

RODOS

ROZVOJ DOPRAVNÍCH STAVEB

Kralupská 2/47, 161 00 Praha 6

Tel. 235 361 220, 608 111 271

ZPRÁVA

č. 126/2016

**Diagnostika vozovky a návrh opravy
silnice č. III/2789
v úseku
Šimonovická**

Zpracováno pro Obec Šimonovice

Zadavatel: **Obec Šimonovice**
Minkovická 70
463 12 Šimonovice
IČO 00671886

Zhotovitel: **Ing. Pavel Herrmann - RODOS**
Sídlo firmy: Od Vysoké 275, 150 00 Praha 5
IČO 64896765
DIČ CZ511210162

Provozovna: **Kralupská 2/47, 161 00 Praha 6**
(Adresa pro doručení) tel.: 233 561 220, 608 111 271

Zodpovědný zástupce: Ing. Pavel Herrmann
Zpracoval: Pavel Šmejkal
Kontroloval: Ing. Pavel Herrmann

Systém jakosti a oprávnění zhotovitele:

- Certifikát č. 3009/189-15/SMJ podle ČSN EN ISO 9001:2009 na činnost Provádění průzkumných a diagnostických prací souvisejících s výstavbou, opravami, údržbou a správou pozemních komunikací a letištních ploch.
- Oprávnění k provádění průzkumných a diagnostických prací souvisejících s výstavbou, opravami, údržbou a správou pozemních komunikací č. 332/2015 vydané MDČR č.j. 45/2015-120-TN/46
- Oprávnění k měření průhybů vozovek pozemních komunikací č. 4/2005 pro zařízení FWD/HWD RODOS 10001 vydané MDČR č.j. 554/2005-120-RS/1

Použité technické předpisy:

ČSN 73 61 00	Názvosloví silničních komunikací
ČSN 73 61 14	Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování.
ČSN 73 61 60	Zkoušení silničních živičných směsí
ČSN 73 61 92	Rázové zatěžovací zkoušky vozovek a podloží
TP 82	Katalog poruch netuhých vozovek
TP 87	Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
TP 115	Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem
TP 170	Navrhování vozovek pozemních komunikací
TP 208	Recyklace konstrukčních vrstev netuhých vozovek za studena

I. Lokalizace:

Hodnocené úseky	Lokalizace úseků	Datum měření	Teplota krytu vozovky	Konstrukce vozovky
III/2789 Šimonovická	Začátek: Cihlářova Konec: 0,600 km	28.11.2016	13 °C	Asfalt. vrstvy 10 cm Podklad. vrstvy 30 cm

II. Jádrové vývrtý

Na úseku bylo provedeno celkem 2 ks jádrových vývrtů na tloušťku stmelných vrstev, z toho 2 ks vrtaných sond na tl. konstrukce vozovky. Tloušťky vrstev jsou uvedeny v tabulce č. 4 v Příloze č. 1 se staničením, zjištěným nespojením vrstev a popisem. Fotodokumentace vývrtů je na přiloženém CD.

III. Měření průhybu vozovek

Měření bylo provedeno rázovým zatěžovacím zařízením RODOS 10001, zatížením jehož hodnota je přibližně ekvivalentní s dotykovým tlakem návrhové nápravy (tzn. 0,65 MPa). Průhyby jsou zaznamenány na snímačích, jejichž umístění je ve vzdálenostech 0, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800 a 2100 mm od středu zatěžovací desky.

Zjištěné hodnoty:

Naměřené hodnoty průhybů na všech snímačích jsou uvedeny v tabulce č. 1.1 až 1.2. Ve sloupci „číslo podúseků“ tabulky je uvedeno číslo podúseku, na které je úsek rozdělen a to v závislosti na velikosti naměřené hodnoty max. průhybu (sloupec D1 - KRYT VOZOVKY) tak, aby hodnoty průhybů jednotlivých podúseků byly statisticky srovnatelné a nedošlo ke zkreslení výsledků.

Průběh průhybů zaznamenaných na všech sedmi snímačích sledovaném úseku je pro ilustraci znázorněn v grafické podobě v grafu č. 1.

V grafu č. 2 jsou vykresleny průběhy průhybu d_1 - charakterizujícího mechanickou účinnost krytu vozovky, rozdíl průhybů d_1 a d_4 - charakterizující mechanickou účinnost podkladních vrstev a průhyb d_6 charakterizujícího mechanickou účinnost podloží. Vynesení výše zmíněných průhybů na celém sledovaném úseku lze identifikovat místa, která vykazují srovnatelné průhyby a rozdělit sledovaný úsek na podúseky. Dále lze usuzovat, ve které konstrukční vrstvě se realizují největší průhyby.

Z grafu č. 2 je zřejmé, že jak průhyby d_6 charakterizující chování podloží, tak průhyby d_1 charakterizující chování krytových vrstev na celém sledovaném podúseku vykazují nehomogenitu svého průběhu a tudíž je účelné rozdělit úsek na podúseky odpovídající velikostem průhybů. Z hlediska dopravního zatížení je úsek homogenní. Úsek byl rozdělen na 2 podúseky.

IV. Výpočet rázových modulů pružnosti

Z naměřených hodnot průhybů se vypočítávají pomocí zpětného výpočtu rázové moduly pružnosti jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky v teplotních podmínkách zjištěných při měření. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 1.1 až 1.2.

V. Stanovení zbytkové životnosti a návrh zesílení

Vypočtené hodnoty rázových modulů pružnosti na každém bodě a dopravní zatížení jsou dále vstupními veličinami analytického výpočtu zbytkové doby životnosti a tloušťky zesílení.

V případě, že není známo dopravní zatížení, provádí se výpočet zatížitelnosti, tj. stanoví se počet TNV pro stanovenou dobu životnosti, které vozovka unese.

Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.3 až 1.4. Dále jsou zde uvedeny deformační charakteristiky vrstev, limitní počty vozidel, relativní porušení, kritická vrstva a přehled chyb výpočtu dle požadavků TP 87 „Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek“.

VI. Shrnutí výsledků:

Číslo úseku nebo podúseku	Název úseku nebo podúseku	Staničení začátku a konce (km)	Délka úseku (km)	Dopravní zatížitel- nost (TNV)	Tloušťka zesílení (mm)
1	III/2789 Šimonovická	0,000 – 0,200	0,200	1	0
2	III/2789 Šimonovická	0,200 – 0,600	0,400	7	0

Ve výše uvedené tabulce je uvedeno rozdělení hodnoceného seky na podúseky dle naměřených průhybů a vypočtených hodnot zatížitelnosti.

Podúsek č. 1 vykazuje zatížitelnost 1 TNV/24 hod v obou směrech po dobu 20 let. Vozovka je tvořena krytem tl. cca 70 mm na šterkovém loži cca 150 mm.

Podúsek č. 2 vykazuje zatížitelnost 7 TNV/24 hod v obou směrech po dobu 20 let. Vozovka je tvořena krytem tl. cca 75 mm, penetračním makadamem tl. cca 70 mm na šterkovém loži cca 80 mm.

Poznámka:

Na základě tohoto měření lze navrhnout technologie oprav hodnocených podúseků pro požadované dopravní zatížení.

Praha 29.11.2016

Ing. Pavel Herrmann
RODOS

Příloha č. 1

Měřené průhyby a jejich vyhodnocení

Silnice č. III/2789 Šimonovická

Poloměr zat. desky: 150 mm

Referenční teplota: 20°C

Normováno na: 50 kN

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zatížení [MPa]	Naměřené průhyby [μm]									Moduly pružnosti [MPa]		
			0	300	450	600	900	1200	1500	1800	2100	ACO [8 cm]	SDA [15 cm]	Podloží ZEM_SP
0	1	0,707	1195	726	446	304	146	56	63	26	7	3260	26	117
15	1	0,707	904	595	441	320	171	89	53	37	33	6638	28	104
30	1	0,707	1099	622	428	285	141	76	46	32	24	3237	34	105
45	1	0,707	1116	701	491	339	153	73	39	16	24	4632	22	126
60	1	0,707	759	467	322	223	109	60	35	22	17	5945	40	149
75	1	0,707	1132	535	304	164	35	10	8	8	6	2167	31	316
90	1	0,707	861	550	397	283	141	74	33	20	18	6527	28	137
105	1	0,707	919	473	297	181	67	30	15	7	8	3206	38	219
120	1	0,707	769	449	311	211	92	41	19	12	9	5679	36	199
135	1	0,707	1127	675	456	272	127	64	33	22	19	3651	25	137
150	1	0,707	909	498	349	231	98	46	26	16	9	4095	36	161
165	1	0,707	852	501	348	244	125	70	39	25	14	4683	42	124
180	1	0,707	1085	621	426	298	145	81	51	34	24	3353	35	100
200	2	0,707	636	457	358	280	163	91	52	28	19	7107	25	140
210	2	0,707	679	509	407	320	197	118	73	48	36	4947	24	102
225	2	0,707	664	477	364	277	153	85	50	33	23	6007	27	135
240	2	0,707	643	545	490	163	117	81	57	39	29	4057	27	174
250	2	0,707	441	340	272	210	122	70	41	24	16	8974	29	205
270	2	0,707	666	550	492	162	118	81	57	38	30	3756	22	169
275	2	0,707	598	433	337	258	153	89	53	34	28	6993	32	127
300	2	0,707	408	291	227	171	92	46	21	11	6	9215	34	319
300	2	0,707	444	360	291	229	139	79	47	29	18	9550	24	209
325	2	0,707	548	382	306	240	143	86	55	41	32	7006	46	117
330	2	0,707	630	446	356	278	164	93	53	34	23	4790	27	131
350	2	0,707	575	430	349	281	183	119	84	66	54	7643	54	81
360	2	0,707	422	321	263	207	124	71	39	25	16	9138	28	216
375	2	0,707	706	472	353	265	159	98	69	51	44	3796	53	92
390	2	0,707	479	400	319	255	162	105	74	45	41	8679	29	118
400	2	0,707	625	414	325	252	161	107	78	61	49	3910	89	82

Silnice č. III/2789 Šimonovická

Poloměr zat. desky: 150 mm

Referenční teplota: 20°C

Normováno na: 50 kN

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zatížení [MPa]	Naměřené průhyby [μm]									Moduly pružnosti [MPa]		
			0	300	450	600	900	1200	1500	1800	2100	ACO [8 cm]	SDA [15 cm]	Podloží ZEM_SP
420	2	0,707	690	541	436	346	209	125	75	55	51	5363	21	98
425	2	0,707	1028	736	586	457	160	112	77	67	60	3451	20	82
450	2	0,707	1461	899	556	363	178	105	78	66	63	1247	24	80
460	2	0,707	553	418	349	280	185	122	83	60	44	6549	39	89
475	2	0,707	626	437	329	244	132	70	43	30	29	5563	33	145
500	2	0,707	596	467	379	303	203	138	102	80	64	8063	54	70
525	2	0,707	696	432	302	210	106	54	30	18	12	3456	38	173
550	2	0,707	530	385	308	248	162	103	66	45	34	8338	48	103
575	2	0,707	606	457	370	298	198	127	87	64	44	8067	40	83
600	2	0,707	728	466	352	271	178	122	92	69	55	2589	96	72
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	0,707	979	570	386	258	119	59	35	21	16	4390	32	153
Minimum:	1	0,707	759	449	297	164	35	10	8	7	6	2167	22	100
Maximum:	1	0,707	1195	726	491	339	171	89	63	37	33	6638	42	316
Sm. odchylka:	1	0,000	145	90	64	52	37	21	15	9	8	1373	6	58
85% kvantil:	1	0,707	1128	680	448	307	147	77	52	32	24	3231	26	105
50% kvantil:	1	0,707	919	550	397	272	127	64	35	22	17	4095	34	137
Průměr:	2	0,707	641	464	364	264	156	96	63	45	35	6087	38	131
Minimum:	2	0,707	408	291	227	162	92	46	21	11	6	1247	20	70
Maximum:	2	0,707	1461	899	586	457	209	138	102	80	64	9550	96	319
Sm. odchylka:	2	0,000	205	122	84	63	30	23	20	18	16	2298	19	57
85% kvantil:	2	0,707	698	542	450	307	188	122	83	66	54	3681	24	82
50% kvantil:	2	0,707	626	441	351	261	161	96	62	43	33	6278	31	118

Silnice č. III/2789 Šimonovická

Návrhová úroveň porušení: D0

Délka návrhového období: 20

Výpočet zatížitelnosti vozovky

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zbytková životnost	Zatížiteln ost	Klasifikač ní třída	Kritická vrstva	TNV lim	Relativní porušení	TNV po zes.	Rel. por. po zes.	Chyby				
										Eps1	Eps2	EpsZ	Průměr [%]	Průměr [um]
0	1	20,0	0	1	0	2061	1,000	1752	0,850	5,76E-04	1,03E-04	-3,96E-04	73,26	16,24
15	1	20,0	6	1	0	29328	1,000	24929	0,850	3,39E-04	8,87E-05	-3,52E-04	11,95	10,76
30	1	20,0	1	1	0	2842	1,000	2416	0,850	5,40E-04	1,40E-04	-4,76E-04	24,37	15,32
45	1	20,0	1	1	0	6011	1,000	5109	0,850	4,65E-04	6,94E-05	-3,06E-04	29,07	13,77
60	1	20,0	7	1	0	31356	1,000	26653	0,850	3,34E-04	7,74E-05	-2,90E-04	22,52	9,54
75	1	20,0	0	1	0	764	1,000	649	0,850	7,03E-04	4,50E-05	-1,83E-04	63,19	11,07
90	1	20,0	6	1	0	29087	1,000	24724	0,850	3,39E-04	6,35E-05	-2,71E-04	27,49	13,64
105	1	20,0	1	1	0	3692	1,000	3138	0,850	5,13E-04	6,45E-05	-2,45E-04	60,86	12,32
120	1	20,0	5	1	0	24752	1,000	21039	0,850	3,51E-04	5,25E-05	-2,17E-04	43,08	12,06
135	1	20,0	1	1	0	3077	1,000	2615	0,850	5,32E-04	8,05E-05	-3,27E-04	25,76	11,58
150	1	20,0	2	1	0	7434	1,000	6319	0,850	4,46E-04	7,90E-05	-2,98E-04	46,02	15,76
165	1	20,0	3	1	0	13675	1,000	11624	0,850	3,95E-04	1,09E-04	-3,78E-04	35,69	14,25
180	1	20,0	1	1	0	3292	1,000	2798	0,850	5,25E-04	1,48E-04	-4,96E-04	24,40	15,50
200	2	20,0	44	1	0	208652	1,000	177354	0,850	2,29E-04	3,60E-05	-1,79E-04	13,71	8,44
210	2	20,0	26	1	0	121436	1,000	103221	0,850	2,55E-04	5,15E-05	-2,31E-04	4,98	4,94
225	2	20,0	24	1	0	114345	1,000	97193	0,850	2,58E-04	4,45E-05	-2,05E-04	8,26	5,13
240	2	20,0	12	1	0	56466	1,000	47996	0,850	2,97E-04	2,69E-05	-1,45E-04	25,22	43,33
250	2	20,0	441	1	0	2081618	1,000	1769375	0,850	1,44E-04	1,75E-05	-1,03E-04	5,11	2,00
270	2	20,0	9	1	0	42533	1,000	36153	0,850	3,15E-04	3,01E-05	-1,56E-04	24,52	42,04
275	2	20,0	50	1	0	234343	1,000	199192	0,850	2,24E-04	5,02E-05	-2,16E-04	7,51	5,64
300	2	20,0	334	1	0	1578378	1,000	1341621	0,850	1,53E-04	1,26E-05	-7,63E-05	15,94	3,91
300	2	20,0	398	1	0	1880002	1,000	1598002	0,850	1,47E-04	1,20E-05	-8,43E-05	2,52	2,00
325	2	20,0	67	1	0	314672	1,000	267471	0,850	2,11E-04	7,14E-05	-2,61E-04	6,78	6,51
330	2	20,0	26	1	0	124439	1,000	105773	0,850	2,54E-04	4,22E-05	-1,93E-04	9,55	7,65
350	2	20,0	91	1	0	430913	1,000	366276	0,850	1,98E-04	1,10E-04	-3,58E-04	2,57	3,65
360	2	20,0	392	1	0	1852399	1,000	1574539	0,850	1,48E-04	1,50E-05	-9,14E-05	4,22	2,35
375	2	20,0	8	1	0	36388	1,000	30930	0,850	3,25E-04	1,36E-04	-4,24E-04	6,13	5,78
390	2	20,0	286	1	0	1350664	1,000	1148064	0,850	1,58E-04	3,59E-05	-1,69E-04	3,56	4,74
400	2	20,0	16	1	0	74226	1,000	63092	0,850	2,81E-04	1,80E-04	-4,94E-04	5,60	6,18

Silnice č. III/2789 Šimonovická

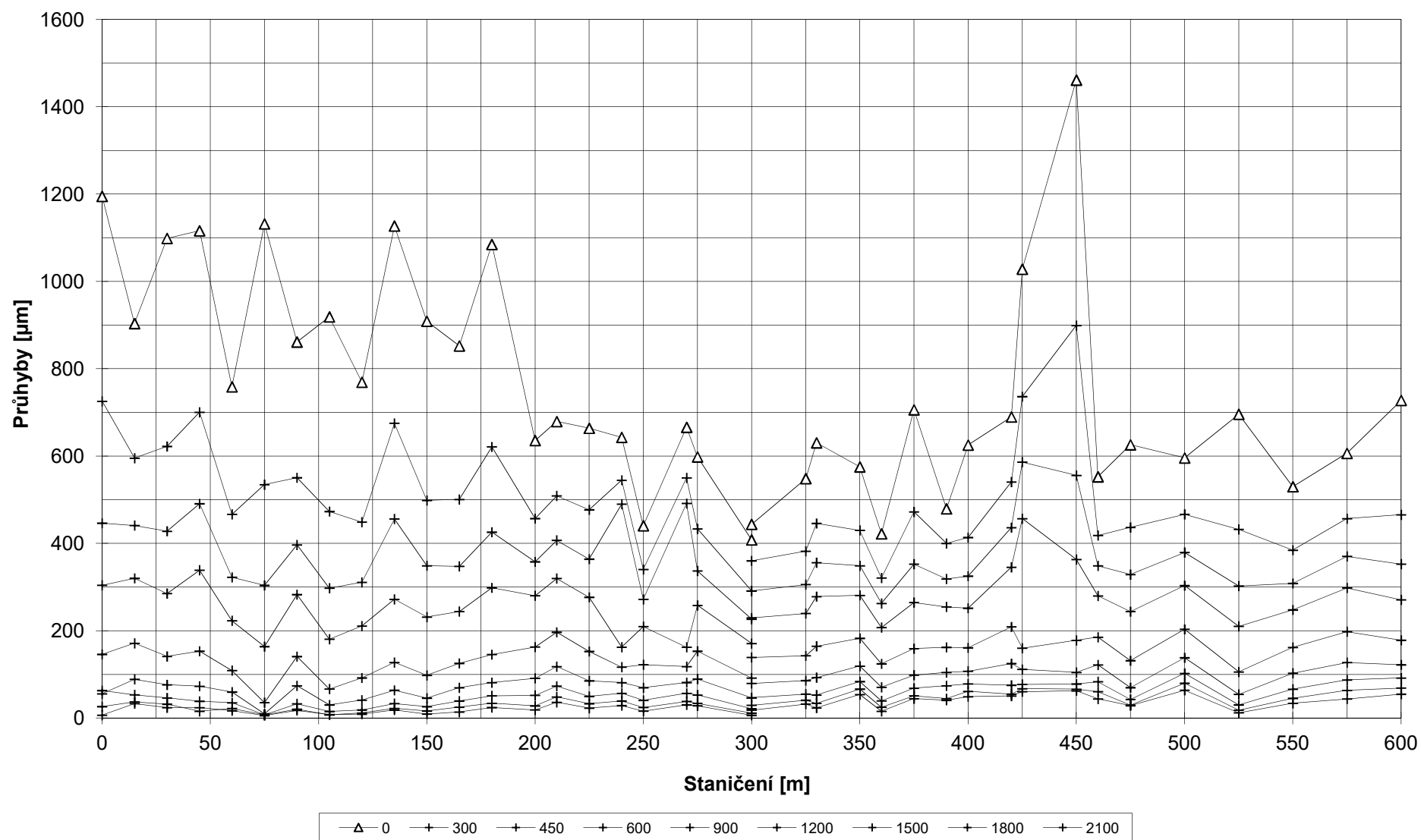
Návrhová úroveň porušení: D0

Délka návrhového období: 20

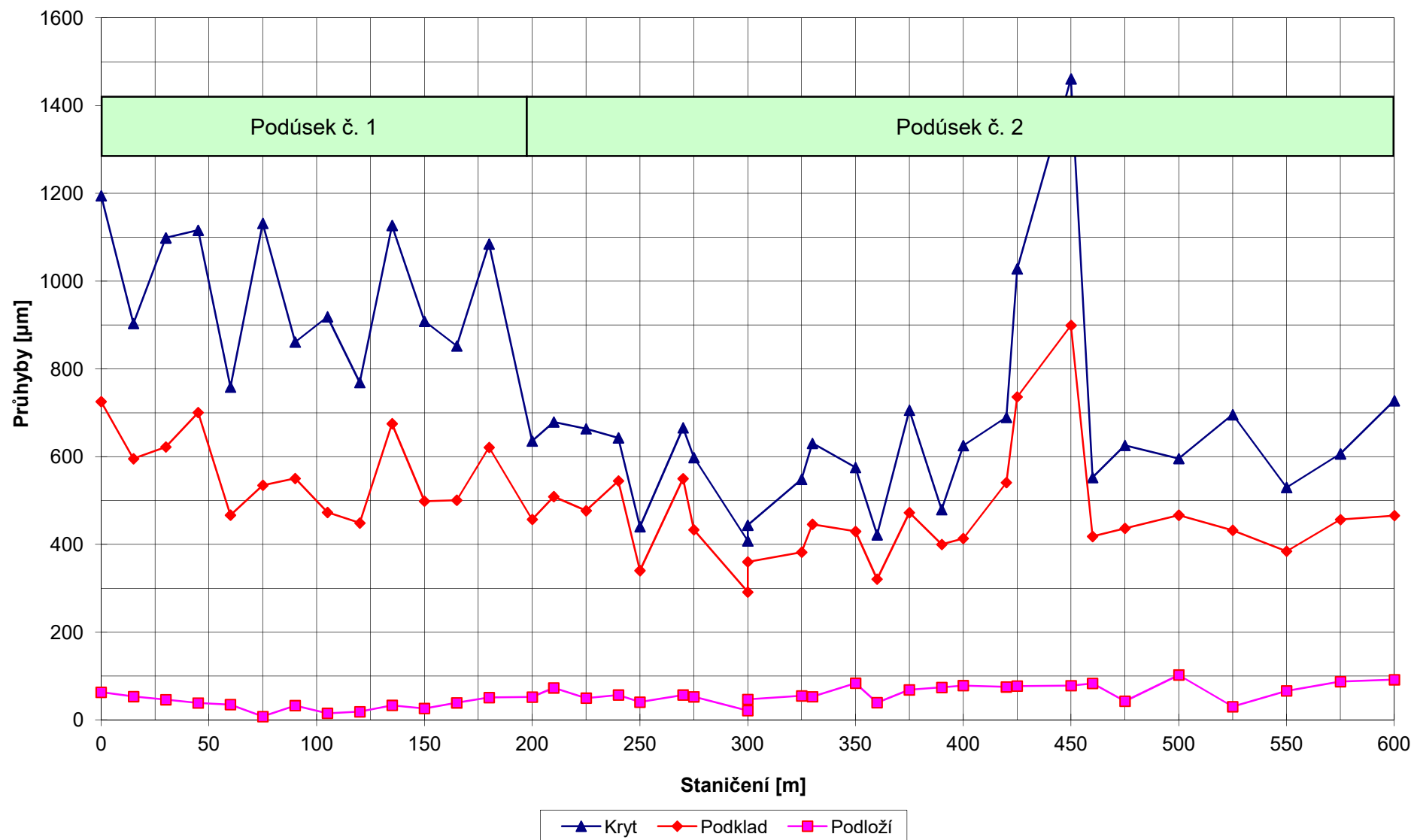
Výpočet zatížitelnosti vozovky

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zbytková životnost	Zatížiteln ost	Klasifikač ní třída	Kritická vrstva	TNV lim	Relativní porušení	TNV po zes.	Rel. por. po zes.	Chyby					
										Eps1	Eps2	EpsZ	Průměr [%]	Průměr [um]	
420	2	20,0	31	1	0	147136	1,000	125066	0,850	2,45E-04	4,51E-05	-2,18E-04	2,25	2,06	
425	2	20,0	2	1	0	9067	1,000	7707	0,850	4,29E-04	8,81E-05	-3,69E-04	8,43	17,49	
450	2	20,0	0	1	0	276	1,000	235	0,850	8,62E-04	1,71E-04	-5,87E-04	3,14	9,56	
460	2	20,0	106	1	0	499157	1,000	424283	0,850	1,92E-04	7,31E-05	-2,70E-04	4,14	4,53	
475	2	20,0	22	1	0	104257	1,000	88618	0,850	2,63E-04	5,03E-05	-2,13E-04	4,97	3,81	
500	2	20,0	104	1	0	489187	1,000	415809	0,850	1,93E-04	1,24E-04	-3,93E-04	1,48	2,01	
525	2	20,0	5	1	0	21507	1,000	18281	0,850	3,61E-04	5,84E-05	-2,28E-04	26,68	8,72	
550	2	20,0	127	1	0	598892	1,000	509058	0,850	1,85E-04	7,68E-05	-2,74E-04	8,31	7,54	
575	2	20,0	89	1	0	419661	1,000	356712	0,850	1,99E-04	8,94E-05	-3,20E-04	5,76	6,25	
600	2	20,0	5	1	0	22753	1,000	19340	0,850	3,57E-04	2,37E-04	-6,20E-04	5,79	5,74	
Statistické zpracování:															
Průměr:	1	20,0	3	1	0	12105	1,000	10290	0,850	4,66E-04	8,62E-05	-3,26E-04	37,51	13,22	
Minimum:	1	20,0	0	1	0	764	1,000	649	0,850	3,34E-04	4,50E-05	-4,96E-04	11,95	9,54	
Maximum:	1	20,0	7	1	0	31356	1,000	26653	0,850	7,03E-04	1,48E-04	-1,83E-04	73,26	16,24	
Sm. odchylka:	1	0,0	2	0	0	11510	0,000	9784	0,000	1,08E-04	3,01E-05	8,95E-05	17,81	2,07	
85% kvantil:	1	20,0	1	1	0	2686	1,000	2283	0,850	5,48E-04	1,15E-04	-4,12E-04	61,33	15,56	
50% kvantil:	1	20,0	1	1	0	6011	1,000	5109	0,850	4,65E-04	7,90E-05	-3,06E-04	29,07	13,64	
Průměr:	2	20,0	104	1	0	492822	1,000	418899	0,850	2,65E-04	7,25E-05	-2,65E-04	8,35	8,54	
Minimum:	2	20,0	0	1	0	276	1,000	235	0,850	1,44E-04	1,20E-05	-6,20E-04	1,48	2,00	
Maximum:	2	20,0	441	1	0	2081618	1,000	1769375	0,850	8,62E-04	2,37E-04	-7,63E-05	26,68	43,33	
Sm. odchylka:	2	0,0	136	0	0	644352	0,000	547699	0,000	1,40E-04	5,59E-05	1,43E-04	6,98	10,35	
85% kvantil:	2	20,0	7	1	0	32979	1,000	28033	0,850	3,33E-04	1,27E-04	-4,01E-04	14,26	8,93	
50% kvantil:	2	20,0	38	1	0	177894	1,000	151210	0,850	2,37E-04	5,09E-05	-2,23E-04	5,78	5,69	

**Průběh průhybů na všech snímačích
Silnice č. I/55 Třemošnice**



**Průběh průhybů krytu, podkladu a podloží
Silnice č. I/55 Třemošnice**



Silnice č. III/2789 Šimonovická

Tloušťky asfaltem tmelených vrstev zjištěné z vývrtů

Vývrt č.	Staničení [km]	Tloušťka nespoj. [cm]	Tloušťka celkem [cm]	Podklad	Poznámka
1	0,100		7	15 cm štěrk, hlína	
2	0,300 L		7,5	7 cm PM, 8 cm štěrk, hlína	

Staničení [km]