

RODOS

ROZVOJ DOPRAVNÍCH STAVEB

Kralupská 2/47, 161 00 Praha 6

Tel. 235 361 220, 608 111 271

ZPRÁVA

č. 40/2023

Diagnostika vozovky a návrh opravy

MK Hlavní třída – Masarykova

Mariánské Lázně

Zpracováno pro Silniční inženýrskou společnost, s.r.o.

Zadavatel: **Silniční inženýrská společnost, s.r.o.**
Žižkova 54
301 00 Plzeň
IČO 46885315
DIČ CZ46885315

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. 3009/213-21/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. 502/2021 vydané MDČR č.j. MD-6151/2021-930/17
- Oprávnění k měření průhybů vozovek pozemních komunikací č. 05/2019 pro zařízení FWD/HWD RODOS 10001 vydané MDČR č.j. 53/2019-120-TN/5

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. Lokalizace:

Název MK	Lokalizace úseků	Datum měření	Teplota krytu vozovky	Konstrukce vozovky
Hlavní třída - Masarykova	Začátek: Chebská Konec: O.K. Reitenbergerova	10.06.2023	31 °C	AC 15 cm Podkladní v. 35 cm



Dopravní zatížení úseku: nesčítáno

Návrhová úroveň porušení: D1

Konstrukce vozovky:

Skladba konstrukce vozovky byla stanovena na základě vývrtů na tloušťku asfaltových vrstev provedených zadavatelem a vrtaných sond na tloušťku konstrukce vozovky.

II. 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.

III. 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.

IV. 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/24 hod pro stanovenou dobu životnosti, kterou 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 „Návrhování údržby a oprav netuhých vozovek“.

V. 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	Hlavní třída - Masarykova	0,000 – 0,400	0,400	12	0
2	Hlavní třída - Masarykova	0,400 – 1,000	0,600	30	0

Vozovka hodnoceného podúseku č. 1

vykazuje zatížitelnost 12 TNV/24 hod pro zbytkovou dobu životnosti 25 let.

V případě odstranění 90 mm vrstev krytu, opravě poruch zjištěných na odfrézovaném povrchu a pokládce 90 mm nových asfaltových vrstev, bude vozovka vykazovat zatížitelnost 45 TNV/24 hod.

Vozovka hodnoceného podúseku č. 2

vykazuje zatížitelnost 30 TNV/24 hod pro zbytkovou dobu životnosti 25 let.

V případě odstranění 50 mm vrstev krytu, opravě poruch zjištěných na odfrézovaném povrchu a pokládce 50 mm nových asfaltových vrstev, bude vozovka vykazovat zatížitelnost 55 TNV/24 hod.

V případě odstranění 90 mm vrstev krytu, opravě poruch zjištěných na odfrézovaném povrchu a pokládce 90 mm nových asfaltových vrstev, bude vozovka vykazovat zatížitelnost min. 80 TNV/24 hod. Odstraněním lokálních poruch dojde zřejmě k dalšímu zvýšení zatížitelnosti.

Praha 26.6.2023

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

Ing. Pavel Herrmann
RODOS

Příloha č. 1

Měřené průhyby a jejich vyhodnocení

MK Hlavní třída - Masarykova, Mariánské Lázně

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 [35 cm]	Podloží PI
0	1	0,707	615	290	199	159	117	85	71	48	33	375	404	123
25	1	0,707	400	312	245	193	121	81	60	46	38	7591	70	124
50	1	0,707	621	379	243	158	59	27	22	19	15	2298	46	291
75	1	0,707	479	341	272	217	136	87	68	55	47	4929	84	102
100	1	0,707	323	232	174	137	86	62	45	36	32	6221	146	152
125	1	0,707	101	67	49	42	28	22	19	12	8	9874	745	398
150	1	0,707	532	334	248	200	132	87	61	45	37	2567	118	103
175	1	0,707	660	444	308	217	122	81	59	50	45	2452	58	114
200	1	0,707	303	178	123	89	51	32	22	17	12	3968	160	278
225	1	0,707	625	484	310	221	103	75	61	45	38	3204	43	137
250	1	0,707	636	490	385	289	166	111	75	54	43	4708	34	102
275	1	0,707	514	376	230	149	76	57	50	47	41	3016	69	162
300	1	0,707	479	341	272	217	136	87	68	55	47	4929	84	102
325	1	0,707	422	266	164	104	46	39	42	44	34	2697	112	214
350	1	0,707	444	220	153	116	64	38	24	15	10	1846	143	214
375	1	0,707	549	374	260	188	97	63	46	32	32	3259	59	153
400	2	0,707	307	205	168	144	101	73	55	42	35	4852	313	123
425	2	0,707	286	192	139	107	68	51	43	37	33	4692	250	171
450	2	0,707	352	208	156	125	83	56	43	34	26	2843	239	154
475	2	0,707	399	284	212	167	105	74	58	46	38	4847	124	123
500	2	0,707	377	210	134	92	47	37	34	31	29	2373	163	230
525	2	0,707	316	240	189	147	91	67	52	43	35	7942	131	139
550	2	0,707	267	153	116	93	59	41	31	24	20	3444	330	208
575	2	0,707	394	270	211	162	99	64	49	40	34	5051	109	138
600	2	0,707	238	159	127	108	78	57	44	34	26	5432	452	158
625	2	0,707	312	234	185	148	92	62	46	37	31	8744	109	153
650	2	0,707	513	354	269	211	126	81	62	51	43	3904	80	110
675	2	0,707	349	228	159	118	70	50	39	33	31	3917	156	177
700	2	0,707	482	345	254	189	118	82	64	54	46	3914	94	110

MK Hlavní třída - Masarykova, Mariánské Lázně

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 [35 cm]	Podloží PI
725	2	0,707	348	225	164	133	88	65	52	44	37	3368	244	136
750	2	0,707	488	339	242	177	93	57	43	40	38	3855	68	153
775	2	0,707	379	280	222	183	124	86	64	48	39	6787	121	110
800	2	0,707	522	358	260	190	110	86	74	61	37	3043	98	108
825	2	0,707	642	411	313	254	164	106	74	53	41	2475	86	85
850	2	0,707	537	394	302	245	154	110	92	77	67	3856	103	79
875	2	0,707	601	384	304	261	184	125	84	60	47	2332	135	73
900	2	0,707	611	454	332	253	151	113	91	73	66	3302	73	82
925	2	0,707	522	358	260	190	110	86	74	61	37	3043	98	108
950	2	0,707	331	221	158	115	73	57	48	41	37	3924	204	158
975	2	0,707	394	270	211	162	99	64	49	40	34	5051	109	138
1000	2	0,707	316	208	155	124	85	66	52	45	39	3619	306	137
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	0,707	482	321	227	169	96	65	49	39	32	3996	149	173
Minimum:	1	0,707	101	67	49	42	28	22	19	12	8	375	34	102
Maximum:	1	0,707	660	490	385	289	166	111	75	55	47	9874	745	398
Sm. odchylka:	1	0,000	145	108	79	60	38	26	18	15	13	2285	176	83
85% kvantil:	1	0,707	624	428	299	217	135	87	68	53	45	2336	49	102
50% kvantil:	1	0,707	497	338	244	174	100	69	55	45	35	3231	84	144
Průměr:	2	0,707	407	276	208	163	103	72	56	45	38	4315	171	135
Minimum:	2	0,707	238	153	116	92	47	37	31	24	20	2332	68	73
Maximum:	2	0,707	642	454	332	261	184	125	92	77	67	8744	452	230
Sm. odchylka:	2	0,000	113	82	63	51	33	22	16	12	10	1595	98	38
85% kvantil:	2	0,707	530	373	287	230	140	97	74	58	44	2933	89	95
50% kvantil:	2	0,707	378	255	200	155	96	66	52	43	37	3909	128	137

MK Hlavní třída - Masarykova, Mariánské Lázně

Návrhová úroveň porušení: D1

Délka návrhového období: 25

Výpočet zatížitelnosti vozovky

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zbytková životnost	Zatížiteln ost	Klasifikač ní třída	Kritická vrstva	TNV lim	Relativní porušení	TNV dovolené	Rel. por. dovolené	Chyby				
										Eps1	Eps2	EpsZ	Průměr [%]	Průměr [um]
0	1	25,0	154	1	1	907948	1,000	771756	0,850	1,88E-04	1,53E-04	-3,99E-04	15,44	19,00
25	1	25,0	426	1	1	2512355	1,000	2135502	0,850	1,53E-04	5,80E-05	-2,18E-04	1,51	2,18
50	1	25,0	4	1	1	25012	1,000	21260	0,850	3,85E-04	2,87E-05	-1,40E-04	3,91	2,21
75	1	25,0	102	1	1	604383	1,000	513726	0,850	2,04E-04	9,61E-05	-3,12E-04	1,44	2,24
100	1	25,0	517	1	1	3049731	1,000	2592271	0,850	1,47E-04	7,30E-05	-2,25E-04	1,58	1,41
125	1	25,0	389762	1	1	2,3E+09	1,000	1,96E+09	0,850	3,91E-05	3,17E-05	-8,28E-05	13,20	3,41
150	1	25,0	21	1	1	123915	1,000	105328	0,850	2,79E-04	1,35E-04	-3,88E-04	9,62	7,27
175	1	25,0	6	1	1	36285	1,000	30842	0,850	3,57E-04	9,72E-05	-3,40E-04	2,24	4,05
200	1	25,0	171	1	1	1007246	1,000	856159	0,850	1,84E-04	4,93E-05	-1,61E-04	10,09	2,59
225	1	25,0	11	1	1	65018	1,000	55265	0,850	3,18E-04	5,75E-05	-2,46E-04	10,10	15,21
250	1	25,0	34	1	1	202350	1,000	171998	0,850	2,53E-04	5,70E-05	-2,59E-04	3,10	5,00
275	1	25,0	17	1	1	100308	1,000	85262	0,850	2,91E-04	6,60E-05	-2,42E-04	13,93	14,73
300	1	25,0	102	1	1	604383	1,000	513726	0,850	2,04E-04	9,61E-05	-3,12E-04	1,44	2,24
325	1	25,0	26	1	1	156282	1,000	132840	0,850	2,67E-04	6,42E-05	-2,13E-04	16,68	10,39
350	1	25,0	15	1	1	86978	1,000	73931	0,850	3,00E-04	7,89E-05	-2,40E-04	33,85	8,16
375	1	25,0	18	1	1	104500	1,000	88825	0,850	2,89E-04	6,22E-05	-2,40E-04	3,62	3,58
400	2	25,0	839	1	1	4952025	1,000	4209221	0,850	1,34E-04	1,03E-04	-2,73E-04	5,94	4,12
425	2	25,0	542	1	1	3199891	1,000	2719907	0,850	1,46E-04	8,18E-05	-2,27E-04	4,16	2,62
450	2	25,0	131	1	1	774415	1,000	658253	0,850	1,94E-04	1,02E-04	-2,77E-04	6,56	3,31
475	2	25,0	169	1	1	996427	1,000	846963	0,850	1,84E-04	9,30E-05	-2,83E-04	1,38	1,63
500	2	25,0	38	1	1	226640	1,000	192644	0,850	2,48E-04	7,07E-05	-2,14E-04	8,59	3,94
525	2	25,0	1004	1	1	5928231	1,000	5038996	0,850	1,29E-04	6,88E-05	-2,18E-04	2,40	2,24
550	2	25,0	484	1	1	2856018	1,000	2427615	0,850	1,49E-04	7,78E-05	-2,09E-04	6,40	2,68
575	2	25,0	170	1	1	1003739	1,000	853178	0,850	1,84E-04	7,82E-05	-2,51E-04	1,37	1,41
600	2	25,0	2741	1	1	16185816	1,000	13757944	0,850	1,05E-04	8,26E-05	-2,16E-04	5,22	2,48
625	2	25,0	1198	1	1	7075909	1,000	6014523	0,850	1,24E-04	5,54E-05	-1,90E-04	0,42	0,50
650	2	25,0	44	1	1	260620	1,000	221527	0,850	2,41E-04	9,60E-05	-3,15E-04	1,57	2,03
675	2	25,0	139	1	1	821938	1,000	698647	0,850	1,91E-04	7,68E-05	-2,32E-04	2,71	2,14
700	2	25,0	55	1	1	327052	1,000	277994	0,850	2,30E-04	1,02E-04	-3,21E-04	2,49	3,53

MK Hlavní třída - Masarykova, Mariánské Lázně

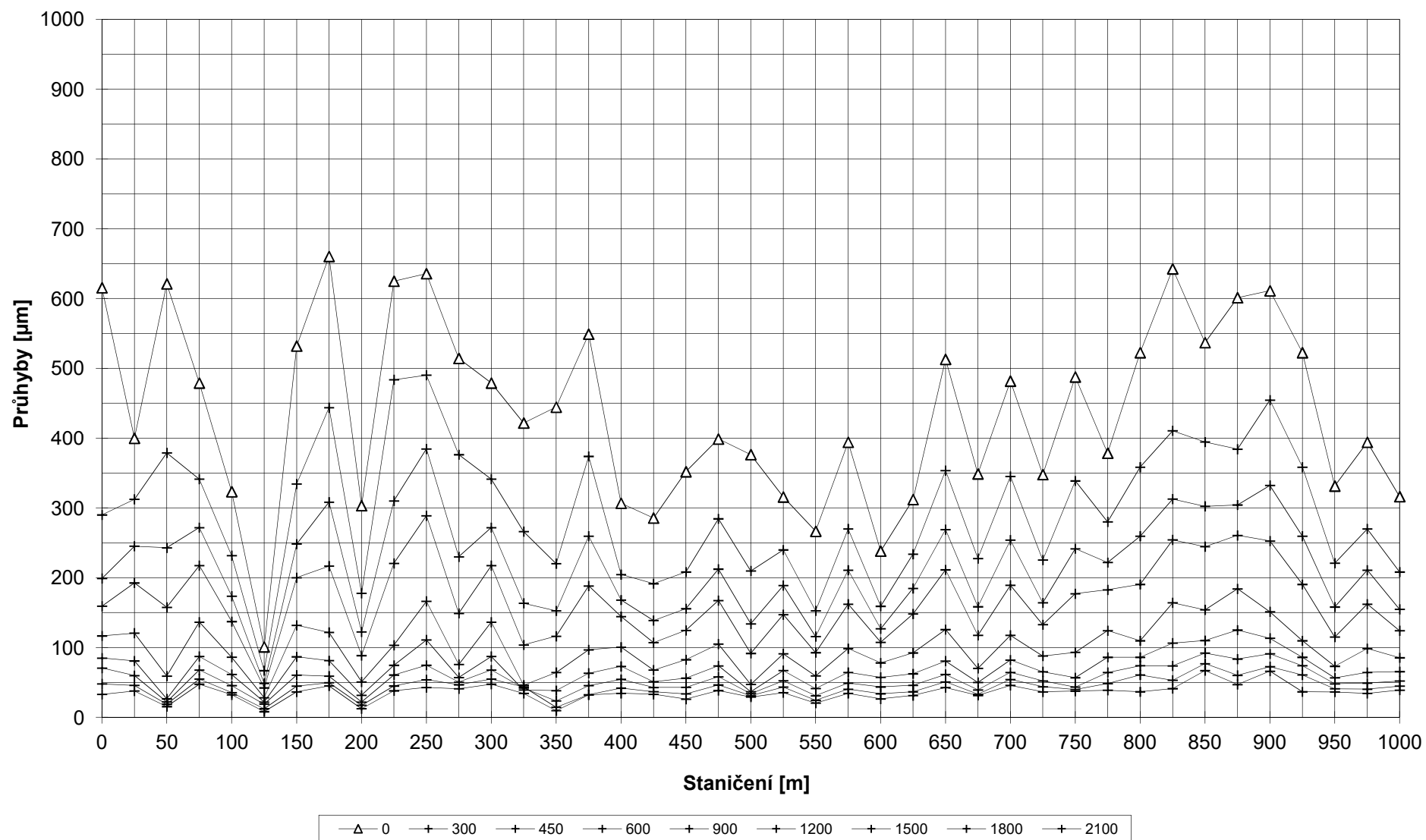
Návrhová úroveň porušení: D1

Délka návrhového období: 25

Výpočet zatížitelnosti vozovky

Staničení [m]	Číslo podúseku	Zbytková životnost	Zatížiteln ost	Klasifikač ní třída	Kritická vrstva	TNV lim	Relativní porušení	TNV dovolené	Rel. por. dovolené	Chyby				
										Eps1	Eps2	EpsZ	Průměr [%]	Průměr [um]
725	2	25,0	201	1	1	1186349	1,000	1008397	0,850	1,78E-04	1,08E-04	-2,89E-04	1,09	1,32
750	2	25,0	38	1	1	224989	1,000	191241	0,850	2,48E-04	6,24E-05	-2,33E-04	4,34	3,51
775	2	25,0	482	1	1	2843617	1,000	2417074	0,850	1,49E-04	8,88E-05	-2,73E-04	3,70	2,88
800	2	25,0	26	1	1	152512	1,000	129635	0,850	2,68E-04	1,17E-04	-3,55E-04	7,94	6,78
825	2	25,0	10	1	1	60383	1,000	51326	0,850	3,23E-04	1,50E-04	-4,48E-04	11,04	10,36
850	2	25,0	53	1	1	313881	1,000	266799	0,850	2,32E-04	1,43E-04	-4,17E-04	3,03	4,11
875	2	25,0	19	1	1	109680	1,000	93228	0,850	2,86E-04	1,86E-04	-5,03E-04	13,20	13,08
900	2	25,0	20	1	1	119711	1,000	101754	0,850	2,81E-04	1,33E-04	-4,17E-04	4,43	7,54
925	2	25,0	26	1	1	152512	1,000	129635	0,850	2,68E-04	1,17E-04	-3,55E-04	7,94	6,78
950	2	25,0	218	1	1	1287086	1,000	1094023	0,850	1,75E-04	9,02E-05	-2,54E-04	5,54	3,97
975	2	25,0	170	1	1	1003739	1,000	853178	0,850	1,84E-04	7,82E-05	-2,51E-04	1,37	1,41
1000	2	25,0	402	1	1	2374658	1,000	2018459	0,850	1,55E-04	1,04E-04	-2,75E-04	2,01	1,69
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	25,0	105	1	1	1,44E+08	1,000	1,23E+08	0,850	2,41E-04	7,53E-05	-2,51E-04	8,86	6,48
Minimum:	1	25,0	4	1	1	25012	1,000	21260	0,850	3,91E-05	2,87E-05	-3,99E-04	1,44	1,41
Maximum:	1	25,0	517	1	1	2,3E+09	1,000	1,96E+09	0,850	3,85E-04	1,53E-04	-8,28E-05	33,85	19,00
Sm. odchylka:	1	0,0	148	0	0	5,57E+08	0,000	4,73E+08	0,000	8,55E-05	3,27E-05	8,22E-05	8,38	5,36
85% kvantil:	1	25,0	12	1	1	70508	1,000	59931,5	0,850	3,13E-04	9,69E-05	-3,33E-04	15,06	13,64
50% kvantil:	1	25,0	30	1	1	179316	1,000	152419	0,850	2,60E-04	6,51E-05	-2,41E-04	6,77	3,81
Průměr:	2	25,0	383	1	1	2261889	1,000	1922605	0,850	1,97E-04	9,79E-05	-2,89E-04	4,45	3,72
Minimum:	2	25,0	10	1	1	60383	1,000	51326	0,850	1,05E-04	5,54E-05	-5,03E-04	0,42	0,50
Maximum:	2	25,0	2741	1	1	16185816	1,000	13757944	0,850	3,23E-04	1,86E-04	-1,90E-04	13,20	13,08
Sm. odchylka:	2	0,0	588	0	0	3469062	0,000	2948703	0,000	5,70E-05	2,97E-05	8,09E-05	3,20	2,91
85% kvantil:	2	25,0	31	1	1	185126,7	1,000	157357,7	0,850	2,59E-04	1,26E-04	-3,89E-04	7,32	5,58
50% kvantil:	2	25,0	170	1	1	1000083	1,000	850070,5	0,850	1,84E-04	9,16E-05	-2,73E-04	3,93	2,78

Průběh průhybů na všech snímačích MK Hlavní třída - Masarykova, Mariánské Lázně



**Průběh průhybů krytu, podkladu a podloží
MK Hlavní třída - Masarykova, Mariánské Lázně**

