

**Diagnostika a návrh opravy vozovky
Silnice III/3012 Trutnov – Radeč
(km 8,500 – 10,625)**

**Zpráva pro
ADVISA, s.r.o.
Pernerova 659/31a
186 00 Praha 8**

1. Úvod

V souladu s požadavky objednatele byla vypracována diagnostika vozovky silnice III/3012 v úseku Radeč – Úpice, akce „III/3012 Trutnov – Radeč (km 8,500 – 10,625)“.

V úseku byla provedena vizuální prohlídka s fotodokumentací, skladba vozovky byla posouzena jádrovými vývrty, sondami a navazujícími laboratorními zkouškami. Bylo provedeno měření únosnosti vozovky.

Na základě realizovaných prací je navržena oprava vozovky.

2. Popis úseku

Celková délka úseku je 2125 m. Začátek úseku (km 8,500 provozního staničení) je před křižovatkou se silnicí III/30017 v obci Radeč. Konec úseku (km 10,625 provozního staničení) je v místě křižovatky s místní komunikací – ulice Žižkova v obci Úpice.

Úsek je veden v intravilánu. Šířkové uspořádání komunikace je proměnné, v začáteční a koncové části úseku je komunikace jednostranně, nebo oboustranně ohraničena zvýšenými obrubníky (případně s navazujícími chodníky) nebo přídlažbou, ve středové části úseku navazují na zpevněný povrch vozovky nezpevněné krajnice. Odvodnění je v převážné délce úseku povrchové (do souběžných příkopů, na svahy zemního tělesa komunikace, nebo na okolní plochy), v koncové části úseku jsou vpusti.

Grafické vyznačení úseků je v příloze 1.

3. Návrhová úroveň porušení, dopravní zatížení

Vzhledem k dopravnímu významu (silnice III. třídy) je komunikace zařazena do návrhové úrovně porušení D1. Dopravní zatížení je udáváno hodnotou průměrné denní intenzity provozu těžkých nákladních vozidel (voz/den) a je stanoveno z celostátního sčítání dopravy provedeného v roce 2016 (pro porovnání jsou uvedeny i údaje z roku 2010).

Sčítací úsek	Rok sčítání	Všechna motorová vozidla celkem	Těžká nákladní vozidla (TNV)
5-3480	2010	2337 voz/den	109 voz/den
	2016	3482 voz/den	181 voz/den
5-3482	2010	2337 voz/den	109 voz/den
	2016	3482 voz/den	181 voz/den

Hodnota počtu těžkých nákladních vozidel (TNV) odpovídá střednímu dopravnímu zatížení, třída dopravního zatížení IV (101 – 500 TNV denně). V úseku se jedná o pomalou dopravu v obci.

4. Vizuální prohlídka

Vozovka má asfaltový kryt. Klasifikace dokumentovaných poruch byla provedena v souladu s TP 82. Byly zaznamenány následující poruchy:

- 07 – hloubková koroze (plošně)
- 08 – výtluky (v úseku zaznamenány vysprávký výtluků, tj. dochází k jejich vývoji)
- 09 – vysprávký (v celé délce úseku velké množství vysprávek – provizorní vysprávký výtluků asfaltovou směsí, provizorní vysprávký výtluků a trhlin tryskovou metodou, vysprávký nátěrovou soupravou).
- 10 – mozaikové trhliny
- 11, 13, 15 – podélné, podélné rozvětvené trhliny (pracovní spára, jízdní stopy)
- 12, 14, 16 – příčné, příčné rozvětvené trhliny (reflexní trhliny v koncové části úseku se stmelenou podkladní vrstvou)
- 18 – olamování okrajů (lokálně)
- 20 – nepravidelné hrboly (provedené vysprávký, celková nerovnost vozovky)
- 28 – jiné poruchy – zvýšené nezpevněné krajnice, zanesené příkopy, chybějící odvodnění

Výběr z fotodokumentace pořízené při vizuální prohlídce je v příloze 2, celková fotodokumentace je na datovém nosiči jako příloha 5.

5. Jádrové vývrty, sondy

Pro ověření tloušťky konstrukčních vrstev vozovky bylo provedeno 7 jádrových vývrťů a 11 sond.

Jádrové vývrty

Označení vývrťu	Provozní staničení [km]	Asfaltové vrstvy – tloušťka [mm]							Druh podkladní vrstvy
		A	B	C	D	E	F	Suma	
JV 1	8,600	65	59	44	-	-	-	168	Štěrkodrt'
JV 2	8,957	35	44	41	50	45	60	275	Štěrkodrt'
JV 3	9,240	58	44	46	53	101	-	302	Štěrkodrt'
JV 4	9,560	46	30	20	96	-	-	192	Štěrkodrt'
JV 5	9,921	34	31	43	52	-	-	160	Štěrkodrt'
JV 6	10,200	56	32	32	-	-		120	Stmelená vrstva (160 mm)
JV 7	10,589	39	45	-	-	-	-	84	Stmelená vrstva (160 mm)

Sondy

Označení sondy		S 1		S 2		S 3		S 4	
Provozní staničení [km]		8,699		8,732		8,957		8,983	
Konstrukční vrstvy – druh, tloušťka [mm]	1	AHV	40	AHV	90	AHV	275	AHV	130
	2	Lože obrubníku	140	Lože obrubníku	280	ŠD	305	ŠD	490
	3	ŠP	260	HDK	> 390	-	-	-	-
	Suma	440		> 760		580		620	
Podloží vozovky		Písek s příměsí jemnozrnné zeminy S3 S-F		Nezastiženo		Písek jílovitý S5 SC		Písečtá zemina	

Poznámka: AHV – asfaltové hutněné vrstvy, ŠD – štěrkodrt', ŠP – štěrkopísek, HDK – hrubé drcené kamenivo

Označení sondy		S 5		S 6		S 7		S 8	
Provozní staničení [km]		9,327		9,528		9,709		9,782	
Konstrukční vrstvy – druh, tloušťka [mm]	1	AHV	180	AHV	60	AHV	150	AHV	80
	2	ŠP	160	AHV (rozpad)	200	AHV (rozpad)	240	AHV (rozpad)	200
	Suma	340		260		390		280	
Podloží vozovky		Písek s příměsí jemnozrnné zeminy S3 S-F		Písek hlinitý S4 SM		ŠtěrkJílovitý G5 GC		Štěrkovitá zemina	

Poznámka: AHV – asfaltové hutněné vrstvy, ŠP – štěrkopísek

Označení sondy		S 9		S 10		S 11	
Provozní staničení [km]		9,841		9,921		10,589	
Konstrukční vrstvy – druh, tloušťka [mm]	1	AHV	50	AHV	160	AHV	100
	2	AHV (rozpad)	160	HDK	120	SC	180
	3	-	-	ŠD	320	ŠD	280
	Suma	210		600		560	
Podloží vozovky		Písek hlinitý S4 SM		Písek hlinitý S4 SM		Štěrkovitá zemina	

Poznámka: AHV – asfaltové hutněné vrstvy, ŠD – štěrkodrt', HDK – hrubé drcené kamenivo, SC – stmelená vrstva

Z pohledu konstrukce vozovky lze úsek rozdělit na dvě části. V první části (km 8,500 – cca km 10,100) bylo zastiženo asfaltové souvrství výrazně proměnné celkové tloušťky (cca 130 až 275 mm), podkladní vrstva je nestmelená (štěrkodrt', hrubé drcené kamenivo, štěrkopísek), konstrukce vozovky je nehomogenní. V navazující části úseku (cca km 10,100 – km 10,625) bylo zastiženo asfaltové souvrství celkové tloušťky cca 85 až 120 mm položené na stmelené podkladní vrstvě. Podloží vozovky tvoří písčité zeminy, resp. štěrkovité zeminy.

Na odebraných vývrtech bylo posouzeno spojení vrstev. U části vývrťů (JV 1, 2, 3) bylo zjištěno nespojení mezi některými vrstvami, u spojených vrstev byla provedena smyková zkouška s vyhovujícími výsledky.

Na vybraných vzorcích ložní a podkladní asfaltové vrstvy bylo provedeno stanovení

mezerovitosti, zrnitosti a obsahu asfaltu. Ložní vrstvu tvoří směs typu asfaltový beton zrnitosti do 16 mm, resp. 11 mm (pravděpodobně původní obrušná vrstva), obsah asfaltu je 5,5 až 6,0 %, mezerovitost vrstvy je 3,5 až 11,7 %. Podkladní asfaltovou vrstvu tvoří směs typu asfaltový beton zrnitosti do 22 mm, obsah asfaltu 4,2 %, mezerovitost vrstvy je 8,6 %.

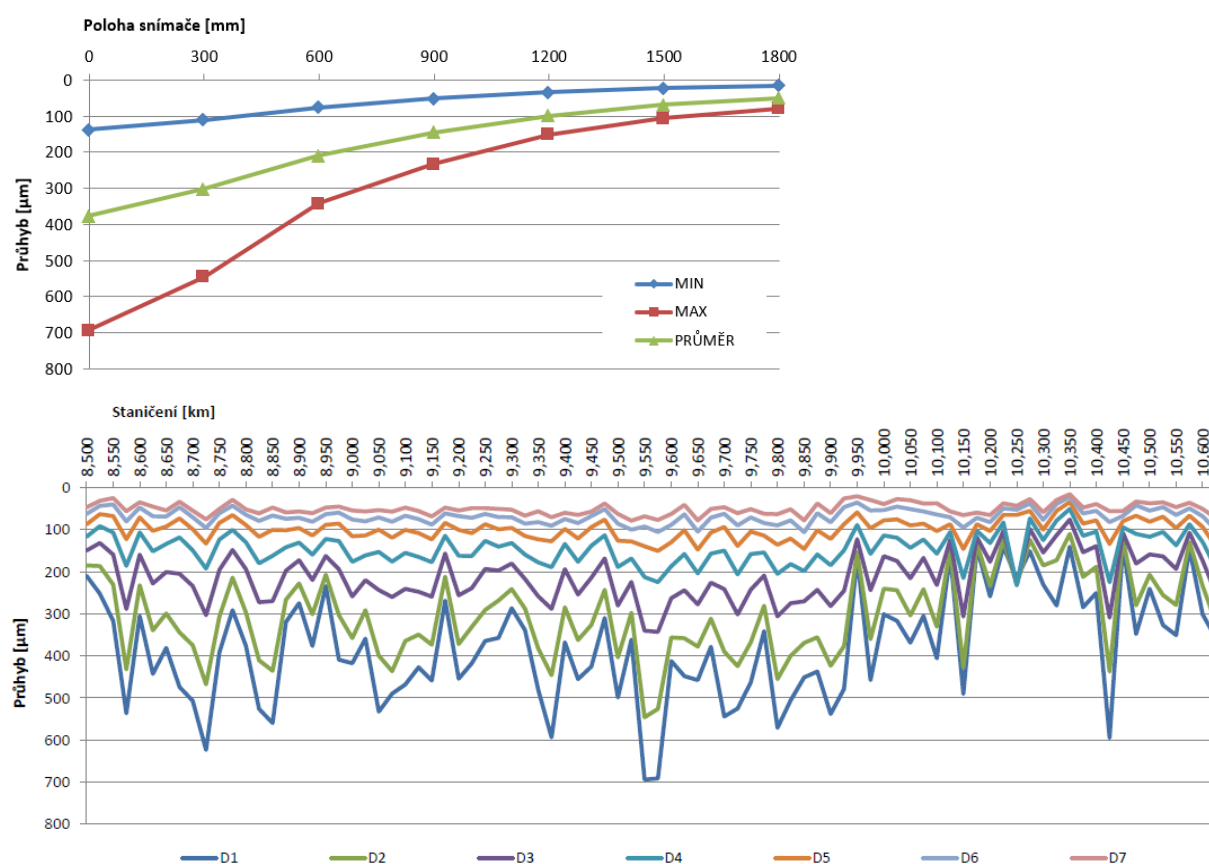
Protokoly o provedených zkouškách včetně fotodokumentace jsou v příloze 3.

6. Měření únosnosti

Měření únosnosti vozovky bylo provedeno v souladu s ČSN 73 6192 rázovým zatěžovacím zařízením. Rázové zatěžovací zařízení vyvoluje rázový puls pádem břemene přes tlumící systém na kruhovou zatěžovací desku spočívající na povrchu vozovky. Krátkodobým působením rázového pulsu při zkoušce se ve vozovce vyvoluje deformace povrchu. Snímači se měří průhyby, které charakterizují průhybovou čáru v každém měřeném bodě. Tato průhybová čára je podkladem pro analýzu vlastností vozovky a jejích vrstev.

Dynamické nedestruktivní metody na principu tlumeného rázu simulují ve vozovce obdobné zatížení, jako je zatížení kolem těžkého nákladního vozidla s návrhovou nápravou jedoucího rychlostí zhruba 60 km/hod. Z naměřených hodnot průhybů se vypočítávají pomocí zpětného výpočtu rázové moduly pružnosti jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky, které charakterizují jejich stav a slouží pro další výpočty.

Průhyby vozovky zjištěné na snímači Y1 (tj. přímo v místě působení rázového pulzu) se pohybují od 138 do 693 μm , průměrně 377 μm . Grafické vyjádření průhybů na všech snímačích je znázorněno na následujících grafech.



Měřené průhyby odpovídají zjištěné skladbě konstrukce vozovky. V první části úseku (cca do km 10,100) byly měřeny vyšší a proměnné průhyby odpovídající nehomogenní skladbě konstrukce vozovky. V koncové části úseku (cca od km 10,100) byly měřeny průhyby nižší (vyjma lokálních extrémů), což odpovídá konstrukci vozovky se stmelenou podkladní vrstvou.

Hodnoty modulů pružnosti E1 reprezentují asfaltové vrstvy – pohybují se od 3572 do 9888 MPa (průměrně 7472 MPa), rozptyl hodnot v první části úseku odpovídá stavu vozovky (porušení, nehomogenní skladba konstrukce vozovky), ve druhé části úseku jsou hodnoty vyrovnanější. Hodnoty modulů pružnosti E2 reprezentují stmelenou podkladní vrstvu ve druhé části úseku – pohybují se od 1000 do 3000 MPa (průměrně 2079 MPa), což odpovídá stmelené vrstvě. Hodnoty modulů pružnosti E3 reprezentují nestmelenou podkladní, resp. ochrannou vrstvu – pohybují se od 120 do 900 MPa (průměrně 512 MPa). Moduly pružnosti podloží vozovky (E_{podl.}) se pohybují od 35 do 150 MPa (průměrně 59 MPa).

Pro uvažované dopravní zatížení má vozovka v první části úseku vyhovující únosnost, snižená je pouze lokálně – teoretické zesílení se pohybuje od 0 do 60 mm, zbytková životnost vozovky 3 až 25 let. Ve druhé části úseku (se stmelenou podkladní vrstvou) má vozovka vyhovující únosnost, teoretické zesílení je nulové, zbytková životnost 25 let.

Podrobné výsledky z provedeného měření únosnosti jsou v příloze 4.

7. Zhodnocení porušování vozovky

Vzhledem k rozsahu porušení a druhu dokumentovaných poruch lze z hlediska provozní způsobilosti vozovky konstatovat klasifikační stupeň 5, což vyžaduje opravu vozovky.

Vozovka je porušena hloubkovou korozí a trhlinami – trhliny mozaikové a podélné (v oblasti pracovní spáry a v jízdnicích stopách), v koncové části úseku rovněž trhliny příčné (reflexní trhliny způsobené stmelenou podkladní vrstvou). Uvedené poruchy jsou v rámci běžné údržby vyspravovány, v současném stavu už pouze provizorními vysprávkami (způsobují nerovnosti). V úseku není rovněž místně dořešeno řádné odvodnění komunikace.

V první části úseku (cca do km 10,100) je konstrukce vozovky je nehomogenní (proměnná celková tloušťka asfaltového souvrství a druhy asfaltových směsí, resp. rovněž proměnná celková tloušťky konstrukce vozovky), dále (cca od km 10,100) navazuje konstrukce vozovky se stmelenou podkladní vrstvou (pravděpodobně vybudována v pozdější době).

Dle Dodatku TP 170 (tabulka B.7) se pro vozovku v návrhové úrovni porušení D1 a třídě dopravního zatížení IV požaduje minimální tloušťka asfaltového souvrství 100 mm. Provedené jádrové vývrty a sondy dokládají v úseku splnění uvedeného požadavku (místně však pouze hraničně). Pro uvažované dopravní zatížení má vozovka v první části úseku vyhovující únosnost (snižená lokálně), ve druhé části úseku se stmelenou podkladní vrstvou má vozovka vyhovující únosnost.

8. Návrh opravy

Na základě provedené diagnostiky je v úseku navržena oprava výměnou krytových vrstev (TP 87, VTL 6) s provedením lokálních vysprávek po frézování.

Poznámka: Návrh opravy byl koordinován s předcházející částí úseku silnice III/3012, ve které byla diagnostika provedena v roce 2018.

V místě nové opěrné zdi bude v části vozovky zasažené výstavbou provedena celková rekonstrukce (návrh vozovky dle TP 170 a Dodatku TP 170, návrhová životnost 25 let).

Poznámka: Navrženou novou skladbu konstrukce vozovky lze využít i v případě dalších nutných zásahů do vozovky (úpravy šířkového uspořádání komunikace, sanace okrajů, opravy nebo výstavba propustků, nutné překopy vozovky apod.).

Výměna krytových vrstev, lokální vysprávkování

Předpokládá se následující postup opravy:

- Údržba, resp. úpravy odvodnění komunikace (dle projektového řešení).
- Frézování asfaltových vrstev:
 - V km 8,500 – 10,100 (část úseku s nestmelenou podkladní vrstvou) 90 mm.
 - V km 10,100 – 10,625 (část úseku se stmelenou podkladní vrstvou) 120 mm. V této části úseku se předpokládá odstranění celé tloušťky asfaltového souvrství na úroveň stmelené podkladní vrstvy (při nižší tloušťce frézování hrozí riziko, že v úseku zůstane tenká asfaltová vrstva nespojená se stmelenou podkladní vrstvou).
- Vizuální prohlídka ofrézovaného povrchu. Vyznačení lokálních vysprávek v místech pokračujících trhlin, případných rozpadů podkladní vrstvy, poruch na okrajích apod.
- Provedení lokálních vysprávek ve vyznačených místech. Lokální frézování 50 mm, spojovací postřík, pokládka ACP 16+ v tloušťce 50 mm.

Provedení lokálních vysprávek se doporučuje uvažovat na 20 % plochy.

Poznámka: Provedení lokálních vysprávek je třeba věnovat zvýšenou pozornost. Důslednou přípravou podkladu před celoplošnou pokládkou krytových vrstev lze docílit očekávané životnosti opravy.

- Očištění povrchu, spojovací postřík, ložní vrstva:
 - V km 8,500 – 10,100 ložní vrstva ACL 16+ v tloušťce 50 mm.
 - V km 10,100 – 10,625 ložní vrstva ACL 22+ v tloušťce 80 mm.
- Očištění povrchu, spojovací postřík, obrusná vrstva ACO 11+ v tloušťce 40 mm.
- Doplnění nezpevněných krajnic.
- Navrženým postupem opravy nedojde k navýšení povrchu. Předpokládá se životnost krytu vozovky 20 let.

Celková rekonstrukce

Skladba konstrukce vozovky je navržena dle katalogu vozovek – Dodatek TP 170 – vozovka D1-N-2-IV-PIII. Mírné odchylky od uvedené skladby (druh asfaltových směsí, tloušťka asfaltových vrstev) jsou dány koordinací nově navržené konstrukce vozovky s opravou navrženou ve zbývajících částech úseku, resp. rovněž v předcházejících částech úseku silnice III/3012.

Pro uvažované dopravní zatížení (viz odstavec 3.) je navržena následující skladba konstrukce vozovky.

Asfaltový beton pro obrusné vrstvy	ACO 11+	40 mm	ČSN EN 13108-1, ČSN 73 6121
Postřík spojovací	PS		ČSN EN 13808, ČSN 73 6129
Asfaltový beton pro ložní vrstvy	ACL 16+	50 mm	ČSN EN 13108-1, ČSN 73 6121
Postřík spojovací	PS		ČSN EN 13808, ČSN 73 6129
Asfaltový beton pro podkladní vrstvy	ACP 16+	60 mm	ČSN EN 13108-1, ČSN 73 6121
Postřík infiltrační	PI		ČSN EN 13808, ČSN 73 6129
Štěrkodrt'	ŠDA	150 mm	ČSN EN 13285, ČSN 73 6126-1
Štěrkodrt'	ŠDA	150 mm	ČSN EN 13285, ČSN 73 6126-1
Celkem		min. 450 mm	

Zemní pláň – požadovaná únosnost vyjádřená modulem přetvárnosti $E_{\text{def},2}$ je minimálně 45 MPa.

V podloží vozovky (aktivní zóně) byly zastiženy podmíněčně vhodné zeminy pro podloží vozovky (aktivní zónu). Pro účely projektové přípravy se v souladu s ČSN 73 6133 uvažuje tloušťka úpravy nebo výměny podloží vozovky 300 až 400 mm.

9. Závěr

V souladu s požadavky objednatele byla vypracována diagnostika vozovky silnice III/3012 v úseku Radeč – Úpice, akce „III/3012 Trutnov – Radeč (km 8,500 – 10,625)“.

V úseku je navržena oprava výměnou krytových vrstev vozovky. V části úseku s nestmelenou podkladní vrstvou je navržena výměna v tloušťce 90 mm (koordinováno s předcházející částí úseku silnice III/3012, ve které byla diagnostika provedena v roce 2018). V části úseku se stmelenou podkladní vrstvou je navržena výměna v tloušťce 120 mm (uvažuje se odstranění celé tloušťky stávajících asfaltových vrstev na úroveň stmelené podkladní vrstvy a pokládka nové ložní a ohrubné vrstvy).

Zpracoval:

Ing. David Frýbort

Ing. Martin Pohanka

Pověřený MD ČR k provádění diagnostiky (oprávnění číslo 408/2017)

Zodpovědný za vypracování:

Ing. Květoslav Urbanec, MBA, LL.M.

Vedoucí ZL CONSULTTEST s.r.o.

Přílohy

Příloha 1 – Grafické vyznačení úseku

Příloha 2 – Fotodokumentace

Příloha 3 – Protokoly o zkouškách

Příloha 4 – Měření únosnosti

Příloha 5 – Datový nosič s fotodokumentací