



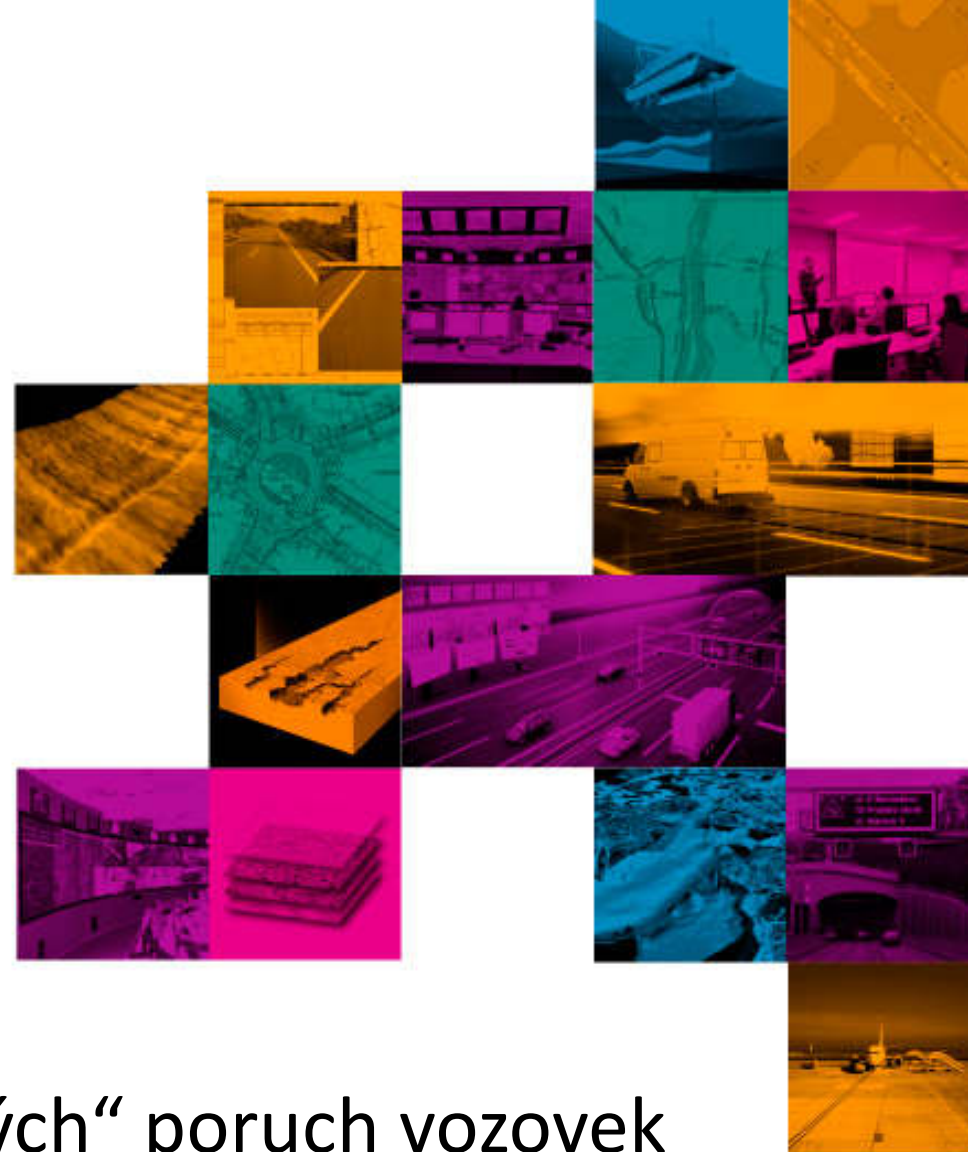
VARIS BRNO a.s.

ČESKÁ SILNIČNÍ SPOLEČNOST



CZECH ROAD SOCIETY

sekce povrchových vlastností vozovek



Možnosti hodnocení „nových“ poruch vozovek RAVELING

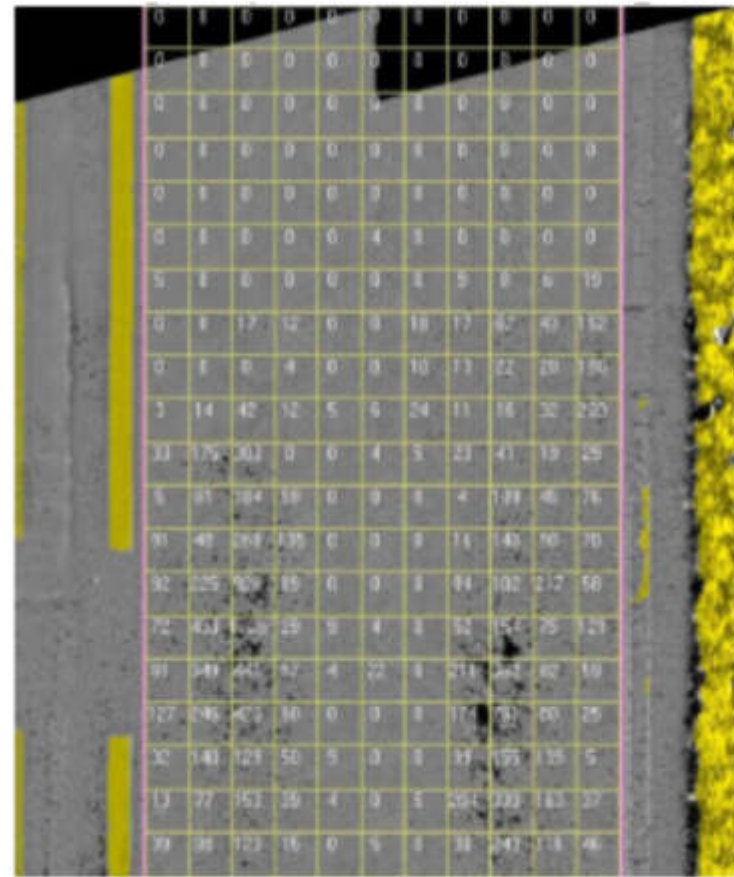
„RAVELING“

- Raveling je poruchou zachycující rozpad povrchu vozovky, na úrovni makrotextury
- Je to způsoben uvolňováním plniva i pojiva vozovky. Snižuje odpor smyku, zdrsňuje povrch vozovky a vystavuje vrstvy pod ním dalšímu poškození. Porucha má také za následek uvolňování materiálu z vozovky, který může být nebezpečný pro vozidla.
- Komplexní informace pro SHV, predikci, bezpečnost



„RAVELING“

- Raveling popisuje ztráty hmoty povrchu vozovky
- Opotřebení povrchu, které je způsobené uvolněním částic kameniva a ztrátou asfaltového tmelu.
- Pomocí tohoto parametru tak lze automaticky detekovat místa porušená ztrátou hmoty z krytu vozovky.



„RAVELING“ z pohledu TP82

- **Ztráta hmoty z krytu vozovky** (skupina poruch Ztráta hmoty)

Poruchy:

- Ztráta asfaltového tmelu
- Hloubková koroze
- Ztráta kameniva z nátěru
- Opotřebení EKZ, EMK

- **Ztráta vazby mezi částicemi kameniva a asfaltovým pojivem**

Možné příčiny:

- Prachový povlak na částicích kameniva, takže se asfaltové pojivo naváže víc s prachem, než s kamenivem
- Agregovaná segregace - pokud jemné částice chybí v agregátové matrici, je asfaltové pojivo schopné vázat zbývající hrubé částice pouze na jejich relativně málo kontaktních bodech
- Nedostatečné utužení během výstavby
- Mechanické uvolnění určitými typy provozu (pneumatiky s hroty, pluhý sněhových pluhů nebo pásová vozidla)

Ztráta hmoty z krytu - TP82

Název poruchy: Ztráta asfaltového tmelu

Název skupiny: Ztráta hmoty



Popis poruchy: Uvolňování asfaltového tmelu z prostoru mezi většími zrny kameniva. Projevuje se nadměrnou makrotexturou (vystupujícím kamenivem o velikosti maximálního použitého zrna) a otevřeným povrchem vozovky.

Ztráta hmoty z krytu - TP82

Název poruchy: **Hlubková koroze**

Název skupiny: **Ztráta hmoty**



Popis poruchy:

Nerovnosti v povrchu vozovky do hloubky 6 - 20 mm vzniklé uvolněním asfaltové směsi. U penetračního makadamu a kaleného štěrku se objevuje hrubozrná kostra kameniva.

Raveling ve světě

- Do příchodu LCMS pouze na subjektivním hodnocení technických pracovníků
- Závažnost ravelingu rozdělena do 3 stupňů – nízký, střední, vysoký
- První pokusy cca 2003 v NI o automatizaci vyhodnocení
- 2015 – NCHRP IDEA Project 163 „Development of an Asphalt Pavement Raveling Detection Algorithm Using Emerging 3D Laser Technology and Macrotexture Analysis“
- 2017 - USING FULL LANE 3D ROAD TEXTURE DATA FOR THE AUTOMATED DETECTION OF SEALED CRACKS, BLEEDING AND RAVELING (Québec, Canada)
- 2020 - TNO 2020 R12293 „Asfalt-Impuls - LAM – Fase 3 – WP2: Doorontwikkeling van het Proof of Concept van een levensduurvoorspellend asfaltmodel“

2015 – NCHRP IDEA Project 163

National Cooperative Highway Research Program - Innovations Deserving Exploratory Analysis

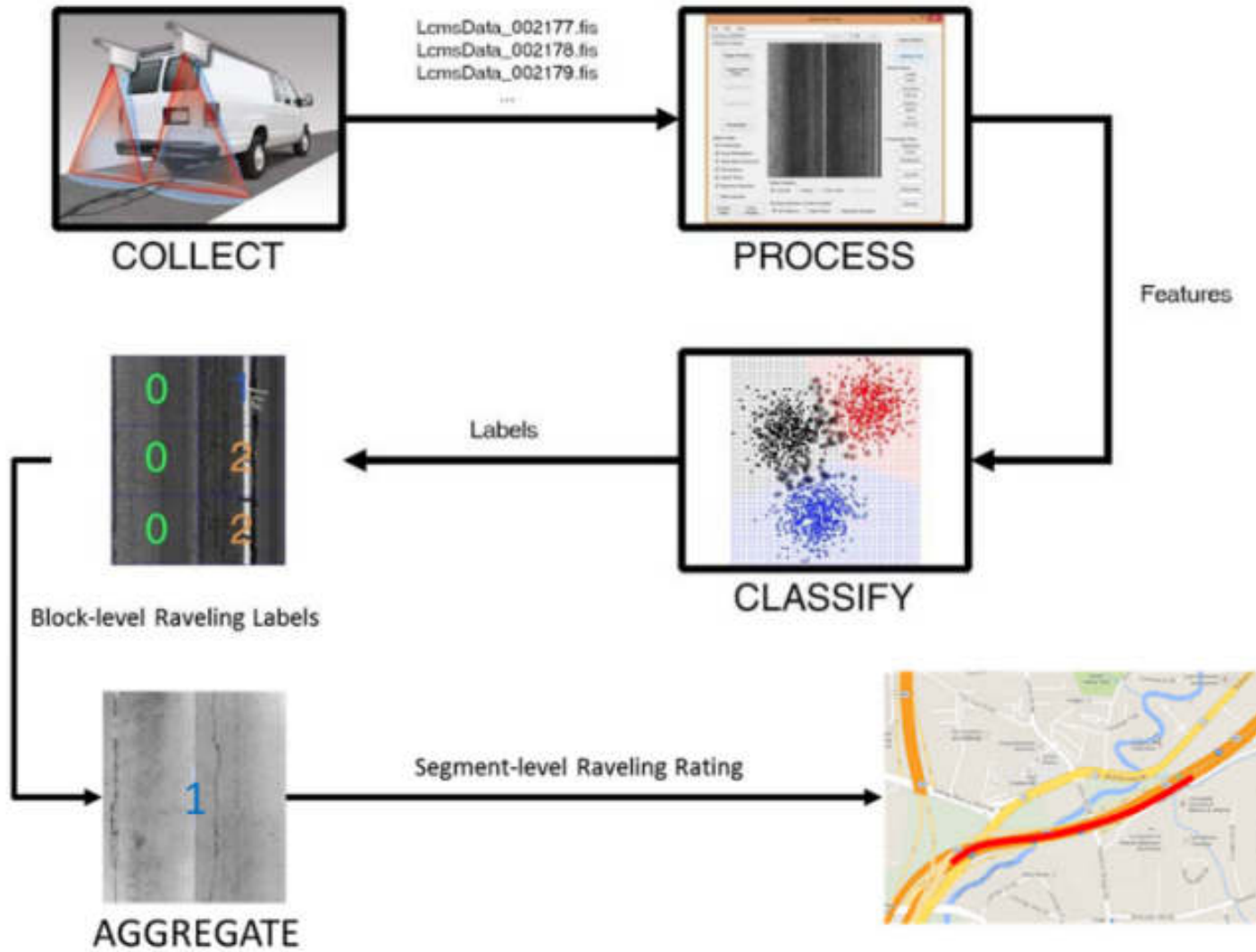
Projekt pro Georgia Department of Transportation (GDOT)

- Porovnání dosavadních metod vyhodnocení ravelingu v ostatních státech
- Zkoumání možností automatizace procesu vyhodnocení ravelingu
- Porovnání klasického a automatizovaného vyhodnocení ravelingu v testovacích úsecích (65 mil)

2015 – NCHRP IDEA Project 163



2015 – NCHRP IDEA Project 163



Výpočet „Raveling indexu“

Pro výpočet ravelingu se rozdělí plocha na dílčí čtverce o velikosti 250x250 mm.

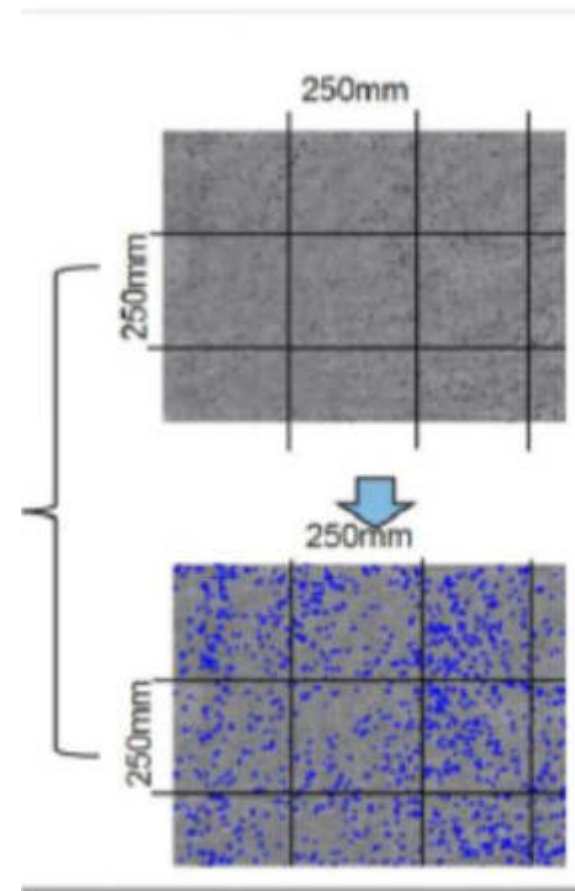
- Pro každý čtverec se vypočítává raveling index (RI).

Vzorec pro výpočet raveling indexu je

$$\mathbf{RI = AVC - RPI}$$

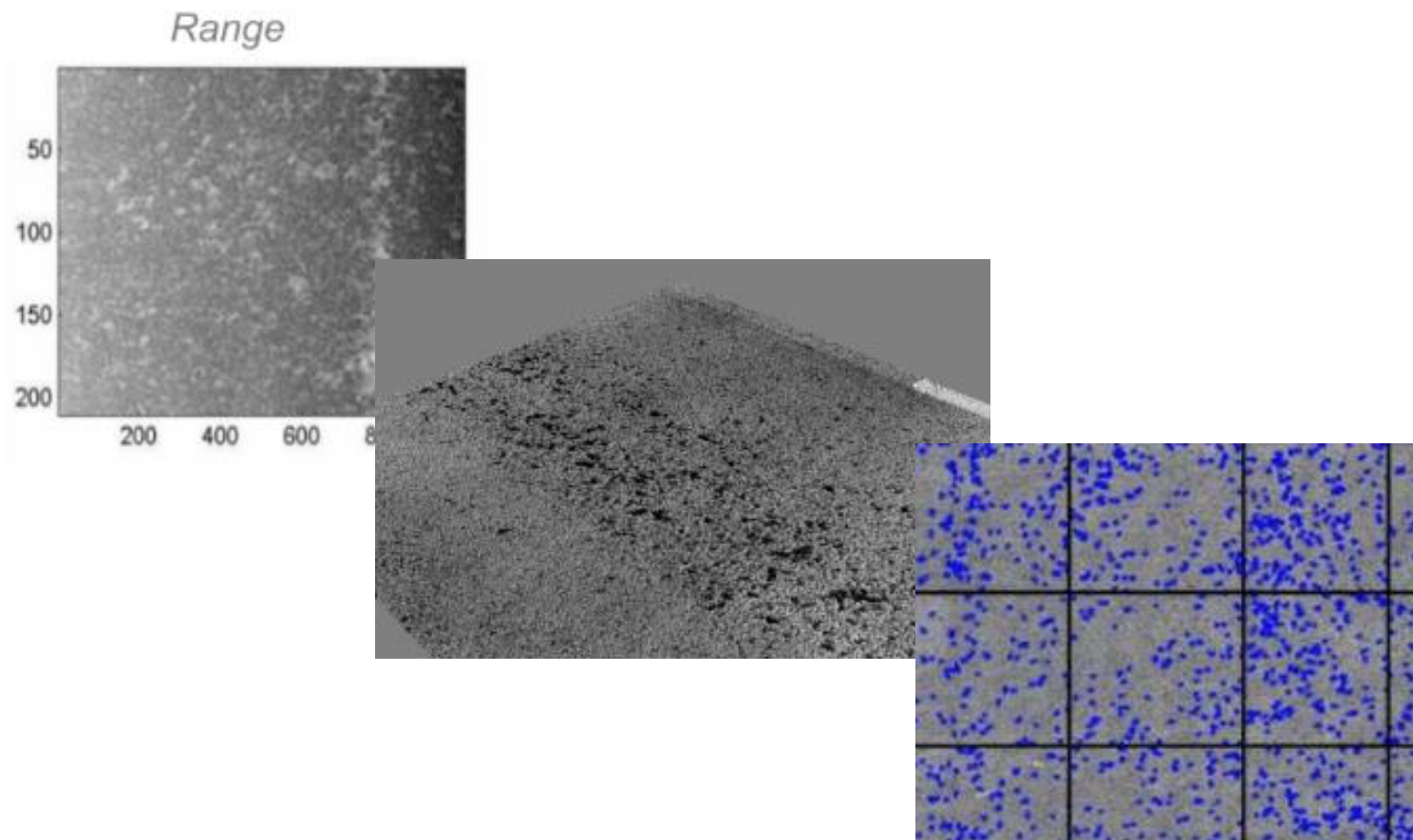
....AVC (Air Void Content) je objem měřený mezi hladkým a reálně zaměřeným povrchem

....hodnota RPI (Road Porosity Index) je stejný objem měřený bez detekovaných míst zasažených ravelingem



Výpočet „Raveling indexu“

Místa zasažené ravelingem jsou identifikována na základě analýzy rozsahové složky snímaných dat systémem LCMS



Výpočet „Raveling indexu“

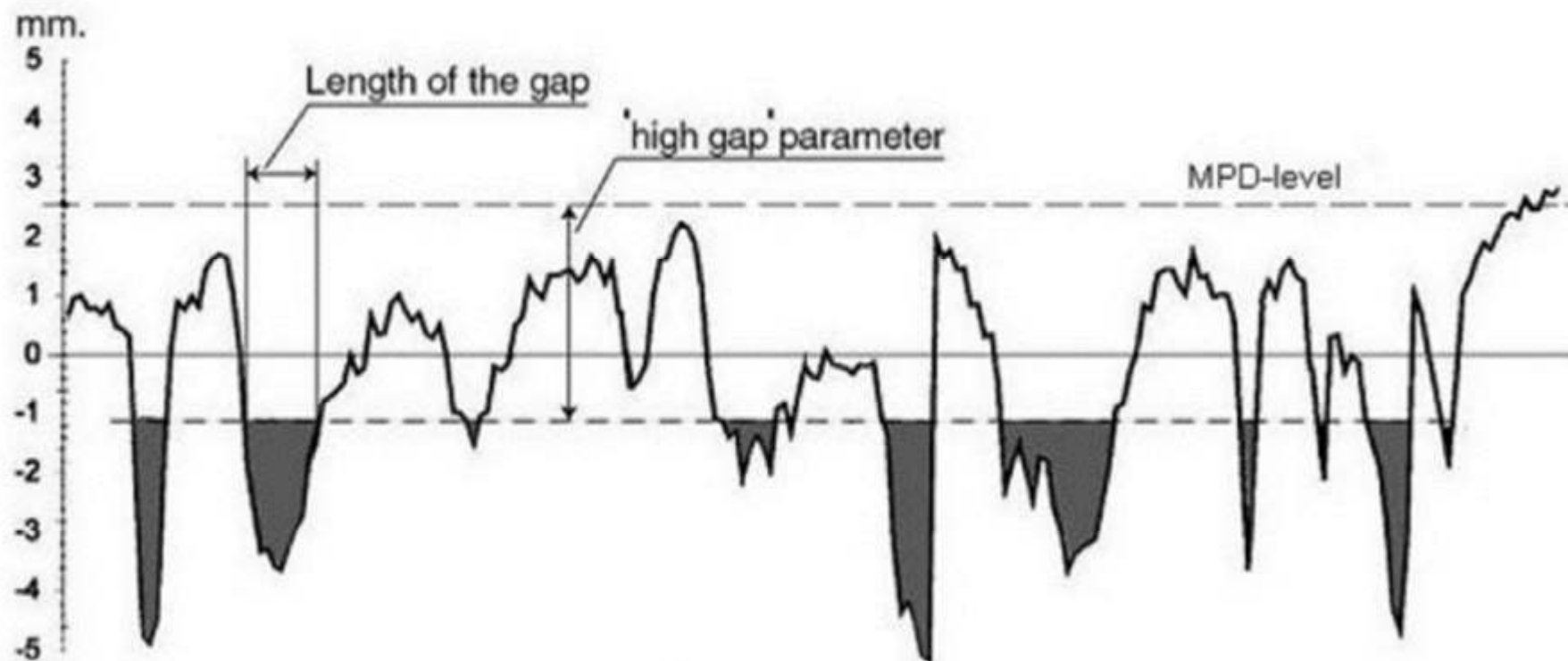


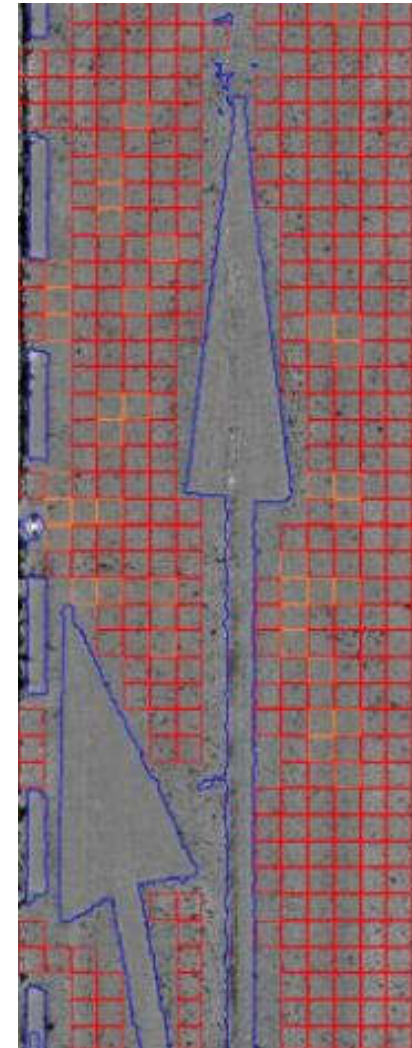
FIGURE 6 Stoneway algorithms (Ooijen et al. 2004).

Stoneway model počítá procentuální ztrátu hmoty na jednotku plochy

Výpočet „Raveling indexu“

Výpočet raveling indexu je výrazně ovlivněn pórovitostí a texturou povrchu. Ta do výpočtu vstupuje ve formě tzv. threshold-indexu, což je údaj v mm a charakterizuje hloubku textury povrchu nezasaženého ravelingem. Výpočet probíhá buď s pevně nastavenou hodnotou threshold-indexu (pokud je charakter povrchu vozovky neměnný a známý) nebo automaticky dle aktuálních naměřených hodnot.

Detekce ravelingu volitelně neprobíhá na vodorovném dopravním značení, na poklopech armatur apod., lze nastavit, aby do výpočtu nebyly zahrnuty plochy s trhlinami.



Výpočet „Ravelingu“ z dat CleveRA CAR

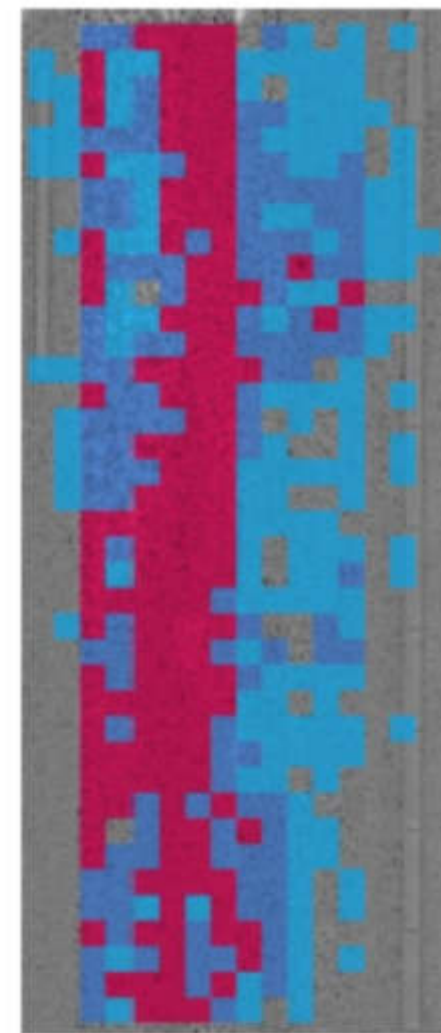
V současné době máme možnost získat následující informace:

- **Parametry pro celý úsek**

1. Raveling Indicator - Průměrný raveling index pro celý úsek (cm^3/m^2)

2. Affected Percentage - Kolik procent čtverců má hodnotu RI vyšší než nějaké předem definovaná hodnota (defaultně nastaveno na hodnotu $\text{RI} = 100$)

- při znalosti plochy čtverce a známém počtu čtverců se dá vypočítat celková plocha (m^2) ze snímku, na které raveling index překročil mezní hodnotu



Výpočet „Ravelingu“ z dat CleveRA CAR

V současné době máme možnost získat následující informace:

- **Parametry pro dílčí čtverec**

3. Raveling index (RI) - raveling index pro daný čtverec (cm^3/m^2)

- Na základě dílčích prahových hodnot, lze rozdělit čtverce do dílčích tříd závažnosti

4. The Air Void Content (AVC) - objem měřený mezi 3D hladkým povrchem a reálně změřeným povrchem (cm^3/m^2)

- Asi není potřeba tuto hodnotu nějak studovat

5. The Road Porosity Index (RPI) - objem měřený mezi 3D hladkým povrchem a reálně změřeným povrchem, bez poruch (cm^3/m^2)

- Teoreticky by threshold index poréznosti povrchu měl mít v korelaci s MPD/MTD

6. Plocha ravelingu (RI_area) – plocha dílčího čtverce zasažená ravelingem (mm^2)

- Přesnější informace ohledně plochy, která je zasažena ravelingem

17	21	295	274	407	307	11	40	17	74	53	57
21	65	281	317	710	726	10	65	48	66	64	21
7	118	263	832	1503	723	16	64	10	133	363	43
19	85	235	903	2179	476	44	66	48	79	54	39
17	96	144	537	1124	233	60	27	44	137	78	65
19	119	102	819	1563	315	32	27	71	111	58	47
41	56	195	764	1825	284	75	10	34	142	71	96
10	75	209	752	1495	406	36	29	52	122	16	84
10	158	323	1121	1603	292	91	26	30	167	63	76
20	85	121	662	186	949	61	61	81	128	72	260
27	82	145	378	1699	153	46	34	51	107	91	137
33	43	161	718	853	1090	31	20	65	310	135	208
35	17	116	315	3420	803	45	8	85	229	67	123
68	60	166	663	1495	347	80	32	69	87	15	65
57	101	117	716	1258	396	56	29	94	126	31	44
40	59	102	405	764	317	53	18	66	105	37	65
23	67	40	308	643	270	39	49	66	144	50	110
30	41	0	141	698	260	53	36	74	202	52	76
11	33	0	351	401	333	14	32	76	159	39	30
12	30	23	138	414	267	15	47	85	155	65	9

„Raveling“ možnosti vyhodnocení

Na vyhodnocení lze nahlížet z různých úhlů.

Lze definovat stupně (RI index) mezních hodnot pro jednotlivé druhy asfaltu.

Threshold-index < 1.0 mm	
Stupeň závažnosti	Ztráta hmoty (RI)[cm ³ /m ²]
Neprokázán	0-150
Závažnost1	150-300
Závažnost2	300-500
Závažnost3	>500

Threshold-index 1.0-2.0 mm	
Stupeň závažnosti	Ztráta hmoty (RI)[cm ³ /m ²]
Neprokázán	0-200
Závažnost1	200-350
Závažnost2	350-550
Závažnost3	>550

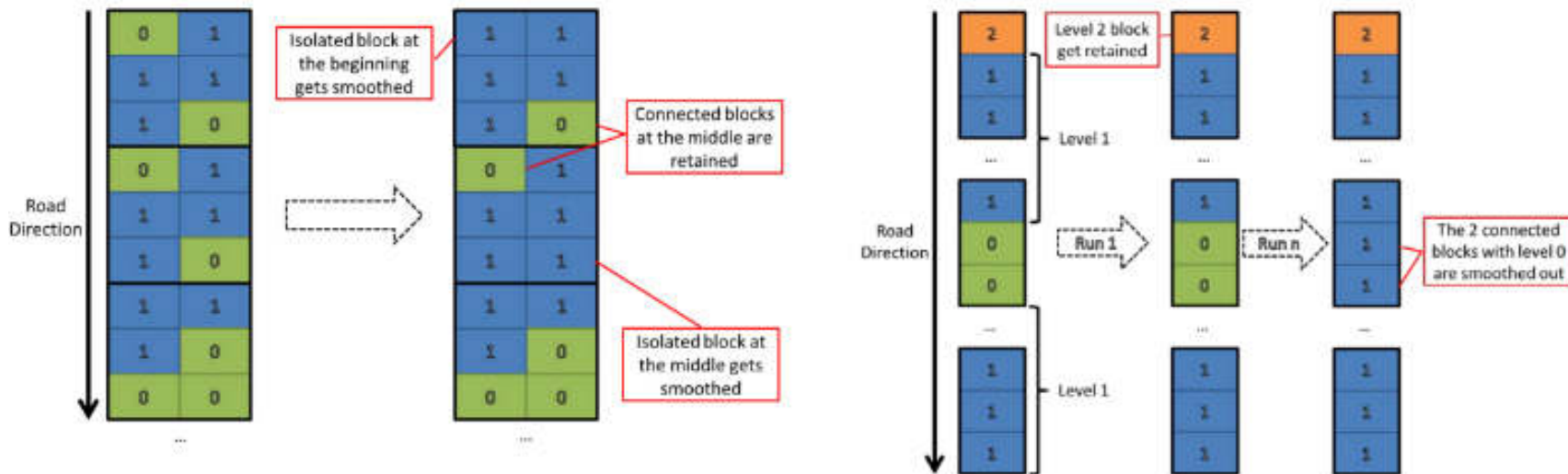
Threshold-index >2.0 mm	
Stupeň závažnosti	Ztráta hmoty (RI)[cm ³ /m ²]
Neprokázán	0-250
Závažnost1	250-400
Závažnost2	400-600
Závažnost3	>600

Posuzovat vlastní hodnotu RI, posuzovat míru zasažené plochy nebo stanovit kritéria pro úsekové agregační posouzení závažnosti poruchy na určitý úsek.

„Raveling“ možnosti vyhodnocení

Raveling může být zahrnut do souhrnu poruch pro určení Pavement Condition Indexu (PCI), z dlouhodobého hlediska po opakovaných měření lze sledovat vliv ravelingu a postupů ochrany na rychlosti degradace krytu vozovky. PASER - Pavement Surface Evaluation and Rating (hodnocení a klasifikace povrchu silnice)...

Způsoby vyhodnocení ravelingu se zabývají již výše zmíněné studie a projekty. Řeší otázky agregace vyhodnocení do úseků



„Raveling“ možnosti vyhodnocení

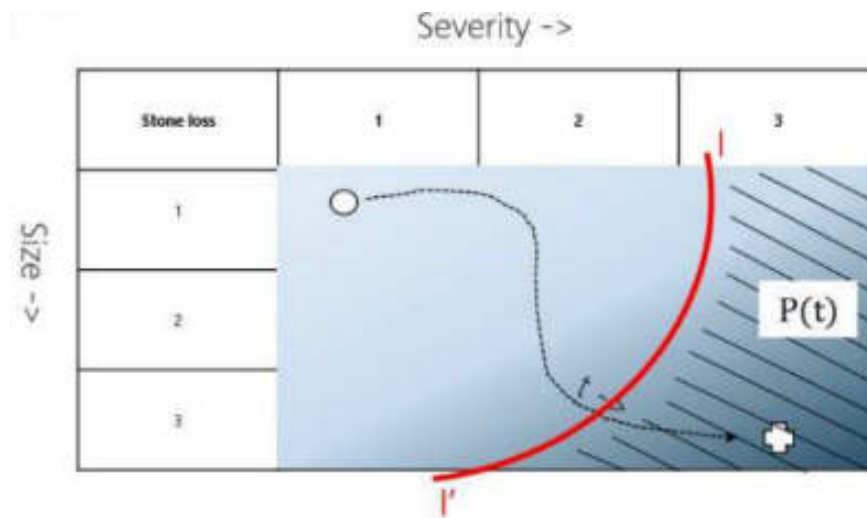
Je navrhován i způsob interpretace míry poškození s rozsahem zasažené plochy v návaznosti na SHV

Asfalt-type	Steenverlies					
	0-15	15-25 gram	25-50 gram	50-75 gram	>75 gram	> 100 gram
DGD	Normale levensduur verwachting		Verminderde levensduur (circa 2 jaar)		Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)	
ZOAB 11	Normale levensduur verwachting			Verminderde levensduur (circa 2 jaar)	Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)	
ZOAB 16	Normale levensduur verwachting				Verminderde levensduur (circa 2 jaar)	Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)
ZOAB 16+	Verhoogde levensduur (circa 2 tot 3 jaar)*	Normale levensduur verwachting		Verminderde levensduur (circa 2 jaar)		Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)
SMA	Normale levensduur verwachting		Verminderde levensduur (circa 2 jaar)	Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)		

Stanovení závažnosti revelingu na základě laboratorních testů úbytku hmoty u jednotlivých druhů asfaltových směsí s odhadem jejich životnosti

„Raveling“ možnosti vyhodnocení

Je navrhován i způsob interpretace míry poškození s rozsahem zasažené plochy v návaznosti na SHV



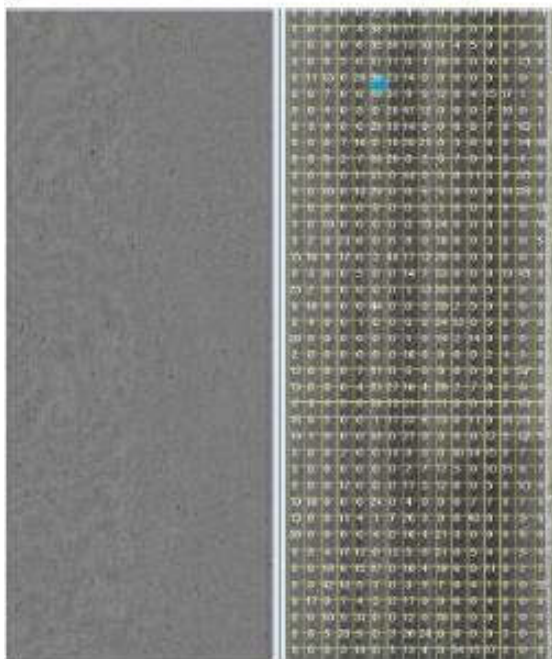
Stanovení limitních stavů revelingu

Pilotní projekt pro stanovení vyhodnocení ravelingu.

- Vytipování dostatečně rozsáhlých reprezentativních úseků komunikací s různými typy povrchů s předpokládaným výskytem ravelingu i bez výskytu.
- Najetí úseků diagnostickým vozidlem se sběrem dat pro automatizované vyhodnocení ravelingu jednotkou LCMS a zároveň při průjezdu pořídit sadu snímků (předozadní snímky, kolmé snímky) povrchu vozovky pro vizuální vyhodnocení
- Vyčlenění části úseků pro kontrolu výsledků automatizovaného vyhodnocení
- V těchto úsecích provést vizuální vyhodnocení ravelingu a zařazení do stupňů závažnosti na základě pořízené fotodokumentace
- Terénní šetření v místech, kde nebylo z fotodokumentace možné jednoznačné posouzení situace
- Výsledky vizuálního vyhodnocení použít jako etalon pro nastavení procesu automatizovaného vyhodnocení tak, aby automatizované vyhodnocení korelovalo v maximální míře s vyhodnocením vizuálním
- Porovnání výsledků na kontrolních úsecích
- Vyhodnocení dosažených výsledků, zhodnocení shody a případné stanovení metodiky pro sběr dat a jejich zpracování, případné podklady pro SHV....

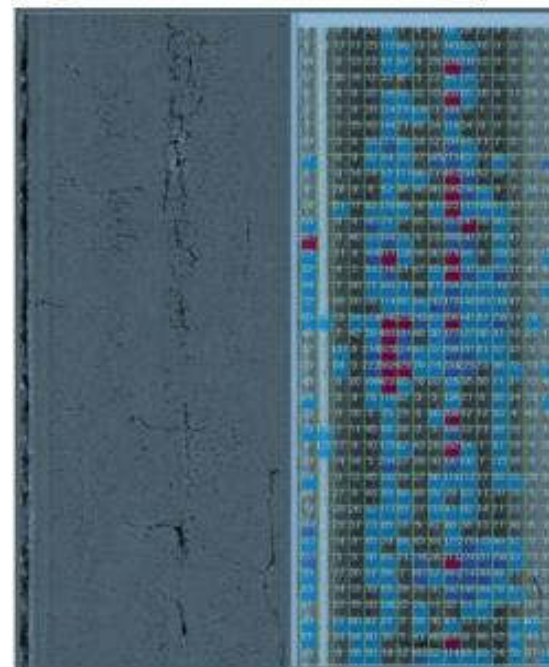
„Raveling“ ukázka vizuálního vyhodnocení

Raveling, klasifikace 3

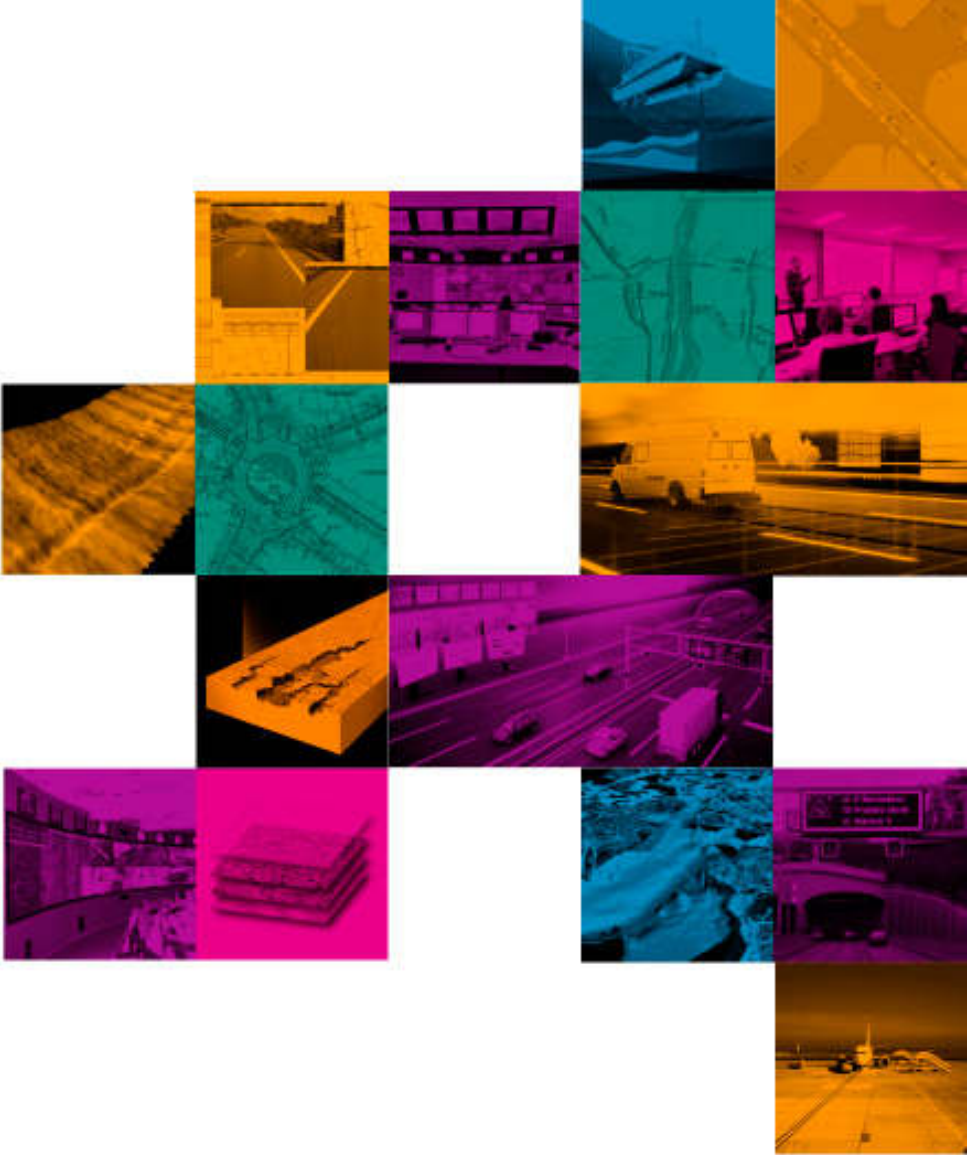


Obr.: přední snímek, svislý snímek Range, hodnoty RI v jednotlivých buňkách, KLAS=3

Raveling, klasifikace 5



Obr.: přední snímek, svislý snímek Range, hodnoty RI v jednotlivých buňkách, KLAS=5



Děkujeme...