

Investor:



Liberecký kraj

U Jezu 642/2a, 461 80 Liberec 2

Stavebník, mandatář:



Krajská správa silnic Libereckého kraje

příspěvková organizace

České mládeže 632/32, 460 06 Liberec 6

Souřadnicový systém S-JTSK, Výškový systém Bpv



IMCZ Projektová a konzultační spol. s r.o.

Zahradní 273, 277 51 Nelahozeves

Tel.: +420 734 607 456

Email: imcz@imcz.cz

Hlavní inženýr projektu:

Ing. Petr KOBZA

Podpis:

Akce:

Silnice II/282 Koberovy, rekonstrukce silnice

Vypracoval:

uvedeno v příloze

Podpis:

Stupeň:

DSP/PDPS

Datum:

10/2017

Formát:

-

Měřítko:

-

Část:

G - SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTACE

Příloha:

Diagnostika vozovky

Souprava:

Č.přílohy:

G.3

RODOS
ROZVOJ DOPRAVNÍCH STAVEB

Kralupská 2/47, 161 00 Praha 6
Tel. 235 361 220, 608 111 271

ZPRÁVA
č. 18/2017

**Diagnostika vozovky a návrh opravy
silnice č. II/282
v úseku Koberovy**

Zpracováno pro IMCZ Projektová a konzultační spol. s r.o.

Zadavatel: **IMCZ Projektová a konzultační spol. s r.o.**
Zahradní 273
277 51 Nelahozeves
IČO 03723836
DIČ CZ03723836

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. 3009/011-17/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. 322/2015 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. Měřené úseky:

Silnice č.	Lokalizace úseků	Datum měření	Teplota krytu vozovky	Konstrukce vozovky
II/282	Začátek: III/28213 Konec: Konec obce	5.3.2017	13 °C	Asfalt. vrstvy 15 cm ŠD 25 cm

Dopravní zatížení úseku: 162TNV/24 hod v obou směrech

II. Jádrové vývrtv

Na úseku bylo provedeno celkem 3 ks jádrových vývrtů na tloušťku stmelенých vrstev z toho 1 ks vrtaných sond na tl. 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 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 podúseku“ 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 snímačích na 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 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	II/282 Koberovy	0,000 – 0,925	0,925	162	150

Ve výše uvedené tabulce jsou uvedeny podúseky, na které byl hodnocený úsek rozdělen. Dále je v tabulce uvedena tloušťka prostého zesílení pro současné dopravní zatížení 162 TNV/24 hod pro zbytkovou dobu životnosti 25 let.

V návrzích technologií je pak zesílení počítáno pro tu kterou technologii tak, aby vozovka po rekonstrukci vykazovala životnost cca 25 let.

VII. Návrh rekonstrukce:

Požadovaný návrh rekonstrukce vozovky vychází z výsledku výpočtů zesílení vozovky, vizuální prohlídky poruch vyskytujících se na úseku s jejich fotodokumentací po 10 m, provedených jádrových vývrtů a vrtaných sond, uvedených s popisem a staničením v tabulce č. 3 a grafu č. 3. Kompletní fotodokumentace stavu povrchu vozovky, vývrtů a sond včetně jejich staničení je na přiloženém CD.

Na základě zhodnocení všech shora popsanych podkladů lze konstatovat, že návrh technologie musí řešit tyto problémy:

- ▶ odstranit rozpadlé vrstvy krytu

- ▶ odstranit nespojení vrstev
- ▶ zesílit vozovku na zbytkovou dobu životnosti 25 let

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/282 Koberovy	0,000 – 0,925	0,925

Úsek vykazuje prakticky nulovou zbytkovou dobu životnosti pro stávající dopravní zatížení 162 TNV/24 hod v obou směrech. Vyžaduje zesílení 150 mm asfaltovým betonem.

Úsek je v původní vozovce porušen trhlinami z nespojení vrstev a degradací či rozpadem ložní vrstvy, rozpadem krytových vrstev a výtluky.

V místech rýh po inženýrských sítích je porušen únavovými trhlinami a rozpadem krytových vrstev, vytvářející značné nerovnosti. Příčinou trhlin při krajích vozovky je propad rýh po sítích. Tato místa zkreslují potřebu zesílení celého úseku.

Navrhují

- ▶ odstranit frézováním asfaltové vrstvy krytu, místy i části podkladní vrstvy z penetračního makadamu v tloušťce 80 mm
- ▶ provést opravy lokálních poruch zjištěných na odfrézovaném povrchu vozovky dalším frézováním a znovu vyplněním asfaltovou směsí.
- ▶ provést sanaci rýh po inženýrských sítích odstraněním porušených vrstev, zhutněním rýhy a nahrazením vrstvou KSC či ACP v tloušťce 120 – 150 mm na 150 mm podkladního štěrku
- ▶ provést spojovací postřík povrchu kationaktivní emulzí v množství 0,45 kg/m² asfaltu po vyštěpení
- ▶ provést pokládku ložní vrstvy krytu v tloušťce cca 50 mm z asfaltové směsi typu asfaltový beton ACL 16 dle ČSN EN 13 108-1
- ▶ provést spojovací postřík povrchu kationaktivní emulzí v množství 0,35 kg/m² asfaltu po vyštěpení
- ▶ provést pokládku obrusné vrstvy krytu v tloušťce cca 50 mm z asfaltové směsi typu asfaltový beton ACO 11 dle ČSN EN 13 108-1

Poznámka

Tloušťka nově pokládaných asfaltových vrstev byla vypočtena na 100 mm. Zvýšení nivelety je 20 mm. Rekonstrukce je navržena pro návrhové období 25 let.

Tloušťku a materiál sanací je třeba určit podle druhu materiálu zásypu rýh.

Praha 14.3. 2017

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/282 Koberovy

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 [15 cm]	SDA [25 cm]	Podloží ZEM_SP
0	1	0,707	276	223	196	173	132	99	74	54	42	5874	260	98
25	1	0,707	293	234	211	186	144	110	87	70	53	8896	445	84
50	1	0,707	412	332	291	250	186	136	98	69	46	4792	35	88
75	1	0,707	480	399	343	293	203	134	87	54	34	7785	20	102
100	1	0,707	370	286	237	193	128	86	63	50	42	9335	72	113
125	1	0,707	674	472	366	276	140	116	99	88	73	2783	65	76
150	1	0,707	694	526	443	371	259	181	129	98	78	5056	49	55
175	1	0,707	1023	663	489	357	190	130	115	106	84	1509	41	62
200	1	0,707	284	230	202	174	124	86	62	47	37	7000	106	116
225	1	0,707	482	354	272	208	129	85	63	50	43	5020	62	110
250	1	0,707	408	323	275	233	159	105	74	55	45	7322	40	104
275	1	0,707	699	509	375	258	111	78	54	39	28	3272	24	144
300	1	0,707	1190	585	344	204	104	74	51	35	26	697	35	123
325	1	0,707	192	147	133	118	93	71	54	41	27	8421	840	134
350	1	0,707	660	433	327	252	152	100	70	56	41	2692	59	91
375	1	0,707	192	148	133	117	89	65	45	32	20	7012	541	148
400	1	0,707	896	490	311	203	96	52	29	20	7	1308	33	165
425	1	0,707	302	232	205	179	134	97	68	48	34	6213	107	108
450	1	0,707	1307	783	576	412	199	87	39	24	27	1206	23	82
475	1	0,707	737	495	350	254	138	84	51	31	21	2684	30	126
500	1	0,707	1433	773	496	332	131	38	23	32	41	816	21	114
525	1	0,707	255	194	178	161	129	95	70	49	31	5698	406	103
550	1	0,707	1027	574	406	295	183	124	86	62	49	707	80	67
575	1	0,707	479	352	293	234	155	94	55	34	16	8284	24	151
600	1	0,707	721	460	350	264	156	91	53	33	16	2808	34	112
625	1	0,707	378	290	248	207	133	82	48	29	15	5179	21	217
650	1	0,707	533	388	312	250	154	95	56	35	24	6297	27	132
675	1	0,707	978	725	570	437	237	120	58	29	15	2541	20	72
700	1	0,707	1211	617	401	268	133	76	46	33	23	810	32	105

Silnice č. II/282 Koberovy

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 [15 cm]	SDA [25 cm]	Podloží ZEM_SP
725	1	0,707	679	542	476	406	285	181	109	62	32	6993	20	67
750	1	0,707	1264	756	548	401	235	146	93	72	53	375	213	39
775	1	0,707	1575	961	639	400	164	81	59	51	38	796	27	71
800	1	0,707	777	474	334	237	110	53	26	13	6	2273	25	190
825	1	0,707	287	217	194	159	101	58	31	16	14	8235	32	267
850	1	0,707	703	470	356	271	158	90	49	28	15	3387	26	127
875	1	0,707	400	271	241	175	96	51	21	12	7	8421	25	339
900	1	0,707	389	289	243	206	148	105	72	50	33	9425	77	101
925	1	0,707	183	144	131	118	92	69	51	38	24	7521	905	137
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	0,707	654	431	329	251	150	95	64	46	33	4722	129	119
Minimum:	1	0,707	183	144	131	117	89	38	21	12	6	375	20	39
Maximum:	1	0,707	1575	961	639	437	285	181	129	106	84	9425	905	339
Sm. odchylka:	1	0,000	374	200	129	86	46	32	25	21	18	2911	214	57
85% kvantil:	1	0,707	1100	638	482	363	194	127	90	65	47	1030	23	71
50% kvantil:	1	0,707	596	416	319	243	139	90	58	44	31	5038	35	109

Silnice č. II/282 Koberovy

Návrhová úroveň porušení: D0

Délka návrhového období: 25

Intenzita dopravy: 162 TNV/24hod

Celkový počet přejezdů: 813037 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	6472118	0,126	6472118	0,126	7,71E-05	9,56E-05	-2,57E-04	5,27	3,94
25	1	25,0	0	1	0	3820917	0,213	3820917	0,213	7,68E-05	1,11E-04	-2,85E-04	2,71	2,87
50	1	25,0	0	1	0	12080130	0,067	12080130	0,067	1,02E-04	4,31E-05	-1,91E-04	5,15	6,17
75	1	25,0	0	1	0	3469876	0,234	3469876	0,234	1,30E-04	2,47E-05	-1,54E-04	7,37	4,70
100	1	25,0	0	1	0	3513469	0,231	3513469	0,231	1,30E-04	7,25E-05	-2,43E-04	0,53	0,69
125	1	0,9	8	5	1	35749	22,743	1208841	0,673	3,26E-04	1,87E-04	-5,39E-04	7,11	8,84
150	1	4,7	4	5	1	180990	4,492	1236755	0,657	2,35E-04	1,66E-04	-5,14E-04	3,82	7,18
175	1	0,1	13	5	1	2436	333,759	1064746	0,764	5,57E-04	2,48E-04	-7,32E-04	5,05	6,86
200	1	25,0	0	1	0	17884979	0,045	17884979	0,045	8,62E-05	6,61E-05	-2,09E-04	4,31	3,89
225	1	8,2	3	4	1	312284	2,604	1376510	0,591	2,11E-04	9,60E-05	-3,15E-04	0,97	1,56
250	1	25,0	0	1	0	4846949	0,168	4846949	0,168	1,22E-04	4,74E-05	-1,99E-04	1,39	2,36
275	1	0,8	8	5	1	28855	28,177	1357014	0,599	3,40E-04	4,43E-05	-2,18E-04	8,80	9,59
300	1	0,0	16	5	1	214	3799,238	1316812	0,617	9,07E-04	1,57E-04	-5,04E-04	13,40	6,60
325	1	25,0	0	1	0	26470888	0,031	26470888	0,031	5,41E-05	7,74E-05	-1,94E-04	7,44	3,86
350	1	0,8	8	5	1	31008	26,220	1125934	0,722	3,35E-04	1,55E-04	-4,66E-04	6,60	5,95
375	1	25,0	0	1	0	24419206	0,033	24419206	0,033	6,15E-05	7,74E-05	-1,97E-04	13,89	5,76
400	1	0,0	13	5	1	1563	520,177	1075582	0,756	6,09E-04	8,14E-05	-3,06E-04	50,86	10,02
425	1	25,0	0	1	0	14019054	0,058	14019054	0,058	8,68E-05	7,02E-05	-2,20E-04	7,72	6,25
450	1	0,0	15	5	1	517	1572,605	1087758	0,747	7,60E-04	1,37E-04	-5,25E-04	48,17	25,55
475	1	0,4	9	5	1	16330	49,788	1172681	0,693	3,81E-04	7,07E-05	-2,91E-04	15,59	7,34
500	1	0,0	16	5	1	143	5685,573	975519	0,833	9,83E-04	1,13E-04	-4,41E-04	31,60	16,03
525	1	25,0	0	1	0	8157533	0,100	8157533	0,100	6,97E-05	9,45E-05	-2,45E-04	11,53	7,66
550	1	0,0	15	5	1	1035	785,543	1381403	0,589	6,62E-04	3,67E-04	-9,16E-04	14,73	16,37
575	1	25,0	0	1	0	1151365	0,706	1151365	0,706	1,63E-04	2,29E-05	-1,38E-04	13,79	8,20
600	1	0,6	8	5	1	21425	37,948	964443	0,843	3,61E-04	8,70E-05	-3,30E-04	28,07	13,57
625	1	25,0	0	1	0	7551560	0,108	7551560	0,108	1,12E-04	7,73E-06	-7,32E-05	6,60	4,34
650	1	10,5	2	3	1	402945	2,018	1156751	0,703	2,01E-04	3,70E-05	-1,86E-04	9,22	6,90
675	1	0,2	11	5	1	7721	105,302	1357401	0,599	4,43E-04	1,05E-04	-4,34E-04	63,89	25,28
700	1	0,0	16	5	1	278	2924,594	1355186	0,600	8,60E-04	1,67E-04	-5,45E-04	25,67	14,07

Silnice č. II/282 Koberovy

Návrhová úroveň porušení: D0

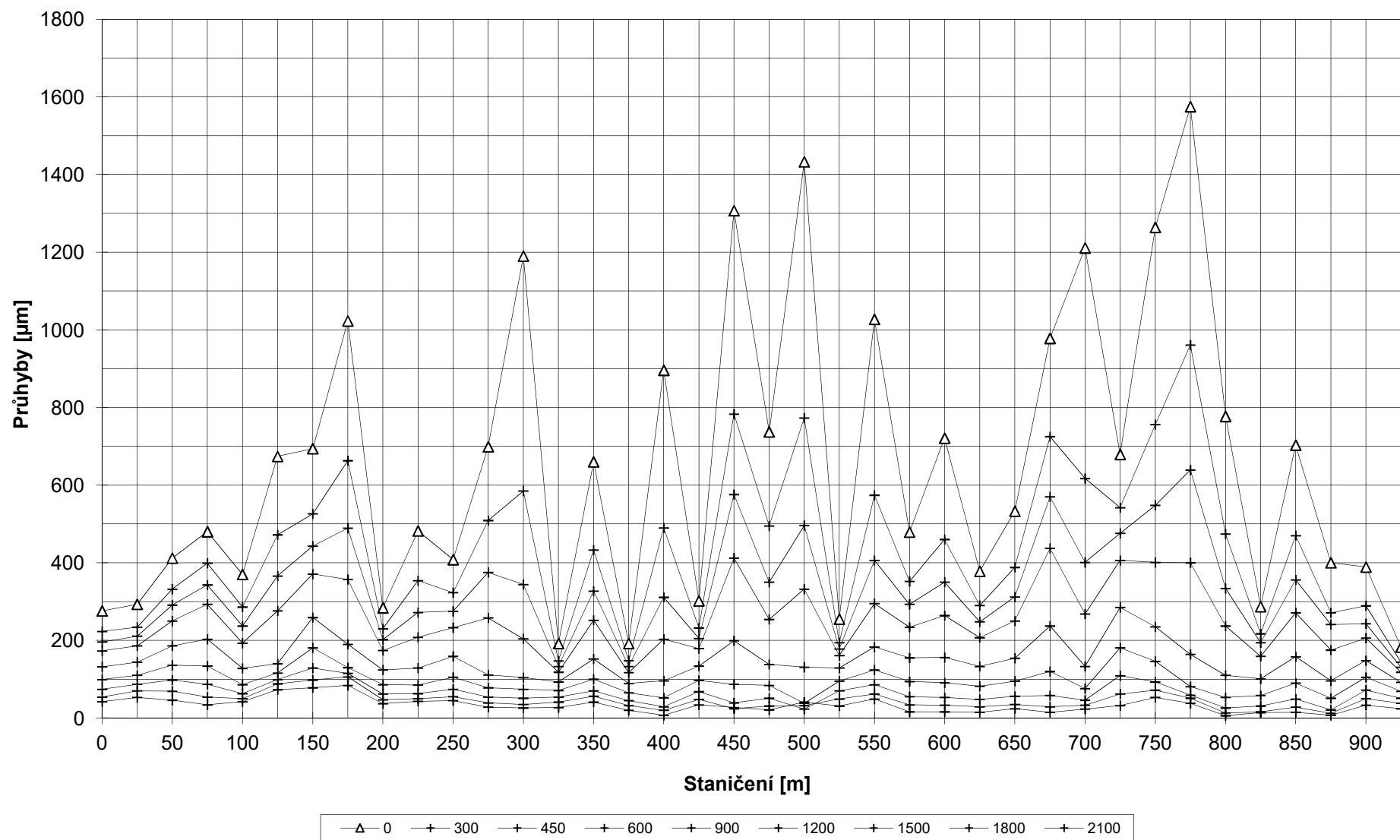
Délka návrhového období: 25

Intenzita dopravy: 162 TNV/24hod

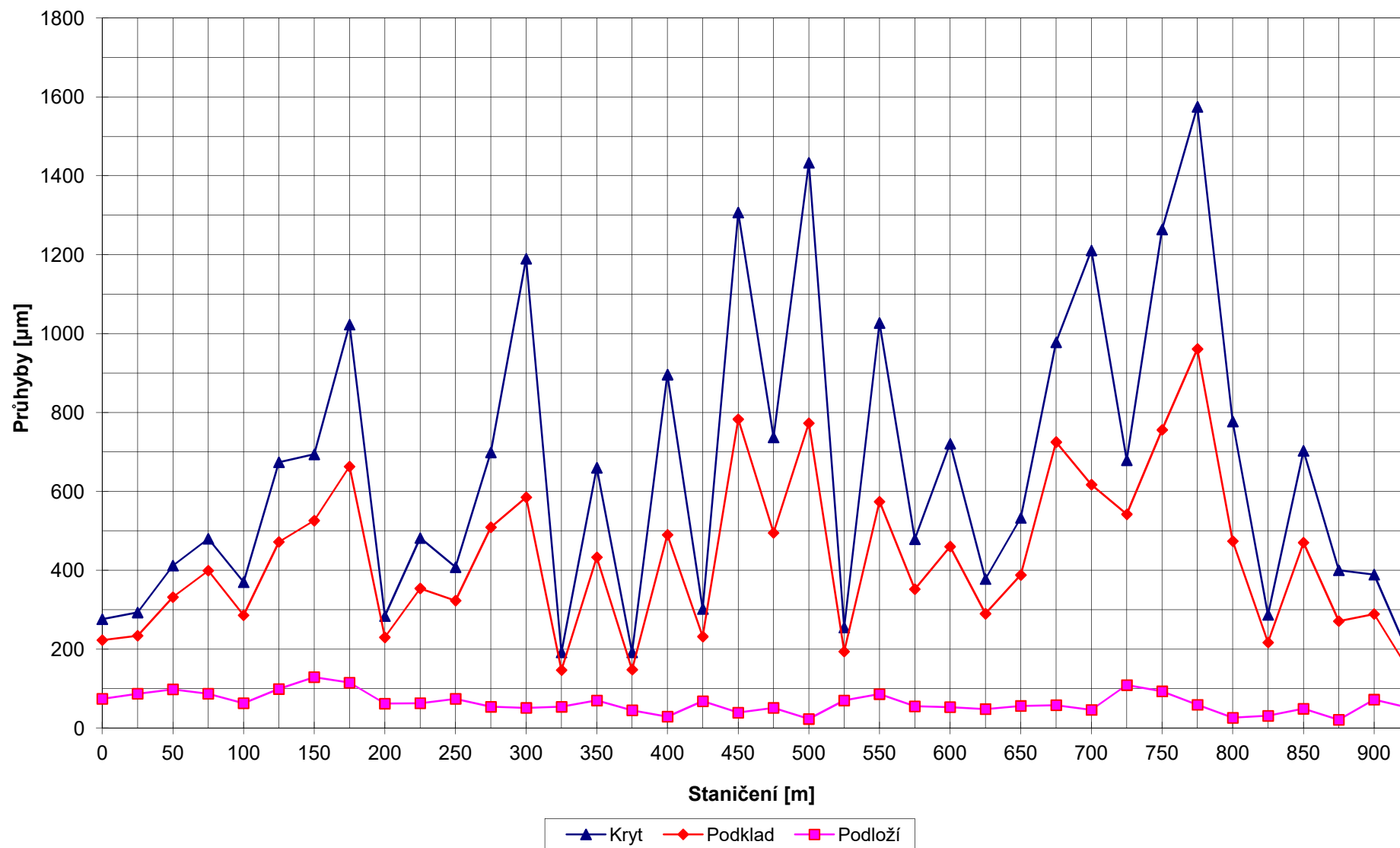
Celkový počet přejezdů: 813037 TNV

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zbytková životnost	Tloušťka zesílení	Klasifikační třída	Kritická vrstva	TNV lim	Relativní porušení	TNV po zes.	Rel. por. po zes.	Chyby				
										Eps1	Eps2	EpsZ	Průměr [%]	Průměr [um]
725	1	10,2	2	3	1	389704	2,086	1083905	0,750	2,02E-04	6,18E-05	-2,91E-04	22,27	16,41
750	1	0,1	16	5	3	2769	293,621	1186580	0,685	3,73E-04	5,11E-04	-1,21E-03	54,05	72,33
775	1	0,0	17	5	1	118	6890,144	1172610	0,693	1,02E-03	2,00E-04	-6,99E-04	28,15	24,58
800	1	0,2	10	5	1	8224	98,862	1070934	0,759	4,37E-04	4,16E-05	-1,99E-04	51,91	11,15
825	1	25,0	0	1	0	17935248	0,045	17935248	0,045	9,39E-05	9,04E-06	-6,80E-05	9,75	5,07
850	1	0,9	7	5	1	35171	23,117	1067942	0,761	3,27E-04	5,58E-05	-2,51E-04	25,24	12,03
875	1	25,0	0	1	0	1501292	0,542	1501292	0,542	1,54E-04	7,65E-06	-6,40E-05	12,61	6,56
900	1	25,0	0	1	0	3608065	0,225	3608065	0,225	1,29E-04	8,32E-05	-2,68E-04	9,27	7,66
925	1	25,0	0	1	0	30463767	0,027	30463767	0,027	5,23E-05	7,53E-05	-1,88E-04	10,55	4,99
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	12,2	6	3	1	4969629	610,831	5583203	0,463	3,22E-04	1,07E-04	-3,45E-04	16,98	10,61
Minimum:	1	0,0	0	1	0	118	0,027	964443	0,027	5,23E-05	7,65E-06	-1,21E-03	0,53	0,69
Maximum:	1	25,0	17	5	3	30463767	6890,144	30463767	0,843	1,02E-03	5,11E-04	-6,40E-05	63,89	72,33
Sm. odchylka:	1	11,8	6	2	1	8136250	1557,618	7777630	0,293	2,78E-04	9,69E-05	2,36E-04	16,40	11,85
85% kvantil:	1	0,0	15	5	1	1325	639,592	1080160	0,753	6,33E-04	1,66E-04	-5,31E-04	29,70	16,18
50% kvantil:	1	9,2	3	4	1	350994	2,345	1357208	0,599	2,07E-04	7,94E-05	-2,62E-04	10,15	7,04

Průběh průhybů na všech snímačích Silnice č. II/282 Koberovy



Průběh průhybů krytu, podkladu a podloží Silnice č. II/282 Koberovy



Silnice č. II/282 Koberovy

Tloušťky asfaltem tmelených vrstev zjištěné z vývrtů					
Vývrt č.	Staničení [km]	Tloušťka nespoj. [cm]	Tloušťka celkem [cm]	Podklad	Poznámka
1	0,150		14	štěrk	
2	0,450 L	7	17	20 cm štěrk	nespojené vrstvy
3	0,750	3,5	17,5	štěrk	nespojené, rozpadlé vrstvy

Tloušťky asfaltem tmelených vrstev Silnice č. II/282 Koberovy

