným podnikom mesta Prešov a.s. Pravidelnosť a hustota spojení je primeraná tejto aglomerácii. Väčšina spojov je

organizovaná v intervale 15 - 30 minút, menej vyťažené spojenia v intervale 60 minút. Zastávky MHD sú v oboch mestách umiestnené bezprostredne pri areáloch železničných a autobusových staníc, čo umožňuje okamžitú nadväznosť dopravy. Do budúca sa v Košiciach počíta so zavedením Integrovaného dopravného systému, čo ešte viac umožní zvýšiť kvalitu poskytovaných služieb vo verejnej preprave. Porovnanie množstva spojení medzi oboma druhmi dopravy je uvedené v *tabuľke 2*.

Tabuľka 2 Porovnávacia tabuľka spojení, intervalov a tarifných bodov[4]

	VLAK	AUTOBUS
KOŠICE - PREŠOV	trať č. 180, 188	cesta 1.tr. č. 68 a diaľnica D1
Počet spojení prímestských obojsmerne za deň	30	175
Počet spojení diaľkových obojsmerne za deň	2	18
Počet spojení medzinárodných obojsmerne za deň	0	13
Priemerný interval spojení v jednom smere medzi 1. a posledným spojom	67,5 min	10,43 min
Cestovná doba	30 - 44 min	30 - 55 min
Cena obyčajného cestovného	1,62 €	1,85 - 1,9 €
Prerušenie cesty	áno	nie
Obce s tarifnými bodmi na trase	zastávkové spoje po trati č.188 - Košice, Ťahanovce, Kostoľany n. Hornádom, Trebejov, Kysak, Obišovce, Ličartovce, Drienovská N. Ves, Kendice, Haniska, Prešov	zastávkové spoje po ceste č.68 - Košice, Budímír, Bretejovce, Janovík, Lemešany, Ličartovce, Drienovská N. Ves, Kendice, Haniska, Prešov
Súbežnosť trasy	50 %	

2.3 Porovnanie oboch druhov dopravy

Na základe zistených atribútov u oboch druhov verejnej dopravy bola vypracovaná analýza silných a slabých stránok so zapracovaním príležitostí a hrozieb a následným bodovým hodnotením.

Metodika bodového hodnotenia. Pre porovnanie oboch druhov dopravy boli stanovené hodnotiace kritériá z hľadiska kvality dopravy, pričom každej z týchto kategórií bol pridelený koeficient významnosti tak, aby súčet týchto koeficientov bol rovný 1. Jednotlivé kategórie boli hodnotené kvalitatívnou metódou (subjektívne) alebo kvantitatívnou metódou (zistením merateľných hodnôt) hodnotením od 1 do 5, pričom hodnota 1 znamenala výborný výsledok a hodnota 5 výsledok nedostatočný. Výsledné údaje boli usporiadané do tabuľky so zvýraznenými farebnými škálami, kde škála blížiac sa k zelenej farbe znamenala pozitívny výsledok a škála bližšie k červenej farbe znamenala negatívny výsledok. Po pridaní príležitostí a hrozieb do *tabuľky 3* bol každý druh dopravy ohodnotený výslednou známku.

Tabuľka 3 Porovnanie silných a slabých stránok železničnej a autobusovej dopravy

Železničná doprava		KATEGÓRIA SILNÝCH A SLABÝCH STRÁNOK	Autobusová doprava	
Vážené hodnotenie	Hodnotenie	Váha - význam položky	Hodnotenie	Vážené hodnotenie
		Bezpečnosť		
0,18	1	0,18	2	0,36
		Rýchlosť		
0,34	2	0,17	2	0,34
		Cena		
0,28	2	0,14	3	0,42
		Frekvencia spojení		
0,44	4	0,11	1	0,11
		Pravidelnosť		
0,18	2	0,09	2	0,18
		Spofahlivosť		
0,16	2	0,08	2	0,16
		Prípoje		
0,21	3	0,07	3	0,21
		Komfort		
0,14	2	0,07	3	0,21
		Čistota		
0,1	2	0,05	2	0,1
		Kapacita		
0,04	2	0,02	3	0,06
		Ekologickosť dopravy		
0,02	1	0,02	2	0,04
Celkové hodnotenie		Súčet váh		Celkové hodnotenie
2,09		1		2,19

2.4 Zhodnotenie výsledkov analýzy

Na základe vykonania analýzy a jej vyhodnotenia je možné konštatovať nasledovné:

1. Autobusová doprava. Počet autobusových spojení medzi mestami Košice a Prešov je dostatočný. Pri priemernom počte 102 spojov denne v jednom smere a kapacite jedného vozidla cca 45 miest na sedenie, je celková denná kapacita cca 4600 miest. Priemerný interval jazdy následných spojov je menej ako 11 minút. Cestujúci ani v čase mierneho prepravného sedla nemusí poznať čas odchodu daného spoja podľa cestovného poriadku. Maximálne rozpätie medzi odchodmi následných autobusov v rozmedzí medzi 5. hodinou a 18. hodinou nepresiahne 30 minút. Počas dní pracovného voľna a pracovného pokoja je množstvo spojov primerane nižšie. Dĺžka cestovných časov je adekvátna hustote dopravy a rýchlostným obmedzeniam v doprave, ktoré vyplývajú z legislatívy. Priame spojenia bez zastávok po diaľnici D1 sú časovo výhodné. Najväčšie časové straty sú počas jazdy v aglomeráciách oboch miest. Cestovné je vyššie ako v železničnej doprave. Rozsah ponúkaných zliav je zasa nižší. Absentujú komerčné zľavy, najmä časové predplatné cestovné lístky (týždenné a mesačné). Vozidlový park je obnovený, prevažuje značka Iveco Irisbus Crossway (výrobok bývalej firmy Karosa - Vysoké Mýto ČR). Väčšina vozidlového parku nedisponuje klimatizačným zariadením (okrem diaľkových liniek). Kvalitatívne rezervy autobusovej dopravy spočívajú v absencii komerčných zliav, nižšom komforte a v prístupe k zákazníkom zo strany vodičov.

2. Železničná doprava. Počet vlakových spojení je nižší. Kapacitné možnosti železničnej infraštruktúry nie sú naplnené. Priemerný interval následných spojov je 68 minút. Kapacita vlakových súprav sa pohybuje v rozmedzí 240 - 360 miest na sedenie podľa druhu použitej súpravy a konkrétneho radenia vlaku. Celková denná kapacita sa môže pohybovať od 3600 do 5400 miest na sedenie. Vzhľadom na menšie množstvo spojení a väčšiu kapacitu je maximálny možný prepravný prúd výrazne diskrétny (veľké množstvo cestujúcich naraz). Za predpokladu plného nasadenia nových jednotiek radu 671 ZSSK do obehov je úroveň komfortu a celkovej kvality prepravy vysoká. Cena za prepravu je nižšia ako u autobusovej dopravy. Množstvo zliav umožňuje znižovať náklady na cestovné najmä u častých cestujúcich. Cestovný čas a rýchlosť sú primerané infraštruktúre. Významnejšie zrýchlenie môže priniesť zavedenie bezzastávkových vlakov. V úrovni kvality vozidlového parku sú zatiaľ značné rozdiely. Kvalitatívne rezervy železničnej osobnej dopravy sú najmä v menšej početnosti spojení, nepresnom takte a nekonzistentnosti vozidlového parku.

ZÁVER

Návrh železničnej taktovej dopravy je investične nenáročným riešením pre skvalitnenie prepravnej služby a zníženie negatívneho vplyvu verejnej osobnej dopravy na životné prostredie medzi mestami Košice - Prešov. Pri návrhu je potrebné zohľadniť východzie podmienky:

- Prispôbiť trasy navrhovaných vlakov dvojhodinovému taktu rýchlikov Košice - Bratislava - Košice v stanici Kysak tak, aby boli zachované prípoje z Prešova smerom na Bratislavu a opačne.
- Stanoviť počet a druh súprav potrebných na prevádzku.
- Navrhnuť trasy vlakov taktovej dopravy za podmienky dodržania pevných odchodov zo staníc a zastávok v tú istú minútu hodiny počas celého dňa.
- Dodržať všetky stanovené normatívne časy jazdy a prevádzkové intervaly.

Jednotlivé kroky pri vypracovaní návrhu:

1. Zakreslenie trás taktových rýchlikov Košice - Bratislava a opačne podľa polohy v GVD 2012/2013.
2. Určenie prevádzkovej potreby súprav na 3 elektrické jednotky radu 671, resp. 460 vzhľadom na to, že je výhodné z hľadiska obratu viesť trasy až do stanice Lipany.
3. Určenie vhodných staníc pre križovania protiidúcich súprav.
4. Zakreslenie trás vlakov v jednom takte podľa platných jazdných časov.

Kostru súčasných dopravno-obslužných systémov v zahraničí väčšinou tvoria nosné spojenia, ktoré smerujú zo spádových oblastí na všetky smery. Sú to prevažne spojenia železničnej dopravy a na ne nadväzujú vlakové alebo autobusové spojenia miestnej obsluhy, ktoré zabezpečujú prepravu do menších sídel alebo sídel bez železničnej dopravy. Podobné riešenie ponúka aj návrh jednohodinového taktu v železničnej osobnej doprave medzi mestami Košice a Prešov.

LITERATÚRA

- [1] Legislatíva v doprave - 1. časť : Cestná doprava. 1. Vyd. Košice : FBERG-TU, 2006. s. 66. ISBN 80-8073-699-5
- [2] GRENDEL, P.: Vysokorýchlostná železničná os Paríž - Bratislava. In: Železničná doprava a logistika. č. 2 (2008), s. 3-5. ISSN 1336-7943
- [3] Monitoring a analýza životného prostredia, VÚD Žilina
- [4] ČECH-ŠPIREK, J: Analýza verejnej osobnej dopravy medzi mestami Košice a Prešov. Bakalárska práca, F BERG TUKE, 2013, s.64



METODIKA HODNOTENIA LOGISTICKÉHO REŤAZCA VEREJNEJ OSOBNEJ DOPRAVY V KONTEXTE KVALITATÍVNYCH PRÍSTUPOV K REGIONÁLNEJ OBSLUŽNOSTI

THE EVALUATION METHODOLOGY OF PUBLIC TRANSPORT LOGISTIC CHAIN IN THE CONTEXT OF QUALITATIVE APPROACHES TO REGIONAL ACCESSIBILITY

Eva Nedeliaková^{1*}, Jozef Majerčák¹, Ivan Nedeliak²

¹ ŽU v Žiline, Fakulta Prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SR

² Železničná spoločnosť Cargo Slovakia, a.s., Odbor stratégie a rozvoja, Hviezdoslavova 31, 010 02 Žilina, SR

Abstract

Processes within the public transport logistic chain should be monitored, measured and evaluated using good quality solutions and advanced approaches to evaluation. The quality of the individual sub processes affecting increase the efficiency of the logistic chain, thereby affecting the level of customer satisfaction and the quality of the resulting value of regional accessibility. The paper defines a methodology for evaluating the logistic chain in terms of new quality models.

Keywords: public transport, logistic chain, evaluation methodology, quality models, regional accessibility

ÚVOD

Logistický reťazec v ponímaní verejnej osobnej dopravy možno definovať ako množinu prvkov usporiadaných systematicky tak, aby vytvárali bezpečnú, organizovanú a plynulú prepravu osôb, batožín a poskytovanie informácií, s cieľom „prekonať priestor a čas“. Môže byť viazaný na zákazníkov, objednávky, služby alebo územie. Logistický reťazec verejnej osobnej dopravy v rámci určitého regiónu v sebe zahŕňa pasívne a aktívne prvky. Úlohou aktívnych prvkov logistických systémov je uskutočňovať postupnosti činností a operácií

* Korešpondujúci autor
Tel.: +421 41 513 3409, e-mail: eva.nedeliakova@fpedas.uniza.sk

s pasívnymi prvkami. Pasívne prvky majú výlučne netechnologický charakter a svojou podstatou podmieňujú samotnú prepravu.

Medzi aktívne prvky možno zahrnúť:

- prepravu osôb a batožín,
- spôsob obsluhy dopravných prostriedkov a technických zariadení,
- nástup, výstup a prestup cestujúcich,
- sledovanie, meranie a hodnotenie logistického reťazca s využitím progresívnych prístupov k hodnoteniu,
- identifikáciu a zber, spracovanie, prenos a uchovávanie informácií; operácie s informáciami (so zdrojmi informácií), programy, prostriedky na automatické sledovanie a identifikáciu pasívnych prvkov, počítače, prostriedky a dátové siete na prenos údajov a správ,
- riadiaci pracovníci (subjekty rozhodovania), ktorí cielavedome ovplyvňujú fungovanie riadených zložiek (aktívnych prvkov) logistického systému,
- technologické postupy prác a spôsob ich vykonávania.

K pasívnym prvkom možno priradiť:

- dopravné a prepravné prostriedky, ktoré podmieňujú pohyb osôb,
- stanice, čakárne, nástupiská a zastávky,
- technické a pomocné prostriedky (predajné automaty, PC, wifi, atď.),
- technické zariadenia, ktoré fungujú v spojení s dopravnými komunikáciami (napríklad výhybky), budovami a manipulačnými plochami, inžinierske siete,
- dielne a haly na kontrolu, údržbu a opravu technických zariadení,
- informácie, ktorých pohyb je zabezpečený prostredníctvom tzv. nosičov informácií pred prepravou, počas prepravy a po preprave v rámci celého logistického reťazca verejnej osobnej dopravy v určitom regióne.

1. ŠPECIFICKÉ VLASTNOSTI HODNOTENIA LOGISTICKÉHO REŤAZCA VEREJNEJ OSOBNEJ DOPRAVY V RÁMCI REGIÓNU

Hodnotenie kvality služieb verejnej osobnej dopravy v rámci regiónu sa spája so špecifickými podmienkami dopravného trhu. V súčasnosti sú zákazníci čoraz viac nároční, požiadavky na kvalitu rastú a z toho musia vyplývať aj nové cesty hľadania progresívnejších prístupov k hodnoteniu kvality.

Dokumenty Európskej únie a normy pre riadenie kvality v oblasti verejnej osobnej dopravy zdôrazňujú, že kvalita sa aj v tejto sfére stáva kľúčom k trvalo udržateľnému rozvoju v zmysle zaistenia regionálnej obslužnosti zodpovedajúcej kvality a zároveň prispieva k splneniu ostatných cieľov, ako je bezpečnosť prepravy, optimalizácia dopravných a prepravných procesov, znižovanie počtu kritických miest v prepravných reťazcoch, ale aj princípov ekologickej zodpovednosti. Európske spoločenstvo začalo pred vyše dvadsiatimi rokmi uskutočňovať politiku zameranú na dosiahnutie väčšej dynamiky v tomto sektore s cieľom vybudovať stabilný trh opierajúci sa o trvalo udržateľný dopravný systém. [1]

Kvalitu logistického reťazca verejnej osobnej dopravy možno charakterizovať ako stupeň splnenia očakávaní zákazníkov poskytnutými službami alebo ako disharmóniu medzi očakávaním a vnímaním. Je schopnosťou poskytovateľa služieb vytvoriť (so spoluúčasťou zákazníka) požadovaný výkon na základe očakávaní zákazníka, na úrovni, ktorú požaduje. [1]

Kvalitu potom možno rozdeliť na:

- fyzickú (jej obsahom sú hmotné prvky logistického reťazca),
- spoločenskú (do jej obsahu patria image, dobré meno, reputácia),
- interaktívnu (interakcia personálu a zákazníkov, ako aj zákazníkov samotných).

V rámci požiadaviek na zaistenie regionálnej obslužnosti vystupuje do popredia nutnosť hodnotenia logistického reťazca verejnej osobnej dopravy s využitím progresívnych prístupov, kde je nutné brať do úvahy nasledujúce skutočnosti:

- identifikovať a aplikovať metódy potrebné pre systém manažérstva kvality,
- určiť postupnosť a interakciu týchto metód,
- určiť kritériá potrebné na zaistenie efektívneho prevádzkovania a riadenia procesov v rámci logistického reťazca,
- zaisťiť dostupnosť zdrojov a informácií nevyhnutných na zabezpečenie prevádzky a monitorovanie týchto procesov,
- zaviesť činnosti nevyhnutné na dosiahnutie plánovaných výsledkov a trvalého zlepšovania týchto procesov.

2. SÚBOR VHODNÝCH METÓD HODNOTENIA KVALITY LOGISTICKÉHO REŤAZCA VEREJNEJ OSOBNEJ DOPRAVY

Meranie a hodnotenie kvality znamená zisťovanie určitých prejavov znakov meraných objektov prostredníctvom vopred stanovených kritérií. V rámci postupu merania a hodnotenia kvality logistického reťazca musia byť stanovené konkrétne kritériá, ktorými môže byť kvalita posudzovaná, ako aj pravidlá priradenia, škály, stupnice, pomocou ktorých bude možné určiť úroveň kvality. Postupy meraní a hodnotení kvality možno všeobecne rozčleniť na nasledujúce:

- objektívne a subjektívne meranie a hodnotenie podľa kritérií posudzovania - objektívne je zamerané na pojem kvality vzťahujúci sa na produkt a subjektívne sa podriaďuje subjektívnym kritériám vnímania posudzovateľa kvality a jeho potrebám,
- meranie a hodnotenie orientované na dopyt, ponuku vrátane zamestnancov a manažmentu podniku - to znamená meranie z pohľadu zákazníka alebo podniku,
- podľa diferencovaného a nediferencovaného merania a hodnotenia - diferencované meranie, keď ide o určovanie kvality čiastkových procesov a služieb alebo v prípade nediferencovaného merania, kde sa určuje úroveň celkovej, výslednej kvality. [2]

3. METODIKA HODNOTENIA LOGISTICKÉHO REŤAZCA Z POHĽADU NOVÝCH MODELOV KVALITY

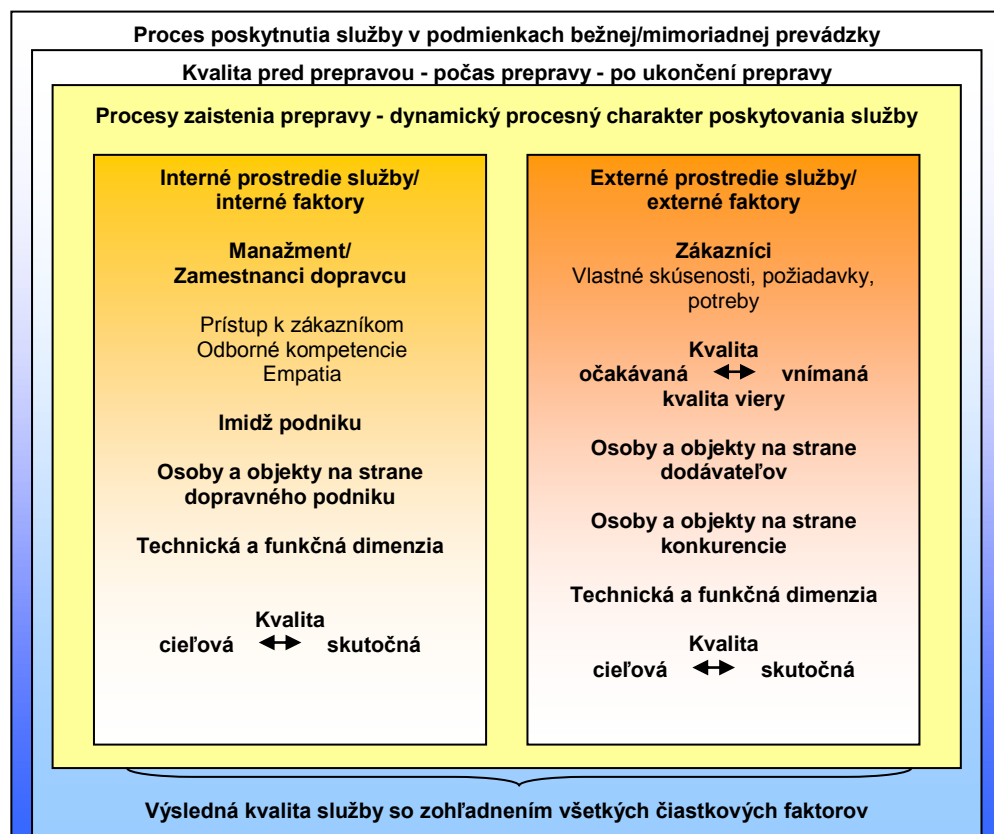
Vhodne zvolená metodika hodnotenia úrovne kvality logistického reťazca verejnej osobnej dopravy musí vyhovovať podmienkam v rámci regiónu, t.j. v prostredí dopravného trhu a v konkrétnych príkladoch, pre vytýpané stanice a traťové úseky poskytnúť relevantné výsledky a musí byť integráciou subjektívnych a objektívnych posúdení jednotlivých procesov v rámci logistického reťazca.

Metodika zahŕňajúca progresívne prístupy k hodnoteniu kvality musí v sebe obsahovať nasledujúce funkcie:

- zistiť jestvujúcu úroveň kvality služieb v rámci reťazca v konkrétnych podmienkach regiónu,
- odhaľovať príčiny nespokojnosti zákazníkov aj zamestnancov dopravných podnikov,
- odhaľovať silné a slabé stránky dopravcov, ale aj ich dodávateľov a konkurencie,
- poskytnúť relevantné údaje pre proces neustáleho zlepšovania kvality služieb,
- prinášať kvalifikované, merateľné výstupy s možnosťou vyhodnocovania trendov v kvalite služieb.

Kvalitu reťazca je nutné posudzovať z rôznych hľadísk ako uvádza *obrázok 1*. Je to z toho dôvodu, že kvalita je hodnotená inak v každej fáze prepravného reťazca, pred

prepravou, počas prepravy a po ukončení prepravy, iným spôsobom zo strany dopytu, alebo zo strany ponuky, inak v bežnej, či mimoriadnej prevádzke.



Obrázok 1 Oblasti ovplyvňujúce proces poskytnutia služieb [2]

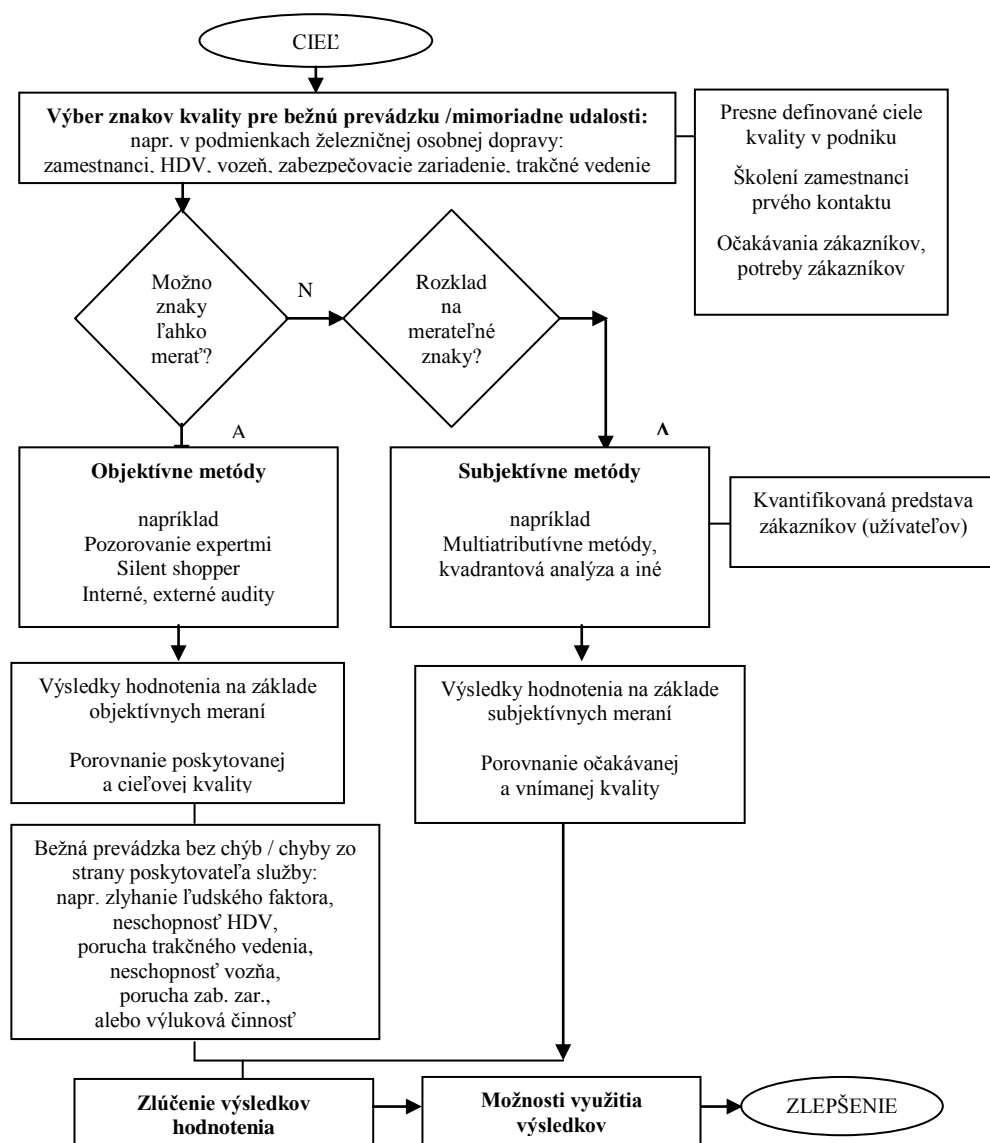
Technická dimenzia v sebe spája know-how dopravných podnikov, stav parku dopravných prostriedkov, zariadenie a priestory dopravcov, prípadne kvalitu manipulačných zariadení. Funkčná dimenzia sa týka vnútorných vzťahov v konkrétnom podniku (alebo u dodávateľa, či konkurencie), správania sa a postojov manažmentu a zamestnancov podnikov, ako aj udržiavania kontaktov so zákazníkmi. Výslednú kvalitu potom určujú diskrepancie kvality všetkých zúčastnených faktorov.

Z hľadiska zákaznícky orientovaného prístupu je vhodné orientovať sa na zákazníkov jestvujúcich aj potenciálnych s využitím niektorých z metód moderných princípov plánovania napr. modely **Zeithamlovej**, **Shostackovej**, či **Fiska a Grönroosa**.

Zamestnanecky orientovaný prístup musí zaistiť možnosť riadenia podniku oboma smermi, teda zhora nadol aj zdola nahor, s rešpektovaním skúseností zamestnancov prvého kontaktu. Pri hodnotení kvality z pohľadu zamestnancov možno využiť **diagram príčin a následkov**, či metódu s využitím **jednoduchého algoritmu**. Prístup orientovaný na procesy musí umožniť sledovanie všetkých čiastkových aj kľúčových procesov, kde možno využiť napríklad **model Donabedian**a s aplikáciami na dopravný podnik. [1]

Pri stanovení prístupu k hodnoteniu kvality dodávateľov možno uplatniť pri vymedzení kritérií kvality a váh dôležitosti napríklad **Saatyho metódu**.

Jedným z modelov využiteľných v metodike v rámci hodnotenia je **model Leonarda Berryho**, ktorý rozlišuje dve rozdielne dimenzie kvality, t.j. rutinnú a výnimočného stavu. V podmienkach verejnej osobnej dopravy možno využiť model Leonarda Berryho pri hodnotení kvality logistického reťazca v rámci regiónu tak, ako popisuje **obrázok 2**.



Obrázok 2 Model Leonarda Berryho [1]

Znaky dimenzie výnimočného stavu očakáva zákazník len vo výnimočných situáciách. Môžu byť zapríčinené slabším výkonom, chybou zo strany dopravcu, ako poskytovateľa služby, alebo výnimočnosť vzniká v súvislosti s nutnosťou neobvyklého prístupu k zákazníkovi, ktorý túto individuálnosť vyžaduje. [4]

ZÁVER

Metodika charakterizovaná v príspevku rešpektuje základné zásady systému manažérstva kvality a opiera sa o princípy dopravnej politiky. Prináša nový pohľad na kvalitu prepojením viacerých prístupov jej identifikácie, vychádzajúc z praktických skúseností a vedeckého poznania problematiky. Rozhodujúcim predpokladom zabezpečenia kvality podľa uvedenej metodiky je splnenie kritérií kvality, určených pre objekty identifikácie kvality.

Poznámka:

Príspevok je spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 1/0188/13 „Prvky kvality integrovaného dopravného systému pri efektívnom poskytovaní verejnej služby v doprave v kontexte globalizácie“, ktorý je riešený na Katedre železničnej dopravy, FPEDAS, Žilinskej univerzity v Žiline.

LITERATÚRA

- [1] NEDELIAKOVÁ, E.: Prístupy k meraniu a hodnoteniu kvality služieb v železničnej doprave. Habilitačná práca. ŽU v Žiline, 120 s., 2010
- [2] NEDELIAKOVÁ, E., DOLINAYOVÁ, A., NEDELIAK, I.: Manažment v železničnej doprave 2. EDIS, ŽU v Žiline, 2012, 164 s., ISBN 978-80-554-0479-0
- [3] MAJERČÁKOVÁ, E., MAJERČÁK, P.: Company supply chain relationships. In: Železničná doprava a logistika. vedecko-odborný časopis o železničnej doprave a preprave, logistike a manažmente. roč. 8, č. 1., s. 93-95, 2012, ISSN 1336-7943, dostupné na: http://zdal.uniza.sk/images/stories/clanky_pdf/archiv_ZDALu/zdal_2012-01.pdf
- [4] MAJERČÁK, P., MAJERČÁKOVÁ, E.: Základné kroky úspechu CRM v podniku. In: Finanční management. roč. 9, č. 5, 2012, s. 19 - 22, ISSN 1214-9292



MOŽNOSTI PROGNOZOVANIA PREPRAVNÝCH POŽIADAVIEK V REGIONÁLNEJ OSOBNEJ ŽELEZNIČNEJ DOPRAVE

POSSIBILITIES OF PROGNOSIS TRAFFIC DEMAND FOR REGIONAL RAILWAY PASSENGER TRANSPORT

Anna Dolinayová^{1*}

¹ ŽU v Žiline, Fakulta Prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SR

Abstract

Presently forecasting is of great importance in the railway passenger transport. Qualified estimate future performance will better set of activities and processes in the company and plan public transport in the region. When estimating future transportation requirements can be used mathematical-statistical methods or expert methods. Mathematical-statistical methods are objective and constructed models can be verified but it is important to know the reasons of passengers for the selection of the transport mode. The paper deals with prognosis methods which are applicable to forecasting of demand for railway passenger transport.

Keywords: forecasting, railway passenger transport, mathematical-statistical methods, expert methods

ÚVOD

Prognózovanie prepravných požiadaviek má veľký význam najmä pri tvorbe strategických a operatívnych plánov podniku. Kvalifikovaný odhad budúcich prepravných výkonov umožní lepšie nastaviť jednotlivé činnosti a procesy v podniku, t.j. optimalizovať ich. Prognostika ponúka množstvo metód na odhad budúceho vývoja, nie všetky sú však vhodné na prognózovanie v regionálnej osobnej železničnej doprave.

1. PROGNOSTICKÉ METÓDY

Pri tvorbe prognóz v oblasti osobnej železničnej dopravy, tak ako v každej inej oblasti, je potrebné najskôr určiť čo je predmetom prognózy a aké metódy alebo postupy sa majú pri

* Korešpondujúci autor
Tel.: +421 41 5133 424, e-mail: anna.dolinayova@fpedas.uniza.sk

tvorbe prognózy použiť. Prognostické metódy sú spravidla postupy a pravidlá vyvinuté v rôznych vedeckých odboroch, ktoré sa aplikujú na konkrétny predmet prognózovania. Výber metódy je ovplyvnený časovým horizontom, na ktorý sa prognóza spracúva, charakterom a dostupnosťou vstupných informácií, požiadavkami na presnosť a spoľahlivosť prognózy a v neposlednom rade finančnými možnosťami. [1]

Prognostické metódy možno deliť z dvoch základných hľadísk - metodologického a metodického. Pri metodologickom hľadisku je dôležité, či sa pri prognózovaní postupuje od analýzy za predchádzajúce obdobie do budúcnosti (minulosť → súčasnosť → budúcnosť) alebo od žiaduceho stavu v budúcnosti k ovplyvňovaniu súčasnosti (žiaduca budúcnosť → súčasnosť). Rozlišujú sa metódy:

- exploratívne (prieskumové) - skúmanie budúcnosti na základe podrobnej analýzy historických informácií a súčasnosti s cieľom vytvoriť predstavu o budúcnosti. Tieto metódy poskytujú alternatívne smery vývoja vo vede, ekonomike doprave a pod. na základe variantných predpokladov;
- normatívne (cieľové) - metódy vychádzajú z vopred určeného cieľa, ktorý sa má v budúcnosti dosiahnuť a ich cieľom je poskytnúť variantné cesty vedúce k naplneniu tohto cieľa. [2]

Z metodického hľadiska možno prognostické metódy členiť do troch základných skupín:

- objektívne - využívajú matematicko-štatistické postupy, t. j. prognóza sa vytvára formalizovaným spôsobom. Vyžadujú si použitie veľkého množstva empirických údajov, ktoré sú zachytené v určitých po sebe nasledujúcich časových okamihoch. Prognózy sú najčastejšie zhotovované pomocou modelov časových radov, kauzálnych modelov a extrapoláčnych techník s využitím kvantitatívnych ukazovateľov. Výsledkom týchto metód je spracovanie prognózy so štatisticky overenou mierou spoľahlivosti na vopred stanovenej hladine významnosti,
- subjektívne - označované aj ako expertné, vyznačujú sa využívaním úsudkov od odborníkov (expertov), ktoré sú získavané vopred stanoveným postupom. Základom úspechu týchto metód je výber expertov (členov expertného tímu) a výber metódy vhodnej pre daný prognózovaný jav. Medzi najznámejšie a najčastejšie používané subjektívne prognostické metódy patria delfská metóda, brainstorming, prehľad zámerov a strom významnosti. Pri prognózovaní vývoja prepravných požiadaviek je vhodné použitie subjektívnych prognostických metód, keď nemožno dostatočne presne popísať prognózovaný jav prostredníctvom kvantitatívnych ukazovateľov, tieto ukazovatele nemožno zistiť (napr. v minulosti sa štatisticky nesledovali) alebo v budúcnosti bude prepravné požiadavky ovplyvňovať skutočnosť, ktorá sa v minulosti nevyskytovala,
- systémové - ide o postupy prognózovania, pri ktorých sú využívané objektívne aj subjektívne prognostické metódy. Medzi najznámejšiu systémovú prognostickú metódu patrí metóda scenárov. Pri súčasných rýchlo sa meniacich podmienkach sú najvhodnejšími metódami na prognózovania prepravných požiadaviek v osobnej doprave. [3]

Výber konkrétnej prognostickej metódy je veľmi často ovplyvňovaný vstupnými informáciami, ktoré sa delia rovnako ako prognostické metódy z metodického hľadiska.

Objektívne informácie sú najčastejšie vyjadrené kvantitatívne, sú evidované pravidelne v určitých časových okamihoch (ich zisťovanie je často krát podmienené zákonom, napr. Zákon o štátnej štatistike) a zvyčajne aj zverejňované (napr. publikované štatistické dáta, informácie zo štátnych štatistických zisťovaní a pod.).

Subjektívne informácie môžu byť kvantitatívneho aj kvalitatívneho charakteru. Zväčša ide o názory odborníkov alebo výsledky uskutočnených prieskumov. Pri ich spracovaní a využívaní pri tvorbe prognózy je potrebné postupovať opatrne s uvedomením si odlišností, ktoré môžu vzniknúť (napr. respondent sa v skutočnosti nemusí správať tak ako proklamoval v dotazníku).

Systémové informácie sú väčšinou už spracované prognózy pre jednotlivé časti prognózovaného javu. Využívajú sa ako segmenty na spracovanie výslednej komplexnej prognózy.

2. PROGNOZOVANIE PREPRÁVNÝCH POŽIADAVIEK VYUŽITÍM MATEMATICKO - ŠTATISTICKÝCH METÓD

Matematicko - štatistické metódy sú vhodné na prognózovanie prepravných požiadaviek v regionálnej osobnej železničnej doprave v prípade, že nás zaujíma vývoj v krátkom časovom období a neexistuje výrazná možnosť zmeny niektorých faktorov, ktoré ovplyvňujú dopyt po osobnej železničnej doprave v riešenom regióne. V súčasnosti existuje množstvo softvérových produktov, ktoré umožňujú veľmi rýchlo zostaviť model vrátane jeho štatistickej verifikácie a zostaviť prognózu. Dôležité je vedieť vybrať si správny model pre riešené územie v danom čase. Veľmi často manažéri pri odhade vývoja prepravných požiadaviek na ďalšie obdobie využívajú len jednoduchú analýzu časových radov, t.j. prepravné požiadavky odhadnú len na základe vývoja daného ukazovateľa v minulosti bez skúmania faktorov, ktoré tento ukazovateľ ovplyvňovali. Presnejšie výsledky pri prognózovaní poskytujú regresné modely. Možno ich deliť do dvoch základných skupín:

- jednoduché regresné modely,
- viacnásobné regresné modely.

Jednoduché regresné modely skúmajú vývoj prepravných požiadaviek vzhľadom na jeden faktor, ktorý môže tento vývoj ovplyvňovať. Pri viacnásobných regresných modeloch sú brané do úvahy viaceré faktory ovplyvňujúce vývoj prepravných požiadaviek súčasne v jednom modeli.[4] Týchto faktorov je veľmi veľa a nie všetky sú štatisticky sledované. Možno ich rozdeliť do nasledujúcich oblastí:

- legislatíva,
- environmentálna politika,
- hospodársky rozvoj,
- zloženie obyvateľstva,
- kvalita ponúkaných služieb,
- preferencie cestujúcich.

Legislatívne podmienky rámcovo určujú, ktorý druh dopravy by mal byť preferovaný pri zabezpečovaní dopravnej obsluhy územia v prípade, že existuje možnosť výberu. V súčasnosti je v Zákone o doprave na dráhach č. 514/2009 Z. z. v § 20 zakotvené: „Objednávateľ dopravných služieb musí vypracovať plán dopravnej obslužnosti tak, aby riešil efektívnosť a hospodárnosť zabezpečovania dopravnej obslužnosti, najmä racionálne usporiadanie dopravných služieb, odstránenie neúčelných paralelných trás a liniek a vytvorenie funkčnej nadväznosti verejnej autobusovej dopravy na železničnú verejnú osobnú dopravu. V súbežnej doprave má prednosť železničná doprava.“

Environmentálna politika ovplyvňuje predovšetkým využívanie individuálnej automobilovej dopravy. V prípade, že ide o územie, ktoré je chránené, osobné automobily majú buď úplne zakázaný vjazd alebo je obmedzený vysokými poplatkami. V takomto prípade je vyšší predpoklad využívania verejnej osobnej dopravy a v prípade, že existuje železničné spojenie je aj častejšie využívané. Rovnaký efekt má zavádzanie vyšších poplatkov za parkovanie v centrách miest, príp. spoplatnenie vjazdu vozidiel do miest.

Najvýraznejšie sa na dopyte po osobnej železničnej doprave prejavuje hospodársky rozvoj. Zvýšenie hospodárskeho rozvoja regiónu so sebou prináša zvýšenie možností zamestnania, a tým zvýšené nároky na cestovanie, ale veľmi často sú v hospodársky vyspelých regiónoch zabezpečované individuálnou automobilovou dopravou. Súvisí to najmä so súčasne sa zvyšujúcou životnou úrovňou obyvateľstva, ktorá sa prejaví v zvýšení

čistých mesačných príjmov a cestujúci začínajú preferovať čas prepravy a dostupnosť. [5] Výnimku tvoria tie oblasti, kde cestná infraštruktúra v špičkách kapacitne nepostačuje, t.j. dochádza ku kongesciám. V takomto prípade, pri zabezpečení kvalitnej železničnej osobnej dopravy za primeranú cenu, je určitá časť cestujúcich ochotná prejsť na železničnú dopravu (napr. relácia Bratislava - Komárno). Štatisticky možno sledovať napr. vplyv zmeny priemernej mesačnej mzdy alebo HDP na zmenu využívania osobnej železničnej dopravy.

Údaje o zložení obyvateľstva v riešenom regióne sú dôležité z pohľadu plánovania kapacity dopravných prostriedkov najmä v čase špičiek (dochádzka do zamestnania a škôl). Demografický vývoj v danom regióne ovplyvňuje požiadavky na dopravu ako takú, ale nemožno uvažovať, že so zvyšovaním, resp. znižovaním počtu obyvateľov v jednotlivých kategóriách budú rovnako narastať alebo klesať prepravné požiadavky v osobnej železničnej doprave.

Veľmi dôležitou oblasťou je kvalita ponúkaných služieb. Tá je ovplyvnená množstvom faktorov ako sú: dopravná infraštruktúra (kapacita, technický stav, dostupnosť staníc a zastávok a pod.), dopravné prostriedky (kapacita, technický stav, prevádzkový stav, hlučnosť a pod.), samotný prepravný proces (rýchlosť premiestnenia, početnosť spojov, pravidelnosť, koordinácia cestovných poriadkov, prístup k informáciám a pod.).

Vo všetkých hore uvedených oblastiach existujú údaje, ktoré sú štatisticky sledované alebo sa dajú zistiť z podnikových výkazov, ale aj také, ktoré sa štatisticky sledovať nedajú vzhľadom na časovú a finančnú náročnosť. Preto je dôležité pri odhadoch budúceho vývoja prepravných požiadaviek využívať aj expertné metódy prognózovania.

3. PROGNOZOVANIE PREPRAVNÝCH POŽIADAVIEK VYUŽITÍM EXPERTNÝCH METÓD

Zo spektra expertných metód sú na prognózovanie prepravných požiadaviek v regionálnej osobnej železničnej doprave vhodné také metódy, ktoré priamo zisťujú u súčasných alebo potenciálnych používateľov železničnej dopravy ich požiadavky na dopravu. Aby bol dotazník relevantný, treba získať dostatočný počet odpovedí od respondentov (v štúdiách sa uvádza okolo 380 vyplnených dotazníkov), ktorí by mali tvoriť tzv. reprezentatívny výber, t.j. taký výber, ktorý zodpovedá nasledujúcim požiadavkám:

- štruktúre obyvateľstva - napr. percento vyplnených dotazníkov od ekonomicky aktívneho obyvateľstva by malo zodpovedať percentu ekonomicky aktívneho obyvateľstva v skúmanom regióne,
- rozloženiu obyvateľstva v jednotlivých územných celkoch - napr. pri skúmaní za oblasť kraja je potrebné dodržať percentuálne zastúpenie počtu vyplnených dotazníkov podľa jednotlivých okresov,
- štatisticky sledovanému využitiu jednotlivých druhov dopravy v regióne.

Pri zisťovaní požiadaviek cestujúcich v jednotlivých regiónoch (napr. pre potreby zabezpečenia kvalitnej dopravnej obslužnosti v regióne) treba uskutočniť dotazníkový prieskum osobitne v tých oblastiach kraja, ktorých sa hospodárska a demografická charakteristika navzájom odlišuje. Iné požiadavky na dopravu budú mať obyvatelia v hospodársky vyspelých častiach regiónu, kde je dostatok pracovných príležitostí a iné, kde je vysoká nezamestnanosť.

V dotazníku musia byť len otázky týkajúce sa dopravy, resp. požiadaviek zákazníka na prepravu, pretože v prípade iných typov otázok nebudú respondenti ochotní na takéto dotazníky reagovať. Okrem všeobecných otázok (okres bydliska, skupina obyvateľstva, počet členov domácností a pod.) by mali byť v dotazníku otázky otvoreného aj uzatvoreného typu. Cieľom otázok, kde majú respondenti možnosť výberu, je snaha zistiť preferencie cestujúcich pri výbere druhu dopravy z vopred definovanej množiny (napr. čas prepravy, frekvencia spojov, cena za prepravu, bezpečnosť a pod.). Pri otvorených otázkach možno zistiť „zámer cestujúceho“ (prečo využíva konkrétny druh dopravy na určité cesty, aké sú

jeho požiadavky na prepravu, za akých okolností by bol ochotný využívať osobnú železničnú dopravu a pod.).

Aj pri dodržaní všetkých všeobecných zásad tvorby dotazníka a požiadaviek na dodržanie reprezentatívosti výberového súboru treba pri spracovaní, analýze a interpretácii výsledkov z dotazníkového prieskumu počítať s určitou odchýlkou, ktorá súvisí predovšetkým so zachovaním správania sa respondentov v budúcnosti v súlade s proklamovaným správaním v dotazníku a pod. Metóda Prehľad zámerov je náročná z časového aj finančného hľadiska. Vyplnené dotazníky musia byť nielen od respondentov, ktorí využívajú verejnú osobnú dopravu, ale aj individuálnu automobilovú dopravu.

Ďalšou z expertných metód využiteľných pri prognózovaní prepravných požiadaviek v regionálnej osobnej železničnej doprave je metóda analógie. Metóda analógie sa zaraďuje ku komparatívnym metódam, pričom sa porovnávajú a hodnotia podobné javy a procesy, ktoré nastali v minulosti alebo v analogickom regióne. Možno ju využiť napr. pri prognózovaní prepravných výkonov, ak sa v skúmanom regióne plánuje zaviesť integrovaný dopravný systém (IDS). Po zavedení IDS v regionálnej osobnej doprave takmer vždy dochádza k zvýšenému dopytu po takejto doprave. Pre manažérov dopravných podnikov je však dôležité poznať v akom časovom období a o koľko sa prepravné požiadavky zvyšujú.

Pomocou metódy analógie možno odhadnúť budúci vývoj s vyšším percentom úspešnosti, ak sa dodržia nasledujúce zásady:

- správny výber porovnávacieho regiónu (veľkosť, hospodárstvo, demografia a pod.),
- uskutočnenie podrobnej analýzy faktorov ovplyvňujúcich dopyt po preprave v porovnávanom regióne,
- uskutočnenie podrobnej analýzy faktorov ovplyvňujúcich dopyt po preprave v riešenom regióne.

Metóda analógie sa môže využívať nielen v prípade pozitívneho vývoja v minulosti, ale aj negatívneho, predovšetkým na vyvarovanie sa chýb z minulosti.

ZÁVER

Pre každé rozhodnutie je potrebné veľké množstvo informácií o budúcom vývoji sledovaných veličín. Manažéri železničných dopravných podnikov zaoberajúcich sa osobnou dopravou musia mať pri tvorbe plánov na budúce obdobie odhad o prepravných výkonoch, pretože tieto majú dopad na tržby, jednotlivé nákladové položky, využitie železničných koľajových vozidiel a pod. Matematicko-štatistické modely sú jedným z nástrojov, ktoré uľahčujú manažérom rozhodovanie. Nie vždy je však možné zostaviť model, ktorý by zahŕňal všetky faktory, ktoré daný rozhodovací proces ovplyvňujú, resp. by takýto model bol veľmi zložitý. Aj pri konštrukcii modelu s vysokou validitou netreba zabúdať na to, že nositeľmi prepravných výkonov sú cestujúci, ktorých rozhodnutia o výbere dopravného prostriedku môžu byť závislé aj od iných faktorov ako zahŕňa model. Je dôležité poznať dôvody rozhodovania sa jednotlivých skupín obyvateľstva pre ten ktorý druh dopravy. Na uskutočnenie dobrých manažérskych rozhodnutí v osobnej železničnej doprave treba spájať informácie, ktoré nám poskytujú matematicko-štatistické modely so znalosťami o prepravnom trhu a požiadavkách a potrebách cestujúcich.

LITERATÚRA

- [1] DOLINAYOVÁ, A., NEDELIÁKOVÁ, E.: Prognózovanie pre manažérov dopravy. Iura Edition, Bratislava 2010. Prvé vydanie. 149 s. ISBN 978-80-8078-306-8
- [2] ORAVA, F.: Prognostické inžinýrství v doprave, Univerzita Pardubice, Pardubice 2000, ISBN 80-7194-245-6
- [3] VINCÚR, P.: Makroekonomická analýza a prognóza, Sprint Bratislava, 2000, ISBN 80-88848-65-2

- [4] DOLINAYOVÁ, A.: Možnosti prognózovania vývoja osobnej prepravy v meniacich sa podmienkach. In: Perner'scontacts, IV. ročník, číslo 1/2009, ISSN 1801-674, str.. 42 - 49
- [5] KENDRA, M.: Dopyt po verejnej osobnej doprave. In: Horizonty železničnej dopravy 2011. Medzinárodná vedecká konferencia: Terchová, Slovak Republic, September 29th and 30th, 2011. Žilina: Žilinská univerzita, 2011. ISBN 978-80-554-0426-4. s. 103-107
- [6] DOLINAYOVÁ, A.: Možnosti využitia metódy analýzy súvislostí a prehľadu zámerov pri prognózovaní prepravných požiadaviek v železničnej doprave. In: Perner'sContacts. ISSN 1801-674X. 2011. Vol. 6, No. 4 (2011), s. 30-37



DIAGNOSTIKA KOLEJE S VYUŽITÍM DYNAMICKÉHO STABILIZÁTORU

TRACK DIAGNOSTICS WITH USE OF DYNAMIC TRACK STABILISER

Hana Krejčířiková^{1}, Martin Lidmila¹*

¹ ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra železničních staveb, Thákurova 7,
166 29 Praha, ČR

Abstract

Yet, any national railway administration hasn't stated any technical criteria for assessment of track condition considering required maximum speed. Knowledge of desirable track stiffness and track response to axle loads, accordant to the required maximum speed, would bring significant financial savings. Utilization of a dynamic track stabilizer seems to be a possible solution.

Keywords: track stiffness, deflection, dynamic track stabilizer, rail, track maintenance

ÚVOD

V současnosti nemají železniční správy stanoveny technické parametry pro hodnocení stavu tuhosti koleje s ohledem na požadovanou rychlost jízdy vozidel. Znalost potřebné tuhosti koleje, která by odpovídala požadované rychlosti jízdy železničních vozidel by znamenala značné finanční úspory, protože stanovení potřebné údržby koleje je dnes odvozené ze zkušenosti.

V zahraniční dokumentaci se uvádí, že problematikou kontinuálního měření tuhosti se zabývají některé zahraniční železniční správy, výzkumné ústavy a univerzitní pracoviště. Předpokládá se, že změřené hodnoty kontinuální tuhosti koleje umožní provádět strategii optimálních udržovacích prací na provozovaných tratích.

U švédských železnic byla v letech 1999 - 2002 vyvinuta metoda Banverket (Schwedish National Rail Administration), kde se ke zjištění kontinuální tuhosti kolejnicových pásů užívá adaptovaný měřicí vůz, na kterém byl mezi podvozky ve středu vozu namontován speciální zatěžovací vozík umožňující statické zatížení kolejnicových pásů silou 60 kN s dynamickým přitížením 20 kN. Při určování tuhosti se měří síla působící na kolejnicové pásy a vertikální zrychlení, ze kterého se vypočítá pokles kolejnicového pásu. Úkol byl řešen v rámci projektu

* Korešpondující autor
Tel.: +420 224 354 756, e-mail: krejcirikova@fsv.cvut.cz

EU označovaného jako Euroballt II (European Research for Optimised Ballasted Track). Tato metoda je dále rozvíjena.

V USA byla již v roce 2001 zjišťována kontinuální tuhost kolejnicových pásů pomocí dvou vyvinutých měřících vozů, ve kterých byly ve středu osazeny měřící osy umožňující vertikální zatížení 4 - 267 kN. Měření poklesu kolejnicových pásů bylo provedeno bezkontaktními laserovými snímači. Ověřovací měření byla provedena v TTCl (The Transportation Technology Center Inc.) v Pueblu.

V Holandsku byla na Universitě v Delftu vyvinuta nová metoda High Speed Deflectograph umožňující měření poklesu kolejnicových pásů při dynamickém zatížení. K měření poklesů se užívají laserové snímače.

Z přehledu zahraničních výzkumných prací v řešení problematiky zjišťování kontinuální tuhosti kolejnicových pásů je patrné, že i v zahraničí je řešena otázka využití znalostí kontinuální tuhosti kolejnicových pásů ke stanovení optimální potřeby udržovacích prací na železničním svršku. Zatím není stanovena jednotná metodika měření, protože dosavadní způsoby měření se pouze ověřují. Sjednocení jednotlivých metod měření a použití měřících zařízení je nutné, protože zjištění poklesů kolejnicových pásů je odvislé nejen od konstrukce měřícího vozu, velikosti zatížení působícího na kolejnicový pás, ale i od konstrukce železničního svršku (zejména od konstrukce upevnění kolejnice k podkladu) a především od rychlosti zatěžování (rychlosti jízdy zatěžovacího vozidla).

U RENFE z měření provedených na trati Madrid - Sevilla, která slouží jen osobní dopravě, činí výsledná tuhost $83 \text{ kN}\cdot\text{mm}^{-1}$. Ve studii vypracované pro potřeby RENFE se uvádí, že výsledná pružnost koleje je úzce spojena s nutností údržby. Vysoká pružnost koleje znamená velké pohlcování vibrací a tím menší vliv na opotřebení šterku a menší vliv na deformaci koleje. Problematika nevhodnější tuhosti železniční koleje se tak stává předmětem úvah vyspělých železničních správ.

U nás byly první práce na měření kontinuální tuhosti tratě prováděny v rámci projektu GAČR GA103/00/0200 v letech 2000 až 2002 [1]. Jedním z výstupů projektu byl vývoj stroje pro kontinuální měření tuhosti (SKMT), který konstrukčně vycházel z podbíječky A 400.1. Stroj SKMT byl ověřován v podmínkách regionální, celostátní i koridorové tratě. Provedená experimentální měření kontinuální tuhosti kolejnicových pásů potvrdila, že tuhost kolejnicových pásů je nová komplexní charakteristika železničního svršku, která ovlivňuje jízdu železničních vozidel. Po ukončení grantového projektu však nebyla tato metoda dále rozvíjena. Na výsledky projektu GA103/00/0200 bylo navázáno v roce 2012 projektem TAČR Kontinuální monitoring únosnosti pražcového podloží železničních tratí (TA01030516 [2]). Tento projekt má za cíl zefektivnění metodiky zjišťování kvality a únosnosti konstrukčních vrstev pražcového podloží. V rámci tohoto projektu bylo experimentálně ověřováno použití dynamického stabilizátoru DGS 90N jako stroje pro kontinuální měření svislé deformace koleje.

1. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

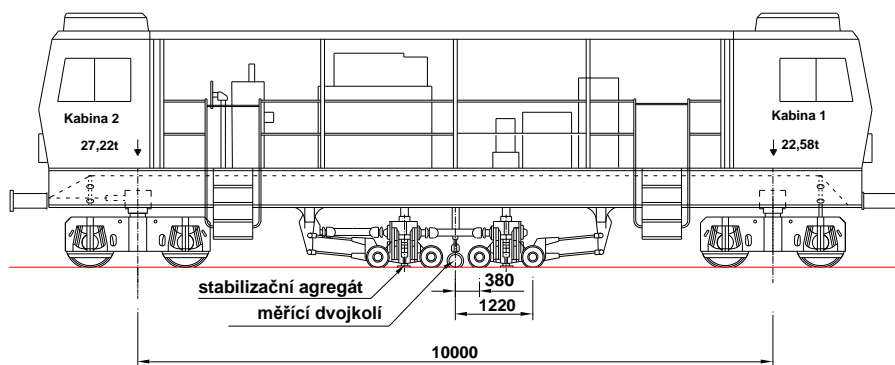
Dynamický stabilizátor se používá pro stabilizaci kolejového lože a jeho součástí je i zapisovač vertikálního pohybu měřícího dvojkolí vztažený k rovině, která je určena spojnicí os krajních dvojkolí. Vzhledem k tomu, že při jízdě stabilizátoru po koleji není tato rovina horizontální, ale skloněná ve směru osy koleje podle poklesu krajních náprav, není vertikální pohyb měřícího dvojkolí poklesem kolejnicového pásu, ale relativním obrazem jeho podélné výšky [3].

Pro ověření možnosti využití DGS 90N bylo nejprve nutno posoudit míru nejistoty a opakovatelnost výstupu zapisovače stabilizátoru ve vybraném úseku tratě.

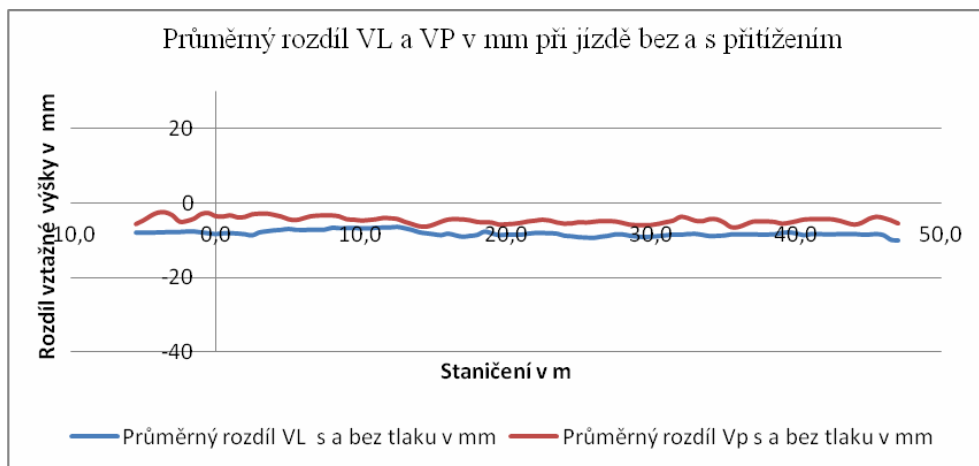
První měření bylo realizováno v úseku Štětí - Liběchov, v koleji č. 1, km 352,1, svršek byl tvořen kolejnicemi R65, pražce B91, upevnění W14, po obnově. Hodnoty poklesu kolejnicových pásů pod zatížením nápravami stabilizátoru byly průměrně 0,7 mm. Stabilizátor projel vybraným úsekem koleje délky 50 m jednou bez vertikálního přitížení

stabilizačních agregátů a bez pracovní frekvence a dvakrát s vertikálním zatížením agregátů 2x120 kN bez pracovní frekvence.

Ze záznamů (obrázek 2) je patrná dobrá shoda výsledků z jízdy se zatížením a s jízdou bez zatížení agregátů. Je zde třeba vzít v úvahu skutečnost, že se jednalo o trať ve velmi dobrém stavu, s vyrovnanou hodnotou kontinuální tuhosti. Stav tratě je charakterizován velikostí směrodatné odchylky.



Obrázek 1 Schéma rozmístění zatěžovacích náprav stabilizátoru



Obrázek 2 Záznam rozdílu vztažné výšky levého a pravého kolejnicového pásu

Jako druhý úsek byla zvolena vlečková kolej k základně firmy VIAMONT DSP Chabařovice. Vybraný přímý úsek byl dlouhý 150 m a začínal v km 10,100 000. Železniční svršek byl tvořen kombinací betonových a dřevěných pražců s rozponovými podkladnicemi T8 a kolejnicemi R65. Na zkušebním úseku byly vytyčeny dva měřicí profily a to v km 10,001 000 (profil č.1) a v km 10,001 500 (profil č.2). V místě měřících profilů byly osazeny na levém i pravém kolejnicovém pásu snímače poklesů paty kolejnice (průhyboměry). Měření průhybů probíhalo při rychlosti jízdy dynamického stabilizátoru 5 km.h⁻¹ ve dvou zatěžovacích režimech označených jako „bez přitížení“ a „s přitížením“. Režim „bez přitížení“ znamená, že stabilizační agregáty byly volně položeny do kontaktní polohy s kolejnicemi. Naopak režim označený jako „s přitížením“ znamená, že stabilizační agregáty

byly aktivně přitěžovány ke koleji silou 2x120 kN. V obou uvedených režimech nebyla funkce vibrace aktivní. Průměrné naměřené hodnoty poklesu paty kolejnicového pásu jsou uvedeny v *tabulce 1*.

Tabulka 1 Průměrné hodnoty poklesu paty kolejnicového pásu v mm

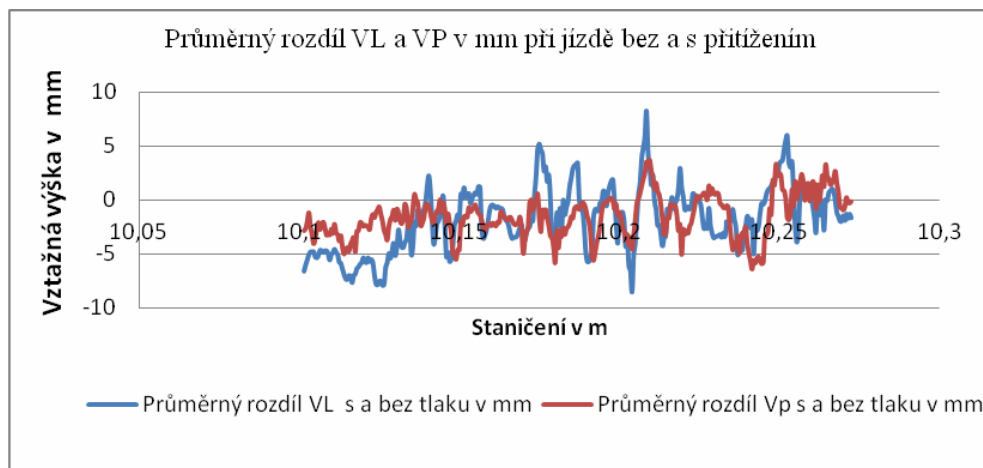
Měřicí profil č.	Bez přitížení		S přitížením	
	levý KP	pravý KP	levý KP	pravý KP
1	1,35	1,11	1,36	1,13
2	2,60	0,99	2,37	0,95

Měření poklesů kolejnicových pásů bylo doplněno o měření rázových modulů deformace povrchu kolejového lože pomocí rázové zatěžovací zkoušky. Výsledky rázových zatěžovacích zkoušek v měřících profilech jsou uvedeny v *tabulce 2*.

Tabulka 2 Výsledky rázových zatěžovacích zkoušek na povrchu kolejového lože

Měřicí profil č.	Rázový modul deformace v MPa		
	levý KP	Osa koleje	pravý KP
1	17,7	48,8	24,4
2	29,6	45,6	14,8

Z dosažených výsledků je možné konstrukci pražcového podloží ve zkušebním úseku charakterizovat jako málo únosnou s místy, která budou vykazovat výrazné deformace pláně tělesa železničního spodku.



Obrázek 3 Záznam rozdílu vztažné výšky levého a pravého kolejnicového pásu

Hodnoty poklesu kolejnicových pásů pod zatížením nápravami stabilizátoru byly v rozsahu (0,9 až 2,6) mm. Stabilizátor projel vybraným úsekem koleje délky 150 m dvakrát bez vertikálního přitížení stabilizačních agregátů a bez pracovní frekvence a dvakrát s vertikálním zatížením agregátů 2x120 kN bez pracovní frekvence. Zpracovaný analogový záznam levého kolejnicového pásu je na *obrázku 3*. Ze záznamů je patrná tvarová shoda výsledků z jízdy se zatížením a s jízdou bez zatížení agregátů, a to i přes skutečnost, že se jednalo o trať ve velmi špatném stavu. Stav tratě je charakterizován velikostí směrodatné odchylky.

Matematickou analýzou signálů v zatíženém a nezatíženém stavu lze předpokládat možnost posouzení velikosti okamžité tuhosti koleje a její statistický význam.

ZÁVĚR

Experimentální měření dále prokázala, že stroj DGS 90N je možné využívat pro diagnostiku stavu konstrukce pražcového podloží. Z provedených měření plyne:

- stroj je vybaven systémem měřicího dvojkolí a srovnávacího lanka, jenž umožňuje měření vztažné výšky s dostatečnou přesností,
- měření vztažné výšky je opakovatelné,
- stroj umožňuje měření vztažné výšky ve dvou zatěžovacích režimech při provozní rychlosti $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,
- stroj je vybaven softwarem a hardwarem, který umožňuje dostatečnou měřicí frekvenci (snímání parametrů každých $0,50 \text{ m}$ ujeté dráhy).

Pro jeho efektivní a profesionální nasazení jsou nezbytná další ověřovací měření a případně vývoj speciálního vyhodnocovacího softwaru.

Poznámka:

Tato měření byla provedena v rámci řešení TA 01030516 projektu TAČR.

LITERATÚRA

- [1] Závěrečná zpráva GAČR, r.č. 103/00/0200, Nehomogenity železniční trati jako aspekt její kvality, 2002
- [2] Průběžná zpráva o realizaci projektu TA01030516 za rok 2012, Kontinuální monitoring únosnosti pražcového podloží železniční trati, 2013
- [3] ČSN 736360 - 2 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje a její prostorová poloha, Praha ČNI, únor 2007



CHARACTERIZATION OF ROAD BITUMENS USING SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY

URČOVANIE CHARAKTERISTÍK CESTNÝCH ASFALTOV POMOCOU NUKLEÁRNEJ MAGNETICKEJ REZONANCIE TUHÝCH LÁTOK

Mária Kovaláková¹, Oľga Fričová¹, Viktor Hronský¹, Dušan Olčák¹

¹ Department of Physics, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, Technical University of Košice, Park Komenského 2, 042 00 Košice, SR

Abstract

The ¹³C NMR spectra for road bitumen, rubber-modified bitumen, waste tyre rubber and bitumen extracted from compacted asphalt mixture were recorded at room temperature using magic angle spinning (MAS) and ¹H - ¹³C cross polarization (CP) techniques. The ¹³C MAS NMR spectra of road and rubber-modified bitumen recorded with short delay time (1.5 s) displayed enhanced signals from mobile carbons in the aliphatic region, the spectra recorded with long delay time (150 s) were quantitative, and for rubber-modified bitumen they also displayed well-resolved peaks of waste tyre rubber. Aromaticity of the studied samples was derived from integration of aliphatic and aromatic regions in the quantitative NMR spectra. The ¹³C CP MAS NMR spectra recorded with variable contact times confirmed higher mobility aliphatic carbons in road bitumen and rubber-modified bitumen, and in the spectrum of the latter sample the signals of mobile carbons from rubber particles were also clearly resolved. The ¹³C NMR spectrum of bitumen extracted from compacted asphalt mixture displayed two broad lines produced by a dense and rigid structure which is a result of thermal and mechanical processing of asphalt mixture during its preparation.

Keywords: road bitumen, rubber-modified bitumen, ¹³C NMR

INTRODUCTION

Bitumen is a black viscous liquid or solid whose deposits are scattered all over the world, but only some of them are used commercially, e. g. gilsonite and Trinidad Lake Asphalt [1]. Paving grade bitumen is obtained as the vacuum residue of petroleum distillation and it is widely used in the paving industry as a binder for mineral aggregates to produce asphalt mixtures [2]. Bitumen in the current European specifications [3] is defined as a “virtually involatile, adhesive and waterproofing material derived from crude petroleum, or present in

* Korešpondujúci autor

Tel.: +421 55 602 2832, e-mail: maria.kovalakova@tuke.sk

natural asphalt, which is completely or nearly completely soluble in toluene, and very viscous or nearly solid at ambient temperatures". From the thermodynamical point of view bitumen is a very viscous liquid at room temperature [2]. It consists of approximately 25 wt. % of aromatic hydrocarbons and 75 wt. % of aliphatic hydrocarbons containing minor elements (O, N, S, V, Fe and Ni) in bonded form. Historically bitumen has been modelled as a colloidal system comprising a particle phase, referred to as asphaltenes, which is solvated by resins and suspended in a solvent, and a petrolene phase, often called maltenes, which can be separated into saturates, aromatics and resins [2,4] (*Figure 1 left*).

Asphaltenes represent generally between 5 and 20 wt. % of paving grade bitumen, and in comparison to other bitumen molecules they contain more condensed aromatic rings and more polar groups forming almost planar molecules that can form graphite-like stacks. Asphaltenes form micelles in organic solvents, crude oil and bitumen, and large amounts of resins are needed to stabilize the asphaltenes in bitumen, creating a so-called solvation layer [2].

In order to improve the properties of paving grade bitumen, additives such as polymers, mineral fillers and/or acids are used. The typical content of polymer additives is between 3 and 6 wt. % and polymer-modified bitumens are now widely used in industry as commercial products [2]. Most of the currently-used polymers are natural and synthetic rubbers (elastomers), ethylene-vinylacetate random copolymers (plastomers), polyolefins and random terpolymers. All commercial polymer-modified bitumens are heterogeneous at micron scale - the polymer is swollen by the light aromatic components from the parent bitumen, and the polymer-rich phase occupies 4 to 10 times the volume of added polymer. Asphaltenes and polymers do not mix, but the polymer is swollen by the aromatic components of the maltenes and the asphaltenes remain in the residual maltenes (*Figure 1 right*) [2].

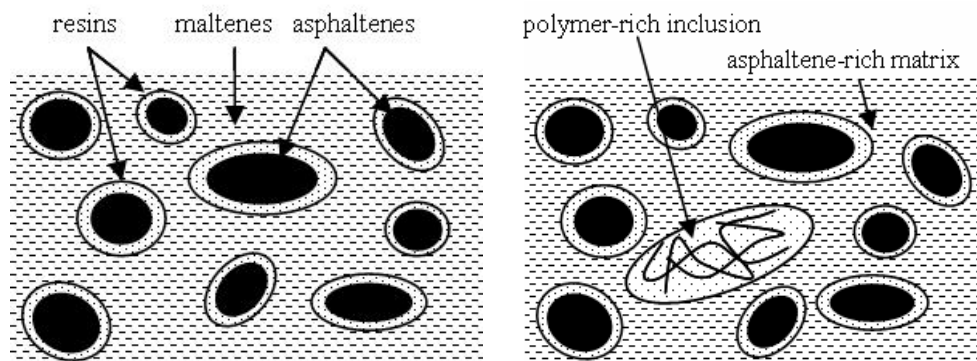


Figure 1 Simplified models of bitumen (*left*) and polymer-modified bitumen (*right*), adapted from [2]

The matrix becomes depleted of maltenes and enriched in asphaltenes. This generates global hardening of the matrix. The swelling extent of the polymer slightly decreases as the polymer content increases [2].

Crumb rubber or crumb rubber modifier (CRM) produced from scrap tyres can also be used as an additive to hot-mix asphalt mixtures. This partially solves the problem with disposal of increasing numbers of scrap tyres, and on the other hand it improves the performance of asphalt mixtures. In general, CRM can be introduced into asphalt mixtures in two ways - blending with the binder (bitumen) first, which results in bitumen-rubber which is then mixed with the aggregate (so-called "wet" process) or replacing part of the aggregates in asphalt mixtures (so-called "dry" process). CRM particles interact with the binder and

through diffusion, absorb a portion of the aromatic fraction of the binder, which results in swelling of the CRM particles, reduction in the oily fraction of the binder, and then an increase in the CRM binder viscosity [5]. This results in a thicker film coating on the aggregate particles in hot-mix asphalt (HMA) mixtures and this provides for a more durable HMA mixture showing increased resistance to oxidative aging and thermal and fatigue cracking [5].

Several factors play a role in the CRM-binder interaction - the amount of aromatic fraction in the binder, its temperature and viscosity, the CRM production method (ambient or cryogenic grinding), particle size, chemical composition, and the specific surface area of CRM, which has been reported as the most important physical property of CRM influencing the CRM-binder interaction [5]. Asphalt road pavements prepared using the dry process exhibit unstable performance, which can be caused mainly by lack of understanding of the swelling process of CRM particles which takes place during preparation of asphalt mixtures [6].

Nuclear magnetic resonance (NMR) is a powerful tool for the investigation of organic and inorganic materials since it is sensitive to short-range order changes around the nuclei under study. It can distinguish for example chemically non-equivalent nuclei and chemically equivalent nuclei with different geometry, as they give rise to NMR signals with different chemical shifts. NMR techniques also make it possible to study inter-nuclear distances and other structural parameters, spin diffusion, molecular dynamics and exchange processes. The NMR phenomenon is observed only for nuclei with non-zero nuclear spin, which is always associated with non-zero magnetic moment; hence these nuclei behave like small magnets in a magnetic field. The majority of elements in the periodic table have isotopes with non-zero nuclear spin which are then active in NMR, although some of them have very low natural abundance. The principles and applications of solid-state NMR have been published in numerous research papers, reviews and books [7-10] and can also be found online [11,12].

In an NMR experiment nuclear spins (e.g. ^{13}C and ^1H with $I = 1/2$) in the studied material placed in the static magnetic field B_0 experience interactions between nuclear spins of the same kind (homonuclear spin-spin coupling), and spins of different kinds (heteronuclear spin-spin coupling), interactions with the magnetic field due to the presence of electrons surrounding the nuclei (chemical shift anisotropy), interactions with the lattice, and interaction with the excitation radio-frequency magnetic field B_1 . The three-dimensional nature of NMR interactions can be expressed by Cartesian second-rank tensors containing spatially-dependent terms and spin operators of interacting nuclei.

An NMR spectrum is obtained by the Fourier transformation of the sample response to the short radiofrequency pulse of magnetic field B_1 with duration t_1 , whereby it holds $\gamma B_1 t_1 = \pi/2$, where γ is the gyromagnetic ratio of the nuclei under study (Figure 2). The NMR spectrum of any anisotropic NMR interaction can be calculated taking into account the large number of orientations of the interaction tensor with respect to the magnetic field. The NMR spectrum of solid material is then a superposition of the spectra of all nuclei over all possible directions (so-called powder pattern). The shape of the NMR spectrum depends on the chemical and spatial structure as well as the macroscopic properties of the studied material, and it is also influenced by molecular motion, which can be characterized by the correlation time τ_c . When the structure is rigid the τ_c is long and the NMR spectrum, due to the presence of not averaged anisotropic interactions, is broad and with low resolution, which does not make it possible to identify the chemical structure of the sample. If the correlation time τ_c is shortened, e.g. by increasing the temperature of the sample, the signals in the spectrum can be narrowed due to the partial or complete averaging of anisotropic interactions.

In general, NMR spectra of solids (solid-state NMR spectra), compared with those obtained in liquid state, display very broad signals due to the fact that NMR interactions are not averaged by intense isotropic motion of material particles, as is the case in liquids.

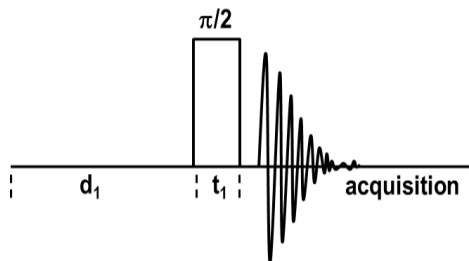


Figure 2 NMR experiment, d_1 is delay time between subsequent $\pi/2$ pulses

The resolution of ^{13}C NMR spectra of solid organic materials is mainly influenced by (a) ^1H - ^{13}C dipole-dipole interactions and (b) chemical shift anisotropy, which both cause excessive line broadening, and (c) long spin-lattice relaxation times of carbon nuclei, which require a long delay time between consecutive experiments, and then a long time to obtain the spectrum with the desired signal-to-noise ratio. These problems were overcome by the development of magic-angle spinning technique (MAS NMR) and ^1H - ^{13}C cross-polarization technique (CP MAS NMR), which takes advantage of the magnetization transfer from abundant (^1H) nuclei to diluted (^{13}C) nuclei, considerably reducing the delay time.

The magic-angle spinning (MAS) technique. As mentioned above, high-resolution (liquid-like) NMR spectra can be obtained by averaging anisotropic interactions. This in the case of dipolar interactions and chemical shift anisotropy (CSA) can be achieved by the magic-angle spinning technique (MAS) [13,14]. Expressions for both interactions contain the term $(3\cos^2\theta - 1)$ which is averaged to zero when the sample rotates about an angle $\theta_m = 54.7^\circ$ with respect to the external field B_0 , and this results in a narrow signal at the isotropic chemical shift value. If the MAS rate is smaller than the span of the powder pattern (determined by the magnitude of anisotropic interaction) then spinning sidebands (SSB) appear on both sides of the NMR line with isotropic chemical shift value at the integer multiples of MAS frequency in the region of the spectrum measured for the not-rotating sample (powder pattern). Their intensities in the case of CSA contain information on the principal components of the chemical shift anisotropy tensor, which can be extracted from the spectrum, e.g. using the Herzfeld and Berger method [15] or various simulation programs.

Heteronuclear decoupling. This technique consists in irradiating a given set of nuclei (e. g. ^1H) with strong radiofrequency energy at its characteristic Larmor frequency, which results in spin saturation and rapid interconversion of the spin states. Neighbouring nuclei (e.g. ^{13}C) with different Larmor frequencies are no longer influenced by these spins, and signal splitting due to the dipolar coupling vanishes. Heteronuclear decoupling is very important in ^{13}C NMR spectroscopy.

The cross polarization (CP) technique. ^{13}C MAS NMR spectra are not affected by homonuclear dipolar coupling due to the low natural abundance of ^{13}C nuclei (1.1 %), so moderate MAS rates (6-7 kHz) are usually sufficient for removing chemical shift anisotropy, and dipolar coupling of carbons to protons can be reduced by high-power proton decoupling. However, low natural abundance of these nuclei and low gyromagnetic ratio value together result in low signal-to-noise ratio in NMR spectra. Generally long spin-lattice relaxation times of ^{13}C in diamagnetic solids require a long time for accumulation of the spectra. Both of these drawbacks can be overcome by using the cross polarization (CP) technique [16-18], which is one of the most important techniques in solid-state NMR.

Cross polarization consists in the polarization transfer from abundant spins (e.g. ^1H) to dilute spins (^{13}C , ^{15}N) using the CP pulse sequence. The CP increases signal-to-noise ratio, and the delay time in each NMR experiment is then dependent on the spin-lattice relaxation time of abundant nuclei, which is generally much shorter than the spin-lattice relaxation time

of dilute nuclei. Polarization is transferred during the contact time (spin locking period) and a $\pi/2$ pulse is only applied on protons.

The amplitudes of the pulses during contact time operating at proton and carbon frequencies should be adjusted to fulfil the Hartmann-Hahn condition (Figure 3):

$$\gamma_H B_1(^1H) = \gamma_C B_1(^{13}C) \quad (1)$$

When this condition is fulfilled the energy gaps between 1H and ^{13}C spin states in the rotating frame become equal, which enables the flow of energy and polarization transfer to occur (Figure 3). The efficiency of the CP technique depends on accuracy in adjustment of the Hartmann-Hahn condition, distances between coupled nuclei and molecular mobility in the solid state.

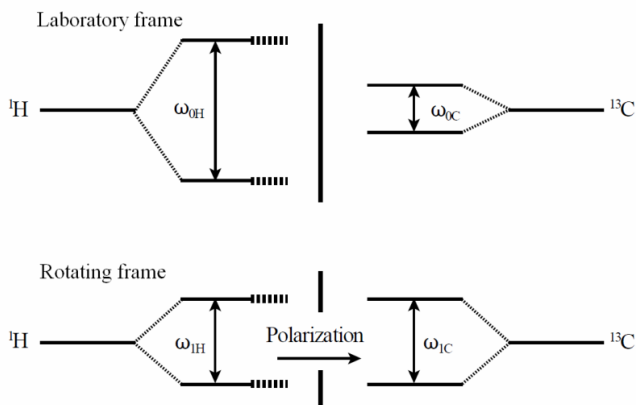


Figure 3 Polarization transfer under the Hartmann-Hahn condition

The major disadvantage of this technique is that the line intensities in ^{13}C CP NMR spectra depend on the contact time t_c during which the magnetization is transferred from 1H to ^{13}C spin systems. The ^{13}C CP NMR spectra are then quantitative only at a certain value of the contact time. The signal intensities $M(t_c)$ pass through a maximum and then fall off exponentially with increasing contact time t_c . The following expression can be fitted to the signal intensities (areas below the peaks) in the NMR spectra of bitumen:

$$M(t_c) = M_0 b^{-1} \left[1 - \exp\left(-\frac{bt_c}{T_{CH}}\right) \right] \left[\exp\left(-\frac{t_c}{T_{1p}}\right) \right] \quad (2)$$

where,

T_{CH} is the cross-polarization constant and

T_{1p} is the spin-lattice relaxation time in the rotating frame for 1H nuclei,

$$b = 1 - \frac{T_{CH}}{T_{1p}} \quad [19].$$

The cross-polarization constant T_{CH} depends on the inter-nuclear distances, the number of neighbouring protons and the mobility of these groups. The T_{CH} becomes shorter with increasing number of protons and longer with increasing mobility of the functional group. The T_{CH} values decrease in the following order: non-protonated carbon > methyl carbon (rotating) > protonated aromatic (aliphatic) methine carbon > methylene carbon > methyl

carbon (static) [19]. When cross polarization kinetics is known the contact time value can be chosen in such a way that the line intensities in the CP NMR spectrum correspond to the occurrence of the studied nuclei. The fitting procedure of the equation (2) to the experimental signal intensities provides the characteristics of CP kinetics - T_{CH} and $T_{1\rho}$ for each particular region or peak in the NMR spectrum.

^{13}C MAS NMR and ^{13}C CP MAS NMR techniques have become standard high-resolution methods in the research of bitumen and bitumen-related materials [20-22]. Further information on the mobility and proximity of particular functional groups in bitumen can be obtained using advanced solid-state NMR techniques, which also include 2-dimensional wideline separation (WISE) and heteronuclear correlation (HETCOR) NMR [22].

The ^{13}C MAS NMR spectra of bitumen display broad lines of aromatic carbons in the range of 100-160 ppm and better-resolved lines of aliphatic carbons in the range of 0-90 ppm. The percentage of aromatic carbons (aromaticity) can be calculated from the integration of aromatic and aliphatic regions in the spectra [19]. The peaks at 140 and 135 ppm are produced by alkyl-substituted and bridgehead quaternary aromatic carbons; protonated (tertiary) carbons produce peaks at 126, 122 and 117 ppm. The detailed assignment of the peaks in the aliphatic range of NMR spectra of bitumen [19] was done based on the high-resolution liquid state spectrum of bitumen.

The ^{13}C MAS NMR spectrum of waste tyre rubber which is usually used for the modification of road bitumen displays seven relatively narrow lines produced by carbons in natural and synthetic rubber [23].

The aim of this study was to demonstrate the efficiency of basic solid-state NMR techniques in identifying carbon species present in the samples of commercial bitumen, rubber-modified bitumen and bitumen extracted from asphalt mixture prepared by the dry process, and to evaluate qualitatively the mobility of carbon nuclei in these samples.

1. EXPERIMENTAL

1.1 Material

Four different bitumen samples were used in these experiments. The sample denoted RB is commercial road bitumen 50/70 from the company TOTAL Polska Sp. z o.o., and the sample denoted TR-P is TecRoad-Premium, a commercial product of Rubbertec AG, Germany. It is high-concentration rubber-bitumen granulate containing 35-40 % rubber, particularly suitable for open-pore asphalts, drainage asphalts or 'whisper-quiet asphalts'. The sample denoted AC (asphalt concrete) is bitumen extracted from a piece of compacted asphalt mixture which was prepared with the addition of crumb rubber using the standard dry process. The sample of ground rubber (GR) produced from waste tyre rubber was supplied by the V.O.D.S. company, Košice, Slovakia.

1.2 NMR experiments

The ^{13}C NMR experiments on the RB, TR-P and AC samples were performed on a Varian 400 MHz NMR spectrometer (Palo Alto, CA, USA) operating for ^{13}C at 100.54 MHz using 4 mm rotor and a magic-angle spinning (MAS) rate of 10 kHz. The measurements were carried out at room temperature. The ^{13}C NMR spectra were acquired with 90° pulse duration of 1.9 μs , high-power proton decoupling of 86 kHz during acquisition, delay times of 1.5 and 150 s and averaging over 480 scans.

The NMR spectrum of the GR sample was reported in [23]. It was measured on the same NMR spectrometer using 4 mm rotor, 90° pulse of 1.9 μs , high-power proton decoupling of 93 kHz, a delay time of 6 s, MAS rate of 6 kHz and averaging over 4000 scans [23].

2. RESULTS AND DISCUSSION

As mentioned above, bitumen contains mobile carbons as well as rigid carbons with long relaxation times. In order to obtain a quantitative ^{13}C NMR spectrum for the RB sample, a single-pulse NMR experiment was carried out with a delay time of 150 s (*Figure 4*, top spectrum).

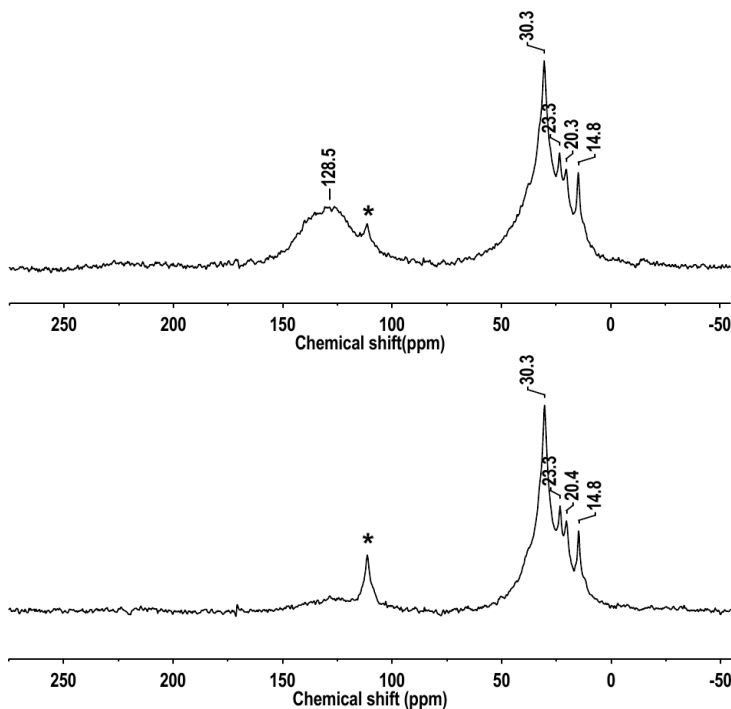


Figure 4 ^{13}C NMR spectra of the RB sample recorded with a delay time of 150 s (top) and 1.5 s (bottom); the rotor cap signal is marked with an asterisk

The spectrum displays lines typical for bitumen, i.e. a broad line in the region 100-160 ppm (with the center at 128.5 ppm) produced by aromatic carbons and a broad line with four well-resolved peaks at the chemical shifts of 30.3, 23.3, 20.3 and 14.8 ppm in the aliphatic region of the spectrum, which based on the literature [19] can be assigned to methylene carbons in long-chain hydrocarbons (30.3 ppm), geminal methyl groups and methylene carbons next to terminal methyl groups in long-chain hydrocarbons (23.3 ppm), branched methyl groups of an isoprenoid and methyl carbons attached to aromatic rings (20.3 ppm) and terminal methyl carbons in long-chain hydrocarbons (14.8 ppm). The line at 111.3 ppm (marked with an asterisk) arises from the material of the rotor cap.

The short delay time used in the experiment suppresses the signal from carbons in rigid regions and enhances the signal of mobile carbons, since mobility drives relaxation [22]. This effect can be seen in *Figure 4* in the spectrum recorded with delay time of 1.5 s, which shows suppressed signals from carbons in the aromatic region and enhanced narrow lines of mobile alkyls.

The ^{13}C NMR spectrum for tyre rubber-modified road bitumen TR-P (*Figure 5* top) was recorded with a delay time of 150 s. The spectrum displays well-resolved lines at the

chemical shifts of 135.2, 130.0, 125.6, 32.7, 27.1, 24.0 ppm, typical for waste tyre rubber (Figure 5 bottom) as well as lines typical for road bitumen (Figure 4 top).

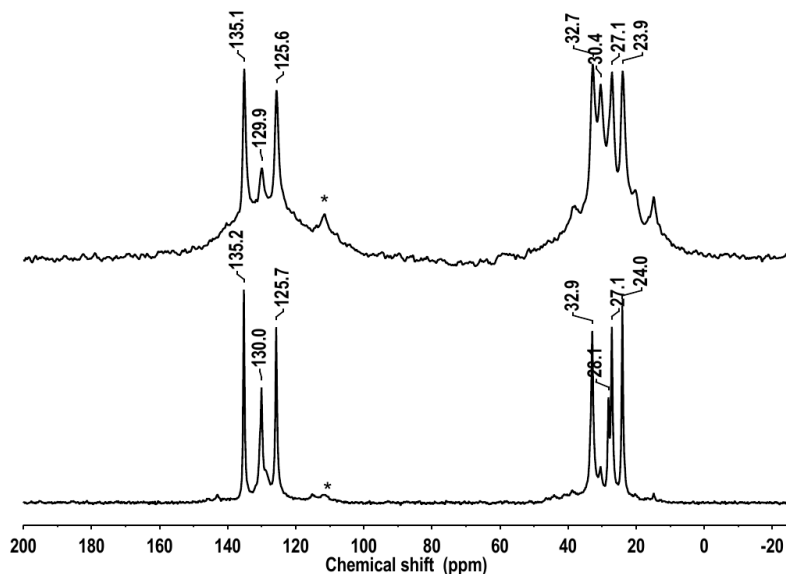


Figure 5 ^{13}C MAS NMR spectrum of the TR-P (top) and GR samples (bottom); the rotor cap signal is marked with an asterisk

The spectrum confirms that the rubber particles in the bitumen-rubber have preserved their structure in spite of the processes at elevated temperatures during its production. From this it can be also deduced that rubber particles swollen with light fractions of bitumen will retain their elastic properties and contribute to improved performance of hot asphalt mixtures prepared with bitumen-rubber.

The aromaticity (percentage of aromatic carbons) of the TR-P and RB samples can be calculated from the integral values of aromatic (90-180 ppm) and aliphatic (0-60 ppm) regions of the NMR spectra. This calculation is influenced by the span of integration and the presence of the signal from the rotor cap, which in the case of our measurements was corrected by the subtraction of this part of the spectrum (not shown). This was done by the deconvolution of this part of the spectrum (not shown). The error in estimating aromaticity can be about 2 %.

The aromaticity of the RB sample was 35 %, which is typical for bitumen [22,24] and the aromaticity of the TR-P sample was 42 %. The higher value may be due to the fact that integration of the NMR spectrum of the GR sample gives 45 % for the signals in the aromatic region of the spectra. The swelling of rubber particles can also contribute to this effect. When rubber particles are swollen by the light aromatic components of maltenes, the rubber chains could be slightly restricted in their motion, which is observed as moderate broadening of the lines assigned to the tyre rubber in the TR-P sample (Figure 5) and the carbons of mobile alkyl chains attached to the light aromatic components in rubber network can also become less mobile, which could result in their lines broadening and a longer spin-lattice relaxation time. It is possible that the rigid carbons of these alkyl chains were not detected in the NMR experiments, either due to insufficiently long delay time in our experiments or the line width exceeding the chosen integration interval, so that consequently larger values of aromaticity were obtained from the NMR spectra.

The ^{13}C MAS NMR spectrum of sample AC recorded with a delay time of 150 s (Figure 6) displays only two broad signals, one in the aromatic and one in the aliphatic region, which arise from broad and strongly overlapping signals. This sample can be considered as having undergone processes which are referred to as short-term aging. NMR measurements of generic fractions of Saudi Arabian asphalt showed that isomerization, internal cross-linking and dehydrogenation were the main chemical reactions of hydrocarbon groups following aging [25]. This all results in a more dense, solid-like structure which produces broadened signals in the NMR spectrum. The signals of crumb rubber were not observed in the spectrum, probably due to very large signal broadening caused by very strong interaction between rubber chains and bitumen and a relatively small amount of crumb rubber in the asphalt mixture; however, destruction of the rubber structure during asphalt mixture preparation cannot be excluded either.

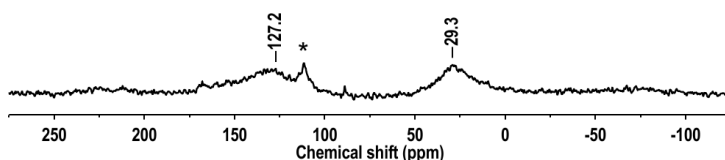


Figure 6 ^{13}C MAS NMR spectrum of the AC sample; the rotor cap signal is marked with an asterisk

The ^{13}C CP MAS NMR experiments with variable contact times confirmed the expected greater mobility of aliphatic carbons, whose signals are embedded in a broad peak in the aliphatic region observed in the spectrum measured with a short contact time (100 μs), and clearly resolved in the spectrum measured with a long contact time $t_c = 5000 \mu\text{s}$.

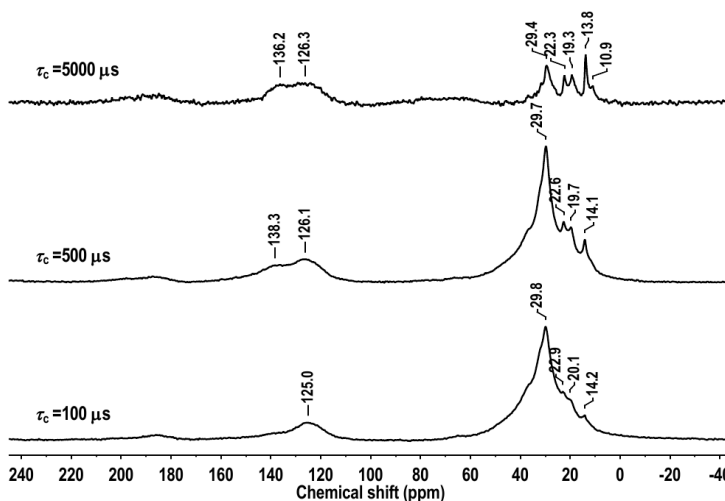


Figure 7 ^{13}C CP MAS NMR spectra of the RB sample recorded with variable contact times

The broad peak in the aliphatic region could be produced by less mobile aliphatic carbons in chains associated with the rigid structure of asphaltenes.

The CP kinetics of carbons in the aromatic and aliphatic range derived from the measurements with contact times within the interval 100-8000 μs are in accordance with those reported in the literature [19] and can be seen in Figure 8. The fitting procedure using

equation (2) provided the following average values of T_{CH} and $T_{1\rho}$ (H) for aliphatic carbons - 0.070 ms and 2.0 ms and for aromatic carbons - 0.088 ms and 4.3 ms. The largest signal intensities for both ranges were obtained for the contact time of 400-500 μ s. The ^{13}C CP MAS NMR spectra measured with this contact time can then also provide quantitative information on the functional groups in the studied sample.

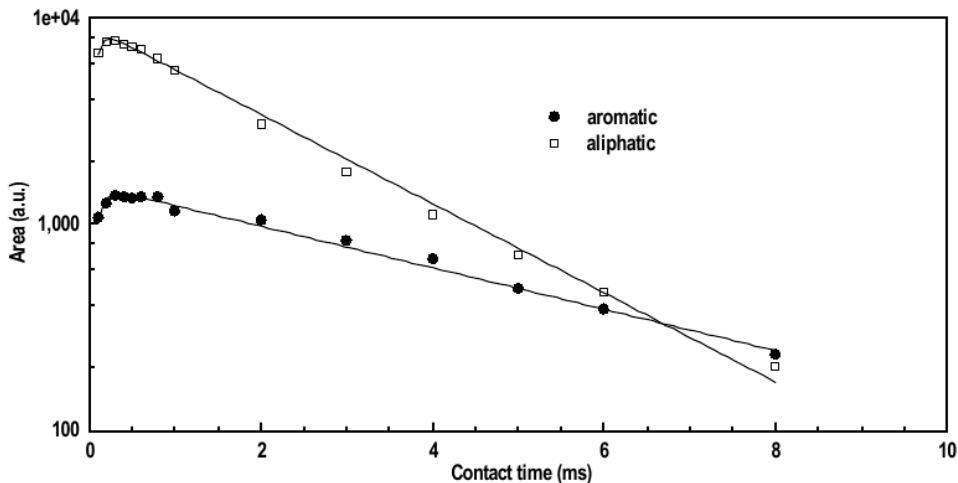


Figure 8 CP kinetics of aromatic and aliphatic carbons in the RB sample

The ^{13}C CP MAS NMR experiments with variable contact times performed on the TR-P sample confirmed large mobility of aliphatic carbons of road bitumen and carbons of rubber chains which are highly resolved in the spectrum measured with a long contact time $t_c = 5000 \mu$ s.

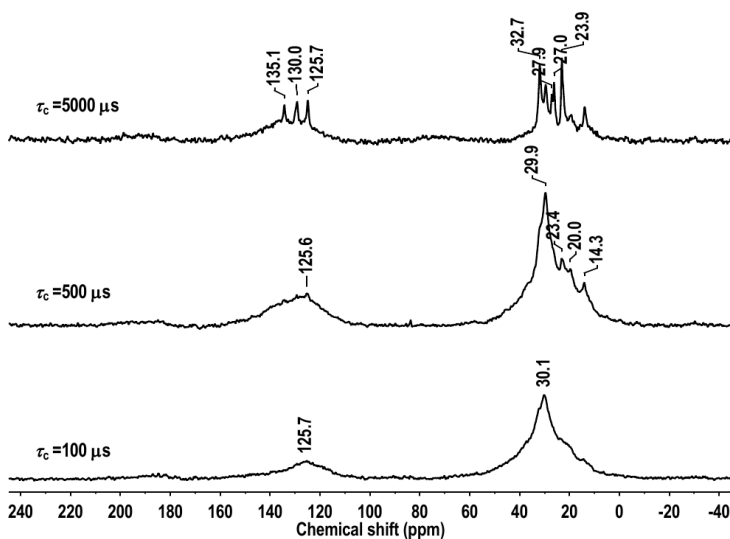


Figure 9 ^{13}C CP MAS NMR spectra of the TR-P sample recorded with variable contact times

CONCLUSIONS

The ^{13}C MAS NMR spectra of road bitumen and rubber-modified bitumen recorded at room temperature make it possible to detect the functional groups in paving-grade bitumen, and to calculate their aromaticities. Aromaticity of rubber-modified bitumen derived from NMR spectra can be influenced by swelling of rubber particles, which could decrease mobility of alkyl chains attached to light aromatics in the rubber network and make the carbons of these compounds undetectable in our NMR experiments due to short delay time.

The ^{13}C CP MAS NMR spectra recorded with variable contact times confirmed higher mobility of bitumen carbons producing signals in the aliphatic region, and also high mobility of carbons in rubber particles, from which it can be deduced that rubber retains its elastic properties in rubber-modified bitumen in spite of the processing at elevated temperature during production of this material.

Acknowledgements

This paper was developed as part of the project named "Centre of Excellence for Integrated Research & Exploitation of Advanced Materials and Technologies in Automotive Electronics", ITMS 26220120055.

LITERATÚRA

- [1] STERN, K.: Native bitumens, pyrobitumens, and asphaltic type petroleum bitumens. In: Industrial minerals and rocks (nonmetallics other than fuels), American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers: Cha. 33, pp. 631-637 (1960)
- [2] LESUEUR, D.: The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of bitumen modification, *Advances in Colloid and Interface Science* 145, pp. 42-82, 2009
- [3] European Committee for Standardization. EN 12597: Bitumen and bituminous binders - Terminology. Brussels: European Committee for Standardization; 2000
- [4] MIKNIS, F.P., PAULI, A.T., MICHON, L.C., NETZEL, D.A.: NMR imaging studies of asphaltene precipitation in asphalts, *Fuel* 77, pp. 399-405, 1998
- [5] PUTMAN, B.J., AMIRKHANIAN, S.N.: Crumb rubber modification of binders: interaction and particle effects, *Proceedings of the Asphalt Rubber 2006 Conference: Palm Springs, USA, October 2006*. p. 655-677 and references therein
- [6] CHING W.C., Wing-Gun W.: Effect of crumb rubber modifiers on high temperature susceptibility of wearing course mixtures, *Construction and Building Materials*, 21, 2007, p.1741-1745
- [7] SLICHTER, C.P.: Principles of Magnetic Resonance, Springer Verlag, Berlin, 1980
- [8] BECKER, E.D.: High Resolution NMR, Theory and Applications, San Diego, CA: Academic Press, 2000, ISBN: 0-12-084662-4
- [9] LAWS, D.D., BITTER, H.-M.L., JERSCHOW, A.: Solid-State NMR Spectroscopic Methods in Chemistry. In: *Angew. Chem. Int. Ed.* 41, 2002, pp. 3096-3129
- [10] HARRIS, R.K., WASYLISHEN, R.E., DUER, M.J. (editors): NMR crystallography. Chichester, U.K.: Wiley, 2009, p.504, ISBN: 978-0-470-77076-4
- [11] HORNAK, J.P.: The Basics of NMR. In: <http://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/>
- [12] SCHURKO, R.W.: <http://mutuslab.cs.uwindsor.ca/schurko/>
- [13] ANDREW, E.R., BRADBURY, A., EADES, R.G.: Nuclear magnetic resonance spectra from a crystal rotated at high speed. In: *Nature*. 182, 1958, p.1659
- [14] LOWE, I.J.: Free induction decays of rotating solids. In: *Phys. Rev. Lett.* 2, 1959, pp. 285-287
- [15] HERZFELD, J., BERGER, A.E.: Sideband intensities in NMR spectra of samples spinning at the magic angle. *J. Chem. Phys.*, 73, p. 6021, 1980
- [16] HARTMANN, S.R., HAHN, E.L.: Nuclear double resonance in the rotating frame. In: *Phys Rev* 128, pp. 2042–2053, 1962

- [17] PINES, A., GIBBY, M.G., WAUGH, J.S.: Proton-enhanced dilute spins in solids. In: J. Chem. Phys., 59, 569-590, 1973
- [18] KOŁODZIEJSKI, W., KLINOWSKI, J.: Kinetics of Cross-Polarization in Solid-State NMR: A Guide for Chemists. In: Chem. Rev. 102, 2002, pp. 613-628
- [19] USMANI, A.M. (ed): Asphalt Science and Technology, MARCEL DEKKER, New York, 1997
- [20] JENNINGS, P.W., STEWART, F.F., SMITH, J.A., DESANDO, M.A., MENDES, T.M., PRIBANIC, J.A.S.: Nuclear magnetic resonance spectroscopy for the characterization of asphalt, Symposium on chemistry of asphalt and asphalt-aggregate mixes, Washington, 1992, pp.1320-1328
- [21] BOUHADDA, Y., FLORIAN, P., BENEDEDOUCH, D., FERGOUG, T., BORMANN, D.: Determination of Algerian Hassi-Messaoud asphaltene aromaticity with different solid-state NMR sequences, Fuel 89, pp. 522-526, 2010
- [22] HELMS, J.R., KONG, X., SALMON, E., HATCHER, P.G., SCHMIDT-ROHR, K., MAO, J.: Structural characterization of gilsonite bitumen by advanced nuclear magnetic resonance spectroscopy and ultrahigh resolution mass spectroscopy revealing pyrrolic and aromatic rings substituted with aliphatic chains, Organic Geochemistry 44, pp. 21-36, 2012
- [23] KOVAĽAKOVÁ, M., FRIČOVÁ, O., HRONSKÝ, V., MANDULA, J., SALAIOVÁ, B., HOLUBKA, M.: Waste tyre rubber studied by solid state NMR, APCOM 2010: Proceedings of the 16th International Conference on Applied Physics of Condensed Matter: June 16-18, 2010, Malá Lučivná, Slovak Republic - Bratislava: STU, 2010 s. 174-178, ISBN 978-80-227-3307-6
- [24] SIDDIQUI, M.N.: Effect of Oxidation on the Chemistry of Asphalt and its Fractions. Journal of King Saud University, Science, 21, pp. 25-31, 2009
- [25] SIDDIQUI, M.N., ALI, M.F.: Investigation of chemical transformations by NMR and GPC during the laboratory aging of Arabian asphalt, Fuel 78 (1999) 1407-1416

Vydávanie časopisu je povolené Ministerstvom kultúry SR
Evidenčné číslo: 2011/08

POZEMNÉ KOMUNIKÁCIE A DRÁHY

Jazyk vydania: slovenský, český, anglický, nemecký

Pôsobnosť: celoslovenská

Vydavateľ: Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice

Tlač: Edičné stredisko / redakcia časopisu AMS,
F BERG, TU v Košiciach

Nakladateľ: Stavebná fakulta TU v Košiciach, Katedra geotechniky
a dopravného staviteľstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

Rozširuje a objednávky prijíma: Stavebná fakulta TU v Košiciach, Katedra geotechniky
a dopravného staviteľstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

Adresa redakcie,
kontakt: Stavebná fakulta TU v Košiciach, Katedra geotechniky
a dopravného staviteľstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

Tel.: ++421 55 602 4267

Fax: ++421 55 602 4224

E-mail: brigita.salaiova@tuke.sk

URL: <http://PKaD.tuke.sk>

Periodicita: 2 x ročne

Formát: B5 ISO

Náklad: 200 ks

ISSN 1336-7501

