

Podklady pro zpracování projektové dokumentací „Modernizace silnice II/337 Seč - Třemošnice (křižovatka s III/33741)“

Zpráva pro Pardubický kraj

■
Centrum AdMaS
Pokročilé stavební materiály
konstrukce a technologie
Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 331/95
602 00 BRNO
■
Areál centra:
Purkyňova 139/651
612 00 BRNO
■
www.admas.eu

Brno listopad 2015

Úvod

Na základě Smlouvy o dílo mezi Pardubickým krajem a Společností pro zhotovení podkladů pro PD – Pardubický kraj je zpracována tato souhrnná zpráva o silnici II/337 Seč - Třemošnice (křižovatka s III/33741).

Zpráva odkazuje na výsledky těchto měření, které jsou předávány v samostatných přílohách:

1. Zmapování silnic laserovým a fotometrickým skenováním s výstupem podkladů pro projektování, včetně zaměření okolí silnice, příslušenství a majetkoprávní analýzy.
2. Měření stavu vozovky zařízením HAWKEYE 1000
3. Stanovení poruch vozovky z fotometrického měření
4. Stanovení tloušťek vrstev vozovky a podloží georadarem
5. Posouzení vozovky a podloží odběrem vzorků a laboratorními zkouškami
6. Posouzení únosnosti rázovým zařízením

Zpracování dat z mobilního mapování

Mobilní mapování bylo provedeno vysokorychlostním laserovým skenovacím systémem pro sběr dat z pohybující se plošiny s integrovanými dvěma laserovými skenery Riegl VQ-450 a s inerciálním měřicím zařízením GNSS rakouské společnosti RIEGL. Měřicí zařízení Riegl WMX-450 je zobrazeno na obrázku č. 1.



Obrázek 1: Měřicí zařízení Riegl WMX-450

Zpracovaná data z mobilního mapování tvoří základ pro zpracování projektové dokumentace. Byly zpracovány veškeré podklady pro projekt jak v tištěné, tak zejména

elektronické podobě. Je předán software k prohlížení a zpracování dat. Jsou zpracovány mapové podklady v 2D a 3D včetně chodníků, sjezdů a vstupů na pozemky a do domů, okolní zástavby, evidence zeleně, stromů, druhů a polohy dopravních značek, znázorněných druhů vozovek, výkresů pozemních vedení, hloubky šachet, propustků apod. Všechna data jsou umístěna v samostatných hladinách.

Výše jmenované podklady jsou v příloze 1.

Celkový stav vozovky

Stav vozovky dokumentuje měření zařízením HAWKEYE 1000, jedná se o laserový profilometr, který provádí měření laserovými paprsky a akcelerometry v obou jízdních stopách s měřením a vyhodnocením:

1. Podélných nerovností podle ČSN 73 6175 Nerovnosti mezinárodního indexu nerovnosti IRI
2. Velikosti makrotextury – MPD podle ČSN 73 6175 a ČSN EN ISO 13 473-1.
3. Snímkování silnice po vzdálenosti fotografií po 5 m v obou směrech, snímky jsou definovány vzdáleností od začátku úseku, při jízdě v opačném směru od konce úseku a souřadnicemi polohy podle GPS signálu.



Obrázek 2 - Měřicí zařízení HawkEye 1000

Veškeré výsledky jsou v samostatné příloze 2 v elektronické podobě. Pro účely využití při návrhu modernizace je zde doloženo vyhodnocení nerovnosti IRI včetně zařazení do klasifikačních stupňů, z nichž se odvozují opatření údržby nebo opravy.

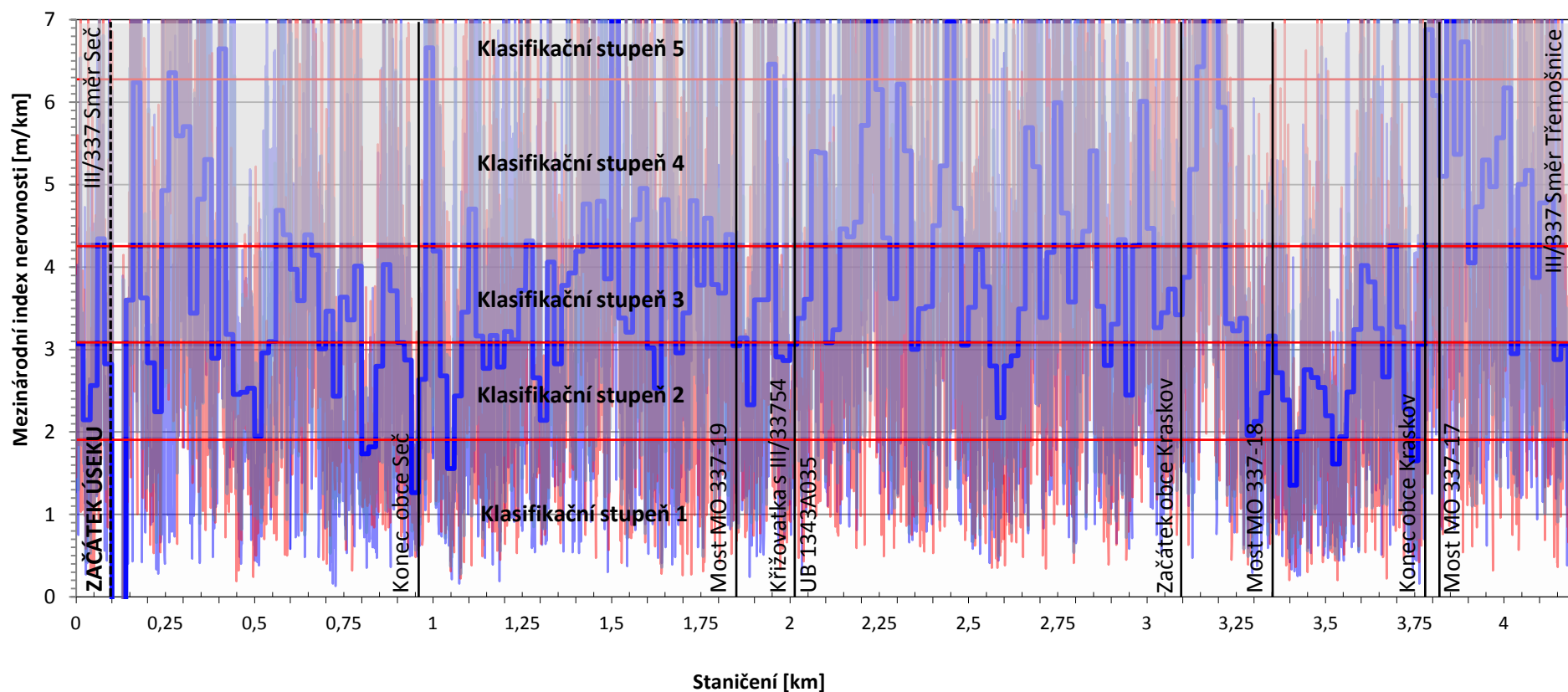
Z výsledků lze odvodit úseky pro homogenizaci silnice. Celkově s výjimkou několika podúseků je silnice velmi nerovná, zejména se vyskytují lokální nerovnosti. Průměrné hodnoty indexu IRI stanovené na jednotlivých 20m délkách jsou zařazeny do klasifikačních stupňů podle následující tabulky 1 pocházející z TP 87. Při použití hodnocení lze zjistit, že jen část silnice v obci Kraskov nevyžaduje opravu.

Pokud se uplatní požadovaná kritéria provozní způsobilosti vozovky, je třeba posuzovanou vozovku opravit přinejmenším výměnou obrusné vrstvy vozovky.

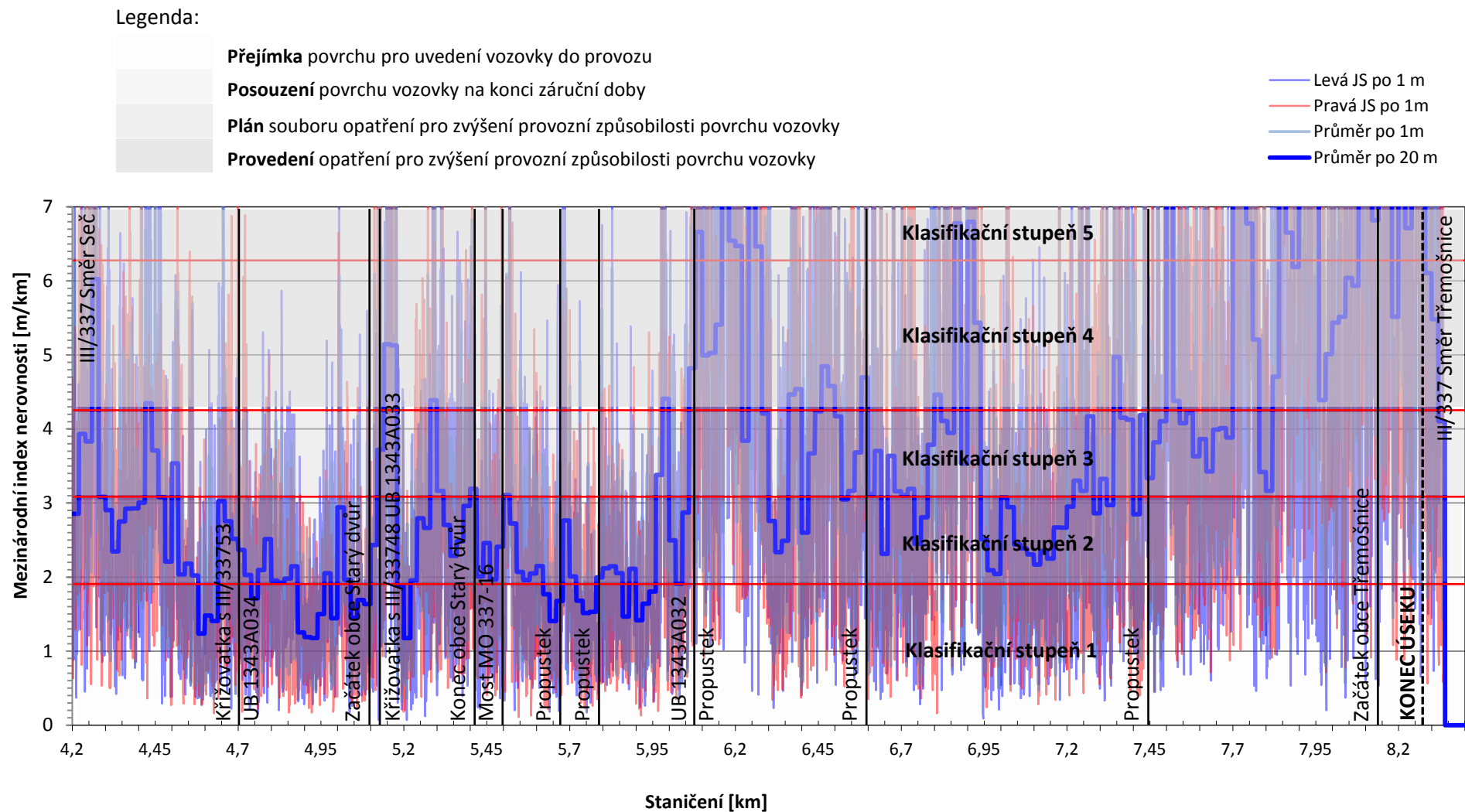
Legenda:

- Přejímka** povrchu pro uvedení vozovky do provozu
- Posouzení** povrchu vozovky na konci záruční doby
- Plán** souboru opatření pro zvýšení provozní způsobilosti povrchu vozovky
- Provedení** opatření pro zvýšení provozní způsobilosti povrchu vozovky

- Levá JS po 1 m
- Pravá JS po 1m
- Průměr po 1m
- Průměr po 20 m



Obrázek 3a - Grafické znázornění rozptylu stanovených nerovností a průměrné hodnoty nerovností na sekcích po 20metrech ve směru Seč- Třemošice



Obrázek 3b - Grafické znázornění rozptylu stanovených nerovností a průměrné hodnoty nerovností na sekcích po 20metrech ve směru Seč- Třemošice

Tabulka 1: Požadovaná klasifikace podélné nerovnosti povrchu vozovky

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
PK s dovolenou rychlostí vyšší než 50 km/h					
PK s dovolenou rychlostí 50 km/h a nižší					

Legenda:

	Přejímka povrchu pro uvedení vozovky do provozu
	Posouzení povrchu vozovky na konci záruční doby
	Plán souboru opatření pro zvýšení provozní způsobilosti povrchu vozovky
	Provedení opatření pro zvýšení provozní způsobilosti povrchu vozovky

Popis poruch vozovky

Vizuální prohlídka byla na daném úseku provedena měřicím zařízením Riegl WMX-450.

Z provedené vizuální prohlídky bylo provedeno posouzení stavu vozovky z pořízených sekvenčních snímků laserovým a fotometrickým skenováním. Byl proveden záznam poruch v souladu s TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek, který bude k dispozici v elektronické zpracování.

Stav vozovek lze popsat následovně:

- Povrch vozovky je dlouhodobě udržován dostupnými technologiemi, zejména nátěry, prováděním vysrávek tryskovou metodou a vysrávkami asfaltovou směsí.
- Vyskytují se také porušení trhlinami při okrajích vozovky.
- Ojedinele se vyskytují mrazové trhliny příčné, podélné a rozvětvené.
- Ojedinele se vyskytují i lokální plošné deformace vozovky.

Podle způsobu a rozsahu poškození vozovky lze konstatovat provozní způsobilost hodnocenou klasifikačním stupněm 3 až 5. Vozovka z hlediska významu a rozsahu poruch nesplňuje požadavky provozní způsobilosti a je nutné provedení opravy.

Veškeré podklady včetně fotografií jsou přílohou 3.

Stanovení tloušťek georadarem

K měření byl použit měřicí systém SkenRoad 2 se dvěma anténami pracujícími na frekvenci 250 a 1000 MHz. Na obrázku č. 1 je zobrazeno měřicí zařízení.

Georadarové měření vrstev konstrukcí vozovek je založeno na fyzikálních vlastnostech elektromagnetického vlnění, které se vrací po vyslání z vysílací GPR antény a následném odrazu uvnitř zkoumané konstrukce zpět do snímací GPR antény systému.

Zařízení slouží na rychlé a kontinuální stanovení tloušťek vrstev vozovky nalezení nehomogenit v podloží. Veškerá data jsou obsahem přílohy 4.



Obrázek č. 3: Měřicí zařízení GPR

Georadarové měření vrstev konstrukcí vozovek je založeno na fyzikálních vlastnostech elektromagnetického vlnění, které se vrací po vyslání z vysílací GPR antény a následném odrazu uvnitř zkoumané konstrukce zpět do snímací GPR antény systému.

Zařízení slouží na rychlé a kontinuální stanovení tloušťek vrstev vozovky nalezení nehomogenit v podloží. Veškerá data jsou obsahem přílohy 4.

Posouzení vozovky a podloží odběrem vzorků a laboratorními zkouškami

Odběry materiálů z vrstev byly provedeny vývrty jádrovou vrtačkou o průměru diamantové korunky 100 mm s odběrem stmelených vrstev a dále bylo použito ke stanovení tloušťek nestmelených vrstev a k odběru zeminy z podloží kopaných sond. Výsledky včetně zatřídění zeminy v podloží jsou v protokolech ZL CONSULTEST v příloze 5.

Z přílohy 5 lze odvodit tyto závěry důležité pro posouzení konstrukce vozovky:

- Vývrty dokumentují složitý vývoj konstrukce vozovky, zejména postupné zesilování vozovky, a také sníženou dobu životnosti některých vrstev.
- Asfaltové vrstvy jsou na dané silnici proměnlivých tloušťek, jsou na pokladu z penetračního makadamu, dlažbě i na původní šterkové vozovce.
- Při nižších tloušťkách asfaltových vrstev jsou porušeny obě krytové vrstvy.
- V podloží je zemina podmínečně vhodná.
- Z posouzení je možno odvodit, že vozovky bude možno opravit.

Posouzení únosnosti vozovky

Měření únosnosti vozovky bylo provedeno v souladu s TP 87 rázovým zatěžovacím zařízením.

Rázové zatěžovací zařízení (deflektometr - FWD) vyvozuje rázový puls pádem břemene přes tlumicí systém na kruhovou zatěžovací desku spočívající na povrchu vozovky. Krátkodobým

působením rázového pulsu při zkoušce se ve vozovce vyvozuje deformace povrchu. Speciálními snímači (geofony) se měří průhyby, které charakterizují průhybovou čáru. Tato průhybová čára je podkladem pro analýzu vlastností vozovky a jejích vrstev.

Veškerá data a výsledky jsou v příloze 6. První stránka obsahuje grafické znázornění měřicích bodů v mapovém podkladu s tím, že poloha každého měřeného bodu je zaznamenána souřadnicemi pomocí GPS a podle barvy bodu lze usoudit na únosnost konstrukce.

Při měření byla použita síla zatěžovacího pulzu průměrné hodnoty 50 kN a naměřená data ve vzájemných vzdálenostech bodů jsou v tabulkách „Měřená data únosnosti“. V závěru jsou graficky znázorněny průhybové čáry v rozpětí minimální, průměrné a maximální. Veškeré naměřené průhybové čáry jsou graficky zpracovány v závislosti na staničení (nebo alternativně pomocí GPS).

Vyhodnocení bylo provedeno na základě naměřených hodnot průhybu vozovky a zadané skladby konstrukce vozovky zjištěné jádrovými vývrty a kopanými sondami a na stanoveném dopravním zatížení. Pro vyhodnocení byl zvolen čtyřvrstvý model konstrukce vozovky.

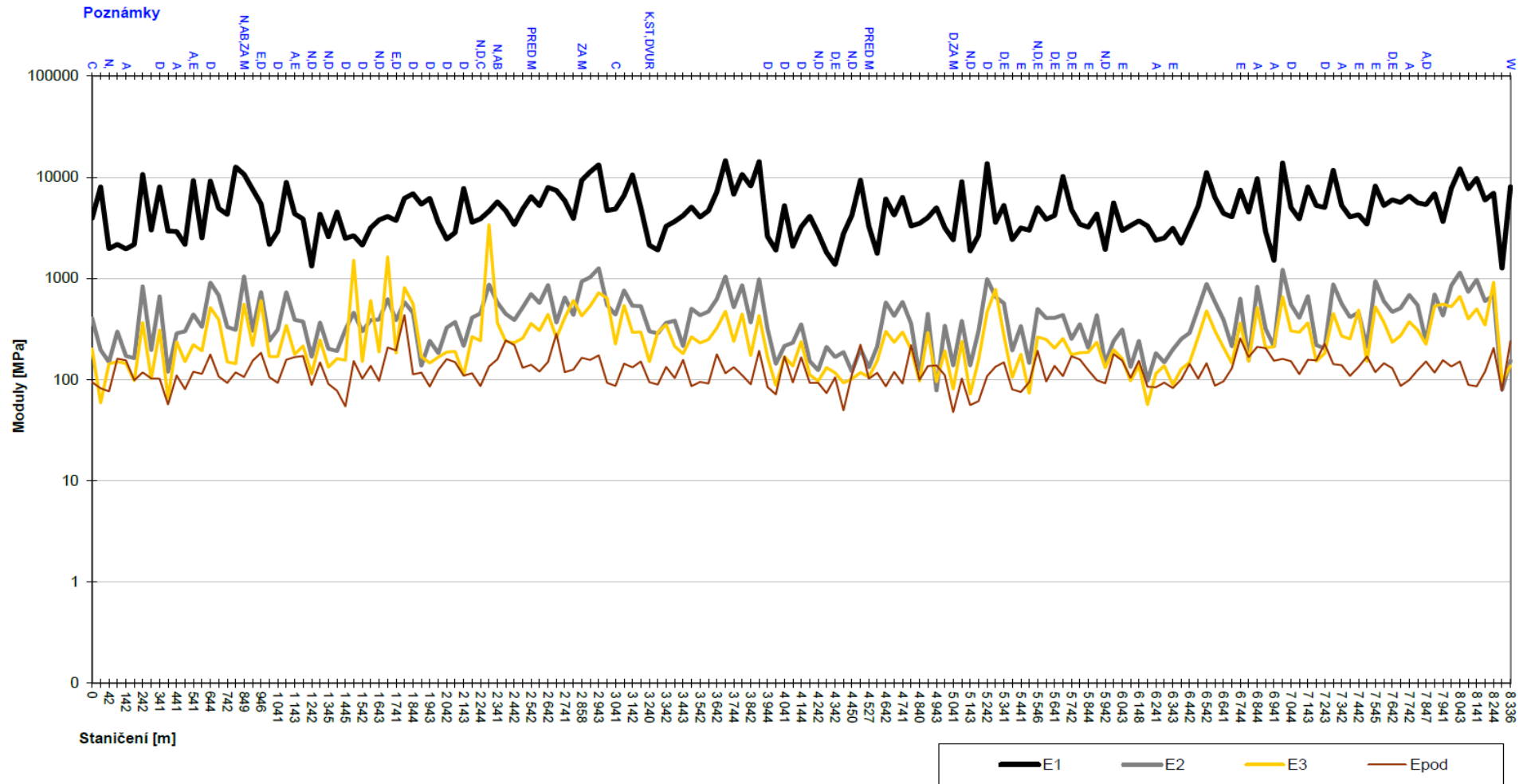
Veškeré výsledky jsou uvedeny v tabulkách „Výpočet charakteristik únosnosti měřeného úseku“. V prvním sloupci je průběžné číslování od začátku úseku. V druhém sloupci je staničení od začátku úseku, ve třetím pak průběžné staničení měřené silnice. Ve čtvrtém sloupci je situování měřicího bodu, číslo 1 znamená, že měřicí bod byl situován do stopy vozidel ve směru staničení a číslo 2 je v opačném směru. V pátém sloupci je uvedena význačná porucha, která ovlivňuje výsledky měření únosnosti. Převážná většina bodů byla umístěna do síťových trhlin, plošných a ojedinělých deformací vozovky, což jsou charakteristické projevy konstrukčních poruch vozovky a podloží. Ve sloupcích 6 až 8 jsou výše uvedené tloušťky vrstev zadané do výpočtu únosnosti vozovky, V následujících sloupcích 9 až 12 jsou výpočtem z průhybové čáry na základě měřeného zatížení (viz tlakové napětí na kruhové zatěžovací desce o průměru 300 mm ve sloupci 5 v předešlých tabulkách lze odvodit tyto závěry rozhodné pro hodnocení konstri „Měřená data únosnosti“) stanoveny moduly pružnosti jednotlivých vrstev. Červeně vyznačená čísla znamenají, že moduly pružnosti jsou nižší, než odpovídá řádné funkci vrstvy, což nemusí být vždy porucha vrstvy (trhliny ve stmelovaných vrstvách, nespojení asfaltových vrstev, převlhčení nestmelovaných vrstev a podloží vlivem pronikání vody do vozovky trhlinami ve stmelovaných vrstvách), ale také lokálně nižší tloušťky vrstev. Ve sloupci 13 je zadané dopravní zatížení stanovené z charakteristik silničního provozu, viz tabulka 2.1. Poslední sloupce jsou závěrem celého posouzení únosnosti, ve sloupci 14 je vypočtená doba životnosti ze všech předešlých údajů odvozených z měření a dopravního zatížení a ve sloupci 15 je potřebné zesílení vozovky, které by uvedlo vozovku do stavu s odpovídající konstrukčními poruchami. Zesílení lze chápat také tak, že budou odstraněny porušené vrstvy trhlinami a nahrazeny vrstvami novými.

Výsledky z tabulek jsou zpracovány graficky. První graf uvedený níže představuje velikosti stanovených modulů pružnosti vrstev a podloží v závislosti na staničení. Další grafické zpracování je vynesení návrhu zesílení v závislosti na staničení.

II/337 Seč-Třemošnice

Moduly pružnosti

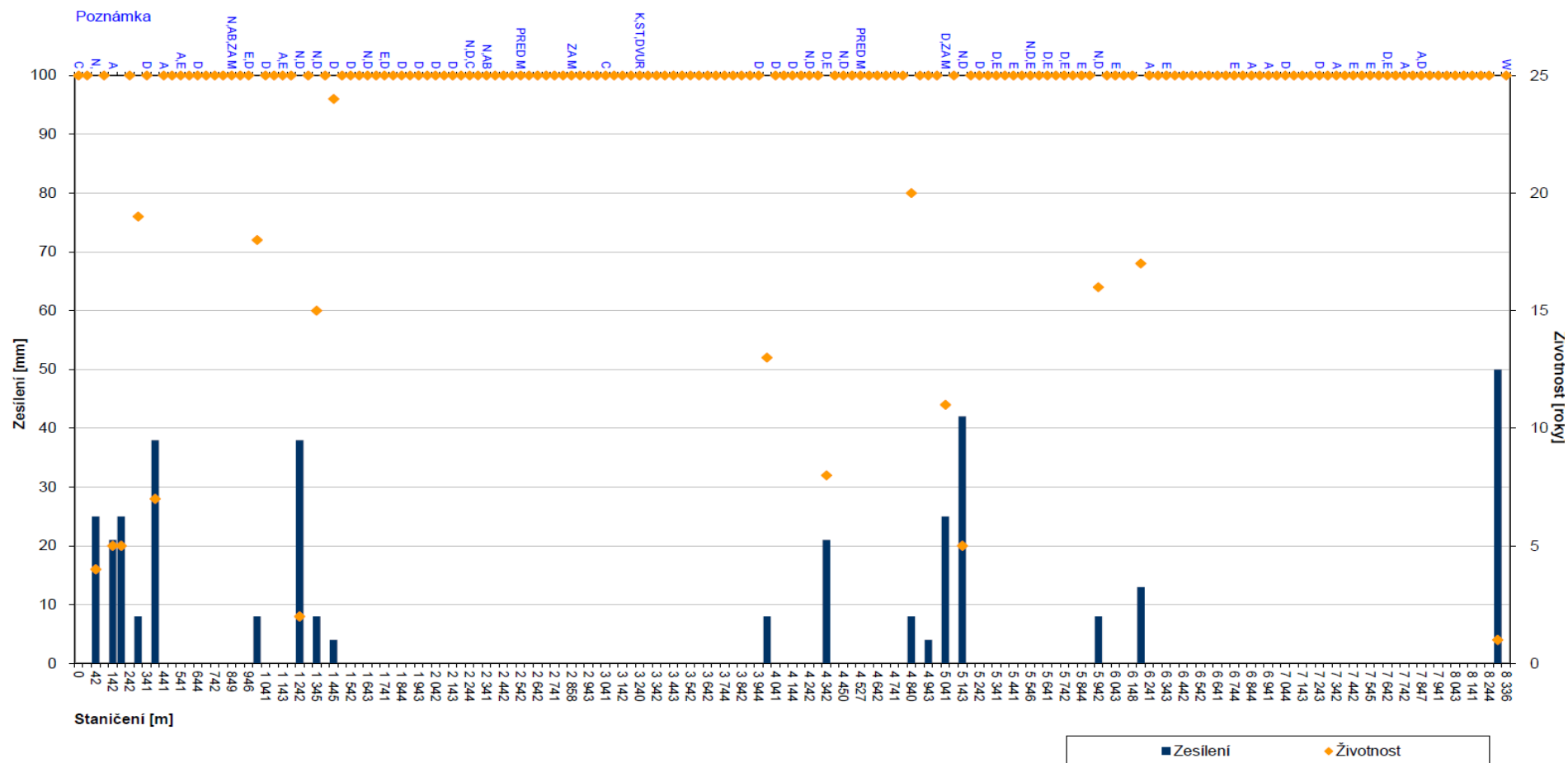
seřazeno dle staničení



II/337 Seč-Třemošnice

Graf zbytkové životnosti

seřazeno dle staničení



K údajům v tabulce a v grafickém zpracování výsledků je možno mít tento komentář z hlediska návrhu opravy:

- Posuzovaná silnice vykazuje poměrně homogenní složení a chování, přičemž snížená únosnost je dána především poruchami obrusné vrstvy, která zapříčiňuje i porušování konstrukce vozovky.
- Návrh opravy může být založen na obnově obrusné vrstvy s lokální opravou ložní vrstvy.
- S výhodou může být použita technologie použití vrstev s vyšší odolností proti trhlínám (SAL) jako vyrovnávací vrstva případně i s použitím výztužných prvků na bázi sklovláknitých textilií při porušování okrajů vozovky.

Návrh modernizace vozovky ze zjištěných parametrů

Vozovka posuzované silnice vyžaduje opravu, přinejmenším výměnou obrusné vrstvy s lokální výpravou ložní, případně podkladní asfaltové vrstvy. Veškeré podklady ke zpracování projektu jsou předány v elektronické podobě a umožní takový projekt připravit.

Závěr

Zpracováním získaných dat mobilním vysokorychlostním laserovým skenovacím systémem, měřením stavu povrchů z hlediska provozní způsobilosti a poruch vozovky, získáním údajů o složení vozovky včetně podloží a o únosnosti vozovky získává objednatel hodnotný nástroj pro zpracování podkladů k přípravě opravy nebo modernizace posuzované vozovky.

V Brně 25. 11. 2015

Za kolektiv zpracovatelů:

prof. Ing. Jan Kudrna, CSc.
pověřený MD k provádění diagnostik vozovek

Přílohy

- 1. Podklady pro projekt (mapové a elektronické včetně softwaru)**
- 2. Dokumentace stavu vozovky (pouze elektronicky)**
- 3. Dokumentace poruch vozovky**
- 4. Stanovení tloušťek vrstev vozovky georadarem**
- 5. Posouzení vozovky a podloží odběrem vzorků a laboratorními zkouškami**
- 6. Posouzení únosnosti vozovky rázovým zařízením**