

RODOS

ROZVOJ DOPRAVNÍCH STAVEB

Kralupská 2/47, 161 00 Praha 6

Tel. 235 361 220, 608 111 271

ZPRÁVA č. 111/2018

**Diagnostika vozovky a návrh opravy
silnice č. II/403
Urbanov - průtah**

**Zpracováno pro Krajskou správu a údržbu silnic Vysočiny,
příspěvkovou organizaci**

Zadavatel: **Krajská správa a údržba silnic Vysočiny,
příspěvková organizace**
Kosovská 1122/16
58601 Jihlava 1
IČO 00090450
DIČ CZ 00090450

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. 3009/031-18/SMJ podle ČSN EN ISO 9001:2016 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 asfaltových 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. Měřené úseky:

Hodnocené úseky	Lokalizace úseků	Datum měření	Teplota krytu vozovky	Konstrukce vozovky
II/403	Začátek: začátek obce Urbanov Konec: Konec obce	18.7.2018	23° C	Asfalt. vrstvy 13 cm Podkl. vrstvy 25 cm

Dopravní zatížení úseku: 151 TNV/24 hod

II. Jádrové vývrty a sondy

Na úsecích bylo provedeno celkem 4 ks jádrových vývrtů na tloušťku asfaltem stmelených vrstev z toho 2 ks vrtaných sond na tloušťku konstrukce vozovky.

Tloušťky vrstev jsou uvedeny v tabulce č. 2 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 sedmi 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 podúseků, na které je úsek rozdělen a to v závislosti na velikosti naměřené hodnoty průhybů 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 průhybů d_1 - charakterizujícího mechanickou účinnost krytu vozovky, d_2 - charakterizující mechanickou účinnost podkladních vrstev a d_7 - 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.

IV. Výpočet rázových modulů pružnosti

Z naměřených hodnot průhybů v teplotních podmínkách zjištěných při měření se vypočítávají pomocí zpětného výpočtu rázové moduly pružnosti jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky opravené na návrhovou teplotu. 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 č. 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 zatížení (TNV)	Tloušťka zesílení (mm)
1	<i>II/403 Urbanov - průtah</i>	<i>0,000 – 0,625</i>	<i>0,625</i>	151	80

Ve výše uvedené tabulce jsou uvedeny podúseky, na které byl hodnocený úsek rozdělen. Dále je v tabulce uvedena tloušťka prostého zesílení vozovky v současném stavu pro zbytkovou dobu životnosti 25 let.

VII. Návrh rekonstrukce:

V následujícím závěrečném doporučení je stručně shrnut návrh rekonstrukce pro jednotlivé podúseky.

Číslo úseku nebo podúseku	Název úseku nebo podúseku	Staničení začátku a konce (km)	Délka úseku (km)
1	II/403 Urbanov - průtah	0,000 – 0,625	0,625

Vozovka tohoto úseku vykazuje prakticky vyčerpanou zbytkovou dobu životnosti, pro současné dopravní zatížení 151 TNV/24 hod a výhled. Vyžaduje prosté zesílení 80 mm asfaltovým betonem. Příčinou nízké únosnosti je nízká kvalita podkladní vrstvy tvořená štěrkem.

Vozovka je porušena únavovými trhlinami, trhlinami z nespojení a stárí asfaltových vrstev. Hloubková koroze a trhliny vedou k tvorbě četných výtluků.

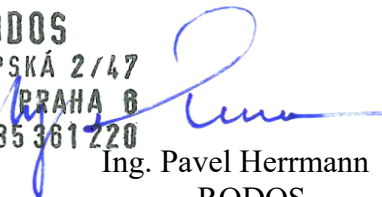
Navrhují:

- ▶ odstranit frézováním asfaltové vrstvy krytu tl. 100 mm
- ▶ provést opravy lokálních poruch zjištěných na odfrézovaném povrchu vozovky dalším frézováním a znovu vyplněním asfaltovou směsí.
- ▶ provést spojovací postřík povrchu modifikovanou kationaktivní emulzí v množství 0,35 kg/m² asfaltu po vyštěpení dle ČSN EN 13808
- ▶ provést pokládku ložní vrstvy krytu v tloušťce cca 80 mm z asfaltové směsi typu asfaltový beton ACL 22 + dle ČSN EN 13 108-1
- ▶ provést spojovací postřík povrchu modifikovanou kationaktivní emulzí v množství 0,35 kg/m² asfaltu po vyštěpení dle ČSN EN 13808
- ▶ provést pokládku obrusné vrstvy krytu v tloušťce cca 50 mm z asfaltové směsi typu asfaltový beton ACO 11 S dle ČSN EN 13 108-1

Poznámka

Tloušťka nově pokládaných vrstev byla pro tuto technologii vypočtena na 130 mm. Niveleta se zvyšuje o 30 mm. Rekonstrukce je navržena pro návrhové období 25 let.

Praha 9.8. 2018

RODOS
 KRALUPSKÁ 2/47
 161 00 PRAHA 6
 TEL: 235 361 220

 Ing. Pavel Herrmann
 RODOS

Příloha č. 1

Měřené průhyby a jejich vyhodnocení

Silnice č. II/403 Urbanov - průtah

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 [13 cm]	SDA [25 cm]	Podloží
0	1	0,707	358	222	173	131	83	54	37	26	19	6014	139	167
25	1	0,707	224	153	124	101	73	50	37	26	20	9248	360	184
50	1	0,707	584	328	228	163	81	43	18	10	6	3391	48	213
75	1	0,707	257	165	127	94	57	35	22	15	11	10561	121	274
100	1	0,707	734	370	230	152	75	43	27	19	13	1744	55	183
125	1	0,707	545	377	296	225	123	58	33	18	20	7430	26	198
150	1	0,707	294	184	142	109	71	39	25	14	12	8959	115	233
175	1	0,707	474	300	221	157	84	44	35	16	13	5539	51	204
200	1	0,707	440	285	209	149	79	44	27	18	17	6245	52	218
225	1	0,707	611	288	175	114	56	30	18	13	8	1823	71	243
250	1	0,707	482	266	180	126	63	29	16	10	8	3763	63	266
275	1	0,707	590	404	304	227	111	51	23	12	10	6329	22	255
300	1	0,707	386	190	122	85	48	28	19	12	9	2869	136	280
325	1	0,707	313	199	143	99	54	30	15	9	6	8425	71	350
350	1	0,707	586	285	138	68	16	5	5	4	4	2089	49	871
375	1	0,707	463	266	171	109	41	16	9	8	5	4229	49	451
400	1	0,707	587	291	166	99	39	17	8	7	7	2248	54	387
425	1	0,707	832	547	409	316	191	118	84	67	58	3052	47	74
450	1	0,707	548	359	280	212	131	86	65	55	43	4402	89	100
475	1	0,707	511	385	326	261	149	81	48	32	23	9492	19	180
500	1	0,707	419	262	186	135	82	56	45	30	23	4496	116	159
525	1	0,707	619	425	337	259	160	110	88	72	66	4310	85	78
550	1	0,707	773	492	352	255	134	82	55	37	32	3148	36	113
575	1	0,707	272	186	145	113	74	47	33	25	21	10879	148	194
600	1	0,707	856	548	381	268	135	66	37	28	20	3035	25	142
625	1	0,707	700	447	318	192	105	59	40	28	23	3343	35	159

Silnice č. II/403 Urbanov - průtah

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 [13 cm]	SDA [25 cm]	Podloží
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	0,707	518	316	226	162	89	51	33	23	19	5272	80	238
Minimum:	1	0,707	224	153	122	68	16	5	5	4	4	1744	19	74
Maximum:	1	0,707	856	548	409	316	191	118	88	72	66	10879	360	871
Sm. odchylka:	1	0,000	172	111	86	68	41	27	21	17	15	2778	67	154
85% kvantil:	1	0,707	708	430	329	256	134	81	50	33	25	2714	33	135
50% kvantil:	1	0,707	528	289	197	142	80	45	30	18	15	4356	55	201

Silnice č. II/403 Urbanov - průtah

Návrhová úroveň porušení: D1

Délka návrhového období: 25

Intenzita dopravy: 151 TNV/24hod

Celkový počet přejezdů: 757 825 TNV

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zbytková životnost	Tloušťka zesílení	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	25,0	0	1	0	1226130	0,618	1226130	0,618	1,77E-04	9,50E-05	-3,00E-04	13,65	6,04
25	1	25,0	0	1	0	15309974	0,049	15309974	0,049	9,15E-05	8,64E-05	-2,38E-04	8,57	3,44
50	1	1,4	6	5	1	50667	14,957	1110262	0,683	3,34E-04	4,86E-05	-2,37E-04	63,19	12,25
75	1	25,0	0	1	0	8651527	0,088	8651527	0,088	1,20E-04	3,94E-05	-1,58E-04	15,03	4,04
100	1	0,2	10	5	1	6436	117,748	973899	0,778	5,05E-04	8,90E-05	-3,49E-04	27,44	8,31
125	1	13,7	2	3	1	490275	1,546	1458104	0,520	2,12E-04	1,59E-05	-1,50E-04	8,03	5,79
150	1	25,0	0	1	0	4302211	0,176	4302211	0,176	1,37E-04	5,01E-05	-1,91E-04	21,84	6,56
175	1	8,7	2	4	1	309236	2,451	969133	0,782	2,33E-04	4,10E-05	-2,09E-04	20,10	6,00
200	1	14,1	1	3	1	501369	1,512	902005	0,840	2,11E-04	3,57E-05	-1,89E-04	11,01	4,29
225	1	0,3	9	5	1	12199	62,122	1016383	0,746	4,44E-04	7,31E-05	-2,81E-04	38,82	8,07
250	1	3,0	4	5	1	106841	7,093	901382	0,841	2,88E-04	4,27E-05	-2,00E-04	37,84	8,34
275	1	6,8	3	4	1	241409	3,139	1297008	0,584	2,45E-04	9,71E-06	-1,20E-04	15,87	6,23
300	1	4,3	4	5	1	154920	4,892	1005826	0,753	2,67E-04	7,32E-05	-2,43E-04	26,50	5,25
325	1	25,0	0	1	0	2360816	0,321	2360816	0,321	1,55E-04	2,10E-05	-1,19E-04	28,53	4,41
350	1	0,3	9	5	1	11778	64,342	1242807	0,610	4,47E-04	1,08E-05	-7,19E-05	22,57	3,21
375	1	3,6	4	5	1	129987	5,830	1156194	0,655	2,77E-04	1,58E-05	-1,08E-04	25,89	3,71
400	1	0,5	8	5	1	16340	46,379	965976	0,785	4,19E-04	3,09E-05	-1,60E-04	39,65	5,60
425	1	0,7	8	5	1	23269	32,568	1115708	0,679	3,90E-04	1,76E-04	-6,17E-04	5,86	8,10
450	1	5,5	3	4	1	195196	3,882	903622	0,839	2,55E-04	1,48E-04	-4,69E-04	3,88	4,30
475	1	25,0	0	1	0	2182802	0,347	2182802	0,347	1,57E-04	7,39E-06	-1,20E-04	1,92	3,51
500	1	10,4	2	3	1	371048	2,042	1058208	0,716	2,24E-04	1,04E-04	-3,35E-04	7,84	2,83
525	1	4,2	4	5	1	151450	5,004	1065607	0,711	2,68E-04	1,86E-04	-5,68E-04	1,61	2,77
550	1	0,7	8	5	1	23221	32,635	1264623	0,599	3,91E-04	8,96E-05	-4,00E-04	10,31	7,28
575	1	25,0	0	1	0	10175112	0,074	10175112	0,074	1,16E-04	6,41E-05	-2,17E-04	6,62	3,06
600	1	0,4	8	5	1	14210	53,330	928228	0,816	4,31E-04	4,78E-05	-2,93E-04	16,32	8,72
625	1	0,8	7	5	1	30301	25,010	1112115	0,681	3,70E-04	5,42E-05	-2,84E-04	9,88	6,19

Silnice č. II/403 Urbanov - průtah

Návrhová úroveň porušení: D1

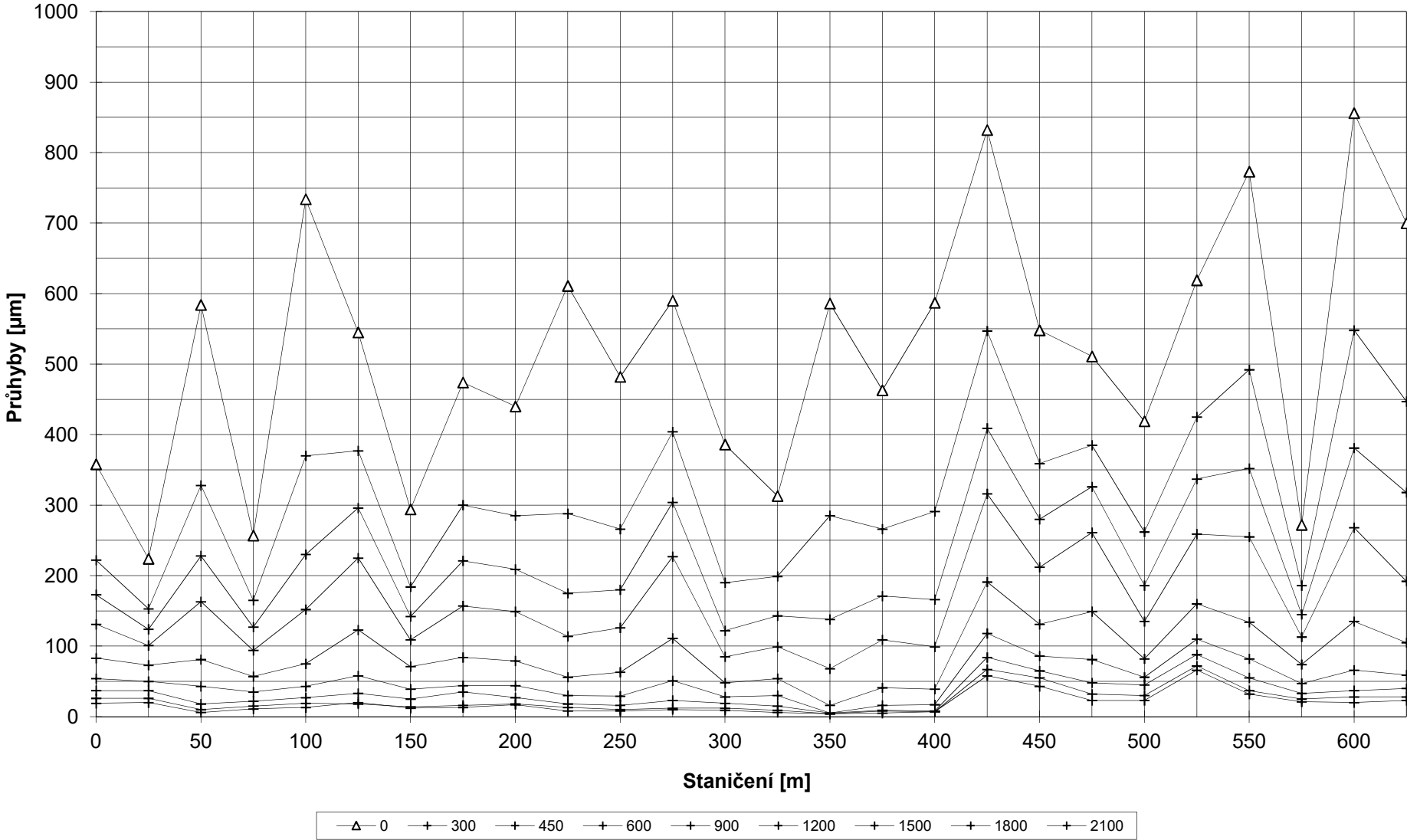
Délka návrhového období: 25

Intenzita dopravy: 151 TNV/24hod

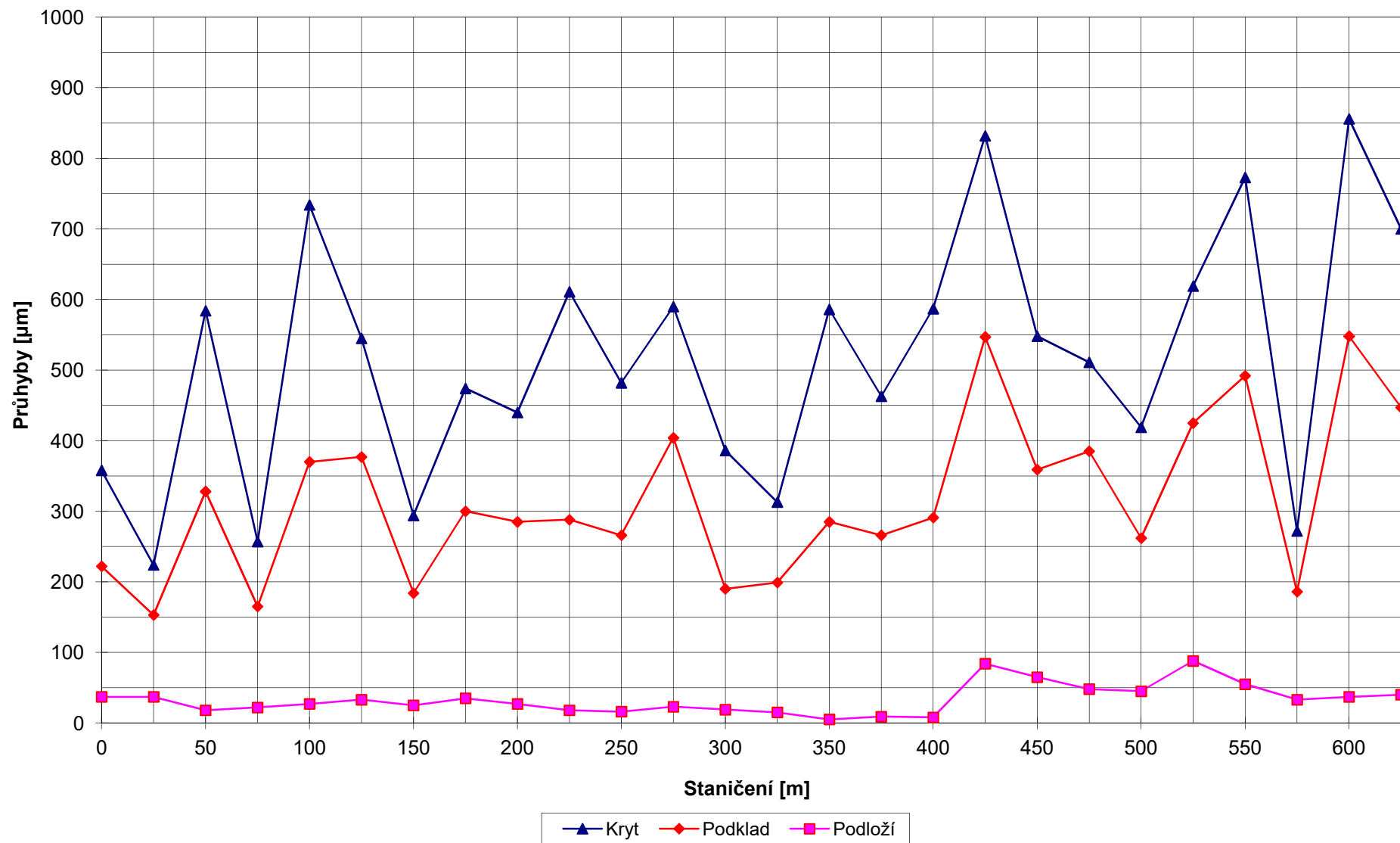
Celkový počet přejezdů: 757 825 TNV

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zbytková životnost	Tloušťka zesílení	Klasifikač ní třída	Kritická vrstva	TNV lim	Relativní porušení	TNV po zes.	Rel. por. po zes.	Eps1	Eps2	EpsZ	Chyby	
													Průměr [%]	Průměr [um]
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	9,8	4	4	1	1809566	18,775	2486756	0,588	2,76E-04	6,37E-05	-2,55E-04	18,80	5,70
Minimum:	1	0,2	0	1	0	6436	0,049	901382	0,049	9,15E-05	7,39E-06	-6,17E-04	1,61	2,77
Maximum:	1	25,0	10	5	1	15309974	117,748	15309974	0,841	5,05E-04	1,86E-04	-7,19E-05	63,19	12,25
Sm. odchylka:	1	10,0	3	2	0	3715311	28,313	3423747	0,246	1,16E-04	4,76E-05	1,35E-04	14,14	2,27
85% kvantil:	1	0,4	8	5	1	15808	48,116	956539	0,792	4,22E-04	9,73E-05	-3,62E-04	30,86	8,15
50% kvantil:	1	4,9	4	5	1	175058	4,387	1113912	0,680	2,61E-04	4,93E-05	-2,27E-04	15,45	5,70

**Průběh průhybů na všech snímačích
Silnice č. II/403 Urbanov - průtah**



Průběh průhybů krytu, podkladu a podloží Silnice č. II/403 Urbanov - průtah



Silnice č. II/403 Urbanov - průtah

Tloušťky asfaltem tmelených vrstev zjištěné z vývrtů

Vývrt č.	Staničení [km]	Tloušťka nespoj. [cm]	Tloušťka celkem [cm]	Podklad	Poznámka
1	0,100	8	16	PM	nespojené vrstvy
2	0,250 L		12	12 cm PM, 12 cm štěrk	
3	0,400		9	25 cm štěrk	
4	0,510 L		16,5	štěrk	

Tloušťky asfaltem tmelených vrstev Silnice č. II/403 Urbanov - průtah

