

Alokácia kontrolných mikrovlnných stanovišť v inteligentných systémoch dopravy

Martin Straka¹ a Michal Balog²

Allocation of microwave's check sites in intelligent transport systems

The article trade of check sites allocation of monitoring facilities on the roads of Slovak republic. Solution of check sites allocation IDS is depending on analyze of transport net at allowance of allocation on the concrete positions between two points transport. Definition concrete positions is criteria allowance of monitoring maximal (all) mean of transports number which use highway, speedway and first class roads. The next criteria for allocation check machines are optimalization of their numbers of complicated transport points with maximal effectivity. In this level is solution allocation IDS oriented for check mean of transports with tonnage up 3,5 tons.

Key words: road network, highway, allocation, monitoring device, check sites.

Úvod

Riešenie rozmiestnenia kontrolných stanovišť mýtného systému na konkrétnych pozíciách medzi dvomi dopravnými uzlami je závislé na analýze dopravnej siete. Pri definovaní jednotlivých pozícií je v prvom rade zohľadňované kritérium identifikácie maximálneho počtu dopravných prostriedkov (všetkých) využívajúcich diaľnice, rýchlostné komunikácie a cesty prvej triedy. Ďalším kritériom pre umiestnenie monitorovacích zariadení je optimalizácia ich počtu v rámci zložitých dopravných uzlov (zložené križovatky, veľký počet vstupov do uzla a veľký počet výstupov z uzla) pri zachovaní maximálnej účinnosti monitoringu. V súčasnej fáze je riešenie rozmiestňovania „Inteligentných dopravných systémov“ - IDS zamerané na monitorovanie dopravných prostriedkov s nosnosťou nad 3,5 tony.

Základ riešenia problému monitoringu cestnej a diaľničnej dopravy je v správnom výbere kontrolných, monitorovacích bodov, vybraných na základe celého radu kritérií, ktoré umožnia centrálny zber informácií, s možnosťou ich ďalšieho využitia v riadení dopravy, od výberu mýta, až po meranie rýchlosti vozidiel.

Analýza štruktúry cestnej siete Slovenskej republiky [2] poukazuje na stav budovania cestných komunikácií a nutnosť prepojenia západu Slovenska s východom. Toto prepojenie bude zabezpečovať hlavne kvalitná diaľničná sieť, rýchlostné cesty a bude slúžiť pre potreby zabezpečenia plynulej prepravy osôb a materiálov s nadväznosťou na cestné komunikácie okolitých štátov.

Dostupné dáta [2, 3, 9] potvrdzujú predpoklad o začatí postupného budovania monitorovacích stanovišť v smere od západu na východ Slovenskej republiky. Definovanie nových miest pre umiestnenie monitorovacích zariadení, ktoré nebudú pokryté v prvej fáze riešenia, bude závislé od ďalšieho vývoja intenzity cestnej dopravy, od budovania cestnej siete a sledovania ďalších kritérií, ako napr. štatistika HDP v jednotlivých regiónoch SR, hustota obyvateľstva, ap.

Cieľom sledovania intenzity dopravy je analýza jednotlivých dopravných tokov v rámci cestnej a diaľničnej siete SR, s dôrazom na vstupy a výstupy získané z predchádzajúcej analýzy. Zónové rozdelenie územia SR, pri zohľadnení definovaných kritérií, zabezpečí rovnomerné pokrytie územia kontrolnými stanovišťami tak, aby boli všetky dopravné prostriedky zachytené sieťou kontrolných bodov.

Východzí stav cestnej siete a základné východiská pre riešenie alokácie

Z analýzy stavu intenzity dopravy a intenzity nehodovosti za predchádzajúce obdobie [2] vyplýva, že najviac dopravne zaťaženým regiónom je územie Bratislavy a Bratislavského kraja. Z uvedeného dôvodu aj postup riešenia alokácie monitorovacích zariadení začína týmto regiónom.

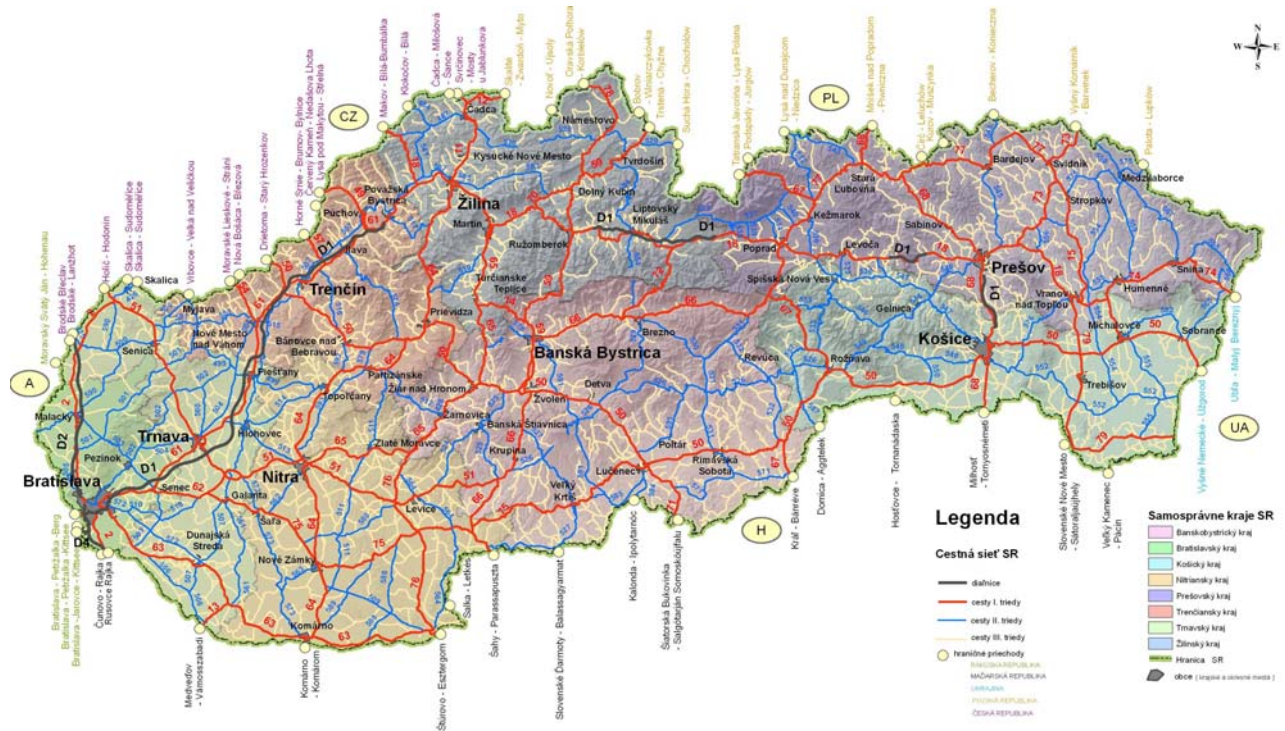
Pre výber elektronického mýta je možné použiť dve technológie, pričom prvá je na báze mikrovlnných snímačov a druhá na báze satelitného monitorovania prostredníctvom OBU (On Board Unit) palubnej jednotky.

¹ Ing. Martin Straka, PhD., Katedra logistiky a výrobných systémov, TU Košice, Boženy Němcovej 3, 040 01 Košice, tel.: 055/602 5162, martin.straka@tuke.sk

² Ing. Michal Balog, CSc., Katedra logistiky a výrobných systémov, TU Košice, Park Komenského 14, 040 01 Košice, tel.: 055/602 3143, michal.balog@tuke.sk

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 18. 6. 2007)

Nakoľko analýza štruktúry cestnej siete SR bola realizovaná na základe stavu k 1.1.2005 a od tohto obdobia nastali malé zmeny v cestnej sieti SR, pre potreby riešenia je využívaná aktualizovaná mapa cestnej infraštruktúry SSC [1, 8] k 1. 1. 2006 (obr. 1).



Obr. 1. Štruktúra cestnej siete SR k 1.1.2006 [1,3].
Fig. 1. SR road nets structure 1. 1. 2006.

Analogicky, danému stavu cestnej siete k 1.1.2006 zodpovedá aj určitý stav dopravných uzlov, ktoré sú použité pri riešení alokácie monitorovacích zariadení.

Keďže v súčasnosti ešte nie je definitívne rozhodnuté, ktorý mýtny systém sa bude na Slovensku budovať, do úvahy prichádzajú dva možné spôsoby spoplatnenia ciest SR:

- ich monitorovanie pomocou mikrovlnnej technológie,
- ich monitorovanie pomocou satelitnej technológie.

Oba systémy majú svoje výhody aj nevýhody, avšak z hľadiska implementácie systému do praxe je určitá výhoda na strane satelitných systémov, ktoré umožňujú rýchle monitorovanie celého požadovaného priestoru bez nutnosti čakania na vybudovanie monitorovacích nosných konštrukcií, ktoré so sebou prinášajú značné nevýhody spojené so získaním práv na stavbu a vybudovanie elektrických a dátových pripojok.

Pri použití satelitných technológií odpadá nutnosť starostlivosti, údržby nosníkových konštrukcií, elektrických a dátových pripojok v takom rozsahu ako pri mikrovlnnej technológii.

Postup riešenia alokácie kontrolných stanovíšť pre mýtny systém SR bol konzultovaný s firmou ELTODO EG, a.s., ktorá buduje mýtny systém v Českej republike. Z konzultácie jednoznačne vyplynulo priklonenie sa k satelitným technológiám a v súčasnej dobe jednoznačné odmietnutie mikrovlnného systému. Keďže v ČR začali s budovaním mikrovlnného systému, ktorý je už v štádiu pred spustením do prevádzky, resp. je v skúšobnej prevádzke, sú nútení tento systém dokončiť a akceptovať stav, že do budúcnosti budú musieť prebudovať systém na satelitný.

Štruktúra cestnej siete v rámci miest je natoľko členitá, že v prípade použitia mikrovlnnej technológie je potrebný veľký počet monitorovacích zariadení, čo značne predraží celý monitorovací systém. V uvedenom systéme sú definované všeobecné pozície pre alokáciu monitorovacích zariadení na vjazdové, resp. výjazdové trasy jednotlivých miest pri zachovaní jeho maximálnej efektívnosti. Mikrovlnné technológie sú závislé na vybudovaní nosníkových konštrukcií pre mikrovlnné monitorovacie antény na jednotlivých úsekoch cestnej infraštruktúry. Popod konštrukcie prechádzajú dopravné prostriedky, ktoré sú zachytené anténami, resp. kamerami a následne v závislosti na úseku cesty v ktorom bol tento záznam vykonaný je zaúčtované mýtno za použitý úsek cesty. Pri použití mikrovlnných technológií kôli pokrytiu monitorovaniu celej cestnej siete, je nutné postaviť veľké množstvo konštrukcií. To znamená, na každom úseku „od križovatky ku križovatke“, musí byť postavená aspoň jedna rampa. Takéto množstvo železných

konštrukcií značne predraží celý mýtny systém. Pri budovaní konštrukcií je potrebné prihliadať aj na ich sekundárne použitie, t.j. ako možných konštrukcií pre umiestnenie orientačných a informačných tabúl, návěstí a usmerňovačov. Z tohto dôvodu je treba umiestňovať konštrukcie tak, aby bolo možné výhodne využiť ich sekundárne vlastnosti.

Satelitné systémy majú výhodu v tom, že nie sú závislé na nosníkových konštrukciách, ale len na kvalitných digitálnych mapách a palubných jednotkách, ktoré sú umiestnené v automobile. Železné konštrukcie sú využité len na vybudovanie stanovišť, ktorých úlohou je kontrola zapojenia, používania jednotiek OBU v autách, čo je nepomerne menej ako pri mikrovlnných systémoch.

Na vybudovanie monitorovacích, resp. kontrolných stanovišť má vplyv:

- stav terénu, kde sa bude stavať päťka konštrukcie,
- (ne)ochota majiteľov, správcov pozemkov umožniť postaviť konštrukciu,
- (ne)ochota umožniť, resp. problematickosť pripojenia na elektrické rozvody a dátové vedenie.

Ak kvôli niektorému z uvedených bodov je problematické vybudovanie konštrukcie, je nutné presunúť stavbu v smere, resp. proti smeru jazdy, na inú vhodnú pozíciu. Dôležité je uvedomiť si, že zariadenie môže byť umiestnené na ľubovoľnom mieste medzi dvomi križovatkami (uzlami). Z hľadiska posunu konštrukcie dopredu, resp. dozadu oproti pôvodnej pozícii, nie je presun o meter, resp. aj niekoľko sto metrov rozhodujúci, ak to vzdialenosť medzi dvomi dopravnými uzlami umožňuje.

Na presnú pozíciu a definovanie umiestnenia monitorovacích, resp. kontrolných stanovišť má vplyv:

- intenzita dopravy,
- smerovanie dopravných koridorov,
- ekonomická úroveň regiónu (HDP),
- hustota obyvateľstva.

Definovanie pozícií pre mikrovlnnú technológiu

Pri určovaní pozícií monitorovacích stanovišť mýtného systému pracujúceho na princípe mikrovlnnej technológie je potrebné dodržať pravidlo, že na „každom“ úseku cesty medzi dvomi križovatkami je potrebné umiestniť aspoň jednu rampu pre osadenie mikrovlnných antén, kamier a pomocného príslušenstva, ako sú vedenia elektrické a dátové. Takto sa zabezpečí monitorovanie jednotlivých častí úsekov cesty.

Návrh pozícií vhodných pre alokáciu monitorovacích zariadení pre Bratislavu a Bratislavský kraj



Na obrázku 2 je mapa Bratislavského kraja, ktorá zobrazuje sieť diaľnic, rýchlostných ciest a ciest I. triedy, ktoré sú súčasťou riešenia alokácie monitorovacích zariadení [3,4]. Pre konkrétnu realizáciu alokácie sú určené dopravné uzly, ktoré zachytávajú všetky možné vjazdy a výjazdy uvedenej cestnej siete. Dopravné uzly sú zobrazené bodmi s príslušným číslom pre lepšiu orientáciu.

Na skúmanom území je vytipovaných sedemnást' dopravných uzlov, v rámci ktorých je potrebné presne definovať miesta pre alokáciu a počet monitorovacích zariadení.

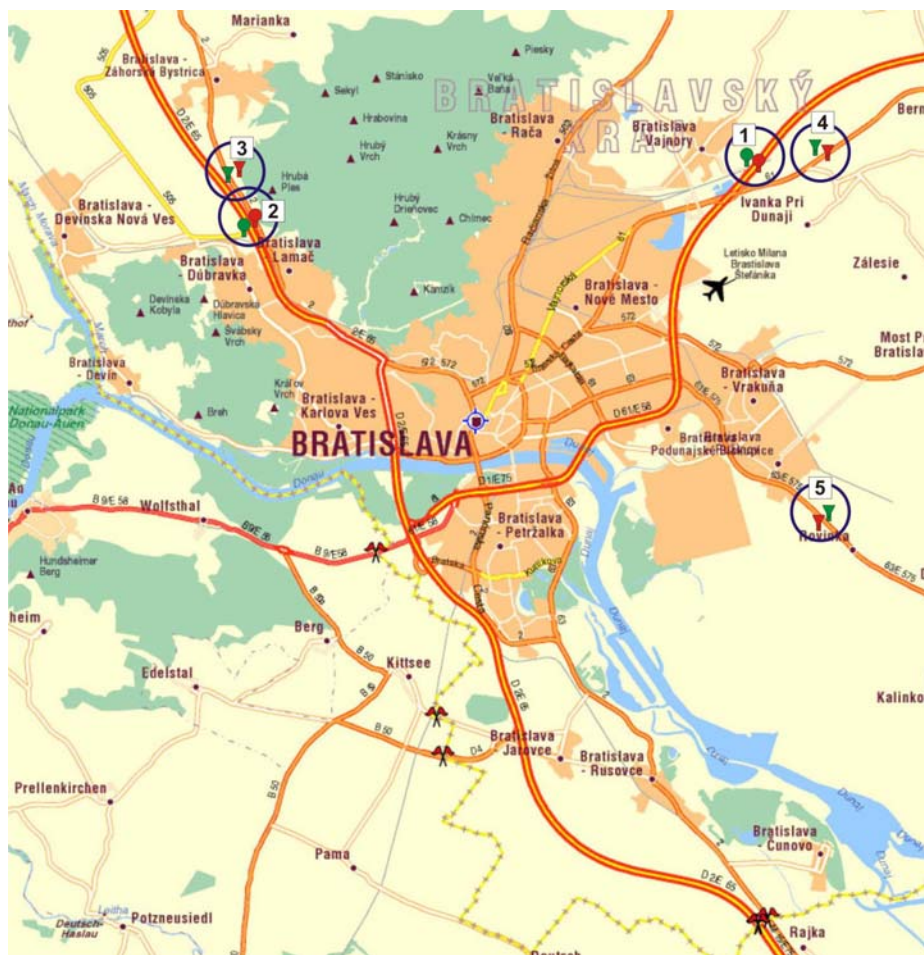
Obr. 2. Mapa Bratislavského kraja s definovanými dopravnými uzlami [3, 5, 9].

Fig. 2. Map of Bratislava region with defined transport junctions.

Dopravné uzly mesta Bratislava

Z analýzy cestnej štruktúry mesta Bratislavy vyplýva potreba riešenia dopravných uzlov na piatich pozíciách (obr. 3), ktoré zodpovedajú východiskám a princípom.

Pre označovanie miest pre alokáciu monitorovacích zariadení sú použité v krúžku umiestnené terčiky podľa smeru jazdy pre vjazd a výjazd z a do spolplatených úsekov. Terčiky predstavujú vjazd do spolplateného úseku a výjazd zo spolplatennej zóny.



Obr. 3. Mapa Bratislavy s vyznačenými dopravnými uzlami [3, 4, 9].
Fig. 3. Map of Bratislava with marked transport junctions.

Príklady možných umiestnení monitorovacích zariadení v okolí Bratislavy

Pozície pre umiestnenie monitorovacích zariadení v okolí Bratislavy sú:

- **Pozícia monitorovacieho zariadenia „Pri Mlyne - 1“.** Monitorovacie zariadenia je možné umiestniť na vstupe / výstupe (V/V) do a z Bratislavy na diaľnici D1 zo smeru z Trnavy (obr. 4, 5) z dôvodu monitorovania hlavného cestného ťahu. Z obrázkov 4 a 5 je zrejмый vjazd na diaľnicu D1 z Ivánskej cesty, ktorý zapadá do vnútornej mestskej infraštruktúry, a preto je vyňatý zo spolplatenia.
- **Pozícia monitorovacích zariadení „Lamač – 2 a 3“.** Monitorovacie zariadenia je možné umiestniť na V/V do a z Bratislavy v smere na Kúty, ako na diaľnicu D2, tak aj na cestu 1. triedy č. 2, tzv. Hodonínsku (obr. 6, 7).
- **Pozícia monitorovacieho zariadenia „Ivanka pri Dunaji – 4“.** Monitorovacie zariadenia je možné umiestniť na V/V do a z Bratislavy v smere na Senec na cestu 1. triedy č.61, tzv. Seneckú (obr. 8, 9).

- **Pozícia monitorovacieho zariadenia „Rovinka – 5“.** Monitorovacie zariadenie je možné umiestniť na V/V do a z Bratislavy v smere na Dunajskú Stredú na cestu 1. triedy č. 63 (obr. 10, 11).



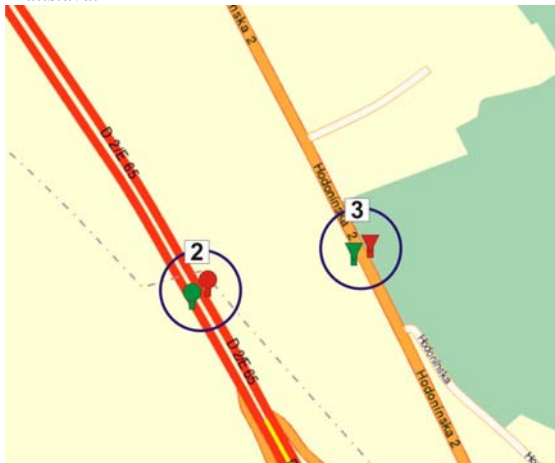
Obr. 4. Pozícia pre umiestnenie monitorovacieho zariadenia D1 Trnava - Bratislava [3, 4, 9].

Fig. 4. Position for allocation of monitoring facility D1 Trnava – Bratislava.



Obr. 5. Satelitný snímok umiestnenia monitorovacieho zariadenia D1 Trnava - Bratislava [3, 6, 9].

Fig. 5. Satellite snapshot of allocation of monitoring facility D1 Trnava – Bratislava.



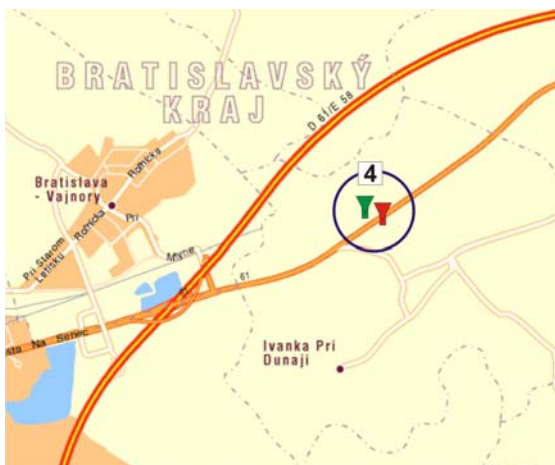
Obr. 6. Pozícia pre umiestnenie monitorovacích zariadení D2 a cesta 1. triedy č.2 Bratislava - Kúty [3, 4, 9].

Fig. 6. Position for allocation of monitoring facility D2 and 1st class road number 2 Bratislava – Kúty.



Obr. 7. Satelitný snímok umiestnenia monitorovacích zariadení D2 a cesta 1. triedy č.2 Bratislava – Kúty [3, 6, 9].

Fig. 7. Satellite snapshot of allocation of monitoring facilities D2 and 1st class road number 2 Bratislava – Kúty.



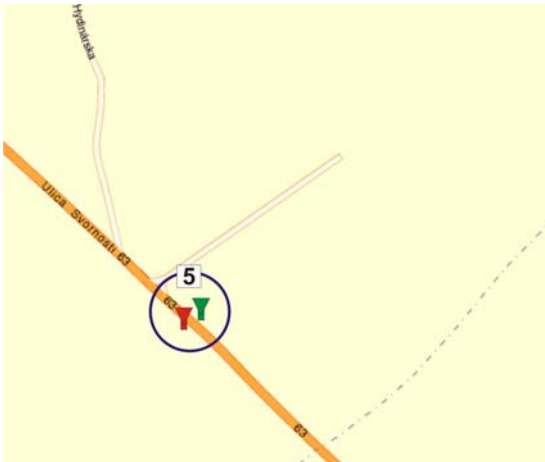
Obr. 8. Pozícia monitorovacieho zariadenia na ceste 1. triedy č.61 Bratislava - Senec [3, 4, 9].

Fig. 8. Position of monitoring facility on the way of 1st class road number 61 Bratislava – Senec.



Obr. 9. Satelitný snímok umiestnenia monitorovacieho zariadenia na ceste 1. triedy č.61 Bratislava – Senec [3, 6, 9].

Fig. 9. Satellite snapshot of allocation of monitoring facility on the way of 1st class road number 61 Bratislava – Senec



Obr. 10. Pozícia monitorovacieho zariadenia na ceste I. triedy č.63 Bratislava – Dunajská Streda [3, 4, 9].
 Fig. 10. Position of monitoring facility on the way of 1st class road number 63 Bratislava – Dunajská Streda.

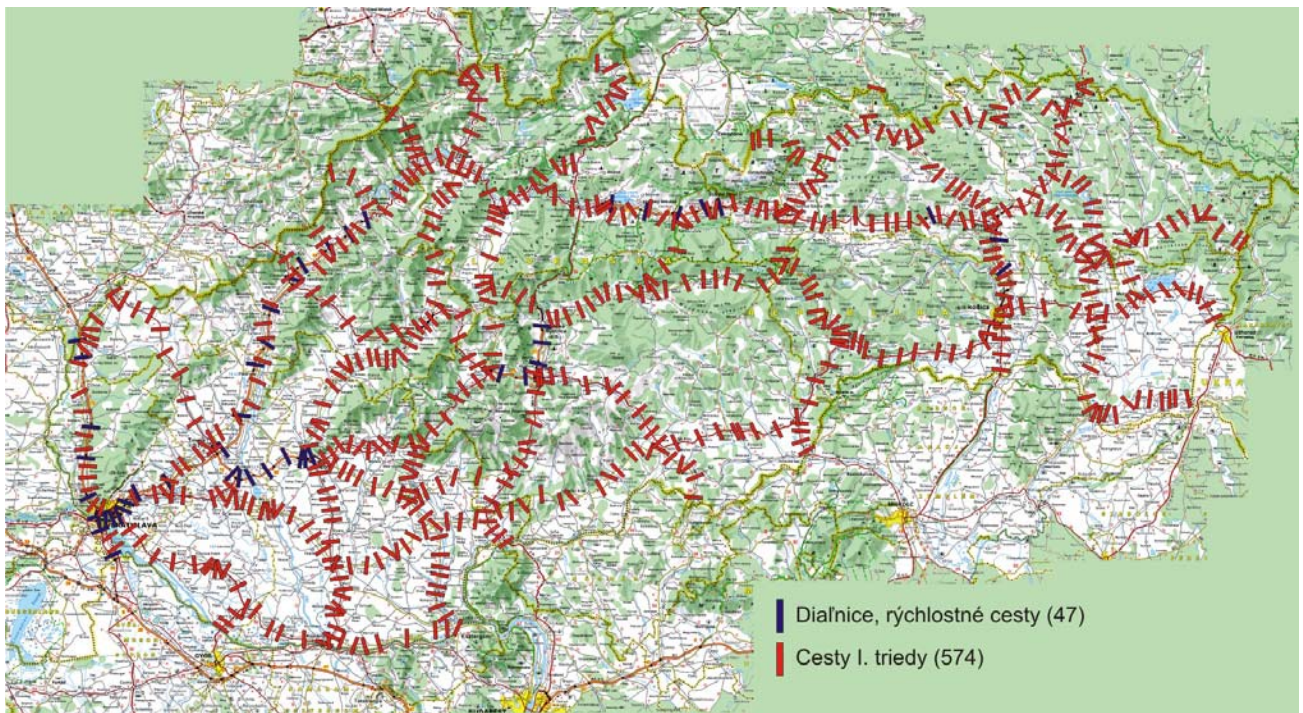


Obr. 11. Satelitný snímok umiestnenia monitorovacieho zariadenia na ceste I. triedy č.63 Bratislava – Dunajská Streda [3, 6, 9].
 Fig. 11. Satellite snapshot of allocation of monitoring facility on the 1st class road number 63 Bratislava – Dunajská Streda

Pozície mikrovlnných monitorovacích zariadení v rámci Slovenskej republiky

Pri zachovaní predchádzajúceho postupu a princípu umiestňovania rámp od „križovatky ku križovatke“, s minimálne jednou rampou je v rámci Slovenskej republiky na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I. triedy potrebné vybudovať cca 620 pozícií pre umiestnenie monitorovacích zariadení pre monitoring dopravných prostriedkov s nosnosťou nad 3,5 tony (obr. 12).

Tým, že sú do spoplatnenia zahrnuté aj cesty I. triedy, dochádza k veľkému nárastu počtu monitorovacích pozícií, čo je zapríčinené značne členitou dopravnou infraštruktúrou.



Obr. 12. Štúdia rozmiestnenia monitorovacích zariadení pri mikrovlnnom systéme v rámci SR [3, 9].
 Fig. 12. Study of monitoring facilities layout of microwave system in SR.

Záver

Postup riešenia rozmiestňovania kontrolných pozícií v roku 2006 plynule nadviazal na predchádzajúce riešenie z roku 2005 [2], v ktorom boli definované základné kritériá pre posudzovanie dopravnej siete z hľadiska osadzovania monitorovacích zariadení. Z prvotnej analýzy cestnej siete SR z roku 2005 práce postúpili do konkretizácie a definovania miest alokácie monitorovacích zariadení.

Z definovaných miest pre umiestnenie kontrolných stanovišť vyplýva, že v rámci Slovenskej republiky je pre mikrovlnnú technológiu potrebná kontrola na cca 620 pozíciách vrátane budúcich diaľnic a rýchlostných ciest. Celkový počet kontrolných stanovišť je možné znížiť náhradou za mobilné kontrolné jednotky, ktoré budú vykrývať okrajové oblasti s nízkou intenzitou dopravy.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantových projektov VEGA č. 1/1120/04, č. 1/4168/07 a riešenia úlohy „Alokácia kontrolných stanovišť inteligentných systémov dopravy“.

Literatúra – References

- [1] http://www.ssc.sk/custom/doc/CDB/sr_CS2006.jpg
- [2] Balog, M., Straka, M.: Hodnotiaca správa o riešení projektu „Alokácia kontrolných stanovišť IDS“, reg. č. 473 / 2005, TU Košice, 23s, 2005.
- [3] Balog, M., Straka, M.: Správa o riešení projektu „Alokácia kontrolných stanovišť IDS“, reg. č. 473 / 2005, TU Košice, 41s, 2006.
- [4] www.viamichelin.com
- [5] www.mapy.sk
- [6] <http://maps.google.com>
- [7] <http://www.nds.sk>
- [8] <http://www.ssc.sk>
- [9] Medzinárodný projekt CONNECT, časť „Inteligentné dopravné systémy“, schválený uznesením vlády SR 912/2002
- [10] Straka, M., Malindžák, D.: Distribučná logistika, *Expres Publicity, Košice 2005, ISBN 80-8073-296-5.*