

Ověřování kotev z recyklovaného plastu pro zvýšení stability bezстыkové koleje

OTTO PLÁŠEK, RICHARD SVOBODA, MIROSLAVA HRUZÍKOVÁ, MILAN VALENTA

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ, FAKULTA STAVEBNÍ / ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

ÚSTAV APLIKOVANÉ MECHANIKY BRNO, S.R.O.

Obsah

Úvod

Popis kotev EVA V

Definice požadavků a příprava technických podmínek dodacích

Laboratorní a modelové zkoušky

Ověřování funkčnosti plastových kotev ve zkušebních úsecích

Závěr

Úvod

Pražcové kotvy jsou důležitým konstrukčním prvkem z hlediska stability, spolehlivosti a bezpečnosti bezстыkové koleje.

Funkční vlastnosti kotvy musí být zachovány po celou dobu životnosti, která se předpokládá 40 let.

Byla zvolena cesta experimentálního návrhu a posouzení, spočívající v postupných úpravách tvaru kotvy a technologie výroby na základě dosavadních výsledků zkoušek.

Proces ověření plastových kotev:

- Inávrh technických podmínek dodacích;
- aboratorní a modelové zkoušky;
- zřízení zkušebního úseku a jeho ověření.

Zahájení procesu experimentálního návrhu, posouzení a ověření zahájen v roce 2004.

Pražcová kotva EVA V

V současnosti jsou ve zkušebních úsecích vloženy plastové pražcové kotvy v páté generaci návrhu.

Kotevní vyroben litím za horka z materiálu s obchodním označením TRAPLAST, který se vyrábí recyklací plastových odpadů:

- povrchová vrstva na všech částech kotevního dílce je tvořena kompaktním materiálem v tloušťce nejméně 7 mm, který tvoří nosnou skořepinu.
- části kotvy tenčí než 14 mm jsou vždy tvořeny v plném profilu kompaktním materiálem.
- tlustší části kotevního dílce mohou mít vnitřní výplňový materiál porézní.
- základním způsobem, jak prověřit množství masivního materiálu v kotvě, vážení každé vyrobené kotvy.

Kotva se na pražec montuje pomocí ocelového přichytného třmenu, který se upíná pomocí šroubů a samojistných matic a ploché oceli, zalité do plastového kotevního dílce.



Technické podmínky dodací (8. verze)

Technické požadavky:

- Popis kotvy
- Požadavky na materiál kotvy
 - objemová hmotnost;
 - ohybové vlastnosti – modul pružnosti a pevnost v ohybu;
 - odolnost proti zvýšené teplotě – teplota měknutí dle Vicata;
 - odolnost proti nízkým teplotám – vrubová houževnatost při -10 °C;
 - vrubová houževnatost Charpy při pokojové teplotě (23 °C);
 - požárně technické vlastnosti – průkaz požární klasifikace A2.
- Laboratorní a modelové zkoušky
 - statická zatěžovací zkouška;
 - dlouhodobá únavová zkouška;
 - zkouška otěruvzdornosti;
- Požadavky na příčný odpor
 - minimální příčný odpor betonového pražce s pražcovou kotvou 14,2 kN;
- Zkoušení, kontrola a ověřování kvality
 - Počáteční zkoušky typu
 - Opakovaná zkouška typu
 - Kontrolní výrobní zkoušky
 - Ověřování kvality uživatelem
 - Kontrola odběratelem
- Objednávání a dodávání
- Montáž, údržba a skladování
- Záruční podmínky a reklamace

Číslo	Předmět zkoušení	Technický požadavek
1	Objemová hmotnost	Nesmí se lišit od deklarované objemové hmotnosti o více než 10 %
2	Modul pružnosti v ohybu	(845 ± 37) MPa
3	Pevnost v ohybu	(16,5 ± 3,5) MPa
4	Odolnost proti zvýšeným teplotám	Teplota měknutí (52,2 ± 0,1)°C
5	Odolnost proti nízkým teplotám	Hodnota vrubové houževnatosti Charpy při -10°C (2,32 ± 0,09) kJ. m ⁻²
6	Vrubová houževnatost Charpy (23°C)	(3,29 ± 0,18) kJ.m ⁻²
7	Požárně technické vlastnosti	Požární klasifikace A2
8	Odolnost proti cyklickému namáhání	Úbytek hmotnosti max. ±3 %

Technické požadavky na pražcové kotvy EVA V

Vlastnosti materiálů

Laboratorní a modelové zkoušky

Statická zatěžovací zkouška

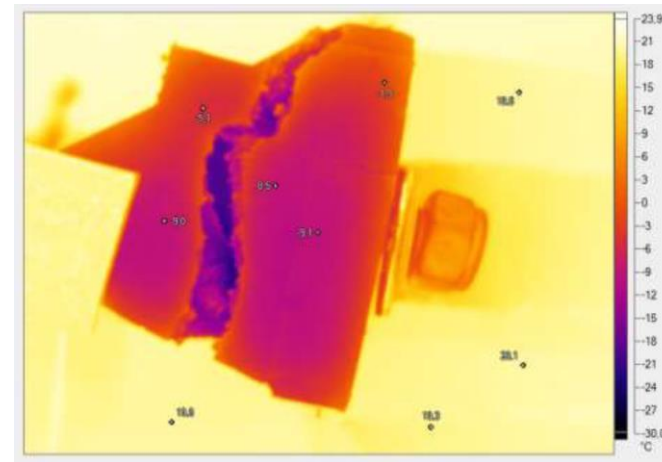
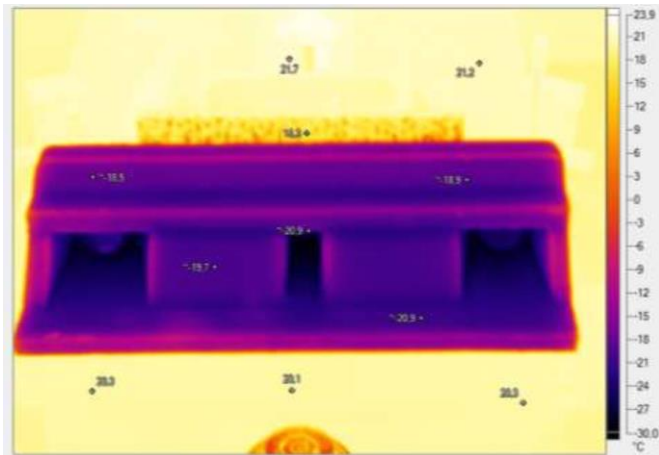
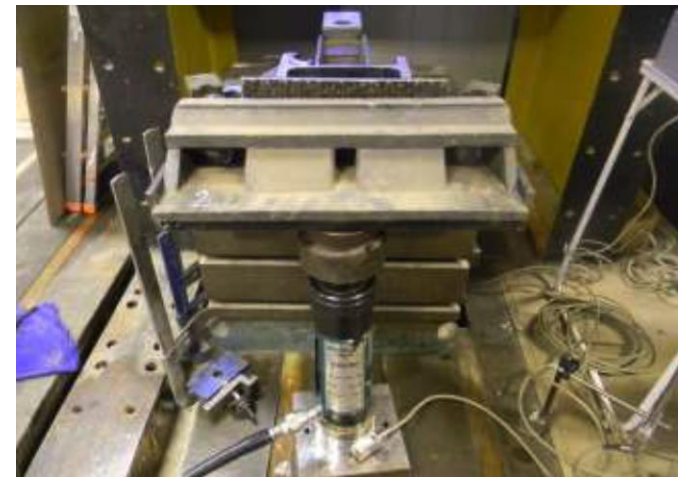
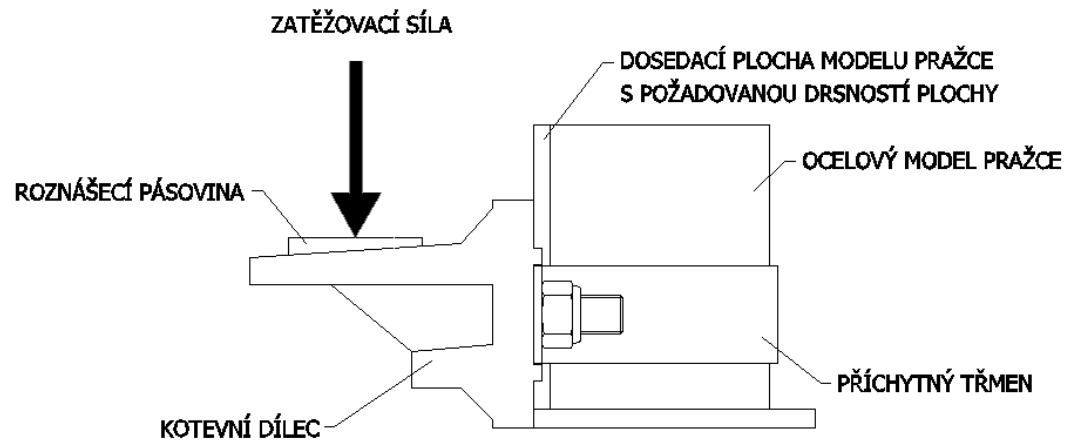
- je zjišťována maximální zatěžovací síla při překročení únosnosti pražcové kotvy;
- pražcová kotva je namáhána silou až do své destrukce.

Dlouhodobá únavová zkouška

- sleduje schopnost pražcových kotev odolávat opakovanému zatížení;
- pražcová kotva je vystavena cyklickému namáhání silou se sinusovým průběhem v rozsahu od 4 kN do 10 kN, počet zatěžovacích cyklů je 2 miliony;
- uspořádání zkoušky je shodné s upořádáním statické zatěžovací zkoušky;
- v rámci zkoušky se provádí vizuální kontrola držebnosti šroubového spoje, poškození plastu a jeho případné vymačkávání.

Modelová zkouška otěruvzdornosti

- kontroluje se schopnost materiálu plastového kotevního dílce vzdorovat cyklickému namáhání zrna kolejového lože;
- sledován je úbytek hmotnosti kotevního dílce, který je stanoven porovnáním hmotnosti před a po zkoušce;
- otěruvzdornost pražcové kotvy se zkouší na modelu spojení pražcové kotvy s pražcem ve šterkové vaně.



Uspořádání statické zatěžovací zkoušky

Skupina	Měření	\bar{y}	S_2	σ	\bar{y}	S_2	σ
		S (mm)			F (kN)		
Nová	1, 2, 3, 4	46,9	66,6	8,2	21,4	5,3	2,3
Stará	9s, 10s	37,5	0,0	0,1	24,2	1,4	1,2
Nová- zmražená	13m, 15m	35,4	0,2	0,5	19,6	0,0	0,0
Nová- zmražená	16m, 17m	33,7	7,3	2,7	20,5	0,7	0,8
Nová- zmražená	18m, 19m, 20m, 21m	35,6	4,3	2,1	22,4	2,6	1,6
Nová- zmražená	22, 23	31,6	5,5	2,3	26,9	1,5	1,2
Nová- zmražená	13m, 15m, 16m, 17m, 18m, 19m, 20m, 21m, 22, 23	34,4	6,8	2,6	22,4	7,8	2,8

Výsledky statických zatěžovacích zkoušek

Statistické zpracování naměřených výsledků

Laboratorní a modelové zkoušky

Statická zatěžovací zkouška

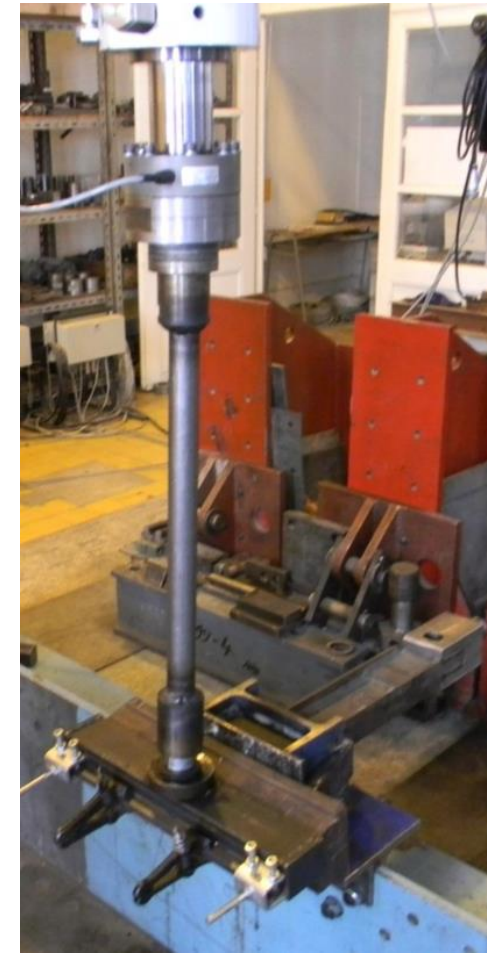
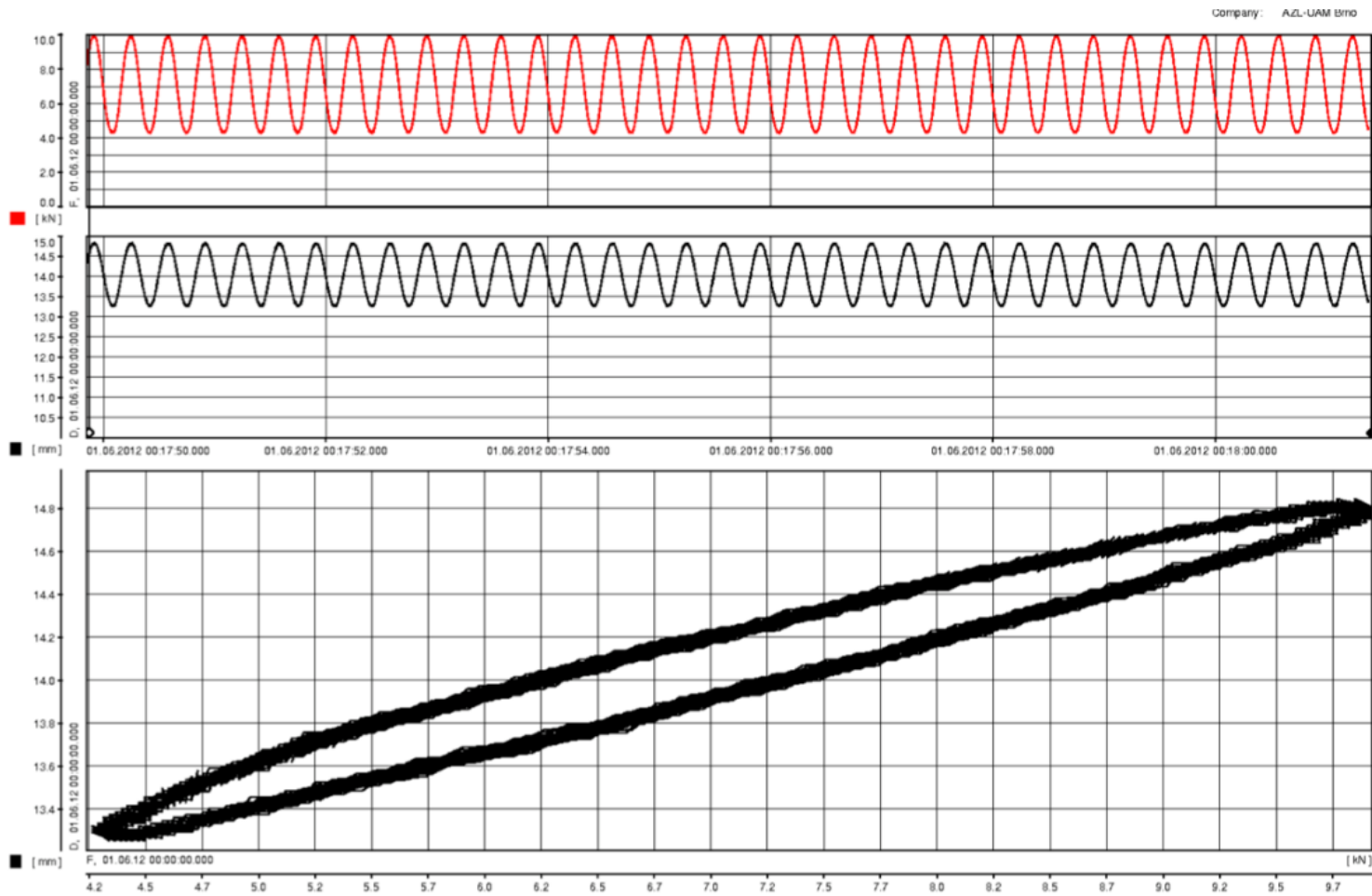
- je zjišťována maximální zatěžovací síla při překročení únosnosti pražcové kotvy;
- pražcová kotva je namáhána silou až do své destrukce.

Dlouhodobá únavová zkouška

- sleduje schopnost pražcových kotev odolávat opakovanému zatížení;
- pražcová kotva je vystavena cyklickému namáhání silou se sinusovým průběhem v rozsahu od 4 kN do 10 kN, počet zatěžovacích cyklů je 2 miliony;
- uspořádání zkoušky je shodné s upořádáním statické zatěžovací zkoušky;
- v rámci zkoušky se provádí vizuální kontrola drážebnosti šroubového spoje, poškození plastu a jeho případné vymačkávání.

Modelová zkouška otěruvzdornosti

- kontroluje se schopnost materiálu plastového kotevního dílce vzdorovat cyklickému namáhání zrna kolejového lože;
- sledován je úbytek hmotnosti kotevního dílce, který je stanoven porovnáním hmotnosti před a po zkoušce;
- otěruvzdornost pražcové kotvy se zkouší na modelu spojení pražcové kotvy s pražcem ve šterkové vaně.



Průběh únavové zkoušky plastové kotvy

Laboratorní a modelové zkoušky

Statická zatěžovací zkouška

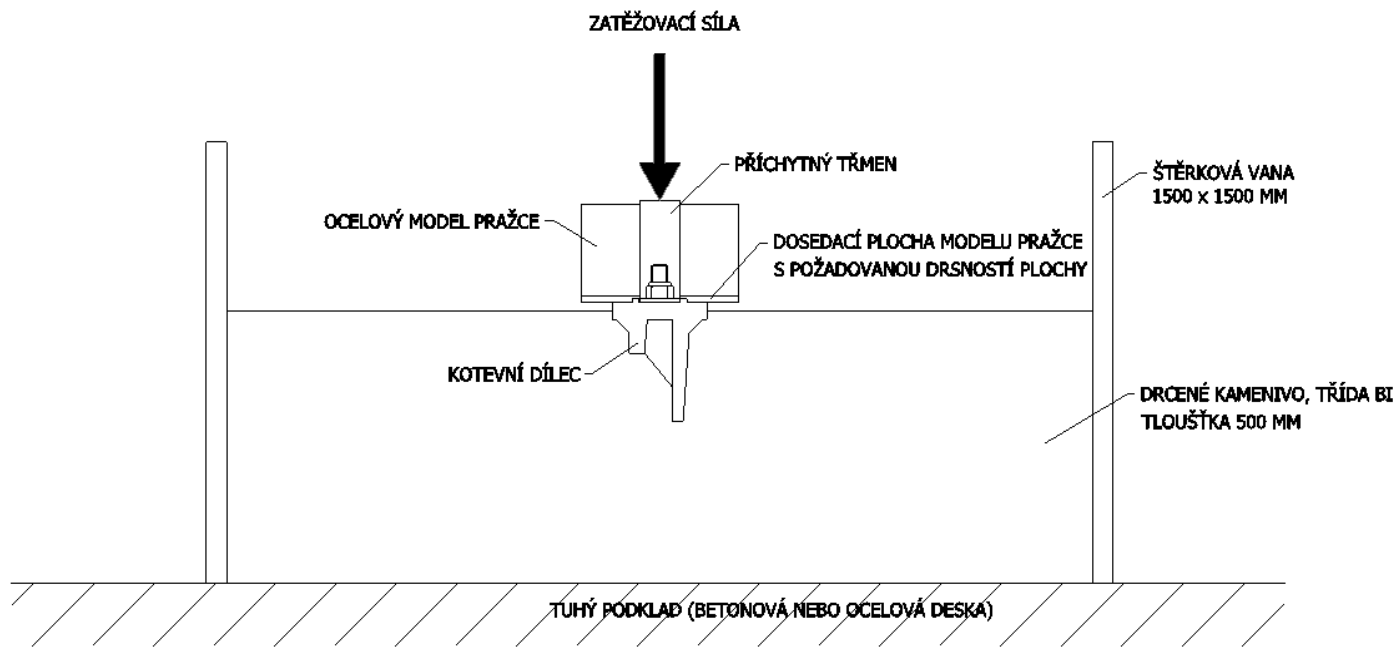
- je zjišťována maximální zatěžovací síla při překročení únosnosti pražcové kotvy;
- pražcová kotva je namáhána silou až do své destrukce.

Dlouhodobá únavová zkouška

- sleduje schopnost pražcových kotev odolávat opakovanému zatížení;
- pražcová kotva je vystavena cyklickému namáhání silou se sinusovým průběhem v rozsahu od 4 kN do 10 kN, počet zatěžovacích cyklů je 2 miliony;
- uspořádání zkoušky je shodné s upořádáním statické zatěžovací zkoušky;
- v rámci zkoušky se provádí vizuální kontrola držebnosti šroubového spoje, poškození plastu a jeho případné vymačkávání.

Modelová zkouška otěruvzdornosti

- **kontroluje se schopnost materiálu plastového kotevního dílce vzdorovat cyklickému namáhání zrnny kolejového lože, 2 milióny cyklů;**
- **sledován je úbytek hmotnosti kotevního dílce, který je stanoven porovnáním hmotnosti před a po zkoušce;**
- **otěruvzdornost pražcové kotvy se zkouší na modelu spojení pražcové kotvy s pražcem ve šterkové vaně.**



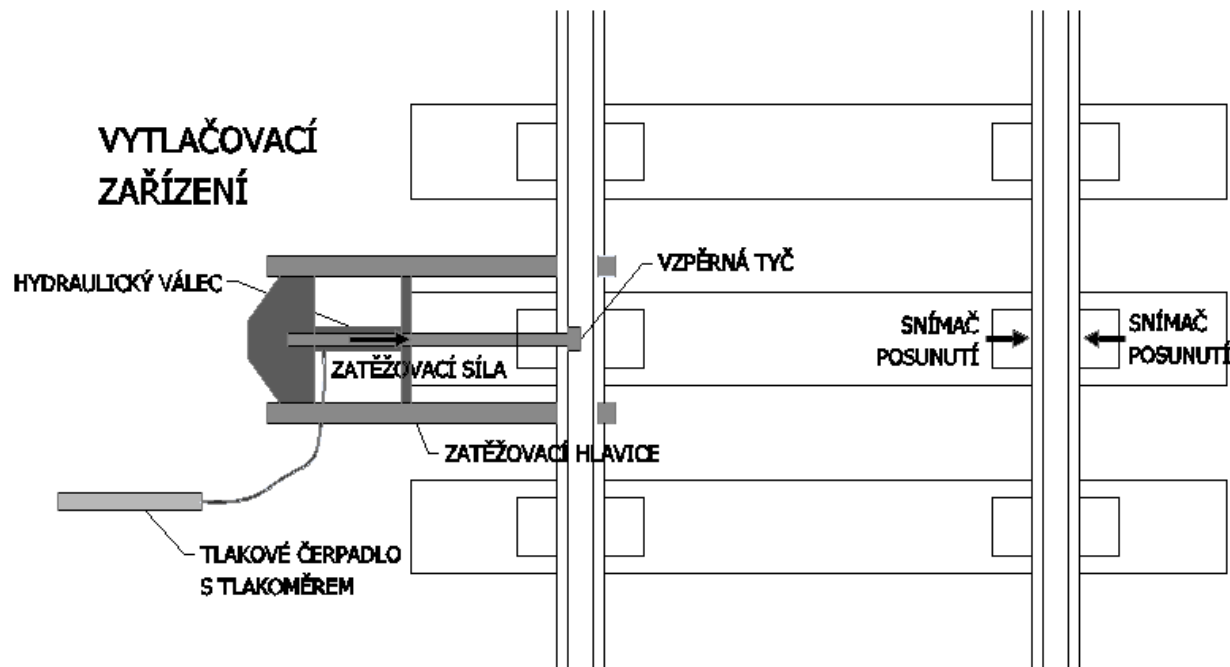
Uspořádání zkoušky otěruvzdornosti

Ověřování funkčnosti plastových kotev ve zkušebních úsecích

Dosud zřízeny dva zkušební úseky:

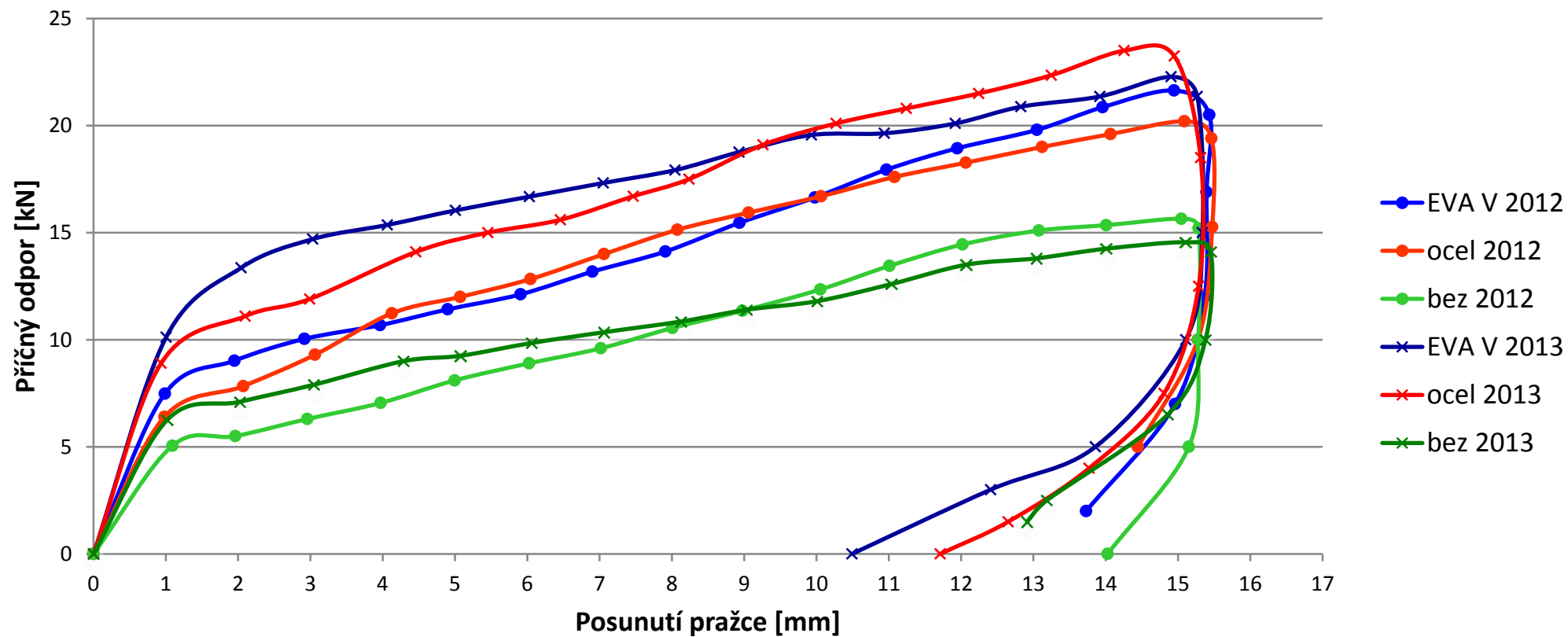
- První zkušební úsek byl zřízen v roce 2012 v úseku Polička – Borová:
 - v oblouku o poloměru 200 m;
 - polovina oblouku byla osazena ocelovými pražcovými kotvami, druhá polovina úseku byla osazena kotvami plastovými;
 - geodetickými metodami byla sledována prostorová poloha koleje. Byly měřeny směrové a výškové změny polohy koleje.
- Druhý zkušební úsek byl v roce 2015 zřízen v mezistaničním úseku Senice na Hané – Kostelec na Hané
 - v oblouku o poloměru 200 m
 - vystřídaně s kotvami ocelovými;
 - sledovány geometrické parametry koleje měřením zajišťovacích měř a pomocí měřicího vozíku KRAB Light.
- Měření příčný odpor koleje
 - s pražci bez kotev, s kotvami ocelovými a s kotvami plastovými;
- Geodetická měření i měření příčného odporu byly provedeny vícekrát v několika etapách s cílem postihnout vývoj případných změn prostorové polohy koleje a hodnot příčného odporu pražců.





Uspořádání zkoušky pro stanovení příčného odporu pražce v kolejovém loži

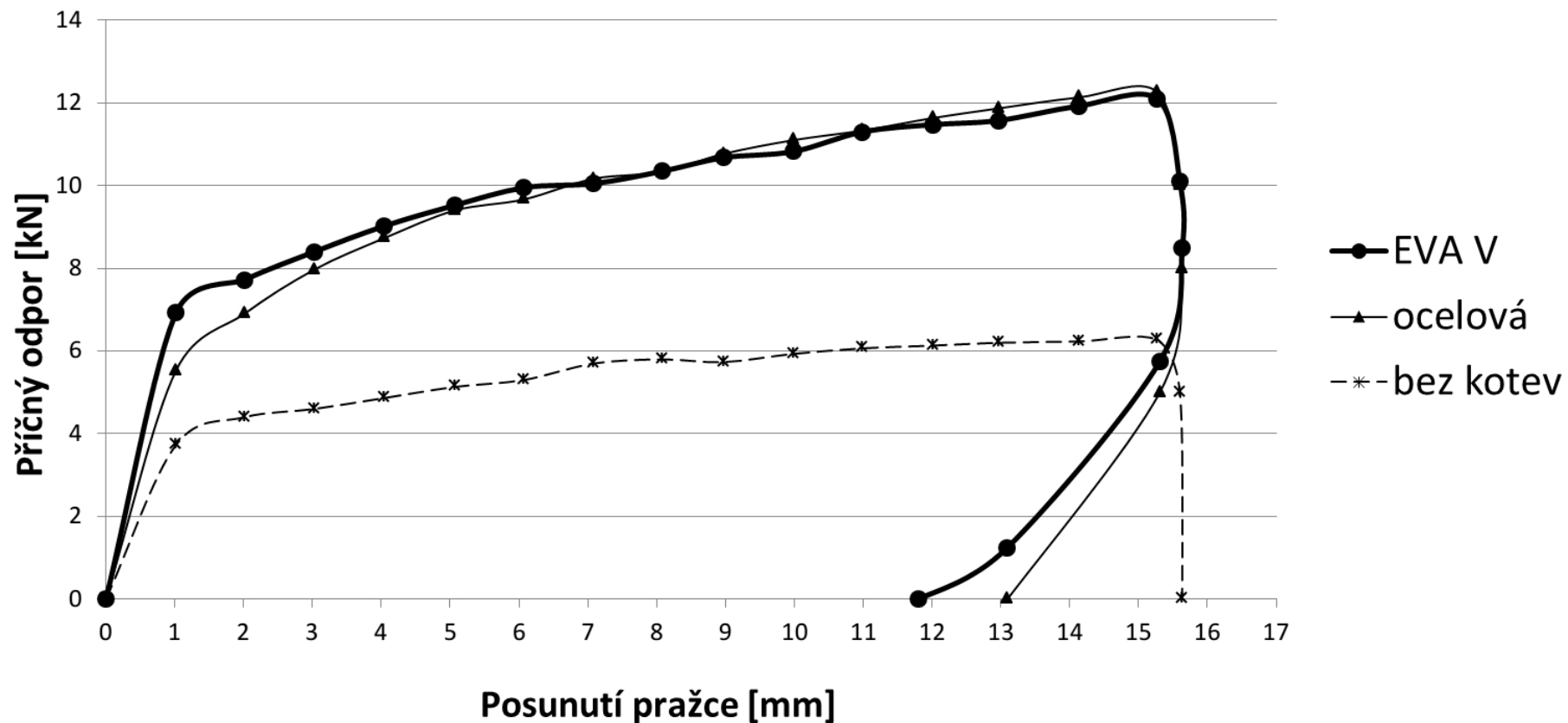
Porovnání příčných odporů na pražcích s různými pražcovými kotvami



Porovnání příčných odporů pražců

Políčka – Borová

Srovnání průměrných hodnot příčných odporů



Porovnání příčných odporů pražců

Senice na Hané – Kostelec na Hané

Závěr

Pečlivé ověřování vlastností pražcových kotev z recyklovaného plastu se jeví s ohledem na jejich funkci pro spolehlivost a bezpečnost bezстыkové koleje jako nezbytné.

Je zřejmé, že si tento proces od roku 2004 vyžádal značné úsilí všech zapojených subjektů:

- SŽDC jako uživatele;
- výrobce a dodavatele představovaného společností Chládek a Tintěra, Pardubice a.s.,
- zhotovitelů zkoušek laboratorních a in situ – Fakulty stavební VUT v Brně a Ústavu aplikované mechaniky Brno s.r.o.

Veškeré úsilí vedlo k významnému vylepšení tvaru kotvy a procesu její výroby a tím i jejích užitných vlastností.

Kotvy byly vloženy do zkušebních úseků, kde bude i nadále sledován jejich vliv na chování koleje v běžném provozu a odolnost kotev samých.

Děkujeme za pozornost

Poděkování

Publikované výsledky byly dosaženy v rámci smluvního výzkumu podporovaného společnostmi Chládek a Tintěra Pardubice, a.s