

**ANALÝZA VYUŽITIA MOBILNEJ RÁDIOTELEFÓNNEJ SIETE
PRI ZBERE A VYHODNOCOVANÍ ÚDAJOV VÝBERU CESTNÉHO
MÝTA V SR TECHNOLOGIOU PAKETOVÉHO PRENOSU A
METÓDOU JEDNOZNAČNEJ IDENTIFIKÁCIE BUNKY**

Martin Kizek, Rudolf Hronec¹

ABSTRAKT

Kombinované využitie mikrovlnovej technológie prenosu dát a technológie paketových prenosu dát pomocou technológie siete 2G a 3G spolu s využitím modulu GPS v jednotke OBU umožnilo presne zaznamenať a monitorovať pohyb vozidiel, ktoré sú povinné od 1.1.2010 platiť mýto za prejazd stanovených úsekov ciest. V práci sme v rádiatelefonnej sieti analyzovali kvalitatívne parametre pokrytia signálom v kombinácii s vyhodnocovaním údajov získaných z prijímača GPS v jednotke OBU vybavenej čipom SiRFstar III a porovnali ho so systémom založeným výhradne na sieti WAN bez nutnosti výstavby novej infraštruktúry.

Kľúčové slová : GPRS, EDGE, Wifi, GPS, mýto, kvalita, pokrytie, náklady

1.ÚVOD

S hospodárskym rastom, ktorý nastal v Slovenskej republike so začiatkom tretieho tisícročia, príchodom zahraničných investorov, zameraním nášho hospodárstva na finálnu montáž výrobkov, ich následným skladovaním a logistikou začalo dochádzať k výrazným tlakom na dopravnú infraštruktúru, čím začalo dochádzať k znižovaniu priepustnosti a plynulosti cestnej dopravy. Parlament na návrh Ministerstva dopravy, pôšt a telekomunikácií prijal Zákon o elektronickom mýte číslo 25/2007 Z.z., kde poslanci definovali tri možné systémy realizácie ktorými boli: (i) satelitné určovanie polohy, (ii) využitie mobilných komunikácií sietí 2G a 3G, alebo využitie (iii) mikrovlnovej technológie v licencovanom pásme 5.8 GHz. Miestne príslušné Ministerstvo dopravy, pôšt a telekomunikácií vypísalo medzinárodnú súťaž na realizáciu systému výberu mýta - RUC (*Road User Charging*), ktorej víťazom sa stala spoločnosť Ibertax-SanToll. Národná diaľničná spoločnosť (NDS) ako organizácia zodpovedná za prevádzku diaľnic a rýchlostných komunikácií podpísala zmluvu o výstavbe a prevádzke mýtného systému so spoločnosťou SkyToll ktorú založilo víťazné konzorcium firiem. Spoločnosť SkyToll sa

¹ Ing. Martin Kizek, VIP WINGS a.s., letisko M.R.Štefánika, Bratislava 22, 823 71, m.kizek@vipwings.sk

Doc. Ing. Rudolf Hronec PhD, Elektrotechnická fakulta ŽU, Katedra telekomunikácií a multimédií, Univerzitná 1, Žilina, 010 26, rudolf.hronec@fel.uniza.sk

rozhodla pre kombináciu technológií satelitného určovania polohy dopravného prostriedku a mobilných dátových prenosov využitím prenosu paketových údajov systémom GPRS v sieti GSM poskytovateľa rádiatelefonných služieb. V práci sme sa zamerali na jej porovnanie so systémom, ktorý je čisto založený len na využití systému na báze siete GSM/UMTS.

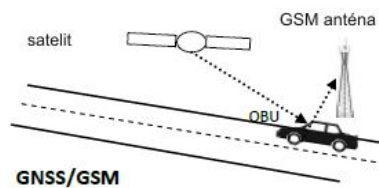
2.VYUŽITIE KOMBINOVANEJ JEDNOTKY OBU A JEJ KVALITATÍVNE PARAMETRE

V práci sme sa zamerali na kvalitatívne sledovanie využitia kombinácie systému satelitného určovania polohy a mobilnej paketovej siete systému GPRS (*General Packet Radio Service*). Porovnaním rýchlosti a kvality zberu informácií sme začali analyzovať efektívnosť zvoleného systému pri jeho využití v praxi v porovnaní so systémom, ktorý sa výhradne spolieha len na infraštruktúru verejnej rádiatelefonnej siete.

Prevádzkovateľ výberu elektronického mýta si zvolil jednotku OBU (*On Board Unit*) s číselným označením OBU 1374, ktorá je vybavená satelitným prijímačom systému GPS (*Global positioning system*) založeným na čipovej sade SiRFstarIII s integrovanou pasívnou anténou, s možnosťou pripojenia aktívnej externej antény a modemom GPRS s aktivovanou Smart 128 kbit SIM kartou. Takto navrhnutá jednotka je OBU súčasťou novobudovanej ATOP platformy (*Automotive Telematics On Board Unit Platform*), ktorá využíva systémy GPS a GPRS. Systém v Slovenskej republike je praktickou realizáciou zámeru realizovať jednoduchý a finančne nenáročný systém zberu a vyhodnocovania údajov cestného mýta. Telemetrické riešenie rýchleho zberu údajov, ich vyhodnotenie a vyslanie na ďalšie spracovanie je doplnené o modul NFC (*Near Field Communication*), ktorý zabezpečuje komunikáciu jednotky OBU pri prechode kontrolnou mýtnou bránou. Bezpečnosť údajov na jednotke a ich prenos môže byť zabezpečený viacerými systémami, spoločnosť Siemens aplikovala systém Smart X high-safety. Systém, ktorý sa na Slovensku nerealizoval umožňuje doplniť jednotku OBU o neodstrániteľnú nálepku na predné sklo, ktorá je vybavená identifikačným rádiovým čipom RFID (*Radio Frequency IDentification*). Takáto kombinácia by umožnila nie len kontrolu či je jednotka OBU využitá v takom automobile, pre ktorý bola registrovaná, ale využitie tohto systému by umožnilo použiť aj ďalšie aplikácie, akými môžu byť napríklad *automatické vyberanie parkovného*, alebo *právo prednostnej jazdy* v prípade implementovania systému v riadení cestnej premávky. Ďalšia funkcionálna, ktorá nebola implementovaná v tomto systéme je zobrazovací display, ktorý by priamo zobrazil

jednotkovú cenu za prechádzaný úsek, ako aj celkovú cenu za celú trasu, prípadne zostatok na účte v prípade využívania služby s predplateným kreditom.

Víťazné konzorcium zvolilo len kombinovaný systém s jednotkami OBU, ktoré sme opísali vyššie. Tento systém vyhodnocuje polohu vozidla pomocou prijímača GPS s osadeným presným čipom SiRFstarIII voči digitálnej mape ktorá je umiestnená v jednotke OBU. Takto získané údaje zaznamenáva do vnútornej pamäte a v cykle 30 minút vysiela pomocou GPRS vlastným APN prevádzkovateľa do centrály. Veľkosť prenesenej informácie je niekoľko bitov a tým je dosiahnuté, že sieť nie je permanentne zaťažovaná dopytom a odpoveďou jednotky OBU s informáciami o prejdenných úsekoch a ani nie je potrebné mať neustále zostavené paketové spojenie cez sieť GPRS. Informácie o spoplatnených úsekoch diaľnic, rýchlostných komunikácií a ciest prvej triedy sú zaznamenané v digitálnej mape v jednotke OBU, i na serveroch poskytovateľa. Na základe takého delenia je možné dosiahnuť, že pokiaľ sa vozidlo s jednotkou OBU dostáva do vopred zadefinovanej hraničnej oblasti zberu údajov, jednotka OBU tieto úseky vie sama vyhodnotiť a vysielať zaznamenané informácie v kratších intervaloch ako je časový interval 5 minút. Pri takomto časovom intervale bude zaručená vysoká pravdepodobnosť, že zaznamenané údaje budú vyslané pomocou paketového prenosu aj v prípade, že vozidlo s jednotkou OBU opúšťa oblasť s pokrytím signálom siete GSM, ako je v oblastiach nízkej kvality signálu, alebo v prípade hraničných oblastí pokrytia. Tým bude možné dosiahnuť kvalitný a hodnoverný prenos údajov bez toho, aby prevádzkovateľ mýta nezískal informácie o prejdenných kilometroch v tzv. *poslednom spoplatnenom úseku*. Taktiež nie je potrebné aby na kartách SIM v jednotkách OBU bol aktivovaný dátový roaming. Za účelom kontroly funkčnosti jednotiek OBU, ich správneho používania bola zriadená mýtna polícia SR, ktorá má právomoc kontrolovať správnosť nastavenia a funkčnosť jednotiek OBU v spoplatnených vozidlách pomocou vozidiel vybavených NFC modulom. Spolu so zložkami mýtnej polície bolo na vytipovaných miestach osadených aj dodatočných 44 mýtnych brán, ktoré sú osadené NFC modulmi, ako aj kamerami ktoré snímajú údaje do systému automatického rozpoznávania tabuliek s evidenčným číslom (ANRP), ktoré zaznamenávajú vozidlá prechádzajúce úsekom a porovnávajú ich s databázou prihlásených vozidiel.



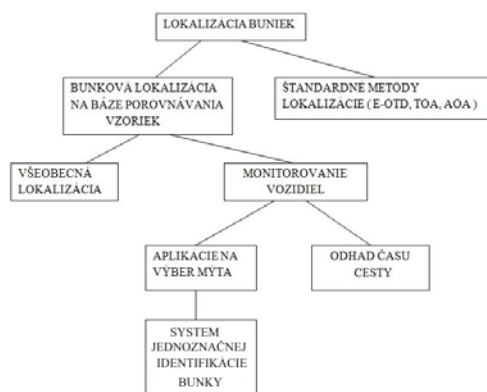
Obr.1 Riešenie SkyToll v SR

Tento systém sám o sebe priniesol nový a sofistikovaný spôsob výberu cestného mýta, odbúral investície do cestnej infraštruktúry. V našej práci sme sa zamerali na alternatívny spôsob výberu cestného mýta, založený na jednoduchšej a lacnejšej jednotke OBU osadenej len modemom GPRS/HSUPA a využitím výhradne infraštruktúry existujúcich mobilných operátorov.

3. SYSTÉM JEDNOZNAČNEJ IDENTIFIKÁCIE BUNKY

Ako sme už popísali vyššie, Slovenská republika si pri realizácii výberu elektronického mýta zvolila systém založený na kombinácii GNSS a GSM/UMTS pre komunikáciu s centrálnym serverom zberu a vyhodnocovania informácií. Cenovo výhodnejšia alternatíva, ktorej sa venujeme, je využiť bunkovú sieť nie len na komunikáciu, ale aj zber údajov. Nevýhodou doterajších riešení bolo, že súčasné riešenia neprodukovali dostatočne presné údaje pre výber mýta a presnosť údajov mohla byť ovplyvnená nesprávnymi signalizačnými údajmi z jednotlivých buniek, ktoré sa využívali na lokalizáciu jednotlivých jednotiek OBU. [1] Systémy založené na CGI – globálna identifikácia bunky + TA –doba predstihu, TOA – čas príchodu, AOA – uhol príchodu a E-OTD pozorovaný rozdiel časového príchodu, ktoré v minulosti prichádzali s takýmto riešením, sa vyznačovali nízkou presnosťou lokalizačných informácií, nakoľko bolo príliš závislé na rozvoji a kvalite infraštruktúry bunkovej siete. Chyba lokalizácie je zvyčajne príliš veľká na to aby sme mohli vyhodnotiť dráhu vozidla na mape. Za účelom zvýšenie presnosti sa zavádzajú *databázové korelačné metódy* akými môžu byť metóda porovnávania vzoriek – (*fingerprint*). [2] Táto metóda používa porovnanie nameraných vzoriek so vzorkami uloženými v databáze aby určila polohy skúmaného objektu. Vzorky nameraných intenzít signálu v rôznych oblastiach sú uložené v centrálnej databáze a tieto vzorky sú porovnávané s prijatou vzorkou. Ako už bolo viackrát publikované, metóda porovnávania vzoriek by sama o sebe neposkytovala dostatočnú presnosť a spoľahlivosť vyhodnocovania informácií v systémoch zberu a spoplatnenia cestných úsekov. Aby sme mohli využiť metódu sledovania vozidla, je potrebné zhromažďovať vzorky intenzity poľa signálu v rýchlom slede. To sa dá dosiahnuť jedine tak, že jednotka OBU by sa

správala ako telefónny prístroj alebo dátové zariadenie a tak vysielala údaje o kvalite a hodnoty intenzity poľa signálu do prijímača nepretržite. Tento systém je vhodný, pokiaľ chceme sledovať časovú dobu pohybu vozidla, čo môže byť výhodné pri rôznych bezpečnostných a sledovacích aplikáciách, ale nie je to vhodné pri systéme sledovania tisícok povinných účastníkov v prevádzke na pozemných komunikáciách. Tento systém by neúmerne zaťažoval akúkoľvek bunkovú telefónnu sieť. Preto sme sa zamerali na výskum takého systému, ktorý by bol mobilný, ale nevyžadoval neustále zostavenie spojenia s bunkovou sieťou. Z toho dôvodu vybratá metóda jednoznačnej identifikácie bunky založená na metóde porovnávania vzoriek, ktorá je ďalej vyvíjaná za účelom identifikácie prejdenných cestných úsekov a na nich nameraných úrovni signálov za účelom ich využitia v systémoch zberu a vyhodnocovania údajov cestného mýta.



Obr. 2 Metóda jednoznačnej identifikácie bunky a jej vzťah k iným spôsobom lokalizácie pomocou bunkových sietí

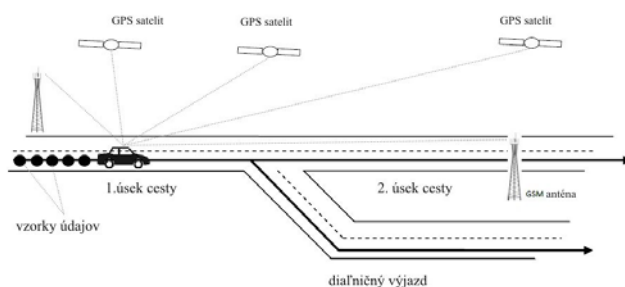
Metóda jednoznačnej identifikácie bunky prináša nový spôsob pohľadu pri identifikácii pohybu vozidiel a zavádzaní systémov výberu mýta. Táto metóda si nekladie za cieľ dosahovať vysokú presnosť odhadu pohybu vozidiel, ale na určovanie, či spoplatnený cestný úsek bol skutočne prejdenný alebo nie a tým značne šetrí finančné prostriedky na infraštruktúru. Táto metóda nie je založená na metódach E-OTD, TOA ani AOA [3]. Využíva vzorky signálu úseku cestnej komunikácie využívaním CGI a indikátora hodnoty výkonovej úrovne prijatého signálu RSSI, ktoré sa získali počas mobilných meraní spoplatnených úsekov komunikácií a sú uložené do centrálnej databázy prevádzkovateľa. Počas detekčnej fázy sú údaje ktoré prichádzajú z jednotky OBU vo vozidle porovnané s nameranými údajmi uloženými v databázach. Softvérové vybavenie na strane prevádzkovateľa musí byť zložené z algoritmov, ktoré určuje prejdennú dráhu sledovaného vozidla.

Špecifický bunkový bod – UCP (unique cell point) je jednoznačne veľkostne ohraničená plocha, ktorá reprezentuje geografickú vzorku s minimálne jednou detekovateľnou hodnotou CGI a prislúchajúcou hodnotou výkonu prijímaného signálu RSSI (received signal strength indicator). Takéto vzorky sú zvyčajne agregované a filtrované. V závislosti od dostupných údajov, UCP môžu zahŕňať aj iné premenné.

Množiny špecifických bunkových bodov sú vybrané pre každý úsek sledovanej cesty. Za účelom minimalizácie nejednoznačnosti je potrebné vybrať a použiť také UCP, ktoré sú dominantné pre danú oblasť a nemôžu spôsobovať nejednoznačnosť vo vzťahu k susednej oblasti a im prislúchajúcim UCP. Umiestnením UCP môžeme prispôbovať systém výberu mýta. Pokiaľ by sa napríklad vhodná UCP nachádzala mimo spoplatnenú trasu, ale v príľahlej oblasti k spoplatnenej trase, bolo by ju možné využiť ako fiktívny bod zúčtovania tzv. akúsi mýtnu bránu do systému.

Zber údajov pre zostavenie databázy

Za účelom zostavenie plnohodnotnej databázy by bolo potrebné prejsť a zmapovať všetky spoplatnené úseky o celkovej dĺžke takmer 1900 km. Na tieto účely sa používa vozidlo opatrené s GNSS modulom a modemom GSM, ktoré by zozbieralo a vyhodnotilo geografické vzorky, ktorým je potrebné prideliť ich hodnoty CGI a RSSI spolu so GPS súradnicami príslušnej geografickej oblasti. Celú oblasť by bolo potrebné aj niekoľkokrát prejsť, aby sme docielili kvalitnú a hodnovernú databázu údajov s príslušnými hodnotami CGI a RSSI.

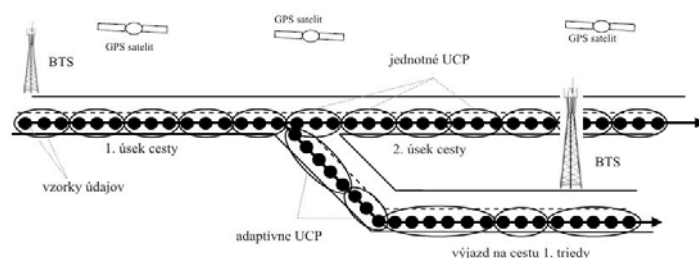


Obr. 3. Zber údajov pomocou zaznamenávania vzoriek

Zoskupovanie dát

V nasledujúcom kroku je potrebné agregovať získané dáta do skupín na základe existujúceho súboru CGI a im prislúchajúcich RSSI intervalov. Zoskupovanie sa dá vytvoriť dvomi spôsobmi, a to fixným alebo adaptívnym vytvorením špecifických bunkových bodov - UCP.

Fixné UCP sú definované konečnou rozmerom vzorky. Napríklad dlhé rovné úseky ciest, ktoré sú dostatočne pokryté bunkovou sieťou. Jednoducho sa vytvárajú, ale nie sú natoľko efektívne a flexibilné ako adaptívne oblasti UCP. Vytváranie adaptívnych oblastí UCP je oveľa náročnejšie a vyžaduje komplexný pohľad na sledovanú lokalitu. Aj adaptívne oblasti UCP je možné vytvárať automaticky, ak si stanovíme limity o koľko sa môžu vedľa seba susediace UCP od seba líšiť s prihliadnutím na dosiahnutie určitej kvality systému získavania údajov pri výbere mýta.



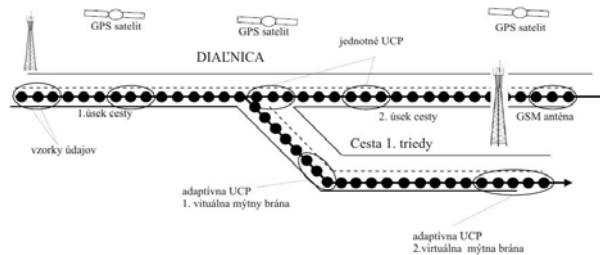
Obr.4 Zoskupovanie údajov

Definovanie UCP na sledovanom úseku cesty

Každý špecifický bunkový bod je definovaný konečným počtom CGI, kde je pre každú CGI uložená informácia o hodnote úrovne signálu, tzv. maximálna a minimálna hodnota RSSI. Najvhodnejšie vzorky sú následne vybrané, aby reprezentovali definovanú oblasť komunikácie. Aby sme dokázali do systému zaviesť istú formu efektívnosti a odstránili redundantnosť, nie je potrebné aby sme mali na niektorých napríklad rovných úsekoch niekoľko fixných vzoriek UCP za sebou. Z tohto dôvodu sa do systému zavádzajú dedikačné algoritmy, ktoré rozhodnú kedy je v danom úseku dostatok rovnakých fixných vzoriek UCP na jednoznačnú identifikáciu spoplatneného úseku a kedy nie. Zavádzame pojem *identifikovaná bunka* UCP ktorá najlepšie opisuje spoplatnený úsek a na základe nej sa vyhodnocujú ostatné bunky UCP priradením *váhy významu* obsiahnutých informácií. Úlohou tzv. „váhovania“ je získať dynamickú metriku spoľahlivosti detekcie buniek UCP.

Virtuálne mýtné brány – body zúčtovania

Na hraniciach systému potrebujeme zdefinovať hraničné body, tzn. *virtuálne mýtné brány*, alebo inak povedané body zúčtovania systému, aby sme vedeli pri zbere údajov identifikovať, že sledované vozidlo sa dostáva do/zo spoplatnenej oblasti alebo prechádza na komunikáciu s inou sadzbou mýta, keby sa tento prvok do systému zaviedol. Za takýmto účelom si musíme v systéme zaviesť špeciálne bunky UCP.



Obr.5 Príklad aplikácie virtuálne mýtnej brány

Proces detekcie vozidiel

Detekcia vozidiel, ktoré sú vybavené palubnou jednotkou OBU, sú povinne prihlásené do systému, nachádzajú sa na zmapovaných spoplatnených úsekoch komunikácií a tieto vysielajú dáta, z ktorých je možné detegovať bunky CGI v ktorých sa nachádzajú a prijímanú hodnotu úrovne signálu RSSI. Server porovnáva prijímané hodnoty s nameranými hodnotami, ktoré sú uložené v systéme. Keď systém prijme dostatočné množstvo UCP, ktoré sa porovnajú a vyhodnotia, je možné určiť že úsek bol prejdený a môže byť spoplatnený. Rozdiel v porovnaní s konvenčnými systémami založenými na báze prijímačov GPS je v tom, že systém môže vyhodnotiť úsek ako prejdený a spoplatniť ho až keď ho vozidlo celý prejde a začne vyhodnocovať vozidlo v ďalšej príľahlej oblasti. Nevýhodou systému je to, že treba uskutočňovať vždy nové merania a definovať nové vzorky UCP, pokiaľ v oblasti dôjde k zmene rádiového plánu v prevádzke siete GSM / UMTS, zmene cestnej infraštruktúry, prípadne pri zmene hustoty okolitej výstavby, čo má priamy vplyv na úroveň prijímaného signálu RSSI.

Celková funkčnosť systému

Systém vychádza z filozofie systémov WAN a to, že umožňuje flexibilitu pri výbere mýta zmenou oblasti a zmeny či diferencovania výšky tarify za prejazd komunikácie s minimálnymi nákladmi na infraštruktúru. Výhodou je aj využitie rovnakej jednotky OBU v rôznych štátoch, nakoľko táto funguje ako obyčajný prijímač GSM, je malá a ľahká je aj montáž. Spotreba takejto jednotky je veľmi nízka a je možné ju napájať cez cigaretový zapalovač. Jednotky OBU systému výberu mýta založeného výhradne na bunkovej sieti GSM/UMTS nemajú problém s rušením cez kovovú mriežku vyhrievania predného skla, ani pri využití mechanických zábran proti slnku. Tieto systémy taktiež nie sú náchylné na rušenie signálu, nakoľko pracujú v plne licencovanom pásme.

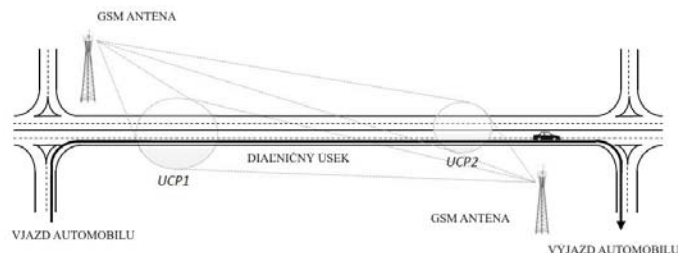
Súradnice nie sú vysielané priamo z jednotky OBU, čo umožňuje nezvyšovať celkovú záťaž systému v sieti GSM/UMTS požiadavkami na dodatočnú signalizáciu, nakoľko systém pracuje s presne rovnakým objemom signalizačných údajov a jednotka OBU sa správa v sieti ako štandardný modul GSM/UMTS. Ako už bolo spomínané, integrita systému je zachovaná aj tým, že systém nezberá presné dáta o pohybe automobilu alebo používateľa, ale vyhodnocuje len údaje bezprostredne potrebné pre určenie či vozidlo prešlo spoplatnenou oblasťou alebo cestou. Samozrejme je možná aj spolupráca s inými systémami, akými sú napríklad aj jednotky OBU na báze GPS/GPRS.

3.1 Aplikácie využívajúce systém jednoznačnej identifikácie bunky

Systém jednoznačnej identifikácie bunky má niekoľko praktických možností využitia v cestnej doprave, napríklad výberom cestného mýta, poplatku za preťaženie cestných komunikácií v mestách, alebo výber poplatku za vjazd alebo výjazd do vyhradených priestorov alebo oblastí. Taktiež je možné získať ďalšie informácie o cestnej prevádzke, akými sú napríklad priemerná rýchlosť vozidla, alebo hustota prevádzky v sledovanom úseku a iné.

Spôsob stanovenia prejdenej trasy

Za účelom presného a spravodlivého výberu cestného mýta je bezpodmienečné potrebné, aby každý spoplatnený úsek bol jednoznačne definovaný za účelom spoplatnenia celej skutočne prejdenej trasy. Pri nastavení mýtného systému založeného na systéme jednoznačnej identifikácie bunky je ideálnym prípadom, keď by bol každý jeden úsek komunikácie definovaný len jednou UCP a to by stačilo na stanovenie a výpočet prejdenej trasy. Na obr.6 môžeme sledovať prípad, keď by sa na jednom dlhom úseku diaľnice by sa nachádzali dve identifikačné bunky UCP. Pokiaľ sa v systéme prevádzkovateľa mýtného systému nachádza informácia o vzdialenosti medzi týmito dvoma identifikovanými bunkami UCP, zhromaždenie informácií o prejdenej trase na serveri nám umožní stanoviť prejdenu vzdialenosť a vyrubiť zaň mýto. Časové údaje je taktiež možné využiť na zabezpečenie súvislého súboru údajov medzi rôznymi definovanými úsekmi a tak napríklad merať čas strávený v spoplatnenom úseku. Na obr. 6 je taktiež možné vidieť, že výhodou systému je, že nekladie dôraz na presnosť hodnôt identifikačných buniek na sledovanom úseku, ale dôležité je, či je úsek je definovaný jednou unikátnou identifikačnou bunkou ktorá jednoznačne identifikuje prejdenu trasu.



Obr.6 Príklad využitia systému jednoznačnej identifikácie bunky pri rovnom diaľničnom úseku mimo osídlenia

4. PRAKTICKÁ APLIKOVATEĽNOSŤ NAVRHOVANÉHO SYSTÉMU JEDNOZNAČEJ BUNKOVEJ IDENTIFIKÁCIE

Ako sme popísali v predchádzajúcej časti, výhoda systému jednoznačnej identifikácie bunky spočíva vo výrazne nižších vstupných a prevádzkových nákladoch na jeho realizáciu a prevádzku. Nevýhodou je, že je potrebné neustále sledovať okolité prostredia spoplatnených úsekov, frekvenčný plán operátora poskytujúceho služby bunkovej siete a neustále kontrolovať tzv. porovnávacie vzorky údajov. Systém je vysoko efektívny v malých oblastiach, kde je hustá sieť základňových staníc a kvalitné pokrytie bunkovou sieťou GSM/UMTS a v úsekoch, kde sa základňové stanice nachádzajú v blízkosti spoplatnených úsekov. Nezaťažuje sieť dodatočnými prenášanými informáciami a vystačí si s logikou existujúcich signalizačných algoritmov bunkových sietí. Jeho značnou nevýhodou je, že vyhodnocuje len signalizačné protokoly a je potrebná súčinnosť NSS (Network subsystem) časti siete. Prístup k týmto údajom má len prevádzkovateľ mobilnej bunkovej siete, čiže bez jeho spolupráce nie je možné takýto systém samostatne prevádzkovať. Napriek tomu takýto systém môže byť najlacnejšia alternatíva pre prevádzku mýtného systému.

5. ZÁVER

V článku sme predstavili novovytváraný systém výberu cestného mýta založeného výlučne na systéme GSM/UMTS v porovnaní so systémom založeným na palubnej jednotke GNSS/GPRS, ktorý sa realizoval v Slovenskej republike a popísali rozdiely pri ich implementácii a prevádzke. Systém jednoznačnej identifikácie bunky sa zameriava na *odhadnutie* prejdeho úseku komunikácie v porovnaní s na Slovensku využívaným systémom, ktorý sa snaží určiť *jednoznačnú polohu* vozidla. Systém je založený na vytvorení geografických vzoriek s im prislúchajúcimi UCP, ktoré sú uložené na databázové servery. Keď vozidlo prejde úsek spoplatnenej komunikácie, jednotka OBU v spolupráci s NSS časťou bunkovej siete v reálnom čase vyhodnocuje namerané hodnoty a porovnáva hodnoty

s hodnotami uloženými v databázach vopred odmeraných geografických vzoriek. Detekciou špecifických bukových bodov UCP bude systém vedieť vyhodnotiť ktorý úsek cesty bol prejdený. Systém jednoznačnej identifikácie bunky môže preto byť veľmi výhodný, ekonomicky efektívny, (nízke prevádzkové náklady) prostriedok na výber mýta ako v odľahlých oblastiach mimo mestskej zástavby, tak v mestských sídlach.

Literatúra:

- [1] Huang Jing, *Road pricing with a fundamental Approach –Charging by Mobile*, Zborník ITSWC, Londýn, 2006
- [2] Baumann J., *Accuracy Estimation of Local Determination based on Database correlation*, Zborník VTC, Londýn 2006
- [3] Karlsson J.M., *Generating road traffic information from cellular networks – new possibilities in UMTS*, Zborník ITS-T, Chengdu, 2007

Lektoroval:

Doc. Ing. Ján Dúha, PhD., Žilinská Univerzita, Žilina

Zadané na uverejnenie: **19. apríla 2010**