

**Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

TP 03/2012

TECHNICKÉ PODMIENKY

**VYUŽITIE GEORADARU (GPR) PRI NÁVRHU
REHABILITÁCIE/REKONŠTRUKCIE VOZOVIEK**

účinnosť od: 01.10.2012

Október 2012

OBSAH

1	Úvodná kapitola	3
1.1	Predmet technických podmienok (TP)	3
1.2	Účel TP.....	3
1.3	Použitie TP.....	3
1.4	Vypracovanie TP.....	3
1.5	Distribúcia TP	3
1.6	Účinnosť TP	3
1.7	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	3
1.8	Súvisiace a citované právne predpisy.....	3
1.9	Súvisiace a citované normy	4
1.10	Súvisiace a citované technické predpisy	4
1.11	Použitá literatúra	4
2	Všeobecne	5
2.1	Základné termíny a definície	5
2.2	Účel stanovenia hrúbok vrstiev vozovky a homogenity zloženia vozovky.....	5
3	Princíp stanovenia hrúbky vrstiev konštrukcie vozovky pomocou georadaru	6
4	Požiadavky na parametre komponentov georadaru.....	7
4.1	Anténa	8
4.2	Riadiaca a záznamová jednotka	8
4.3	Softvér	8
4.4	Merač dĺžok.....	9
4.5	Ďalšie alternatívne prvky.....	9
4.6	Celkový systém georadaru	9
5	Metodika merania.....	9
5.1	Podmienky merania.....	9
5.2	Príprava merania	10
5.3	Postup merania na úseku	11
5.4	Postup merania na kalibráciu bezkontaktnéj antény	11
6	Vyhodnotenie meraní	12
6.1	Stanovenie hrúbok vrstiev vozovky a vytváranie homogénnych sekcií.....	12
6.2	Identifikácia nehomogenity v konštrukcii vozovky a aktívnej zóne jej podložia	13
7	Výstupy z vyhodnotenia.....	13
8	Archivácia výstupov.....	15
9	Implementácia výstupov.....	15

1 Úvodná kapitola

1.1 Predmet technických podmienok (TP)

Predmetom týchto TP je metodika merania a vyhodnocovania údajov slúžiacich na stanovenie hrúbok vrstiev konštrukcie vozovky a identifikáciu nehomogenity v konštrukcii vozovky a aktívnej zóne jej podložia pomocou georadaru.

Stanovenie výskytu vody v konštrukcii netuhej vozovky, určenie polohy trŕňov a kotiev v cementobetónovej vozovke, diagnostika podložia vozovky pod aktívnou zónou vozovky (detekcia nevyplnených priestorov, určovanie hĺbky skalných útvarov v podloží a iných príčiny porúch vozovky vplyvom podložia) a ďalšie špecifické využitie georadaru nie je predmetom týchto TP.

1.2 Účel TP

Účelom TP je stanoviť podmienky a požiadavky na meráciu zostavu georadaru, podmienky a postup merania a vyhodnotenia údajov a spracovanie výstupov tak, aby boli využiteľné pri analýze únosnosti vozoviek a poskytl údaje do databázy vrstiev a konštrukcií vozovky.

1.3 Použitie TP

Tieto TP sú určené pracovníkom, ktorí vykonávajú činnosti týkajúce sa diagnostiky stavu vozoviek a systému hospodárenia s vozovkami (SHV) a verejného obstarávania na činnosti súvisiace s rehabilitáciou vozoviek. Sú to najmä pracovníci Slovenskej správy ciest (SSC) a jej pracovísk, príslušných orgánov štátnej správy a tiež pracovníci výskumných a vývojových pracovísk. Tieto TP sú taktiež záväzné pre organizácie, ktoré vykonávajú merania georadarom pre potreby všetkých zložiek SSC a Národnej diaľničnej spoločnosti a.s. (NDS, a.s.), ktorých účel spadá pod predmet týchto TP (kapitola 1.1).

1.4 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky SSC vypracovala Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta.
Zodpovedný riešiteľ: prof. Dr. Ing. Jozef Komačka,
tel. 041/5135949, e-mail: jozef.komacka@fstav.uniza.sk.

1.5 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické predpisy) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, technické predpisy).

1.6 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.7 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nenahrádzajú žiadny iný predpis.

1.8 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z2] vyhláška FMV č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z3] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z4] vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;

- [Z5] zákon č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch (v úplnom znení vyhlásený zákonom č. 69/2009 Z. z.) v znení neskorších predpisov;
- [Z6] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z7] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

1.9 Súvisiace a citované normy

STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN 73 6114	Vozovky pozemných komunikácií. Základné ustanovenia pre navrhovanie
STN EN 12697-36	Asfaltové zmesi. Skúšobné metódy pre asfaltové zmesi spracúvané za horúca. Časť 36: Stanovenie hrúbky asfaltových vrstiev vozovky
STN EN 13863-1	Cementobetónové vozovky. Časť 1: Skúšobná metóda na stanovenie hrúbky krytu cementobetónovej vozovky meraním
STN EN 13863-3	Cementobetónové vozovky. Časť 3: Skúšobné metódy na stanovenie hrúbky betónového krytu z vývrtov
STN 73 6121	Stavba vozoviek. Hutnené asfaltové vrstvy

1.10 Súvisiace a citované technické predpisy

- [1] TP 9A/2005 Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Diaľnice, rýchlostné cesty a cesty. MDPT SR: 2005;
- [2] TP SSC 02/2002 Katalóg porúch asfaltových vozoviek + Príloha: Katalógové listy, SSC: 2002;
- [3] TP 10/2006 Systém hospodárenia s vozovkami, MDPT SR: 2006;
- [4] TP 13/2006 Vykonávanie a vyhodnocovanie podrobných vizuálnych prehliadok asfaltových vozoviek, MDPT SR: 2006;
- [5] TP 08/2011 Katalóg technológií na opravy základných typov porúch vozoviek + Prílohy A, B, C, MDVRR SR: 2011;
- [6] TP 01/2009 Meranie a hodnotenie únosnosti asfaltových vozoviek pomocou zariadenia FWD KUAB + Prílohy A, B, C, D, MDPT SR: 2009;
- [7] Uzlový lokalizačný systém siete cestných komunikácií. Uživatelia príručka. SSC Bratislava, 1998.

1.11 Použitá 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 materials 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 vozovok s cementobetónovým krytom, 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 georadaram. 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 /údaje na hodnotenie vozovky].
- [11] TP 233 Georadarová metóda konštrukcií pozemných komunikácií. Technické podmienky. MD ČR, 2011.

2 Všeobecne

2.1 Základné termíny a definície

Termíny použité v TP sú uvedené v STN 73 6100, STN 73 6114, STN 73 6121, STN EN 12697-36, STN EN 13863-1 a STN EN 13863-3. Na účely týchto TP sa dopĺňajú nasledovné definície:

systém hospodárenia s vozovkou (SHV) - proces sledujúci efektívne využívanie vozoviek cestnej siete v daných úsekoch, v určitých prevádzkových podmienkach, zahrňujúcich sústavne organizovanú údržbu, opravy a obnovu vozoviek, z hľadiska čo najhospodárnejšieho vynakladania finančných, materiálových a energetických prostriedkov

cestná databanka (CDB) - časť informačného systému o cestnej sieti obsahujúci údaje (dáta) premenných a nepremenných parametrov

uzlový lokalizačný systém (ULS) - lokalizačný systém určujúci jednoznačne polohu každého miesta a úseku na cestnej sieti pomocou uzlových bodov

georadar - zariadenie skladajúce sa z antény prepojenej s riadiacou a záznamovou jednotkou a počítačom

anténa - elektronické zariadenie skladajúce sa z vysielача, ktorý vysielá krátke elektromagnetické impulzy s centrálnou frekvenciou do prostredia a prijímača, ktorý zaznamenáva impulzy odrazené od materiálového rozhrania v rámci zvoleného časového okna

bezkontaktná anténa (angl. air coupled antenna) - anténa, ktorá sa pri meraní nachádza nad povrchom vozovky obvykle vo vzdialenosti 300 mm až 500 mm

kontaktná anténa (angl. ground coupled antenna) - anténa, ktorá sa pri meraní nachádza nad povrchom vozovky obvykle vo vzdialenosti 0 mm až 30 mm

centrálna vysielacia frekvencia - frekvencia, ktorá má vo vysielanom frekvenčnom spektre vysielача najväčšie zastúpenie

časové okno - časový interval, v rámci ktorého sa zaznamenávajú vysielané a odrazené impulzy

dielektrická permitivita - vlastnosť materiálu, ktorá ovplyvňuje rýchlosť šírenia signálu v prostredí

relatívna dielektrická permitivita (K^*) \equiv dielektrická konštanta je pomer dielektrickej permitivity materiálu a dielektrickej permitivity vákuua

vzorkovacia frekvencia - vyjadruje počet meraní vykonaných na dĺžke jedného metra (krok merania) alebo za jednotku času

2.2 Účel stanovenia hrúbok vrstiev vozovky a homogenity zloženia vozovky

Zloženie konštrukcie vozovky (hrúbka vrstiev a ich pevnostné a deformačné charakteristiky) podmieňujú prevádzkovú výkonnosť vozovky. Pri vyhodnocovaní výsledkov diagnostiky únosnosti vozoviek je potrebné pri určovaní deformačných charakteristík vrstiev vozovky zadať hrúbky vrstiev

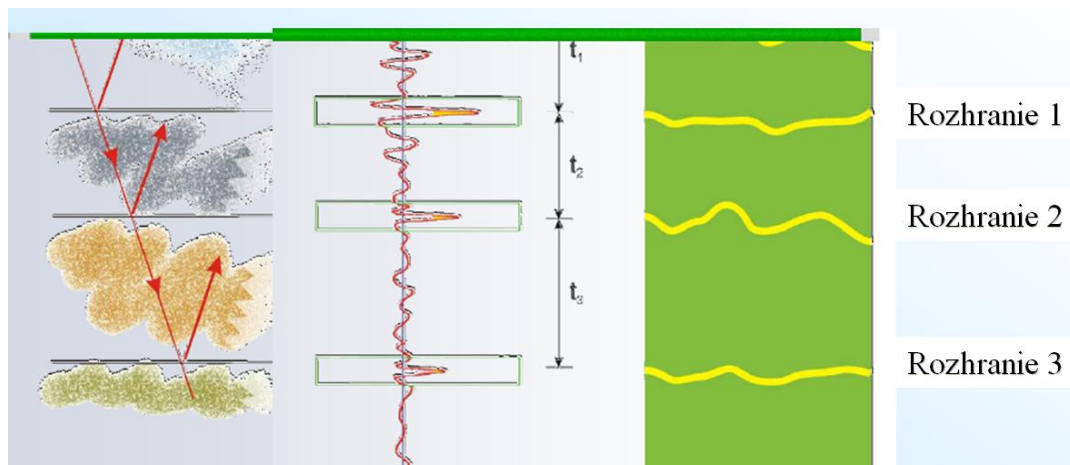
vozovky. Nesprávne hodnoty môžu významne ovplyvniť hodnotenie zvyškovej prevádzkovej výkonnosti vozovky a návrh prípadnej hrúbky zosilnenia vozovky. Vzhľadom k tomu, že pri budovaní vozovky nie je z technologických aspektov možné presne dodržať projektované hrúbky na celej dĺžke komunikácie, nie je optimálne zadávať do výpočtov pre jednotlivé body, kde bola vykonaná diagnostika únosnosti vozovky, hrúbky vrstiev stanovené na vývrtoch (malá početnosť na hodnotenej dĺžke a obvykle mimo diagnostikovaných bodov) alebo hrúbky podľa projektovej dokumentácie. Použitie georadaru dáva možnosti odstrániť uvedené problémy a stanoviť zloženie (vrstvy) vozovky v požadovanom profile s dostatočnou hustotou. Okrem toho záznam z merania georadaru poskytuje možnosť identifikovať prípadné lokálne nehomogenity v zložení vozovky a objasniť príčiny výskytu porúch vozovky.

Stanovené hrúbky vrstiev vozovky poskytujú ďalšie údaje na doplnenie databázy informácií o stave vozovky, ktoré sú v mnohých prípadoch dôležitým údajom pri rozhodovaní o spôsobe rehabilitácie vozovky v posudzovanom úseku.

Merania georadarom možno využiť aj na stanovenie hrúbok vrstiev vozovky kladených pri budovaní nových konštrukcií vozoviek, resp. pri údržbe, oprave či rekonštrukcii vozoviek. Vzhľadom na princíp stanovenia hrúbky vrstvy a na hodnoty neistoty pri meraní a vyhodnotení údajov pri tejto metóde sa neodporúča použiť stanovené hrúbky na posudzovanie z hľadiska dodržania dovolených odchýlok od hrúbok vrstiev stanovených projektom. Môžu však slúžiť na výber miest, v ktorých majú byť použité iné metódy kontroly hrúbky vrstiev (napr. vývrty).

3 Princíp stanovenia hrúbky vrstiev konštrukcie vozovky pomocou georadaru

Z antény georadaru sa do prostredia vysielajú krátke impulzy elektromagnetickej energie s frekvenciou v rozsahu od cca 100 MHz až do 2,5 GHz. Vysielané vlny prechádzajú prostredím (napr. vozovkou a jej podloží), pričom obalová krivka elektromagnetických vln 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 zaznamenaných odrazených vln (veľkosť a frekvencia, časový posun medzi ich vyslaním a prijatím) sa získavajú informácie o stave diagnostikovaného prostredia. Prechodom cez jednotlivé vrstvy sa mení rýchlosť vln 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. Najdôležitejšou elektrickou vlastnosťou ovplyvňujúcou výsledky meraní georadarom je dielektrická konštanta. 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). Rozdiel hodnôt dielektrických konštánt na rozhraní materiálov ovplyvňuje intenzitu odrazených vln šíriaceho sa signálu, pričom platí, že väčší rozdiel dielektrických konštánt spôsobuje silnejší odraz vln 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 konštantá	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 doplnujúcich 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:

$$s = v \cdot (t / 2), \tag{1}$$

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)

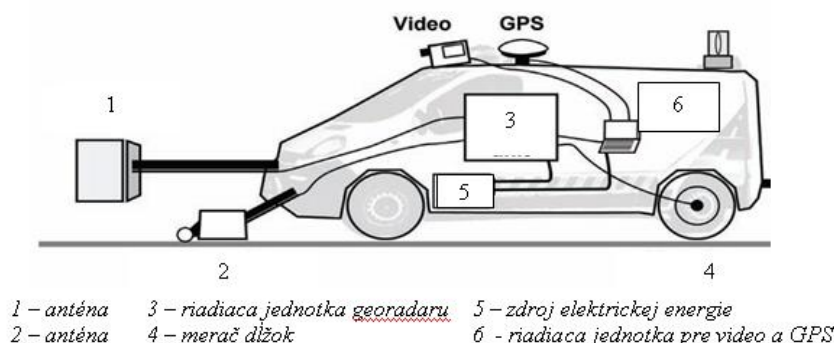
a rýchlosť prechodu signálu vrstvou závisí od dielektrickej konštanty, lebo:

$$v = 299 / \sqrt{K^*}, \tag{2}$$

kde: K^* - dielektrická konštantá.

4 Požiadavky na parametre komponentov georadaru

Základnými prvkami georadaru sú: anténa, riadiaca a záznamová jednotka a obvykle aj počítač, ktoré sú navzájom prepojené. 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).



Obrázok 2 Schéma zostavy georadaru [3]

Parametre jednotlivých komponentov ovplyvňujú výkonnosť a presnosť a rozlišovaciu schopnosť celého systému georadaru. Preto je nevyhnutné zvoliť také parametre komponentov, pri ktorých budú zabezpečené potrebné parametre vo vzťahu k zamýšľanému účelu diagnostiky georadarom.

4.1 Anténa

Anténa je základným prvkom georadaru. Je to elektronické zariadenie, v ktorom je umiestnená elektronika vysielača a prijímača vln. Pri diagnostike možno použiť rôzne druhy antén, ktoré sa odlišujú centrálnou vysielačou frekvenciou a spôsobom prepojenia s povrchom vozovky (kontaktné a bezkontaktné). Tieto dva parametre výrazne ovplyvňujú dosah vysielačného signálu do hĺbky a rozlišovaciu schopnosť (najmenšiu hrúbku vrstvy, ktorú možno rozlíšiť z nameraných údajov). Na účely tohto predpisu sa odporúča použiť antény, ktorých parametre zodpovedajú hodnotám uvedeným v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Požiadavky na parametre antény

Účel	Centrálna vysielačacia frekvencia			
	Kontaktná anténa		Bezkontaktná anténa ¹⁾	
	0,4 – 0,8 GHz	0,9 – 1,6 GHz	0,9 – 1,6 GHz	2,0 – 2,5 GHz
Stanovenie hrúbok asfaltových vrstiev a podkladových vrstiev ako celku		X	X	
Rozlíšenie jednotlivých asfaltových vrstiev ²⁾				X
Diagnostika aktívnej zóny podlažia vozovky	X	X	X	

¹⁾ Odporúčané pri meraní na asfaltových vozovkách.
²⁾ Je reálne iba pri rozdielnych hodnotách dielektrickej konštanty asfaltových vrstiev.

Ak to umožňujú parametre riadiacej a záznamovej jednotky, možno pri meraní použiť súčasne viacero antén. Základná anténa by však vždy mala mať frekvenciu v rozsahu (0,9 – 1,6) GHz a vzorkovaciu frekvenciu minimálne 50 impulzov za sekundu.

4.2 Riadiaca a záznamová jednotka

Riadiaca a záznamová jednotka je dôležitou súčasťou georadarových systémov. Jej parametre (počet vstupov, druh procesoru, veľkosť disku) predurčujú (limitujú) výkonnosť celého systému. Požiadavky na základné parametre sú uvedené v tabuľke 2:

Tabuľka 2 Požiadavky na parametre riadiacej a záznamovej jednotky

Parameter	Minimálne hodnoty	Optimálne hodnoty
Počet kanálov	1	2
Kapacita disku	4 GB	80 GB

Použitie riadiacich a záznamových jednotiek, ktoré sú schopné súčasne pracovať s viacerými anténami (viackanálové systémy) má viacero predností. 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.

4.3 Softvér

Proces získavania a záznamu údajov počas merania musí byť automatizovaný. Na tento účel musí byť použitý softvér, ktorý umožňuje ovládať anténu a riadiacu a záznamovú jednotku a synchronizovať záznam údajov z antény a merača vzdialenosti počas merania (prípadne aj z videokamery a GPS). Zároveň musí ukladať namerané údaje vo formáte, ktorý je schopný načítať softvér použitý na vyhodnocovanie meraní georadarom.

Softvér na vyhodnotenie musí prinajmenšom umožniť získať z nameraných údajov číselné hodnoty potrebné na výpočet hrúbky vrstiev vozovky. Je výhodné, ak umožňuje tento výpočet automatizovať pri možnosti voľby údajov ovplyvňujúcich výpočet hrúbky vrstvy (pozitívna alebo negatívna amplitúda odrazu, hodnoty dielektrickej konštanty vrstvy a pod.), vrátane možnosti interaktívne určovanie rozhrania vrstiev. Pri bezkontaktných anténach by mal umožňovať korekciu nameraných hodnôt prostredníctvom kalibračného súboru antény.

Výstupné súbory z vyhodnocovacieho softvéru musia byť vo formáte importovateľnom do textových editorov a tabuľkových (prípadne aj databázových) softvérov.

4.4 Merač dĺžok

Zostava georadaru musí obsahovať merač dĺžok pripojiteľný do riadiacej a záznamovej jednotky a meranie dĺžky musí byť synchronizované s vysielanými impulzmi, aby bola zabezpečená identifikácia polohy nameraných údajov.

4.5 Ďalšie alternatívne prvky

Zostava georadaru môže byť doplnená nepovinnými prvkami (označovač, videokamera, GPS), ktoré rozširujú spektrum údajov získaných pri meraní, prípadne umožňujú v zázname presne lokalizovať polohu javu podstatného z hľadiska vyhodnotenia údajov (napr. porucha vozovky, mostné uzávery, priepust a pod.).

4.6 Celkový systém georadaru

Parametre jednotlivých prvkov georadaru musia byť zosúladené tak, aby na úrovni cestnej siete bolo možné vykonať merania so vzorkovacou frekvenciou (krokom merania) minimálne 4 impulzy na meter (tzn. každých 25 cm), pričom by nemalo dôjsť k výraznému obmedzovaniu rýchlosti dopravného prúdu. Na úrovni projektu musí zostava georadaru umožniť merania s krokom merania 20 impulzov na meter (tzn. každých 5 cm). V tomto prípade sa predpokladá, že rýchlosť pri meraní bude nižšia ako rýchlosť dopravného prúdu.

5 Metodika merania

Podmienky a postup pri meraní ovplyvňujú namerané údaje a následné vyhodnotenie. Preto je potrebné dodržať určité zásady, aby sa minimalizovali možné chyby a nezrovnalosti. Podmienky a činnosti uvedené v tejto kapitole môžu byť doplnené o ďalšie, ak to vyžaduje postup odporúčaný výrobcom použitej zostavy georadaru.

5.1 Podmienky merania

Základné podmienky pri ktorých možno vykonať merania georadarom sú:

- na meranie sa použije zostava georadaru vyhovujúca požiadavkám stanoveným v kapitole 4;
- v závislosti od účelu merania sa použije anténa vyhovujúca parametrom uvedeným v tabuľke 1;
- na dvoj a viacpruhových komunikáciách sa merania vykonávajú v každom jazdnom pruhu, vždy v pravej stope vozidiel v smere ich jazdy; okrem tejto polohy môžu byť v rámci priečného profilu určené na meranie aj ďalšie polohy;
- pri meraniach na úrovni cestnej siete sa odporúča vykonať merania s krokom merania 4 scany/m a 90 scanov/s, čo umožňuje získať údaje 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);
- pri meraniach na úrovni projektu sa odporúča vykonať merania s krokom 20 scanov/m a 150 scanov/s, čo umožňuje získať údaje každých 50 mm pri rýchlosti cca 25 km.h⁻¹; sú možné aj iné kombinácie počtu vysielaných impulzov na jednotku dĺžky a jednotku času, nesmie sa ale použiť menšia hustota ako 20 scanov/m (každých 50 mm);
- 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 °C a teplota vzduchu počas posledných 48 h pre meraním neklesla pod +5 °C).

5.2 Príprava merania

Pred začatím merania je potrebné vykonať tieto prípravné činnosti:

- upevniť anténu v závislosti od jej typu (kontaktná, bezkontaktná) do požadovanej výšky nad povrch vozovky pomocou vhodných prípravkov (držtiakov, rámu, konzoly popruhov a pod.); anténa(y) môže(u) byť umiestnená(é) pred alebo za vozidlom, prípadne pod ním (iba v prípade kontaktných antén);
- pripojiť anténu a riadiacu a záznamovú jednotku 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;
- upevniť na vozidlo podľa postupu predpísaného výrobcom merač dĺžok a určeným káblom ho pripojiť s riadiacou a záznamovou jednotkou;
- ak budú použité ďalšie alternatívne prvky georadaru (značkovač, videokameru, GPS) pripoja sa k riadiacej a záznamovej jednotke;
- pripojiť riadiacu a záznamovú jednotku na zdroj energie a spustiť systém (vrátane meracieho a záznamového softvéru);
- vytvoriť potrebné adresáre na automatické ukladanie meraných údajov a spustiť softvér určený na záznam údajov pri meraní;
- skontrolovať nastavenie základných parametrov (adresáre, jednotky a pod.) a v prípade potreby ich upraviť;
- príslušným príkazom otvoriť nový súbor na meranie a zadať potrebné identifikačné údaje;
- vybrať možnosť záznamu údajov s väzbou na merač dĺžok (niektoré softvéry umožňujú získavať údaje aj bodovo či s voľným záznamom);
- nakalibrovať stanoveným postupom merač dĺžok;
- nastaviť anténu, čo obvykle obsahuje:
 1. vybrať druh antény (z prípadnej ponuky rôznych antén treba vybrať tú, ktorá zodpovedá typu (kontaktná, bezkontaktná) a frekvencii namontovanej antény);
 2. nadefinovať požadovaný počet bodov v zázname odrazu jedného impulzu (sample/scan); na určovanie hrúbok vrstiev asfaltových vozoviek sa odporúča minimálna hodnota 512 bodov v zázname odrazu jedného impulzu;
 3. nadefinovať požadovanú hustotu a počet vysielaných impulzov na jednotku dĺžky (scans/m) a jednotku času (scans/s) podľa typu merania v zmysle kapitoly 5.1;
 4. zadať hodnotu dielektrickej konštanty (ak je to v tejto fáze potrebné);
 5. inicializovať anténu;
- nastaviť parametre pre zber údajov, najmä:
 1. správnu polohu priamej vlny (prechádzajúcej vzduchom medzi prijímačom a vysielačom) a odrazu impulzu od povrchu vozovky v zázname (platí iba pri bezkontaktnéj anténe);
 2. dĺžku časového okna záznamu; odporúčané hodnoty podľa účelu použitia georadaru sú v tabuľke 3;
 3. intenzitu zosilnenia signálu a počet kontrolných bodov; hodnota upravujúca intenzitu zosilnenia sa musí nastaviť tak, aby signál zaberol najviac 50 % výšky (šírky) okna zobrazujúceho signál; počet kontrolných bodov sa má nastaviť na hodnotu 1; mala by sa nastaviť automatická kontrola zosilnenia;
 4. hodnotu vysokopásmového a nízkopásmového filtra 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; nastavenie filtrov väčšinou uvádza výrobca systému v svojich odporúčaníach.

Tabuľka 3 Odporúčané hodnoty dĺžky časového okna

Účel	Kontaktná anténa		Bezkontaktná anténa ¹⁾	
	0,4 – 0,8 GHz	0,9 – 1,6 GHz	0,9 – 1,6 GHz	2,0 – 2,5 GHz
Stanovenie hrúbok asfaltových vrstiev a podkladových vrstiev ako celku		20 ns	20 ns	
Rozlíšenie jednotlivých asfaltových vrstiev ²⁾				10 ns
Diagnostika aktívnej zóny podložia vozovky	40 ns	40 ns	40 ns	

¹⁾ Odporúčané pri meraní na asfaltových vozovkách.
²⁾ Je reálne iba pri rozdielnych hodnotách dielektrickej konštanty asfaltových vrstiev.

5.3 Postup merania na úseku

Pri meraní treba postupovať nasledovne:

- vozidlo s namontovanou anténou zastaví na vhodnom mieste v blízkosti začiatku diagnostikovaného úseku, spustí sa záznam merania, počká sa, kým sa inicializuje anténa, vozidlo sa dá do pohybu a zaradí sa do dopravného prúdu;
- keď sa anténa nachádza v mieste začiatočného bodu diagnostikovaného úseku, označovačom sa vloží údaj o polohe začiatočného bodu v zázname;
- pri meraní sa musí vozidlo v jazdnom pruhu pohybovať tak, aby sa splnili požiadavky na polohu antény voči stanovenej polohe v rámci priečneho profilu (pozri kapitolu 5.1);
- 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 vln);
- počas merania sa odporúča vkladať značkovačom údaje o polohe javu dôležitého z hľadiska vyhodnotenia údajov a druh javu zaevidovať;
- v okamihu, kedy je anténa nad koncovým bodom úseku sa označovačom vloží údaj o polohe koncového bodu diagnostikovaného úseku v zázname a ukončí sa meranie.

V prípade, ak nie je možné vkladať do záznamu polohu začiatočného a koncového bodu, je potrebné začať a ukončiť meranie tak, že sa vozidlo zastaví v mieste, kedy sa anténa nachádza nad začiatočným a koncovým bodom.

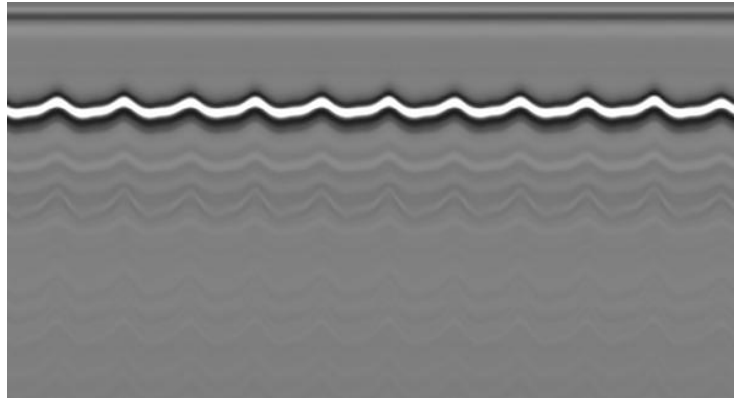
5.4 Postup merania na kalibráciu bezkontaktnéj antény

Ak sa pri meraní použila bezkontaktná anténa, jej kalibrácia je potrebná 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. Kalibrácia bezkontaktnéj antény sa vykonáva rôznymi metódami. Najčastejšie používanou je metóda s použitím oceľovej platne položenej na povrchu vozovky. Pri tejto metóde je rámcový postup merania 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 musí zabezpečiť rozkolísanie antény (rozkolísaním vozidla alebo rámu na ktorom je upevnená anténa); výchyľky antény pri jej rozkolísaní by mali pokryť

- celý možný rozsah výchyliek antény spôsobených prejazdom vozidla po pozdĺžnych nerovnostiach počas merania;
- po minimálne 15 s sa meranie ukončí; záznam z merania by mal byť podobný, ako je príklad na obrázku 3.



Obrázok 3 Príklad záznamu kalibračného súboru antény [6]

6 Vyhodnotenie meraní

6.1 Stanovenie hrúbok vrstiev vozovky a vytváranie homogénnych sekcií

Ak sa pri meraní použila bezkontaktná anténa, jej kalibrácia je potrebná z hľadiska spracovania meraní. V rámci vyhodnotenia meraní sa softvérom určeným na tento účel spracujú údaje zo súborov obsahujúcich meranie na úseku a v prípade bezkontaktných antén aj meranie na kalibráciu antény.

V procese vyhodnotenia sa:

- odstránia časti záznamu z merania nepatriace do diagnostikovaného úseku;
- zosúladí dĺžka stanovená pri meraní s dĺžkou podľa Uzlového lokalizačného systému (ULS);
- z merania na kalibráciu antény vytvorí kalibračný súbor (platí iba pre bezkontaktné antény);
- záznamy z merania filtrujú (odstránia sa nežiaduce signály - záznam bude čistejší a ľahšie a presnejšie sa budú dať určiť odrazy, v prípade bezkontaktných antén sa použije aj filtrácia prostredníctvom kalibračného súboru antény);
- softvérovo zosilní signál v záujmovej oblasti na zvýraznenie materiálového rozhrania vrstiev vozovky;
- v zázname určí a vyznačí poloha výrazných odrazov od povrchu vozovky a od rozhrania vrstiev, z ktorých je vozovka zložená (softvér na vyhodnotenie to vykoná automaticky alebo umožní interaktívnu interpretáciu);
- z časového záznamu priebehu impulzu na základe dielektrických konštánt vypočítajú vzdialenosti k rozhraniam a z nich hrúbky vrstiev v milimetroch (softvér na vyhodnotenie to vykoná automaticky alebo umožní upraviť hodnoty použité na výpočty); počet bodov v ktorých sa vykoná výpočet (vzdialenosť medzi vyhodnocovanými bodmi) musí byť dostatočný vzhľadom na metodiku vytvárania homogénnych sekcií;
- vypočítané hrúbky vrstiev upravujú na základe hrúbok zistených na vývrtoch odobratých z konštrukcie vozovky; polohu vývrtov treba určiť na základe vypočítaných hrúbok vrstiev tak, aby sa nachádzali v miestach kde, je výrazný rozdiel medzi vypočítanými hrúbkami vrstiev; počet vývrtov treba prispôbiť dĺžke diagnostikovaného úseku a variabilite v hrúbkach vrstiev vozovky;
- upraví relatívne staničenie vyhodnotených bodov na staničenie v rámci uzlového lokalizačného systému;
- určia homogénne sekcie pre jednotlivé vrstvy vozovky (obvykle iba pre asfaltové a podkladové vrstvy) a pre celú konštrukciu vozovky.

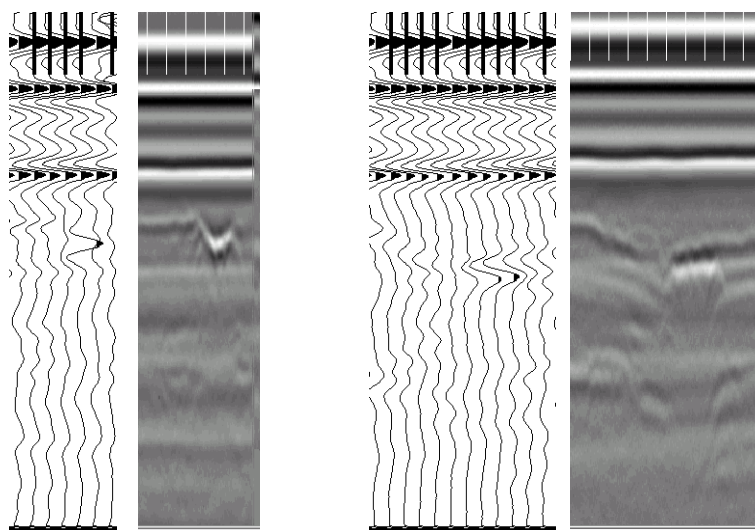
Pri vytváraní homogénnych sekcií pre jednotlivé vrstvy vozovky sa využívajú priemerné hrúbky

vrstiev vozovky (v mm) na 1 m úseku. Do jednej homogénnej sekcie možno spojiť jednotlivé 1 m úseky iba v prípade, ak rozdiel medzi priradovanou hodnotou a prvou hodnotou v homogénnej sekcii nie je väčší ako $\pm 5\%$ z prvej hodnoty v homogénnej sekcii. Reprezentatívna hodnota homogénnej sekcie je priemer zo všetkých hodnôt (hrúbok) patriacich do homogénnej sekcie zaokrúhlený na centimetre.

Homogénne sekcie pre celú konštrukciu vozovky sa vytvárajú na základe homogénnych sekcií pre jednotlivé vrstvy vozovky. Nová sekcia začína v staničení, kde dochádza k zmene v homogénnej sekcii niektoerej z vrstiev vozovky.

6.2 Identifikácia nehomogenity v konštrukcii vozovky a aktívnej zóne jej podložja

Pod nehomogenitou sa rozumie rozdiel v materiálových vlastnostiach vrstiev vozovky a podložja, ktorý sa prejaví zmenami v zázname z merania (obrázok 4).



Obrázok 4 Príklady záznamu obsahujúceho nehomogenitu vo vozovke

Identifikovateľnosť existujúcej nehomogenity vo vozovke a jej podložja závisí od jej veľkosti a kroku merania. Pri podmienkach merania uvedených v kapitole 5.1 týchto TP by teoreticky na úrovni cestnej siete nebolo možné identifikovať nehomogenity kratšie ako 250 mm a na úrovni projektu kratšie ako 50 mm (za predpokladu, že by sa nachádzali presne v intervale medzi jednotlivými impulzmi).

Určenie druhu nehomogenity iba zo záznamu z merania (prípadne jeho vyhodnotenia) nie je vždy možné (ak to nie sú objekty, ktorých poloha je známa, alebo ju možno predpokladať z projektovej dokumentácie). V prípade väčšieho rozsahu (ak sa predpokladá významnejší vplyv nehomogenity) možno vykonať doplnujúce merania inými metódami na spresnenie druhu nehomogenity.

7 Výstupy z vyhodnotenia

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 vrstiev konštrukcie vozovky CDB SSC Bratislava. Každá sekcia musí obsahovať požadované údaje v tomto poradí (pozri obrázok 5):

- číslo cesty;
- identifikáciu začiatočného bodu sekcie a koncového bodu sekcie v zmysle zásad ULS;
- 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;

- spôsob získania údajov.

Výstupný súbor s homogénnymi sekciami vrstiev vozovky musí byť vo formáte importovateľnom do databázových softvérov.

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 5 Štruktúra údajov o homogénnych sekciami vrstiev vozovky

Význam skratiek v hlavičke:

- C_CESTY:** číslo cesty, na ktorej sa nachádza diagnostikovaný úsek;
- UZOL_1:** číslo začiatočného uzlového bodu úseku, v ktorom sa nachádza diagnostikovaný úsek;
- UZOL_2:** číslo koncového uzlového bodu úseku, v ktorom sa nachádza diagnostikovaný úsek;
- STANIC_Z:** vzdialenosť začiatku homogénnej sekcie od začiatočného uzlového bodu v metroch;
- STANIC_K:** vzdialenosť konca homogénnej sekcie od začiatočného uzlového bodu v metroch;
- 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 – obalované kamenivo, atď.);
Pre vrstvy zhotovené podľa starých STN sa používa staré označovanie, nové vrstvy sa označujú 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 dopĺňajúce údaje.

Po vytvorení homogénnych sekcií pre celú konštrukciu vozovky sa ku každej sekcii doplnia ďalšie údaje, ktoré sú potrebné na začlenenie homogénnej sekcie do databázy konštrukcií vozoviek CDB SSC Bratislava. Každá sekcia musí obsahovať požadované údaje v tomto poradí (pozri obrázok 6):

- číslo cesty;
- identifikáciu začiatočného bodu sekcie a koncového bodu sekcie v zmysle zásad Uzlového lokalizačného systému;
- identifikáciu jazdného pruhu a jazdnej stopy;
- dĺžku sekcie v metroch;
- typ vozovky;
- druh vrstvy;
- hrúbku vrstvy;
- dátum stanovenia hrúbok vrstiev vozovky;

- spôsob získania údajov;
- druh materiálu danej vrstvy.

Výstupný súbor s homogénnymi sekciami vrstiev vozovky musí byť vo formáte importovateľnom do databázových softvérov.

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) SC, SP (KSC, SD), (NE)
											P				

Obrázok 6 Štruktúra údajov o homogénnych sekciami konštrukcie vozovky

Význam skratiek v hlavičke:

- C_CESTY: číslo cesty na ktorej sa nachádza diagnostikovaný úsek;
 UZOL_1: číslo začiatkového uzlového bodu úseku, v ktorom sa nachádza diagnostikovaný úsek;
 UZOL_2: číslo koncového uzlového bodu úseku, v ktorom sa nachádza diagnostikovaný úsek;
 STANIC_Z: vzdialenosť začiatku homogénnej sekcie od začiatkového uzlového bodu v metroch;
 STANIC_K: vzdialenosť konca homogénnej sekcie od začiatkového uzlového bodu v metroch;
 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;
 TYP_VOZ: rozlíšenie vozovky (N – netuhá, P – polotuhá, T – tuhá)
 DRUH_VRST: rozlíšenie vrstvy vozovky (A – asfaltová, P – podkladová, B – cementový betón);
 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: normové označenie druhu materiálu danej vrstvy.

8 Archivácia výstupov

Výstupy z vyhodnotenia musia mať štruktúru stanovenú v kapitole 7 týchto TP. Údaje uvedené vo výstupných súboroch budú použité na doplnenie databáz CDB. Výstupné súbory sa použijú buď na vytvorenie samostatných databáz alebo budú jednotlivé údaje doplnené do existujúcich databáz obsahujúcich údaje o vrstvách vozovky a jej zložení.

9 Implementácia výstupov

Výstupy z diagnostiky georadarom vo forme hrúbok jednotlivých vrstiev konštrukcie vozovky a konštrukcie vozovky ako celku budú podkladom na rozhodovanie o spôsobe rehabilitácie konštrukcie vozovky. V rámci tohto procesu budú:

- využitie na analýzu únosnosti vozoviek v rámci systému hospodárenia s vozovkami a pri prípadných zmenách v organizácii dopravy (budú k dispozícii presnejšie informácie o zložení vozovky v konkrétnom mieste diagnostiky únosnosti, čím sa odstránia možné chyby v stanovení zvyškovej prevádzkovej výkonnosti vozovky a návrhu hrúbky zosilnenia vozovky, ak hrúbky vrstiev zadané do výpočtu nezodpovedajú skutočnosti);
- doplňujúcim podkladom pri stanovení príčin porúch vyskytujúcich sa na vozovke (kombinácia výstupov hodnotenia únosnosti, rovnosti, vizuálnych prehľadov a informácie o zložení vozovky v mieste výskytu porúch poskytne veľmi dobrý podklad na správne stanovenie príčiny výskytu porúch v danom mieste vozovky a adekvátnej technológie rehabilitácie, ktorou sa príčina výskytu porúch odstráni).

Okrem toho údaje o vrstvách a konštrukcii vozovky poskytnú podklad na:

- rozšírenie údajov v rámci evidencie stavu cestnej siete;
- doplnenie informačného systému CDB (vrátane webovej aplikácie);
- prezentačné účely.

Zistenie výskytu nehomogenity v zložení konštrukcie vozovky a jej lokalizácia počas diagnostiky georadarom môže byť podkladom na prípadné vykonanie doplňujúcich meraní metódami, ktoré môžu určiť druh, príčinu a závažnosť skúmanej nehomogenity z pohľadu prevádzkovej spôsobilosti a výkonnosti vozovky.