

Název diagnostiky:

## **Stanovení polohy kluzných trnů v CB krytu georadarem**

Datum provedení:

srpen 2014

Provedl:

Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Stručný popis:

Měření polohy kluzných trnů v CB krytech mobilním zařízením. Jedná se o speciálně zkonstruovaný vozík, který v rámci jednoho přejezdu měří dvěma anténami s centrální vysílací frekvencí 1,6 GHz.

### **1 Důvod provedení diagnostiky**

Měření se provedlo pro správce PK za účelem ověření správného uložení kluzných trnů (KT) ve vozovce s cementobetonovým krytem.

Normové požadavky pro uložení kluzných trnů jsou uvedeny v čl. 5.3.7.2 normy ČSN 73 6123-1:2014 *Stavba vozovek - Cementobetonové kryty - Část 1: Provádění a kontrola shody*.

Bylo rozhodnuto, že se provede nedestruktivní měření na každé desáté příčné spáře.

### **2 Sledovaný úsek vozovky**

Délka: příčné spáry: 12 metrů

Jízdní pruh: pomalý, rychlý i zpevněná krajnice,

Povrch: úprava vlečením jutového pásu

Stav vozovky: povrch bez zjevných závad



*Obr. 1: Foto z místa měření*

### **3 Provedení diagnostiky**

#### **3.1 Popis metody/zařízení**

Mobilní zařízení je speciálně zkonstruovaný vozík pro měření in situ, který v rámci jednoho přejezdu měří dvěma anténami s centrální vysílací frekvencí 1,6 GHz (obr. 2).

Antény jsou umístěny v umělohmotném boxu v nastavené vzdálenosti od sebe. Současným použitím dvou antén stejného typu a frekvence je zajištěna vyšší přesnost stanovení vychýlení kluzných trnů a kotev, než kdyby byla použita pouze jedna anténa a měření by se provádělo jednotlivě.

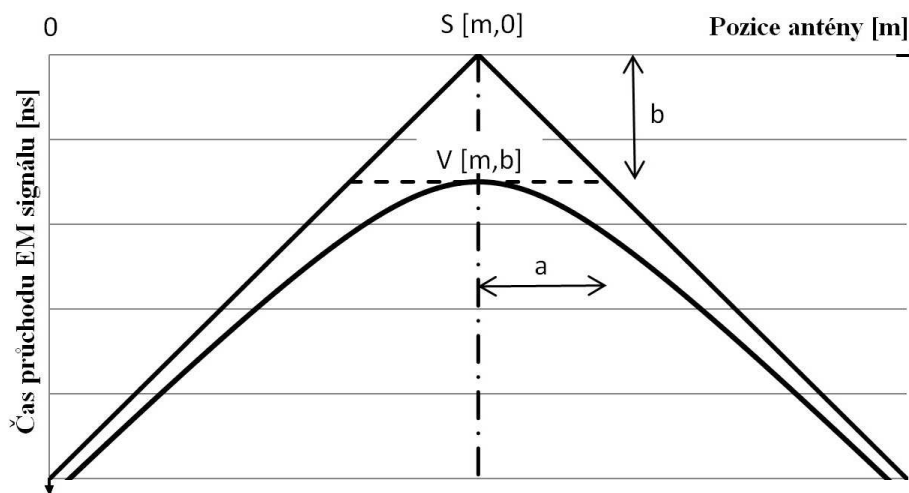
Mobilní zařízení je vybaveno stabilním zdrojem elektrického napětí, dvěma koly nesoucí vlastní zatížení a odpruženým kolečkem, na kterém je umístěno lokalizační zařízení. Odpružené kolečko rovnoměrně kopíruje povrch CB krytu a nedochází tak ke ztrátě kontaktu s povrchem.



Obr. 2: Mobilní zařízení pro měření polohy kluzných trnů a kotev se dvěma anténami 1,6 GHz a polohovacím zařízením

#### Princip:

Výztuž uložená v betonu se při měření vedeném kolmo na ni v záznamu z měření (radargramu) zobrazí ve tvaru hyperboly. Poloha výztuže (její horní povrch) odpovídá vrcholu této hyperboly (obr. 3). Umístění tohoto bodu se stanovuje buď manuálně z radargramu, nebo poloautomaticky pomocí softwaru.



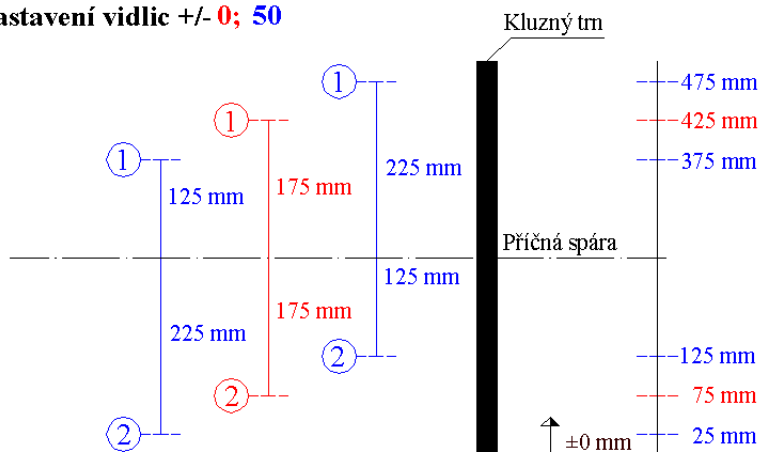
Obr. 3: Zobrazení části hyperboly, které se používá pro účely stanovení polohy výztuže v betonu při kontinuálním měření georadarem ve směru kolmém na výztuž

### 3.2 Popis postupu měření

Před měřením se provedla kalibrace zařízení pro měření ujeté vzdálenosti a stanovení rychlosti šíření EM signálu deskou CB krytu (k tomu je ideální provést odečet hloubky uložení trnů v pracovní spáře, nebo provést kalibraci metodou CMP).

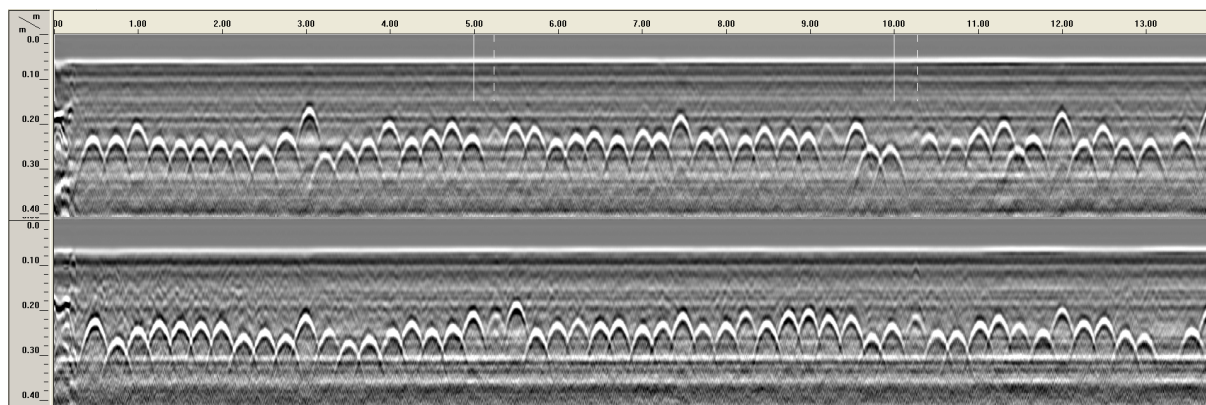
Příčná spára se měří v rámci jednoho nebo vícero pojezdů. Vzdálenost 2 antén je určena na základě délky kluzného trnu. V rámci tohoto měření se provedlo nastavení vzdálenosti antén na 350 mm a prováděly se 3 přejezdy (obr. 4).

### Nastavení vidlic +/- 0; 50



Obr. 4: Schéma provádění přejezdů vozíku při měření polohy kluzných trnů

Příklady záznamů z měření polohy kluzných trnů jsou uvedeny na obr. 5. V záznamu je uvedeno měření dvěma anténami. Při přejezdu nad křížením podélné a příčné spáry bylo toto místo v záznamu vyznačeno čárkovanou čarou.



Obr. 5: Záznam z měření polohy kluzných trnů mobilním vozíkem CDV

Pro vyhodnocení naměřených dat byly v softwaru Radan 6.6 ze záznamů odečteny vrcholy zobrazených hyperbol, představující horní povrch kluzného trnu. Ze třech přejezdů bylo získáno pro každý kluzný trn šest naměřených bodů se souřadnicemi ujeté vzdálenosti a hloubky uložení.

Chyba měření ve vertikálním i v horizontálním směru byla pro toto měření stanovena +/- 10 mm. Srovnávací měření na laboratorně vyrobené zkušební cementobetonové desce, která byla vyrobena za účelem zjištění chyby při stanovení polohy kluzných trnů a kotev, bylo dosaženo přesnosti 4 mm ve vertikálním směru a 7 mm ve směru horizontálním.

## 4 Výstupy měření

Výsledkem je tabulkové vyhodnocení zjištěné polohy kluzných trnů (tab. 1), ve kterém jsou uvedeny konkrétní hodnoty staničení ve spáře, hloubky uložení ve spáře a ve sledovaných vzdálenostech od měřené spáry, vertikální a horizontální rozdíl konců kluzných trnů a jejich podélný posun. Nevyhovující hodnoty jsou v tabulkovém vyhodnocení zobrazeny červeně.

Pro snadnější interpretaci výsledků je také provedeno grafické vyjádření zjištěné polohy kluzných trnů, a to půdorysně a v řezu, viz obr. 6.

Tabulka 1: Výsledky polohy kluzných trnů

Poloha kluzných trnů (KT) v místě příčné spáry č. 1

požadovaná hloubka	138 mm
průměrná hloubka	142 mm
min. hloubka	121 mm
max. hloubka	177 mm
hloubka žezu	100 mm

Podrobný výpis

CB deska	Číslo KT	Staničení středu KT [m]	Hloubka střed [mm]	Hloubka -200 [mm]	Hloubka 200 [mm]	Sx [mm]	Sz [mm]	dy [mm]	Rz	Kz
zpevněná krajnice	1	0,262	160	156	165	-10	18	< 50	ok	ok
	2	0,508	149	140	159	-23	7	< 50	ok	ok
	3	0,768	157	150	165	-18	12	< 50	ok	ok
	4	1,045	147	142	152	-13	28	< 50	ok	ok
	5	1,291	150	145	155	-12	21	< 50	ok	ok
	6	1,542	136	134	139	-7	19	< 50	ok	ok
	7	1,790	143	141	145	-5	22	< 50	ok	ok
	8	2,027	133	128	139	-14	21	< 50	ok	ok
	9	2,260	143	138	147	-12	32	< 50	ok	ok
	10	2,481	135	130	140	-12	37	< 50	ok	ok
	11	2,738	142	138	146	-10	23	< 50	ok	ok
	12	2,984	131	124	139	-19	8	< 50	ok	ok
	13	3,226	142	141	144	-3	12	< 50	ok	ok
	14	3,461	135	131	139	-11	35	< 50	ok	ok
	15	3,739	140	138	143	-7	28	< 50	ok	ok
pravý jízdni pruh	16	4,240	139	137	141	-5	25	< 50	ok	ok
	17	4,484	129	128	131	-3	33	< 50	ok	ok
	18	4,742	139	135	143	-10	-1	< 50	ok	ok
	19	4,980	128	125	131	-7	33	< 50	ok	ok
	20	5,250	137	134	141	-9	21	< 50	ok	ok
	21	5,514	127	127	128	-1	17	< 50	ok	ok
	22	5,752	143	139	146	-9	43	< 50	ok	ok
	23	5,977	126	121	132	-13	31	< 50	ok	ok
	24	6,238	145	141	148	-9	16	< 50	ok	ok
	25	6,496	134	134	135	-1	54	< 50	ok	ok
	26	6,729	156	151	160	-11	44	< 50	ok	ok
	27	6,981	149	145	154	-11	38	< 50	ok	ok
	28	7,252	177	177	176	1	6	< 50	ok	ok
	29	7,486	160	153	168	-18	-9	< 50	ok	ok
	30	7,734	169	165	173	-10	32	< 50	ok	ok
levý jízdni pruh	31	8,257	148	141	156	-20	32	< 50	ok	ok
	32	8,507	139	131	147	-21	3	< 50	ok	ok
	33	8,771	157	148	165	-21	18	< 50	ok	ok
	34	9,041	141	132	150	-22	16	< 50	ok	ok
	35	9,294	152	141	162	-26	9	< 50	ok	ok
	36	9,536	130	126	135	-12	18	< 50	ok	ok
	37	9,781	137	134	141	-9	19	< 50	ok	ok
	38	10,023	126	121	131	-14	18	< 50	ok	ok
	39	10,259	133	132	134	-2	11	< 50	ok	ok
	40	10,489	130	127	132	-6	31	< 50	ok	ok
	41	10,731	135	134	136	-2	26	< 50	ok	ok
	42	10,992	128	129	127	3	0	< 50	ok	ok
	43	11,223	136	133	138	-7	18	< 50	ok	ok
	44	11,459	134	134	135	-2	14	< 50	ok	ok
	45	11,733	160	153	167	-17	28	< 50	ok	ok

tl. střed - hloubka KT ve spáře [mm]

tl. -200 - hloubka KT ve vzdálenosti 200 mm vlevo od příčné spáry [mm]

tl. 200 - hloubka KT ve vzdálenosti 200 mm vpravo od příčné spáry [mm]

Sz - vertikální rozdíl konců KT [mm]

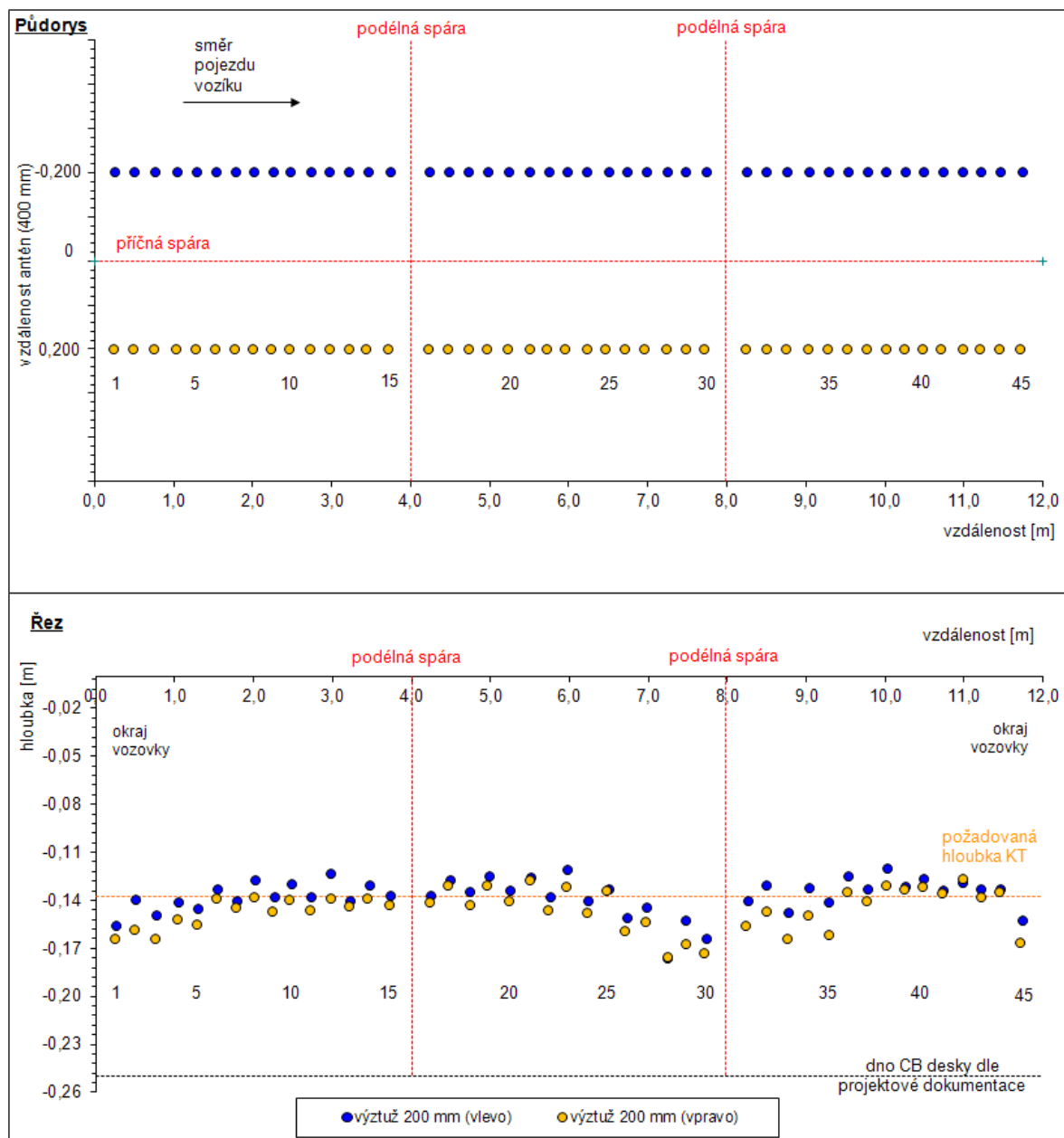
Sx - horizontální rozdíl konců KT [mm]

dy - podélný posun KT

Rz - vzdálenost horního líce KT od dna žezu spáry

Kz - krytí betonem pod a nad KT

Pozn.: nevyhovující KT jsou označeny červeně



Obr. 6: Grafické vyjádření zjištěné polohy kluzných trnů

Maximální odchylky dle normy ČSN 73 6123-1:2014 jsou následující:

Poloha kluzných trnů, měřená po zhutnění, se nesmí odchýlit od polohy navržené v dokumentaci následovně:

- šikmá poloha kluzného trnu vzhledem k délce trnu 500 mm (rozdíl konců trnu v horizontálním a ve vertikálním směru) smí být do 25 mm, přičemž však tato hodnota musí být dodržena u min. 75 % kluzných trnů ve spáře a zbylých max. 25 % kluzných trnů ve spáře smí mít šikmost do 40 mm;
- odchylka uložení vůči horní ploše desky (hloubka uložení) smí být do 30 mm, přičemž však tato hodnota musí být dodržena u min. 75 % kluzných trnů ve spáře a zbylých max. 25 % kluzných trnů ve spáře tato odchylka smí být do 50 mm;
- odchylka vůči příčné spáře (podélný posun trnu) smí být do 75 mm, přičemž však tato hodnota musí být dodržena u min. 75 % kluzných trnů ve spáře a zbylých max. 25 % kluzných trnů ve spáře tato odchylka smí být do 120 mm.

## **5 Závěr**

Z hlediska ekonomických a časových možností zjištění polohy kluzných trnů na vozovkách s CB krytem je nutné použít takový způsob měření, který bude co nejefektivněji proveditelný a který je schopen měřit odchylky předepsané normou ČSN 73 6123-1.