

RODOS

ROZVOJ DOPRAVNÍCH STAVEB

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

ZPRÁVA

č. 30/2021

Diagnostika vozovky a návrh opravy

Sinice č. III/1025

Bojov

Zpracováno pro 4roads s.r.o.

Zadavatel: **4roads s.r.o.**
Slunná 541/27
162 00 Praha 6 – Střešovice
IČO 063 27 354
DIČ CZ063 27 354

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 MK	Lokalizace úseků	Datum měření	Teplota krytu vozovky	Konstrukce vozovky
III/1025 Bojov	Začátek: km 5,650 Konec: km 5,800	1.4.2021	18° C	AC + PM 8 cm Podkl. vrstvy 30 cm

Dopravní zatížení úseku: nesčítáno

II. Jádrové vývrty a sondy

Na úseku byla provedena celkem 1 vrtaná sonda 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. Jeden vývrt byl předán na stanovení PAU. Výsledky laboratorních zkoušek jsou v příloze č. 2. **Dle výsledků byla asfaltová vrstva zatříděna do třídy ZAS-T4.**

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, 600, 900, 1200, 1500 a 2100 mm od středu zatěžovací desky.

Zjištěné hodnoty:

Naměřené hodnoty průhybů na všech snímačích jsou uvedeny v tabulkách č. 1.1.

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 tabulkách č. 1.1.

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 tabulkách č. 1.2. 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/1025 Bojov	5,650 – 5,800	0,150	3	0

Ve výše uvedené tabulce jsou uvedeny podúseky, na které byl hodnocený úsek rozdělen. Dále je v tabulce uvedena zatížitelnost vozovky v současném stavu pro zbytkovou dobu životnosti 25 let bez zesílení vozovky. V návrhu technologie je pak uvedena zatížitelnost po opravě.

Vozovka vykazuje zatížitelnost 3 TNV/24 hod pro zbytkovou dobu životnosti 25 let. Vozovka je porušena trhlinami únavovými, plošnou nerovností, výtluky opravovanými asfaltovou směsí.

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	III/1025 Bojov	5,650 – 5,800	0,150

Vzhledem k zařazení na PAU navrhuji:

- ▶ provést recyklaci konstrukčních vrstev vozovky tl. 200 mm s přídavkem drobného drceného kameniva, cementu a asfaltové emulze
- ▶ provést spojovací postřík povrchu modifikovanou kationaktivní emulzí v množství 0,45 kg/m² asfaltu po vyštěpení dle ČSN EN 13808
- ▶ 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 modifikovanou kationaktivní emulzí v množství 0,35 kg/m² asfaltu po vyštěpení dle ČSN EN 13808
- ▶ provést pokládku obrusné vrstvy krytu v tloušťce cca 40 mm z asfaltové směsi typu asfaltový beton ACO 11 dle ČSN EN 13 108-1

Poznámka

Tloušťka nově pokládaných vrstev je 90 mm. Niveleta se zvyšuje o 90 mm.

Rekonstrukce je navržena pro návrhové období 25 let. Zatížitelnost po opravě bude cca 60 TNV/24 hod.

Praha 25.6. 2021

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


 Ing. Pavel Herrmann
 RODOS

Příloha č. 1

Měřené průhyby a jejich vyhodnocení

Příloha č. 2
Zjištění PAU v odebraných vývrtech
dle vyhlášky 130/2019 Sb.

Příloha č. 1

Měřené průhyby a jejich vyhodnocení

Sinice č. III/1025 Bojov

Poloměr zat. desky: 150 mm

Referenční teplota: 20°C

Normováno na: 50 kN

Staničení [km]	Číslo podúseku	Zatížení [MPa]	Naměřené průhyby [μm]									Moduly pružnosti [MPa]		
			0	300	450	600	900	1200	1500	1800	2100	ACO [8 cm]	SDA [30 cm]	Podloží PI
5,650	1	0,707	614	397	284	202	124	95	76	64	54	6160	244	55
5,665	1	0,707	559	366	267	200	115	75	57	48	38	9125	220	62
5,680	1	0,707	567	380	287	221	149	103	80	64	53	5921	362	48
5,695	1	0,707	555	358	264	197	117	80	61	50	44	7561	261	60
5,710	1	0,707	743	453	316	227	140	104	87	74	59	3930	207	50
5,725	1	0,707	651	406	289	229	141	99	80	60	54	4114	280	50
5,740	1	0,707	607	334	229	173	112	77	59	45	38	2806	285	68
5,755	1	0,707	825	486	317	209	113	83	67	57	46	4802	113	60
5,770	1	0,707	796	506	353	249	134	88	61	47	38	7016	109	54
5,785	1	0,707	875	513	303	171	47	10	4	10	12	7616	33	211
5,800	1	0,707	668	352	180	93	42	19	12	3	2	6415	66	212
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	0,707	678	414	281	197	112	76	59	47	40	5951	198	85
Minimum:	1	0,707	555	334	180	93	42	10	4	3	2	2806	33	48
Maximum:	1	0,707	875	513	353	249	149	104	87	74	59	9125	362	212
Sm. odchylka:	1	0,000	109	62	44	40	34	30	26	21	17	1797	99	60
85% kvantil:	1	0,707	810	496	316	228	140	101	80	64	54	4022	88	50
50% kvantil:	1	0,707	651	397	287	202	117	83	61	50	44	6160	220	60

Sinice č. III/1025 Bojov

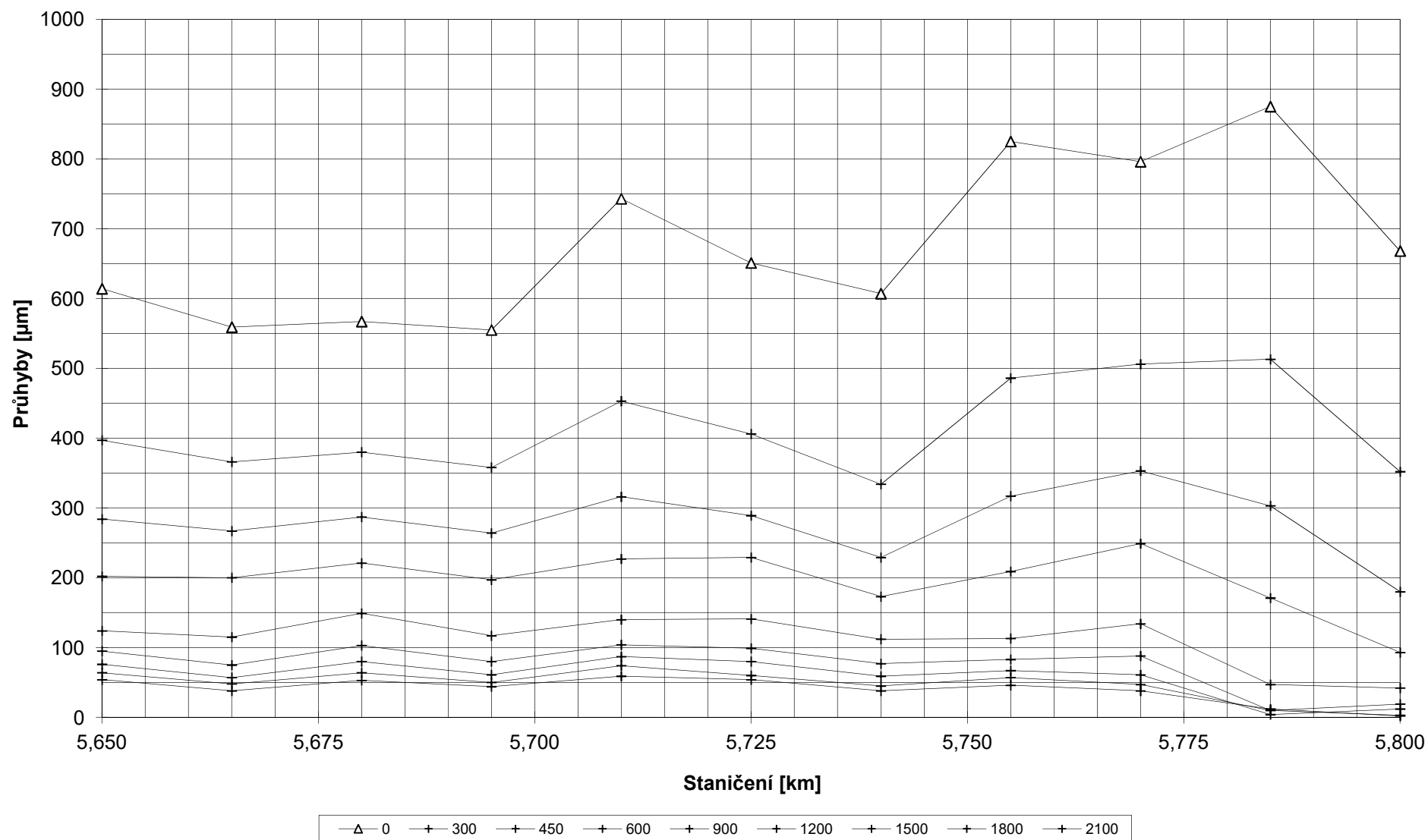
Návrhová úroveň porušení: D1

Délka návrhového období: 25

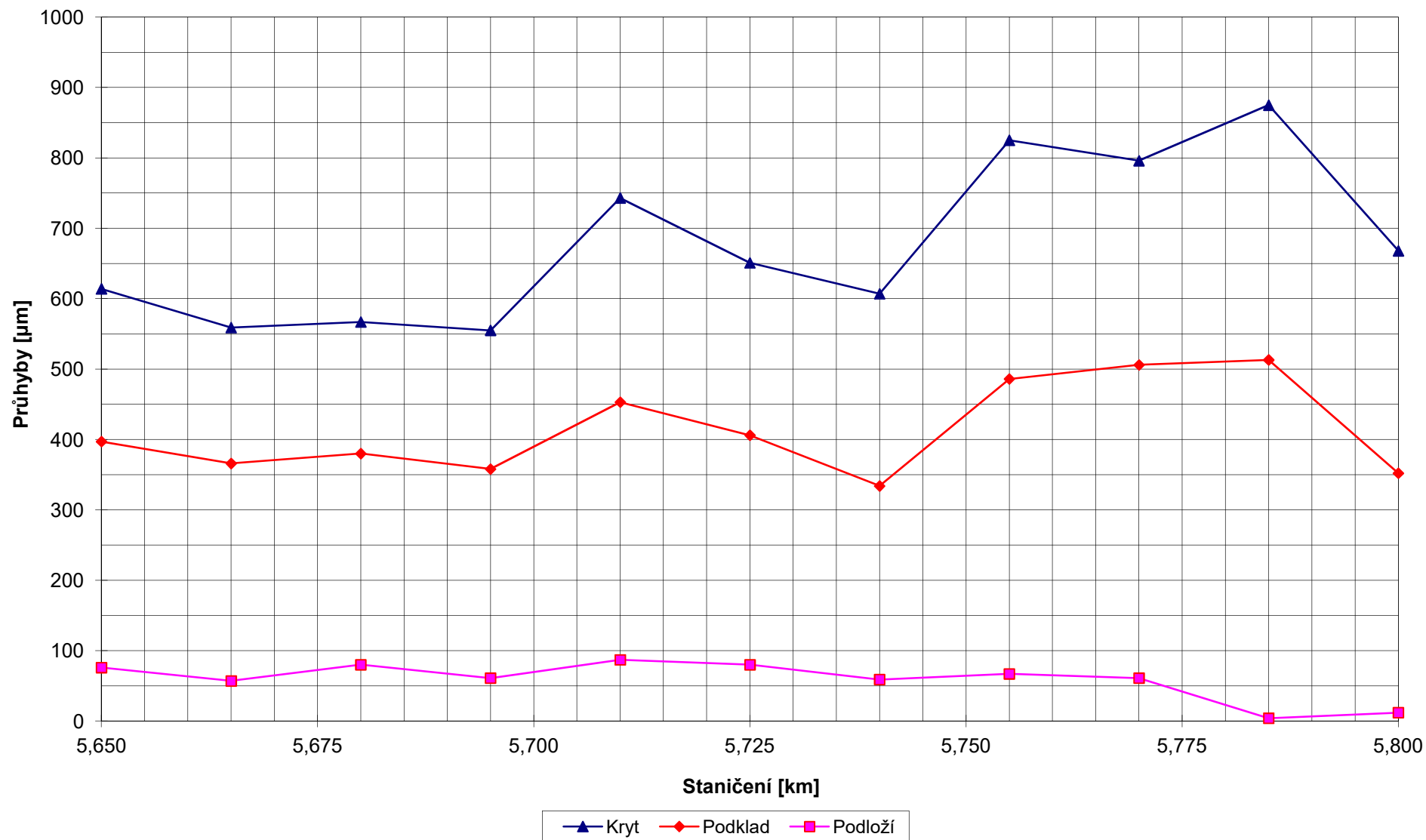
Výpočet zatížitelnosti vozovky

Staničení [km]	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]
5,650	1	25,0	6	1	3	37479	1,000	31857	0,850	2,28E-04	3,14E-04	-7,91E-04	16,38	14,01
5,665	1	25,0	11	1	3	64897	1,000	55162	0,850	2,00E-04	2,75E-04	-7,09E-04	10,68	6,21
5,680	1	25,0	9	1	3	53471	1,000	45450	0,850	1,84E-04	2,93E-04	-7,37E-04	10,74	9,18
5,695	1	25,0	11	1	3	62252	1,000	52914	0,850	2,01E-04	2,82E-04	-7,15E-04	11,41	7,13
5,710	1	25,0	3	1	3	15501	1,000	13176	0,850	2,97E-04	3,79E-04	-9,44E-04	16,84	15,95
5,725	1	25,0	5	1	3	27921	1,000	23733	0,850	2,41E-04	3,38E-04	-8,39E-04	12,46	10,51
5,740	1	25,0	8	1	3	48611	1,000	41319	0,850	2,62E-04	3,06E-04	-7,51E-04	13,18	8,23
5,755	1	25,0	3	1	3	17321	1,000	14723	0,850	3,65E-04	3,48E-04	-9,23E-04	17,13	13,21
5,770	1	25,0	3	1	3	17878	1,000	15196	0,850	3,06E-04	3,39E-04	-9,17E-04	8,95	5,92
5,785	1	25,0	5	1	1	27519	1,000	23391	0,850	3,78E-04	4,52E-05	-2,44E-04	22,79	3,52
5,800	1	25,0	7	1	1	42425	1,000	36061	0,850	3,46E-04	7,91E-05	-3,04E-04	48,04	5,89
Statistické zpracování:														
Průměr:	1	25,0	6	1	3	37752,27	1,000	32089,27	0,850	2,73E-04	2,73E-04	-7,16E-04	17,15	9,07
Minimum:	1	25,0	3	1	1	15501	1,000	13176	0,850	1,84E-04	4,52E-05	-9,44E-04	8,95	3,52
Maximum:	1	25,0	11	1	3	64897	1,000	55162	0,850	3,78E-04	3,79E-04	-2,44E-04	48,04	15,95
Sm. odchylka:	1	0,0	3	0	1	17143,48	0,000	14571,81	0,000	6,60E-05	1,04E-04	2,23E-04	10,48	3,75
85% kvantil:	1	25,0	3	1	3	17599,5	1,000	14959,5	0,850	3,55E-04	3,44E-04	-9,20E-04	19,96	13,61
50% kvantil:	1	25,0	6	1	3	37479	1,000	31857	0,850	2,62E-04	3,06E-04	-7,51E-04	13,18	8,23

Průběh průhybů na všech snímačích Sinice č. III/1025 Bojov



Průběh průhybů krytu, podkladu a podloží Sinice č. III/1025 Bojov



Příloha č. 2
Zjištění PAU v odebraných vývrtech
dle vyhlášky 130/2019 Sb.

RODOS

Kralupská 2/47, 161 00 Praha 6

Protokol o provedení vrtaných sond a vývrtů asfaltových vrstev

Akce	III/1025 Bojov									
Vývrt číslo	1									
Staničení (km)	5,730									
Vzdálenost od osy (m)	2,2									
Strana	P									
Asfaltové vrstvy celkem (mm)	30									
obrusná vrstva (mm)	30									
ložní vrstva (mm)										
1. podkladní (mm)										
2. podkladní (mm)										
3. podkladní (mm)										
4. podkladní (mm)										
5. podkladní (mm)										
Podkladní vrstvy celkem (mm)	370									
Podkladní vrstva 1 (typ)	ŠD									
Podkladní vrstva 1 (mm)	220									
Podkladní vrstva 2 (typ)	HDK									
Podkladní vrstva 2 (mm)	150									
Podkladní vrstva 3 (typ)										
Podkladní vrstva 3 (mm)										
Podloží	Zem.									
Celková hloubka vrtu (mm)	500									
Hloubka nespojení 1 (mm)										
Hloubka nespojení 2 (mm)										
Hloubka nespojení 3 (mm)										
Hloubka nespojení 4 (mm)										
Hloubka nespojení 5 (mm)										

Poznámky:

Datum: 13.4.2021

Vrtací práce provedl:
Pavel Šmejkal

Schválil:
Ing. Pavel Herrmann



RODOS
KRALUPSKÁ 2/47
161 00 PRAHA 6



Přehled zatřídění

č. silnice **III/1025**

pořadí	datum odběru vzorku	staničení (km)	třída zatřídění ZAS-T1 až T4								číslo zprávy zatřídění
			1. vrstva		2.vrstva		3.vrstva		4.vrstva		
			TL. (mm)	Tř.	TL. (mm)	Tř.	TL. (mm)	Tř.	TL. (mm)	Tř.	
1	14.04.2021	5,730	30	ZAS-T4							R24-21-15-034

STANOVENÍ OBSAHU POLYCYKlickÝCH AROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ (PAU)

PROTOKOL
číslo: R24-21-15-034

 Objednatel: **Ing. Pavel Hermann - RODOS**
 Adresa: -
 Stavba: *) III/1025 km 5,650 - 5,800
 Druh materiálu: *) **Asfaltová směs**
 Místo odběru: *) 5,730 km
 Konstrukční vrstva: *) Vrstva 1
 Doplnkové značení: *) 5,730 km - Vrstva 1 (30mm)
 Odebral: Objednatel - výsledky se vztahují ke vzorku, jak byl přijat

 Protokol vystaven dne: **19.04.2021**

 Datum odběru: *) **14.04.2021**

 Datum dodání: **15.04.2021**

 Datum zkoušky: **16.04.2021**

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	CAS ¹⁾	LOQ ²⁾ [mg/kg suš.]	Naměřená hodnota	Jednotky	Rozšířená nejistota U ³⁾	Zkoušeno dle
Naftalen	90-20-3	0,5	<0,5	mg/kg suš.	-	SOP 1 ⁴⁾ (ČSN EN 15527)
Acenaftýlen	208-96-8	0,5	<0,5		-	
Acenaften	83-32-9	0,5	13,7		40 %	
Fluoren	86-73-7	0,5	6,0		40 %	
Fenanthren	85-1-8	0,5	96,4		40 %	
Anthracen	120-12-7	0,5	49,6		40 %	
Fluoranthren	206-44-0	0,5	188		40 %	
Pyren	129-00-0	0,5	166		40 %	
Chrysen	218-01-9	0,5	34,5		40 %	
Benz[a]antracen	56-55-3	0,5	40,4		40 %	
Benzo[b]fluoranten	205-99-2	0,5	26,9		40 %	
Benzo[k]fluoranten	207-08-9	0,5	8,0		40 %	
Benzo[a]pyren	50-32-8	0,5	10,0		40 %	
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	193-39-5	0,5	<0,5		-	
Dibenz[a,h]antracen	53-70-3	0,5	<0,5		-	
Benzo[g,h,i]perylen	191-24-2	0,6	<0,6		-	
Celkové množství polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)			639,5	mg/kg suš.		

*) Data dodaná zákazníkem. Laboratoř za ně nenese odpovědnost.

1) CAS - chemical abstracts number. Mezinárodní číselný kód specifický pro každou chemickou látku.

2) LOQ - limit of quantification. Mez stanovitelnosti. Stanovena experimentálně v naší laboratoři, za našich podmínek a na našem analyzátoru.

 3) Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty a koeficientu rozšíření $k = 2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95%.

4) SOP - Standardní operační postup dle ČSN EN 15527.

5) Rozhodovací pravidlo výroku o shodě nezapočítává nejistoty.

Výrok o shodě: ⁵⁾

Zatřídění znovuzískané asfaltové směsi do kvalitativní třídy podle tabulky č. 1 Vyhlášky č. 130/2019 Sb. na základě obsahu celkového množství polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU).

 Celkové množství PAU: **639,5 mg/kg suš.**

 Kvalitativní třída dle Vyhlášky č. 130/2019 Sb.: **ZAS T4 podle kritéria $x \geq 300$ mg/kg suš.**

Podmínky zkoušek :	Zkoušel :
Metoda stanovení - Analýza na pevné matrici metodou GC-MS (plynová chromatografie s detekcí hmotnostním spektrometrem).	Mgr. Slanařová Martina
	Schválil :
Místo provádění laboratorních činností: Průmyslová 228, 435 21 Obrnice	Mgr. Slanařová Martina Vedoucí pracoviště C2

Výsledky zkoušek se týkají pouze předmětu zkoušky a nenahrazují žádné jiné dokumenty (např. správního charakteru).

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Konec protokolu