ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
STAVEBNÁ FAKULTA
Katedra cestného staviteľstva

VYUŽITIE GEORADARU PRE ÚČELY SYSTÉMU HOSPODÁRENIA S VOZOVKAMI

ROZBOROVÁ ÚLOHA

Júl 2010

OBSAH

1. Základné údaje 3

1.1 Špecifikácia a predmet rozborovej úlohy 3

1.2 Identifikácia obstarávateľa 3

1.3 Identifikácia spracovateľa 4

2. Riešenie predmetu rozborovej úlohy 4

2.1 Úvod 4

2.2 Opis princípu georadaru 4

2.3 Prehľad používaných zostáv georadaru 7

2.4 Návrh parametrov zostavy georadaru na určovanie hrúbok konštrukčných vrstiev asfaltových vozoviek 10

2.5 Návrh metodiky merania a vyhodnocovania údajov 12

2.6 Vykonanie overovacích meraní na vybratých úsekoch 20

2.7 Analýza možnosti určenia nehomogenity vrstiev vozovky a podložia 24

2.8 Analýza možnosti rozlíšenia vrstiev a overenie presnosti hrúbok vrstiev 25

2.9 Výstupy softvéru použitého na vyhodnotenie meraní 26

2.10 Stav databáz konštrukcií vozoviek v CDB a návrh na ich úpravu 29

2.11 Návrh na úpravy výstupov použitého softvéru 33

Literatúra 35

Príloha 1 Číselník pre kódovanie materiálov vrstev vozovky 36

Príloha 2 Homogénne sekcie podľa hrúbky asfaltových a podkladových vrstiev vozovky diagnostikovaného úseku 43

1. Základné údaje

Rozborová úloha „Využitie georadaru pre účely Systému hospodárenia s vozovkami“ sa vypracovala na základe objednávky Slovenskej správy ciest Bratislava č. 295/2210/2010, ako rozborová úloha z plánu úloh Rozvoja vedy a techniky na roky 2010/2011.

1.1 Špecifikácia a predmet rozborovej úlohy

Cieľom rozborovej úlohy je rozšíriť údaje Cestnej databanky (CDB) vhodnou konfiguráciou zostavy georadaru a zvýšiť kvalitu rozhodovania pri hodnotení prevádzkovej spôsobilosti a výkonnosti v rámci Systému hospodárenia s vozovkami (SHV).

Obsah úlohy:

- opis princípu georadaru;
- prehľad používaných zostáv georadarov;
- návrh parametrov zostavy georadaru na určovanie hrúbok konštrukčných vrstiev asfaltových vozoviek;
- návrh metodiky merania a vyhodnocovania údajov;
- vykonanie overovacích meraní na vybratých úsekoch;
- analýza možnosti rozlíšenia vrstiev a overenie presnosti hrúbok vrstiev;
- analýza možnosti určenia nehomogenity vrstiev vozovky a podložia;
- analýza výstupov vyhodnotenia poskytovaných vybratým vyhodnocovacím softvérom a návrh na prípadné úpravy a rozšírenia vo väzbe na parametre vstupov požadované CDB a SHV;
- doplnenie získaných dát do databázy SHV;
- analýza súčasného stavu databáz konštrukcií vozoviek v CDB a návrh ich úpravy vo vzťahu k možnostiam rozšírenia údajov o údaje z georadaru.

1.2 Identifikácia obstarávateľa

Názov: Slovenská správa ciest

Adresa: Miletičova 19, 826 19 Bratislava

IČO: 003328

DIČ: 2021067785

1.3 Identifikácia spracovateľa

Názov: Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta

Právna forma: verejná vysoká škola, zriadená MŠ SR

Adresa: Univerzitná 8215/1, 010 26 Ž I L I N A

IČO: 00397 563

DIČ: 2020677824

2. Riešenie predmetu rozborovej úlohy

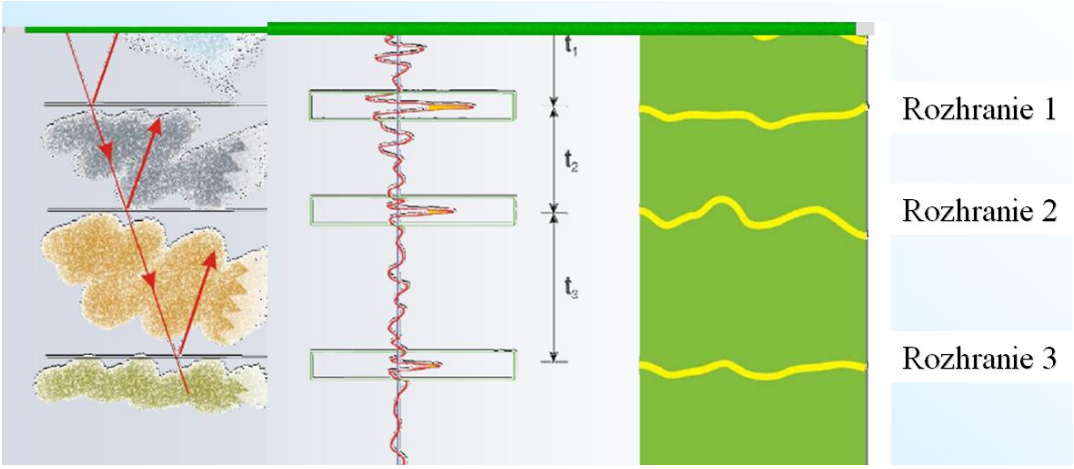
2.1 Úvod

Začiatky využívania georadaru v oblasti dopravného staviteľstva sa datujú do polovice 70-tych rokov, kedy sa prvý krát testovala použiteľnosť georadaru pri výstavbe tunelov a neskôr aj mostov. Prvé systémy navrhnuté na využívanie v oblasti cestných vozoviek sa objavili na začiatku 80 – tych rokov. Aj keď získané výsledky naznačovali veľký potenciál na využitie, používanie georadaru nenašlo výraznejšie uplatnenie. Zmena nastala až koncom 80 – tych rokov v súvislosti s narastajúcimi požiadavkami na vstupné údaje pri rozhodovaní o spôsobe rehabilitácie vozoviek. Od tohto obdobia sa používanie georadaru stalo v niektorých krajinách rutinnou metódou nielen pri projektoch týkajúcich sa diagnostiky a návrhu technológie rehabilitácie vozovky ale aj pri kontrole kvality počas výstavby. V 90 - tych rokoch sa vývoj v oblasti georadarov zameral na vytvorenie konfigurácií určených na špecializované oblasti využitia (geotechnika, konštrukcie cestných vozoviek, železničných tratí, mostné konštrukcie a pod.). V oblasti dopravného staviteľstva je v súčasnom období georadar najčastejšie používaný pri určovaní hrúbok vrstiev vozovky, polohy trňov a kotiev v cementobetónových vozovkách, detekcii výskytu vody alebo nevyplnených priestorov v konštrukcii vozovky a pod ňou, určovaní hĺbky skalných útvarov v podloží a pod. V niektorých krajinách sú tieto výstupy následne využívané v iných aplikáciách, napr. v automatizovaných systémoch výstavby, rozhodovacích procesoch systémov hospodárenia s vozovkami a mostmi a pod.

2.2 Opis princípu georadaru

Georadar je zariadenie využívajúce jednotlivé impulzy elektromagnetickej energie s frekvenciou v rozsahu od cca 100 MHz až do 2,5 GHz na určenie polohy a vzdialenosti vrstiev a objektov v materiáli, ktoré majú odlišné dielektické parametre. Georadar vysiela

krátke elektromagnetické impulzy do prostredia. Vysielané vlny prechádzajú prostredím (napr. vozovkou a jej podložím), pričom obalová krivka elektromagnetických vĺn má tvar kužeľa rozširujúceho sa smerom do hĺbky. Keď impulz narazí na rozhranie vrstiev, ktoré majú rozdielne dielektrické parametre, časť energie sa odrazí späť a zvyšok pokračuje v šírení v danom prostredí. Odrazená energia sa zaznamenáva a zobrazuje vo forme časového priebehu, kde možno vidieť amplitúdy a čas prechodu cez jednotlivé vrstvy (obrázok 1). Na základe parametrov zaznamenávaných odrazených vĺn (veľkosť a frekvencia, časový posun medzi ich vyslaním a prijatím) sa získavajú informácie o stave diagnostikovaného prostredia. Prechodom cez jednotlivé vrstvy sa mení rýchlosť vĺn a znižuje sa ich intenzita z dôvodu odrazu časti energie na rozhraní rozdielnych materiálov.



Obrázok 1 Princíp určovania rozhrania materiálov s rôznymi dielektrickými parametrami

Šírenie a odraz impulzu vysielaného radarom závisí od elektrických vlastností materiálov prostredia, v ktorom sa impulz šíri. Najdôležitejšie z nich sú magnetická citlivosť (magnetizmus), elektrická vodivosť a relatívna dielektická permitivita.

Výsledky výskumu preukázali, že magnetická citlivosť cestných stavebných materiálov vrátane zemín je približne rovnaká, akú má vákuum a neovplyvňuje šírenie impulzu vysielaného radarom.

Elektrická vodivosť prostredia prispieva k útlmu signálu a vplýva na jeho odraz a v prípade výskytu vodivých materiálov môže ovplyvniť šírenie a odraz signálu.

Najdôležitejšou elektrickou vlastnosťou ovplyvňujúcou výsledky meraní georadrom je dielektrická permitivita. Tá ovplyvňuje rýchlosť šírenia signálu v prostredí, čo má vplyv na výpočet hĺbky, v ktorej sa nachádza rozhranie materiálov (v prípade vozoviek ide o správne

určenie hrúbky vrstvy). Dielektrická permitivita je komplexné číslo a závisí od frekvencie. Pomer dielektrickej permitivity materiálu a dielektrickej permitivity vákua sa nazýva relatívna dielektrická permitivita (označenie K^*), alebo tiež dielektrická konštanta. Rozdiel hodnôt dielektrických konštánt na rozhraní materiálov ovplyvňuje intenzitu odrazených vĺn šíriaceho sa signálu, pričom platí, že väčší rozdiel dielektrických konštánt spôsobuje silnejší odraz vĺn na rozhraní a väčší útlm šíreného impulzu. Číselná hodnota dielektrickej konštanty je rôzna pre jednotlivé materiály používané v cestnom staviteľstve. Navyše, hodnota dielektrickej konštanty daného materiálu sa v závislosti od podmienok, v ktorých sa nachádza (vlhkosť, teplota a pod.), pohybuje v určitom rozsahu (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Rozsahy dielektrických konštánt niektorých materiálov a rýchlosť šírenia impulzu

Materiál	Dielektrická konštanta	Rýchlosť šírenie impulzu [mm.ns^{-1}]
Vzduch	1	299
Asfaltom stmelený materiál	4 - 10	90 – 160
Betón	5 – 9	100 – 130
Zrnité nestmelené materiály	6 – 18	70 – 120
Voda	81	33

Pri konkrétnych meraniach nemožno bez doplňujúcich skúšok exaktne určiť aktuálnu hodnotu dielektrických konštánt materiálov diagnostikovaného prostredia (napr. vozovky). Preto sa na kalibráciu dielektrických konštánt využívajú vývrty odobraté z vozovky. Reálne hodnoty dielektrických konštánt v konkrétnom prípade sú tie, pri ktorých sa hrúbka vrstiev stanovená z meraní georadarom zhoduje s hrúbkou vrstiev zistenou na vývrtoch. Táto kalibrácia je veľmi dôležitá, keďže hrúbka vrstvy sa pri diagnostike georadarom počíta zo vzťahu

$$s = v \cdot t/2, \qquad (1)$$

kde: s - hrúbka vrstvy v mm,

v - rýchlosť šírenia impulzu vo vrstve v mm.ns^{-1},

t - dvojnásobok času, za ktorý prešiel signál vrstvou v ns

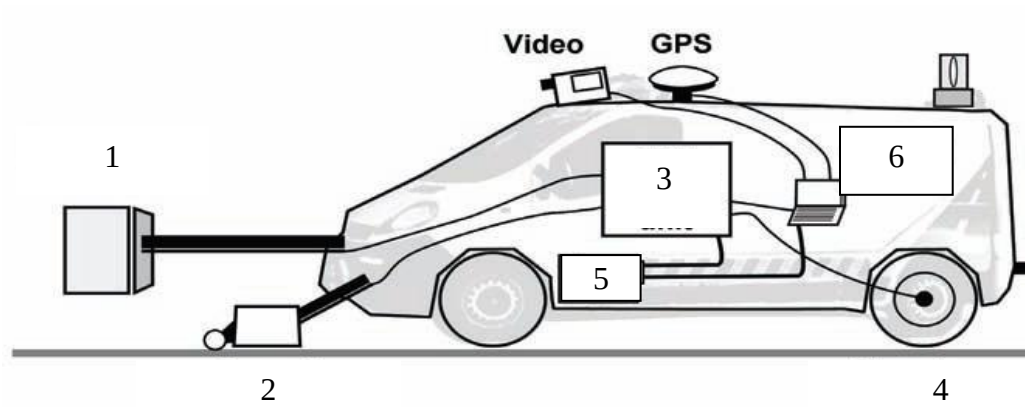
a rýchlosť prechodu signálu vrstvou závisí od dielektrickej konštanty, lebo

$$v = 299/\sqrt{K^*}, \qquad (2)$$

kde: K^* - dielektrická konštanta.

2.3 Prehľad používaných zostáv georadaru

Georadar sa ako zariadenie skladá z viacerých prvkov. Základom je anténa obsahujúca elektroniku vysielača a prijímača vĺn, ktorá je káblami prepojená s riadiacou jednotkou a počítačom. Pre všetky tieto prvky musí byť samozrejme zabezpečený zdroj elektrickej energie. Táto základná zostava sa môže doplniť o zariadenie na určovanie staničenia jednotlivých impulzov v rámci meraného úseku, prípadne ďalšími zariadeniami, medzi ktoré môže patriť videokamera alebo GPS (obrázok 2).



1 – anténa *3 – riadiaca jednotka georadaru* *5 – zdroj elektrickej energie*
2 – anténa *4 – merač dĺžok* *6 - riadiaca jednotka pre video a GPS*

Obrázok 2 Schéma zostavy georadaru [3]

Pokiaľ ide o antény, pri diagnostike konštrukcií vozoviek sa obvykle používajú antény, ktoré sa pri meraní pohybujú nad povrchom vozovky. Antény sa podľa vzdialenosti medzi povrchom vozovky a spodnou časťou antény delia na tzv.„air coupled“ antény (vzdialenosť obvykle 300 mm až 500 mm) a tzv. „ground coupled“ antény (vzdialenosť 0 mm – 30 mm).

V prípade tzv. „air coupled“ antén, ide o systémy produkujúce relatívne čistý signál, ktoré vysielajú impulzy vĺn pri jednej frekvencii, ktorá môže byť z rozsahu 500 MHz až 2,5 GHz. Najčastejšie sú používané antény pracujúce pri frekvencii 1 GHz. Podľa tvaru antény sa delia na „horn“ antény (viac používané) a „hemisferické“ dipólové antény. Výhodou „air coupled“ antén je, že pomerne veľká vzdialenosť od povrchu vozovky umožňuje získavanie údajov počas diagnostiky pri vysokých rýchlostiach (až do 100 $km.h^{-1}$) bez obmedzovania rýchlosti dopravy. Ďalšou výhodou je opakovateľnosť meraní, keďže prepojenie vzduchom nie je ovplyvnené zmenami vlastností vozovky. To umožňuje ich využitie pri meraní zmien vlastností materiálu v rámci kontroly kvality asfaltových vrstiev.

Antény typu „ground coupled“ pracujú s dominantnou frekvenciou z rozsahu 80 MHz až 1500 MHz. Nízke frekvencie umožňujú šírenie vĺn do hĺbky 20 m – 30 m. Z hľadiska meraní na asfaltových vozovkách je nevýhodou, že vzdialenosť medzi povrchom vozovky a spodkom antény má byť nulová alebo malá a v takom prípade má byť počas merania konštantná, lebo by dochádzalo k chybám pri vyhodnocovaní získaných údajov. To je však vzhľadom na nerovnosti vyskytujúce sa na vozovkách v pozdĺžnom aj priečnom smere ťažko dosiahnuteľné. Preto sa tento typ antén viac uplatní pri cementobetónových vozovkách. Okrem toho, rýchlosť pri získavaní údajov týmito anténami je 5 $km.h^{-1}$ až 30 $km.h^{-1}$, čo nevyhnutne vedie k spomaleniu dopravného prúdu pri diagnostike počas premávky. Jednoznačnou výhodou týchto antén v porovnaní s anténami typu „horn“ je lepšie prenikanie signálu do konštrukcie a lepšie rozlíšenie v zvislom smere, čo umožňuje ich využitie na identifikáciu trhlín a taktiež polohy kotiev a tŕňov v cementobetónových vozovkách.

Dosah antén do hĺbky diagnostikovanej konštrukcie je limitovaný stratou energie šírenej vlny v dôsledku odrazov na rozhraní materiálov. Úbytok energie závisí od frekvencie vysielaných vĺn a taktiež od druhu materiálu(ov) v konštrukcii a podmienkach prostredia. V určitých hĺbkach je už intenzita vĺn tak slabá, že nie je možné zaznamenať prijímačom antény žiadne odrazené vlny. Od frekvencie vysielaných vĺn taktiež závisí rozlišovacia schopnosť georadaru (minimálna hrúbka vrstvy, ktorú je možné identifikovať). Údaje o orientačných hĺbkach dosahu a rozlišovacej schopnosti sú v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Hĺbka dosahu a rozlišovacia schopnosť používaných antén

Parameter	Frekvencia antény (MHz)						
	100 [1)]	200 [1)]	400 [1)]	900 [1)]	1 000 [2)]	1 500 [1)]	2 000 [2)]
Hĺbka dosahu (m)	20	7	2	0,8	0,6	0,5	0,3
Minimálna identifikovateľná hrúbka vrstvy (mm)	–	–	200	100	50	70	25
[1)] anténa typu „ground coupled“ [2)] anténa typu „air coupled - horn“							

Dôležitou súčasťou georadarových systémov je riadiaca a záznamová jednotka. Jej parametre (počet vstupov, druh procesoru, veľkosť disku) predurčujú (limitujú) výkonnosť celého systému. Progres v oblasti spracovania údajov (vývoj procesorov na spracovanie dát, možnosť ukladania veľkého objemu údajov) vytvoril podmienky na vývoj riadiacich a záznamových jednotiek, ktoré sú schopné súčasne pracovať s viacerými anténami (viackanálové systémy). Dve najvýznamnejšie výhody súčasného získavania údajov viacerými anténami sú:

- možnosť použitia kombinácie antén s vysokou frekvenciou s dobrým rozlíšením na zisťovanie stavu hornej časti prostredia a antén s nižšou frekvenciou (signál preniká do väčších hĺbok) na zisťovanie stavu vo väčších hĺbkach;
- viackanálové systémy umožňujú získavať údaje viacerými anténami s rovnakou frekvenciou vo viacerých stopách súčasne, čím sa uľahčuje tvorba 3D modelu diagnostikovaného prostredia.

Nezanedbateľným parametrom pri hodnotení výkonnosti systému (anténa, riadiaca a záznamová jednotka) je vzorkovacia frekvencia, (počet meraní vykonaných na dĺžke jedného metra alebo za jednotku času) vo vzťahu k rýchlosti merania. Tá závisí od použitej zostavy georadaru. Niektoré systémy umožňujú vykonať v každom metri až 4 merania pri rýchlosti až 80 km.h^{-1}, čo znamená, že nie sú schopné pri tejto rýchlosti zaznamenať poruchy s dĺžkou menšou ako 250 mm, ak sa vyskytnú práve medzi vykonanými meraniami. Zníženie rýchlosti pri meraní samozrejme umožňuje pri všetkých systémoch zvýšiť hustotu meraní, zaznamenať aj poruchy menších dĺžok, čím sa spresnia výstupy a zvýši spoľahlivosť výsledného hodnotenia.

Georadarové systémy sú vyvíjané a predávané viacerými výrobcami. Systémy s „air coupled“ anténami sú v ponuke výrobcov **Geophysical Survey Systems**, Inc. (USA), **Penetradar Corporation** (USA), **Radar Team Sweden Ab** (Švédsko), **Auscult** (Francúzsko). Systémy s „ground coupled“ anténami ponúkajú **Geophysical Survey Systems**, Inc. (USA), **Penetradar Corporation** (USA), **Radar Team Sweden Ab** (Švédsko), **Mala GeoScience** (Švédsko), **Ignegneria dei Si**stemi (Taliansko), **Sensors and Software** (Kanada), **UTSI Elektronics** (Veľká Británia), **3D-Radar** (Švédsko). Niektoré základné údaje o parametroch systémov uvedených výrobcov sú v tabuľkách 3 a 4.

Tabuľka 3 Parametre systémov s „air coupled“ anténami

Výrobca	Frekvencie antén	Riadiaca a záznamová jednotka			Softvér	Merač dĺžok
		Počet kanálov	Kapacita disku	Napájanie		
Geophysical Survey Systems http://www.geophysical.com/	1 GHz 2 GHz	2	80 GB	12 V	vlastný RADAN	áno
Penetradar Corporation http://www.penetradar.com	900 MHz 1 GHz 2 GHz	4	250 GB	220 V aj 12 V	Vlastný IRIS	áno
Radar Team Sweden http://www.radarteam.se/	950 MHz	2	80 GB	10,8 V	Nemá vlastný predáva GPRSoft od Geoscanners	áno
Auscult (Francúzsko). http://www.auscult.fr/ProduitsA.htm#	1,2 GHz	2	4 GB	12 V	Vlastný	áno

Tabuľka 4 Parametre systémov s „ground coupled“ anténami

Výrobca	Frekvencie antén	Riadiaca a záznamová jednotka			Softvér	Merač dĺžok
		Počet kanálov	Kapacita disku	Napájanie		
Geophysical Survey Systems http://www.geophysical.com/	400 MHz 900 MHz 1,6 GHz	2	80 GB	12 V	vlastný RADAN	áno
Penetradar Corporation (USA), http://www.penetradar.com	500 MHz 400 MHz	4	250 GB	220 V aj 12 V	Vlastný IRIS	áno
Radar Team Sweden http://www.radarteam.se/	Multifrekv. 250 až 950 MHz	2	80 GB	10,8 V	Nemá vlastný predáva GPRSoft od Geoscanners	áno
Mala GeoScience http://www.malags.se	500 MHz 800 MHz 1,2 GHz 1,6 GHz 2,3 GHz	2	–	12 V	Vlastný Roadway mapper	áno
Ignegneria dei Sistemi http://www.idscompany.it/page.php?f=117&id_div=4	Multifrekv. 600 až 1600 MHz	2	60 GB	12 V	Vlastný IDSGred/in/ layering	áno
Sensors & Software http://www.sensoft.ca/	500 MHz 1 GHz	8	–	12 V	Vlastný Ekko	nie
UTSI Elektronics http://www.utsielectronics.co.uk/	1 GHz 1,5 GHz	4	–	12 V	Vlastný Groundvue	áno
3D – Radar http://www.3d-radar.com/	Multifrekv. 100 MHz až 2 GHz	31	100 GB	12 V	Nemá vlastný	áno

2.4 Návrh parametrov zostavy georadaru na určovanie hrúbok konštrukčných vrstiev asfaltových vozoviek

Návrh parametrov zostavy georadaru na tento účel sa vykonal na základe údajov v predchádzajúcej kapitole. Pri návrhu sa zohľadnili výhody a nevýhody dvoch základných skupín používaných antén, najmä rýchlosť vozidla s namontovanou anténou počas diagnostiky (dopad na obmedzovanie rýchlosti dopravného prúdu), hustota meraní pri maximálnej rýchlosti (výkonnosť systému) a dopad veľkých nerovností na možné poškodenie antény. Okrem toho sa prihliadalo na hĺbkový dosah antény (aby bol dostatočný aj pre konštrukcie vozoviek väčšej hrúbky), dostatočnú rozlišovaciu schopnosť (čo najmenšia identifikovateľná hrúbka vrstvy) a minimalizáciu rušivých vplyvov prostredia. Ďalšími hľadiskami ovplyvňujúcimi návrh zostavy georadaru boli možnosť použitia viacerých antén počas jedného merania (získavanie údajov v dvoch stopách s prípadne rozdielnou rozlišovacou schopnosťou), dostupnosť vlastného softvéru na spracovanie, úpravu a vyhodnocovanie a prezentáciu meraní a ich výsledkov, možnosť pripojenia merača dĺžok so

synchronizáciou na merané údaje a možnosť prípadného pripojenia GPS (a prípadne aj videokamery). Na základe vyššie uvedených hľadísk je návrh parametrov zostavy georadaru takýto:

1. na merania sa odporúča používať antény typu „air coupled“, ktoré sú pri meraní umiestnené nad povrchom vozovky v rozsahu 300 mm – 500 mm;
2. základná anténa by mala mať frekvenciu cca 1 GHz a vzorkovaciu frekvenciu minimálne 50 impulzov za sekundu;
3. frekvencia prípadnej druhej (doplňujúcej) antény môže byť rovnaká ako pri základnej anténe (1 GHz) alebo môže byť cca 2 GHz (na detailnejšie určenie vrstiev s hrúbkou menšou ako 50 mm);
4. riadiaca a záznamová jednotka má umožniť súčasné pripojenie minimálne dvoch antén a oddelený záznam pre jednotlivé antény; musí byť schopná zaznamenávať údaje pri maximálnej vzorkovacej frekvencii použitej antény;
5. na elektrické pripojenie celého systému musí stačiť napätie 12 V;
6. systém musí obsahovať merač dĺžok pripojiteľný do riadiacej a záznamovej jednotky a meranie dĺžky musí byť synchronizované s vysielanými impulzmi (identifikácia polohy);
7. súčasťou systému musí byť aj značkovač pripojiteľný do riadiacej a záznamovej jednotky, ktorý umožní vložiť počas merania do záznamu polohu začiatočného a koncového bodu diagnostikovaného úseku a v prípade potreby aj polohu javu podstatného z hľadiska vyhodnotenia údajov (napr. porucha vozovky, mostné uzávery, priepust a pod.);
8. na prepojenie antény a merača dĺžok s riadiacou a záznamovou jednotkou sa musia použiť káble dostatočnej dĺžky určené na tento účel;
9. súčasťou zostavy musia byť prípravky na upevnenie antény na vozidlo a fixáciu jej výškovej polohy počas merania v stanovenom rozsahu (rám, konzola, popruhy a pod.);
10. softvér používaný na záznam údajov pri meraní musí byť kompatibilný so softvérom na ich vyhodnocovanie a prezentáciu; (formát výstupných súborov z merania musí vyhovovať požiadavkám na formát vstupných súborov na vyhodnotenie);
11. výstupné súbory z vyhodnocovacieho softvéru by mali byť vo formáte importovateľnom do textových editorov a tabuľkových (prípadne aj databázových) softvérov; formát ASCII je akceptovateľný z tohto hľadiska.

Pri porovnaní navrhovaných parametrov s údajmi v tabuľke 3 (tabuľka pre systémy s „air coupled“ anténami) je zrejmé, že požadovaným parametrom vyhovujú systémy výrobcov **Geophysical Survey Systems**, Inc. (USA), **Penetradar Corporation** (USA). Z prehľadu literatúry v tejto oblasti vyplýva, že systémy vytvorené z komponentov týchto výrobcov sú najčastejšie používanými pri určovaní hrúbok vrstiev asfaltových vozoviek.

2.5 Návrh metodiky merania a vyhodnocovania údajov

Postup merania a vyhodnocovania údajov pri zisťovaní hrúbok vrstiev georadarom úzko súvisí s konfiguráciou systému a vyhodnocovacím softvérom. Vo všetkých prípadoch je však potrebné dodržať určité zásady aby sa minimalizovali možné chyby a nezrovnalosti, ktoré môžu nastať v etape merania či vyhodnocovania. Tieto sú obsiahnuté v metodike, ktorá obsahuje okrem podmienok merania aj zoznam činností, ktoré sa majú vykonať v etape prípravy merania, postupu merania, predprípravy a spracovania údajov, interpretácii a vizualizácii výsledkov a vytvorení výstupov. Poradie činností v jednotlivých etapách uvedené v metodike sa môže zmeniť, prípadne doplniť o ďalšie činnosti, ak to vyžaduje postup odporúčaný výrobcom použitej zostavy georadaru.

Pri vyhodnocovaní výsledkov merania, ktorého konečným výsledkom je stanovenie hrúbok konštrukčných vrstiev vozoviek treba brať do úvahy, že v niektorých prípadoch môžu byť susediace vrstvy zhotovené z príbuzného materiálu georadarom diagnostikované ako jedna vrstva. Stanovenie hrúbok jednotlivých vrstiev z príbuzného materiálu (napr. hrúbky obrusnej ložnej a podkladovej vrstvy z asfaltových zmesí) si vyžaduje špecifickejší prístup a nie je predmetom tejto metodiky.

Podmienky merania

- na meranie sa používa zostava georadaru vyhovujúca stanoveným požiadavkám;
- meranie sa nevykonáva počas dažďa, ani pri mokrom či vlhkom povrchu vozovky;
- meranie sa nevykonáva na vozovkách, v ktorých sa môže v konštrukčných vrstvách alebo podloží vyskytovať zvýšené množstvo soli po zimnej údržbe;
- meranie sa nevykonáva vtedy, keď je predpoklad, že je vozovka a/alebo podložie zamrznuté (odporúča sa, aby teplota vozovky počas merania nebola nižšia ako + 5 ^{o}C a teplota vzduchu počas posledných 48 h pre meraním neklesla pod + 5 ^{o}C);
- na dvoj a viacpruhových komunikáciách sa vykonáva meranie hrúbky vrstiev

v každom jazdnom pruhu v smere jazdy vozidiel;

- meranie v jazdnom pruhu sa vykonáva tak, aby sa anténa pri meraní pohybovala nad pravou jazdnou stopou vozidiel; pri meraní dvomi anténami sa musí druhá anténa pohybovať nad ľavou jazdnou stopou vozidiel.

Príprava merania

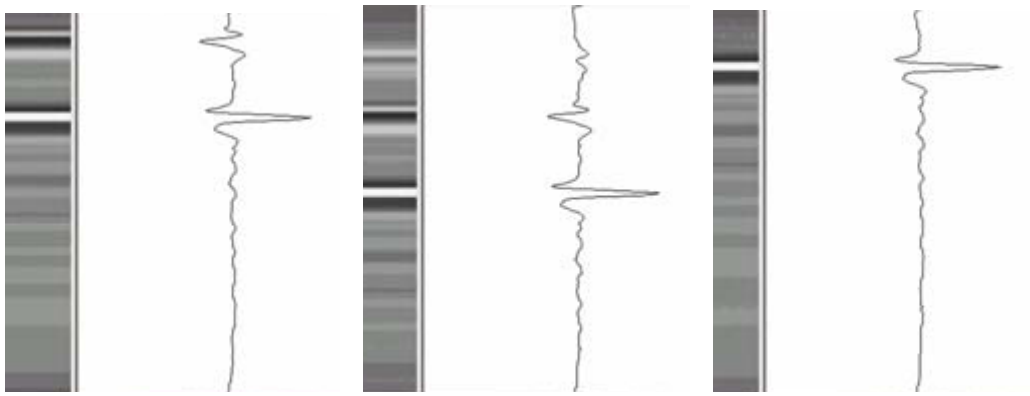
- anténa sa pomocou vhodných prípravkov (rámu, konzoly popruhov a pod.) upevní na vozidlo tak, aby sa dodržala vzdialenosť antény od vozidla a vzdialenosť spodnej plochy antény od povrchu vozovky stanovená výrobcom; anténa môže byť umiestnená pred vozidlom alebo za ním;
- anténa a riadiaca a záznamová jednotka sa prepoja určeným káblom; spojovací kábel je potrebné uchytiť tak, aby sa nemohol počas merania voľne pohybovať, pretože pohybom kábla by sa mohli dostať do záznamu rušivé vplyvy;
- podľa postupu predpísaného výrobcom sa upevní na vozidlo merač dĺžok a určeným káblom sa prepojí s riadiacou a záznamovou jednotkou;
- k riadiacej a záznamovej jednotke sa pripojí značkovač a prípadné ďalšie zariadenia uľahčujúce ovládanie aparatúry a softvéru;
- riadiaca a záznamová jednotka sa pripojí na zdroj energie a spustí sa systém (vrátane meracieho a záznamového softvéru);
- vytvoria sa potrebné adresáre na automatické ukladanie meraných údajov a spustí sa softvér určený na záznam údajov pri meraní;
- skontroluje sa nastavenie základných parametrov (adresáre, jednotky a pod.) a v prípade potreby sa upravia;
- príslušným príkazom sa otvorí nový súbor na meranie a zadajú sa potrebné identifikačné údaje;
- ak softvér ponúka viac možností na spôsob záznamu údajov (niektoré umožňujú získavať údaje bodovo, voľným záznamom alebo s väzbou na merač dĺžok), vyberie sa možnosť s väzbou na merač dĺžok;
- postupom stanoveným v softvéri sa nakalibruje merač dĺžok;
- v časti venovanej nastaveniu antény sa:

  1. vyberie druh antény (je potrebné z prípadnej ponuky rôznych antén vybrať tú, ktorá zodpovedá typu (air coupled) a frekvencii namontovanej antény;
  2. nadefinuje požadovaný počet bodov v zázname odrazu jedného impulzu

(sample/scan); na určovanie hrúbok vrstiev asfaltových vozoviek sa odporúča minimálna hodnota 512 sample/scan;

3. nadefinuje požadovaná hustota počtu vysielaných impulzov na jednotku dĺžky (scans/m) a jednotku času (scans/s);
   a) na určovanie hrúbok vrstiev asfaltových vozoviek na úrovni cestnej siete sa za postačujúcu odporúča hustota 4 scany/m a 90 scanov/s, čo umožňuje určovať hrúbku vrstiev každých 250 mm aj pri rýchlosti 80 km.h^{-1}; sú možné aj iné kombinácie počtu vysielaných impulzov na jednotku dĺžky a jednotku času, nesmie sa ale použiť menšia hustota ako 4 scany/m (každých 250 mm);
   b) na určovanie hrúbok vrstiev asfaltových vozoviek na úrovni projektu (vrátane určovania hrúbok vrstiev na realizovaných stavbách) sa za postačujúcu odporúča hustota 20 scanov/m a 150 scanov/s, čo umožňuje určovať hrúbku vrstiev každých 50 mm pri rýchlosti cca 25 km.h^{-1};
4. zadá sa hodnota dielektrickej konštanty (ak je to v tejto fáze potrebné);
5. inicializuje sa anténa;

- nastavia sa parametre pre zber údajov, najmä:
  1. správna poloha priamej vlny (prechádzajúcej vzduchom medzi prijímačom a vysielačom) a odrazu impulzu od povrchu vozovky v zázname; pri správnom nastavení je v zázname vidieť obe línie a poloha priamej vlny sa nachádza v malej vzdialenosti od horného okraja záznamu (obrázok 3a); pri nesprávnom nastavení je vidieť obe línie, ale poloha priamej vlny je príliš nízko (obrázok 3b) alebo poloha priamej vlny nie je v zázname – je príliš vysoko (obrázok 3c);



a) *správna* *b) nesprávna* *c) nesprávna*

Obrázok 3 Polohy priamej vlny a odrazu impulzu od povrchu vozovky [6]

2. dĺžka záznamu; pri anténe 1 GHz sa obvykle používa hodnota 20 ns; väčšia hodnota časového okna predĺži čas prijímania odrazených vĺn a umožní zobraziť prostredie do väčšej hĺbky (rozlišovanie vrstiev vo väčšej hĺbke však nie je zaručené, ak útlm signálu v hornej časti prostredia bude veľký);
3. intenzita zosilnenia signálu a počet kontrolných bodov; hodnota upravujúca intenzitu zosilnenia sa musí nastaviť tak, aby signál zaberal najviac 50 % výšky (šírky) okna zobrazujúceho signál; počet kontrolných bodov sa má nastaviť na hodnotu 1; mala by sa nastaviť automatická kontrola zosilnenia;
4. hodnota vysokopásmového a nízkopásmového filtra (FIR filters) na odstránenie rušivých signálov počas merania, napr. hluk z okolitého prostredia; odporúča sa nastaviť hodnotu nízkopásmového filtra na 1/4 frekvencie antény a hodnotu vysokopásmového filtra na 3 násobok frekvencie antény (pri 1 GHz anténe by hodnota nízkopásmového filtra bola 250 MHz a hodnota vysokopásmového filtra 3 GHz); nastavenie filtrov väčšinou uvádza výrobca systému v svojich odporúčaniach.

Postup merania na úseku

- vozidlo s namontovanou anténou zastaví na mieste, pri ktorom sa predná hrana antény nachádza na začiatočným bodom diagnostikovaného úseku; poloha tohto bodu sa musí určiť v zmysle zásad Uzlového lokalizačného systému (ULS);
- spustí sa záznam, počká sa, kým sa inicializuje anténa, značkovačom sa vloží údaj o polohe začiatočného bodu v zázname a vozidlo sa dá do pohybu;
- rýchlosť pri meraní má byť čo najnižšia (pri vyšších rýchlostiach sa zvyšuje percentuálna chyba pri určovaní hrúbky vrstvy), ale nesmie výrazne ovplyvňovať plynulosť a bezpečnosť premávky; zároveň sa musí zosúladiť s nastavenou hustotou počtu vysielaných impulzov na jednotku dĺžky (pri väčších rýchlostiach by došlo k skresleniu záznamu odrazených vĺn);
- vozidlo sa počas merania pohybuje v rámci šírky jazdného pruhu tak, aby sa splnili požiadavky na polohu antény voči stope vozidiel (pozri podmienky merania);
- odporúča sa počas merania značkovačom vkladať údaje o polohe javu dôležitého z hľadiska vyhodnotenia údajov a druh javu zaevidovať;
- v okamihu, kedy je anténa nad koncovým bodom úseku sa značkovačom vloží

údaj o polohe koncového bodu v zázname a ukončí sa meranie; poloha koncového bodu merania sa musí určiť v zmysle zásad Uzlového lokalizačného systému (ULS);

- po ukončení merania na jednom úseku možno vykonať presun na iný úsek bez ukončenia práce v softvéri na záznam údajov a vypnutia antény; výhodou tohto postupu je, že nie je potrebné pred začiatkom merania na novom úseku vykonať činnosti patriace do prípravy merania, keďže nastavenia antény a softvéru zostávajú nezmenené.

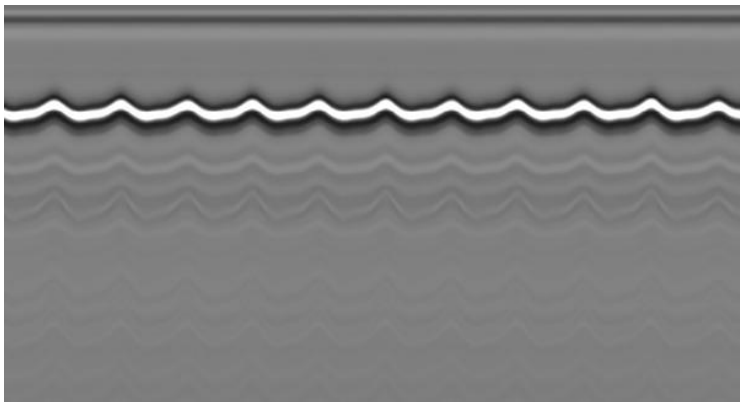
Postup merania na kalibráciu antény

Kalibrácia antény je pri tomto type antény (air coupled – horn) nevyhnutná z hľadiska spracovania meraní. Odporúča sa meranie na kalibráciu antény vykonať na začiatku každého dňa, kedy sa vykonáva meranie (prípadne aj na konci dňa pri dlhotrvajúcich meraniach). **Meranie sa musí vykonať pri nastaveniach antény, ktoré sa použili pri meraní !** Je preto výhodné (ak to podmienky dovoľujú) vykonať merania pre kalibráciu antény bezprostredne po ukončení činností patriacich do prípravy merania, kedy sú nastavené parametre antény. Ak sa toto meranie vykoná aj na konci dňa, je vhodné procedúru uskutočniť ešte pred ukončením práce v softvéri a vypnutím antény.

Rámcový postup merania je takýto:

- po aktivácii antény upevnenej na vozidle v predpísanej polohe pomocou softvéru na meranie sa pod anténu umiestni oceľová platňa (rozmer cca 1000 mm x 1000 mm);
- postupom predpísaným v manuáli sa otvorí súbor, ku ktorému je potrebné priradiť merania na kalibráciu antény;
- zabezpečí sa, aby nastavenia antény pri meraní hrúbok vrstiev vozovky boli totožné s nastaveniami pri meraní na kalibráciu antény;
- spustí sa meranie, počas ktorého sa vozidlo kolíše (obrázok 4); vozidlo je potrebné rozkolísať tak, aby sa pokryl celý možný rozsah výchyliek antény spôsobených pri meraní prejazdom vozidla po pozdĺžnych nerovnostiach;
- po minimálne 15 s sa meranie ukončí; záznam z merania by mal byť podobný, ako je príklad na obrázku 5.

Obrázok 4 Vytváranie kalibračného súboru antény [6]



Obrázok 5 Príklad záznamu kalibračného súboru antény [6]

Vyhodnotenie meraní

Pri vyhodnocovaní meraní sa spracúvajú údaje zo súborov obsahujúcich meranie na úseku a meranie na kalibráciu antény, odstraňujú sa časti záznamu z merania nepatriace do úseku, zosúlaďuje sa dĺžka stanovená pri meraní s dĺžkou podľa Uzlového lokalizačného systému (ULS) a upravuje sa relatívne staničenie a určujú sa homogénne sekcie podľa hrúbok jednotlivých vrstiev.

Rámcový postup vyhodnocovanie je takýto:

- z merania na kalibráciu antény sa predpísaným postupom vytvorí kalibračný súbor antény;
- otvorí sa príslušný súbor na vyhodnotenie a vykonajú sa tieto činnosti:
  1. zo záznamu sa odstránia nežiaduce signály (záznam bude čistejší a ľahšie a presnejšie sa budú dať určiť odrazy);

2. v zázname sa určí a vyznačí poloha výrazných odrazov od povrchu vozovky a od rozhrania vrstiev, z ktorých je vozovka zložená;
3. pre povrch vozovky a každé rozhranie vrstiev sa určí dvojnásobok času, ktorý uplynul medzi odrazom signálu a jeho príchodom do prijímača;
4. určí sa rýchlosť šírenia signálu cez jednotlivé vrstvy vozovky;
5. vypočíta sa vzdialenosť k jednotlivým rozhraniam a z rozdielu vzdialeností sa určí hrúbka jednotlivých vrstiev vozovky;
6. určia sa homogénne sekcie podľa hrúbok vrstiev vozovky;
7. podľa údaja o polohe začiatočného a koncového bodu úseku vloženého pri meraní pomocou značkovača sa odstránia časti záznamu nepatriace do diagnostikovaného úseku (pred začiatkom a za koncom úseku);
8. zo záznamu sa určí dĺžka merania a porovná sa so vzdialenosťou medzi začiatočným a koncovým bodom meraného úseku, ktorá sa stanovila v zmysle zásad ULS na základe údajov v databáze správcu komunikácie;
9. ak sa dĺžka merania nezhoduje s dĺžkou úseku, vypočíta sa pomer dĺžky merania a dĺžky úseku a táto hodnota sa použije na prepočet relatívneho staničenia platného pre meranie;
10. relatívne staničenie homogénnych sekcií sa prepočíta na staničenie v ULS.

Poznámky a odporúčania k vyhodnoteniu meraní:

a) susediace vrstvy z rovnakého materiálu (napr. asfaltové zmesi) budú pravdepodobne diagnostikované ako jedna vrstva;
b) hrúbky rozpadnutých vrstiev vozovky zo stmelených materiálov (napr. stabilizácie alebo aj asfaltom stmelené zmesi v podkladových či ložných vrstvách) sa pravdepodobne nebudú dať stanoviť, pretože v takom prípade budú mať dielektrické konštanty príbuzné nestmeleným zrnitým materiálom (vo vyhodnotení to môže byť interpretované ako zvýšenie hrúbky nestmelených vrstiev vozovky;
c) v miestach, kde je zrejmá zmena v zložení konštrukcie vozovky alebo interpretácia meraní nie je jednoznačná, sa odporúča odobrať vývrty; miesto vývrtu by malo byť čo najbližšie k polohe overovaného problému (max. ± 1 m v pozdĺžnom smere a max. ± 0,1 m v priečnom smere od stopy merania) a zároveň by vozovka v tomto mieste mala byť podľa údajov z merania georadarom homogénna z hľadiska hrúbky vrstvy aj materiálových vlastností;

Výstupy z vyhodnotenia

Z vyhodnotenia meraní na danom úseku sa vytvorí výstupný súbor v požadovanom formáte (napr. ASCII), ktorý by mal obsahovať údaje o každom vyhodnotenom impulze, najmä:

- názov (označenie) diagnostikovaného súboru;
- poradové číslo impulzu;
- staničenie impulzu v rámci diagnostikovaného úseku;
- názov vrstvy a vzdialenosť (hĺbku) od povrchu vozovky k spodnej strane vrstvy (opakovane, ak boli diagnostikou stanovených viac vrstiev).

Textový výstupný súbor sa môže doplniť o grafický výstup prezentujúci variabilitu hrúbok vrstiev na danom úseku, do ktorého sa v prípade potreby neskôr vyznačia vytvorené homogénne sekcie.

Výstupný súbor s prvotnými výstupnými údajmi sa v ďalšej etape načíta do vhodného programu (napr. MS Excell), ktorý umožní štatisticky spracovať údaje o jednotlivých impulzoch a vytvoriť homogénne sekcie podľa hrúbok konštrukčných vrstiev vozoviek.

Po vytvorení homogénnych sekcií podľa hrúbok vrstiev konštrukcie vozovky sa ku každej sekcii doplnia ďalšie údaje, ktoré sú potrebné na začlenenie homogénnej sekcie do databázy konštrukcií vozoviek Cestnej databanky SSC Bratislava. Každá sekcia musí obsahovať požadované údaje v tomto poradí (pozri obrázok 16):

- číslo cesty;
- identifikáciu začiatočného bodu sekcie a koncového bodu sekcie v zmysle zásad Uzlového lokalizačnéoho systému;
- identifikáciu jazdného pruhu a jazdnej stopy;
- dĺžku sekcie v metroch;
- poradové číslo vrstiev (zdola nahor);
- druh, typ a špecifikáciu vrstiev vozovky;
- stanovené hrúbky jednotlivých vrstiev;
- dátum stanovenia hrúbok vrstiev vozovky.

Výstupný súbory s homogénnymi sekciami musí byť vo formáte importovateľnom do databázových softvérov.

2.6 Vykonanie overovacích meraní na vybratých úsekoch

Na meranie sa použila zostava georadaru od firmy Geophysical Survey Systems Inc. z USA. Konfigurácia georadaru sa skladala z 1 GHz antény typu „air coupled - horn“, dvojkanálovej riadiacej jednotky SIR-20 a počítača. Anténa sa umiestnila na konzolu pred vozidlom a prepojila sa káblom s riadiacou jednotkou a počítačom (obrázok 6). Zostava sa doplnila meračom vzdialeností upevnenom na kolese automobilu a značkovačom. Oba prvky sa prepojili s riadiacou jednotkou a počítačom (obrázok 7).

Merania sa vykonali na úseku cesty I/18 pred Žilinou medzi uzlovými bodmi 2631A09402 a 2631A09800. Poloha úseku medzi uzlovými bodmi je vyznačená červenými čiarami na obrázku 8. Pozemná komunikácia v meranom úseku je štvorpruhová, avšak jednotlivé jazdné pásy nemajú na celom úseku totožné smerové a výškové vedenie. Merania sa vykonali pre smer Žilina - Bratislava v pravom jazdnom pruhu v pravej stope vozidiel.

Obrázok 6 Upevnenie antény na meracie vozidlo

Obrázok 7 Upevnenie merača dĺžok a riadiaca jednotka

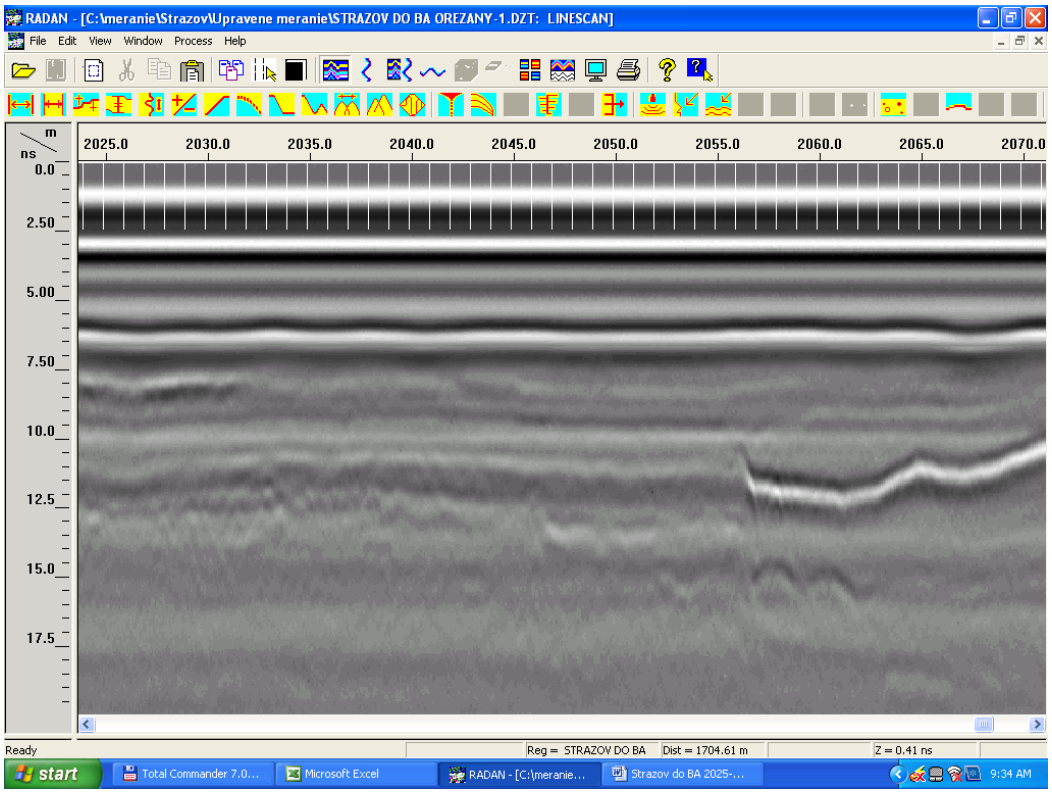
Obrázok 8 Poloha meraného úseku

Merania sa vykonali pri týchto nastaveniach antény:

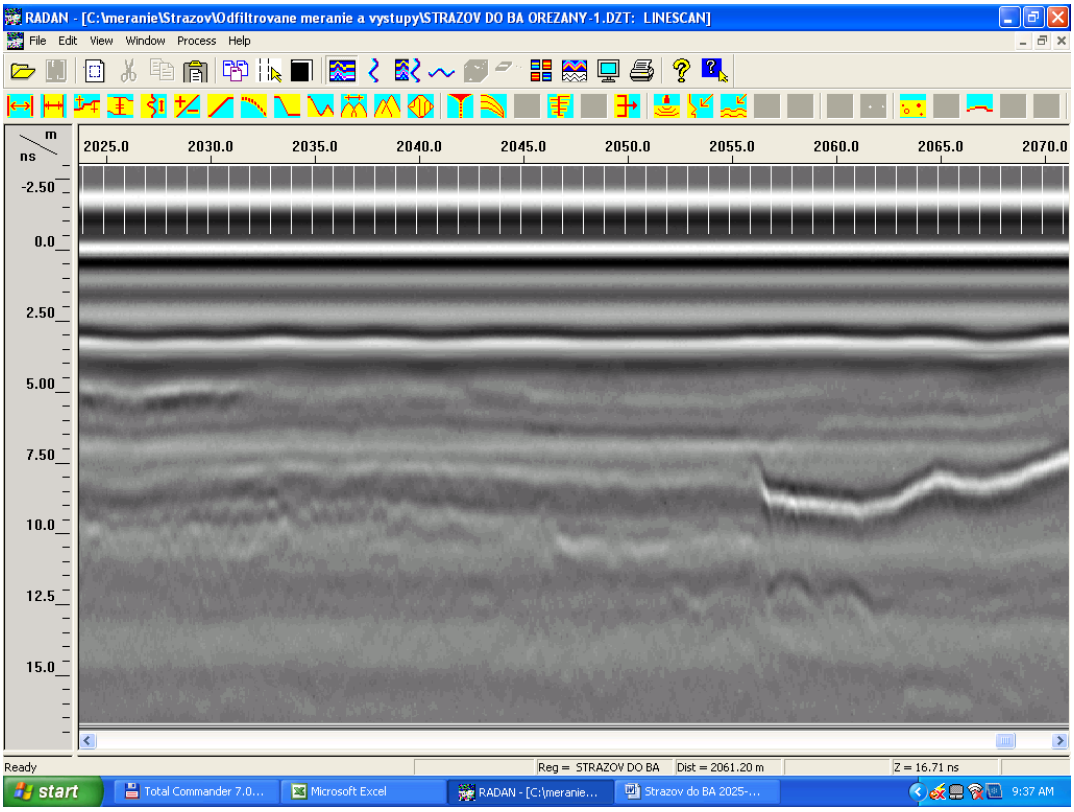
- počet bodov v zázname odrazu jedného impulzu 512 sample/scan;
- hustota počtu vysielaných impulzov na jednotku dĺžky 20 scans/m (á 5 cm);
- hustota počtu vysielaných impulzov na jednotku času 153 scanov/s;
- dĺžka časového okna 20ns a 40 ns.

Merania sa vykonali podľa postupu predpísaného výrobcom systému na tento účel použitia ([6]). Celá procedúra od nastavenia parametrov antény až po ukončenie zberu sa riadila softvérom SIR-20, ktorý je časťou komplexného softvéru RADAN. Oba softvéry sú vyvinuté firmou tou istou firmou (Geophysical Survey Systems Inc.), ktorej zostava georadaru sa použila. Po ukončení merania na úsekoch sa vykonalo meranie na kalibráciu antény s rovnakými nastaveniami antény, aké sa použili pri meraní na úseku.

Namerané údaje sa spracovali v softvéri RADAN a jeho nadstavbe určenej na stanovenie hrúbok vrstiev vozovky (Road Structure Assessment Module) predpísaným postupom. Po vytvorení kalibračného súboru antény sa softvérovo odstránili vplyvy prechodu impulzu vzduchom a jazdy vozidla po pozdĺžnych nerovnostiach. Pôvodná vlnovková línia odrazu signálu od povrchu vozovky sa vyrovnala do priamky a v časovej osi sa posunula z hodnoty 3 ns do hodnoty 0 ns. Priebeh priamej vlny medzi vysielačom a prijímačom sa posunul v časovej osi na hodnotu cca – 2,0 ns. Príklad záznamov z časti úseku je na obrázku 9).



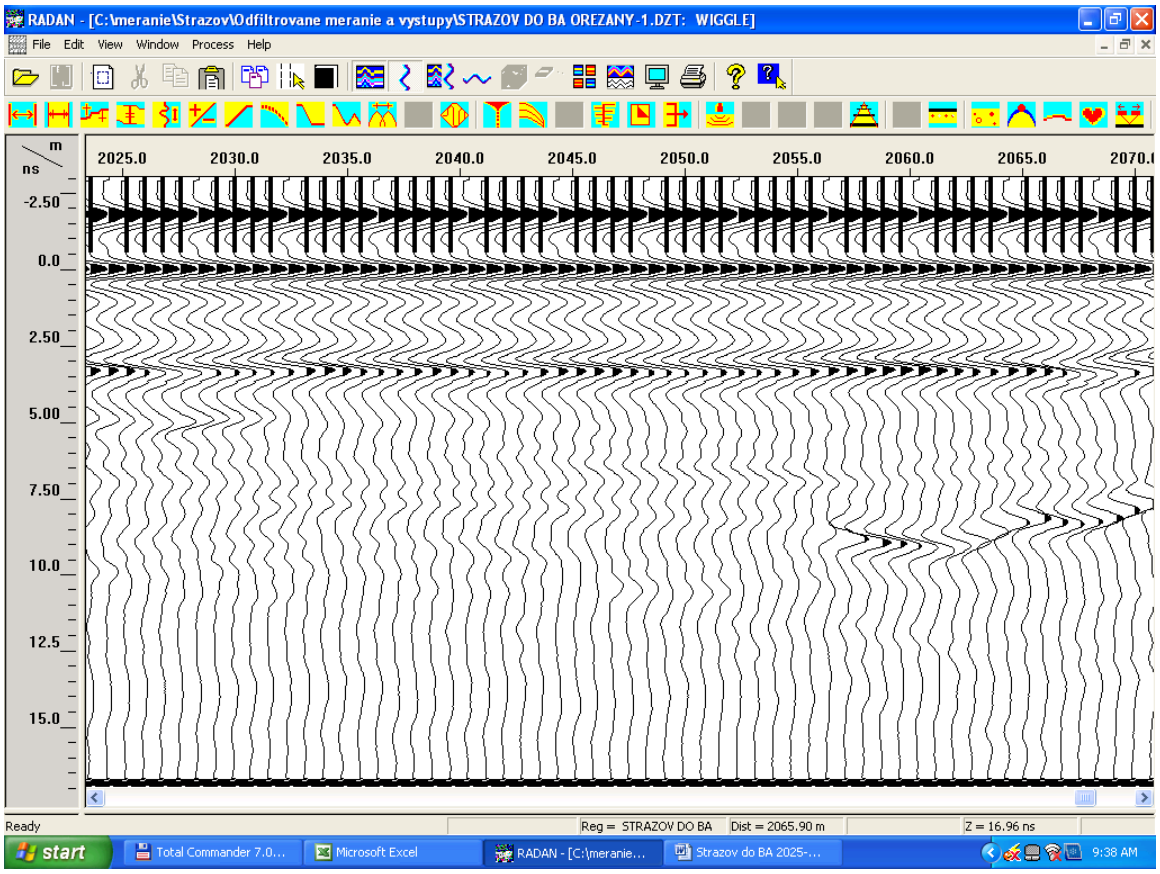
a) *prvotný záznam*



b) záznam po korekcii

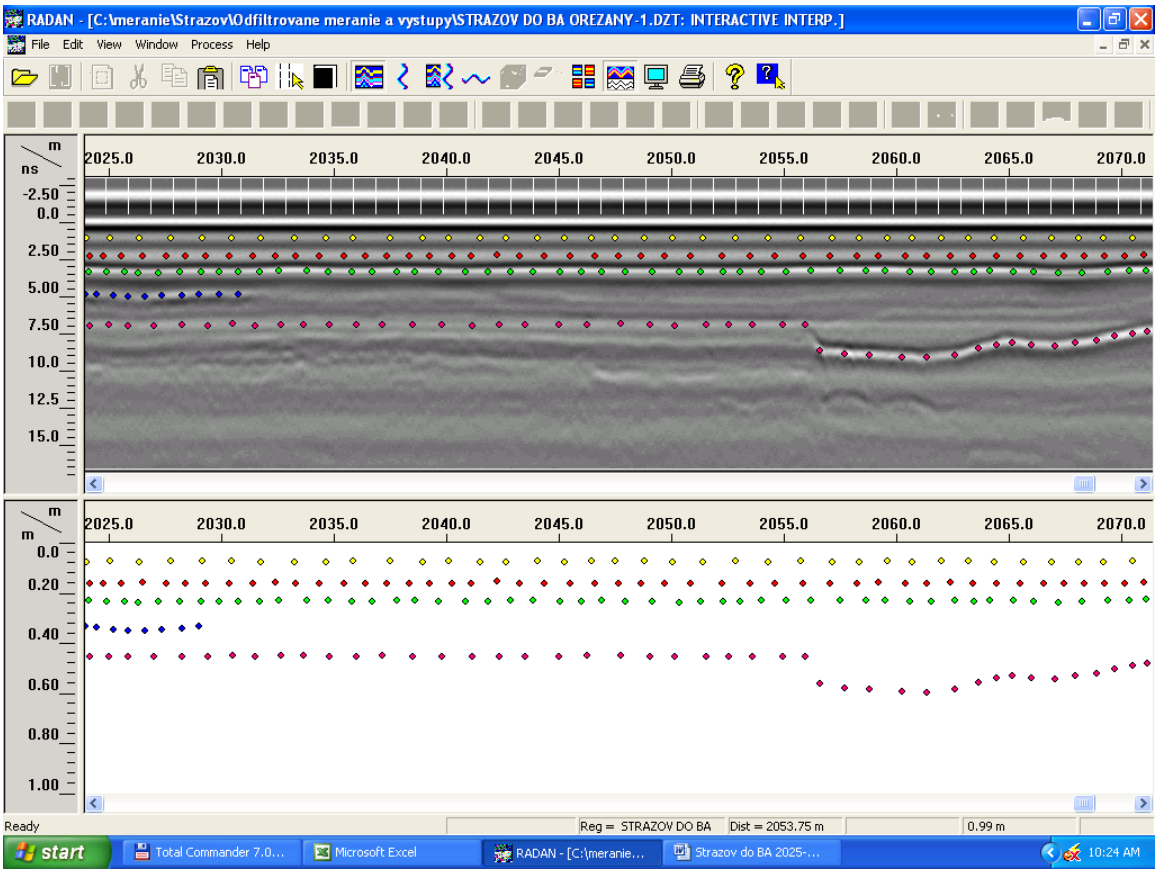
Obrázok 9 Tvar záznamu priamej vlny a odrazu impulzu od povrchu vozovky

Na určenie polohy rozhraní vrstiev konštrukcie vozovky sa okrem záznamu vo forme prezentovanej na obrázku 9 použil aj záznam zobrazujúci intenzitu odrazenej energie pri jednotlivých impulzoch, tzv. radargram (obrázok 10), v ktorom možno na základe teórie vyjadrenej na obrázku 1 presnejšie identifikovať rozhrania vrstiev.



Obrázok 10 Radargram úseku vozovky

Po určení rozhraní vrstiev sa do záznamu vyznačil priebeh jednotlivých vrstiev (obrázok 11) na základe čoho sa softvérom RADAN vypočítali rôzne veličiny, ktoré sa následne s ďalšími údajmi uložili do výstupného súboru. Pri ďalšom spracovaní výstupného súboru sa odstránili údaje, ktoré neboli podstatné z hľadiska stanovenia hrúbok jednotlivých vrstiev a zostávajúce údaje sa štatisticky spracovali a stanovili sa homogénne sekcie podľa hrúbok vrstiev vozovky. Hrúbky asfaltových vrstiev sa stanovili jednotlivo a aj ako celok, pri podkladových vrstvách sa stanovila iba celková hrúbka, nerozlišovali sa jednotlivé vrstvy. Príklad pre prezentovanú časť úseku pri časovom okne 20 ns je v tabuľke 5. Homogénne sekcie podľa hrúbky asfaltových a podkladových vrstiev diagnostikovaného úseku sú v Prílohe 2.



Obrázok 11 Stanovenie hrúbok vrstiev vozovky

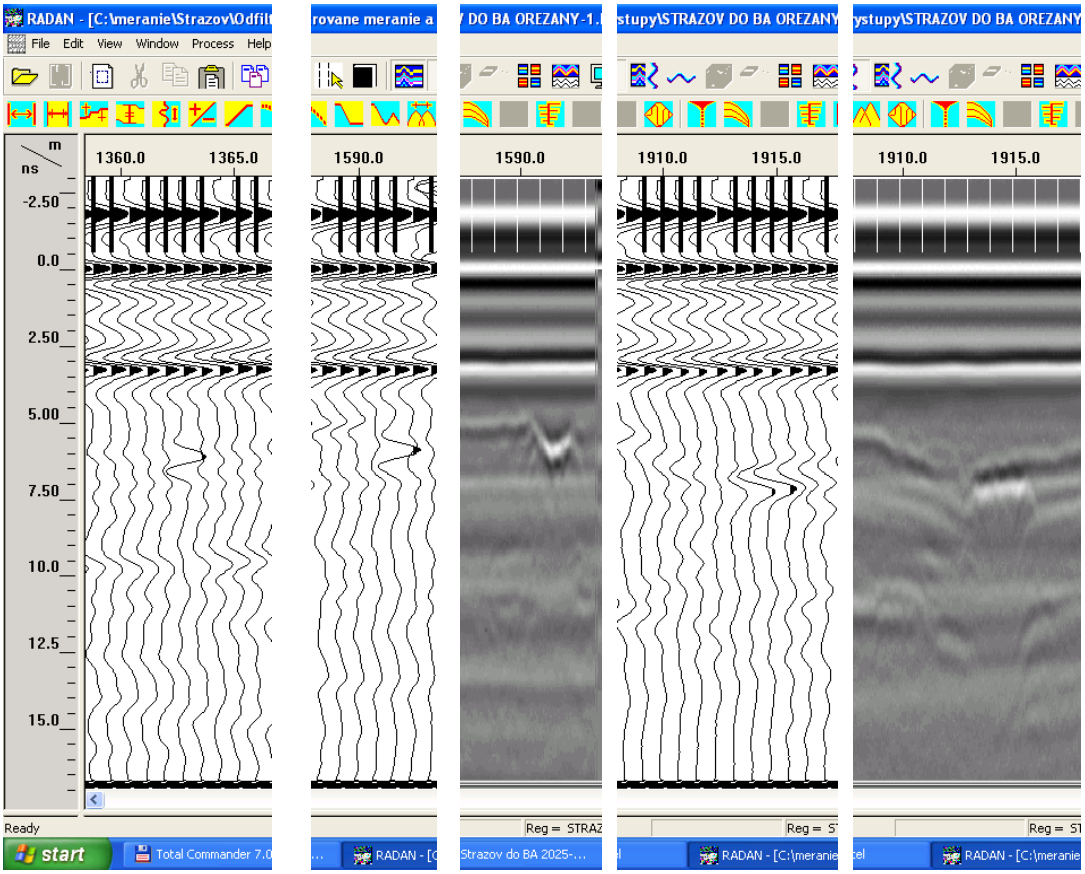
Tabuľka 5 Homogénne sekcie podľa hrúbok vrstiev vozovky na časti úseku

Staničenie	Dĺžka v m	Hrúbka vrstiev vozovky v mm				
		Asfalt 1	Asfalt 2	Asfalt 3	Asfalt spolu	Podklad spolu
2023,903 - 2055,902	32	84	96	91	271	821
2055,902 - 2062,552	6,65					851
2062,552 - 2067,902	5,35					887
2067,902 - 2071,102	3,2					865

2.7 Analýza možnosti určenia nehomogenity vrstiev vozovky a podložia

Zo záznamov meraní jednoznačne vyplýva, že pri štandardných nastaveniach antény, pokiaľ ide o dĺžku časového okna, hustotu impulzov a rýchlosti vozidla zodpovedajúcej rýchlosti dopravného prúdu možno zistiť nehomogenitu v zložení konštrukcii vozovky. Je to zrejmé aj z obrázkov 9 a 10, kde je v pravej polovici záznamu jednoznačne vidieť rozdiel v materiálových vlastnostiach podkladových vrstiev a podložia, zatiaľ čo v ľavej časti záznamu nie je línia rozhrania medzi podkladom a podložím tak výrazná. Pokiaľ ide

o veľkosť nehomogenity (resp. dĺžku nehomogénneho úseku) závisí to od zvolenej hustoty vysielania impulzov. Pri hustote použitej v prezentovanom prípade (20 impulzov na meter = á 5 cm) sa zaznamenali aj nehomogénne miesta malých rozmerov (od 10 cm), ktorými môže byť napr. kameň väčších rozmerov, objekt nachádzajúci sa v konštrukcii vozovky a pod.. Príklady takýchto detekovaných miest sú na obrázku 12.



Obrázok 12 Príklady záznamu obsahujúceho nehomogenitu menších dĺžok

2.8 Analýza možnosti rozlíšenia vrstiev a overenie presnosti hrúbok vrstiev

Pokiaľ ide o otázku rozlíšiteľnosti jednotlivých vrstiev vozovky, odpoveď je zrejmá z obrázkov 9 až 11. Na obrázku 9 b) možno z hľadiska stanovenia vrstiev vozovky jednoznačne identifikovať tri výrazné čiary predstavujúce rozhrania vrstiev vozovky. Prvá z nich v časovej osi 0 ns (os vľavo na obrázku) je povrch vozovky, druhá v hodnote cca 3,25 ns je rozhranie medzi asfaltovými vrstvami a podkladovými vrstvami vozovky. Tretia výrazná čiara nie je na celú šírku záznamu a pravdepodobne ide o rozhranie medzi podkladovými vrstvami a

podložím vozovky. Okrem toho sa v zázname vyskytujú aj ďalšie línie naznačujúce existenciu ďalších rozhraní. Tie sú lepšie viditeľné na obrázku 10.

Praktické vyhodnocovanie záznamu preukázalo, že v tomto prípade sa dali rozlíšiť nielen dve základné konštrukčné vrstvy vozovky (asfaltové vrstvy a podkladové vrstvy) a podložie, ale dokonca aj jednotlivé asfaltové vrstvy (obrázok 10). To umožnilo určiť aj hrúbku týchto vrstiev (obrázok 11 a tabuľka 5). Pravdepodobne to bude tak aj v iných prípadoch, pretože v tejto úrovni je energia prenikajúceho impulzu ešte pomerne veľká a každý úbytok z dôvodu odrazu na rozhraní materiálov je skôr zaregistrovateľný ako vo väčších hĺbkach.

Pokiaľ ide o podkladové vrstvy, rozhrania medzi vrstvami podkladu boli v niektorých miestach pomerne zreteľné (obrázok 10 vľavo v úrovni 5 ns), v iných miestach intenzita odrazu nenaznačovala existenciu výrazného materiálového rozhrania. Až početnejšie merania pravdepodobne preukážu, či je možné rozlíšiť aj jednotlivé podkladové vrstvy.

2.9 Výstupy softvéru použitého na vyhodnotenie meraní

Výstupy z vyhodnotenia spracované v nadstavbe programu RADAN určenej na stanovenie hrúbok vrstiev vozovky (Road Structure Assessment Module) sú ukladané do súboru s príponou „.LAY“. Ide o súbor vo formáte ASCII, ktorý možno načítať do MS Excel. Vzhľad časti súboru po načítaní do MS Excel je na obrázku 13. Štruktúra údajov v súbore je pevná, prvé riadky obsahujú identifikačné a informačné údaje. Potom nasleduje riadok s hlavičkou údajov a pod ním sú údaje z vyhodnotenia. Každý riadok obsahuje údaje o jednom impulze. Oddeľovačom údajov v riadku je čiarka a názvy v hlavičke jednotlivých stĺpcov majú tento význam:

File: názov súboru s príponou (*.dzt), z ktorého sa spracovaním v RADANE získali predmetné výstupné údaje;

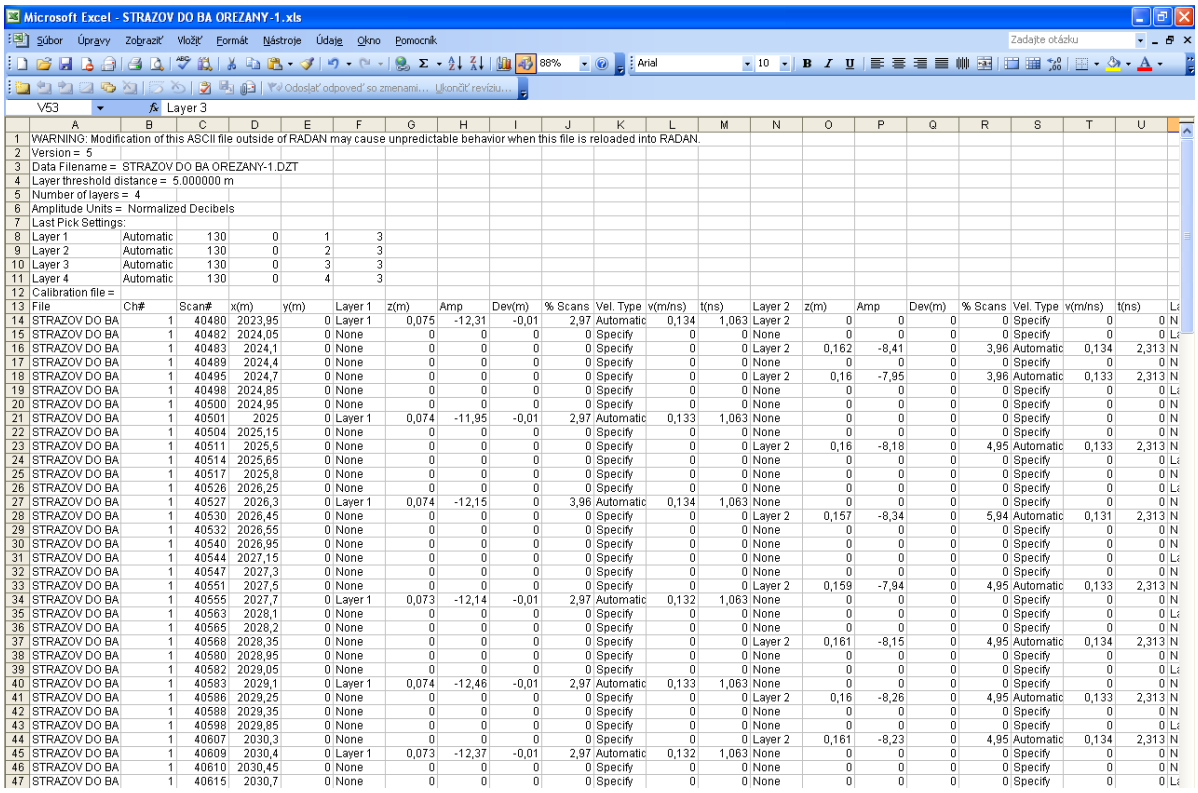
CH#: číslo kanálu, cez ktorý sa získali údaje pri meraní;

Scan#: poradové číslo impulzu (scanu) od začiatku merania; prvý impulz má vždy číslo 1;

x: vzdialenosť polohy impulzu od začiatku merania; prvý impulz má vždy hodnotu 0; túto hodnotu možno zmeniť priamo v softvéri alebo až pri spracovaní výstupov;

y: súradnica Y bodu, v ktorom sa vygeneroval impulz; hodnota sa môže zmeniť priamo v softvére alebo až pri spracovaní výstupov;

Layer#: číslo priradené danej vrstve pri vyhodnocovaní alebo názov vrstvy zadaný pri vyhodnocovaní údajov;



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	WARNING: Modification of this ASCII file outside of RADAN may cause unpredictable behavior when this file is reloaded into RADAN.																				
2	Version = 5																				
3	Data Filename = STRAZOV DO BA OREZANY-1.DZT																				
4	Layer threshold distance = 5.000000 m																				
5	Number of layers = 4																				
6	Amplitude Units = Normalized Decibels																				
7	Last Pick Settings:																				
8	Layer 1	Automatic	130	0	1	3															
9	Layer 2	Automatic	130	0	2	3															
10	Layer 3	Automatic	130	0	3	3															
11	Layer 4	Automatic	130	0	4	3															
12	Calibration file =																				
13	File	Ch#	Scan#	x(m)	y(m)	Layer 1	z(m)	Amp	Dev(m)	% Scans	Vel. Type	v(m/ns)	t(ns)	Layer 2	z(m)	Amp	Dev(m)	% Scans	Vel. Type	v(m/ns)	t(ns)
14	STRAZOV DO BA	1	40480	2023,95	0	Layer 1	0,075	-12,31	-0,01	2,97	Automatic	0,134	1,063	Layer 2	0	0	0	0	Specify	0	0
15	STRAZOV DO BA	1	40482	2024,05	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
16	STRAZOV DO BA	1	40483	2024,1	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	Layer 2	0,162	-8,41	0	3,96	Automatic	0,134	2,313
17	STRAZOV DO BA	1	40489	2024,4	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
18	STRAZOV DO BA	1	40495	2024,7	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	Layer 2	0,16	-7,95	0	3,96	Automatic	0,133	2,313
19	STRAZOV DO BA	1	40498	2024,85	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
20	STRAZOV DO BA	1	40500	2024,95	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
21	STRAZOV DO BA	1	40501	2025	0	Layer 1	0,074	-11,95	-0,01	2,97	Automatic	0,133	1,063	None	0	0	0	0	Specify	0	0
22	STRAZOV DO BA	1	40504	2025,15	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
23	STRAZOV DO BA	1	40511	2025,5	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	Layer 2	0,16	-8,18	0	4,95	Automatic	0,133	2,313
24	STRAZOV DO BA	1	40514	2025,65	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
25	STRAZOV DO BA	1	40517	2025,8	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
26	STRAZOV DO BA	1	40526	2026,25	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
27	STRAZOV DO BA	1	40527	2026,3	0	Layer 1	0,074	-12,15	0	3,96	Automatic	0,134	1,063	None	0	0	0	0	Specify	0	0
28	STRAZOV DO BA	1	40530	2026,45	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	Layer 2	0,157	-8,34	0	5,94	Automatic	0,131	2,313
29	STRAZOV DO BA	1	40532	2026,55	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
30	STRAZOV DO BA	1	40540	2026,95	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
31	STRAZOV DO BA	1	40544	2027,15	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
32	STRAZOV DO BA	1	40547	2027,3	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
33	STRAZOV DO BA	1	40551	2027,5	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	Layer 2	0,159	-7,94	0	4,95	Automatic	0,133	2,313
34	STRAZOV DO BA	1	40555	2027,7	0	Layer 1	0,073	-12,14	-0,01	2,97	Automatic	0,132	1,063	None	0	0	0	0	Specify	0	0
35	STRAZOV DO BA	1	40563	2028,1	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
36	STRAZOV DO BA	1	40565	2028,2	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
37	STRAZOV DO BA	1	40568	2028,35	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	Layer 2	0,161	-8,15	0	4,95	Automatic	0,134	2,313
38	STRAZOV DO BA	1	40580	2028,95	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
39	STRAZOV DO BA	1	40582	2029,05	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
40	STRAZOV DO BA	1	40583	2029,1	0	Layer 1	0,074	-12,46	-0,01	2,97	Automatic	0,133	1,063	None	0	0	0	0	Specify	0	0
41	STRAZOV DO BA	1	40586	2029,25	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	Layer 2	0,16	-8,26	0	4,95	Automatic	0,133	2,313
42	STRAZOV DO BA	1	40588	2029,35	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
43	STRAZOV DO BA	1	40598	2029,85	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
44	STRAZOV DO BA	1	40607	2030,3	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	Layer 2	0,161	-8,23	0	4,95	Automatic	0,134	2,313
45	STRAZOV DO BA	1	40609	2030,4	0	Layer 1	0,073	-12,37	-0,01	2,97	Automatic	0,132	1,063	None	0	0	0	0	Specify	0	0
46	STRAZOV DO BA	1	40610	2030,45	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0
47	STRAZOV DO BA	1	40615	2030,7	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0	None	0	0	0	0	Specify	0	0

Obázok 13 Časť výstupného súboru z programu RADAN pre hrúbky vrstiev

z: vzdialenosť (hĺbka) k spodnej strane danej vrstvy od povrchu vozovky; **táto hodnota je celková vzdialenosť, nie hrúbka vrstvy**;

Amp: amplitúda odrazu v danej hĺbke; štandardne je to hodnota amplitúdy odrazu v decibeloch vztiahnutá k predpokladanej amplitúde odrazu od oceľovej platne umiestnenej v rovnakej hĺbke

Dev: odchýlka vypočítanej hĺbky spodnej strany danej vrstvy stanovená metódou najmenších štvorcov z hodnôt hĺbok stanovených na dĺžke zvoleného vyhodnocovacieho okna;

%Scans: percento impulzov nachádzajúcich sa na dĺžke zvoleného vyhodnocovacieho okna obsahujúcich odraz od vrstvy;

Vel.Type: metóda použitá na stanovenie rýchlosti impulzu vo vrstve;

v [m/ns]: rýchlosť šírenia impulzu vo vrstve;

t [ns]: doba uplynutá od vyslania signálu do príchodu odrazeného signálu.

Tieto údaje sa opakujú v ďalších stĺpcoch pre ďalšie tri vrstvy vozovky.

Po poslednom stĺpci pre štvrtú vrstvu pokračuje hlavička výstupného súboru údajmi o bodoch, ktoré možno ľubovoľne zadať pri vyhodnocovaní záznamu (obrázok 14). Názvy najdôležitejších stĺpcov v pokračujúcej hlavičke, ktoré sa neuviedli v predchádzajúcej časti (k obrázku 13) majú tento význam:

v(m/ns)	t(ns)	Target	z(m)	Amp	Vel. Type	v(m/ns)	t(ns)	Color	Size	Diam(m)	Pick Crit.	Group	Hide	Link	Material	Confid.	Target	z(m)	Amp	Vel. Type
0,133	4,852																			
0	0																			
0	0																			
0	0	Rebar	0,455	-9,09	Specify	0,13	7	4	3	0	0	0	0	0	1	1				
0,133	4,891																			
0	0																			
0	0																			
0	0	Rebar	0,452	-9,65	Specify	0,13	6,96	4	3	0	0	0	0	0	1	1				
0	0																			
0,135	4,93																			
0	0																			
0	0																			
0,135	5,047	Rebar	0,455	-12,2	Specify	0,13	7	4	3	0	0	0	0	0	1	1				
0	0																			
0	0																			
0	0																			
0,134	5,047																			
0	0	Rebar	0,455	-9,79	Specify	0,13	7	4	3	0	0	0	0	0	1	1				
0	0																			
0,134	4,969																			
0	0																			
0	0																			
0	0																			
0,133	4,93	Rebar	0,452	-10,2	Specify	0,13	6,96	4	3	0	0	0	0	0	1	1				
0	0																			
0,133	4,852																			
0	0																			
0	0																			

Obrázok 14 Časť výstupného súboru z programu RADAN pre zadané body

Target: názov objektu označeného bodom, zadefinovaný pri vyhodnocovaní;

Color: farba krúžku vykresleného v zadanej pozícii

Size: veľkosť krúžku vykresleného v zadanej pozície v pixeloch;

Diameter: priemer krúžku vykresleného v zadanej pozícii;

Pick Crit: kritérium použité na stanovenie pozície cieľa v zázname; možnosti sú tieto: (1) kladné maximum, (2) záporné maximum, (3) najväčšie maximum, (4) žiadne; pri kritériách 1 až 3 bude umiestnenie zodpovedať zvolenému kritériu, pri voľbe možnosti (4) bude pozícia cieľa v zázname zodpovedať polohe kurzora.

Štruktúra výstupného súboru umožňuje v priebehu každého impulzu zadať štyri body na vyhodnotenie.

Vzhľadom na štruktúru a rozsah výstupného súboru možno v rámci hrúbky konštrukcie vozovky nadefinovať až osem úrovní, ktorých sa vyhodnotí hĺbka a uloží sa do výstupného súboru.

2.10 Stav databáz konštrukcií vozoviek v CDB a návrh na ich úpravu

V rámci Cestnej databanky sa nachádzajú viaceré databázy, ktoré obsahujú niektorú z informácií týkajúcich sa vozovky. Vo väčšine prípadov ide o čiastočné informácie o zložení konštrukcie vozovky a jej vrstiev. V štruktúre databázy *Konštrukcia vozovky* sa nachádza iba údaj o type podložia, v databáze Zameraný kryt vozovky iba údaj o type krytu vozovky. V databázach súvisiacich s realizovanými stavbami sa čiastkové údaje o konštrukcii vozovky nachádzajú v databázach *Stavebná činnosť*, kde sa v poznámke uvádza druh stavebnej úpravy vozovky (obrázok 15).

popisPlano	boloOveren	menoOveril	datumOvere	projektove	poznamka	datumModif	Modifikova	typObjektu	typPredmet	realizovan
1	0				ABS II. 5 cm□ vyrovnanie 3 cm	29.9.2008	radvanska	6	12	2095
1	0				ABS II. 4 cm□ OKH II. 3 cm□ studenß recyklß× 20	6.10.2008	radvanska	5	11	2970
1	0					17.9.2008	radvanska	1	16	3787
1	0				frÚzovanie	7.10.2008	radvanska	4	11	53
2	0					17.9.2008	radvanska	1	16	3787
7	0				EMKS 1,2 cm□ frÚzovanie 1 cm	11.11.2008	radvanska	4	11	6992
2	0				ABS I. 5 cm	7.10.2008	radvanska	4	11	53
2	0			5164	ABUM 6 cm□ frÚzovanie 6 cm	7.11.2008	radvanska	4	11	5792
3	0				frÚzovanie	7.10.2008	radvanska	4	11	53
8	0				EMKS 1,2 cm□ frÚzovanie 1 cm	11.11.2008	radvanska	4	11	6992

Obrázok 15 Príklad údajov v databáze Stavebná činnosť

Najviac údajov o konštrukcii vozovky obsahuje súčasná databáza Vrstva vozovky, ktorá okrem iného obsahuje údaje o druhu vrstvy, jej hrúbke a poradovom čísle v rámci konštrukcie vozovky (obrázok 16).

OBJECTID	SSC_ID	poradoveCi	hrubka	konstrukci	skupinaVrs	druhVrstvy	GlobalID
6733	{72501953-92A3-4B25-B159-EE6B1DC58085}	5	25,00	36	21	PMH	{7F9B1C78-9B0A-4403-BD30-70D759EB93AA}
6734	{DECA43F9-1407-469B-A5BE-CAFFEA85E8E	1	10,00	37	24	SD	{9033CB28-EC48-463F-A619-EC4BAEDD291A}
6735	{C0A91B06-D889-4ACF-8FE0-E6C2CB70863E	2	15,00	37	25	SP	{76CDA552-46FB-42EF-97F8-E95B7841AE18}
6736	{35E4F735-64F2-45D5-99DB-1CA58AD8C110}	3	25,00	37	1	ABII	{5C797F19-D976-481D-AB6C-29DB7FBE9C06}
6737	{5C34B801-7BDB-4CCB-8B81-F4C0A17CC1F5	4	25,00	37	1	ABIII	{8D5D16DA-01A8-48C2-9C29-29C7AA8617A8}
6738	{E0958DE7-538D-4DDC-B348-DCC12F6752E9	1	12,00	38	19	OK	{49569CA6-472E-417F-A6FD-752E30EB85AB}
6739	{43DC0A74-AAD1-44E9-8AAE-61769FDF5E8E	2	15,00	38	12	KSC	{285BC67D-787E-45EC-926D-252887C961BC}
6740	{F67A76E4-58DF-49EC-B79A-DE1EABFCC6E	3	25,00	38	25	SP	{A4BD12A3-818A-45A2-B16D-733E9DA18FF2}
6741	{BFDE09E4-6840-4715-9388-62C85EB7CC22}	4	30,00	38	1	ABII	{3E270391-375E-4349-9097-278D1A5A49AD}
6742	{F3400AA7-D548-4649-922B-8EAC508E03C8}	1	12,00	39	1	ABIII	{FDB2514C-4B91-4123-BA46-55C92E896910}
6743	{F2019E92-FBFB-4D44-A171-2D4C4B2A1013}	2	15,00	39	19	OK	{EF616E4F-30D5-4693-A745-8C0E332A869A}
6744	{70032233-E644-4169-944E-8C26152E2F9F}	3	25,00	39	12	KSC	{0919E092-52DA-4689-BC1C-67E906E9FF3A}
6745	{41CA69A8-28DB-4E15-9768-5CC80FE0799B}	4	30,00	39	25	SP	{1EA8C40E-D458-45B2-8D7C-B1CB40B3E1C5}
6746	{26DD60A1-714C-4D4F-A7ED-369363B45BD9	1	10,00	40	1	AB	{B2BE8B1F-32FF-45F2-827D-396B9850E9BC}
6747	{320C3F36-1C03-419A-860F-4636BD9153DE}	2	15,00	40	19	OK	{534248A7-DF22-4C8A-925F-282635B93F0C}
6748	{EB198293-2BC1-4141-B1E0-D2C5B9493D1F}	3	25,00	40	22	SCI	{81575D11-2521-44CD-82B5-819E4468D879}
6749	{A9BD1517-46CE-48E4-AE10-D4802A4B434F	4	25,00	40	25	SP	{417E89FA-1B2E-4F14-B8B2-589BDE9005E5}
6750	{8CAF9DEB-B5F9-46A2-872A-77ED2BAD8D0	1	10,00	41	9	EMK	{9B018D66-E997-44F9-AE0B-ED5A424A856B}
6751	{956BAC55-235D-4D66-802F-F501894F8D15}	2	15,00	41	1	AB	{D44BBD0C-C2EF-4B26-AC23-8910237A755D}
6752	{EF2144D7-10AB-4186-9501-F86A1D9E5B67}	3	25,00	41	10	KAPS	{FFBE5498-4389-4AE9-9FA5-279FBF35D641}
6753	{33016FD5-68DA-4002-B39A-6DE19D0CD1C6	4	25,00	41	21	PMH	{67412C6B-0121-40B1-90AD-1ADFA3668FE5}
6754	{64FD33A1-5FF3-4DCB-A77C-E52FED163FF7	1	12,00	42	33	VM	{FCC6F25A-CE78-499D-81FE-B41305D16299}

Obrázok 16 Príklad údajov v databáze Vrstva vozovky

Ani jedna zo súčasných databáz neobsahuje vo svojej štruktúre všetky položky, ktoré by bolo nutné evidovať nielen z hľadiska celkovej evidencie zloženia vozovky a identifikácie polohy v zmysle uzlového staničenia ale aj vzhľadom na prepojenosť s inými databázami, z ktorých sú získavané údaje do hodnotenia stavu cestnej siete. Z týchto dôvodov je potrebné:

1. buď navrhnúť nové databázy s inou štruktúrou,
2. prípadne doplniť štruktúru existujúcich databáz.

Návrh nových databáz

V prípade, že by bolo prijaté riešenie vytvoriť nové databázy na komplexnú evidenciu údajov o konštrukcii vozovky a jej jednotlivých vrstvách, odporúča sa vytvoriť dve nové databázy s navrhovanými názvami *Vrstvy vozovky* (obrázok 17) a *Konštrukcia vozovky* (obrázok 18).

C_CESTY	UZOL_1_Z	UZOL_2_Z	STANIC_Z	UZOL_1_K	UZOL_2_K	STANIC_K	JAZD_PRUH	JAZD_STOPA	DLZKA	CIS_VRST	DRUH_VRST	TYP_VRST	SPEC_VRST	HRUBKA	DATUM	ZIS_UDAJ	POZNAMKA
							1, 2, 3	P,L		1, 2, 3, ...	A	O, L, P	AB, AK, OK, ...				
											P	HS	SC, KSC				
											P	N	SD, SP				
											P	NE	–				

Obrázok 17 Návrh štruktúry novej databázy Vrstvy vozovky

Pri databáze Vrstvy vozovky prvý stĺpec slúži na zadanie čísla cesty, nasledujúce tri stĺpce obsahujú stanovenie polohy začiatku homogénnej sekcie a ďalšie tri stĺpce stanovenie polohy konca homogénnej sekcie. Označenie je v zmysle zásad lokalizácie úseku v uzlovom systéme. Ďalšie stĺpce majú tento význam a účel:

JAZD_PRUH: jazdný pruh v ktorom sa vykonalo meranie; označuje sa od koruny komunikácie smerom k jej osi;

JAZD_STOPA: jazdná stopa, v ktorej sa stanovila hrúbka vozovky v danom jazdnom pruhu (P – pravá stopa, L – ľavá stopa);

DLZKA: dĺžka homogénnej sekcie pre danú vrstvu vozovky;

CIS_VRST: poradové číslo vrstvy v konštrukcii vozovky; označuje sa od 1 (najnižšia vrstva) po *n* (najvyššia vrstva); tento systém umožní dopĺňať ďalšie vrstvy do existujúcej homogénnej sekcie po prípadnej technologickej úprave vozovky (frézovanie, zosilnenie, a pod.);

DRUH_VRST: druh konštrukčnej vrstvy vozovky (A – asfaltová vrstva, P – podkladová vrstva);

TYP_VRST: typ konštrukčnej vrstvy (O – obrusná vrstva, L – ložná vrstva, P – horná podkladová vrstva, HS – hydraulicky stmelená vrstva, N – nestmelená vrstva, NE – neurčený typ vrstvy);

SPEC_VRST: špecifikácia vrstvy (AB – asfaltový betón, AK – asfaltový koberec, OK – obaľované kamenivo);

Poznámka: Je potrebné zvážiť, či používať nové označovanie podľa STN EN (najmä pri asfaltových zmesiach) alebo staré označovanie. Odporúča sa pre vrstvy zhotovené podľa starých STN používať staré označovanie a až nové vrstvy označovať podľa STN EN.

HRUBKA: hrúbka danej vrstvy v cm;

DATUM: dátum stanovenia hrúbky danej vrstvy;

ZIS_UDAJ spôsob získania údajov o hrúbke vrstvy (napr. georadar, projekt, vývrt, atď.);

POZNAMKA: na doplňujúce údaje.

Takáto štruktúra databázy *Vrstvy vozovky* by sa dala potom využiť na vytvorenie novej databázy *Konštrukcia vozovky* (obrázok 18), kde by sa vytvárali homogénne sekcie z jednotlivých vrstiev. Z hľadiska štruktúry by sa od databázy *Vrstvy vozovky* odlišovala tým, že by v nej boli celkové hrúbky asfaltových a podkladových vrstiev. Usporiadanie týchto vrstiev v rámci konštrukcie vozovky by sa prevzalo z databázy *Vrstvy vozovky* (stĺpec SPEC_VRST) a vložilo by sa do stĺpca Poznámka. Ďalšou informáciou navyše v porovnaní s databázou *Vrstvy vozovky* by bol údaj o type vozovky (hlavička TYP_VOZ). Označenie N by sa použilo pre netuhé vozovky (s nestmelenou spodnou podkladovou vrstvou) a symbol P by platil pre polotuhé vozovky (so stmelenou spodnou podkladovou vrstvou).

C_CESTY	UZOL_1_Z	UZOL_2_Z	STANIC_Z	UZOL_1_K	UZOL_2_K	STANIC_K	JAZD_PRUH	JAZD_STOPA	DLZKA	TYP_VOZ	DRUH_VRST	HRUBKA	DATUM	ZIS_UDAJ	POZNAMKA
							1, 2, 3	P,L		N, P	A				AB, AK, OK (KAZ, OK, PAH)
											P				SC, SP (KSC, SD), (NE)

Obrázok 18 Návrh štruktúry novej databázy Konštrukcia vozovky

Úprava štruktúr existujúcich databáz

Pri voľbe tohto riešenia sa ako najvhodnejšia na doplnenie javí existujúca databáza *Vrstva vozovky*. Tá by vo svojej súčasnej štruktúre mala umožňovať nadefinovanie:

- rôznych hrúbok vrstiev aj v rámci jedného uzlového úseku (čím by boli splnené požiadavky na lokalizáciu nadefinované v prvých siedmich stĺpcoch novo navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky* na obrázku 17);
- dĺžky, na ktorej má vrstva vozovky rovnakú hrúbku (stĺpec 10 novo navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky*);
- poradového čísla a hrúbky vrstvy (stĺpce 11 a 15 novo navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky*);
- špecifikáciu vrstvy (stĺpec 14 novo navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky*)

V porovnaní so štruktúrou novo navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky* chýbajú v súčasnej databáze *Vrstva vozovky* údaje o:

- lokalizácii údajov v rámci priečneho profilu vozovky (jazdný pruh, jazdná stopa - stĺpce 8 a 9 novo navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky*);
- druhu a type vrstvy (stĺpce 12 a 13 novo navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky*);
- dátume a spôsobe získania údajov (stĺpce 16 a 17 novo navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky*).

V závislosti od rozhodnutia o potrebnej podrobnosti údajov sú dve základné možnosti:

1. ak sa údaje, ktoré nie sú v súčasnosti obsiahnuté v databáze Vrstva vozovky, nebudú požadovať, bude potrebné iba doplniť číselník špecifikácií materiálov vrstiev o nové označovanie vrstiev v zmysle zavedených európskych noriem;
2. ak bude rozhodnuté, že niektorý z chýbajúcich údajov (pri porovnaní štruktúry existujúcej a novo navrhovanej databázy) je potrebné zaznamenávať a bude sa rozširovať súčasná databáza, odporúča sa rozšíriť súčasnú databázu o všetky chýbajúce položky a zároveň doplniť číselník špecifikácií materiálov.

Návrh na doplnenie číselníkov údajov

Pri návrhu novej databázy a aj pri úprave súčasnej databázy sa navrhuje doplniť informáciu súvisiacu so spôsobom získania údajov o hrúbkach vrstiev vozovky. Návrh číselníka je v tabuľke 6.

Tabuľka 6 Číselník pre kódovanie spôsobu získania údajov o hrúbkach vrstiev

ZIS_UDAJ	Kódová hodnota	1	Projektová dokumentácia
		2	Dokumentácia skutočného vyhotovenia
		3	Vývrt
		4	Kopaná sonda
		5	Georadar
		6	Iné

Bez ohľadu na zdroj údajov o zložení vrstiev konštrukcie vozovky sa budú údaje o materiálovom zložení jednotlivých vrstiev vozovky zadávať rovnakým systémom, aký sa používa v súčasnosti pri databáze Vrstva vozovky. Využije sa teda súčasné kódovanie, ktoré sa doplní o označovanie asfaltových vrstiev vozovky podľa nových európskych noriem (Príloha 1).

Aktualizácia zmien zloženia konštrukcie vozovky

Pri zmene konštrukcie vozovky spôsobenej stavebným zásahom do jej konštrukcie (zosilnenie, frézovanie a nová vrstva, recyklácia a pod.) by sa najskôr opravili údaje v databáze *Vrstvy vozovky* a následne by sa vygenerovalo nové zloženie konštrukcie vozovky v danom úseku.

2.11 Návrh na úpravy výstupov použitého softvéru

Štruktúra výstupného súboru zo softvéru RADAN a jeho nadstavby Road Structure Assessment Module opísaná v kapitole 2.9 nie je kompatibilná so štruktúrou navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky*. Najpodstatnejšie je, že výstupný súbor neobsahuje údaje o homogénnych sekciách ale iba o hodnotách získaných pre jednotlivé impulzy. Jeho štruktúra je pevne stanovená vo vyhodnocovacom softvéri a nemožno ju zmeniť.

To znamená, že vytvorenie homogénnych sekcií pomocou štatistického spracovania vybratých údajov z výstupného súboru si vyžaduje samostatné spracovanie. Homogénne sekcie sa môžu vytvárať manuálne, prípadne by sa mohol vypracovať program, ktorý by zo štruktúry výstupného súboru vybral potrebné údaje a následne by sa na základe definovaných kritérií vytvorili homogénne sekcie pre jednotlivé vrstvy vozovky. V prípade manuálneho spracovania nie je problém doplniť pre vytvorené homogénne sekcie potrebné údaje a vytvoriť štruktúru súboru zodpovedajúcu štruktúre navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky*. Pri

vytváraní homogénnych sekcií výpočtovým programom budú musieť byť chýbajúce údaje zadané z klávesnice, prípadne načítané z iných databáz.

Voľba spôsobu vytvárania homogénnych sekcií môže byť ovplyvnená tým, či stanovenie zloženia konštrukcie vozoviek bude zabezpečovať SSC vo vlastnej réžii alebo dodávateľsky. Ak by bola táto činnosť objednávaná od externých subjektov, je pravdepodobne jednoduchšie predpísať dodávateľovi štruktúru výstupného súboru a jeho formát tak, aby bol plne kompatibilný so štruktúrou navrhovanej databázy *Vrstvy vozovky* a aby sa údaje dali bez problémov doplniť do databázy. Pri internom zabezpečovaní merania by vzhľadom na časovú náročnosť pri vytváraní homogénnych sekcií bol vhodnejší program na spracovanie nameraných údajov. Tento spôsob by si pravdepodobne vyžadoval mať minimálne jedného pracovníka, ktorý by bol čiastočne špecializovaný na túto činnosť a kontroloval by správnosť výstupov z programu na vytváranie homogénnych sekcií a robil by prípadné korekcie nezrovnalostí, ktoré môžu pri automatickom spracovaní údajov nastať (napr. v prípade lokálnych extrémov).

Literatúra

[1] Pospíšil, K., Stryk, J.: Možnosti využití georadaru k měření strukturálních vlastností vozovek. Silniční obzor, č. 12/2005, s.300-303, ISSN 0322-7154

[2] Stryk, J., Pospíšil, K.: Nedestruktivní diagnostika konstrukcí georadarem. Zborník príspevkov Workshop NDT 2005, Non-destructive Testing in Engineering Practice, str. 265-270, Brno, 30.11. 2005, VUT FAST Brno, 2005, ISBN 80-7204-420-6

[3] Saarenketo, T.: Electrical properties of road materiále and subgrade soils and the use of ground penetrating Radar in traffic infrastructure surveys, Faculty of Science, University of Oulu, 2006, Acta Universitatis Oulensis 471. [Elektrické vlastnosti cestných materiálov a zemín podložia a využitie georadaru pri prehliadkach dopravnej infraštruktúry]

[4] Pospíšil, K., Stryk, J.: Problematika údržby vozovek s cementobetonovým krytem, Zborník I. seminára letnej údržby pozemných komunikácií, str. 70 – 75, Tatranská Lomnica, 2.-3.6.2009, SSC – VÚD, 2009

[5] www.geophysical.com

[6] Handbook for GPR inspection of road structures. Data analysis performed in Radan. Geophysical Survey Systems, Inc., január 2007. [Príručka na prieskum cestných vozoviek georadarom. Analýza údajov vykonávaná v programe Radan od Geophysical Survey Systems, Inc]

[7] ASTM D 6432 Standard guide for using the surface ground penetrating radar method for subsurface investigation [Normový návod na použitie metódy povrchového georadaru na podpovrchový prieskum]

[8] AASHTO TP36 Standard Test Method For Evaluating Asphalt-Covered Concrete Bridge Decks Using Pulsed Radar. [Normová skúšobná metóda na hodnotenie betónových mostoviek prekrytých asfaltovými zmesami pomocou radaru vysielajúceho impulzy]

[9] Gordon, M. O., Broughton, K., Hardy, M.S.A.: The assessment of the value of GPR imaging of flexible pavements. NDT&E International, Vol. 31, No. 6, pp. 429–438, 1998. [Hodnotenie významu zobrazovania netuhých vozoviek georadarom]

[10] Design Manual for Roads and Bridges, Volume 7 Pavement Design and Maintenance, Section 3 Pavement Maintenance assessment, Part 2 Data for Pavement Assessment, Department for Transport, 2008. [Príručka na návrh ciest a mostov, Časť 7 Návrh a údržba vozovky, Sekcia 3 Stanovenie údržby vozovky, Časť 2 /daje na hodnotenie vozovky]

Príloha 1 Číselník pre kódovanie materiálov vrstev vozovky

Podtyp skupinaVrstiev	Skupina vrstiev	Kódová hodnota						
			0	neurčené				
			1	asfaltový betón	DruhVrstvyVozovky_AB	Kódová hodnota	AB	asfaltový betón
							ABH	asfalt. bet.-hrubozrn.
							ABI	asfalt. bet.I.kv.tr.
							ABII	asfalt. bet.II.kv.tr.
							ABIII	asfalt. bet.III.kv.tr.
							ABJ	asfalt. bet.-jemnozrn.
							ABS	asfalt. bet.-stredhrubozrn.
							ABVH	asfalt. bet.-veľmi hrubozrn.
							AC8	asfalt. bet. s max. zrnom kameniva 8 mm
							AC11	asfalt. bet. s max. zrnom kameniva 11 mm
							AC16	asfalt. bet. s max. zrnom kameniva 16 mm
							AC22	asfalt. bet. s max. zrnom kameniva 22 mm
							AC32	asfalt. bet. s max. zrnom kameniva 32 mm
			2	asfaltocementový betón	DruhVrstvyVozovky_ACB	Kódová hodnota	ACB	asfalto-cementový betón
							ACBH	asfalto-cem.bet.hrubozrn.
							ACBS	asfalto-cem.bet.strednozrn.
			3	asfaltový koberec	DruhVrstvyVozovky_AK	Kódová hodnota	AK	Asfaltový koberec
							AKD	Asfalt.koberec dren.
							AKDH	Asfalt.kob.dren.-hrubozrn.
							AKDJ	Asfalt.kob.dren.-jemnozrn.
							AKDS	Asfalt.kob.dren.-stredhrubozrn.
							AKM	Asfalt.koberec mastix.
							AKMH	Asfalt.kob.mastix.-hrubozrn
							AKMJ	Asfalt.kob.mastix.-jemnozrn.
							AKMS	Asfalt.kob.mastix.-stredhrubozrn.
							AKMVJ	Asfalt.kob.-veľmi jemnozrn.
							AKO	Asfalt.koberec otvorený
							AKOH	Asfalt.kob.otvorený-hrubozrn.
							AKOJ	Asfalt.kob.otvorený-jemnozrn.
							AKOS	Asfalt.kob.otvorený-stredhrubozrn.
							AKOVH	Asfalt.kob.otvorený-veľmi hrubozrn.

				AKT	Asfalt.koberec tenký
				AKTJ	Asfalt.kob.tenký-jemnozrn.
				AKTS	Asfalt.kob.tenký-stredhrubozrn.
				BBTM5	Asf. koberec veľmi tenký s max. zrnom kameniva 5 mm
				BBTM8	Asf. koberec veľmi tenký s max. zrnom kameniva 8 mm
				BBTM11	Asf. koberec veľmi tenký s max. zrnom kameniva 11 mm
				SMA4	Asf. koberec mastixový s max. zrnom kameniva 4 mm
				SMA8	Asf. koberec mastixový s max. zrnom kameniva 8 mm
				SMA11	Asf. koberec mastixový s max. zrnom kameniva 11 mm
				SMA16	Asf. koberec mastixový s max. zrnom kameniva 16 mm
				PA8	Asf. koberec drenážny s max. zrnom kameniva 11 mm
				PA11	Asf. koberec drenážny s max. zrnom kameniva 8 mm
4	podkladový betón	DruhVrstvyVozovky_B	Kódová hodnota	B	podkladový betón
				BI	podkladový bet.I.kv.tr- C20/25
				BII	podkladový bet.II.kv.tr- C16/20
				BIII	podkladový bet.III.kv.tr- C12/15
5	cementobetónový kryt	DruhVrstvyVozovky_CB	Kódová hodnota	CB	jednovrstvový cem-betónový kryt
				CB(H)	dvojvrstv.cem-bet.kryt-hor.vrst.
				CB(H)I	hor.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.I
				CB(H)II	hor.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.II
				CB(H)III	hor.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.III
				CB(H)IV	hor.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.IV
				CB(H)L	hor.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.L
				CB/I	jednovrst.cem-bet.kryt sk.vozov.I
				CB/II	jednovrst.cem-bet.kryt sk.vozov.II
				CB/III	jednovrst.cem-bet.kryt sk.vozov.III
				CB/IV	jednovrst.cem-bet.kryt sk.vozov.IV
				CB/L	jednovrst.cem-bet.kryt sk.vozov.L
				CB(S)	dvojvrstv.cem-bet.kryt-spod.vrst.
				CB(S)I	spod.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.I
				CB(S)II	spod.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.II
				CB(S)III	spod.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.III
				CB(S)IV	spod.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.IV

				CB(S)L	spod.vrst.cem-bet.krytu sk.vozov.L
6	cestné dielce	DruhVrstvyVozovky_CD	Kódová hodnota	CD	cestné dielce
7	dlažba	DruhVrstvyVozovky_DL	Kódová hodnota	DL	dlažba
8	emulzný kalový zákryt	DruhVrstvyVozovky_EKZ	Kódová hodnota	EKZ	emulzný kalový zákryt
				EKZH	emulzný kalový zákryt hrubozrn.
				EKZJ	emulzný kalový zákryt jemnozrn.
				EKZS	emulzný kalový zákryt špeciálny
				EKZU	emulzný kalový zákryt univerzálny
9	emulzný mikrokoberec	DruhVrstvyVozovky_EMK	Kódová hodnota	EMK	emulzný mikrokoberec
				EMKH	emulzný mikrokoberec hrubozrn.
				EMKJ	emulzný mikrokoberec jemnozrn.
				EMKS	emulzný mikrokoberec strednozrn.
10	kamenivo spev.popol.susp.	DruhVrstvyVozovky_KAPS	Kódová hodnota	KAPS	kamenivo spev.popol.susp.
				KAPSI	kamenivo spev.popol.susp.I.kv.tr.
				KAPSII	kamenivo spev.popol.susp.II.kv.tr.
				KAPSIII	kamenivo spev.popol.susp.III.kv.tr.
				KAPSIV	kamenivo spev.popol.susp.IV.kv.tr.
11	kalený štrk	DruhVrstvyVozovky_KS	Kódová hodnota	KS	kalený štrk
12	kamenivo spev.cementom	DruhVrstvyVozovky_KSC	Kódová hodnota	KSC	Kamenivo spev.cem.
				KSC-AI	Kamenivo spev.cem.-agloporit,I.kv.tr.
				KSC-AII	Kamenivo spev.cem.-agloporit,II.kv.tr.
				KSCI	Kamenivo spev.cem.I.kv.tr.
				KSCII	Kamenivo spev.cem.II.kv.tr.
				KSC-PTSI	Kamenivo spev.pomaly tuh.spoj.I.kv.tr.
				KSC-PTSII	Kamenivo spev.pomaly tuh.spoj.II.kv.tr.
				KSC-TI	Kamenivo spev.cem.-troskové,I.kv.tr.
				KSC-TII	Kamenivo spev.cem.-troskové,II.kv.tr.
13	liaty asfalt cestný	DruhVrstvyVozovky_LA	Kódová hodnota	LA	liaty asfalt cestný
				LAD	Liaty asf.cestný dialničný
				LADI	Liaty asf.cestný dialničný I.kv.tr.
				LADII	Liaty asf.cestný dialničný II.kv.tr.
				LADIII	Liaty asf.cestný dialničný III.kv.tr.

				LADIV	Liaty asf.cestný dialničný IV.kv.tr.
				LAH	Liaty asf.cestný hrubozrn.
				LAHI	Liaty asf.cestný hrubozrn.I.kv.tr.
				LAHII	Liaty asf.cestný hrubozrn.II.kv.tr.
				LAHIII	Liaty asf.cestný hrubozrn.III.kv.tr.
				LAHIV	Liaty asf.cestný hrubozrn.IV.kv.tr.
				LAHV	Liaty asf.cestný hrubozrn.V.kv.tr.
				LAJ	Liaty asf.cestný jemnozrn.
				LAJII	Liaty asf.cestný jemnozrn.II.kv.tr.
				LAJIII	Liaty asf.cestný jemnozrn.III.kv.tr.
				LAJIV	Liaty asf.cestný jemnozrn.IV.kv.tr.
				LAJV	Liaty asf.cestný jemnozrn.V.kv.tr.
				LAK	Liaty asf.cestný kyselinovzdorný
				LAP	Liaty asf.cestný pieskový
				LAPII	Liaty asf.cestný pieskový II.kv.tr.
				LAPIII	Liaty asf.cestný pieskový III.kv.tr.
				LAPIV	Liaty asf.cestný pieskový IV.kv.tr.
				LAPV	Liaty asf.cestný pieskový V.kv.tr.
				LAS	Liaty asf.cestný strednozrn.
				LASI	Liaty asf.cestný strednozrn.I.kv.tr.
				LASII	Liaty asf.cestný strednozrn.II.kv.tr.
				LASIII	Liaty asf.cestný strednozrn.III.kv.tr.
				LASIV	Liaty asf.cestný strednozrn.IV.kv.tr.
				LASV	Liaty asf.cestný strednozrn.V.kv.tr.
				MA4	Liaty asfalt s max. zrnom kameniva 4 mm
				MA8	Liaty asfalt s max. zrnom kameniva 8 mm
				MA11	Liaty asfalt s max. zrnom kameniva 11 mm
				MA16	Liaty asfalt s max. zrnom kameniva 16 mm
14	liaty asfalt špeciálny	DruhVrstvyVozovky_LASp	Kódová hodnota	LASpJ	Liaty asf.špec.jemnozrn.
				LASpJ-M	Liaty asf.špec.jemnozrn.mäkký
				LASpJ-N	Liaty asf.špec.jemnozrn.normálny
				LASpJ-T	Liaty asf.špec.jemnozrn.tvrdý
				LASpJ-VT	Liaty asf.špec.jemnozrn.veľmi tvrdý
				LASp-K	Liaty asf.špec.kyselinovzdorný
				LASpP	Liaty asf.špec.pieskový

				LASpP-M	Liaty asf.špec.pieskový mäkký
				LASpP-N	Liaty asf.špec.pieskový normálny
				LASpP-T	Liaty asf.špec.pieskový tvrdý
				LASpP-VT	Liaty asf.špec.pieskový veľmi tvrdý
				LASpS	Liaty asf.špec.strednozrn.
				LASpS-M	Liaty asf.špec.strednozrn.mäkký
				LASpS-N	Liaty asf.špec.strednozrn.normálny
				LASpS-T	Liaty asf.špec.strednozrn.tvrdý
				LASpS-VT	Liaty asf.špec.strednoz.veľmi tvrdý
				LASp	Liaty asfalt špeciálny
				LASpH	Liaty asf.špec.hrubozrn.
				LASpH-M	Liaty asf.špec.hrubozrn.mäkký
				LASpH-N	Liaty asf.špec.hrubozrn.normálny
				LASpH-T	Liaty asf.špec.hrubozrn.tvrdý
				LASpH-VT	Liaty asf.špec.hrubozrn.veľmi tvrdý
15	medzerovitý betón	DruhVrstvyVozovky_MCB	Kódová hodnota	MCB	medzerovitý betón
16	mechanicky spev.kamenivo	DruhVrstvyVozovky_MSK	Kódová hodnota	MSK	mechanicky spevnené kamenivo
17	náter	DruhVrstvyVozovky_N	Kódová hodnota	N	náter
				N1V	jednovrstvový náter
				N1V2P	jednovrst.náter s dvoj.podrv.
				N1VDP	jednovrst.náter s del.podrv.
				N2V	dvojvrstvový náter
18	nestmelené vrstvy	DruhVrstvyVozovky_NV	Kódová hodnota	NV	nestmelené vrstvy
				NV_MSK	mechanicky spevnené kamenivo
				NV_SV	vibrovaný štrk
				NV_SD	vrstva zo štrkodrvy
				NV_SP	vrstva zo štrkopiesku
19	obaľované kamenivo	DruhVrstvyVozovky_OK	Kódová hodnota	OK	obaľované kamenivo
				OKJ	obaľ.kamenivo jemnozrn.
				OKS	obaľ.kamenivo strednozrn.
				OKH	obaľ.kamenivo hrubozrn.
				OKVH	obaľ.kamenivo veľmi hrubé
				OKM	obaľ.kamenivo typu makadam

				OKI	vrstva z obaľ.kameniva I.kv.tr
				OKII	vrstva z obaľ.kameniva II.kv.tr.
20	postrek	DruhVrstvyVozovky_P	Kódová hodnota	P	postrek
				PI	postrek infiltračný
				PS	postrek spojovací
				PR	postrek regeneračný
21	penetračný makadam	DruhVrstvyVozovky_PM	Kódová hodnota	PM	penetračný makadam
				PMJ	penetračný makadam jemnozrn.
				PMH	penetračný makadam hrubozrn.
22	stabilizácia	DruhVrstvyVozovky_S	Kódová hodnota	S	stabilizácia
				SCI	stabiliz.cem.I.kv.tr.
				SVI	stabiliz.vápnom I.kv.tr.
				SPI	Stabiliz.popolčekom I.kv.tr.
				SOI	Stabiliz.odpraškom I.kv.tr.
				STI	Stabiliz.troskou I.kv.tr.
				SZHPI	Stabiliz.zmes.hydraul.spoj.I.kv.tr.
				SPTSI	Stabiliz.pomaly tuh.spoj.I.kv.tr.
				SCII	Stabiliz.cem.II.kv.tr.
				SVII	Stabiliz.vápnom II.kv.tr.
				SPII	Stabiliz.popolčekom II.kv.tr.
				SOII	Stabiliz.odpraškom II.kv.tr.
				STII	Stabiliz.troskou II.kv.tr.
				SZHPII	Stabiliz.zmes.hydraul.spoj.II.kv.tr.
				SPTSII	Stabiliz.pomaly tuh.spoj.II.kv.tr.
				SCIII	Stabiliz.cem.III.kv.tr.
				SVIII	Stabiliz.vápnom III.kv.tr.
				SPIII	Stabiliz.popolčekom III.kv.tr.
				SOIII	Stabiliz.odpraškom III.kv.tr.
				STIII	Stabiliz.troskou III.kv.tr.
				SZHPIII	Stabiliz.zmes.hydraul.spoj.III.kv.tr.
				SPTSIII	Stabiliz.pomaly tuh.spoj.III.kv.tr.
				SC	Stabilizácia cementom
23	štrk čiast.vypln.cem.maltou	DruhVrstvyVozovky_SCM	Kódová hodnota	ŠCM	štrk čiast.vypln.cem.maltou
24	vrstva zo štrkodrviny	DruhVrstvyVozovky_SD	Kódová hodnota	SD	obsah zo štrkodrviny

25	vrstva zo štrkopiesku	DruhVrstvyVozovky_SP	Kódová hodnota	SP	vrstva zo štrkopiesku
26	vibrovaný štrk	DruhVrstvyVozovky_SV	Kódová hodnota	SV	vibrovaný štrk
27	uzatvorené obaľ.kamenivo	DruhVrstvyVozovky_UOK	Kódová hodnota	UOK	uzatvorené obaľ.kam.
28	uzatvorená recykl.vrstva	DruhVrstvyVozovky_URV	Kódová hodnota	URV	uzatvorená recyklovaná vrstva
29	vtláčaný asfaltový betón	DruhVrstvyVozovky_VAB	Kódová hodnota	VAB	vtláčaný asf.bet.
30	valcovaný betón	DruhVrstvyVozovky_VB	Kódová hodnota	VB	valcovaný betón
				VBI	valcovaný bet.I.kv.tr.
				VBII	valcovaný bet.II.kv.tr.
31	vegetačné dielce	DruhVrstvyVozovky_VD	Kódová hodnota	VD	vegetačné dielce
32	vibrocem	DruhVrstvyVozovky_VIBRO	Kódová hodnota	VIBRO	Vibrocem
33	vsypný makadam	DruhVrstvyVozovky_VM	Kódová hodnota	VM	vsypaný makadam

Príloha 2 Homogénne sekcie podľa hrúbky asfaltových a podkladových vrstiev vozovky diagnostikovaného úseku

C_CESTY	UZOL_1_Z	UZOL_2_Z	STANIC_Z	UZOL_1_K	UZOL_2_K	STANIC_K	JAZD_PRUH	JAZD_STOPA	DL_MER	CIS_VRST	DRUH_VRST	TYP_VRST	SPEC_VRST	HRUBKA	DATUM	ZIS_UDAJ	POZNAMKA
I/18	2631A09700	2631A09800	20	2631A09700	2631A09800	0	1	P	20	1	P	N		78	23.8.2010	5	
I/18	2631A09700	2631A09800	20	2631A09700	2631A09800	0	1	P	20	2	A	NE		28	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	729	2631A09600	2631A09700	719	1	P	10	1	P	N		78	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	729	2631A09600	2631A09700	719	1	P	10	2	A	NE		28	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	719	2631A09600	2631A09700	604	1	P	115	1	P	N		71	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	719	2631A09600	2631A09700	604	1	P	115	2	A	NE		35	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	604	2631A09600	2631A09700	562	1	P	42	1	P	N		75	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	604	2631A09600	2631A09700	562	1	P	42	2	A	NE		31	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	562	2631A09600	2631A09700	544	1	P	18	1	P	N		78	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	562	2631A09600	2631A09700	544	1	P	18	2	A	NE		31	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	544	2631A09600	2631A09700	318	1	P	226	1	P	N		83	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	544	2631A09600	2631A09700	318	1	P	226	2	A	NE		26	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	318	2631A09600	2631A09700	309	1	P	9	1	P	N		85	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	318	2631A09600	2631A09700	309	1	P	9	2	A	NE		24	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	309	2631A09600	2631A09700	244	1	P	65	1	P	N		77	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	309	2631A09600	2631A09700	244	1	P	65	2	A	NE		24	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	244	2631A09600	2631A09700	239	1	P	5	1	P	N		74	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	244	2631A09600	2631A09700	239	1	P	5	2	A	NE		27	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	239	2631A09600	2631A09700	166	1	P	73	1	P	N		82	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	239	2631A09600	2631A09700	166	1	P	73	2	A	NE		27	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	166	2631A09600	2631A09700	136	1	P	30	1	P	N		84	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	166	2631A09600	2631A09700	136	1	P	30	2	A	NE		25	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	136	2631A09600	2631A09700	59	1	P	77	1	P	N		81	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	136	2631A09600	2631A09700	59	1	P	77	2	A	NE		28	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	59	2631A09600	2631A09700	0	1	P	59	1	P	N		79	23.8.2010	5	
I/18	2631A09600	2631A09700	59	2631A09600	2631A09700	0	1	P	59	2	A	NE		30	23.8.2010	5	
I/18	2631A09500	2631A09600	584	2631A09500	2631A09600	362	1	P	222	1	P	N		79	23.8.2010	5	
I/18	2631A09500	2631A09600	584	2631A09500	2631A09600	362	1	P	222	2	A	NE		30	23.8.2010	5	
I/18	2631A09500	2631A09600	362	2631A09500	2631A09600	189	1	P	173	1	P	N		98	23.8.2010	5	
I/18	2631A09500	2631A09600	362	2631A09500	2631A09600	189	1	P	173	2	A	NE		30	23.8.2010	5	
I/18	2631A09500	2631A09600	189	2631A09500	2631A09600	0	1	P	189	1	P	N		82	23.8.2010	5	
I/18	2631A09500	2631A09600	189	2631A09500	2631A09600	0	1	P	189	2	A	NE		30	23.8.2010	5	
I/18	2631A09402	2631A09500	984	2631A09402	2631A09500	684	1	P	300	1	P	N		82	23.8.2010	5	
I/18	2631A09402	2631A09500	984	2631A09402	2631A09500	684	1	P	300	2	A	NE		30	23.8.2010	5	
I/18	2631A09402	2631A09500	684	2631A09402	2631A09500	547	1	P	137	1	P	N		85	23.8.2010	5	
I/18	2631A09402	2631A09500	684	2631A09402	2631A09500	547	1	P	137	2	A	NE		27	23.8.2010	5	