



Rozborová úloha (RÚ)

*Metodika merania a vyhodnocovania stavu povrchu
vozovky pomocou zariadenia LineScan - 1. etapa*
*Hodnotenie stavu povrchu vozovky kamerovým systémom
LineScan - 2. etapa*

Technické podmienky (TP)

Metodika merania a vyhodnocovania stavu povrchu vozovky pomocou zariadenia LineScan - I. etapa

Hodnotenie stavu povrchu vozovky kamerovým systémom Line Scan - 2. etapa

Úloha RVT 2010/2011

Objednávateľ: Slovenská správa ciest, Miletičova 19 , 826 19 Bratislava

Zhotoviteľ: ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE, Stavebná fakulta,
Katedra cestného staviteľstva,
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

Podzhotoviteľ: CAMEA, spol. s r.o.,
Kořenského 26, 621 00 Brno

Zodpovedný pracovník: prof. Ing. Ján Čelko, CSc.

Odborní riešitelia: doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc.
Ing. Eva Remišová, PhD.
Ing. Milan Tabak
Ing. Michal Kutlík
Jaroslav Píala

Obsah

1	ÚVOD	6
1.1	ZÁKLADNÉ TERMÍNY A DEFINÍCIE	6
1.2	ÚČEL MERANIA A HODNOTENIA STAVU POVRCHU VOZOVIEK.....	6
2	POPIS ZARIADENIA.....	8
2.1	VŠEOBECNÝ POPIS	8
2.2	SÚČASTI ZARIADENIA.....	8
2.2.1	Kamera	8
2.2.2	Osvetľovací systém	9
2.2.3	GPS systém	11
2.2.4	Hardvér a softvér zariadenia	11
3	VÝBER POKUSNÝCH ÚSEKOV PRE OVERENIE ZARIADENIA.....	12
4	DEFINOVANIE SPOĽAHLIVOSTI A OPAKOVATEĽNOSTI MERANIA.....	13
5	POROVNANIE VÝSLEDKOV LINESCANU S PODROBNÝMI VIZUÁLNYMI PREHLIADKAMI A VIDEO ZÁZNAMOM.....	16
5.1	VIZUÁLNE PREHLIADKY.....	16
5.1.1	Videozáznam	16
5.1.2	Vyhodnotenie video záznamov.....	17
5.1.3	Vyhodnotenie vizuálnych prehliadok.....	17
5.2	VYHODNOTENIE SYSTÉMOM LINESCAN	18
5.2.1	Spracovanie údajov programom RoadView	18
5.2.2	Parametre výpočtu	20
5.2.3	Priebeh výpočtu	22
5.2.4	Výstupy programu	24
5.3	POROVNANIE VÝSLEDKOV POUŽITÝCH METÓD.....	27
5.3.1	Grafické porovnanie zachytenia porúch medzi videozáznamom a Linescanom.....	30
5.4	POROVNANIE HODNOTENIA VÝSLEDKOV POUŽITÝCH METÓD.....	34
5.5	NÁVRH SLEDOVANÝCH PORÚCH.....	35
5.6	ZHODNOTENIE	35
6	METODIKA MERANIA ZARIADENÍM LINESCAN	37
6.1	PRÍPRAVA ZARIADENIA.....	37
6.2	ROZSAH MERANIA	37
6.3	RÝCHLOSŤ MERANIA.....	37
6.4	PODMIENKY MERANIA	38
6.5	POČET MERANÍ	38

6.6	SKÚŠOBNÝ PROTOKOL	38
6.7	HODNOTENIE STAVU POVRCHU PROGRAMOM ROADVIEW	38
6.7.1	<i>Hodnotenie stavu cestnej siete</i>	39
6.7.2	<i>Hodnotenie projektu údržby a opráv</i>	39
7	ZÁVERY A ODPORÚČANIA	40
7.1	ZHODNOTENIE SÚČASNÝCH MOŽNOSTÍ ZARIADENIA	40
7.2	POŽIADAVKY NA ĎALŠÍ POSTUP RIEŠENIA	40
8	PRÍLOHA 1 SPRÁVA O OPAKOVATEĽNOSTI MERANIA A VYHODNOTENIA DÁT ZARIADENÍM LINESCAN	41
8.1	POŽIADAVKY	41
8.2	ZARIADENIE LINESCAN	41
8.2.1	<i>Stávajúci systém – snímanie obrazu</i>	41
8.2.2	<i>Osvetlenie vozovky</i>	44
8.2.3	<i>Meranie vzdialenosti, poloha zariadenia, spracovanie informácií</i>	46
8.3	SOFTVÉR NA OBRAZOVÚ ANALÝZU	47
8.3.1	<i>Analýza obrazu a následná detekcia porúch vozovky</i>	48
8.4	ZÁVER	57
8.4.1	<i>Analýza pri stávajúcej konfigurácii LineScan</i>	58
8.4.2	<i>Úpravy LineScan a následná detekcia</i>	60
9	PRÍLOHA 2 NÁVRHY NA ÚPRAVU ZARIADENIA LINESCAN	63
9.1	STÁVAJÚCA KONFIGURÁCIA LINE SCAN	63
9.2	PONÚKANÉ ÚPRAVY ZARIADENIA LINESCAN	65
9.2.1	<i>Objektív</i>	65
9.2.2	<i>Výmena kamerového systému</i>	65
9.2.3	<i>Osvetlenie</i>	67
9.2.4	<i>Formát výstupných dát, záloha</i>	69
10	PRÍLOHA 3 VYHODNOTENIE MERANÍ ZARIADENÍM VIDEOCAR	72
11	PRÍLOHA 4 GRAFICKÉ ZÁZNAMY Z VIZUÁLNYCH PREHLIADOK	81
12	PRÍLOHA 5 ZÁZNAM HODNOTENIA UCI	89
13	POUŽITÁ LITERATÚRA	94
13.1	SÚVISIACE A CITOVANÉ PRÁVNE PREDPISY	94
13.2	SÚVISIACE A CITOVANÉ NORMY	94
13.3	SÚVISIACE A CITOVANÉ TECHNICKÉ PREDPISY	94
13.4	OSTATNÁ POUŽITÁ LITERATÚRA	95

14	ZOZNAM OBRÁZKOV.....	95
15	ZOZNAM TABULIEK	98

1 ÚVOD

Úloha bola spracovaná na základe objednávky Slovenskej správy ciest ako úloha RVT. Jej cieľom je spracovanie technického predpisu na hodnotenie stavu povrchu vozoviek pomocou automatizovaného zariadenia LineScan na snímanie povrchu a vyhodnotenia videodát.

Riešenie úlohy je rozdelené na dve etapy, cieľom prvej bolo spracovanie metodiky merania zariadením LineScan, cieľom druhej spracovanie technického predpisu. Konkrétna náplň riešenia jednotlivých etáp je nasledovná:

1. etapa:

- výber pokusných úsekov pre overenie a kalibráciu zariadenia LineScan,
- definovanie spoľahlivosti a opakovateľnosti merania zariadením LineScan,
- porovnávacie merania zariadením LineScan, overované podrobnými vizuálnymi prehliadkami a klasickým videozáznamom,
- spracovanie metodiky merania zariadením LineScan,

2. etapa:

- výber typu porúch pre ďalšie spracovanie na základe možností zariadenia a potrieb SHV,
- spracovanie metodiky vyhodnocovania videosnímkov zariadenia LineScan,
- systém hodnotenia stavu povrchu vozoviek pre potreby SHV na základe údajov zariadenia LineScan,
- spracovanie technického predpisu.

Na riešení spolupracovali odborníci z firmy CAMEA, spol. s r.o., ktorá sa zaoberá analýzou a hodnotením videozáznamov povrchov rôznych štruktúr. Ich štúdiá hodnotenia zariadenia LineScan venovaná opakovateľnosti merania a kvality záznamu povrchu vozovky je prílohou správy.

1.1 Základné termíny a definície

Termíny použité v týchto technických podmienkach sú uvedené v STN 73 6100 ako aj ďalších súvisiacich STN a TP. Na účely týchto podmienok sa dopĺňa nasledovná definícia:

LineScan je zariadenie firmy Greenwood Engineering, určené pre sledovanie povrchu vozovky snímacím zariadením, založeným na video zázname pri umelom osvetlení povrchu.

1.2 Účel merania a hodnotenia stavu povrchu vozoviek

Pre potreby projektov opravy a údržby cestnej siete a tiež pre hodnotenie stavu vozoviek na cestnej sieti SR je potrebná analýza stavu povrchu vozoviek. Táto analýza sa v súčasnosti spracováva na základe podrobných vizuálnych prehliadok, resp. na základe analýzy merania zariadením VideoCar. Podrobné vizuálne prehliadky poskytujú najlepší obraz o stave povrchu vozovky, sú však

vysoko náročné na manuálny zber dát a zaťažené subjektívnym pohľadom hodnotiteľa. Meranie pomocou VideoCaru rovnako vyžaduje manuálny záznam zberaných dát.

Zariadenie LineScan odstraňuje uvedené nedostatky doteraz používaných metodík, umožňuje rýchly kontinuálny zber dát. Záznam povrchu vozovky je automatizovaný a nie je ovplyvnený subjektívnym faktorom.

Hodnotenie stavu povrchu vozovky je jedným zo vstupov do Systému hospodárenia s vozovkami (SHV), pomocou ktorého sa definuje spôsob údržby a opráv. Stav povrchu je hodnotený faktorom IPSV (Index porušenia stavu vozovky).

2 POPIS ZARIADENIA

2.1 Všeobecný popis

Zariadenie LineScan firmy Greenwood Engineering z Dánska je navrhnuté na kontinuálne zaznamenávanie digitálneho obrazu povrchu vozovky pri premennej rýchlosti pohybu vozidla. Pre zabezpečenie nezávislosti na osvetlení okolia je zariadenie vybavené vysokovýkonným LED osvetľovacím systémom, ktorého výkon je niekoľkonásobne vyšší ako slnečné svetlo.

Zariadenie využíva tzv. riadkovú kameru, ktorá na rozdiel od klasických kamier nesníma plochu, ale lineárny obraz časti povrchu vozovky. Vysokorýchlostný záznam umožňuje veľmi detailné zobrazenie povrchu vozovky vo vysokom rozlíšení, avšak za cenu veľkého množstva spracovávaných dát (hodina záznamu cca 500 MB dát).

2.2 Súčasti zariadenia

Zariadenie pre snímanie 3,5 m širokého záznamu obsahuje nasledovné súčasti:

- uzatvorený prívies s dvoma nápravami hmotnosti 2 000 kg,
- samostatný benzínový generátor pre napájanie zariadenia, umiestnený na prívese,
- zdroj systému (230 V, 12 V),
- LineScan kamera,
- osvetľovací systém (červené LED lampy),
- odometer pre meranie vzdialenosti,
- systém pre zber dát s integrovaným GPS,
- počítač a softvér pre záznam a hodnotenie dát,
- výkonný notebook pre spracovanie dát.

V kabíne vodiča je umiestnená konzola počítača pre monitorovanie systému a riadenie zberu dát. Konzola je obsluhovaná vodičom, príp. spolujazdcom.

2.2.1 Kamera

Kamera Spyder3 SG-10-02k40-00-L (Obrázok 1) je umiestnená na ráme príviesu, je vybavená optikou 28 mm alebo 24 mm.



Obrázok 1 Konfigurácia kamery pre 3,5 m šírku obrazu

2.2.2 Osvetľovací systém

Systém sa skladá z 32 lúčov, každá lúč obsahuje 12 LED diód, objektív a elektroniku (Obrázok 2 a

Obrázok 3). Lampy sú chladené vzduchom. Svetlo sa spúšťa impulzom riadeným z rotačného enkodéra s 20,000 pulzami pri otočení kolesa. Snímač je pripojený na jednom zo zadných nábojov kolies. Šošovky so svetlom treba nastaviť a zamerať na povrch vozovky. Trvanie svetelného impulzu je o niekoľko mikrosekúnd dlhšie, ako expozičný čas kamery.



Obrázok 2 Osvetľovací LED systém



Obrázok 3 Lampa s LED diódami (vypnutý a zapnutý stav)

2.2.3 GPS systém

Zariadenie je opatrené integrovaným modulom GPS pre detailnú lokalizáciu merania v rámci zemepisných súradníc.

2.2.4 Hardvér a softvér zariadenia

Počítačová zostava zariadenia DELL N09X7301 je založená na Intel Gigabitovom Ethernete s nasledovnou konfiguráciou:

- Pamäť 2x500GB in Raid 0.
- Procesor CPU Core2Duo.
- RAM 2x1GB.
- Klávesnica.
- Monitor s rozlíšením 1600x1200 bodov.
- Windows XP English.
- Softvér RoadView pre záznam a hodnotenie s možnosťou operátorských poznámok a zaznamenávania udalostí pomocou lokalizácie GPS.

Softvér je k dispozícii v dvoch verziách – verzia 1.1.0.6 a verzia 2.0.0. Popis programového vybavenia je v Prílohe 1. Na základe popisu bola pre využitie v rámci úlohy vybratá verzia 1.1.0.6.

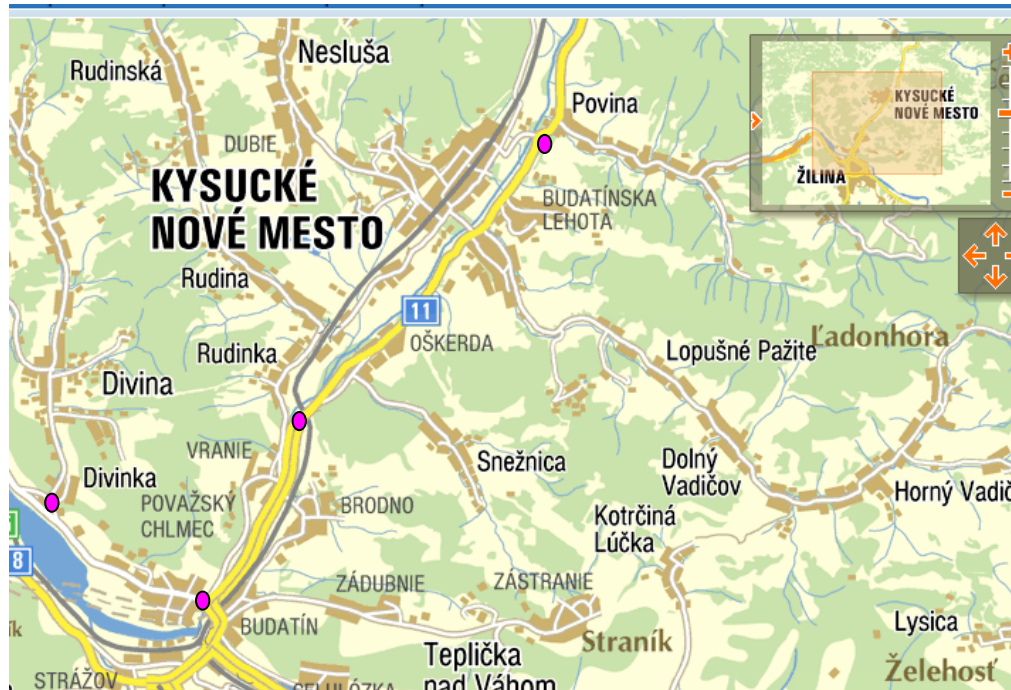
3 VÝBER POKUSNÝCH ÚSEKOV PRE OVERENIE ZARIADENIA

Pre účely overenia zariadenia LineScan, jeho spoľahlivosti a porovnania s ďalšími používanými metódami hodnotenia stavu povrchu vozoviek boli vybraté tri úseky na cestách I. a II. triedy v okolí Žiliny.

Vybraté boli úseky, na ktorých sa realizovali merania zariadením LineScan a tiež podrobné vizuálne prehliadky. V tabuľke 1 je uvedený popis sledovaných úsekov, na obr. 4 ich lokalizácia.

Tabuľka 1 Sledované úseky

Úsek	Dĺžka	Začiatok úseku	Popis	Smer merania
I/11 CA/KNM	700 m	od dopravnej značky hranice okresu CA/ZA	úsek s opravami a zmenou povrchu	v jednom smere (smer Žilina)
I/11 Brodno	1000 m	od začiatku štvorpruhu - smer Žilina	dlhodobo sledovaný úsek bez výrazných porúch	v jednom smere (smer Žilina) len ľavý pruh
II/507	1326 m	Križovatka III/507055 obec Divinka	intravilán, miestami znečistený povrch pri chodníku	v jednom smere (smer Bytča)
II/507	1323 m	Žilina - Pov. Chlmec, budova IBG Holding	intravilán, miestami znečistený povrch pri chodníku	v jednom smere (smer Žilina)



Obrázok 4 Lokalizácia úsekov

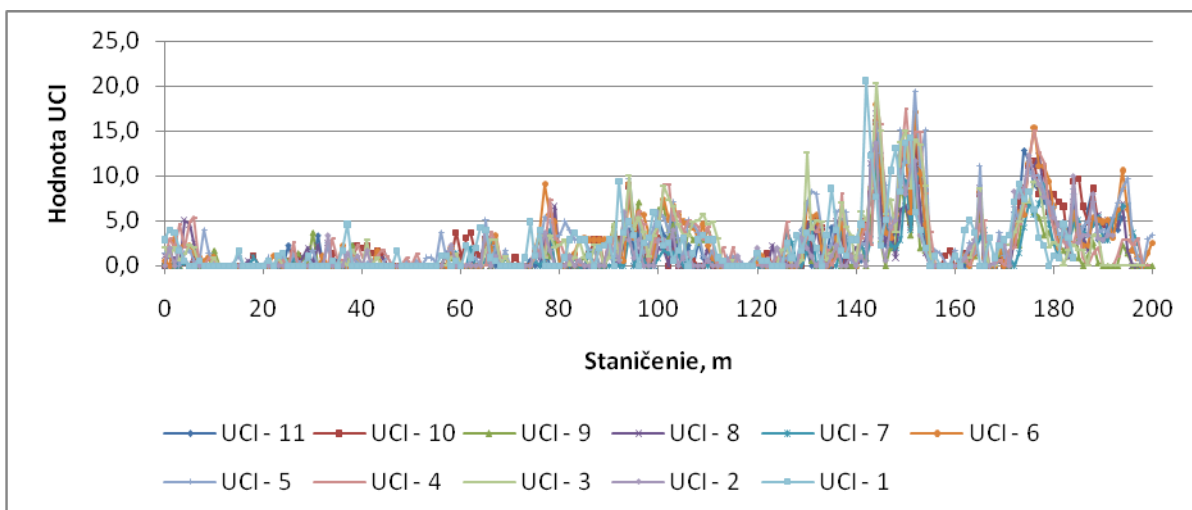
4 DEFINOVANIE SPOĽAHLIVOSTI A OPAKOVATEĽNOSTI MERANIA

Pre určenie opakovateľnosti bolo realizovaných 10 meraní na rovnakom úseku cesty II/507 v obci Považský Chlmec. Meraný úsek bol dlhý 200 m, od staničenie 800 po koniec meraného úseku. Merania boli realizované za rovnakých podmienok, pričom rýchlosť merania bola nasledovná:

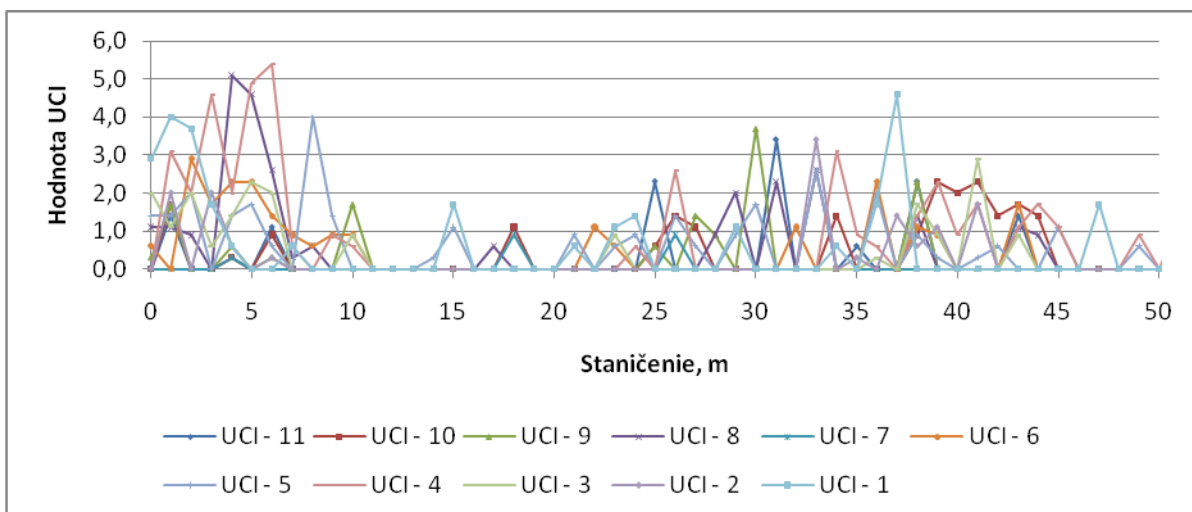
- prvé a jedenáste meranie pri konštantnej rýchlosti 40 km/h,
- druhé až desiate meranie pri premenlivej rýchlosti 60-70 km/h,
- desiate meranie bolo ovplyvnené narušením jazdy iným vozidlom, rýchlosť merania bola nerovnomerná.

V priebehu jednotlivých pojazdov vozidla nebolo vzhľadom na manuálny spôsob spustenia merania možné exaktne určiť začiatok merania. Z toho dôvodu bolo v druhom kroku analýzy zvolené za počiatočný bod merania staničenie 811 m, v ktorom bolo zariadenie aktívne pri všetkých meraniach.

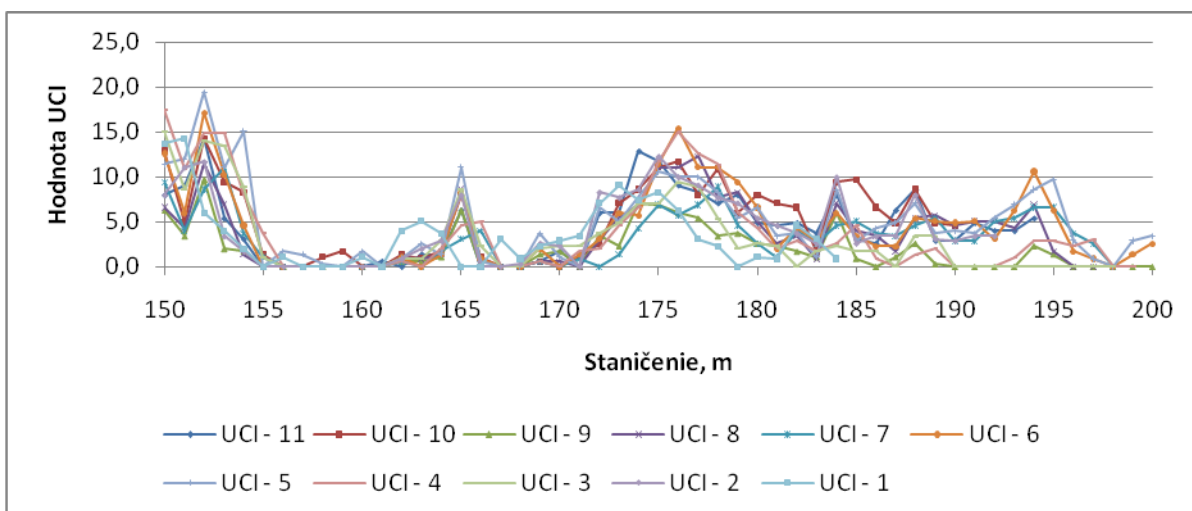
Pre analýzu opakovateľnosti bol zvolený výpočtový parameter UCI - Unified Cracs Index, ktorý zariadenie počíta na základe zaznamenávaných trhlín na vozovke. Bližší popis UCI je v prílohe správy. Porovnania získaných hodnôt UCI sú na nasledujúcich obrázkoch pre rôzne intervaly hodnotenia. Obrázky sú spracované už pre zjednotený začiatok merania.



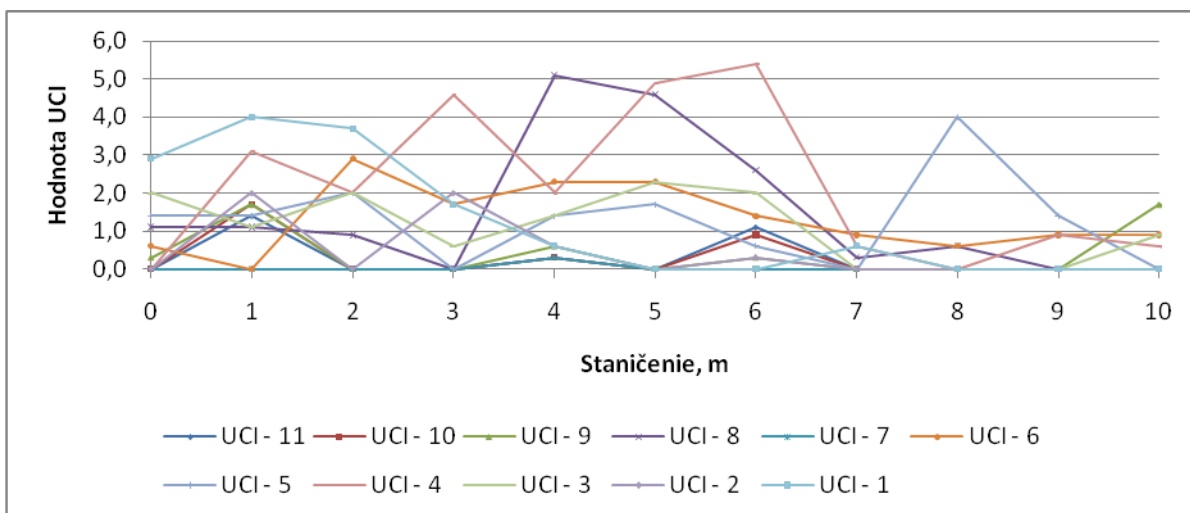
Obrázok 5 Merania opakovateľnosti – celý úsek



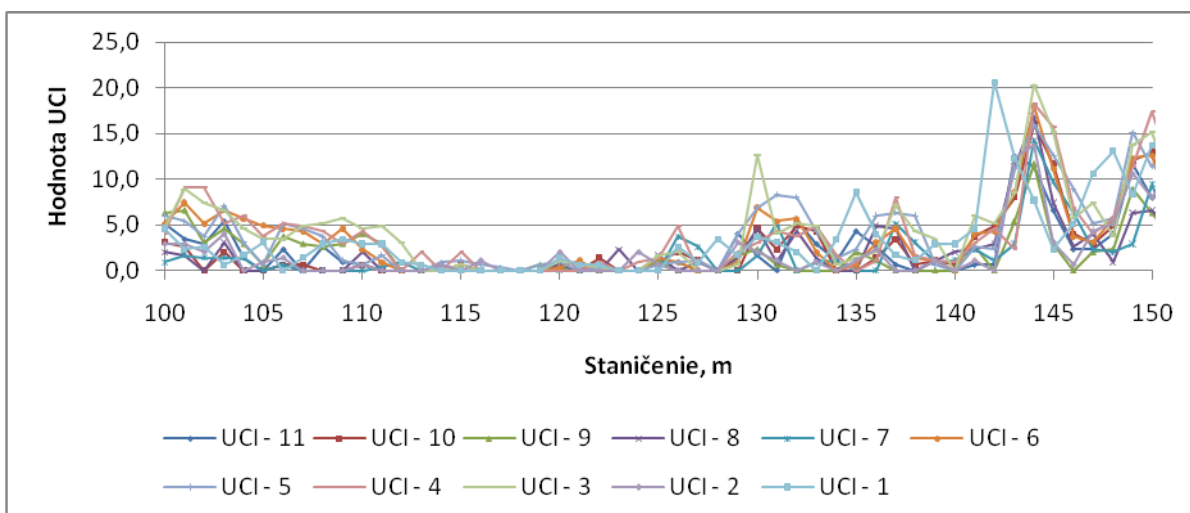
Obrázok 6 Merania opakovateľnosti – úsek 0-50 m



Obrázok 7 Merania opakovateľnosti –úsek 150-200 m



Obrázok 8 Merania opakovateľnosti – počiatočný 10 m úsek merania



Obrázok 9 Merania opakovateľnosti – úsek zmeny rýchlosti merania č.10

Z obrázkov je zrejmé, že definovanie opakovateľnosti merania je veľmi zložitý proces. Vozidlo len s problémami zachováva jednotnú stopu jazdy. Pre bežné merania je posun v jazdnej stope otázkou chyby v úplnosti záznamu. Závažnejším problémom je spoľahlivosť vyhodnocovania, ktorá je nedostatočná. Vyplýva to z rozdielnych hodnôt parametra UCI pre rovnakú sledovanú plochu vozovky. Podrobnejšie je tento problém rozoberaný v samostatnej správe fy CAMEA, uvedenej v Prílohe 1.

5 POROVNANIE VÝSLEDKOV LINESCANU S PODROBNÝMI VIZUÁLNYMI PREHLIADKAMI A VIDEO ZÁZNAMOM

5.1 Vizuálne prehliadky

Zber dát sa realizoval podľa TP 13/2006 pracovnou skupinou, ktorá počas pochôdzky po vozovke zaznamenala údaje o viditeľných poruchách do predpísaných formulárov. Sledovali sa len poruchy povrchu vozovky, priečne nerovnosti neboli zaznamenávané.

Zber údajov sa vykonal dňa 4. 12. 2009, počasie bolo oblačné, ale povrch vozovky bol suchý a neznečistený. Analyzované boli úseky podľa tab. 1. Meračská skupina bola vybavená digitálnym diaľkometerom, meracím kolieskom, kriedou na zapisovanie staničenia na povrch vozovky, videokamerou na zdokumentovanie video záznamu, písacími potrebami a záznamom porúch z podrobnej vizuálnej prehliadky (formulár). Zber sa vykonával pochôdzkou v jednom smere. Meraním sa zisťovala a zaznamenávala šírka jazdného pruhu digitálnym diaľkometerom pre každý úsek zvlášť, na viacerých vopred stanovených bodoch. Zistené poruchy vizuálnou prehliadkou sa zaznamenávali do vopred pripraveného formulára záznamu porúch z podrobnej vizuálnej prehliadky.

5.1.1 Videozáznam

Videozáznam bol vyhotovený digitálnou videokamerou typu Sony LCD DCR - HC96 (Obrázok 10). Videozáznam je vyhotovený v digitálnom rozlíšení CCD 3 310 kpixelov, v detailných záberoch je použitý zoom 10x a fotografie sú v kvalite 2,3 MPx.



Obrázok 10 Videokamera Sony LCD DCR - HC96

Videozáznam bol vyhotovený pracovnou skupinou v priebehu vykonania podrobných vizuálnych prehliadok za účelom zdokumentovania a spresnenia obrazového záznamu podrobnej vizuálnej prehliadky. Videozáznam dokumentuje staničenie po päťdesiatich metroch z dôvodu spresnenia umiestnenia poruchy a zachytávania iných činiteľov napr. znečistenia. Tieto údaje boli potrebné pre správne porovnanie zistených porúch videozáznamom a vyhodnotením snímania LineScanom pomocou programu RoadView.

5.1.2 Vyhodnotenie video záznamov

Vyhodnotenie video záznamov je pre rozsiahlosť uvedené v tabuľkách v prílohe 3.

5.1.3 Vyhodnotenie vizuálnych prehliadok

Záznamy boli vyhodnotené v programovom prostredí PORUCHY7. Vzhľadom na veľkosť záznamov v tab. 2 je uvedené len celkové hodnotenie úsekov.

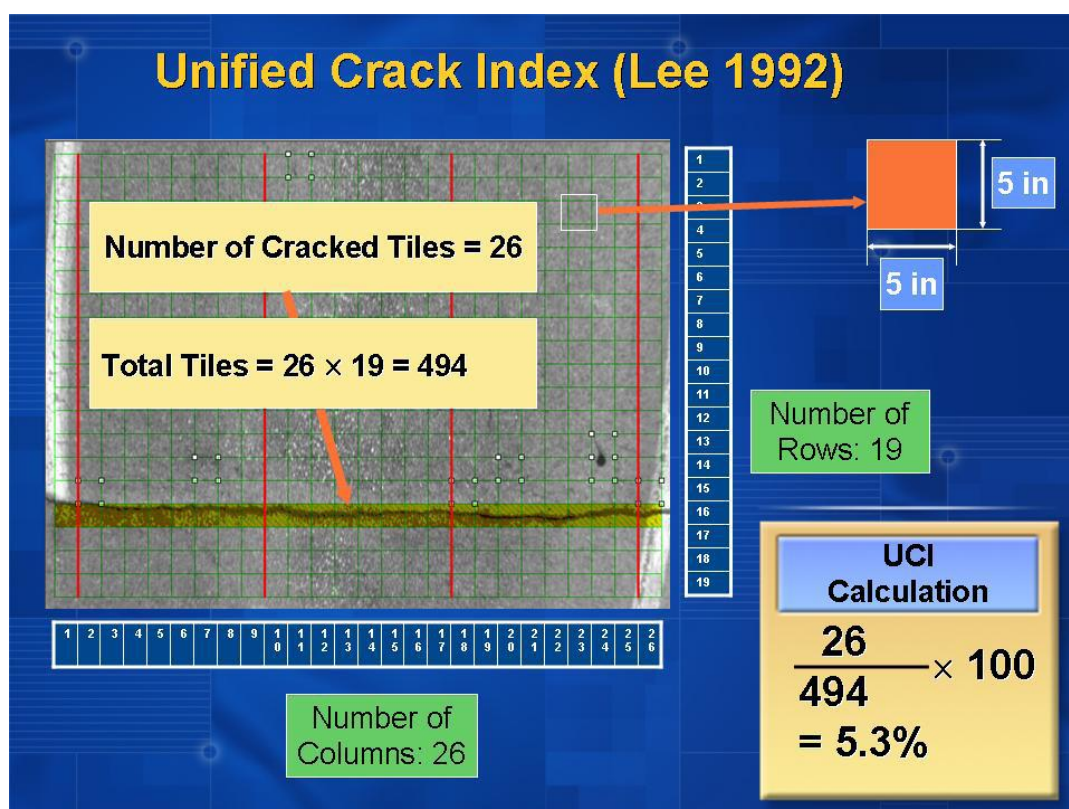
Tabuľka 2 Vyhodnotenie vizuálnych prehliadok podľa TP 13/2006 – IPSV podľa podrobných VP

Koncový bod	Pruh	Počiatkové staničenie	Dĺžka	Klasifikácia	IPSV
I/11 KU Brodno	P	0	1000	1	4,98
I/11 KU KnM	P	0	700	1	4,8
II/507 KU IBG Holding	P	0	200	1	4,81
II/507 KU IBG Holding	P	200	20	2	3,62
II/507 KU IBG Holding	P	220	100	1	4,8
II/507 KU IBG Holding	P	320	60	2	3,1
II/507 KU IBG Holding	P	380	20	1	4,66
II/507 KU IBG Holding	P	400	20	5	1,35
II/507 KU IBG Holding	P	420	20	3	2,96
II/507 KU IBG Holding	P	440	20	2	3,14
II/507 KU IBG Holding	P	460	140	1	4,82
II/507 KU IBG Holding	P	600	40	2	3,96
II/507 KU IBG Holding	P	640	20	3	2,91
II/507 KU IBG Holding	P	660	20	4	1,5
II/507 KU IBG Holding	P	680	20	2	3,82
II/507 KU IBG Holding	P	700	60	1	4,32
II/507 KU IBG Holding	P	760	20	3	2,01
II/507 KU IBG Holding	P	780	20	1	4,22
II/507 KU IBG Holding	P	800	20	2	3,01
II/507 KU IBG Holding	P	820	20	3	2,71
II/507 KU IBG Holding	P	840	220	2	3,31
II/507 KU IBG Holding	P	1060	20	3	2,39
II/507 KU IBG Holding	P	1080	20	2	3,67
II/507 KU IBG Holding	P	1100	20	5	1,4
II/507 KU IBG Holding	P	1120	40	3	2,47
II/507 KU IBG Holding	P	1160	20	5	1,11
II/507 KU IBG Holding	P	1180	20	2	3,92
II/507 KU IBG Holding	P	1200	20	1	4,58

5.2 Vyhodnotenie systémom LineScan

Záznamy zo zariadenia LineScan boli následne vyhodnotené programom RoadView. Program pracuje na princípe porovnávania 8 bitovej hodnoty jasovej zložky pixlu (časti obrazu), na ktoré je celý snímaný obraz rozdelený. Pre hodnoty farebnej škály je použitá bežná tabuľka prostredia Windows. V prípade lokalizácie tmavších častí voči okoliu sú tieto vyhodnotené ako porucha povrchu. Hodnotenie povrchu je spracované pomocou indexu trhlín (UCI – Unified Crack Index), na základe čoho je zrejmé, že zariadenie spracováva prioritne trhliny na povrchu (obr.11).

Pri výpočte boli použité výrobcom nastavené parametre programu RoadView.

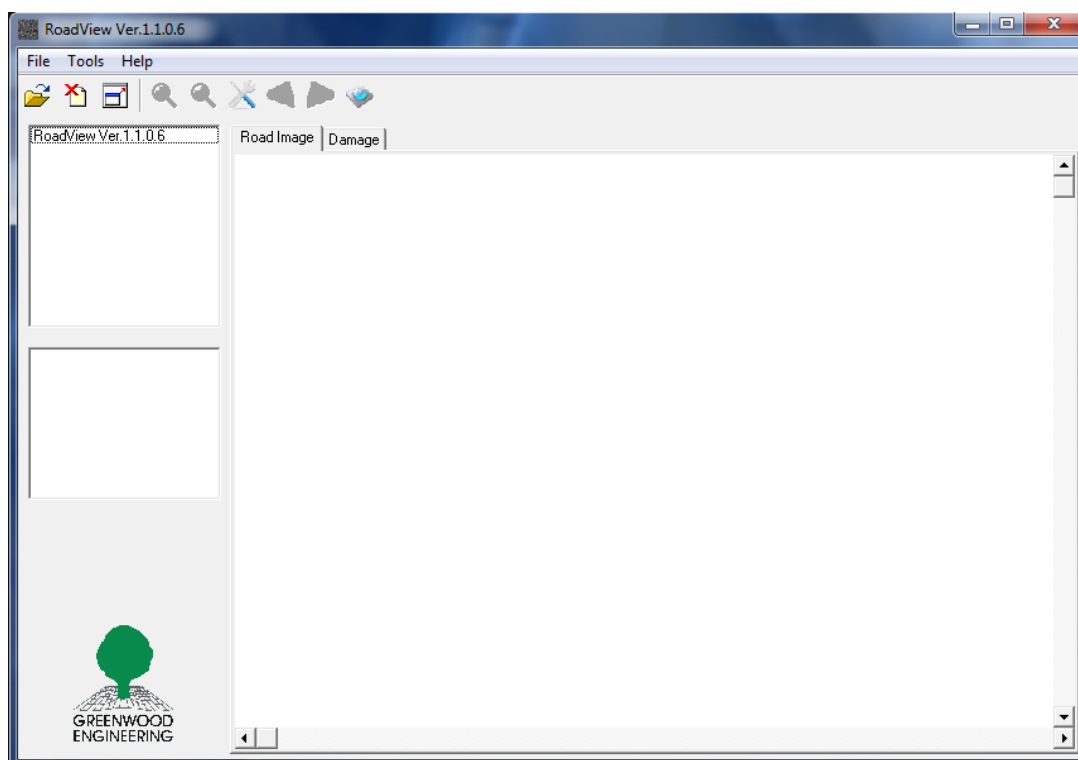


Obrázok 11 Princíp výpočtu UCI [zdroj: software RoadView]

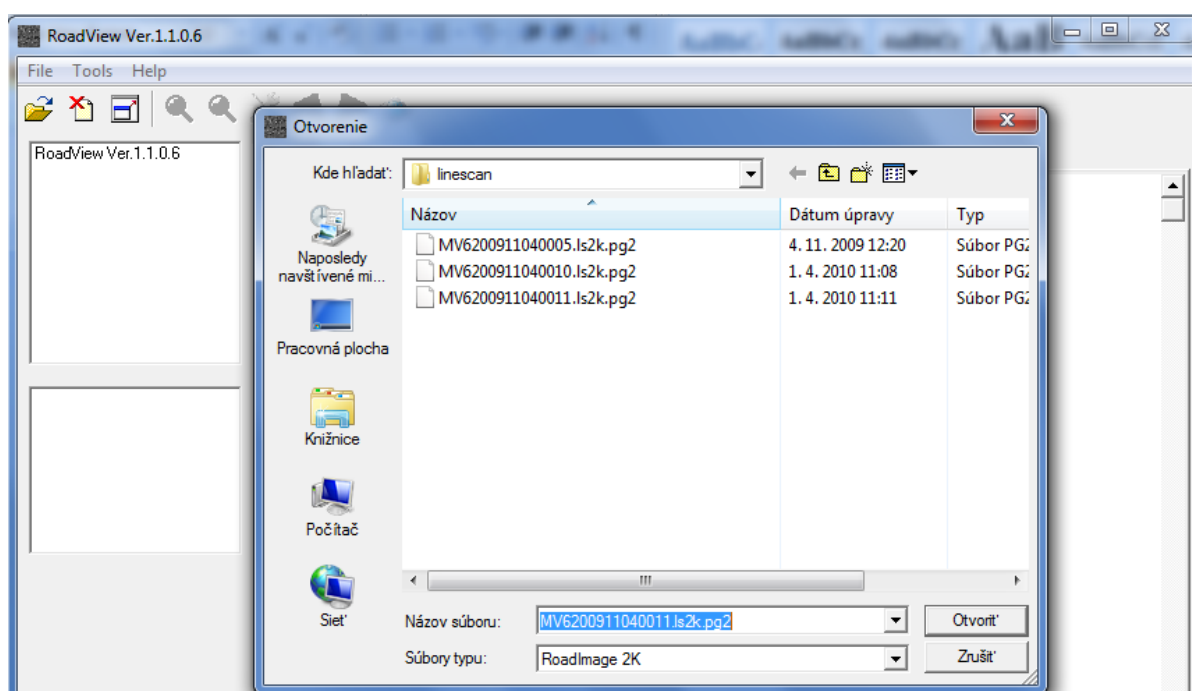
5.2.1 Spracovanie údajov programom RoadView

Práca s programom je intuitívna na základe jednoduchého menu. Z toho dôvodu uvedieme len základný postup výpočtu.

Pred začatím výpočtu je potrebné definovať parametre (pozri nasledujúca kapitola). Následne z ponuky základného menu (obr. 12) je potrebné vybrať súbor na analýzu (obr. 13). Po výbere sa spustí výpočet UCI.



Obrázok 12 Základné okno programu RoadView



Obrázok 13 Výber súboru pre analýzu

5.2.2 Parametre výpočtu

Pri výpočte je možné nastaviť parametre, ktoré definujú okrajové podmienky hodnotenia snímaného obrazu. V programe je možné nastaviť nasledovné parametre:

HighThresholdOffset (HTO)

Hodnota orezania použitá v obrazci. Ak je hodnota pixlu vyššia ako medián obrazu, je nahradený hodnotou susedného pixlu. Ak existuje biely pixel vedľa tmavšieho pixlu, môže vzniknúť nežiaduce vytvorenie porušeného miesta.

AveragingBlockSize (ABS)

Hodnota veľkosti analyzovanej okolitej oblasti pixelu. Ak je pixel tmavší ako susedné oblasti (s ohľadom na použitý prah), je označený ako možná chyba.

AdaptiveThreshold (AT)

Hodnota adaptívneho prahu, ktorá percentuálne porovná farebnú hodnotu pixlu so susednou oblasťou. Ak je hodnota nižšia ako stanovené percento okolitej oblasti, je označená ako potenciálne chybná.

DynamicThreshold (DT)

DT porovná absolútnu farebnú hodnotu pixelu s okolitou oblasťou. Ak je hodnota pixlu nižšia ako susedné oblasti, je označená ako chyba.

DirectionCoreSize (DCS)

Vzdialenosť kombinovanej plochy. Algoritmus sa snaží kombinovať chyby, ktoré sú blízko seba vo vodorovnom alebo zvislom smere. Hodnota určuje požadovanú vzdialenosť chybných pixlov, aby sa skombinovali do samostatnej poruchy.

RegionSizeThreshold (RST)

Definovanie minimálneho počtu pixlov pre interpretáciu poruchy. Parameter filtruje šumy pri definovaní poruchy.

UCIBlockSize

Veľkosť UCI bloku v pixloch (vertikálne i horizontálne).

UCIThreshold

Definuje počet pixlov, ktoré označujú samostatnú poruchu.

Metódy výpočtu:

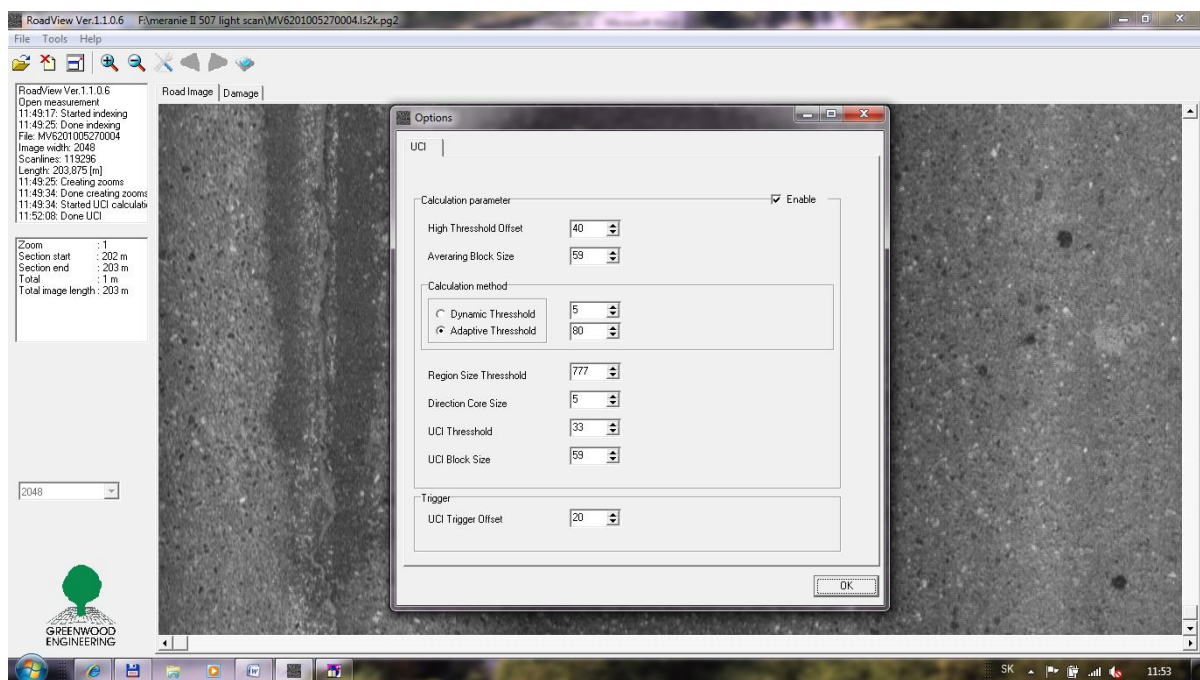
Program pracuje v dvoch režimoch:

- ProcessImageAdaptive () – používa dynamické prahové hodnoty.
- ProcessImageDynamic () - používa adaptívne prahové hodnoty.

Metódy sa líšia len v použitom parametri „threshold“. Ak sa použije adaptívny, tak táto hodnota udáva percentuálny podiel z priemernej hodnoty farby pixelu danej oblasti. Čo znamená, že ak je priemerná hodnota farby pixelov v danej oblasti napr. 110 a AdaptiveThreshold je rovný 90(%), tak ak má práve analyzovaný pixel hodnotu väčšiu ako 99 ($90\% * 110$), tak je označený ako vadný.

Ak sa však použije dynamický „threshold“, tak sa analyzovaný pixel porovnáva priamo z absolútnou hodnotou AdaptiveThreshold a ak je jeho hodnota väčšia, je označený ako vadný.

Použité hodnoty parametrov sú uvedené na obr. 14.

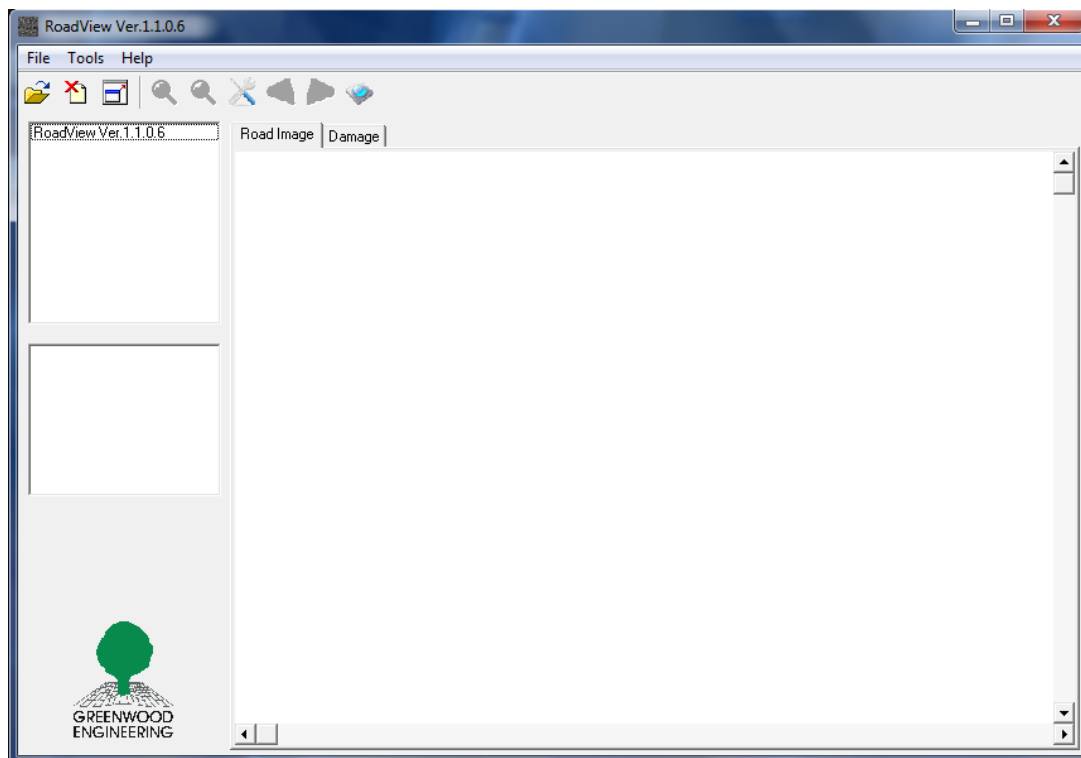


Obrázok 14 Parametre výpočtu

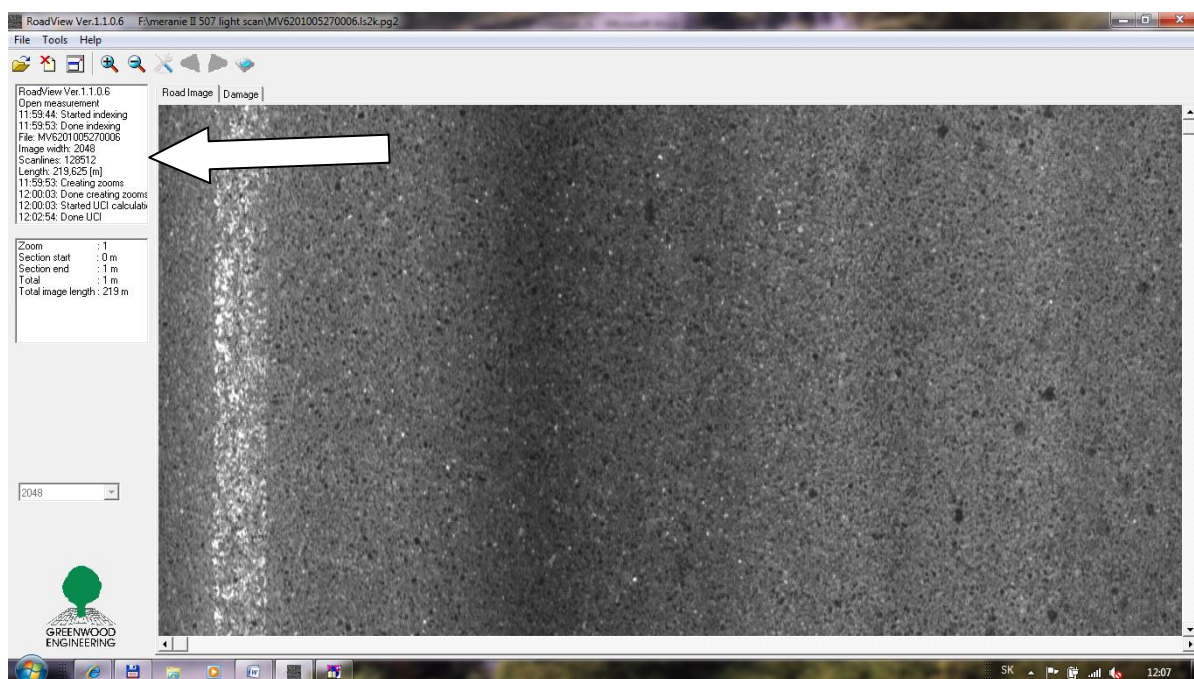
5.2.3 Priebeh výpočtu

Priebeh výpočtu je možné sledovať na obrazovke programu, kde sa zobrazí aj ukončenie výpočtu (obr.15).

Po ukončení výpočtu je možné prezerať obraz povrchu vozovky (obr. 16). Následne je možné na základe výberu analyzovať detekované porušenia povrchu (obr. 17) a zobrazit' vypočítaný grafický priebeh hodnoty indexu UCI (obr. 18). Pre ilustráciu možných nesprávne hodnotených zmien farby povrchu je na obr. 17 a obr. 18 vidieť neidentifikovateľný tieň, označený programom ako porušenie povrchu. Tieň na staničení 185 sa prejavil aj na hodnote parametra UCI (obr. 19).



Obrázok 15 Základné okno programu RoadView



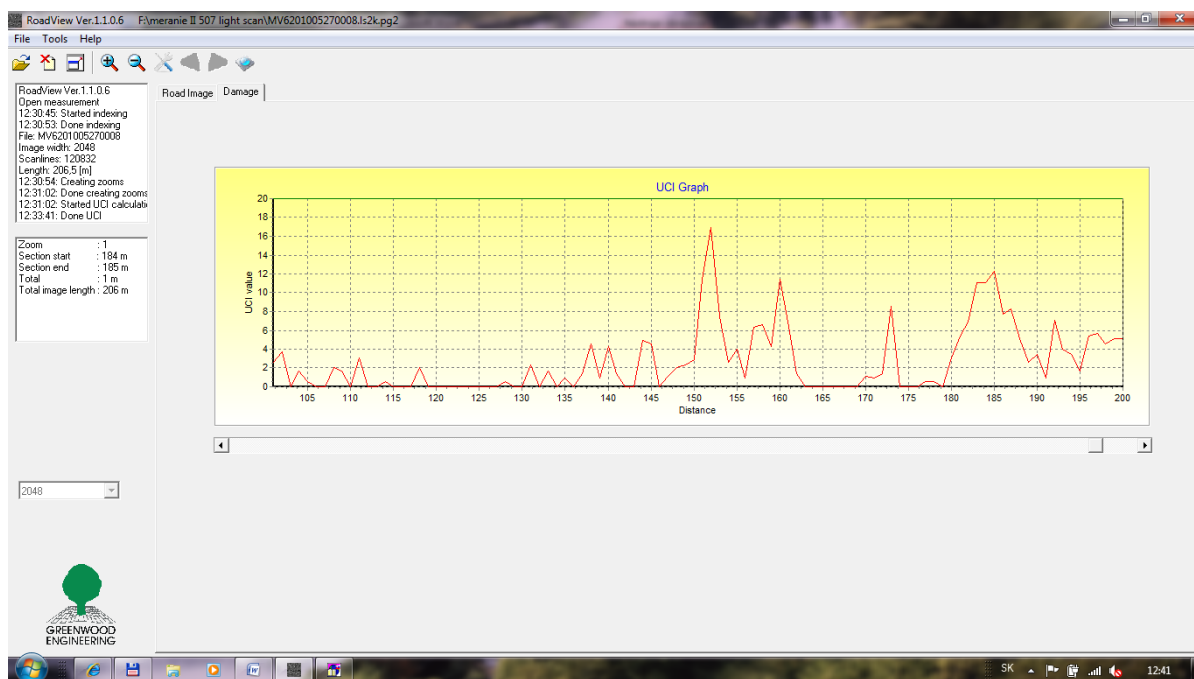
Obrázok 16 Pribeh výpočtu



Obrázok 17 Zobrazenie povrchu vozovky



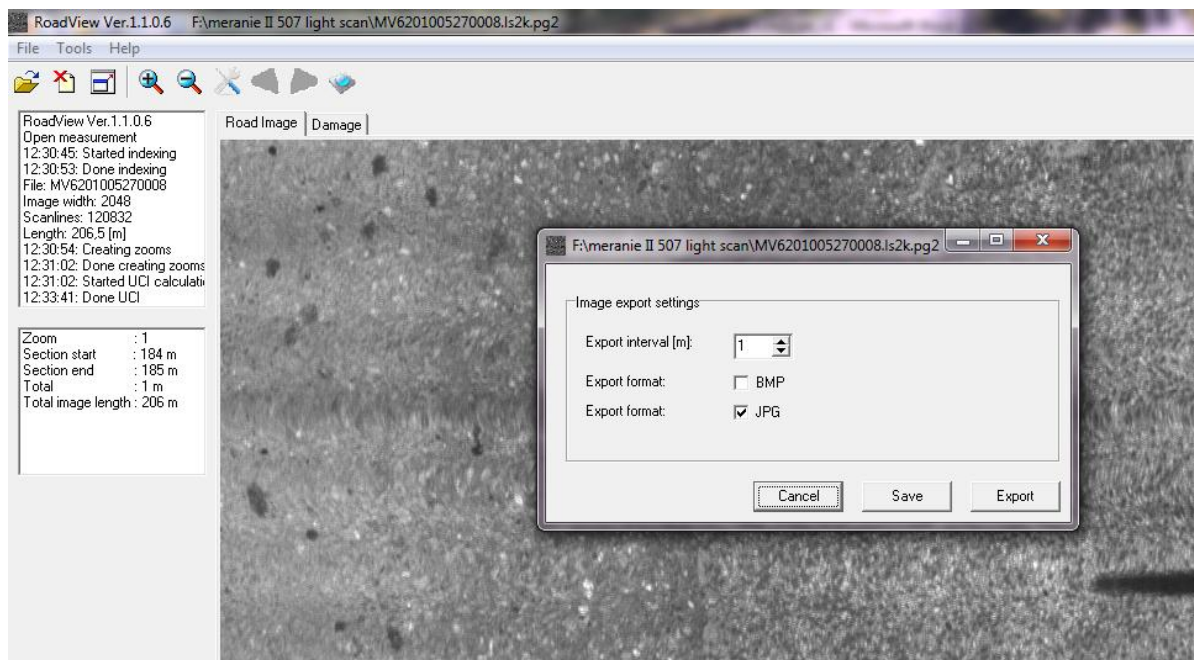
Obrázok 18 Mapa porušenia povrchu



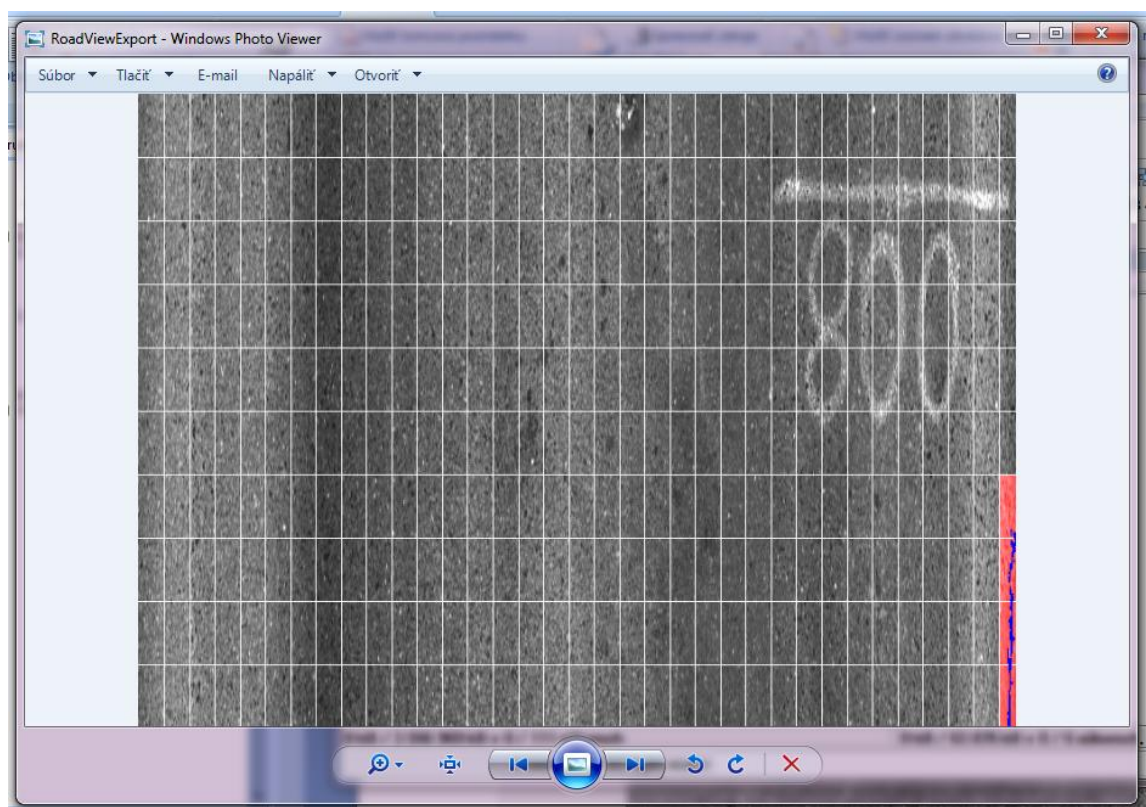
Obrázok 19 Index UCI

5.2.4 Výstupy programu

Výstupmi programu sú grafické súbory typu *.jpg alebo *.bmp podľa výberu užívateľa (obr. 20). Súbory obsahujú fotografie povrchu vo zvolenom dĺžkovom intervale, implicitne po 1 m (obr. 21).



Obrázok 20 Okno exportu



Obrázok 21 Export záznamu

Textové výstupy programu sú rozsiahle a väčšinou slúžia len k prezeraniu výsledkov v programe. Ich identifikácia je podľa názvu, ktorý korešponduje s názvom primárneho

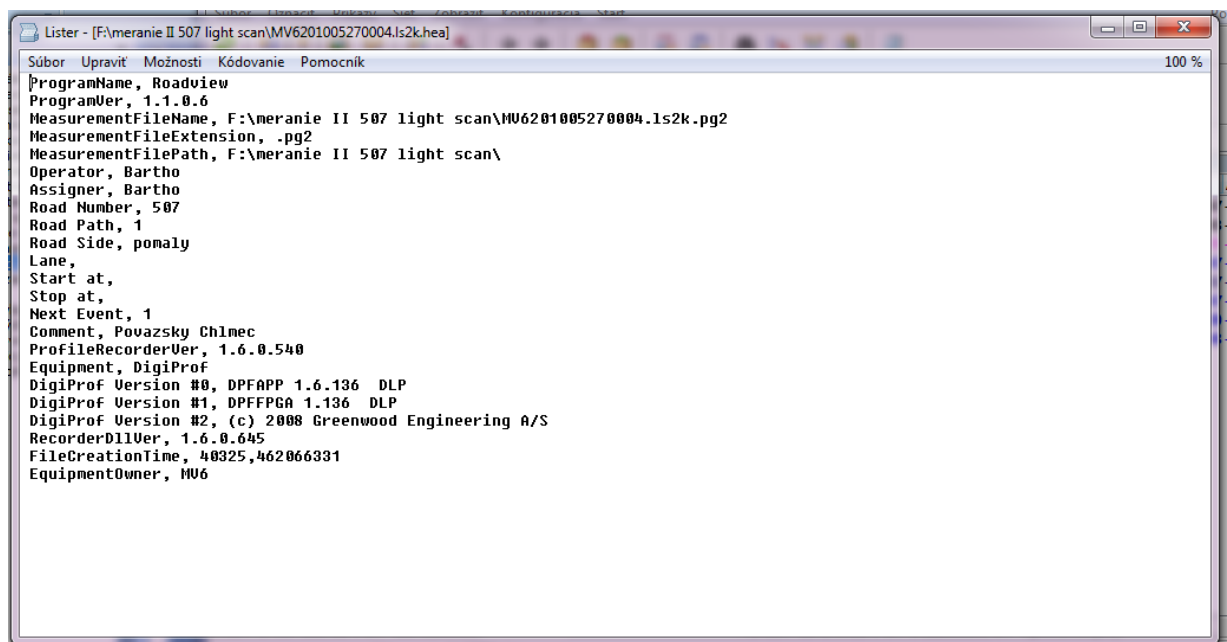
(spracovávaného) súboru. Názov obsahuje dátum a číslo merania. Pre užívateľa sú zaujímavé výsledkové súbory:

- súbor *.hea, v ktorom je hlavička súboru s identifikačnými prvkami úseku (obr. 22),
- súbor *.uci, v ktorom sú uložené vypočítané údaje indexu trhlín (obr. 23).

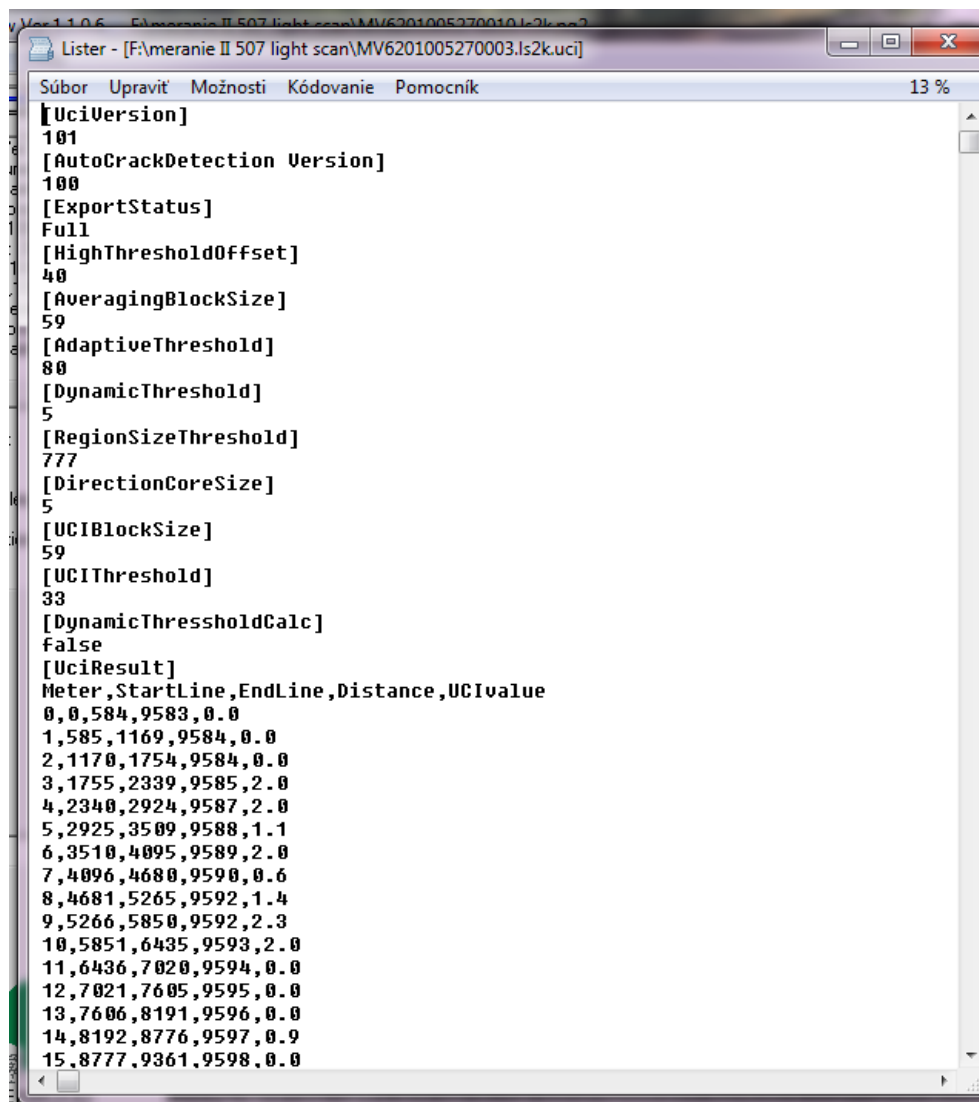
Ostatné súbory obsahujú:

- súbor *.cra záznam o trhlinách,
- súbor *.dis indexovanie záznamu,
- súbor *.evt zaznamenané udalosti,
- súbor *.pg2 namerané údaje (základný spracovávaný súbor),
- súbory *.z2, *.z4 a *.z8 „zoomy“ pre následné prezeranie úseku v programe.

Lokalizácia úseku je možné v hlavičkovom súbore v položkách "Start at" a "Stop at". Doteraz vykonávané merania tieto položky nezaznamenávali.



Obrázok 22 Súbor *.hea



Obrázok 23 Časť súboru *.uci

5.3 Porovnanie výsledkov použitých metód

V druhej etape riešenia úlohy bolo cieľom špecifikovať sledované poruchy povrchu vozovky za účelom hodnotenia stavu pomocou zariadenia LineScan, ktoré budú maximálne korešpondovať s výsledkami podrobných vizuálnych prehliadok. Za tým účelom boli porovnané výsledky meraní na pokusných úsekoch, realizované troma vyššie popísanými metódami – podrobnou vizuálnou prehliadkou, videozáznamom a Linescanom. Porovnanie je uvedené v tab. 3 a tab. 4.

V tabuľkách je zadaný názov úseku. Z podrobnej vizuálnej prehliadky je zadefinované staničenie a typ poruchy vozovky. Namerané poruchy sa porovnávajú s poruchami získanými videozáznamom a LineScanom. Zhodné zachytenie porúch s podrobnou vizuálnou prehliadkou je v tabuľke označené znakom „+“ a nezgodné zachytenie je označené znakom „-“.

Tabuľka 3 Porovnanie dát – úsek II/507

II/507 Považský Chlmec smer Bytča			
Podrobná vizuálna prehliadka		Zhodnosť porúch	
Staničenie (m)	Typ poruchy	Videozáznam	Linescan
33,5	Tpo	+	-
72,5	zmena povrchu	+	+
90	Pis	+	+
98	Ts	+	+
123	Tov	+	-
137	O	+	-
187	Tov	+	+
206	Ts,Tov	+	+
221,5	Tpr	+	-
289,5	Tpr	+	-
302	Tpo	+	+
314	Ts,Pr	+	+
377	Tov	+	+
397	Pr	+	+
398	O	+	-
403	Pr	+	+
415	O	+	-
419	Tov	+	+
434	Pr	+	-
453	Pr,Ts	+	-
476	zmena povrchu	+	-
546	Pr	+	+
560	Tpo,Tov	+	+
561	Tpr,Tov	+	-
562	Tpr,Tov	+	-
563	Tpr,Tov,V	+	+
596	Tov	+	+
604	Tpo	+	+
608	Tpo	+	-
620	Tpo	+	-
624	Tpo	+	+
628	Tov	+	-
631	Tov	+	-
652	Tpo	+	-
656	2 x Tpo	+	+
686	Ts	+	+
694	Tpo	+	-
700	Tpo	+	-

705	Ts	+	-
732	Tpo,Ts	+	-
739	Ts	+	-
756	3xTpo	+	-
774	Tpo	+	-
790	Tpo	+	-
793	Ts	+	+
800	Tov	+	-
826	Tpo	+	-
838	Ts	+	-
839	Tpo	+	-
846	Ts	+	+
869	Tpr,Ts	+	+
882	V	+	-
885	O	+	-
893	Kdv,O,Tpo	+	-
900	Tpo	+	-
905	Tpo	+	-
908	Ts,O	+	+
946	Pr	+	+
968	Tpr,Ts	+	-
970	Tpr,V	+	-
982	Tpo	+	-
986	Tpo	+	+
992	Ts,Tpo	+	+
1000	Ts,Pr	+	-
1032	Ts,V	+	+
1036	Pr,O	+	+
1037	Ts,Tpr	+	+
1045	Ts,Tpo	+	-
1063	Tpo	+	-
1070	Pis,Tpo	+	-
1071	Tpo,Tpr	+	
1075	2xTpo	+	+
1079	Tpo,Tpr	+	-
1081	Tpr	+	-
1083	Tpo	+	-
1087	Tpr	+	-
1099	Pr	+	+
1153	O,Ts	+	-
1162	V,Tpr,Ts	+	+
1164	Ts,Tov	+	+
1170	Tpr	+	-

1194	Tpo	+	-
1200	Ts,Tpr,Tpo	+	-
1201	Tpo	+	-
1210	Tpo	+	+

Tabuľka 4 Porovnanie dát – úsek I/11 Brodno

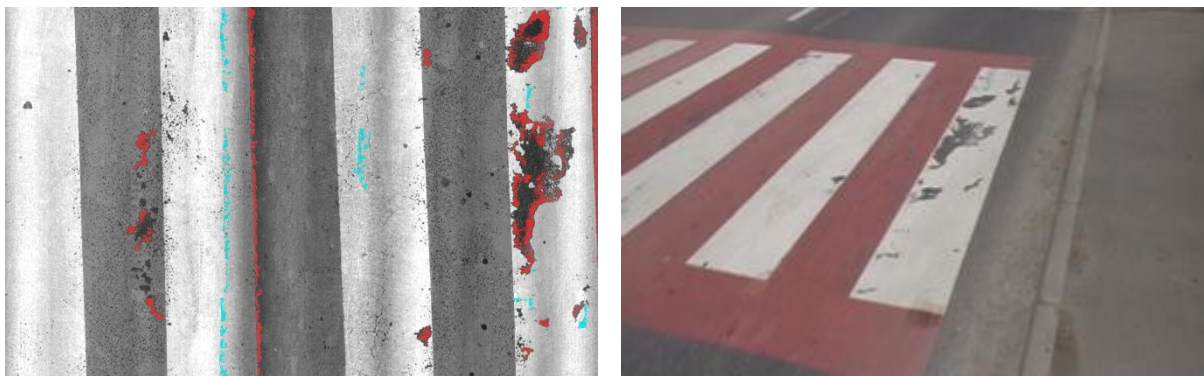
I/11 Brodno			
Podrobná vizuálna prehliadka		Zhodnosť porúch	
Staničenie	Typ poruchy	Videozáznam	Linescan
0	Tpo	+	chýba záznam
8,7	Tpr	+	chýba záznam
172	Tpr,Ts	+	-
417	Tpr	+	-
451,5	Tpo	+	-
487	uzáver	+	+
502	Tpr	+	-
634	Tpr	+	-
680	lokálne opravy	+	+
841,5	zmena povrchu	+	-

5.3.1 Grafické porovnanie zachytenia porúch medzi videozáznamom a Linescanom

Predchádzajúca tabuľka bola ďalej analyzovaná z pohľadu vizuálnych rozdielov v zázname jednotlivých metodík. Grafické porovnanie je z úseku II/507 Považský Chlmec a pre každý vyskytujúci sa typ poruchy zvlášť. Na ľavej strane sú obrazové záznamy zo zariadenia LineScan, na pravej strane fotografie z podrobnej vizuálnej prehliadky. Do porovnávania sme zaradili aj fotografie, ktoré neboli zaznamenané prostredníctvom vizuálnej prehliadky do formulára, ale boli zachytené videozáznamom. V niektorých prípadoch je do obrázkov zo zariadenia LineScan pridané pre zvýraznenie poruchy grafické značenie v tvare elipsy žltej farby.

Výtlk

Podrobnou vizuálnou prehliadkou nebola porucha označená ako výtlk, nakoľko išlo o nesprávne vodorovné dopravné značenie. LineScan poruchu zachytil rovnako ako videozáznam.



Obrázok 24 Výtlk – LineScan versus videozáznam

Zmena povrchu vozovky

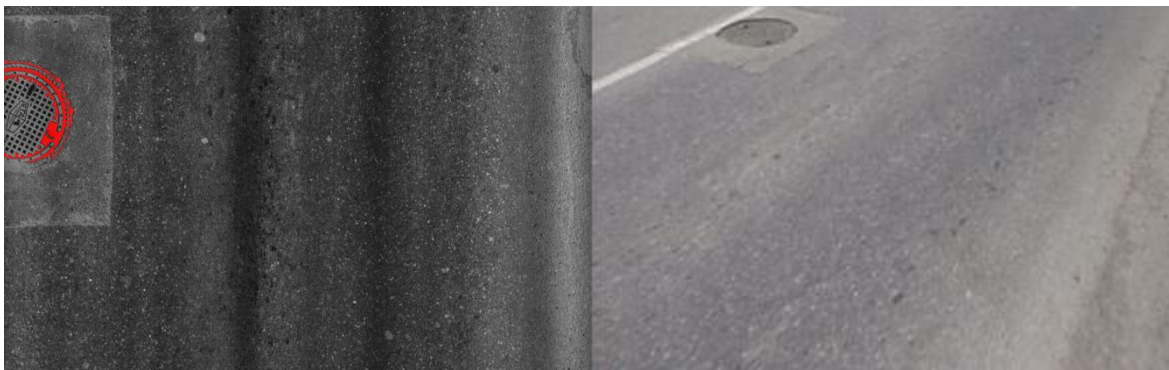
Podrobnou vizuálnou prehliadkou bola porucha označená ako zmena povrchu vozovky. Nachádza sa v staničení 72,5 m a Linescan poruchu zachytil. Videozáznamom je porucha viditeľná.



Obrázok 25 Zmena povrchu – LineScan versus videozáznam

Porucha na inžinierskych sieťach

Podrobnou vizuálnou prehliadkou bola porucha označená ako porucha na inžinierskych sieťach. Nachádza sa v staničení 90 m a LineScan poruchu zachytil. Videozáznamom je porucha viditeľná.



Obrázok 26 Porucha na sieti – LineScan versus videozáznam

Oprava

Podrobnou vizuálnou prehliadkou nebola porucha označená. Nachádza sa v staničení 92 m a LineScan poruchu zachytil. Videozáznamom je porucha viditeľná.



Obrázok 27 Oprava – LineScan versus videozáznam

Siet'ové trhliny

Podrobnou vizuálnou prehliadkou bola porucha označená ako siet'ové trhliny. Nachádza sa v staničení 98 m a LineScan poruchu správne nezachytil. Videozáznamom je porucha viditeľná.



Obrázok 28 Siet'ové trhliny – LineScan versus videozáznam

Priečne trhliny

Podrobnou vizuálnou prehliadkou bola porucha označená ako priečna trhlina. Nachádza sa v staničení 289,5 m a LineScan presný typ poruchy neoznačil. Videozáznamom je porucha viditeľná.



Obrázok 29 Priečna trhlina – LineScan versus videozáznam

Olámané okraje

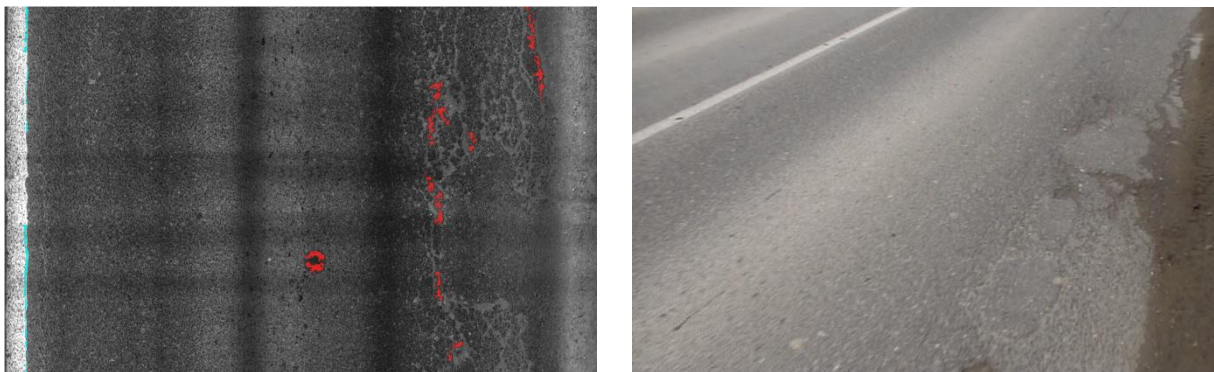
Podrobnou vizuálnou prehliadkou bola porucha označená ako olámané okraje. Nachádza sa v staničení 302 m a LineScan poruchu označil. Videozáznamom je porucha viditeľná.



Obrázok 30 Olámané okraje – LineScan versus videozáznam

Rozpad povrchu

Podrobnou vizuálnou prehliadkou bola porucha označená ako rozpad povrchu. Nachádza sa v staničení 314 m a LineScan presný typ poruchy neoznačil. Videozáznamom je porucha viditeľná.



Obrázok 31 Rozpad povrchu – LineScan versus videozáznam

5.4 Porovnanie hodnotenia výsledkov použitých metód

Jednotlivé metodiky boli porovnané aj z pohľadu hodnotenia podľa TP 13/2006. Výsledky sú uvedené v tab. 5. Porovnávané boli hodnoty IPSV a UCI. Porovnanie je dôkazom faktu, že vypočítané hodnoty UCI zachytávajú len poruchy charakterizované ako trhliny.

Rozdiel v hodnotách porovnávaných indexov je z dôvodu rozdielneho započítavania plochy trhlín. V IPSV je započítaná priečna a pozdĺžna trhlina so šírkou 1m, naproti tomu hodnota UCI šírku trhliny neberie do úvahy.

Tabuľka 5 Porovnanie II/507 Považský Chlmec

Staničenie (m)	IPSV	UCI	Typy porúch
0-200	4,81	2,06	Tpo, Pis, Ts, Tov, O
200-220	3,62	2,38	Ts, Tov
220-320	4,80	1,55	Tpr, Tpo, Ts, Pr, Tov
320-380	3,10	3,35	Tov, Pr, Ts
380-400	4,66	3,35	Tov
400-420	1,35	1,52	Tpo, Pr, O
420-440	2,96	1,52	Tvo, Pr, Ts
440-460	3,14	2,71	Pr, Ts
460-600	4,82	0,58	Tpo, Tpr, Pr, O, V
600-640	3,96	0,69	Tpo, Tov
640-660	2,91	4,23	Tov
660-680	1,50	1,49	Tov
680-700	3,82	1,08	Ts, Tpo
700-760	4,32	2,28	Tpo, Ts
760-780	2,01	1,75	Tpo
780-800	4,22	3,12	Tpo, Ts

800-820	3,01	2,01	Tpo
820-840	2,71	2,00	Tpo, Ts
840-1060	3,31	1,39	Tpo,Ts,Tpr,V,O,Pr,Kdv
1060-1080	2,39	1,93	Tpo, Tpr, Pis
1080-1100	3,67	1,20	Tpo, Ts, Tpr
1100-1120	1,40	1,88	Tpr, Pr
1120-1160	2,47	1,50	Ts, Pr, O, Tpr
1160-1180	1,11	0,14	Ts, Tpr, V
1180-1200	3,92	0,64	Ts
1200-1220	4,58	0,95	Tpo

5.5 Návrh sledovaných porúch

Na základe analýzy odporúčame sledovať zariadením LineScan poruchy podľa tab. 6.

Tabuľka 6. Rozdelenie porúch pre vizuálne prehliadky – návrh pre LineScan

Miesto vzniku	Označenie - druh poruchy	Typy agregovaných porúch
Povrch vozovky	V - výtlky	výtlky v obrusnej vrstve, výtlky v kryte, kaverny, pľuzgiere
Kryt vozovky	T - trhliny	trhliny priečne, priečne rozvetvené, mrazové, trhliny pozdĺžne, reflexné, trhliny sieťové, mozaikové, blokové
Konštrukčné vrstvy vozovky	Tov - olámané okraje	olámané okraje vozovky
	Pis - poruchy pri inžinierskych sieťach	poruchy pri vpustoch, kanalizácií, porušené mostné dilatácie vo forme trhlín

5.6 Zhodnotenie

Z analýzy je zrejmé, že LineScan odlišne zachytáva poruchy ako podrobná vizuálna prehliadka a videozáznam. LineScan nie je schopný zachytiť niektoré druhy porúch, predovšetkým trhliny veľmi malej šírky. Hraničná hodnota zachytenia trhlín je jej šírka 2 mm, čo môžeme považovať za nedostatočné. Z uvedeného dôvodu navrhujeme úpravu zariadenia, ktorá je špecifikovaná v prílohe 2.

Problémom vyhodnotenia sú aj "zdanlivé" poruchy, ktorými sú len farebne odlišné plochy na vozovke - napr. nesprávne vodorovné značenie, odlišná farba krytu a pod. Z tohto dôvodu by bolo vhodné, aby každý záznam po vyhodnotení bol vizuálne skontrolovaný. Rovnako odporúčame, aby

obsluha zariadenia zaznamenávala podobné anomálie povrchu už v zázname o meraní, čo môže pomôcť pri jeho kontrole.

Na základe uvedeného hodnotenia odporúčame dočasne používať zariadenie LineScan v súčasnej konfigurácii. Spracované záznamy a poruchách je však potrebné dodatočne analyzovať a odfiltrovať nesprávne zaznamenané a vyhodnotené poruchy. Pre výpočet IPSV je nutné zistené poruchy manuálne preniesť do programu PORUCHY. Súčasne je potrebné z ďalších diagnostických zariadení prebrať údaje, potrebné pre zhodnotenie stavu povrchu vozovky. Odporúčané sledované parametre sú uvedené v tab. 7.

Tabuľka 7 Údaje o poruchách preberané z iných zariadení

Miesto vzniku	Označenie - druh poruchy	Prebrať zo zariadenia
Povrch vozovky	Po – strata drsnosti	Skiddometer (je samostatne uvažovaná v SHV, nie je nutné započítavať do VP)
Kryt vozovky,	Kpo - koľaj, priečna nerovnosť	Profilograph – údaj prebrať ako max. nerovnosť po úsekoch 20 m
konštrukčné vrstvy vozovky	Kdv - deformácia	Profilograph – prejaví sa v max. nerovnosti (porucha je už automaticky zaznamenaná)

V ďalšej etape riešenia bude nevyhnutné na základe uvedenej analýzy doplniť merania zariadením LineScan v miestach výskytu porúch, ktorých zaznamenanie je pomocou zariadenia nereálne alebo problematické. Následne bude potrebné detailne špecifikovať, ktoré typy porúch budú pre výpočet klasifikácie vozovky vzaté do úvahy a na ich základe upraviť výpočet parametra IPSV s cieľom maximálneho priblíženia sa k hodnotám, získaným podrobnými vizuálnymi prehliadkami.

Rovnako bude nevyhnutné spracovať nový výpočtový program pre hodnotenie stavu vozovky parametrom IPSV pre zariadenie LineScan. Zo strany SSC by bolo potrebné vyvinúť snahu o získanie kvalitnejšieho programového vybavenia pre prvé hodnotenie dát zariadením LineScan, nakoľko existujúci program RoadView ani v jednej dostupnej verzii nezodpovedá požiadavkám na súčasnú kvalitu vyhodnocovacích softvérov.

6 METODIKA MERANIA ZARIADENÍM LINESCAN

V rámci prípravy technických podmienok bola na základe uvedenej analýzy spracovaná metodika merania pomocou zariadenia LineScan. Metodika je spracovaná pre súčasnú konfiguráciu zariadenia, bez ohľadu na odporúčania pre jej zmeny, ktoré budú uvedené v prílohách rozborovej úlohy.

6.1 Príprava zariadenia

Údržba a kalibrácia zariadenia sa vykonáva podľa pokynov výrobcu v stanovených časových intervaloch. Okrem pravidelnej údržby je potrebné pred každým meraním zariadenie skontrolovať a pripraviť na meranie. Príprava obsahuje nasledovné úkony:

- kontrola funkčnosti meracieho systému – kamera, generátor, zdroj,
- kontrola lokalizačného systému – odometer, GPS,
- kontrola osvetľovacieho systému – funkčnosť a čistota LED lámp,
- kontrola funkčnosti záznamového systému – počítač, softvér.

Kontrolu vykonáva posádka zariadenia. Pre realizáciu merania musia byť všetky systémy plne funkčné. Osvetľovací systém (sústava LED lámp) je potrebné pred každým meraním očistiť.

Pre meranie je nevyhnutná dvojčlenná posádka, zložená z vodiča a operátora, ktorý obsluhuje riadiaci počítač.

6.2 Rozsah merania

Meranie sa realizuje jedným pojazdom vozidla so spustenými registračnými zariadeniami – kamerou, svetelným rámom, lokalizačným zariadením a riadiacim počítačom. Spustenie zariadení zabezpečí operátor. Meracie zariadenia musia byť aktívne na začiatku meraného úseku. Začiatok meraného úseku nutné zaznamenať zemepisnými súradnicami pomocou zabudovaného systému GPS.

Po ukončení prejazdu meraným úsekom operátor skontroluje záznam z merania. V prípade neúplnosti záznamu sa meranie opakuje.

6.3 Rýchlosť merania

Rýchlosť merania sa pohybuje v rozsahu 40 – 80 km/h, pre zachovanie presnosti záznamu je nutné počas merania zachovať konštantnú rýchlosť bez výraznejšej odchýlky od priemernej rýchlosti. Pri odchýlke rýchlosti nad 20% je meranie potrebné opakovať.

6.4 Podmienky merania

Meranie nie je možné realizovať za dažďa a sneženia. Vozovka musí byť suchá a nesmie byť mechanicky znečistená. Teplota merania, svetelné podmienky a ostatné klimatické podmienky nemajú vplyv na meranie.

Meranie sa realizuje v jazdnej stope, aby bol zabezpečený záznam celej šírky jazdného pruhu. V prípade vybočenia z jazdného pruhu je potrebné časť úseku s vybočením vylúčiť z vyhodnocovania, pri vybočení na úseku s vizuálne viditeľnými poruchami je meranie potrebné opakovať. Rovnako je potrebné meranie opakovať v prípade vybočenia na viac ako 20% meraného úseku.

6.5 Počet meraní

Meranie zariadením LineScan sa predpokladá pre úroveň projektu opravy a údržby a tiež pre úroveň hodnotenia cestnej siete. Pre uvedené účely sa meranie realizuje 1 krát v každom jazdnom pruhu. Pri špeciálnych účeloch merania, napr. pre porovnávacie a kalibračné merania je počet meraní stanovený osobitne.

6.6 Skúšobný protokol

Skúšobný protokol z merania sa musí spracovať po každom meraní, bez ohľadu na jeho účel. Musí obsahovať základné údaje o meraní, obsahujúce:

- dátum merania,
- lokalizáciu meraných úsekov,
- meno vodiča a operátora zariadenia,
- zvláštne okolnosti merania, potrebné na jeho vyhodnotenie.

Podrobnejšie spracovanie nie je potrebné, nakoľko podrobné údaje sú súčasťou prvotného spracovania údajov pomocou implementovaného výpočtového systému a sú obsiahnuté v súbore *.hea.

6.7 Hodnotenie stavu povrchu programom RoadView

Hodnotenie stavu povrchu je realizované pre dve úrovne:

- a) Úroveň cestnej siete.
- b) Úroveň projektu údržby a opráv.

Program RoadView, ktorý je súčasťou zariadenia LineScan, nehodnotí stav povrchu vozovky na úrovni, požadovanej SHV. Hodnotenie je postačujúce pre potreby úrovne cestnej siete a je realizované na základe hodnoty vypočítaného parametra UCI.

6.7.1 Hodnotenie stavu cestnej siete

Pre definovanie kvality povrchu sledovanej cestnej siete sa vychádza z kritérií, stanovených na základe vypočítaného indexu trhlín UCI. Určuje sa maximálna hodnota na 20 m úseku z vyhodnotenie 1 m kroku. Hodnotenie je nasledovné:

- Úroveň 1 pri hodnote UCI $< 5,0$
- Úroveň 2 pri hodnote UCI $5,0 - 9,0$
- Úroveň 3 pri hodnote UCI $9,1 - 13,0$
- Úroveň 4 pri hodnote UCI $13,1 - 18,0$
- Úroveň 5 pri hodnote UCI $> 18,0$.

Bližší popis programu a spôsobu vyhodnotenia je uvedený v prílohe 1.

6.7.2 Hodnotenie projektu údržby a opráv

Za súčasnej konfigurácii zariadenia LineScan nie je možné získať požadované kvalitatívne hodnotenie stavu povrchu. Požiadavkám na potrebnú úpravu zariadenia je venovaná príloha 2 tejto správy.

7 ZÁVERY A ODPORÚČANIA

7.1 Zhodnotenie súčasných možností zariadenia

Pri súčasnej konfigurácii zariadenia a možnostiach vyhodnocovacieho programu je LineScan možné použiť v obmedzenom rozsahu na hodnotenie stavu povrchu vozovky na úrovni cestnej siete. Zariadenie zaznamenáva a vyhodnocuje len poruchy typu trhlín a plošných porúch malého rozsahu. Pri plošných poruchách navyše s rizikom nesprávneho definovania farebne odlišnej plochy povrchu. Klasifikácia stavu povrchu je určovaná na základe plochy porušenia v súlade s pravidlami, definovanými v SHV.

Pre účely hodnotenia stavu povrchu na úrovni projektu údržby a opráv zariadenie v súčasnej konfigurácii nie je vhodné.

7.2 Požiadavky na ďalší postup riešenia

Popísané problémy presnej lokalizácie úseku a vplyvu rýchlosti na vyhodnotenie stavu povrchu požadujú nové porovnávacie merania. Tieto sú nevyhnutné aj pre analýzu povrchu v miestach výskytu porúch, ktorých zaznamenanie pomocou zariadenia sa ukázalo ako nereálne alebo problematické. Následne je nevyhnutné spresniť špecifikáciu porúch, ktoré budú pre výpočet klasifikácie vozovky vzaté do úvahy a na ich základe upraviť výpočet parametra IPSV s cieľom maximálneho priblíženia sa k hodnotám, získaným podrobnými vizuálnymi prehliadkami. Uvedené aktivity nie je možné v súčasnosti realizovať vzhľadom na poruchu zariadenia.

Zo strany SSC by bolo potrebné vyvinúť snahu o získanie kvalitnejšieho programového vybavenia pre prvé hodnotenie dát zariadením LineScan, nakoľko existujúci program RoadView ani v jednej dostupnej verzii nezodpovedá požiadavkám na súčasnú kvalitu vyhodnocovacích softvérov. Okrem nespoľahlivosti hodnotenia, prejavujúcej sa rôznymi výsledkami pri opakovanom meraní je tiež nedostatočná funkcia aplikácie zadávaných okrajových podmienok hodnotenia. Taktiež textové súbory, tvorené pri analýze merania sú nedostatočné, chýba textový výstup s hodnotením úseku a jeho parametrami.

Rovnako však bude nevyhnutné spracovať nový výpočtový program pre hodnotenie stavu vozovky parametrom IPSV pre zariadenie LineScan. Výrobcom poskytnutý softvér ani po dopracovaní neposkytne možnosti výstupov, požadovaných SHV na Slovensku. Následne je nevyhnutné zapracovať výstupy zo zariadenia do programových prostriedkov SHV.

Z pohľadu spresnenia analýzy povrchu vozoviek by bolo vhodné zvážiť úpravu zariadenia pre dosiahnutie detailnejšieho obrazu povrchu. Hlavným opatrením je výmena kamery s dosiahnutím 4k záznamu. Ďalším odporúčaným opatrením je zlepšenie systému osvetlenia povrchu.

Uvedené problémy je potrebné vyriešiť pred spracovaním konečného znenia Technických podmienok.

8 PRÍLOHA 1 SPRÁVA O OPAKOVATEĽNOSTI MERANIA A VYHODNOTENIA DÁT ZARIADENÍM LINESCAN

8.1 Požiadavky

Cieľom je analýza systému LineScan na automatizované snímanie a vyhodnocovanie povrchu vozovky. Kamerový systém (zariadenie *LineScan*) na vozidle, aj príslušný analytický softvér (*RoadView*) **je od firmy Greenwood Engineering**. Jeho parametre popisuje príslušná kapitola.

Za účelom analýzy výsledkov systému bolo vykonaných 11 opakovaných meraní – snímaní povrchu vozovky (*LineScan data*) na úseku cesty II/507 - Považský Chlmec. Tieto dáta boli spracované príslušným softvérom a výsledky konfrontované so záznamom z podrobnej vizuálnej prehliadky. Príslušné dáta a záznamy poskytol objednávateľ.

8.2 Zariadenie LineScan

8.2.1 Stávajúci systém – snímanie obrazu

Ako zdroj na získanie obrazových dát slúži zariadenie LineScan, ktoré zaznamenáva digitálny obraz povrchu vozovky. Pre úplnosť uvedieme základné vlastnosti systému.

Zariadenie s výhodou využíva prednosti riadkovej kamery oproti klasickej konvenčnej, ktorá sníma plochu. Dátový tok je 50 MB/s, kamera má záber 3,5 m na šírku pri rozlíšení 2048 px. Zariadenie je montované na prívies s dvomi nápravami a je napájané z benzínového generátora.

- Typ kamery: DALSA - Spyder3 SG-10-02k40-00-L

Tabuľka 8 Parametre kamery Spyder3

Model Number	Description
SG-10-01K80	1k resolution, 2 sensor taps, 80MHz data rate
SG-10-02K80	2k resolution, 2 sensor taps, 80MHz data rate
SG-10-01K40	1k resolution, 1 sensor tap, 40MHz data rate
SG-10-02K40	2k resolution, 1 sensor tap, 40MHz data rate

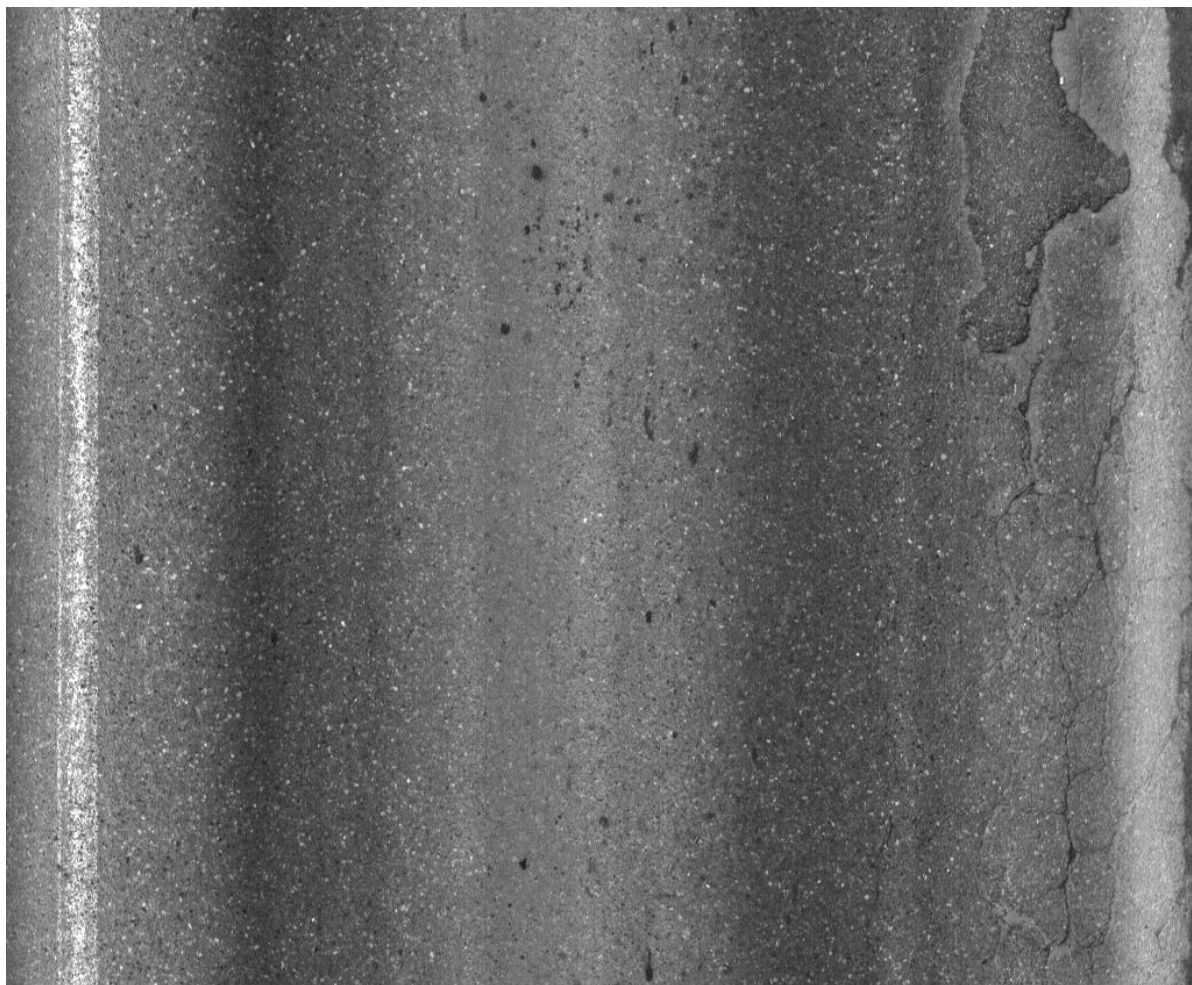


Feature / Specification	Units	1k	2k	Notes
Mechanical Interface	Units			Notes
Camera Size	mm	72(h) x 60(l) x 50(w)		
Mass	g	<300		
Connectors				
power connector		6 pin male Hirose		
GigE connector		RJ45		
GPI/O connector		high density dsub		
Electrical Interface	Units			Notes
Input Voltage	Volts	+12 to +15		
Power Dissipation	W	<8.5		
Operating Temperature	°C	0 to 50		
Bit Width	Bits	8 or 12 bit user selectable		
Output Data Configuration		GigE		
Speed	Units	1k	2k	Notes
Minimum Line Rate	kHz	1	1	
Maximum Line Rate	kHz			
	80MHz model	68	36	
	40MHz model	36	18.5	
Data Rate	MHz	40 or 80	40 or 80	Data rate depends on camera model

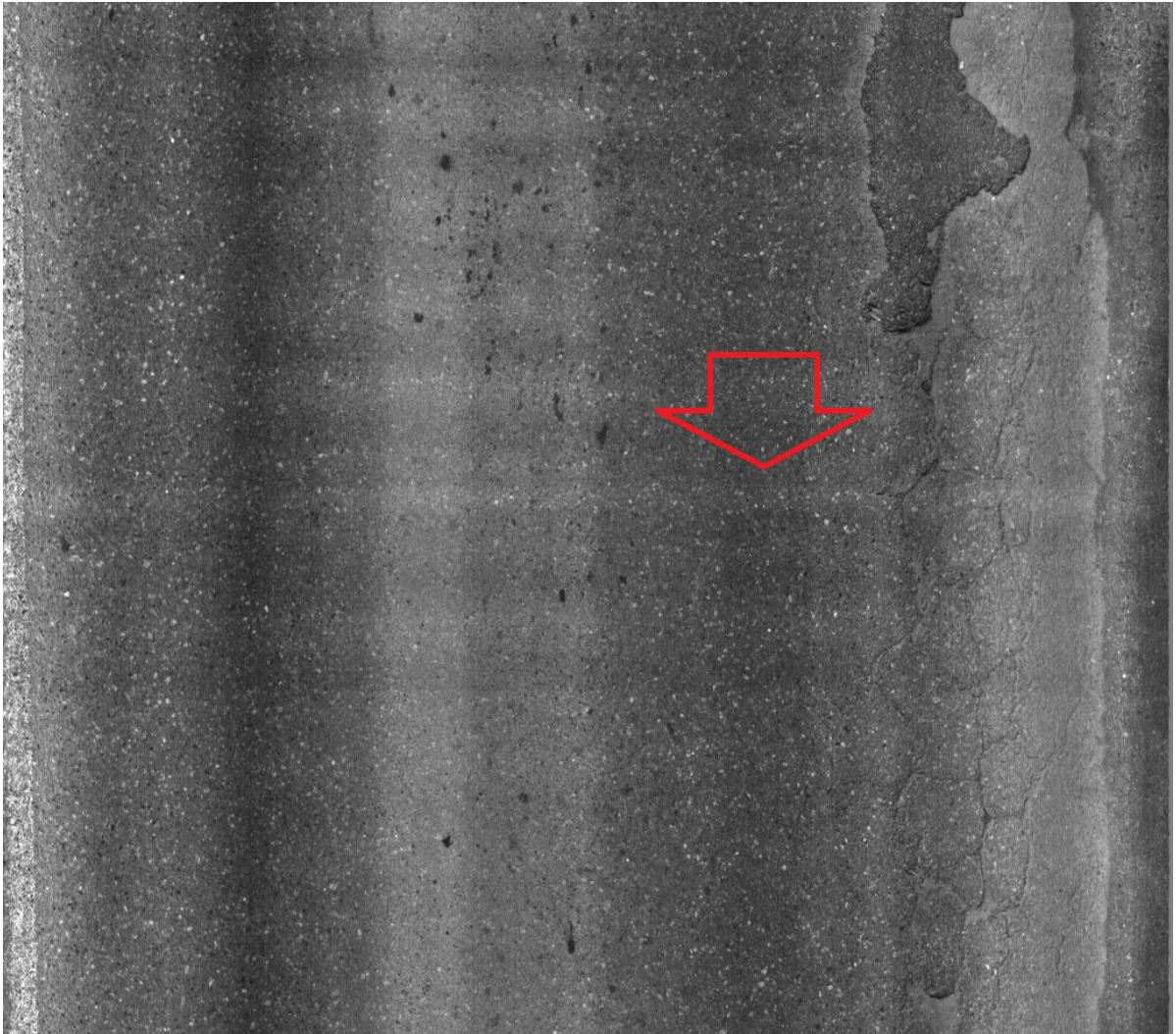
Feature / Specification	Units	1k	2k	Notes
Imager Format		dual line scan	dual line scan	
Resolution	pixels	1024	2048	
Pixel Fill Factor	%	100	100	
Pixel Size	µm	14x14	14x14	
Output Format (# of taps)		1 or 2 depending on model	1 or 2 depending on model	
Sensitivity Mode		High, low, or tall pixel	High, low, or tall pixel	
Antiblooming		100x	100x	
Gain Range	dB	±10	±10	

Pri zábere kamery 3,5m a rozlíšení kamery 2048 je veľkosť jedného pixlu 1,7 mm. Maximálna riadková frekvencia snímania je 18,5kHz, z čoho vyplýva teoretická maximálna rýchlosť vozidla, ktorá je 113 km/h. V popise zariadenia LineScan nie je uvedená maximálna rýchlosť snímania povrchu a ani postup snímania. Domnievame sa, že tento údaj neuviedli z dôvodu toho, že

maximálna povolená rýchlosť príviesu je 80 km/h a predpokladali, že rýchlejšie vozidlo nepôjde. Aj napriek tomuto dohadu by tento údaj mal byť jasne uvedený.



Obrázok 32 Meranie pri konštantnej rýchlosti



Obrázok 33 Meranie pri premenlivej rýchlosti - viditeľné artefakty

Celkovo má však obraz prijateľnú kvalitu aj pri premenlivej rýchlosti (v rozumnej miere). Pri veľkej zmene rýchlosti (nečakaná prekážka na trase) sa výsledok merania zaťažuje chybou. Pokiaľ je to možné, treba sa tomuto prípadu vyvarovať, prípadne ho predvídať a následne upraviť.

8.2.2 Osvetlenie vozovky

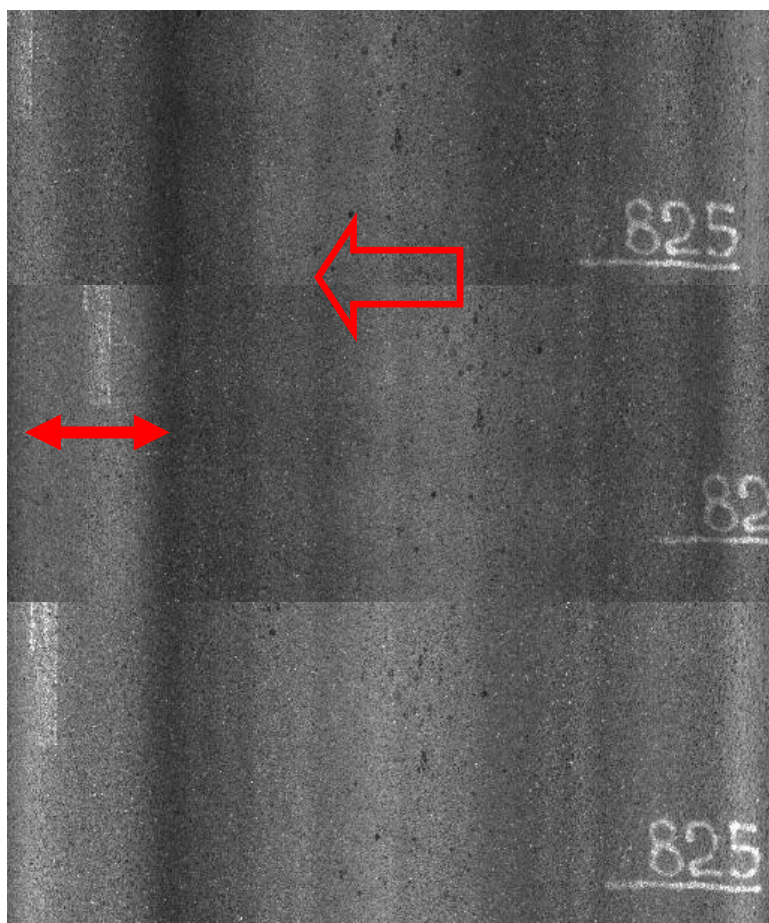
Aby sa zabránilo vplyvu ambientného/denného svetla na výsledok, obsahuje systém LED osvetlenie, ktoré má v príslušnom spektre mnohonásobne vyššiu intenzitu ako slnečné svetlo. Vplyv denného svetla je zanedbateľný. Správne časovanie osvetlenia a synchronizáciu kamery zabezpečuje elektronika s príslušným rotačným enkodérom umiestneným na zadnej náprave.

Porovnaním výsledkov z opakovaného merania rovnakého úseku sa zistila **závažnejšia** chyba v kvalite jednotlivých snímok. Pri pohľade na jednotlivé snímky opakovateľnosti (obrázok 34) je vidieť aj napriek tomu, že každý snímok zachytáva inú časť rovnakého úseku vozovky,

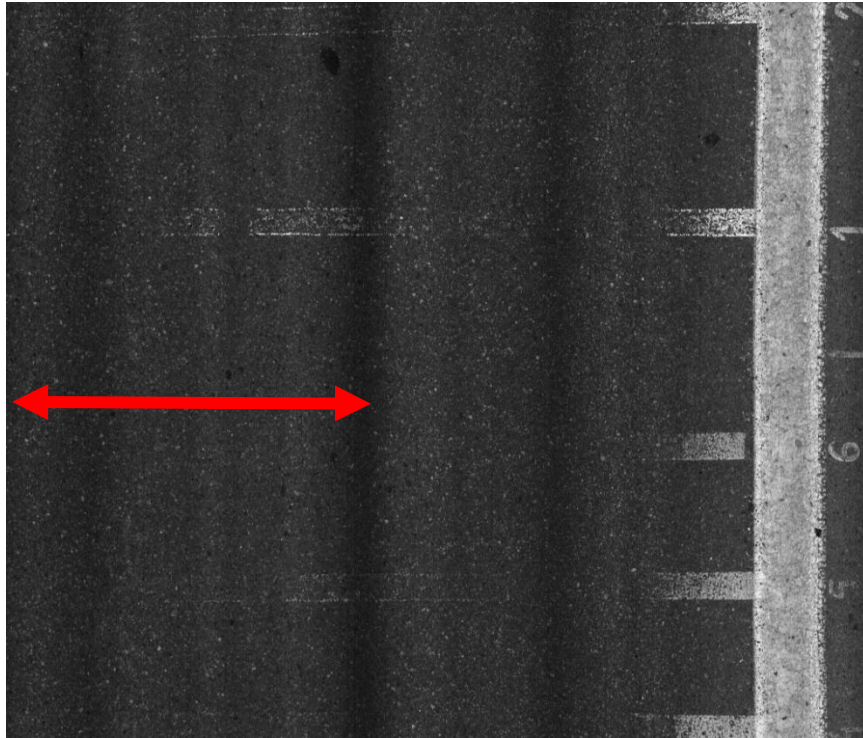
vyskytujúce sa **tmavé pruhy na identickom mieste**. **Vzdialenosť tmavého pruhu od okraja snímku je vždy rovnaká.**

Toto môže mať niekoľko príčin od **zlého osvetlenia povrchu** (najviac pravdepodobné, pozri obrázok 35) až po nečistoty na objektíve kamery. Ak má chyba konštantný charakter, tak je možné ju dodatočne korigovať v ponúkanej softvérovej analýze. Táto korekcia je možná len do určitej hranice rozdielu intenzity jasu medzi dobre osvetleným povrchom a naopak zle osvetleným. Pri výpadku celého LED modulu nie je možné v dostatočnej kvalite opraviť výsledok merania.

Operátor vozidla pri meraní zistil výpadky LED modulov. Zariadenie LineScan nebolo schopné zistiť tento druh poruchy a neupozornilo operátora. Na pomerne malom monitore (prípadne v slnečný deň, kedy nie je dobre vidieť na monitor) operátor nie je schopný z nasnímaného obrazu poznať chybné osvetlenie, preto by bolo vhodné LineScan doplniť o systém na zistenie poruchy osvetlenia, či už charakteru výpadok LED modulu, prípadne špina na LED osvetlení, prípadne nečistoty na ochrannom skle kamery.



Obrázok 34 Opakovateľnosť, tmavé pruhy



Obrázok 35 Výpadok osvetlenia

8.2.3 Meranie vzdialenosti, poloha zariadenia, spracovanie informácií

Systém obsahuje odometer (zariadenie na meranie vzdialenosti), systém pre zber dát (s integrovaným GPS), počítač s príslušným softvérom pre záznam a prevádzku a dva výkonné notebooky pre spracovanie dát.

Pri porovnávaní výstupných dát z LineScan a záznamov z podrobnej vizuálnej prehliadky sa zistil rozdiel v meraní vzdialenosti. Príslušné staničenie a elektronický údaj o vzdialenosti z nameraných dát LineScan si navzájom neodpovedali a bola nutná korekcia, v našom prípade na strane spracovaných dát z LineScan. Chyba nemala konštantný charakter na celom úseku (od staničenia 800 do 825 chyba 2 m, následne 1 m).

Čo sa týka opakovateľnosti merania, jednotlivé výsledky sa na rovnakom úseku kvalitatívne výrazne nelíšia. Porovnaním jednotlivých výsledkov opakovaných meraní sa zistili nedostatky merania – snímania. Prvá pripomienka je k záberu snímok vozovky jednotlivých opakovaných meraní. Ani v jednom prípade sa operátorovi – šoférovi vozidla **nepodarilo zosnímať identickú časť vozovky**. Operátor pravdepodobne nie je schopný snímať oblasť povrchu deterministicky, ale len na základe svojho odhadu. Navyše záber kamery veľakrát **nepokryje potrebnú oblasť vozovky** a v niektorých prípadoch nezachytí napr. okraj vozovky, kde je nutné detekovať chyby typu *olámané okraje*.

Jedným z riešení by bolo snímať povrch vo viacerých priechodoch podľa odhadu vodiča a výsledný obraz zostaviť dodatočne. Operátor nemá informáciu o presnej polohe záberu snímanej oblasti a nie je schopný pokračovať od okraju posledného záberu. Ďalej by bola možná online detekcia okraju v spojení s lokalizačným systémom a následné vyhodnotenie presnej pozície vozidla na vozovke - záberu kamery. Tento údaj by sa napr. vodičovi vhodne vizuálne zobrazil ako jeho relatívna poloha/odchýlka od požadovanej dráhy, prípadne by mu dával pokyny (doľava, OK, doprava).

Ďalším riešením je zvýšiť záber kamery a zvýšiť pravdepodobnosť následnej detekcie porúch na okraji vozovky.

Základným predpokladom na čo najúspešnejšiu detekciu porúch vozovky analytickým softvérom sú korektné vstupné dáta, t.j. zosnímaná celá plocha vozovky v čo najlepšej kvalite (tým je myslená nielen kvalita zosnímaného obrazu, ale aj čistota povrchu vozovky).

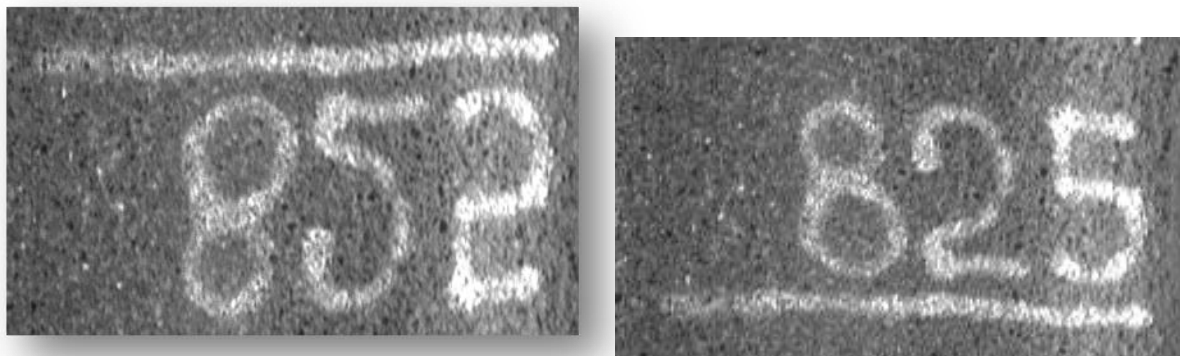
8.3 Softvér na obrazovú analýzu

Kritickou oblasťou tejto štúdie je práve analýza a následná detekcia porúch vozovky. Firma **Greenwood Engineering (ďalej len GE)** poskytuje na analýzu nameraných dát softvér s názvom **RoadView**, ktorý je momentálne k dispozícii v dvoch verziách ver.2.0.0.0 a ver.1.1.0.6. Verzie sa líšia najmä užívateľským rozhraním. Po analýze predpokladáme, že príslušný algoritmus na rozpoznávanie porúch z obrazu je v oboch verziách totožný. Ďalej sa budeme venovať niektorým vlastnostiam programu RoadView a hlavne nedostatkom rozpoznávacieho algoritmu.

Na úvod začneme hlavnými rozdielmi verzií programu RoadView. Aj keď číslo verzie 2.0.0.0 naznačuje, že sa jedná o novšiu verziu, z pohľadu užívateľa sa javí, že je tomu naopak.

Zistené nedostatky ver.2.0.0.0:

- výsledný obraz je prevrátený, jednotlivé snímky z riadkovej kamery sú zobrazované v opačnom poradí (pozri Obrázok 36 – staničenie);
- chýba možnosť ZOOM;
- aj po analýze obrazu a vypočítaní UCI indexu (Unified Crack Index – pozri manuál k RoadView) zobrazuje program výsledný obraz aj na relatívne výkonnom počítači veľmi spomalene a preto sa výsledok analyzuje veľmi obtiažne;
- vypočítaná analýza obrazu (UCI index) nie je kompatibilná s ver.1.1.0.6.



Obrázok 36 Prevrátený obraz (vľavo), správne staničenie z ver.1.1.0.6 (vpravo)

Kompaktnejšie sa javí verzia 1.1.0.6, ktorá odstraňuje niektoré chyby verzie 2.0.0.0. Avšak jej veľkým nedostatkom je, že zmeny parametrov analýzy sa nijako neprejavia vo výsledku. Tzn. ľubovoľná zmena parametrov nevyvolá opätovnú analýzu obrazu, teda zmeny parametrov sú ignorované. Jediná možnosť ako vyvolať analýzu obrazu s nami definovanými parametrami je:

1. vymazanie súborov analýzy, spustenie programu RoadView,
2. následná zmena parametrov,
3. otvorenie požadovaného súboru,
4. analýza sa spustí automaticky, keď program zistí chýbajúce súbory výsledku rozpoznávania.

8.3.1 Analýza obrazu a následná detekcia porúch vozovky

Algoritmus je založený na princípe vyhľadávania oblastí, ktoré majú tmavšiu farbu ako okolie sledovanej oblasti v obrázku. Ak narazí na potenciálne tmavšiu oblasť, analyzuje ju a prípadne ju označí ako chybu podľa nastavených parametrov.

Parametre (Obrázok 36)

- HighThresholdOffset
- AveragingBlockSize
- AdaptiveThreshold
- DynamicThreshold
- DirectionCoreSize
- RegionSizeThreshold
- DoClassification
- UCIBlockSize
- UCIThreshold

Bližšie vysvetlenie jednotlivých parametrov nájdeme v dokumentácii programu RoadView od firmy GE.

Metódy spracovania obrazu

- *Adaptívne* spracovanie obrazu
- *Dynamické* spracovanie obrazu

Tieto dve metódy sa líšia v tom, ktorý parameter „*threshold*“ sa použije. Ak sa použije **adaptívny**, tak táto hodnota udáva percentuálny podiel z priemernej hodnoty farby pixelu danej oblasti. Čo znamená, že ak je priemerná hodnota farby pixelov v danej oblasti napr. 110 a AdaptiveThreshold je rovný 90 %, tak ak má práve analyzovaný pixel hodnotu väčšiu ako 99 (90 % * 110), tak je označený ako chybný.

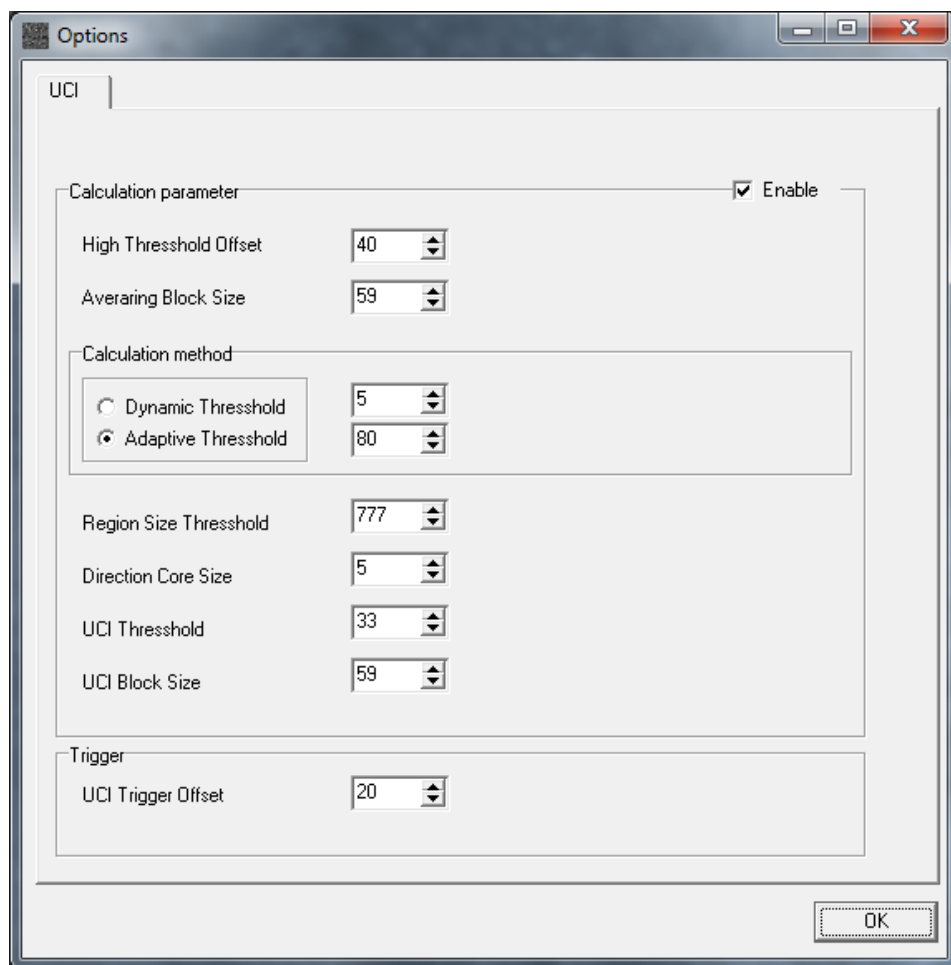
Ak sa použije **dynamický** „*threshold*“, tak sa analyzovaný pixel porovnáva priamo z absolútnou hodnotou AdaptiveThreshold a ak je jeho hodnota väčšia, je označený ako chybný.

Na analýzu funkčnosti algoritmu sme použili obidve verzie programu RoadView a vzájomne sme konfrontovali ich výsledky. Nakoľko však generovali rovnaký výstup, z dôvodov vyššie uvedených sme sa pri hlbšej analýze zamerali na verziu 1.1.0.6.

K dispozícii boli výsledky 11 meraní a záznam z podrobnej vizuálnej prehliadky. S prednastavenými parametrami programu (obrázok 36) sme spustili prvú analýzu. Výstupom algoritmu je obraz povrchu vozovky s farebným označením oblastí (farba závisí od intenzity poruchy, čiže od diferencie farby potencionálne vadných pixelov od ich okolia), najčastejšou farbou je červená. Tento výstup algoritmu sme exportovali do súboru obrázkov

[*RoadViewExport01 - options default*],

kde nás zaujímali **najmä oblasti, ktoré zaznamenala podrobná vizuálna prehliadka**. Tieto oblasti sme porovnávali s papierovým záznamom podrobnej prehliadky.



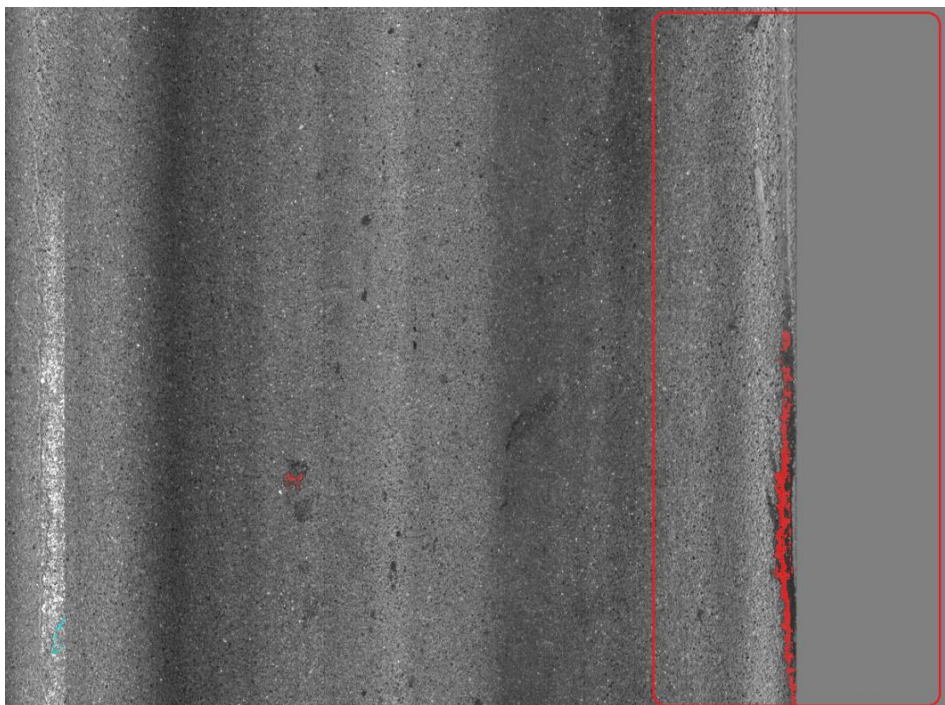
Obrázok 37 Východiskové parametre

Názvy súborov obrázkov majú nasledujúci tvar:

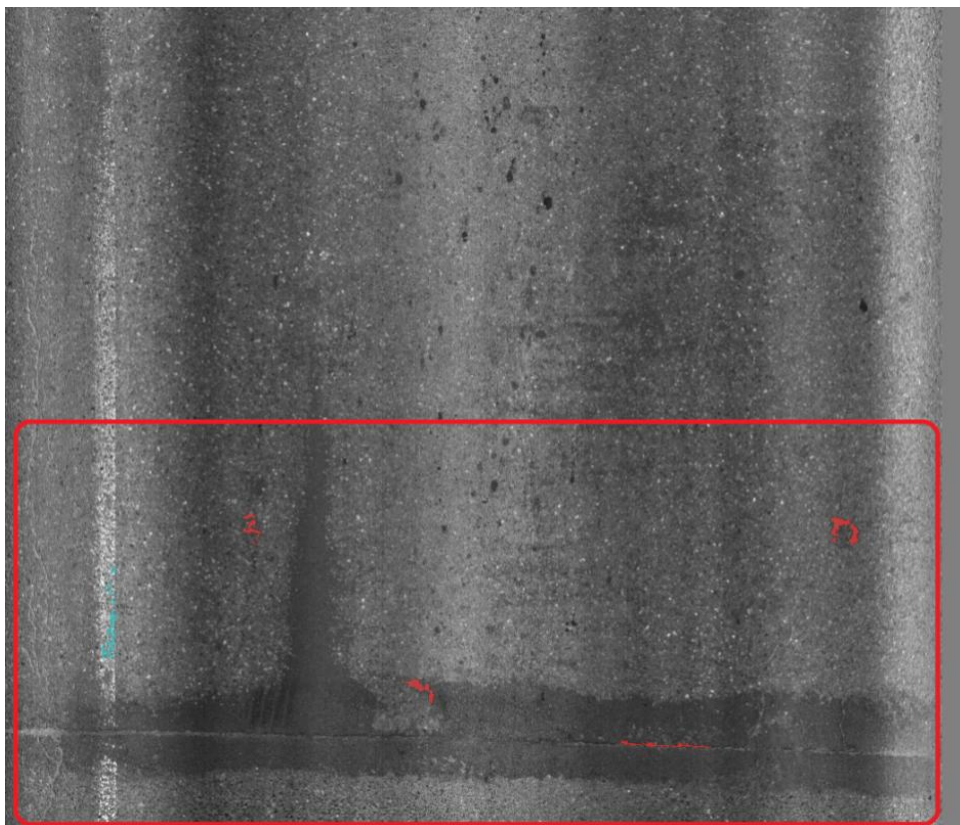
s838_Ts_0,5x2,5_[36-39].bmp

Prvá položka udáva **pozíciu v metroch** odpovedajúcu záznamu vizuálnej prehliadky a teda aj staničeniu na vozovke. Druhá položka je **typ poruchy** a následne jej parametre. V hranatých zátvorkách je uvedený **štart a koniec sekcie** v metroch, odpovedajúci parametrom snímku vozovky z LineScan zobrazených programom RoadView ver.1.1.0.6. Na príslušnom obrázku je vždy vyznačená porucha zaznamenaná vizuálnou prehliadkou respektíve (ne-)detekovaná programom RoadView.

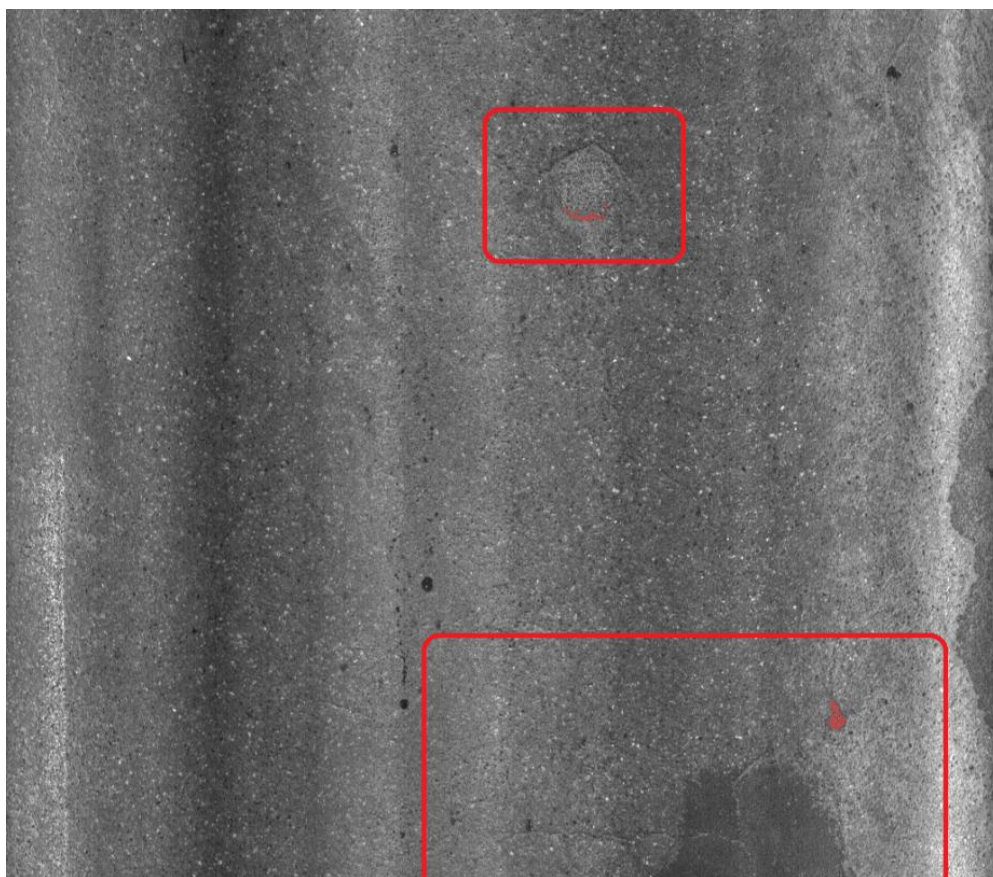
Pre ilustráciu je uvedený každý druh poruchy a jeho výsledok.



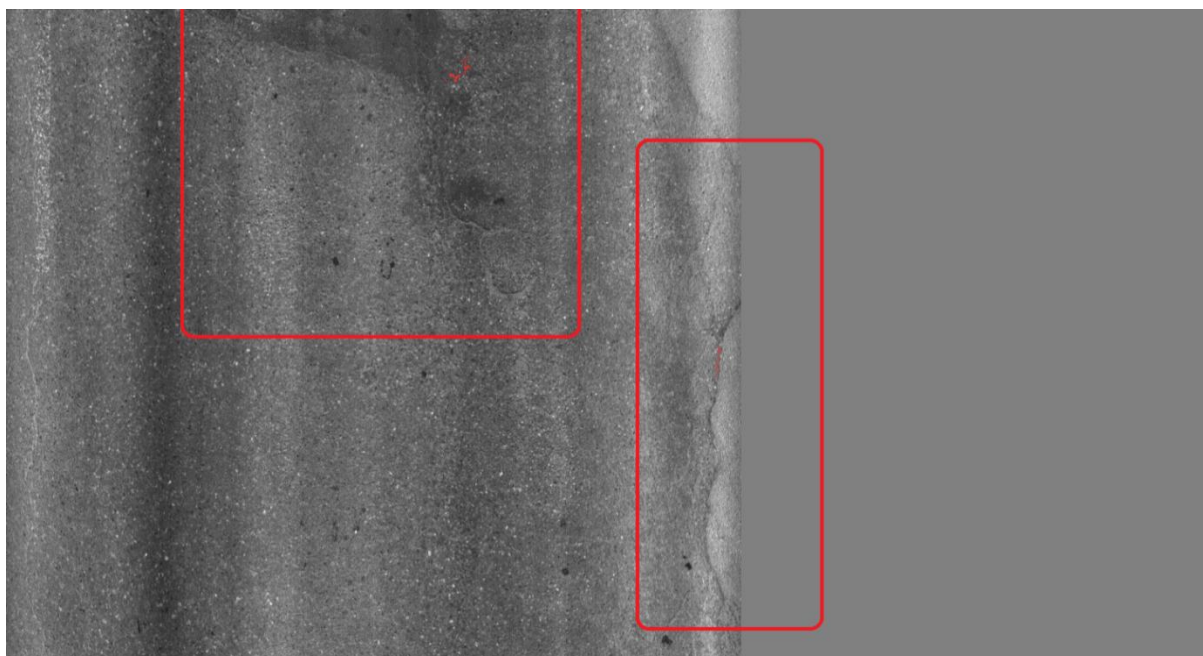
Obrázok 38 s800_Tpr_[3-6].bmp



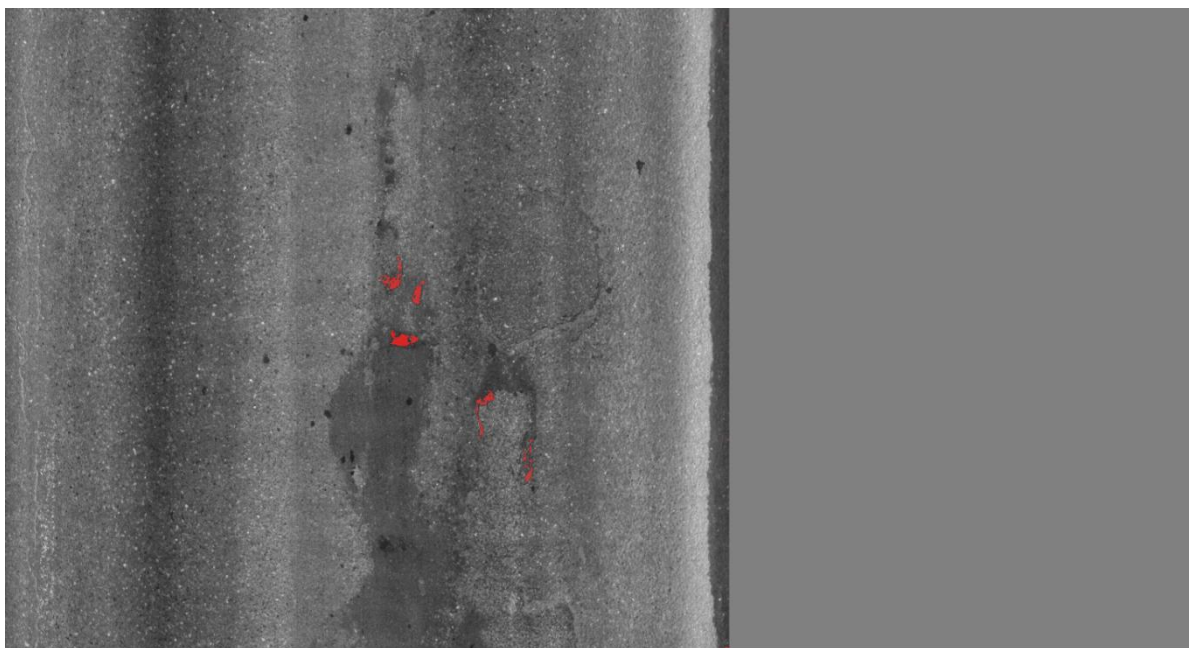
Obrázok 39 s869_Tpo_[62-65].bmp



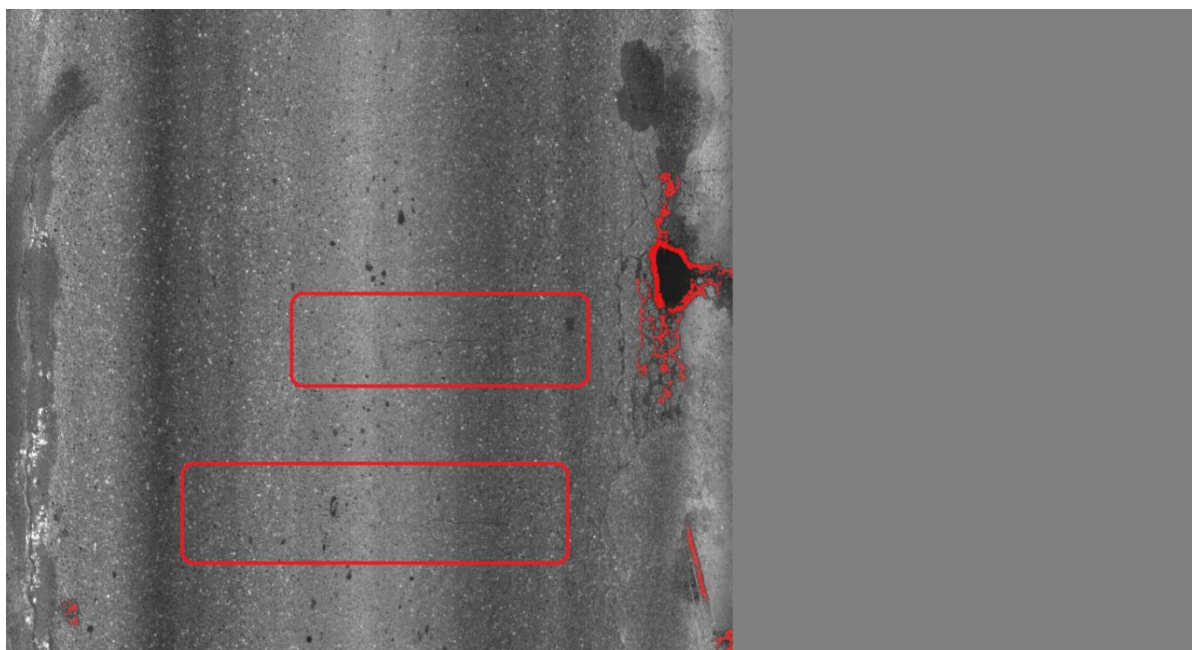
Obrázok 40 s882_V_0,1_[78-81].bmp



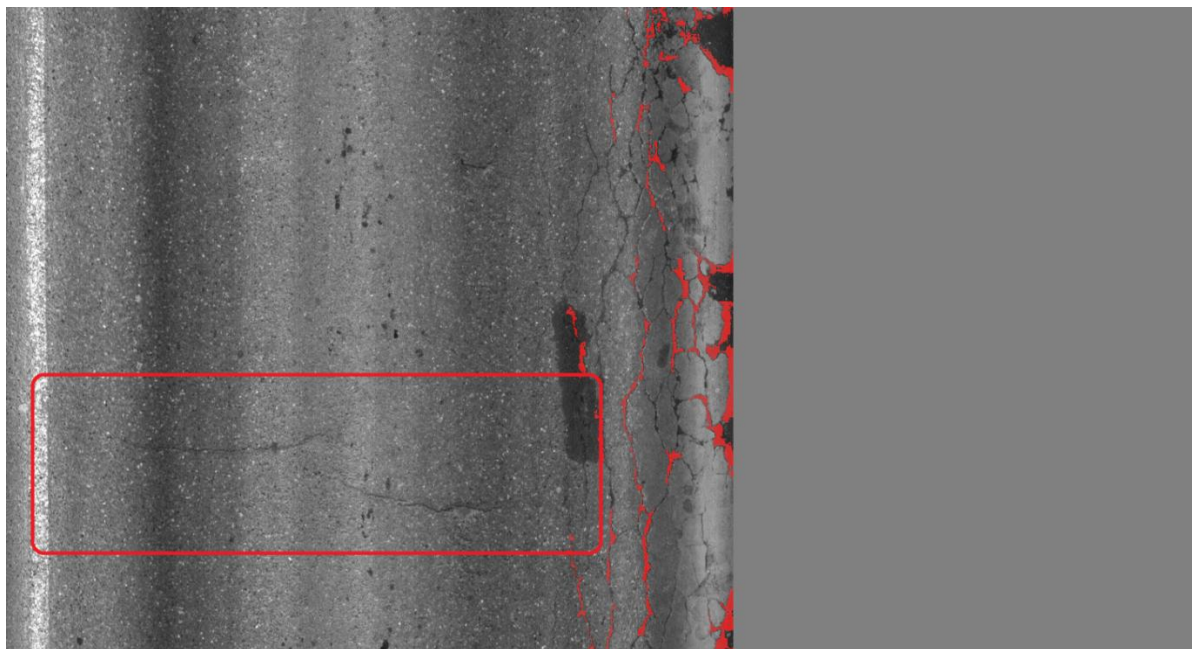
Obrázok 41 s885_O_0.3x0,3_[81-84].bmp



Obrázok 42 s893_Kdv_0,5_O_1_Tpr_1_[83-86].bmp



Obrázok 43 s986_Tpo_0,5_[173-176].bmp



Obrázok 44 s970_Tpo_V_0,01_[158-161].bmp

Tabuľka a graf znázorňujú percentuálne správny resp. chybný odhad porúch povrchu vozovky.

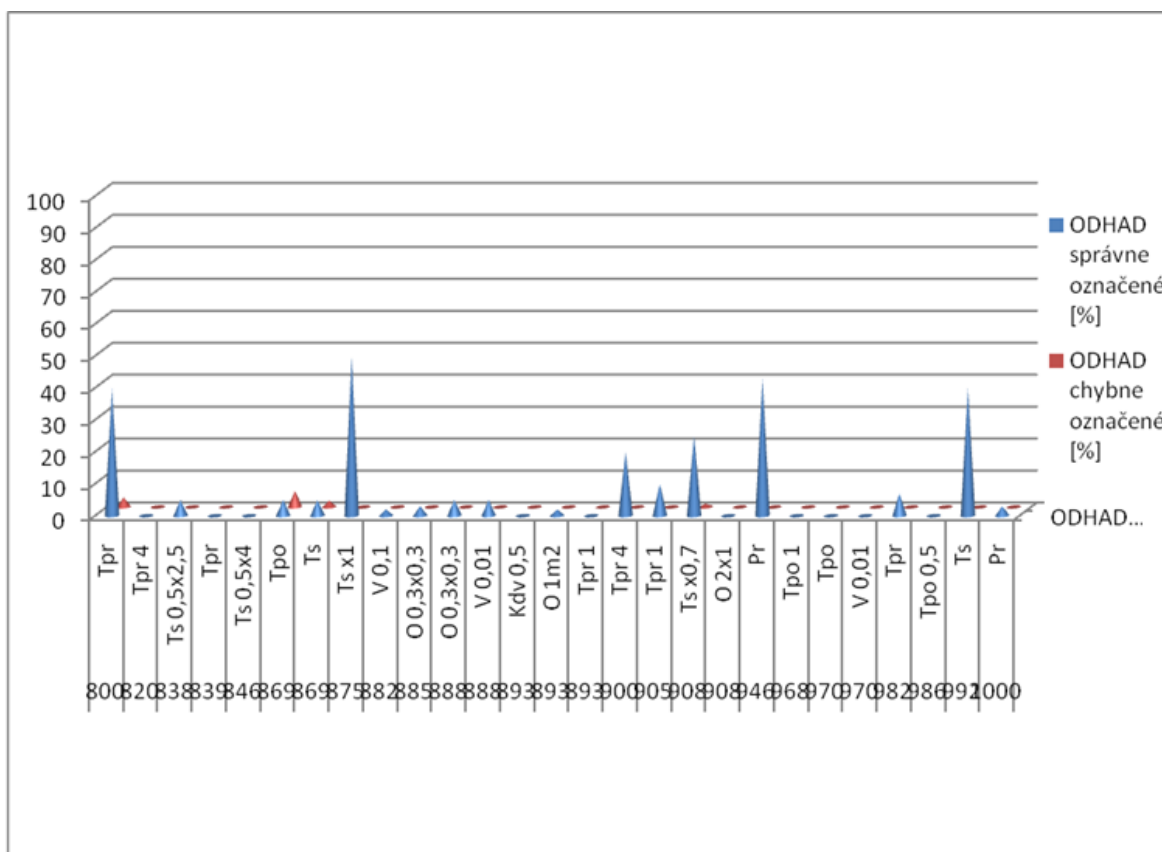
Tabuľka 9 Percentuálny odhad porúch povrchu vozovky

UCI Options HTO = 40, AVB = 59, AT = 80, RST = 777, DCS = 5, UCI T = 33, UCI BS = 59

pochôdzkár [m]	Druh poruchy [-]	auto [m]	auto po korekcii [m]	ODHAD správne označené [%]	ODHAD chybne označené [%]	Korekcia
800	Tpr	0	0	40	3	0,955
820	Tpr 4	20	19,1	0	0	
838	Ts 0,5x2,5	38	36,29	5	0	
839	Tpr	39	37,245	0	0	
846	Ts 0,5x4	46	43,93	0	0	
869	Tpo	69	65,895	5	5	
869	Ts	69	65,895	5	2	
875	Ts x1	75	71,625	50	0	
882	V 0,1	82	78,31	2	0	
885	O 0,3x0,3	85	81,175	3	0	
888	O	88	84,04	5	0	

	0,3x0,3				
888	V 0,01	88	84,04	5	0
893	Kdv 0,5	93	88,815	0	0
893	O 1m2	93	88,815	2	0
893	Tpr 1	93	88,815	0	0
900	Tpr 4	100	95,5	20	0
905	Tpr 1	105	100,275	10	0
908	Ts x0,7	108	103,14	25	1
908	O 2x1	108	103,14	0	0
946	Pr	146	139,43	43	0
968	Tpo 1	168	160,44	0	0
970	Tpo	170	162,35	0	0
970	V 0,01	170	162,35	0	0
982	Tpr	182	173,81	7	0
986	Tpo 0,5	186	177,63	0	0
992	Ts	192	183,36	40	0
1000	Pr	200	191	3	0
				10	0,4074074

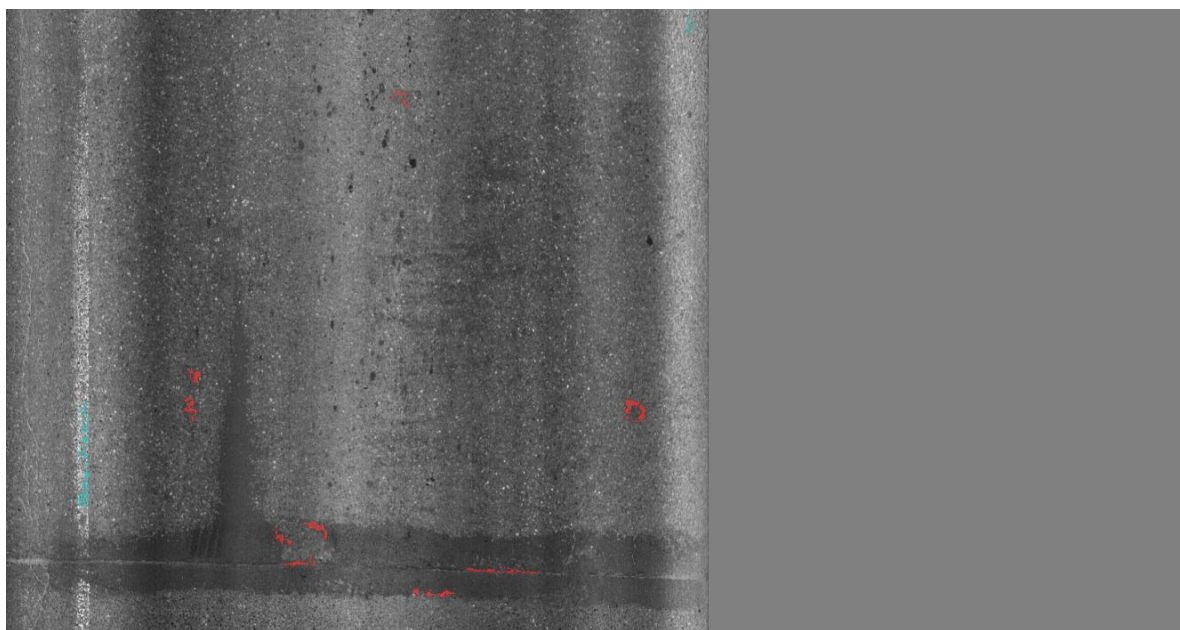
Hodnoty v tabuľke sú subjektívnym odhadom, t.j. hodnota správne označenej poruchy značí koľko % porúch vozovky sa podarilo rozpoznať a označiť daným algoritmom. Druhý stĺpec vyjadruje chybu algoritmu, t.j. koľko percent z označenej oblasti je označené chybné, teda nie je to porucha vozovky - typicky kontrastné objekty. Hodnota korekcie v tabuľke udáva rozdiel merania automobilu oproti meraniu pochôdzkára, resp. staničeniu.



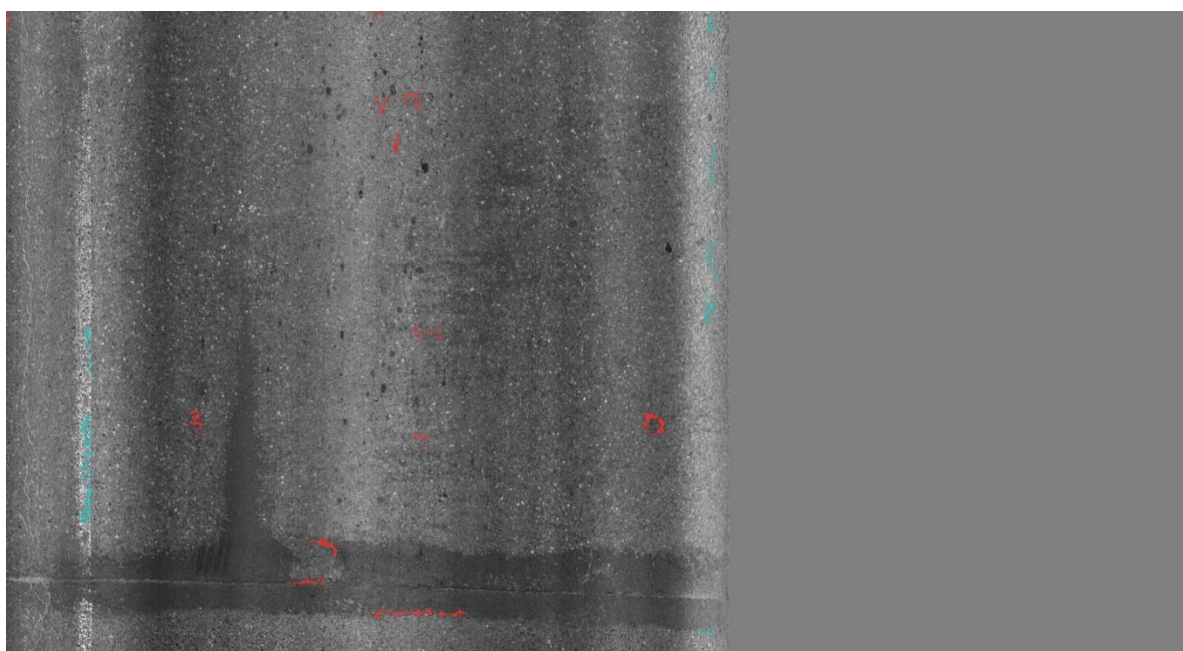
Obrázok 45 Percentuálny odhad porúch povrchu vozovky

Z grafu je vidieť, že úspešnosť detekovania a označenia poruchy vozovky algoritmom programu Road View je veľmi nízka a v reálnom použití **nedostatočná**. Algoritmus je schopný zachytiť, len veľmi rozsiahle a kontrastné poruchy, čo je pochopiteľné z jeho princípu (tmavšie pixle ako okolitá oblasť sú potenciálne chybné). Najväčšiu úspešnosť zaznamenal pri priečnych poruchách a rozsiahlom rozpade vozovky, naopak jemné, ale rozsiahle trhliny povrchu nezaznamenal skoro vôbec.

Po vykonaní prvej analýzy s predefinovanými nastaveniami sme sa pokúsili upraviť niektoré parametre. Najlepšie výsledky sme dosiahli úpravou a použitím adaptívneho threshodu v rozumej miere (obrázok 43). Tým sa zvýšil percentuálny odhad správne označenej poruchy, ale od určitej hodnoty threshodu rapídne narastal aj percentuálny podiel chybné označenej oblasti. Zmenou ostatných parametrov sme dosiahli len lokálne zlepšenie na niektoré typy porúch vozovky (obrázok 44). Je však nutné podotknúť, že nám nie je známy algoritmus výpočtu a teda nevieme presne odôvodniť, ako sa prejaví príslušná zmena jedného z parametrov na detekčnom algoritme. Jedinou možnosťou bolo skúšať markantné zmeny jednotlivých parametrov podľa istých dohadov a zhodnotiť výsledok. Tento postup je niečo ako metóda pokus / omyl a nie je možné v reálnom čase prehľadať celý priestor riešení daného algoritmu. Preto sme sa prevažne držali doporučených nastavení.



Obrázok 46 s869_Tpo_[62-65].bmp - AT = 87



Obrázok 47 s869_Tpo_[62-65].bmp - DT = 11

8.4 Záver

Kamerový systém LineScan na snímanie povrchu od firmy GE spĺňa špecifiká, ktoré má uvedené v technickom popise. Osvetlenie je nezávislé na dennom (ambientnom) svetle, takže je

možné merať za rôznych svetelných podmienok (slnko, šero, ...). Za chybu sa dá považovať kvalita obrazu jednotlivých snímok s tmavými a svetlými pruhmi, ktoré spôsobuje snímací systém LineScan (osvetlenie). S najväčšou pravdepodobnosťou je problémom vypadávanie modulov osvetlenia, ktoré následne vytvára tmavé pruhy na výslednom obraze a tým znižuje kvalitu snímku. Systém túto chybu nie je schopný poznať. Tento druh chyby je možné v určitej tolerancii dodatočne opraviť ponúkaným SW. Drobné nepresnosti spôsobujú prudké zmeny rýchlosti, kedy sa na výslednom obraze vyskytujú vyššie uvedené artefakty. Ďalej je nutné skorigovať meranie vzdialenosti. V rámci opakovateľnosti sa chyba merania vzdialenosti nemení a je stála, nepoznáme absolútnu presnosť. Na zvážení je aj technika snímania povrchu (navigácia vozidla) a šírka záberu kamery.

Za vážnejší nedostatok považujeme algoritmus na analýzu nameraných dát (Road View). Tento funguje na pomerne jednoduchej metóde vyhľadávania pixelov s tmavšou farbou ako je farba okolia. Tým pádom zachytáva len výrazné poruchy. V niektorých prípadoch nie je schopný zachytiť ani rozsiahlu poruchu (sieťová trhlinka), pretože nie je v obraze reprezentovaná „vhodnou farbou“ pixelov – nie je výrazne tmavšia a metóda je nefunkčná. Výsledný graf UCI (Unified Crack Index) indexu preto neodpovedá záznamom z podrobnej vizuálnej prehliadky a bez dodatočnej analýzy **nie je prakticky použiteľný**. Firma na svojich stránkach propaguje LineScan ako doplnkové meranie k Profilografu, ktoré je možné prevádzkovať aj samostatne a následne synchronizovať s iným zariadením (typicky Profilografom). Z tohto dôvodu usudzujeme, že LineScan nie je primárne určený pre počítačovú detekciu porúch vozovky, ale skôr ako obrazová dokumentácia k inému zariadeniu.

Za nedostatok sa dá považovať aj formát a veľkosť výstupných dát. Pre neskoršie spracovanie je to ale jediná možnosť. Preto ponúkame rapidne zníženie veľkosti spracovaných dát určených na archiváciu pomocou kompresie a exportu len záujmovej oblasti (tej, v ktorej sa nachádza príslušná chyba a jej adekvátne okolie na dodatočnú analýzu) plus export do *.txt, *.csv. Táto metóda tým pádom umožňuje ukladanie a archivovanie užitočných dát a ich opätovné načítanie a analyzovanie v prípade potreby, bez nutnosti príliš veľkých zálohovacích zariadení. Nemalou výhodou je aj rýchlosť spracovania oproti pôvodnému SW, ako popisovala predchádzajúca kapitola.

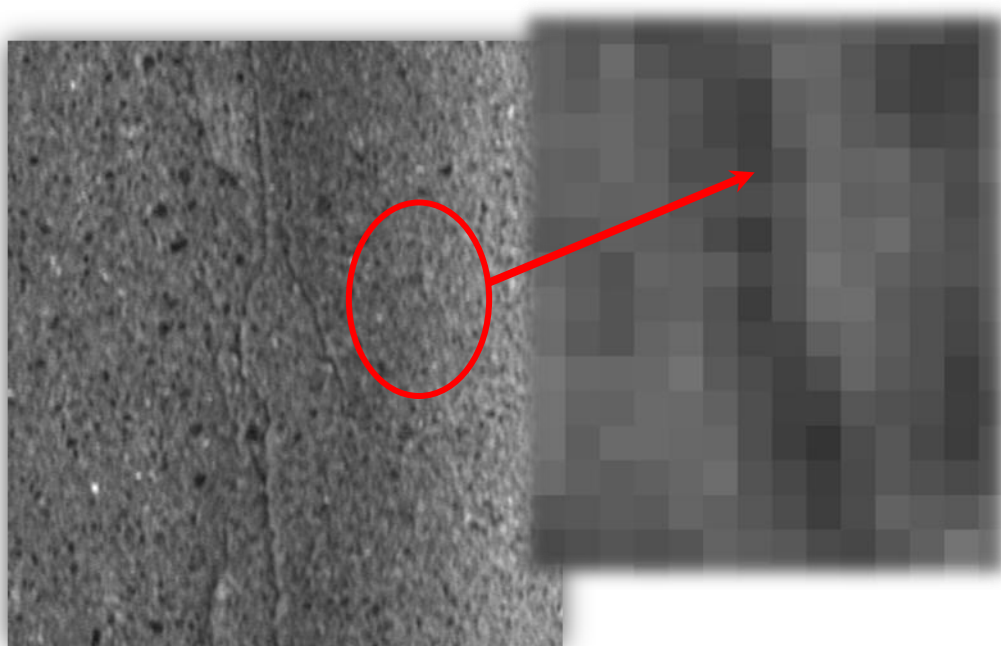
8.4.1 Analýza pri stávajúcej konfigurácii LineScan

Úspešná analýza je spojená s kvalitným nasnímaním a obrazovým výstupom v dostatočnom rozlíšení. So **stávajúcou konfiguráciou LineScan** je možné vytvoriť softvér, ktorý bude schopný detekovať poruchy **s minimálnym rozmerom 4 mm** a viac. Je to priamo spojené s parametrami použitej kamery v LineScan. Správna klasifikácia detekovanej poruchy tým pádom **nebude veľmi úspešná**. Testovaním je možné zistiť, ktoré druhy chýb a z akým percentom úspešnosti bude možné odhaliť. Navyše problémom naďalej ostávajú nedostatky, ktoré boli spomenuté.

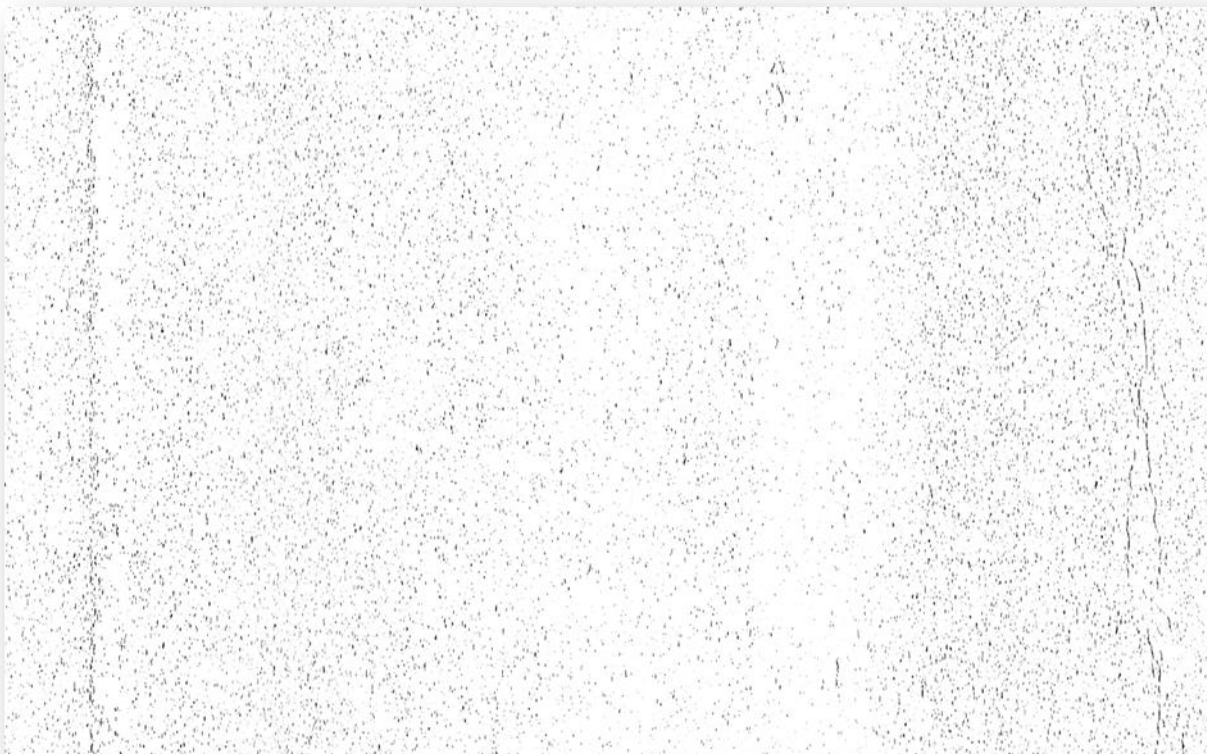
Príklad

Systém LineScan obsahuje riadkovú kameru, ktorá má rozlíšenie **2048 p.x.** a záber **3,5 m.** Z toho vyplýva, že veľkosť jedného pixelu je cca **2 mm.** Trhlina cca 4 mm je v obraze reprezentovaná 2, resp. 1 pixelom (obrázok 48). Pre úspešnú detekciu je to nedostačujúce.

Pri tejto konfigurácii je veľmi náročné detekovať trhlinu zobrazenú na obrázku 48. Je možné nasadiť napr. „semienkový algoritmus“, ale pri daných podmienkach by úspešnosť nebola až tak optimistická. Pri trhline pod 4 mm je to nereálne. Už poruchu na obrázku 1 (cca 4mm) je voľným okom veľmi ťažké rozpoznať.

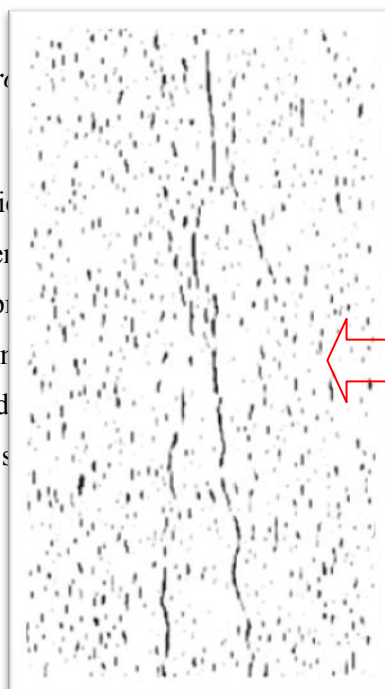


Obrázok 48 Rozlíšenie LineScan



Obrázok 49 Pre

Obrázok 49 ilustruje daný problém detekcie „konvenčný“ algoritmus od firmy GE založený len na matrici. Obrázok bol získaný použitím vhodného filtra reprodukcie. Táto matrica je vhodná len pre poruchy typu **Tpr**. Toto relatívne jednoduché riešenie a problém sa tým pádom rozpadá na niekoľko podproblémov, ktoré rozhodne viacpriechodová. Otázkou je, čo zo všetkého je to z možných riešení.



to je dôvod, prečo sú tieto výsledky. Tieto výsledky sú matricou. Táto matrica je vhodná len pre poruchy typu **Tpr**. Toto relatívne jednoduché riešenie a problém sa tým pádom rozpadá na niekoľko podproblémov, ktoré rozhodne viacpriechodová. Otázkou je, čo zo všetkého je to z možných riešení.

8.4.2 Úpravy LineScan a následná detekcia

Pre kvalitnejšiu automatizovanú analýzu s vyššou úspešnosťou detekcie resp. klasifikácie poruchy **je nutná úprava zariadenia LineScan**. Úprava sa týka samotnej kamery, osvetlenia a riadiaceho softvéru. **Výsledky závisia od testovania a merania** a dopredu nie je možné

jednoznačne určiť percento zlepšenia detekcie porúch. **Principiálne sa však môže dosiahnuť zlepšenie 2x a viac.**

Výmena kamerového systému

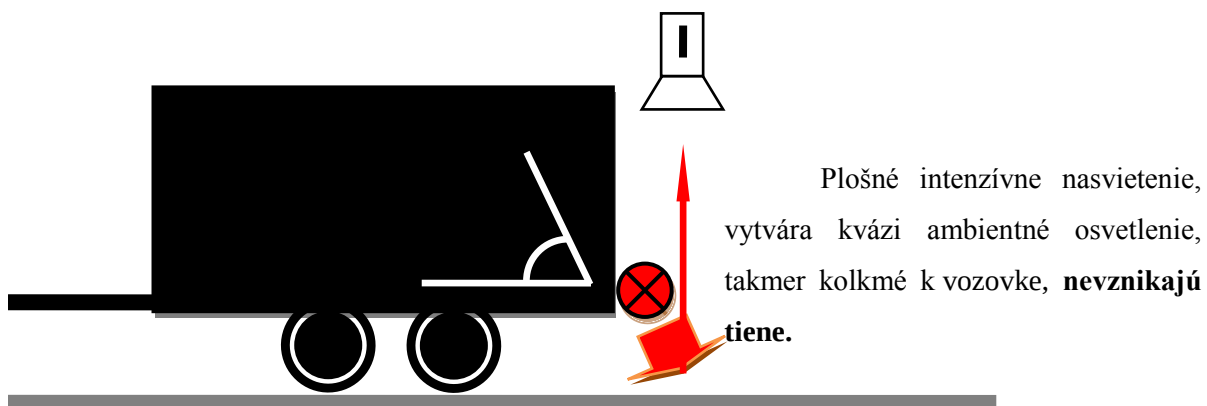
Výmenou kamery za **UNICAM D2**, ktorá má rozlíšenie **5135 px** a záber **4 m**, sme schopní dosiahnuť veľkosť pixelu cca 1mm, čo je 4-násobné plošné zlepšenie, resp. 2-násobné zlepšenie v rámci riadku. Zvýšením počtu kamier je možné dosiahnuť cca 0,5mm... Samozrejme všetko je podriadené rýchlosti snímania - rýchlosťou vozidla. Tieto parametre platia pre rýchlosť do cca 10 m/s, čo je 36 km/h. Kamery je možné kombinovať a rôznymi zostavami kamier je možné dosiahnuť požadované parametre (napr. rýchlosť 80 km/h).



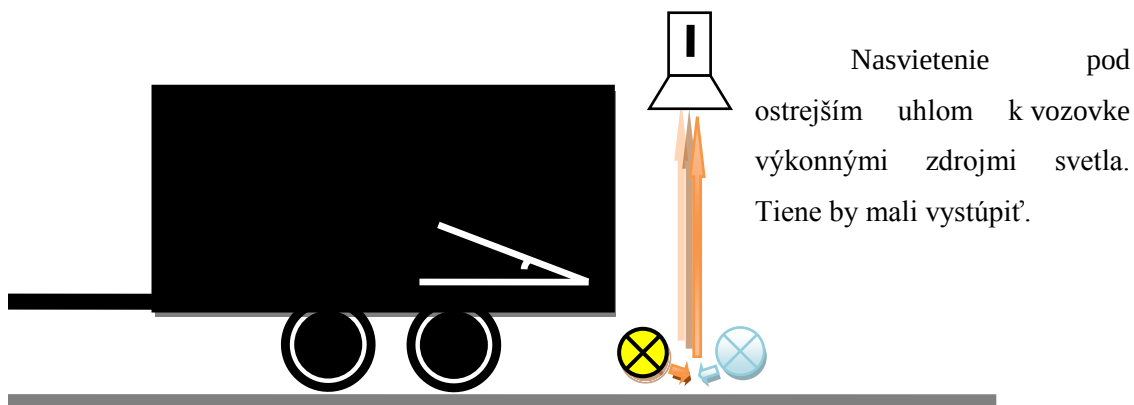
Obrázok 50 UNICAM D2

Osvetlenie

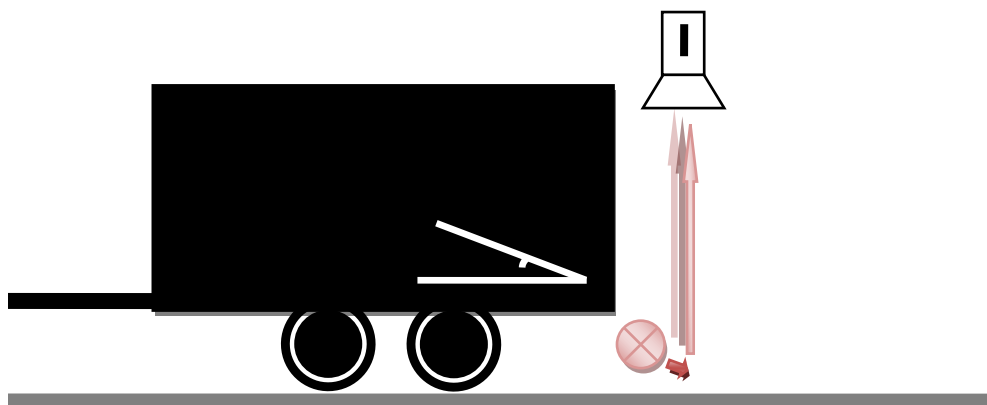
Pri výmene kamery je nutná aj úprava osvetlenia. Zvažujeme laborovanie s nastavením uhlu osvetlenia, prípadne zmena napr. na infra-spektrum. Po skúsenostiach z projektov vieme, že správnym osvetlením je možné dosiahnuť výrazné zlepšenie "kvality" obrazu pre následnú analýzu. Zlepší sa kontrast jemných trhlín, objavia sa tieňe, trhliny „vystúpia do popredia“ a zvýši sa ich detekcie-schopnosť. Zmena uhlu osvetlenia, zmena svetelného spektra (vlnovej dĺžky), použitie filtrov na kamere... Toto všetko môže výrazne zvýšiť kontrast danej poruchy.



Obrázok 51 Stávajúca konfigurácia difúzneho osvetlenia (red light)



Obrázok 52 Úprava difúzneho osvetlenia 1



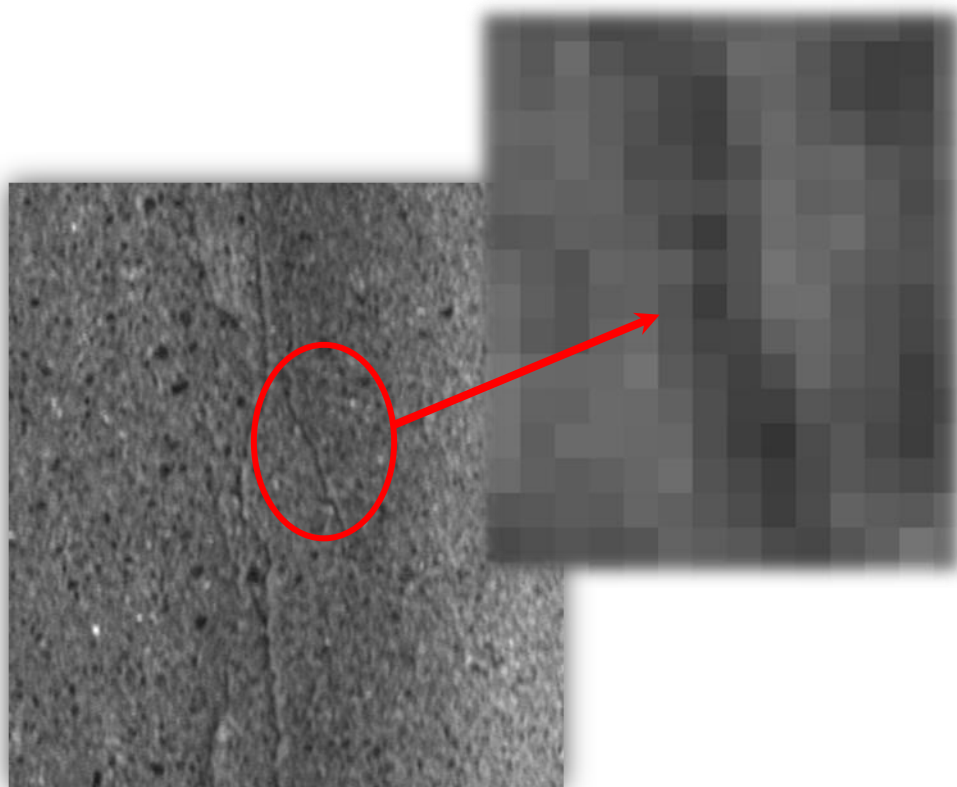
Obrázok 53 Úprava difúzneho osvetlenia 2 - IR spektrum

Obrázok 53 ukazuje úpravu osvetlenia na IR spektrum. Toto riešenie môžeme byť veľmi perspektívne, nakoľko IR svetlo môže zvýrazniť **povrchové a priestorové závady.**

9 PRÍLOHA 2 NÁVRHY NA ÚPRAVU ZARIADENIA LINESCAN

9.1 Stávajúca konfigurácia LINE SCAN

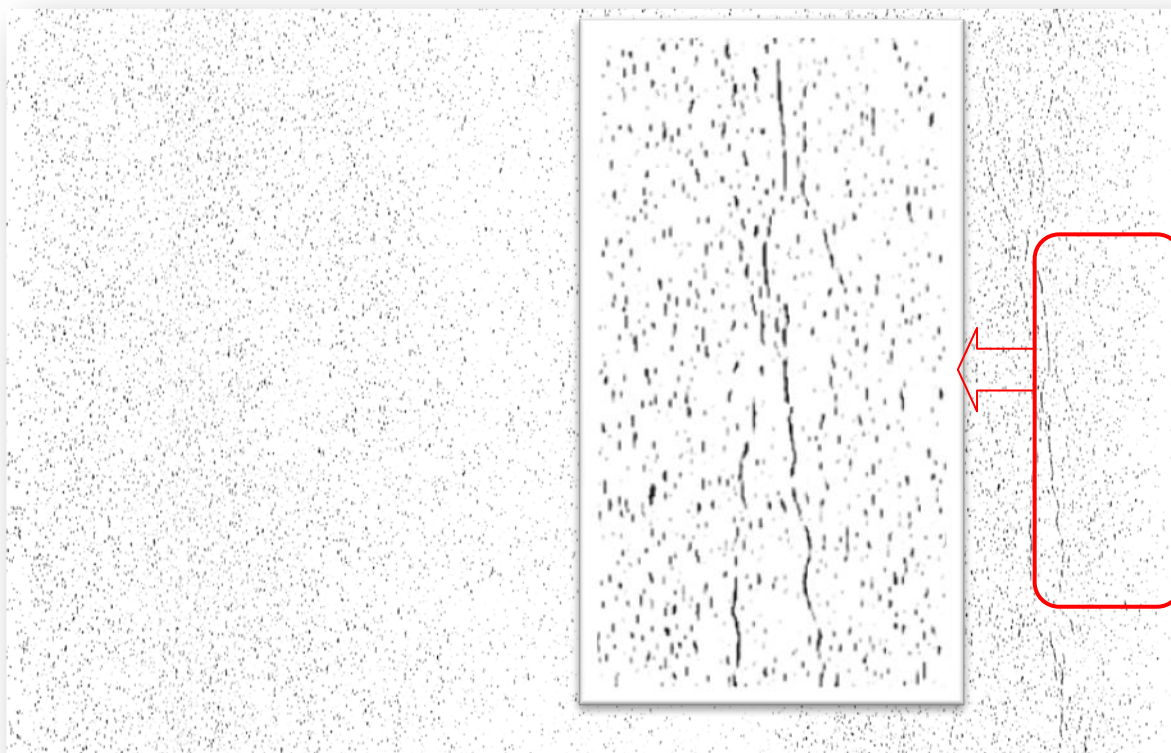
Systém LineScan obsahuje riadkovú kameru, ktorá má rozlíšenie **2048 px** a záber **3,5 m**. Z toho vyplýva, že veľkosť jedného pixlu je cca **2 mm**. Trhlina cca 4 mm je v obraze reprezentovaná 2, resp. 1 pixlom (obrázok 54). Pre úspešnú detekciu je to nedostačujúce.



Obrázok 54 Rozlíšenie LineScan

Pri tejto konfigurácii je veľmi náročné zistiť trhlinu zobrazenú na obrázku. Je možné nasadiť napr. „semienkový algoritmus“, ale pri daných podmienkach by úspešnosť nebola až tak optimistická. Pri trhlina pod 5mm je to nereálne. Už poruchu na obrázku (cca 5mm) je voľným okom veľmi ťažké rozpoznať.

Obrázok 55 ilustruje daný problém detekcie. Jedná sa o netriviálnu úlohu. To je dôvod, prečo „konvenčný“ algoritmus od firmy GE založený len na prahovaní nedosahoval uspokojivé výsledky.



Obrázok 55 Problém detekcie

Obrázok 55 bol získaný použitím vhodného filtra reprezentovaného konvolučnou maticou (pozri obrázok 56). Je zrejmé, že táto matica je vhodná len pre poruchy typu **Tpr**. Toto relatívne dobré riešenie funguje len pre jeden druh chýb a problém sa tým pádom rozpadá na niekoľko podproblémov. Z toho vyplýva, že detekcia musí byť rozhodne viacpriechodová. Otázkou je, čo zo sieťovými trhlinami. Samozrejme toto je jedno z možných riešení.

0	-1	2	4	-4
0	-1	2	4	-4
0	-1	2	4	-4
0	-1	2	4	-4
0	-1	2	4	-4

Obrázok 56 Konvolučná matica

Na zväžení je použitie ďalšieho zdroja informácií o povrchu vozovky ako doplnok 2D obrazu z LineScan. Navrhujeme použitie dát z profilografu.

Niektoré druhy porúch nie je možné detekovať bez dodatočnej informácie. V prvej fáze sme sa nebadali o klasifikácii porúch, len o percentuálnom vyjadrení poruchy v rámci definovaného úseku. Do budúca je dobré uvažovať aj o tejto alternatíve (spojení dát z LineScan a profilografu), pretože nám to umožní presnejšiu klasifikáciu a správnu detekciu. Ide predovšetkým o plošné javy, pri ktorých môžu byť plochy farebne sa odlišujúce od povrchu vozovky (asfaltové škvrny, dopravné značenie a pod.) označené ako poruchy typu výtlkov a deformácií. Podobný význam môže mať aj prepojenie s VIDEOCARom, v tomto prípade je však nutná dodatočná kontrola záznamov spracovateľom.

Keď to zhrnieme, pri stávajúcej konfigurácii LineScan je možné odhaliť trhliny, ktoré majú **minimálne 4mm** a viac. Pri krajnej hodnote je úspešnosť detekcie pomerne nízka aj keď sa použije sofistikovaný algoritmus. Zvýšenie robustnosti systému a rozšírenie klasifikácie na viacero druhov porúch vidíme v doplnení údajov z LineScanu o **údaje z profilografu, prípadne VIDEOCARu**. Problémom určite ostávajú tenké trhliny (priečne, pozdĺžne, sieťové), ktoré nie sú dobre rozpoznateľné z obrazu LineScan ani voľným okom.

9.2 Ponúkané úpravy zariadenia LineScan

9.2.1 Objektív

Výmenou objektívu docielime zvýšenie záberu kamery na **4m**. Pri stávajúcej kamere a jej rozlíšení zvýšime záber na úkor kvality, resp. veľkosti jedného pixlu. Táto úprava je bez výmeny kamery a svetelného systému bezpredmetná.

9.2.2 Výmena kamerového systému

Výmenou kamery za **UNICAM D2**, ktorá má rozlíšenie **5135 px** a záber **4 m**, sme schopní dosiahnuť veľkosť pixelu cca 1mm, čo je 4-násobné plošné zlepšenie, resp. 2-násobné zlepšenie v rámci riadku. Zvýšením počtu kamier je možné dosiahnuť cca 0,5mm. Samozrejme všetko je podriadené rýchlosti snímania - rýchlosťou vozidla. Tieto parametre platia pre rýchlosť do cca 10 m/s, čo je 36 km/h. Kamery je možné kombinovať a rôznymi zostavami kamier je možné dosiahnuť požadované parametre.



Obrázok 57 UNICAM D2

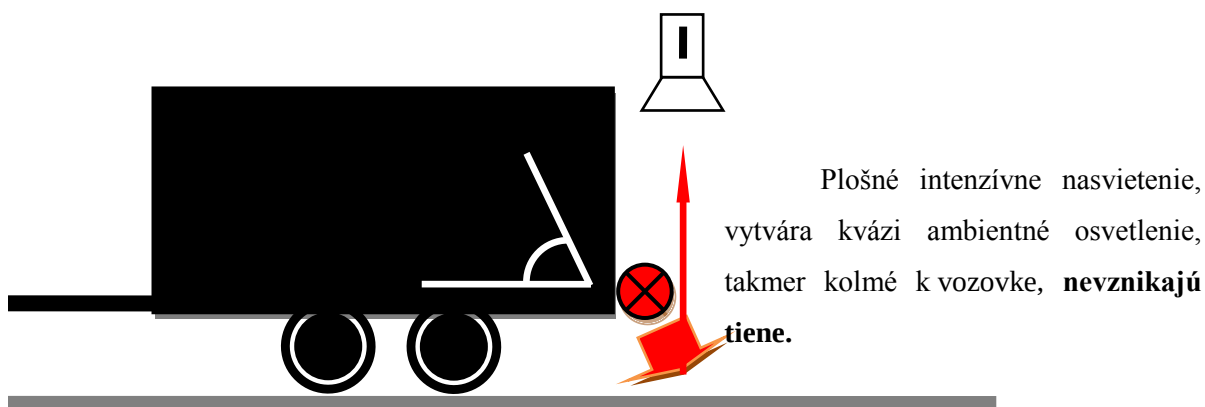
Tabuľka 10 Parametre UNICAM D2

CCD snímač		
	Rozlíšenie	5135
	Citlivosť	viditeľné a infračervené spektrum
Optika		
	Ohnisko	voliteľné
Snímanie		
Spracovanie signálu		
	Riadkové hodiny	11 kHz
	A/D prevodník	8 bit
Ovládanie		
	Trigger móde	externí nebo interní (software)
	Riadenie zisku	áno
	Riadenie offsetu	áno
	Sériové rozhraní	RS 232
	Sieťové rozhraní	Ethernet 1000 Mb/s
	Softwarový reset	áno
	Riadenie clony	áno
	Riadenie ostrenia	áno
	Riadenie zoomu	áno
Elektrické vlastnosti		
	Napájacie napätie	24 V
	Príkon	11 W (31 W s topením)
Vlastnosti kamerového krytu		
	Materiál	zliatina hliníku
	Farba	šedá, RAL 9002

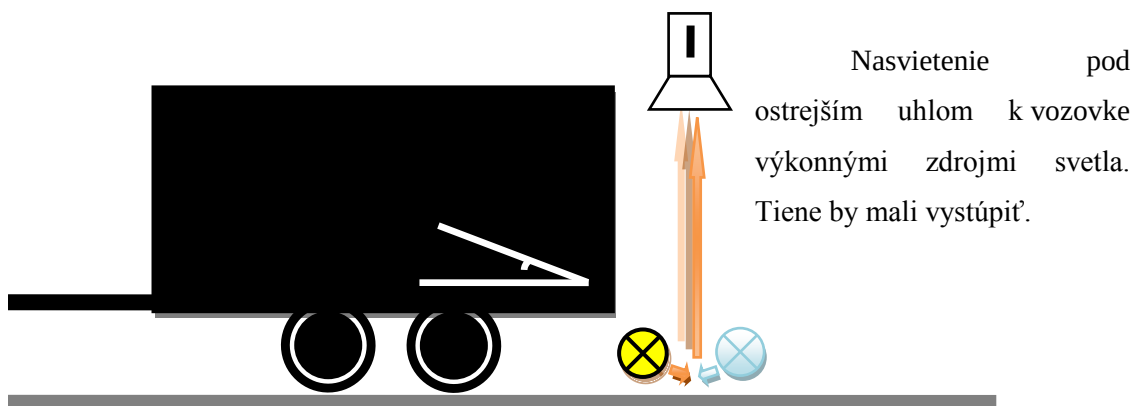
	Montáž	4 × M6
	Krytí	IP 65
	Pracovní teplota	- 20 °C ÷ + 50 °C
	Topení	20 W
Rozmery		
	Dĺžka	590 mm
	Výška	165 mm
	Šírka	160 mm
	Hmotnosť	8 kg

9.2.3 Osvetlenie

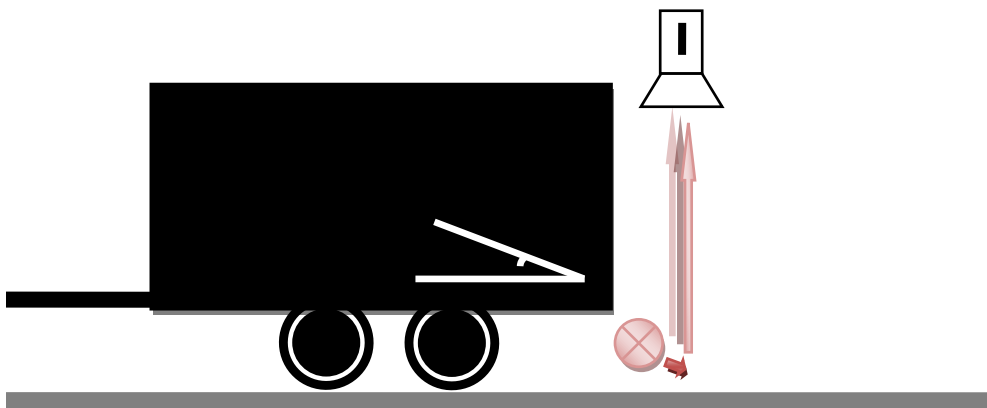
Pri výmene kamery je nutná aj úprava osvetlenia. Zvažujeme laborovanie s nastavením uhlu osvetlenia, prípadne zmena napr. na infra-spektrum. Po skúsenostiach z projektov vieme, že správnym osvetlením je možné dosiahnuť výrazné zlepšenie "kvality" obrazu pre následnú analýzu. Zlepší sa kontrast jemných trhlín, objavia sa tieňe, trhliny „vystúpia do popredia“ a zvýši sa ich detekcie-schopnosť. Zmena uhlu osvetlenia, zmena svetelného spektra (vlnovej dĺžky), použitie filtrov na kamere... Toto všetko môže výrazne zvýšiť kontrast danej poruchy.



Obrázok 58 Stávajúca konfigurácia difúzneho osvetlenia (red light)

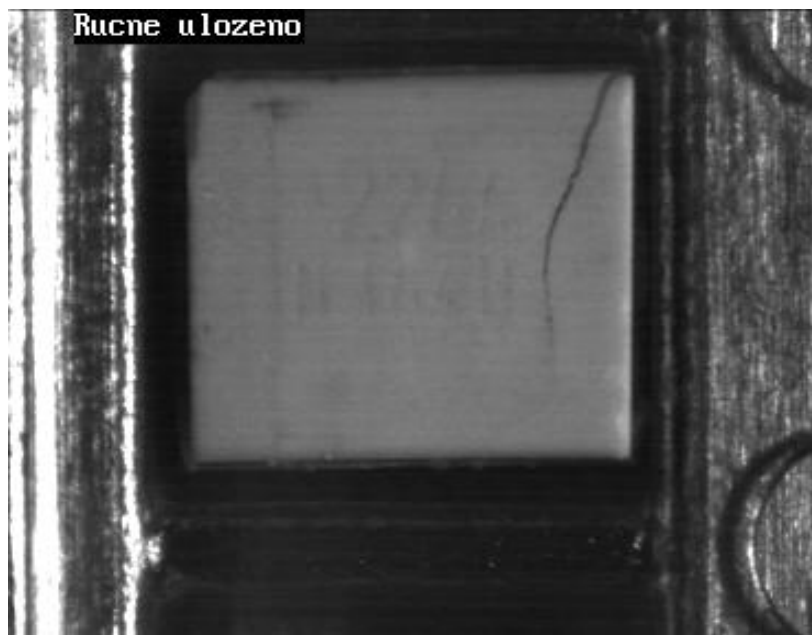


Obrázok 59 Úprava difúzneho osvetlenia 1

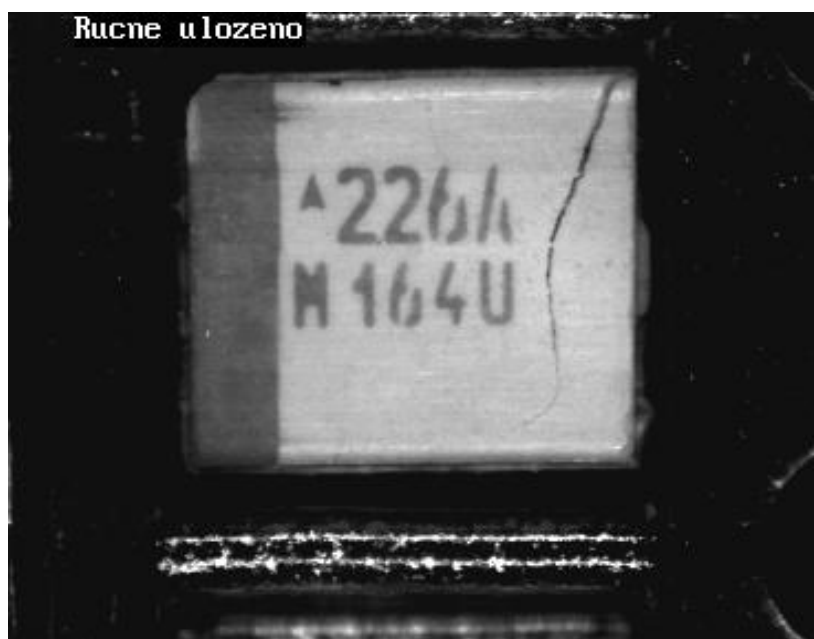


Obrázok 60 Úprava difúzneho osvetlenia 2 - IR spektrum

Obrázok 7 ukazuje úpravu osvetlenia na IR spektrum. Toto riešenie môžeme byť veľmi perspektívne, nakoľko IR svetlo môže zvýrazniť **povrchové a priestorové chyby**.



Obrázok 61 IR spektrum – vidieť len povrchovú chybu

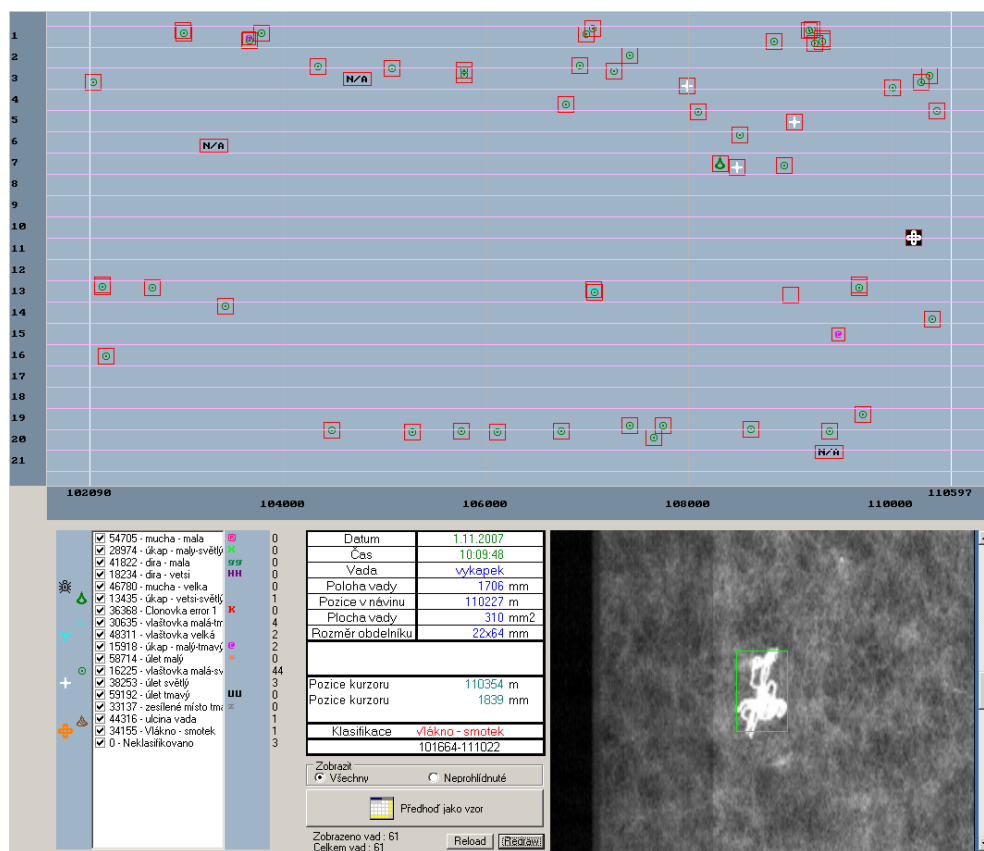


Obrázok 62 Viditeľné spektrum - vidieť aj popis

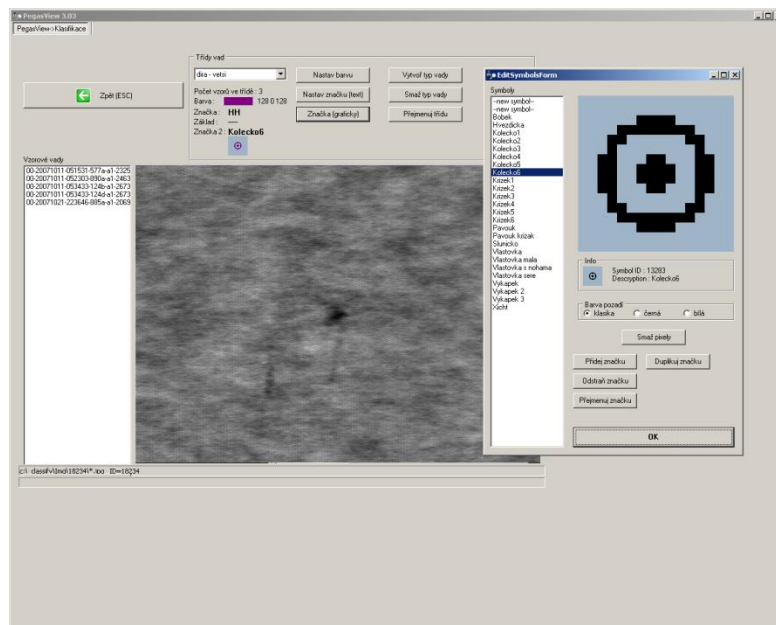
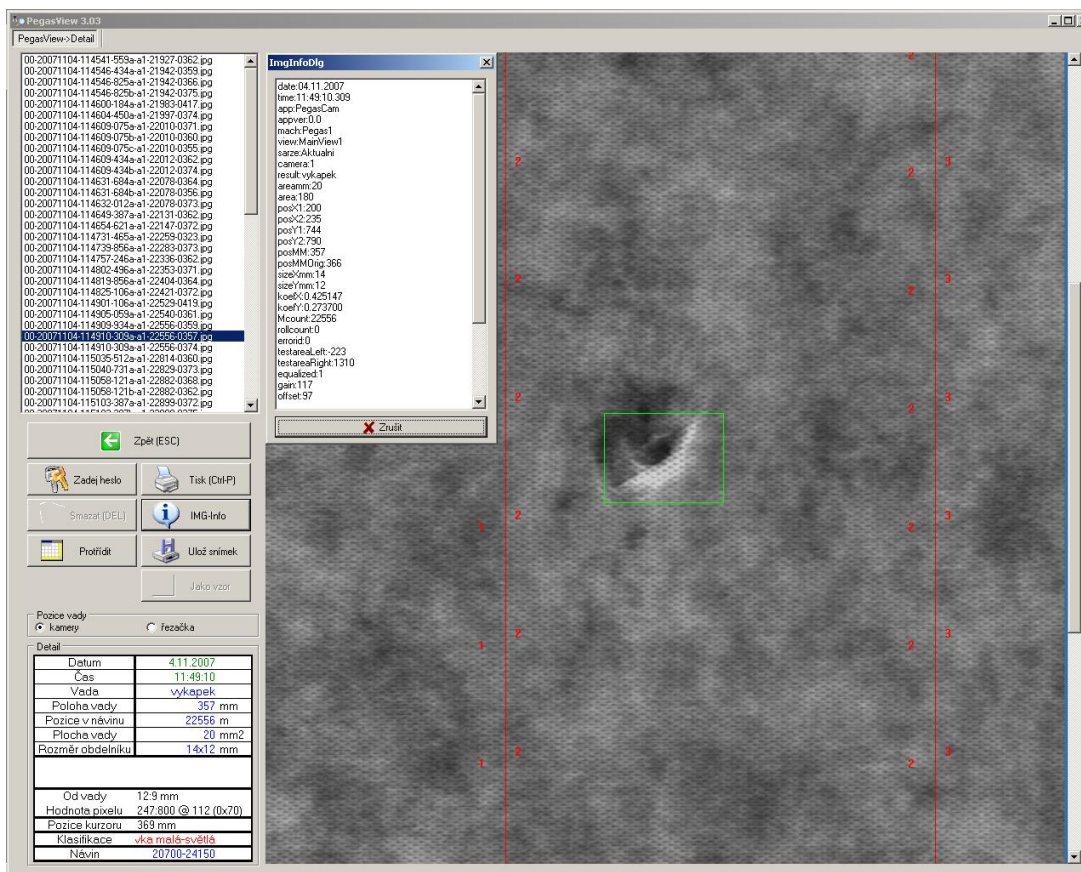
9.2.4 Formát výstupných dát, záloha

Navrhujeme zaviesť dva režimy. Pri počiatočnom testovaní a vývoji by softvér ukladal celú nasnímanú vozovku, aby bolo možné dodatočne skúmať a testovať funkčnosť algoritmu. V prípade prijateľných výsledkov sa jednoducho prepne na „ostrý režim“, kedy algoritmus vykonáva detekciu a klasifikáciu v reálnom čase a priamo pri snímaní ukladá len záujmové oblasti plus napr.

komprimovane okolie. Toto výrazne zníži objem výstupných dát a výsledok bude reálne použiteľný a archivovateľný v databáze.



Obrázok 63 Příklad výstupného rozhraní



Obrázok 64 Sledovaný detail

10 PRÍLOHA 3 VYHODNOTENIE MERANÍ ZARIADENÍM VIDEOCAR*Tabuľka 11 Cesta : I/11 CA/KNM*

dĺžka úseku: 700 m									
povrch vozovky: AB									
šírka pruhu: 3,95 m P (pravý)									
dátum záznamu: 4.12.2009									
číslo	staničenie	kódové	symbol	dĺžka	šírka	plocha	poruchy	opravy	IPSV
	(m)	číslo		(m)	(m)	(m ²)	(%)	(%)	
1	9,50	3	Ts	0,3	3,95	1,185	3,15	0,00	4,81
2	9,80	2	Tpr	1	3,95	3,950			
3	60,50	2	Tpr	1	3,95	3,950			
4	97,00	2	Tpr	1	3,95	3,950			
5	103,00	2	Tpr	1	3,95	3,950	3,08	0,00	4,81
6	134,50	2	Tpr	1	3,95	3,950			
7	171,50	3	Ts	0,15	3,95	0,593			
8	171,50	2	Tpr	1	3,95	3,950			
9	228,00	4	V			0,500	3,25	0,03	4,80
10	228,00	4	V			0,500			
11	228,00	6	O	0,05	3,95	0,198			
12	231,00	2	Tpr	1	3,95	3,950			
13	290,00	2	Tpr	1	3,95	3,950			
14	291,00	2	Tpr	1	3,95	3,950			
15	372,00	3	Ts	0,2	3,95	0,790	1,10	0,00	4,95
16	372,00	2	Tpr	1	3,95	3,950			
17	401,00	2	Tpr	1	3,95	3,950	3,10	0,00	4,81
18	430,80	2	Tpr	1	3,95	3,950			
19	488,00	3	Ts	0,2	3,95	0,790			
20	488,00	2	Tpr	1	3,95	3,950			
21	518,00	2	Tpr	1	3,95	3,950	4,01	0,00	4,75

22	518,50	2	Tpr	1	3,95	3,950			
23	544,00	4	V			0,500			
24	544,00	4	V			0,500			
25	589,50	2	Tpr	1	3,95	3,950			
26	594,00	4	V			0,500			
27	595,00	1	Tpo	2	1	2,000			
28	598,00	4	V			0,500			
29	600,00	1	Tpo	5	1	5,000	10,28	1,52	4,20
30	605,90	3	Ts	5	3,95	19,750			
31	632,00	3	Ts	10	3,95	39,500			
32	659,00	6	O	12	1	12,000			
33	671,00	2	Tpr	1	3,95	12,000			
		plocha	%						
	cesta	2765,00	100						
	opravy	6,10	0,22						
	poruchy	104,50	3,78			IPSV	4,75		

Tabuľka 12 Cesta : I/11 Brodno

dĺžka úseku: 1000 m									
povrch vozovky: AB+náter									
šírka pruhu: 4,016 m P (pravý)									
dátum záznamu: 4.12.2009									
číslo	staničenie	kódové	symbol	dĺžka	šírka	plocha	poruchy	opravy	IPSV
	(m)	číslo		(m)	(m)	(m ²)	(%)	(%)	
1	0,00	1	Tpo	5	1	5,000	2,25	0,00	4,87
2	8,70	2	Tpr	1	4,016	4,016			
3	172,00	2	Tpr	1	4,016	4,016	1,60	0,00	4,92
4	172,00	3	Ts	0,3	4,016	1,205			
5	417,00	2	Tpr	1	4,016	4,016	3,37	0,00	4,79

6	451,50	1	Tpo	5,5	1	5,500			
7	487,00	2	Tpr	1	4,016	4,016			
8	502,00	2	Tpr	1	4,016	4,016	1,00	0,00	4,96
9	634,00	2	Tpr	1	4,016	4,016	1,00	0,00	4,96
		plocha	%						
	cesta	4016,00	100						
	opravy	0,00	0,00						
	poruchy	37,01	0,92		IPSV	4,965			

Tabuľka 13 Cesta : II/507Divinka

dĺžka úseku: 1326 m									
povrch vozovky: AB									
šírka pruhu: 3,1 m P (pravý)									
dátum záznamu : 4.12.2009									
číslo	staničenie	kódové	symbol	dĺžka	šírka	plocha	poruchy	opravy	IPSV
	(m)	číslo		(m)	(m)	(m ²)	(%)	(%)	
1	33,50	1	Tpo	1	1	1,000	1,65	0,00	4,91
2	90,00	4	Pis			1,000			
3	98,00	3	Ts	2	3,1	6,200			
4	100,00	3	Ts	7	3,1	21,700	8,02	0,50	4,43
5	123,00	1	Tov	3	1	3,000			
6	137,00	6	O	1	3,1	3,100			
7	187,00	1	Tov	11	1	11,000			
8	206,00	1	Tpo	5	1	5,000	11,36	0,00	4,23
9	206,00	3	Ts	15,5	3,1	48,050			
10	221,50	2	Tpr	1	3,1	3,100			
11	289,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
12	302,00	1	Tpo	2	1	2,000	39,10	1,00	2,22
13	314,00	3	Pr	63	3,1	195,300			

14	377,00	1	Tov	20	1	20,000			
15	397,00	3	Pr	1	3,1	3,100			
16	398,00	6	O	2	3,1	6,200			
17	400,00	6	O	3	3,1	9,300	26,79	4,50	2,84
18	403,00	3	Pr	12	3,1	37,200			
19	410,00	1	Tpo	20	1	20,000			
20	415,00	6	O	6	3,1	18,600			
21	419,00	1	Tov	15	1	15,000	26,79	4,50	2,84
22	434,00	3	Pr	11	3,1	34,100			
23	445,00	3	Ts	8	3,1	24,800			
24	546,00	3	Pr	1	3,1	3,100	20,11	0,00	3,62
25	547,00	1	Tov	50	1	50,000			
26	560,00	1	Tpo	1	1	1,000			
27	561,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
28	562,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
29	563,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
30	563,00	4	V			0,500			
31	604,00	1	Tpo	0,5	1	0,500	30,77	0,00	2,88
32	608,00	1	Tpo	10	1	10,000			
33	620,00	1	Tpo	1	1	1,000			
34	624,00	1	Tpo	0,5	1	0,500			
35	628,00	1	Tov	2	1	2,000			
36	631,00	1	Tpo	20	1	20,000			
37	652,00	1	Tpo	2	1	2,000			
38	656,00	1	Tpo	19	1	19,000			
39	656,00	1	Tpo	26	1	26,000			
40	686,00	3	Ts	8	3,1	24,800			
41	694,00	1	Tpo	2	1	2,000	43,58	0,00	1,98
42	700,00	1	Tpo	5	1	5,000			
43	705,00	3	Ts	5	3,1	15,500			
44	732,00	1	Tpo	1	1	1,000			

45	732,00	3	Ts	2	3,1	6,200			
46	739,00	3	Ts	10	3,1	31,000			
47	750,00	1	Tpo	18	1	18,000			
48	750,00	1	Tpo	18	1	18,000			
49	750,00	1	Tpo	18	1	18,000			
50	750,00	1	Tpo	18	1	18,000			
51	774,00	1	Tpo	20	1	20,000			
52	790,00	1	Tpo	3	1	3,000			
53	793,00	3	Ts	5	3,1	15,500			
54	800,00	1	Tpo	10	1	10,000	19,16	0,80	3,63
55	820,00	1	Tpo	4	1	4,000			
56	838,00	3	Ts	2,5	3,1	7,750			
57	839,00	1	Tpo	5	1	5,000			
58	846,00	3	Ts	4	3,1	12,400			
59	869,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
60	869,00	3	Ts	19	3,1	58,900			
61	882,00	4	V			0,500			
62	885,00	6	O	0,3	3,1	0,930			
63	888,00	6	O	0,3	3,1	0,930			
64	889,00	4	V			0,500			
65	893,00	1	Tpo	1	1	1,000			
66	893,00	6	O	1	3,1	3,100			
67	893,00	5	Kov	0,5	3,1	1,550			
68	900,00	1	Tpo	4	1	4,000	11,35	0,50	4,20
69	905,00	1	Tpo	1	1	1,000			
70	908,00	3	Ts	60	3,1	186,000	11,35	0,50	4,20
71	908,00	6	O	1	3,1	3,100			
72	968,00	2	Ts	1	3,1	3,100			
73	970,00	4	V			0,500			
74	982,00	1	Tpo	6	1	6,000			
75	986,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			

76	986,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
77	992,00	3	Ts	8	3,1	24,800			
78	992,00	1	Tpo	2	1	2,000			
79	1000,00	3	Ts	56	3,1	173,600	47,34	0,00	1,72
80	1000,00	3	Pr	5	3,1	15,500			
81	1022,00	1	Tpo	2	1	2,000			
82	1032,00	4	V			0,500			
83	1037,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
84	1037,00	1	Tpo	3	1	3,000			
85	1045,00	1	Tpo	1	1	1,000			
86	1063,00	1	Tpo	16	1	16,000			
87	1070,00	4	Pis			1,000			
88	1071,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
89	1075,00	1	Tpo	2	1	2,000			
90	1079,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
91	1081,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
92	1083,00	1	Tpo	4	1	4,000			
93	1087,00	1	Tpo	1	1	1,000			
94	1087,00	3	Ts	5	3,1	15,500			
95	1099,00	3	Pr	1	3,1	3,100			
96	1100,00	3	Pr	38	3,1	117,800	52,56	3,23	1,12
97	1100,00	2	Tpo	1	3,1	3,100			
98	1100,00	2	Tpo	1	3,1	3,100			
99	1100,00	2	Tpo	1	3,1	3,100			
100	1100,00	2	Tpo	1	3,1	3,100			
101	1138,00	3	Ts	46	3,1	142,600			
102	1153,00	6	O	7	3,1	20,000			
103	1162,00	4	V			0,500			
104	1162,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
105	1164,00	3	Ts	2	3,1	6,200			
106	1167,00	1	Tpo	3	1	3,000			

107	1170,00	2	Tpr	1	3,1	3,100			
108	1194,00	1	Tpo	6	1	6,000			
109	1199,00	3	Ts	1	3,1	3,100			
110	1200,00	2	Tpr	1	3,1	3,100	1,97	0,00	4,89
111	1201,00	1	Tpo	2	1	2,000			
112	1210,00	1	Tpo	1	1	1,000			
		plocha	%						
	cesta	4110,60	100						
	opravy	32,63	0,79						
	poruchy	1070,68	26,05		IPSV	3,151			

Tabuľka 14 Cesta : II/507Považský Chlmec

dĺžka úseku: 1323 m									
povrch vozovky: AB									
šírka pruhu 3,36 m P (pravý)									
dátum záznamu: 4.12.2009									
číslo	staničenie	kódové	symbol	dĺžka	šírka	plocha	poruchy	opravy	IPSV
	(m)	číslo		(m)	(m)	(m ²)	(%)	(%)	
1	89,00	1	Tpo	1	1	1,000	0,30	0,00	5,01
2	101,00	3	Ts	5	3,36	16,800	10,35	1,00	4,24
3	119,00	2	Tpr	1	3,36	3,360			
4	122,00	1	Tpo	2	1	2,000			
5	129,00	1	Tpo	4	1	4,000			
6	134,00	6	O	2	3,36	6,720			
7	138,00	1	Tpo	1	1	1,000			
8	145,00	1	Tpo	4	1	4,000			
9	155,00	1	Tpo	2	1	2,000			
10	159,00	1	Tpo	4	1	4,000			
11	161,00	1	Tpo	1	1	1,000			

12	164,00	1	Tpo	1	1	1,000			
13	165,00	1	Tpo	1	1	1,000			
14	170,00	1	Tpo	3	1	3,000			
15	243,00	1	Tpo	2	1	2,000	3,87	0,00	4,76
16	248,00	1	Tpo	3	1	3,000			
17	292,00	1	Tpo	4	1	4,000			
18	292,00	1	Tpo	4	1	4,000			
19	303,00	1	Tpo	1	1	1,000	5,67	2,98	4,43
20	308,00	1	Tpo	10	1	10,000			
21	328,00	1	Tpo	1	1	1,000			
22	320,00	6	O	80	3,36	20,000			
23	344,00	3	Pr	1	3,36	3,360			
24	361,00	1	Tpo	1	1	1,000			
25	361,00	1	Tpo	1	1	1,000			
26	384,00	3	Ts	2	3,36	6,720	5,32	11,90	3,82
28	410,00	1	Tpo	14,5	1	14,500			
29	410,00	6	O	38	3,36	20,000			
30	448,00	6	O	10	3,36	20,000			
31	458,00	2	Tpr	1	3,36	3,360			
32	458,00	6	O	20	3,36	20,000			
33	478,00	6	O	28	3,36	20,000			
35	534,00	6	O	19	3,36	20,000	0,00	6,95	4,54
36	553,00	6	O	2	3,36	6,720			
37	555,00	6	O	45	3,36	20,000			
39	634,00	6	O	1	3,36	3,360	0,00	9,45	4,37
40	635,00	6	O	13	3,36	20,000			
41	648,00	6	O	1	3,36	3,360			
42	649,00	6	O	46	3,36	20,000			
43	695,00	6	O	1	3,36	3,360			
44	996,00	6	O	4	3,36	13,440			

46	721,50	2	Tpr	1	3,36	3,360	1,00	0,00	4,96
47	833,00	1	Tov	17	1	17,000	6,06	0,75	4,55
48	850,00	2	Tpr	1	3,36	3,360			
49	854,00	6	O	1,5	3,36	5,040	6,06	0,75	4,55
50	1033,00	2	Tpr	1	3,36	3,360	1,15	0,00	4,95
51	1012,00	4	V			0,500			
52	1107,00	2	Tpr	1	3,36	3,360	22,03	2,98	3,28
53	1107,00	4	V			0,500			
54	1137,00	1	Tov	3	1	3,000			
55	1148,00	3	Ts	35	3,36	117,600			
56	1148,00	6	O	35	3,36	20,000			
57	1185,00	2	Tpr	1	3,36	3,360			
58	1187,00	1	Tpo	5	1	5,000			
59	1206,00	1	Tpo	1	1	1,000	10,10	0,00	4,32
60	1229,00	1	Tpo	1	1	1,000			
61	1233,00	3	Ts	10	3,36	33,600			
62	1243,00	3	Pr	4	3,36	13,440			
63	1247,00	2	Tpr	1	3,36	3,360			
64	1255,00	3	Ts	1	3,36	3,360			
65	1255,00	2	Tpr	1	3,36	3,360			
66	1322,00	2	Tpr	1	3,36	3,360	1,00	0,00	4,96
		plocha	%						
	cesta	4445,28	100						
	opravy	121,00	2,72						
	poruchy	224,54	5,05		IPSV	4,486			

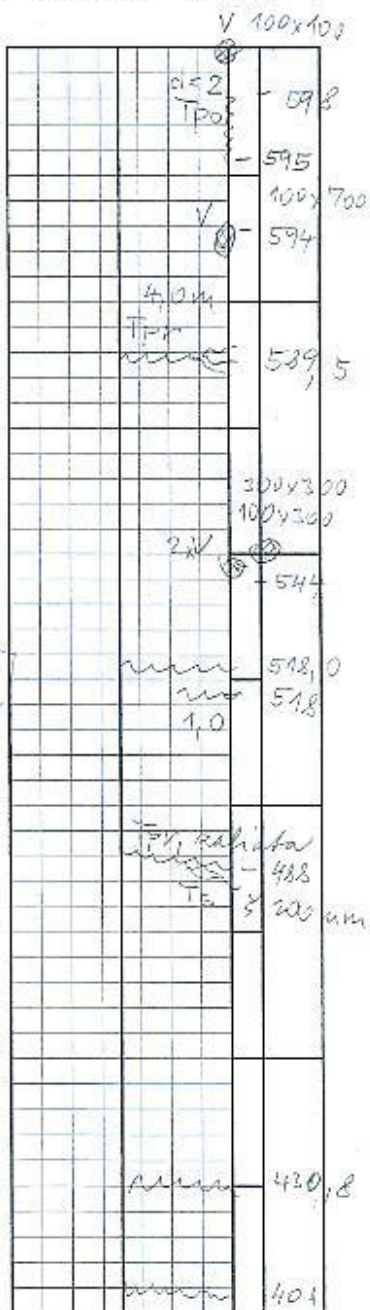
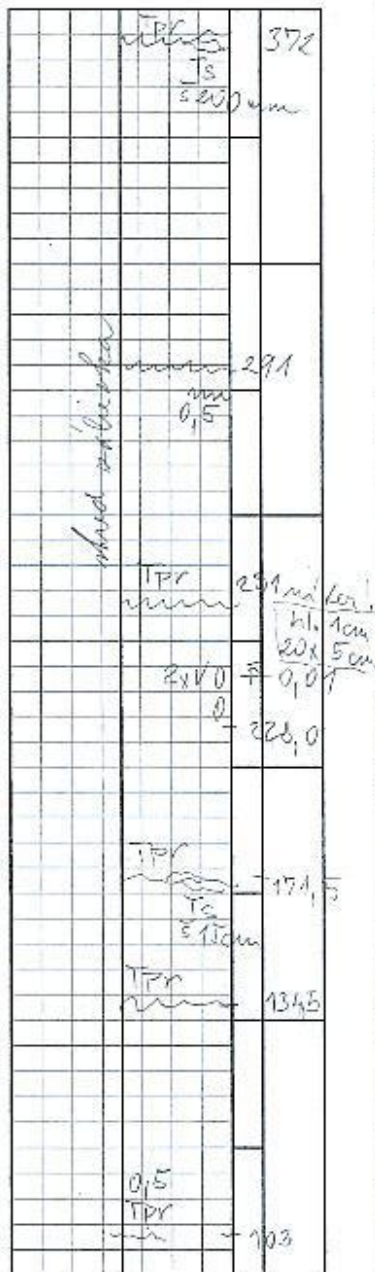
11 PRÍLOHA 4 GRAFICKÉ ZÁZNAMY Z VIZUÁLNYCH PREHLIADOK

ZÁZNAM PORÚCH Z PODROBNEJ VIZUÁLNEJ PREHLIADKY

Ulica/Cesta:	1/11 CA/KNM
Začiatok:	hls skvcsn
Koniec:	
Dĺžka:	790 m

Povrch vozovky:	A5
Šírka medzi obrub.: 102,7 mm	
Šírka chod. vpravo:	1395
Šírka chod. vľavo:	470

Dátum záz.:	4.12.09
List č.:	1
Listov celkom:	2
Spracoval:	J.D.

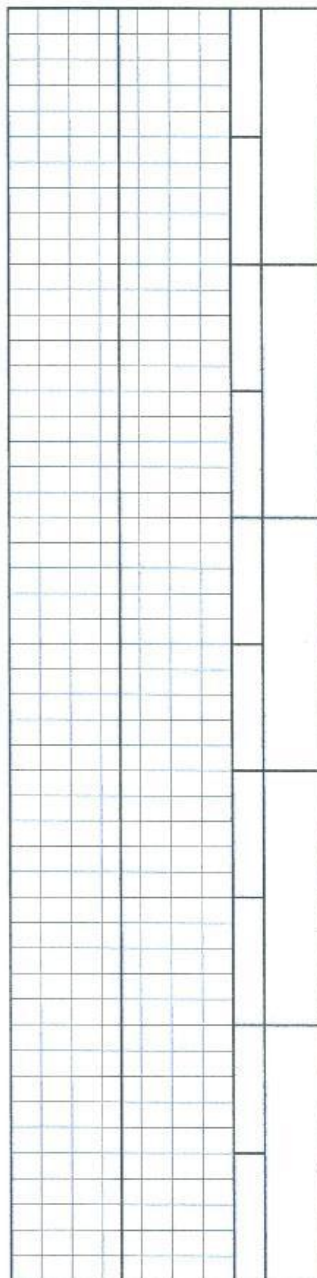
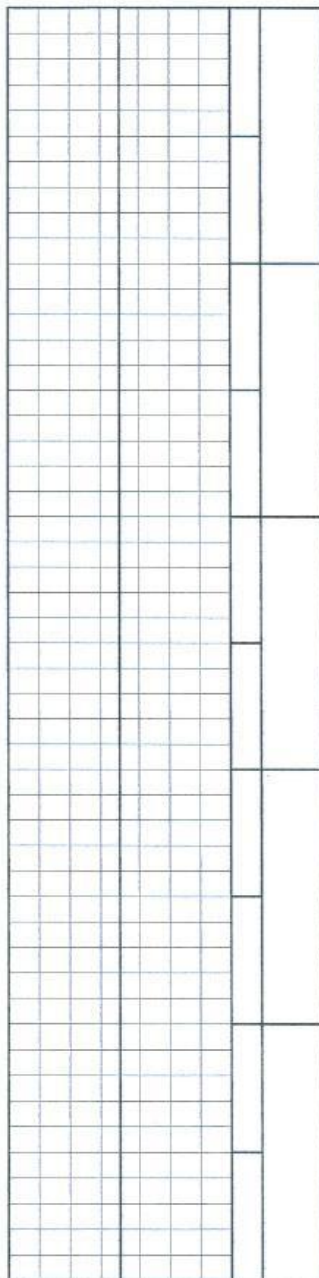


ZÁZNAM PORÚCH Z PODROBNEJ VIZUÁLNEJ PREHLIADKY

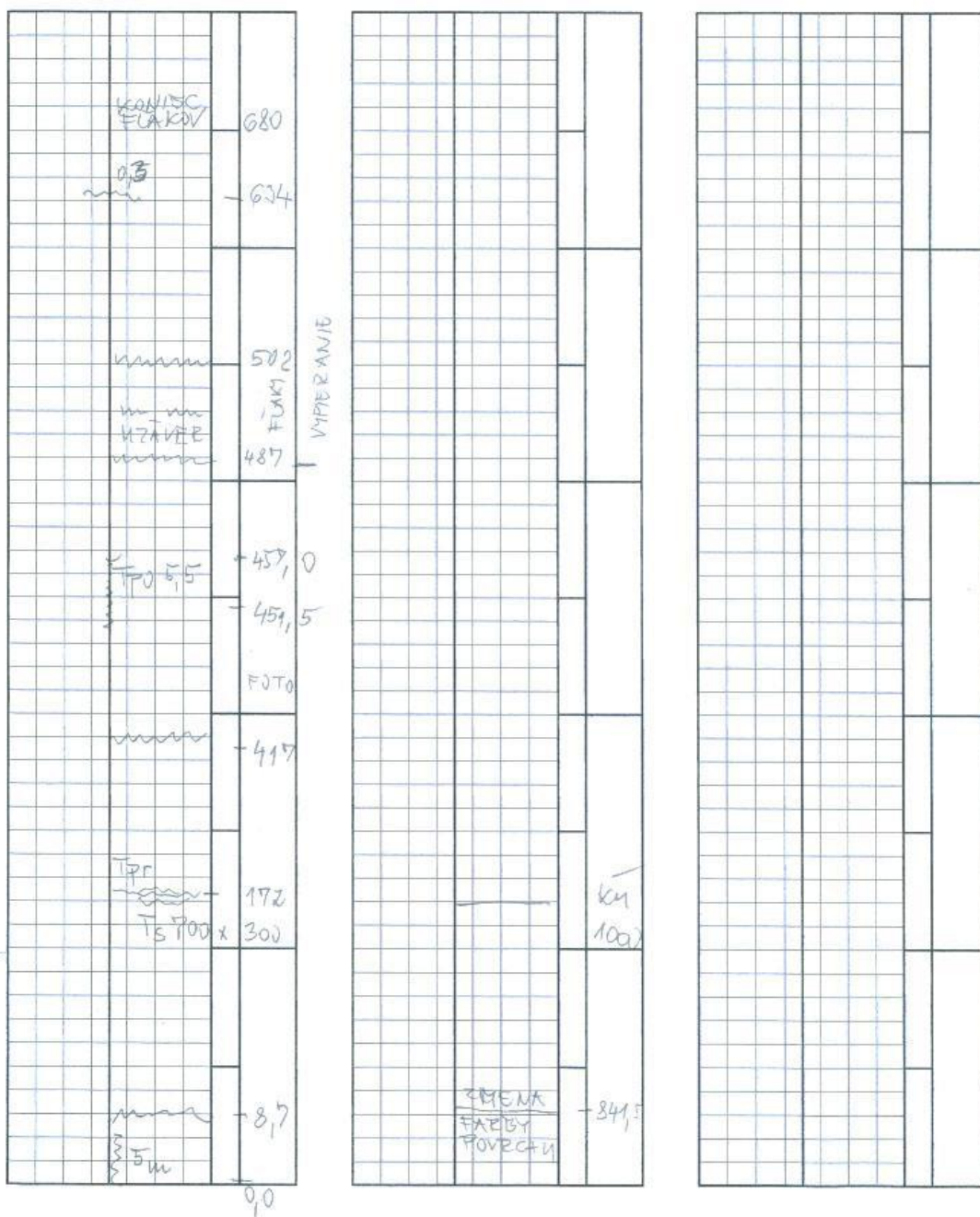
Ulica/Cesta:	1/11 CA/KNM
Začiatok:	hr. OKF.
Koniec:	1
Dĺžka:	200 m

Povrch vozovky:	AB
Šírka medzi obrub.:	3,95
Šírka chod. vpravo:	-
Šírka chod. vľavo:	-

Dátum záz.:	4.11.09
List č.:	2
Listov celkom:	2
Spracoval:	B. D.



Dátum záz.:	4. 11. 09
List č.:	1
Listov celkom:	1
Spracoval:	L. B.



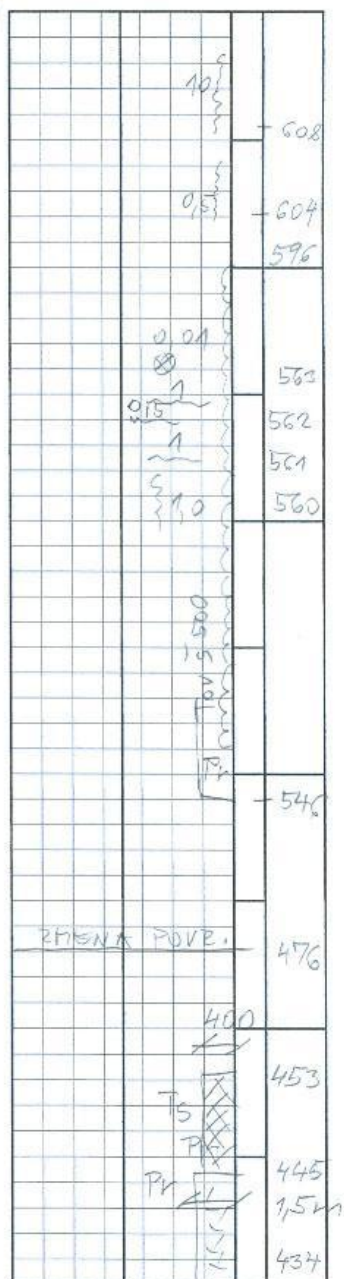
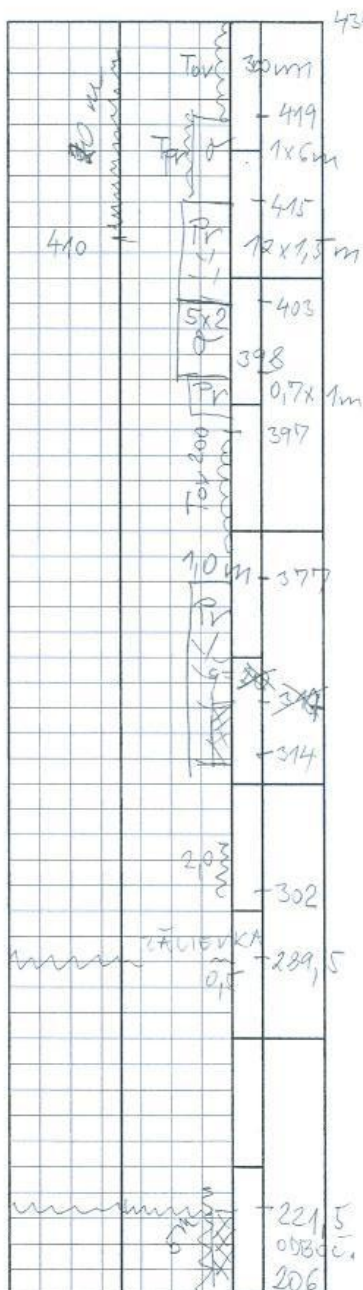
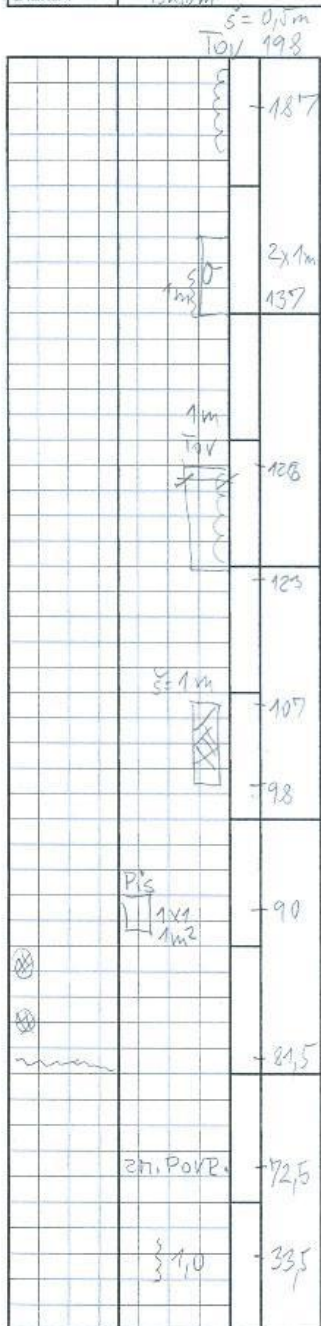
192-193
(6d60ehangam) POLUSIE - 2000000

ZÁZNAM PORÚCH Z PODROBNEJ VIZUÁLNEJ PREHLIADKY

Ulica/Cesta	11/507
Začiatok	odb. EUDINKA
Koniec	159 HOLDING
Dĺžka	1386m

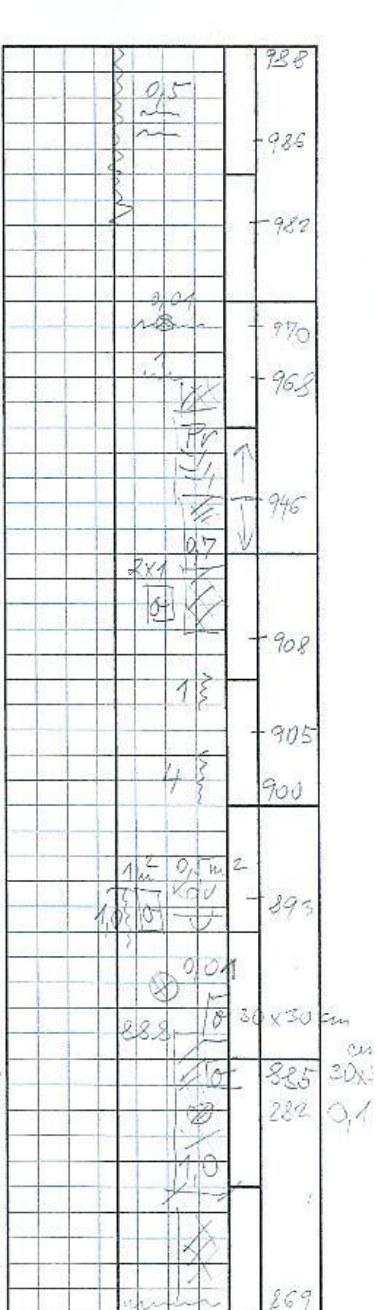
Povrch vozovky	AB
Šírka medzi obrub.	3,1
Šírka chod. vpravo	
Šírka chod. vľavo	smern

Dátum záz.	4.12.09
List č.	1
Listov celkom	3
Spracoval	D.D.

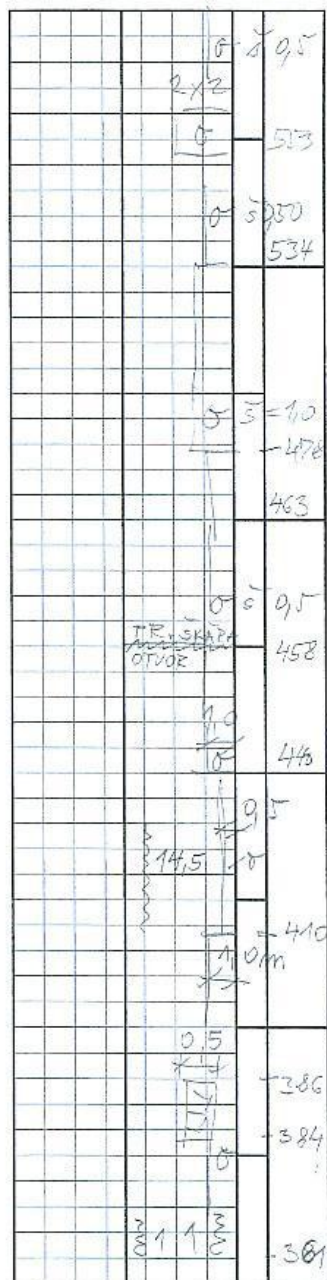


Ulica/Cesta :	11/507	Povrch vozovky :	AB	Dátum záz. :	4.12.09
Začiatok :	odB, RUDINKA	Šírka medzi obrub.:	3,1m z PEKAT	List č. :	2
Koniec :	189 HOLDING	Šírka chod. vpravo		Listov celkom :	3
Dĺžka :	1326m	Šírka chod. vľavo :	SHER 1	Spracoval :	D.DV

Dátum záz. :	4.12.09
List č. :	2
Listov celkom :	3
Spracoval :	D.D.



Dátum záz. :	4. 12. 09
List č. :	1
Listov celkom :	2
Spracoval :	P. D.



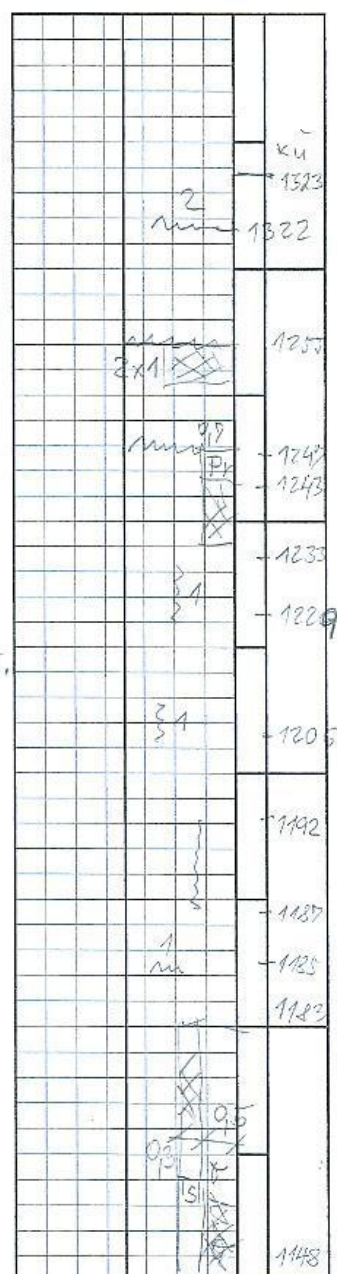
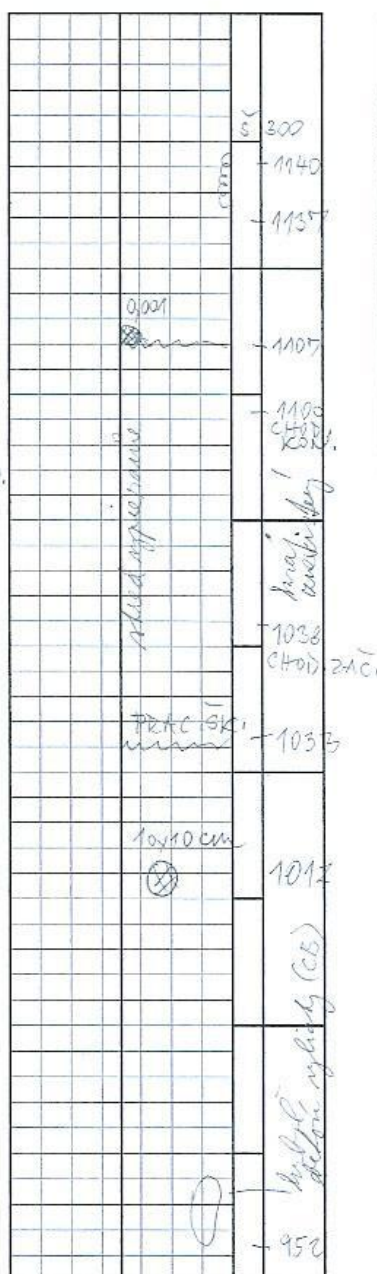
POPEI CHOJ, NĀNOS HLINŦ

ZÁZNAM PORÚCH Z PODROBNEJ VIZUÁLNEJ PREHLIADKY

Ulica/Cesta	11/817 POK. CALTEC
Začiatok	159 HOLDING
Koniec	KR. 800. ENBILUKA
Dĺžka	1323 m

Povrch vozovky	AB
Šírka medzi obrub.	3,36 JAZ. PCH
Šírka chod. vpravo	
Šírka chod. vľavo	SMER 2

Dátum záz.	4.12.09
List č.	2
Listov celkom	2
Spracoval	D. D.



12 PRÍLOHA 5 ZÁZNAM HODNOTENIA UCI

Záznam eviduje hodnotenie parametra UCI na úseku, ktorý bol použitý pre merania opakovateľnosti zariadenia LineScan na ceste II/507 v obci Považský Chlmec.

Meter	Start Line	End Line	Distance	UCI value	Meter	Start Line	End Line	Distance	UCI value
809	473380	473964	25217	4.0	854	499712	500296	25270	1.7
810	473965	474549	25219	0.0	855	500297	500881	25272	0.6
811	474550	475135	25219	0.0	856	500882	501466	25272	6.3
812	475136	475720	25221	0.0	857	501467	502051	25273	0.0
813	475721	476305	25222	3.4	858	502052	502636	25275	0.0
814	476306	476890	25223	0.6	859	502637	503221	25276	0.0
815	476891	477475	25225	0.0	860	503222	503807	25277	0.0
816	477476	478060	25226	1.7	861	503808	504392	25278	1.4
817	478061	478645	25227	1.1	862	504393	504977	25279	0.0
818	478646	479231	25228	0.0	863	504978	505562	25281	0.0
819	479232	479816	25229	3.4	864	505563	506147	25282	1.1
820	479817	480401	25230	5.7	865	506148	506732	25283	0.0
821	480402	480986	25231	2.0	866	506733	507317	25284	0.0
822	480987	481571	25232	0.0	867	507318	507903	25285	0.0
823	481572	482156	25234	2.9	868	507904	508488	25287	0.0
824	482157	482741	25235	1.4	869	508489	509073	25287	0.0
825	482742	483327	25235	0.6	870	509074	509658	25288	0.0
826	483328	483912	25237	3.4	871	509659	510243	25290	1.7
827	483913	484497	25238	2.0	872	510244	510828	25291	4.0
828	484498	485082	25239	0.0	873	510829	511413	25292	0.0
829	485083	485667	25241	0.0	874	511414	511999	25293	0.0
830	485668	486252	25241	4.0	875	512000	512584	25294	0.0
831	486253	486837	25243	4.0	876	512585	513169	25295	1.7
832	486838	487423	25244	5.1	877	513170	513754	25297	1.1
833	487424	488008	25245	3.1	878	513755	514339	25298	0.0
834	488009	488593	25246	1.4	879	514340	514924	25300	3.7
835	488594	489178	25248	0.0	880	514925	515509	25300	1.7
836	489179	489763	25249	0.0	881	515510	516095	25301	2.3
837	489764	490348	25250	0.0	882	516096	516680	25303	1.1
838	490349	490933	25251	1.7	883	516681	517265	25304	1.1
839	490934	491519	25253	2.6	884	517266	517850	25305	0.0
840	491520	492104	25254	3.4	885	517851	518435	25306	0.3
841	492105	492689	25255	0.0	886	518436	519020	25307	0.0
842	492690	493274	25256	0.0	887	519021	519605	25309	0.0
843	493275	493859	25258	0.0	888	519606	520191	25309	0.0
844	493860	494444	25259	0.0	889	520192	520776	25311	0.0
845	494445	495029	25259	0.0	890	520777	521361	25312	0.0
846	495030	495615	25260	0.0	891	521362	521946	25313	0.0
847	495616	496200	25262	2.9	892	521947	522531	25314	2.0
848	496201	496785	25263	0.0	893	522532	523116	25316	0.9
849	496786	497370	25264	0.0	894	523117	523701	25317	1.1
850	497371	497955	25265	0.0	895	523702	524287	25318	0.0
851	497956	498540	25266	0.0	896	524288	524872	25319	1.4
852	498541	499125	25268	0.0	897	524873	525457	25320	0.9

853	499126	499711	25269	0.0	898	525458	526042	25321	0.0
899	578706	579290	25427	7.1	1034	605037	605621	25480	0.9
990	579291	579875	25429	1.1	1035	605622	606207	25482	0.0
991	579876	580460	25430	1.7	1036	606208	606792	25483	0.0
992	580461	581045	25431	2.0	1037	606793	607377	25484	0.0
993	581046	581631	25433	2.9	1038	607378	607962	25485	0.0
994	581632	582216	25434	5.4	1039	607963	608547	25486	0.6
995	582217	582801	25435	2.6	1040	608548	609132	25488	0.0
996	582802	583386	25436	2.0	1041	609133	609717	25489	0.0
997	583387	583971	25437	0.0	1042	609718	610303	25490	0.0
998	583972	584556	25438	0.0	1043	610304	610888	25491	0.0
999	584557	585141	25440	0.9	1044	610889	611473	25492	0.0
1000	585142	585727	25441	0.0	1045	611474	612058	25493	0.0
1001	585728	586312	25442	1.1	1046	612059	612643	25495	1.7
1002	586313	586897	25443	2.0	1047	612644	613228	25495	0.0
1003	586898	587482	25444	2.6	1048	613229	613813	25497	0.0
1004	587483	588067	25445	2.0	1049	613814	614399	25498	0.0
1005	588068	588652	25447	0.0	1050	614400	614984	25499	1.1
1006	588653	589237	25448	0.0	1051	614985	615569	25501	0.0
1007	589238	589823	25449	0.0	1052	615570	616154	25501	0.0
1008	589824	590408	25450	0.0	1053	616155	616739	25503	0.0
1009	590409	590993	25452	0.0	1054	616740	617324	25504	0.6
1010	590994	591578	25452	0.0	1055	617325	617909	25505	0.0
1011	591579	592163	25454	1.4	1056	617910	618495	25506	0.6
1012	592164	592748	25455	3.1	1057	618496	619080	25508	0.0
1013	592749	593333	25455	0.0	1058	619081	619665	25509	0.6
1014	593334	593919	25457	0.0	1059	619666	620250	25510	1.7
1015	593920	594504	25458	0.0	1060	620251	620835	25511	1.1
1016	594505	595089	25459	0.0	1061	620836	621420	25512	4.0
1017	595090	595674	25461	0.9	1062	621421	622005	25514	2.9
1018	595675	596259	25462	0.0	1063	622006	622591	25515	2.9
1019	596260	596844	25463	0.0	1064	622592	623176	25515	1.1
1020	596845	597429	25464	0.0	1065	623177	623761	25518	0.0
1021	597430	598015	25465	0.9	1066	623762	624346	25518	0.9
1022	598016	598600	25467	0.9	1067	624347	624931	25519	0.0
1023	598601	599185	25468	2.6	1068	624932	625516	25520	1.1
1024	599186	599770	25469	4.0	1069	625517	626101	25521	2.9
1025	599771	600355	25470	5.7	1070	626102	626687	25523	5.7
1026	600356	600940	25471	1.4	1071	626688	627272	25524	4.6
1027	600941	601525	25472	0.0	1072	627273	627857	25525	0.0
1028	601526	602111	25474	1.1	1073	627858	628442	25526	2.0
1029	602112	602696	25475	5.4	1074	628443	629027	25528	0.3
1030	602697	603281	25475	10.3	1075	629028	629612	25529	3.1
1031	603282	603866	25477	2.6	1076	629613	630197	25529	2.3
1032	603867	604451	25478	0.0	1077	630198	630783	25531	3.1
1033	604452	605036	25479	0.0	1078	630784	631368	25532	0.0

1079	631369	631953	25533	0.6	1124	657700	658284	25586	0.0
1080	631954	632538	25534	0.0	1125	658285	658869	25587	0.0
1081	632539	633123	25535	2.6	1126	658870	659455	25588	0.0
1082	633124	633708	25537	0.0	1127	659456	660040	25589	1.4
1083	633709	634293	25538	0.0	1128	660041	660625	25591	0.0
1084	634294	634879	25539	0.9	1129	660626	661210	25592	0.0
1085	634880	635464	25540	2.9	1130	661211	661795	25593	1.4
1086	635465	636049	25542	2.3	1131	661796	662380	25594	2.3
1087	636050	636634	25542	2.0	1132	662381	662965	25596	2.6
1088	636635	637219	25544	0.0	1133	662966	663551	25597	1.4
1089	637220	637804	25545	0.9	1134	663552	664136	25597	0.0
1090	637805	638389	25546	0.0	1135	664137	664721	25599	0.0
1091	638390	638975	25547	0.9	1136	664722	665306	25600	0.0
1092	638976	639560	25549	0.0	1137	665307	665891	25601	0.0
1093	639561	640145	25549	2.6	1138	665892	666476	25602	1.4
1094	640146	640730	25551	3.4	1139	666477	667061	25603	0.0
1095	640731	641315	25552	2.9	1140	667062	667647	25605	0.0
1096	641316	641900	25553	2.0	1141	667648	668232	25606	0.0
1097	641901	642485	25554	0.0	1142	668233	668817	25607	1.1
1098	642486	643071	25555	0.6	1143	668818	669402	25608	0.0
1099	643072	643656	25557	0.0	1144	669403	669987	25609	1.1
1100	643657	644241	25558	0.0	1145	669988	670572	25610	0.0
1101	644242	644826	25559	0.0	1146	670573	671157	25612	0.0
1102	644827	645411	25560	5.1	1147	671158	671743	25612	2.0
1103	645412	645996	25561	5.1	1148	671744	672328	25614	2.0
1104	645997	646581	25563	5.7	1149	672329	672913	25615	4.3
1105	646582	647167	25564	4.6	1150	672914	673498	25617	0.6
1106	647168	647752	25565	3.4	1151	673499	674083	25617	0.6
1107	647753	648337	25566	1.1	1152	674084	674668	25619	0.0
1108	648338	648922	25567	0.0	1153	674669	675253	25620	2.3
1109	648923	649507	25568	0.0	1154	675254	675839	25621	0.0
1110	649508	650092	25570	0.0	1155	675840	676424	25623	4.0
1111	650093	650677	25570	0.0	1156	676425	677009	25623	0.0
1112	650678	651263	25572	3.1	1157	677010	677594	25624	0.0
1113	651264	651848	25573	1.7	1158	677595	678179	25626	0.0
1114	651849	652433	25575	2.9	1159	678180	678764	25627	0.0
1115	652434	653018	25576	1.4	1160	678765	679349	25628	0.6
1116	653019	653603	25576	1.1	1161	679350	679935	25629	0.0
1117	653604	654188	25578	2.3	1162	679936	680520	25631	3.1
1118	654189	654773	25579	0.0	1163	680521	681105	25631	2.6
1119	654774	655359	25580	0.0	1164	681106	681690	25633	2.6
1120	655360	655944	25582	1.4	1165	681691	682275	25634	0.0
1121	655945	656529	25582	0.0	1166	682276	682860	25635	0.0
1122	656530	657114	25583	0.0	1167	682861	683445	25636	0.0
1123	657115	657699	25585	1.4	1168	683446	684031	25638	0.0

1169	684032	684616	25639	0.9	1214	710363	710947	25691	2.3
1170	684617	685201	25640	2.3	1215	710948	711532	25692	2.6
1171	685202	685786	25641	3.1	1216	711533	712117	25694	0.0
1172	685787	686371	25642	2.6	1217	712118	712703	25695	2.6
1173	686372	686956	25643	0.0	1218	712704	713288	25696	0.6
1174	686957	687541	25644	14.9	1219	713289	713873	25697	0.0
1175	687542	688127	25646	18.9	1220	713874	714458	25698	0.0
1176	688128	688712	25647	6.0	1221	714459	715043	25700	0.0
1177	688713	689297	25648	0.9	1222	715044	715628	25701	0.0
1178	689298	689882	25649	0.0	1223	715629	716213	25701	0.0
1179	689883	690467	25651	0.0	1224	716214	716799	25703	0.6
1180	690468	691052	25652	1.4	1225	716800	717384	25704	0.0
1181	691053	691637	25653	1.1	1226	717385	717969	25705	0.6
1182	691638	692223	25654	2.0	1227	717970	718554	25706	2.9
1183	692224	692808	25655	0.0	1228	718555	719139	25707	1.1
1184	692809	693393	25656	0.0	1229	719140	719724	25709	0.0
1185	693394	693978	25658	6.3	1230	719725	720309	25710	0.0
1186	693979	694563	25658	2.0	1231	720310	720895	25711	0.0
1187	694564	695148	25660	0.0	1232	720896	721480	25712	1.1
1188	695149	695733	25661	0.0	1233	721481	722065	25713	0.0
1189	695734	696319	25662	0.0	1234	722066	722650	25714	0.0
1190	696320	696904	25663	0.0	1235	722651	723235	25716	0.0
1191	696905	697489	25665	0.0	1236	723236	723820	25717	0.0
1192	697490	698074	25666	0.0	1237	723821	724405	25718	0.0
1193	698075	698659	25666	0.0	1238	724406	724991	25719	0.0
1194	698660	699244	25668	0.0	1239	724992	725576	25720	0.0
1195	699245	699829	25669	0.0	1240	725577	726161	25722	0.0
1196	699830	700415	25671	0.0	1241	726162	726746	25723	0.0
1197	700416	701000	25672	0.0	1242	726747	727331	25724	0.0
1198	701001	701585	25672	0.0	1243	727332	727916	25725	0.0
1199	701586	702170	25674	0.0	1244	727917	728501	25726	0.0
1200	702171	702755	25675	1.1	1245	728502	729087	25728	0.0
1201	702756	703340	25676	0.0	1246	729088	729672	25729	0.0
1202	703341	703925	25677	0.0	1247	729673	730257	25730	0.9
1203	703926	704511	25678	0.0	1248	730258	730842	25731	0.0
1204	704512	705096	25679	0.0	1249	730843	731427	25732	0.0
1205	705097	705681	25681	0.0	1250	731428	732012	25733	0.0
1206	705682	706266	25682	0.0	1251	732013	732597	25735	0.0
1207	706267	706851	25684	0.0	1252	732598	733183	25736	0.0
1208	706852	707436	25684	1.4	1253	733184	733768	25737	0.0
1209	707437	708021	25685	0.9	1254	733769	734353	25738	0.0
1210	708022	708607	25686	0.9	1255	734354	734938	25739	0.0
1211	708608	709192	25688	2.0	1256	734939	735523	25740	0.0
1212	709193	709777	25689	2.3	1257	735524	736108	25741	0.0
1213	709778	710362	25690	2.3	1258	736109	736693	25742	0.0

1259	736694	737279	25744	0.0	1304	763026	763610	25796	0.0
1260	737280	737864	25746	0.0	1305	763611	764195	25797	0.0
1261	737865	738449	25746	0.0	1306	764196	764780	25798	0.0
1262	738450	739034	25747	0.0	1307	764781	765365	25800	0.9
1263	739035	739619	25749	0.0	1308	765366	765951	25800	0.0
1264	739620	740204	25750	0.0	1309	765952	766536	25802	0.0
1265	740205	740789	25751	0.0	1310	766537	767121	25804	0.0
1266	740790	741375	25752	0.0	1311	767122	767706	25805	0.0
1267	741376	741960	25753	0.0	1312	767707	768291	25806	2.9
1268	741961	742545	25754	0.0	1313	768292	768876	25807	0.0
1269	742546	743130	25756	0.0	1314	768877	769461	25808	2.9
1270	743131	743715	25757	0.0	1315	769462	770047	25810	1.1
1271	743716	744300	25758	0.0	1316	770048	770632	25811	0.0
1272	744301	744885	25759	0.0	1317	770633	771217	25812	0.0
1273	744886	745471	25760	0.0	1318	771218	771802	25813	0.0
1274	745472	746056	25761	0.0	1319	771803	772387	25814	0.0
1275	746057	746641	25762	1.4	1320	772388	772972	25815	0.0
1276	746642	747226	25764	0.0	1321	772973	773557	25816	0.0
1277	747227	747811	25765	0.0	1322	773558	774143	25818	0.0
1278	747812	748396	25766	1.4	1323	774144	774728	25819	0.0
1279	748397	748981	25767	0.0	1324	774729	775313	25820	0.0
1280	748982	749567	25768	0.0	1325	775314	775898	25821	2.6
1281	749568	750152	25770	0.0	1326	775899	776483	25823	0.0
1282	750153	750737	25771	1.1					
1283	750738	751322	25772	0.0					
1284	751323	751907	25773	0.0					
1285	751908	752492	25774	0.0					
1286	752493	753077	25776	0.6					
1287	753078	753663	25777	0.0					
1288	753664	754248	25777	0.6					
1289	754249	754833	25779	0.0					
1290	754834	755418	25780	0.0					
1291	755419	756003	25781	0.0					
1292	756004	756588	25782	0.0					
1293	756589	757173	25784	0.0					
1294	757174	757759	25784	0.0					
1295	757760	758344	25785	0.6					
1296	758345	758929	25787	0.0					
1297	758930	759514	25788	0.0					
1298	759515	760099	25789	0.0					
1299	760100	760684	25790	0.0					
1300	760685	761269	25791	0.0					
1301	761270	761855	25792	0.0					
1302	761856	762440	25795	0.6					
1303	762441	763025	25795	0.0					

13 POUŽITÁ LITERATÚRA

13.1 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č.135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov.

13.2 Súvisiace a citované normy

- [N1] STN 73 6100 Názvoslovie pozemných komunikácií.
- [N2] STN 73 6104 Klasifikácia medzinárodných ciest.
- [N3] STN 73 6114 Vozovky pozemných komunikácií. Základné ustanovenia pre navrhovanie.
- [N4] STN EN 13036-7 Povrchové vlastnosti vozoviek. Skúšobné metódy. Časť 7: Meranie nerovností vrstiev vozovky latou (73 6171).
- [N5] STN 73 6177 Meranie protišmykových vlastností povrchu vozovky.
- [N6] STN 73 6195 Hodnotenie protišmykových vlastností povrchu vozoviek.

13.3 Súvisiace a citované technické predpisy

- [T1] TP 9A/2005 Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Diaľnice, rýchlostné cesty a cesty. Technické podmienky, MDPT, 2005.
- [T2] Užívateľská príručka – Uzlový lokalizačný systém siete cestných komunikácií SR, SSC Bratislava – Cestná databanka, 1998.
- [T3] TP 02/2002 Katalóg porúch asfaltových vozoviek; SSC Bratislava, 2002.
- [T4] Technická evidencia cestných komunikácií, Smernica (vnútorná organizačná norma) SSC, 1998.
- [T5] TP 10/2006 Systém hospodárenia s vozovkami. Technické podmienky, MDPT, 2006.
- [T6] TP 04/2000 Meranie a hodnotenie nerovností asfaltových vozoviek pomocou zariadenia PROFILOGRAPH GE, SSC Bratislava, 2000.
- [T7] TP 05/2000 Meranie a hodnotenie drsnosti asfaltových vozoviek pomocou zariadenia SKIDDOMETER BV11, SSC Bratislava, 2000.
- [T8] TP SSC 13/2006 Vykonávanie a vyhodnocovanie podrobných vizuálnych prehliadok asfaltových vozoviek, SSC Bratislava, júl 2006.
- [T9] TP 12/2005 Katalóg technológií na opravy základných typov porúch vozoviek. Technické podmienky, MDPT SR, september 2005.

[T10] TP 01/2009 Meranie a hodnotenie únosnosti asfaltových vozoviek pomocou zariadenia FWD KUAB. Technické podmienky, MDPT SR, december 2008.

[T11] TP SSC 07/2002 Rýchle vizuálne prehliadky zariadením VIDEOCAR. Vykonávanie a vyhodnocovanie, SSC Bratislava, október 2002.

13.4 Ostatná použitá literatúra

[O1] Kutlík, M.: Porovnávacia štúdia vizuálnych prehliadok AB vozoviek. Diplomová práca. ŽU v Žiline, 06/2010.

[O2] Calling for public procurement, VO-2180/1120/2008/122 date 7.8.2008 from Slovenská Správa Ciest, Miletičova 19, 826 19 BRATISLAVA, Slovak Republic.

[O3] Používateľská príručka RoadView Ver. 1.1.0.6, www.greenwood.dk.

14 ZOZNAM OBRÁZKOV

OBRÁZOK 1 KONFIGURÁCIA KAMERY PRE 3,5 M ŠÍRKU OBRAZU	9
OBRÁZOK 2 OSVETĽOVACÍ LED SYSTÉM	10
OBRÁZOK 3 LAMPA S LED DIÓDAMI (VYPNUTÝ A ZAPNUTÝ STAV)	10
OBRÁZOK 4 LOKALIZÁCIA ÚSEKOV	13
OBRÁZOK 5 MERANIA OPAKOVATEĽNOSTI – CELÝ ÚSEK	14
OBRÁZOK 6 MERANIA OPAKOVATEĽNOSTI – ÚSEK 0-50 M	14
OBRÁZOK 7 MERANIA OPAKOVATEĽNOSTI – ÚSEK 150-200 M	14
OBRÁZOK 8 MERANIA OPAKOVATEĽNOSTI – POČIATOČNÝ 10 M ÚSEK MERANIA	15
OBRÁZOK 9 MERANIA OPAKOVATEĽNOSTI – ÚSEK ZMENY RÝCHLOSTI MERANIA Č.10	15
OBRÁZOK 10 VIDEOKAMERA SONY LCD DCR - HC96	16
OBRÁZOK 11 PRINCÍP VÝPOČTU UCI [ZDROJ: SOFTWARE ROADVIEW]	18
OBRÁZOK 12 ZÁKLADNÉ OKNO PROGRAMU ROADVIEW	19
OBRÁZOK 13 VÝBER SÚBORU PRE ANALÝZU	19
OBRÁZOK 14 PARAMETRE VÝPOČTU	21
OBRÁZOK 15 ZÁKLADNÉ OKNO PROGRAMU ROADVIEW	22
OBRÁZOK 16 PRIEBEH VÝPOČTU	23
OBRÁZOK 17 ZOBRAZENIE POVRCHU VOZOVKY	23
OBRÁZOK 18 MAPA PORUŠENIA POVRCHU	24
OBRÁZOK 19 INDEX UCI	24
OBRÁZOK 20 OKNO EXPORTU	25
OBRÁZOK 21 EXPORT ZÁZNAMU	25
OBRÁZOK 22 SÚBOR *.HEA	26

OBRÁZOK 23 ČASŤ SÚBORU *.UCI	27
OBRÁZOK 24 VÝTLK – LINESCAN VERSUS VIDEOZÁZNAM	31
OBRÁZOK 25 ZMENA POVRCHU – LINESCAN VERSUS VIDEOZÁZNAM	31
OBRÁZOK 26 PORUCHA NA SIETI – LINESCAN VERSUS VIDEOZÁZNAM	32
OBRÁZOK 27 OPRAVA – LINESCAN VERSUS VIDEOZÁZNAM	32
OBRÁZOK 28 SIEŤOVÉ TRHLINY – LINESCAN VERSUS VIDEOZÁZNAM	32
OBRÁZOK 29 PRIEČNA TRHLINA – LINESCAN VERSUS VIDEOZÁZNAM	33
OBRÁZOK 30 OLÁMANÉ OKRAJE – LINESCAN VERSUS VIDEOZÁZNAM	33
OBRÁZOK 31 ROZPAD POVRCHU – LINESCAN VERSUS VIDEOZÁZNAM	34
OBRÁZOK 32 MERANIE PRI KONŠTANTNEJ RÝCHLOSTI	43
OBRÁZOK 33 MERANIE PRI PREMENLIVEJ RÝCHLOSTI - VIDITEĽNÉ ARTEFAKTY.....	44
OBRÁZOK 34 OPAKOVATEĽNOSŤ, TMÁVÉ PRUHY	45
OBRÁZOK 35 VÝPADOK OSVETLENIA	46
OBRÁZOK 36 PREVRÁTENÝ OBRÁZ (VĽAVO), SPRÁVNE STANIČENIE Z VER.1.1.0.6 (VPRAVO)	48
OBRÁZOK 37 VÝCHODISKOVÉ PARAMETRE	50
OBRÁZOK 38 s800_Tpr_[3-6].BMP	51
OBRÁZOK 39 s869_Tpo_[62-65].BMP	51
OBRÁZOK 40 s882_V_0,1_[78-81].BMP	52
OBRÁZOK 41 s885_O_0.3x0,3_[81-84].BMP	52
OBRÁZOK 42 s893_KDV_0,5_O_1_Tpr_1_[83-86].BMP	53
OBRÁZOK 43 s986_Tpo_0,5_[173-176].BMP	53
OBRÁZOK 44 s970_Tpo_V_0,01_[158-161].BMP	54
OBRÁZOK 45 PERCENTUÁLNY ODHAD PORÚCH POVRCHU VOZOVKY	56
OBRÁZOK 46 s869_Tpo_[62-65].BMP - AT = 87	57
OBRÁZOK 47 s869_Tpo_[62-65].BMP - DT = 11	57
OBRÁZOK 48 ROZLIŠENIE LINESCAN.....	59
OBRÁZOK 49 PROBLÉM DETEKcie	60
OBRÁZOK 50 UNICAM D2	61
OBRÁZOK 51 STÁVAJÚCA KONFIGURÁCIA DIFÚZNEHO OSVETLENIA (RED LIGHT)	62
OBRÁZOK 52 ÚPRAVA DIFÚZNEHO OSVETLENIA 1	62
OBRÁZOK 53 ÚPRAVA DIFÚZNEHO OSVETLENIA 2 - IR SPEKTRUM	62
OBRÁZOK 54 ROZLIŠENIE LINESCAN.....	63
OBRÁZOK 55 PROBLÉM DETEKcie	64
OBRÁZOK 56 KONVOLUČNÁ MATICA	64
OBRÁZOK 57 UNICAM D2	66
OBRÁZOK 58 STÁVAJÚCA KONFIGURÁCIA DIFÚZNEHO OSVETLENIA (RED LIGHT)	67
OBRÁZOK 59 ÚPRAVA DIFÚZNEHO OSVETLENIA 1	68
OBRÁZOK 60 ÚPRAVA DIFÚZNEHO OSVETLENIA 2 - IR SPEKTRUM	68

OBRÁZOK 61 IR SPEKTRUM – VIDIEŤ LEN POVRCHOVÚ VADU.....	69
OBRÁZOK 62 VIDITEĽNÉ SPEKTRUM - VIDIEŤ AJ POPIS	69
OBRÁZOK 63PRÍKLAD VÝSTUPNÉHO ROZHRANIA	70
OBRÁZOK 64 SLEDOVANÝ DETAIL	71

15 ZOZNAM TABULIEK

TABUĽKA 1 SLEDOVANÉ ÚSEKY	12
TABUĽKA 2 VYHODNOTENIE VIZUÁLNYCH PREHLIADOK PODĽA TP 13/2006 – IPSV PODĽA PODROBNÝCH VP	17
TABUĽKA 3 POROVNANIE DÁT – ÚSEK II/507	28
TABUĽKA 4 POROVNANIE DÁT – ÚSEK I/11 BRODNO.....	30
TABUĽKA 5 POROVNANIE II/507 POVAŽSKÝ CHLMEC.....	34
TABUĽKA 6.ROZDELENIE PORÚCH PRE VIZUÁLNE PREHLIADKY – NÁVRH PRE LINESCAN.....	35
TABUĽKA 7ÚDAJE O PORUCHÁCH PREBERANÉ Z INÝCH ZARIADENÍ	36
TABUĽKA 8 PARAMETRE KAMERY SPYDER3.....	41
TABUĽKA 9 PERCENTUÁLNY ODHAD PORÚCH POVRCHU VOZOVKY.....	54
TABUĽKA 10 PARAMETRE UNICAM D2.....	66
TABUĽKA 11 CESTA : I/11 CA/KNM.....	72
TABUĽKA 12 CESTA : I/11 BRODNO.....	73
TABUĽKA 13 CESTA : II/507DIVINKA	74
TABUĽKA 14 CESTA : II/507POVAŽSKÝ CHLMEC	78