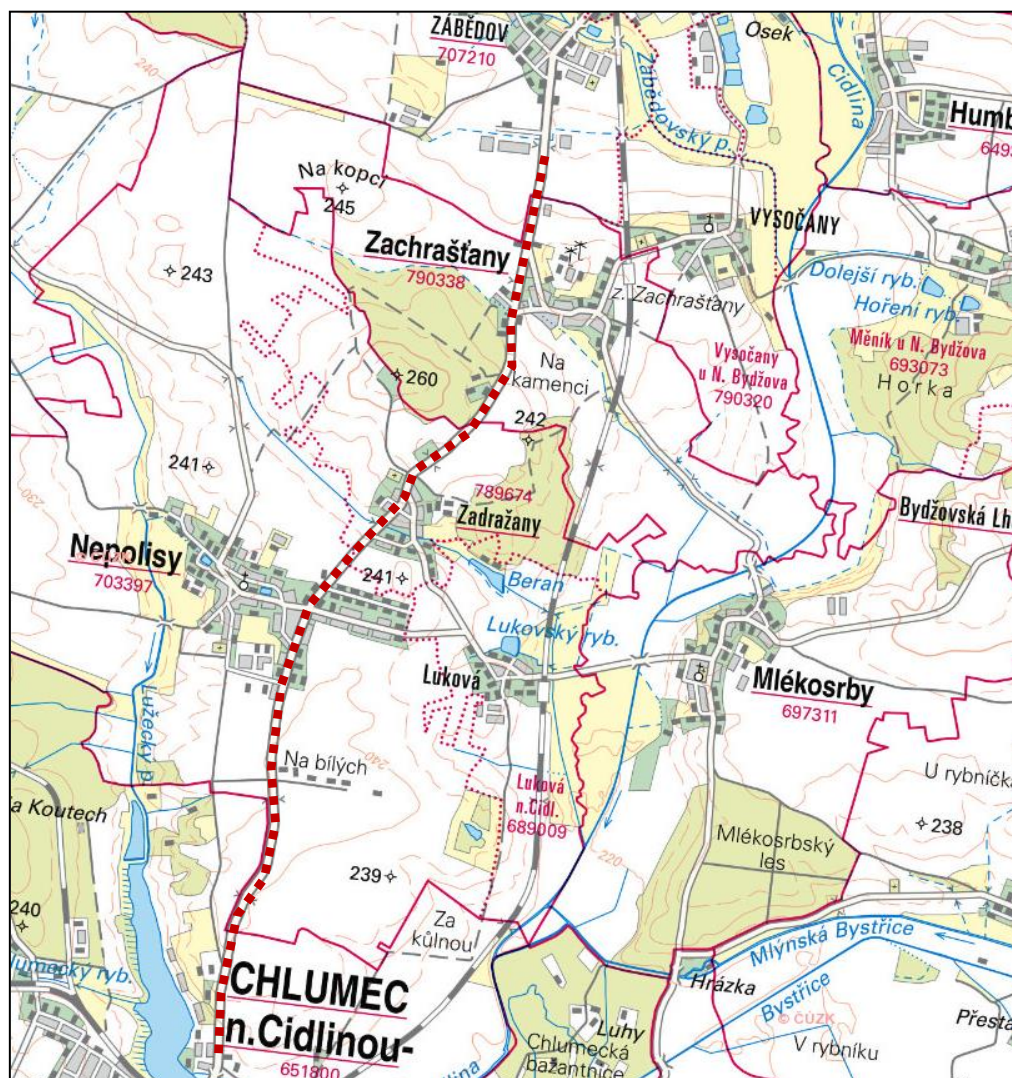




RNDr. Tomáš Vrana
Duchoslávka 6/2053,160 00, Praha 6
tel: 737686306, www.agrogeologie.cz

II/327 CHLUMEC NAD CIDLINOU - ZÁBĚDOV GEOLOGICKÝ A GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM PRO REKONSTRUKCI KOMUNIKACE



V PRAZE V ÚNORU 2018

OBSAH

1	ÚVOD	2
2	METODIKA.....	2
3	PŘÍRODNÍ POMĚRY	3
3.1	TOPOGRAFIE A GEOMORFOLOGIE	3
3.2	KLIMATICKÉ PODMÍNKY	3
3.3	OBEČNÉ GEOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY	3
3.4	HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	4
4	DOKUMENTACE SOND.....	4
5	STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE VOZOVKY	4
6	GEOLOGICKÉ PODMÍNKY V PODLOŽÍ KOMUNIKACE	5
6.1	PODZEMNÍ VODA A AGRESIVITA PROSTŘEDÍ.....	5
7	LABORATORNÍ ROZBORY	6
8	GEOTECHNICKÉ PODMÍNKY PODLOŽÍ V TRASE KOMUNIKACE.....	7
8.1	POMĚR ÚNOSNOSTI CBR A ODHAD MODULU PŘETVÁRNOSTI ZEMNÍ PLÁNĚ	7
8.2	TYP PODLOŽÍ	8
8.3	SHRNUTÍ	8
9	ÚPRAVA PŘÍMĚSI POJIV.....	8
10	VÝMĚNA	10
11	ZÁVĚR - REKAPITULACE	10

příloha: dokumentace sond
 situace sond
 laboratorní rozbor

II/327 CHLUMEC NAD CIDLINOU - ZÁBĚDOV

GEOLOGICKÝ A GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM PRO REKONSTRUKCI

KOMUNIKACE

OBJEDNATEL: VDI PROJEKT S.R.O., PETROHRADSKÁ 216/3, 101 00 PRAHA 10

1 ÚVOD

Cílem průzkumu, provedeného na objednávku společnosti VDI PROJEKT s.r.o., bylo posouzení geologických a geotechnických podmínek v trase navrhované rekonstrukce komunikace II/327 v provozním staničení km 27,000 na konci intravilánu města Chlumec nad Cidlinou po staničení km 33,240 k místu napojení průmyslové zóny Zábědov. Rozsah posuzované trasy o celkové délce 6,240 km je schematicky vyznačen červenou přerušovanou čarou v obrázku na titulní straně.

Zadáním bylo posouzení geologických podmínek ve svrchní vrstvě profilu, použitelnosti a zpracovatelnosti zemin do podloží komunikace v četnosti dokumentačních bodů 5 ks/km.

Jako podklad pro provedení průzkumu nám objednatel poskytl situaci lokality s vyznačením trasy rekonstrukce a zákresem vedení podzemních sítí.

2 METODIKA

Celkem bylo navrženo 27 sond v přibližném kroku à 250 m. Počet sond byl koncipován tak, že vždy poslední sonda v kilometrovém úseku byla zároveň použita jako první pro následující kilometr, což vyhovuje požadavku na četnost 5 ks/km. Pozice sond byla lokalizována systémem GPS Garmin. Přesnost lokalizace uváděná výrobcem zařízení činí ± 3 m. Umístění sond je schematicky vyznačeno v situaci v příloze 1. Staničení pozic vrtů je uvedeno v tabulkách dokumentace sond.

Pro účely průzkumu jsme ve dnech 30. a 31.1. 2018 v trase rekonstrukce soupravou WIRTH realizovali celkem 25 strojně vrtaných sond umístěných střídavě ve vozovce a krajnici. Navržené sondy č. 13 a č. 23 nebyly provedeny z důvodu rizika kolize s podzemními sítěmi. Vzhledem ke zjištěným geologickým podmínkám nemá ale vynechání sond žádný faktický význam.

Zpracování a vyhodnocení je dle zadání provedeno na základě popisné dokumentace jednotlivých vrtů, klasifikačních laboratorních rozborů a technologických zkoušek Proctor standard a CBR, v souladu s následující literaturou:

- ČSN 72 1001 *pojmenování a popis hornin v inženýrské geologii*
- ČSN 73 6133 *návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*
- ČSN 73 1001 *základová půda pod plošnými základy*
- ČSN 73 P 1005 *inženýrskogeologický průzkum*
- ČSN EN ISO 14688-2 *geotechnický průzkum a zkoušení*
- TP 170 *navrhování vozovek pozemních komunikací*
- TP 76 *geotechnický průzkum pro pozemní komunikace*
- ČSN 72 1002 *klasifikace zemin pro dopravní stavby*
- ČSN 72 1006 *kontrola zhutnění zemin a sypanin*
- ČSN 73 3050 *zemní práce*
- Modul přetvárnosti a jeho předvídatelnost, Ing. Karel Pospíšil, Centrum dopravního výzkumu, 2004.

3 PŘÍRODNÍ POMĚRY

3.1 TOPOGRAFIE A GEOMORFOLOGIE

Podle detailního Geomorfologického členění reliéfu Čech (Balatka, 2006), náleží lokalita dvěma okrskům Novobydžovská tabule VIC-1A-b a Libčanská plošina VIC-1B-b. Nadmořská výška lokality je cca 230 - 240 m n. m.

3.2 KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Území podle členění dle Quitta leží v teplé klimatické oblasti W2. Průměrný roční úhrn srážek 550 - 600 mm. Průměrná roční teplota vzduchu 8-9°C. Index mrazu $I_{mk} = 375^{\circ}\text{C}$, hloubka promrzání 97 cm.

3.3 OBECNÉ GEOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY

Z regionálně geologického hlediska zájmové území náleží centrální části české křídové pánve, resp. její jizerské litofaciální jednotce. Skalní podloží je tvořeno mořskými sedimenty v jílovcovém a slínovcovém vývoji. V zájmové lokalitě se litostratigraficky jedná o šedé a zelenavé vápnité prachovce a slínovce březenského souvrství svrchního coniacu.

Kvartérní sedimenty v přirozeném uložení jsou tvořeny zejména jílovitými zvětralinami podložních hornin, lokálně překrytými akumulacemi říčních štěrkopísků a sprašovými horizonty, jež se pak společně v přeplavené podobě směsných písčitých jílů, hlinitých písků a písčitých hlín uplatňují v povrchové vrstvě kvartérního horizontu víceméně v celé posuzované trase komunikace. Celková mocnost pokryvu v závislosti na morfologii předkvartérního terénu je proměnná od méně než 2 m až po 10 i více metrů.

3.4 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska náleží území rajónu 4360 Labská křída. Území náleží třem hydrologickým pořadím - čísla hydrologických pořadí 1-04-02-0600-0-00 název toku Lužecký potok, 1-04-02-0590-0-00 název toku Cidlina a 1-04-02-0580-0-00 název toku Zábědovský potok. Pro území není stanoveno ochranné pásmo vodního zdroje I. nebo II. stupně. Území není součástí CHOPAV (chráněná oblast přirozené akumulace vod). Zdroj: VÚV HEIS

4 DOKUMENTACE SOND

Pro účely posudku je použit klasifikační systém USCS, dříve uplatněný normou ČSN 73 1001 v oboru zakládání staveb, v současnosti převzatý normou ČSN 73 6133 *návrh a provádění tělesa pozemních komunikací*. Základním klasifikačním znakem hornin (zemín) je jejich zrnitostní složení. Dalším klasifikačním (kvalitativním) znakem jemnozrnných zemín je jejich plasticita a konzistence, u hrubozrnných zemín míra jejich ulehlosti.

Klasifikace dle ČSN EN ISO 14688-2 je provedena podle klasifikačního trojúhelníkového diagramu na základě podílu zastoupení složek jíl/prach - písek – štěrk.

Dokumentace sond je pro velký rozsah textových stran přiložena za zprávou jako samostatná příloha.

5 STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE VOZOVKY

Vlastní vozovka je tvořena vícevrstevným asfaltovým povrchem v různě pokročilém stavu poškození a opakovaných oprav.

- Tloušťka asfaltové vrstvy, resp. souvrství v celém úseku činí proměnlivě 10 až 20 cm, nejčtenější tloušťka asfaltového povrchu je 15 cm, průměr 16 cm.

Konstrukce („kufr“) vozovky je vybudován z hrubého kameniva. Převážně se jedná o kamenivo v rozsahu dokumentovaných frakcí 32/63/125 mm s převahou hrubšího zrna, často i s příměsí velkých kamenů přes průměr vrtu a lokálně příměsí hlinitého písku. Tloušťka kamenité podkladní vrstvy je 10-30 cm, průměr 20 cm.

Kamenitá podkladní vrstva je položena (pravděpodobně) na povrchu původní historické vozovky, tvořené velkými skládanými kameny tvrdé krystalické horniny. Velmi obtížně vrtatelná kamenná rovinanina představuje vysoce únosný a deformačně stabilní základ konstrukce. Celková mocnost konstrukce činí 50 až 70 cm.

6 GEOLOGICKÉ PODMÍNKY V PODLOŽÍ KOMUNIKACE

Přímé podloží konstrukčních vrstev komunikace je tvořeno zeminami přirozeného kvartérního horizontu. Zemina zrnitostní skladbou odráží původ ve zvětralinách křídového, jílovco-slínovcového podloží, promíšeného s písčítými a jílovitými příměsemi náplavů a sprašových horizontů.

Popisně se jedná o zeminu obecně „hlinitopísčitou“ hnědé a hnědošedé barvy, slabě plastickou až plastickou, proměnlivě ve stavu tuhé až pevné konzistence.

Na základě provedených indexových rozborů byly zeminy charakteristických geotypů podloží

- dle ČSN 73 6133 určeny jako:
 - F3/MS *hlína písčitá,*
 - F4/CS *jíl písčitý,*
 - S4/SM *písek hlinitý,*
- dle ČSN EN ISO 14688-2 jako:
 - sacSi *písčitý jílovitý prach,*
 - sasiCl *písčitý prachovitý jíl,*
 - siSa *prachovitý písek,*

přičemž ze zrnitostních charakteristik vzorků je obecně patrné dominantní zastoupení písčité složky, podřízeně pak prachu a jílu.

Přes určitou rozdílnost konkrétní klasifikace se jedná o zeminy vzájemně zrnitostně blízké, jak je patrné z klasifikačních názvů zemin a podobného průběhu zrnitostních křivek.

Zeminy jsou shodně převážně nebezpečně namrzavé se střední kapilární vzlínavostí. Jsou nepropustné až extrémně nepropustné v intervalu hodnot $k_f = 1,2 \cdot 10^{-7}$ m/s až $1,6 \cdot 10^{-8}$ m/s.

6.1 PODZEMNÍ VODA A AGRESIVITA PROSTŘEDÍ

Podzemní voda sondáží zjištěna nebyla. Agresivita podzemní vody nebyla stanovena. Agresivita pevného prostředí vzhledem k velmi nízké propustnosti zemin je nízká.

7 LABORATORNÍ ROZBORY

Na vzorcích všech zemin podloží komunikace byly provedeny základní indexové zkoušky. Dále na charakteristických geotypech v rovnoměrném rozptylu 1 ks/km trasy byly provedeny zkoušky zhutnitelnosti Proctor standard a zkoušky poměru únosnosti CBR_{sat} neupravené zeminy.

Přehled výsledků všech provedených zkoušek uvádí následující tabulka č. 1.

tab.1

vzorek	index		zhutnitelnost PS		CBR_{sat} [%]
	ČSN 73 6133	ČSN EN ISO 14688-2	ρ_d max. [kg/m ³]	w _{opt} [%]	
J1, J2	S4/SM	siSa			
J3, J4	S4/SM	siSa	1758	16,8	7,3
J5, J6	F4/CS	sasiCl			
J7, J8	F4/CS	sasiCl	1616	18,4	5,6
J9, J10	S4/SM	siSa			
J11, J12	F3/MS	sacSi	1660	17,1	4,1
J14	F3/MS	sacSi			
J15, J16	F4/CS	sasiCl	1702	17,0	5,9
J17, J18	F4/CS	sasiCl			
J19, J20	F4/CS	sasiCl	1725	15,7	4,3
J21, J22	F3/MS	sasiCl	1700	15,9	5,7
J24	F3/MS	sacSi			
J25, J26	F3/MS	sacSi			
J27	F4/CS	sasiCl	1675	18,3	3,5
průměrný výsledek			$\bar{\rho} \approx 1691$	$\bar{w} \approx 17$	$\bar{CBR} \approx 5$

8 GEOTECHNICKÉ PODMÍNKY PODLOŽÍ V TRASE KOMUNIKACE

Přirozené podloží komunikace II/327 v celém úseku mezi Chlumcem nad Cidlinou a Zábědovem je tvořeno obecně „hlinitopísčitými“ zeminami v rozsahu zrnitostní klasifikace

- F3/MS *hlína písčitá,*
- F4/CS *jíl písčitý,*
- S4/SM *písek hlinitý.*

Z tabulky č. 1 je ve směru staničení patrná určitá tendence proměny klasifikace od hlinitého písku, přes písčitý jíl po písčitou hlínu, ovšem bez reálné a smysluplné možnosti rajónování trasy. Přes lokální rozdílnost klasifikace se jedná o zeminy vzájemně zrnitostně blízké, z hlediska praktického hodnocení použitelnosti do násypů a podloží představující de-facto jednotný geotyp.

Prakticky shodné hodnocení použitelnosti do násypů a podloží dle souvisejících norem je přehledně uvedeno v následujících tabulkách č.2 a 3.

tab. 2

	zařazení do násypů		vhodnost pro podloží	
	ČSN 73 6133	ČSN 72 1002	ČSN 73 6133	ČSN 72 1002
F3/MS	podmínečně vhodná	vhodná	podmínečně vhodná	III, IV, V
F4/CS	podmínečně vhodný	vhodný	podmínečně vhodný	IV, V
S4/SM	podmínečně vhodný	vhodný	podmínečně vhodný	III, IV, V

8.1 POMĚR ÚNOSNOSTI CBR A ODHAD MODULU PŘETVÁRNOSTI ZEMNÍ PLÁNĚ

Obvyklé hodnoty CBR a $E_{\text{def}2}$ neupravených zemin podle jejich klasifikace dle dodatku TP170, 2010

tab. 3

	CBR		modul přetvárnosti $E_{\text{def}2}$
	W_{opt}	W_{sat}	
F3/MS	5 - 25 %	5 - 15 %	10 - 30 MPa
F4/CS	5 - 25 %	5 - 15 %	10 - 25 MPa
S4/SM	5 - 25 %	5 - 15 %	15 - 35 MPa

8.2 TYP PODLOŽÍ

Poměr únosnosti CBR_{sat} neupravených zemin podloží byl stanoven v rozsahu 3,5 až 7,3 %, tedy při dolní hranici intervalu hodnot, předpokládatelných na základě indexových rozborů dle tabulky č. 3.

Návrhová hodnota modulu pružnosti E_d jako hlavního parametru charakteristiky únosnosti podloží, stanovená podle vztahu: $E_d = 17,6 \cdot (0,9 \cdot CBR_{sat})^{0,64}$ činí 36,7 až 58,6 MPa, průměr ≈ 46 MPa.

Neboli - stanovené hodnoty CBR_{sat} a modulu pružnosti E_d zemin v **neupraveném** stavu **neodpovídají** ani nejnižšímu typu podloží PIII dle následující tabulky č.4.

tab. 4

typ podloží	CBR_{sat}	návrhový modul pružnosti E_d	minimální kontrolní modul přetvárnosti E_{def2}
PIII	15%	50 MPa	≥ 45 MPa
PII	30%	80 MPa	≥ 60 MPa
PI	50%	120 MPa	≥ 90 MPa

8.3 SHRNUTÍ

Aby bylo možno dosáhnout na povrchu aktivní zóny zemní pláně (případně parapláně) potřebné únosnosti, resp. vlastností zvoleného typu podloží, je nutno zeminu **upravit** nebo **vyměnit**.

9 ÚPRAVA PŘÍMĚSÍ POJIV

Podloží tvořené zeminou s hodnotou $CBR_{sat} < 15\%$ se po její úpravě obvykle považuje za podloží typu PIII. Optimální typ pojiva a % příměsi se doporučuje stanovit průkaznými zkouškami. V případě jemnozrnných, převážně jílovitých zemin se obvykle navrhuje úprava příměsí vzdušného vápna. U zemin písčitéjších bývá účinnější použití směsného pojiva na bázi cementu a vápna. V místních specifických podmínkách zemin se stálým, byť proměnlivým podílem písčité složky, lze za univerzální považovat směsné pojivo 30/70.

Technologické zkoušky s příměsí pojiva nebyly provedeny. Dle analogií pro zeminy „hlinitopísčitého“ charakteru v rozsahu klasifikace F3, F4, S4 pro dosažení hodnot modulu pružnosti $E_d > 50$ MPa a poměru únosnosti $CBR_{sat} > 15\%$ pro podloží typu PIII obvykle vyhoví již příměs 1,5 % pojiva.

Je ale třeba zohlednit rozdílnost laboratorních a reálných polních podmínek dávkování a zapracování příměsí. Z tohoto důvodu pro realizaci úpravy kontinuálním míšením bez průkazných zkoušek je nutné na straně bezpečnosti navrhnout plošné dávkování příměsí min. **3 %** pojiva.

Obecný výpočet dávkování CaO podle normativní přílohy A, čl. A.1.3. normy ČSN 73 6125

$$\text{množství zeminy } g_z [\text{kg}] = \frac{V \cdot \rho_{d \max}}{100 + m} \cdot 100$$

$$\text{množství pojiva } g_c [\text{kg}] = \frac{g_z \cdot m}{100}$$

kde V je objem vzorku
 m je množství pojiva ve směsi v %

Pro $\rho_{d \max} \approx 1691 \text{ kg/m}^3$ 3 % příměsí představuje 49,25 kg pojiva na 1 m³ zeminy, což pro tloušťku úpravy 0,5 m představuje 24,63 kg /m².

10 VÝMĚNA

Možnost realizace úpravy příměsí pojiva může být v podmínkách průtahů intravilány obcí limitována různými okolnostmi, komplikujícími použití technologie kontinuálního míšení. Z uvedeného důvodu může být efektivnější výměna podloží (aktivní zóny).

Stanovování konkrétních podmínek výměny podloží je výhradně kompetencí projektanta. V obecnější rovině lze ale pro výměnu podloží (aktivní zóny) doporučit vrstvenou konstrukci nebo celkovou jednotnou náhradu aktivní zóny kamenivem nebo betonovým recyklátem fr. 0-63 mm.

Pro odhad tloušťky výměny lze vycházet z obvyklého nárůstu „únosnosti“ E_{def2} o 8-10 MPa na každých 10 cm hutněné vrstvy kameniva. Při předpokládané minimální hodnotě $E_{def2} = 10$ MPa tak (například) pro dosažení modulu přetvárnosti $E_{def2} \geq 45$ MPa musí být podloží vyměněno v mocnosti 35 až 45 cm. Účinnost, resp. únosnost výměny musí být ověřena zatěžovacími zkouškami.

11 ZÁVĚR - REKAPITULACE

Průzkum byl dle objednávky realizován v požadovaném rozsahu hodnocení podmínek v podloží komunikace II/327 Chlumec nad Cidlinou – Zábědov v provozním staničení km 27,000 až km 33,240.

Dokumentované geologické a geotechnické podmínky jsou podrobně hodnoceny v samostatných dílčích kapitolách. Stručně je možno rekapitulovat, že:

- Po odstranění stávající konstrukce bude přímé podloží celé trasy silnice II/327 jednotně tvořeno jemnozrnnou zeminou s výraznou písčitou příměsí, převážně v rozsahu klasifikace F3/MS, F4/CS, S4/SM. Přes variace klasifikačního určení se v zásadě jedná o jednotný geotyp zemin, pouze **podmínečně vhodných** do násypů a podloží komunikací.
- Zeminy podloží komunikace jsou obecně nebezpečně namrzavé, se střední kapilární vzlínavostí a nepropustné až extrémně nepropustné.
- Zeminy v neupraveném stavu **nesplňují** kritéria poměru únosnosti CBR_{sat} ani pro nejnižší z návrhových typů podloží (PIII).
- Aby bylo možno dosáhnout na povrchu aktivní zóny potřebné únosnosti, resp. vlastností zvoleného typu podloží, je nutno zeminy **upravit** nebo **vyměnit**, přičemž v místních specifických podmínkách zemin se stálým, byť proměnlivým podílem písčité složky, lze za univerzální považovat směsné pojivo na bázi cementu a vápna. Průkazní zkoušky s příměsí pojiva nebyly provedeny. Pro realizaci úpravy míšením pojiva bez doplňujících průkazních zkoušek je nutné pro PIII navrhnout plošné dávkování příměsi min. **3%**, při doporučené tloušťce úpravy 50 cm. V případě výměny se doporučuje navrhnout vrstvenou konstrukci nebo celkovou jednotnou náhradu aktivní zóny kamenivem nebo betonovým recyklátem fr. 0-63 mm.
- Zemní práce bude možno provádět běžnou stavební technikou.
- Okolnosti odlišné od uvedeného mohou být zjištěny zejména v intravilánech obcí, kde se nad rámec dokumentovaných geotypů mohou ve větší míře vyskytovat navážky.

- V úplném závěru je nutno konstatovat, že komunikace II/327 v posuzovaném úseku, kromě pokročilého opotřebení a poruch povrchu, nevykazuje prakticky žádné vnější známky poruch konstrukce ani podloží. V souvislosti s dokumentovanou skladbou a relativně velkou mocností konstrukčních vrstev doporučujeme zvážit možnost alespoň částečného zachování stávající konstrukce, neboť při jejím úplném odstranění a úpravě či výměně aktivní zóny bude jen s obtížemi a náklady možno zpětně dosáhnout stávajících vysokých parametrů únosnosti konstrukce.

V Praze 28.2.2018

zpracoval: Tomáš Vrana

RNDr. Tomáš Vrana
www.agrogeologie.cz

tel: 737 686 306

e-mail: vrana@agrogeologie.cz

FOTODOKUMENTACE

pouze k ilustrativním účelům



Foto 1 : vrtná souprava WIRTH na jižním okraji obce Zachrašťany



Foto 2,3 : je patrná tloušťka a vrstvení asfaltového krytu a hrubě kamenitý charakter podkladní vrstvy



Foto 4,5 : charakteristický vzhled zemin podloží