



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

**HODNOCENÍ ZKUŠEBNÍHO ÚSEKU
S PODPRAŽCOVÝMI PODLOŽKAMI**

EVALUATION OF THE TRIAL SECTION FOR UNDER SLEEPER PADS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Klára Hamšlágerová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. OTTO PLÁŠEK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav železničních konstrukcí a staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Klára Hamšlágerová
Název	Hodnocení zkušebního úseku s podpražcovými podložkami
Vedoucí práce	doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017


doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Předpisy SŽDC S3 Železničního svršku a S4 Železniční spodek
ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její
prostorová poloha – Část 1: Projektování

ČSN 73 6360-2 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její
prostorová poloha – Část 1: Stavba a přejímka, provoz a údržba

Data z měření nivelace

Data z měření tlaků v podloží

PLÁŠEK, O., ZVĚŘINA, P., SVOBODA, R., MOCKOVČIAK, M.: Železniční stavby. Železniční
spodek a svršek. 1. vyd., Brno: CERM, 2004. 291 str. ISBN 80-214-2621-7

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Podpražcové podložky podléhají provoznímu ověřování v železniční síti SŽDC. Zkušební úsek
v žst. Ústí nad Orlicí je v pořadí již třetí zkušební úsek s těmito prvky. Zkušební úsek byl
veden do provozu v druhé polovině roku 2014. Od počátku je průběžně kontrolován
a vyhodnocován stav jízdní dráhy.

Cílem bakalářské práce je provést vyhodnocení měření výškové polohy koleje a měření
tlaků v podloží za rok 2016 a 2017. Výšková poloha koleje je sledována přesnou nivelací.
Pro měření tlaků v podloží jsou v konstrukci pražcového podloží na vybraných místech
umístěny tlakové snímače.

Vyhodnocená měření budou porovnána s měřeními z předchozích let.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání,
zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana
"Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na
FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání,
zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana
"Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na
FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části
VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Podpražcové podložky jsou pružné podložky umístěné na ložné ploše železničního pražce. Jejich hlavním přínosem je zmenšení namáhání pražcového podloží, zvýšení stability geometrických parametrů koleje, výsledné prodloužení životnosti koleje a snížení nákladů na údržbu. V České republice byly zřízeny tři zkušební úseky, ve kterých jsou podpražcové podložky použity. Je v nich provozně ověřován jejich vliv. Bakalářská práce je zaměřena na zpracování a vyhodnocení vlivu podpražcových podložek ve zkušebním úseku v žst. Ústí nad Orlicí. V rámci zpracování bakalářské práce bylo provedeno několik měření výškové polohy koleje ve zkušebním úseku v letech 2016 a 2017, která byla zpracována a porovnána s měřeními z roku 2015. Do vyhodnocení vlivu podpražcových podložek je zahrnuto i zpracování a vyhodnocení signálů z talířových snímačů, které slouží k měření tlaku v podloží od projíždějících souprav.

Klíčová slova

Podpražcová podložka, geometrické parametry koleje, výšková poloha koleje, zborcení koleje, kolejnice, pražec, kolejové lože, výhybky a výhybkové konstrukce, napětí v pražcovém podloží

Abstract

Under sleeper pads (USP) are elastic pads on underneath surface of the sleeper. Their main advantage is reducing of stress in track bed, slowing down a deterioration of track quality, life extension of railway track and reducing life cycle cost. There are three trial track sections in the Czech Republic in which are USP used. The influence of the USP is continuously monitored. The bachelor thesis is focused on the Ústí nad Orlicí trial track section. This thesis describes measurements of the track level by the precise levelling method and measurements of the stress in track bed carried out in the 2016 and 2017 and their evaluation and comparison with previous measurements in the 2015.

Keywords

Under sleeper pad, track quality, track level, track twist, sleeper, ballast bed, switches and crossings, stress in track bed

Bibliografická citace VŠKP

HAMŠLÁGEROVÁ Klára. *Hodnocení zkušebního úseku s podpražcovými podložkami*. Brno, 2018. 56 s., 41 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 21. 5. 2018

Klára Hamšlágrová

autorka práce

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Prohlášení

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 21. 5. 2018

Klára Hamšlágerová

autorka práce

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Otto Pláškoví, Ph.D. a paní Ing. Miroslavě Hruzíkové, Ph.D. za cenné rady, ochotu, vstřícnost a odborný dohled, díky kterým jsem mohla tuto práci vypracovat a zkompletovat.

Dále bych chtěla poděkovat především mé rodině a blízkým, za jejich oporu, trpělivost a shovívavost po celou dobu mého studia, bez kterých bych to jistě nedokázala.

Obsah

1	Úvod	11
2	Význam popdpražcových podložek.....	12
2.1	<i>Popis USP.....</i>	12
2.2	<i>Oblast použití USP</i>	13
3	Zkušební úseky	15
3.1	<i>Žst. Planá nad Lužnicí</i>	16
3.2	<i>Havlíčkův Brod - Okrouhlice.....</i>	17
3.3	<i>Ústí nad Orlicí.....</i>	19
4	Cíle práce.....	19
5	Železniční stanice Ústí nad Orlicí.....	20
5.1	<i>Historie žst. Ústí nad Orlicí.....</i>	20
5.2	<i>Modernizace [8]</i>	20
5.3	<i>Popis zkušebního úseku</i>	21
5.4	<i>Sledování zkušebního úseku.....</i>	26
6	Přesná nivelace.....	26
6.1	<i>Sledování výškové polohy</i>	26
6.1.1	<i>Změny výškové polohy oproti výchozímu měření.....</i>	28
6.1.2	<i>Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření.....</i>	33
6.1.3	<i>Celkové sedání – za použití lineární regrese.....</i>	35
6.1.4	<i>Sedání při projeté zátěži.....</i>	38
6.2	<i>Zborcení koleje</i>	40
7	Měření nápravových tlaků v pražcovém podloží.....	42
8	Závěr	49

1 Úvod

Železniční doprava, jak ji známe dnes, má bohatou historii, která sahá až na počátek 19. století. Pro udržení konkurenceschopnosti s ostatními přepravními možnostmi u osobní i nákladní dopravy je třeba tento systém zdokonalovat a vylepšovat. V současné době je stále aktuální téma nárůstu rychlosti a zvyšování zatížení na jednotlivé nápravy, a to s požadavkem minimálního ovlivnění komfortu cestujících. Proto je nutné stále vyvíjet nové způsoby, jak efektivně a ekonomicky docílit menšího namáhání jednotlivých prvků konstrukce železničního tělesa, prodloužit tak jeho životnost a dobu pro údržbový zásah do konstrukce kolejové jízdní dráhy. Zvyšující se rychlostí a zatížením narůstají i dynamické účinky. Jejich vlivem se opotřebovává železniční svršek a dochází ke změnám v pražcovém podloží. Pro zmírnění dynamických účinků můžeme zpružnit kolejovou jízdní dráhu použitím pružných prvků v konstrukci koleje. Vedle podložek pod patu kolejnice a podšterkových rohoží máme možnost přidat do konstrukce podpražcovou podložku, která i přes vyšší počáteční náklady dokáže zpomalit rozpad geometrických parametrů koleje a prodloužit tak životnost železničního svršku.



Obr. č. 1 – Místa možného zpružnění konstrukce železničního svršku [1]

2 Význam popdpražcových podložek

2.1 Popis USP

Podpražcové podložky (zkráceně USP, z anglického „Under Sleeper Pads“) jsou pružné podložky, umístěné na ložné ploše železničního pražce (Obr. č. 2).

USP obvykle tvoří dvě až tři vrstvy (Obr. č. 3):

- Pružná vrstva – zajišťuje elasticitu podložky
- Pojící vrstva – slouží ke spojení pražce s podložkou
- Ochranná vrstva – u měkčích podložek, zabraňuje poškození USP



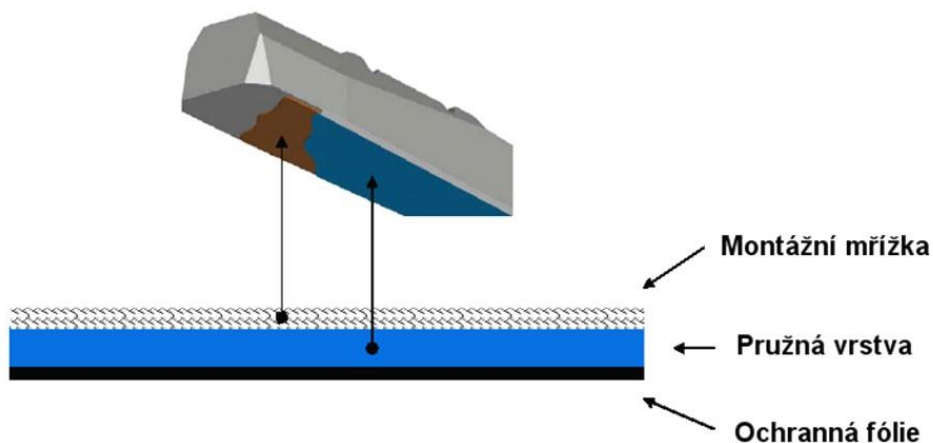
Obr. č. 2 – Ložná plocha železničního pražce opatřená podpražcovou podložkou [15]

Pro výrobu USP se využívá několik materiálů, nejčastěji:

- Polyuretan
- Etyl vinyl acetát (EVA)
- Pryž

Upevnění USP na pražec probíhá při výrobě pražce, kdy je USP prostřednictvím montážní mřížky nebo spojovací vrstvy zavibrována do čerstvého betonu. Pražec můžeme podložkou opatřit i nanesením materiálu USP na již hotový pražec – nástřikem nebo nátěrem. Pražec musí být s USP neoddělitelně spojen. Životnost podpražcové

podložky by měla odpovídat životnosti betonového pražce – cca 40 let – měla by být odolná proti odtrhnutí (např. v průběhu manipulace s pražcem při stavbě nebo při podbívání pražce) a odolávat ostrohrannému kamenivu kolejového lože (měkčí podložky jsou navrhovány s ochrannou vrstvou). Podložka je o 5–10 mm menší než ložná plocha pražce. [1]



Obr. č. 3 – Vrstvy podpražcové podložky [16]

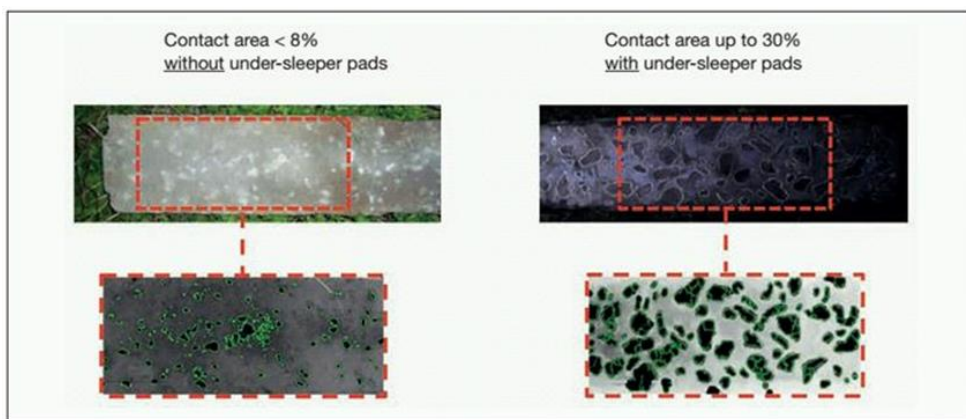
2.2 Oblast použití USP

USP mají také za úkol zvětšit dotykovou plochu mezi pražcem a kamenivem kolejového lože (Obr. č. 4). Dotyková plocha mezi pražcem s podpražcovou podložkou je zvětšena na 30 – 35 %. Pro srovnání – pražec bez podpražcové podložky má dotykovou plochu s kamenivem pouze 5–8 %. [2]

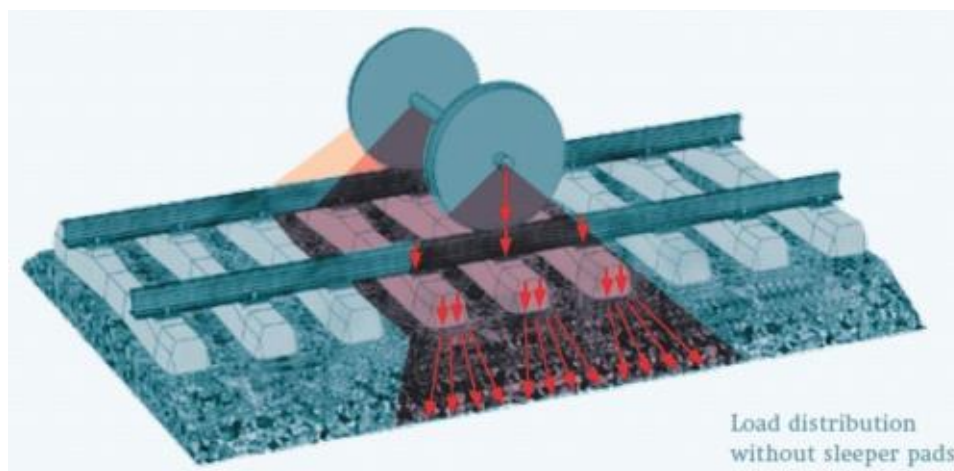
Kromě zvětšení dotykové plochy na styku pražce s kolejovým ložem, USP cíleně snižují svislou tuhost konstrukce a pomáhají roznášet zatížení od náprav na delším úseku koleje (Obr. č. 5 a Obr. č. 6).

V konstrukci, kde jsou použity podpražcové podložky, může při volbě vhodných vlastností docházet k redukci hluku a vibrací oproti konstrukci bez podpražcových podložek, díky pomalejšímu rozpadu GPK a také v důsledku pomalejšího rozvoje skluzových vln a vlnkovitosti. [1]

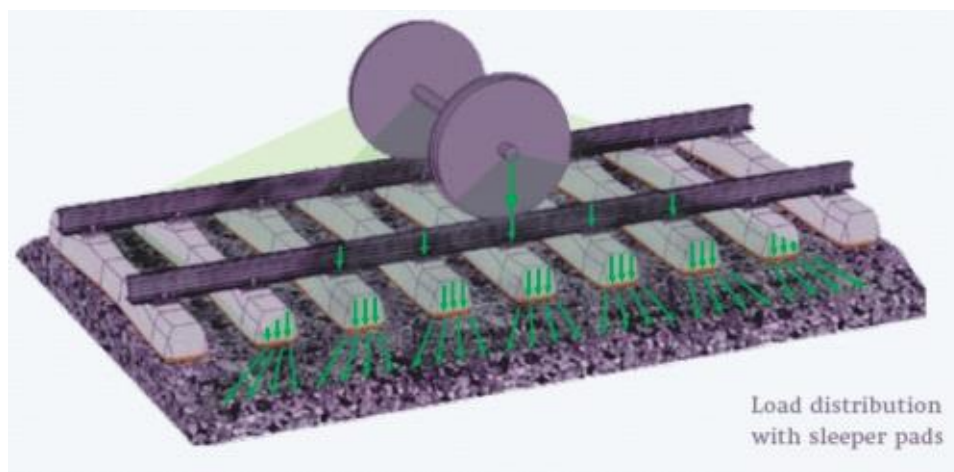
Nespornou výhodou USP je snížení namáhání kameniva kolejového lože, které jakožto nejslabší prvek železničního svršku pomaleji degraduje. Tlak na štěrk kolejového lože je díky podpražcovým podložkám redukován o 10–25 %. [2]



Obr. č. 4 – Kontaktní plocha pražce bez USP a s USP [2]



Obr. č. 5 – Roznos zatížení od kola bez použití USP [4]



Obr. č. 6 – Roznos zatížení od kola při použití USP [4]

Široké uplatnění se pro USP otevírá u výhybek a výhybkových konstrukcí, ve kterých se zvyšující se rychlostí začaly objevovat problémy s dlouhými výhybkovými pražci. U dlouhých pražců dochází k nežádoucímu sedání vlivem přetvoření šterkové lavičky pod pražcem. Mění se způsob podepření pražce – místo podepření se přesouvá ke středu

pražce. Pokud pražec jednostranně zatěžujeme ve více pojížděné větvi výhybky, pak sedání kopíruje tvarovou změnu šterkové lavičky pod pražcem. Pražec se může natočit až o několik milimetrů. [3]

Dalším faktorem ovlivňujícím sedání je náhlá změna svislé tuhosti kolejové jízdni dráhy u mostů, železničních přejezdů a u výhybkových konstrukcí. Konkrétně na přechodu mezi dlouhými a krátkými výhybkovými pražci, nebo v oblasti srdcovky, kde vznikají při přechodu z křídlové kolejnice na hrot srdcovky dynamické rázy, těmito rázy dochází k namáhání ostrohranného kameniva a jeho následnému obrušování. Podložkami se tato tuhost cíleně upravuje – v již zmíněné oblasti srdcovky, u krátkých pražců za koncem výhybky, u přechodu dlouhých pražců na krátké pražce i u žlabových pražců. [3]

3 Zkušební úseky

V zahraničí se USP používají více než deset let na tratích do 300 km/h (Německo, Rakousko, Francie, Švýcarsko, Maďarsko) v rámci několika projektů. Díky měřením bylo prokázáno delší životnost železničního svršku, ale za vynaložení vyšších počátečních nákladů.



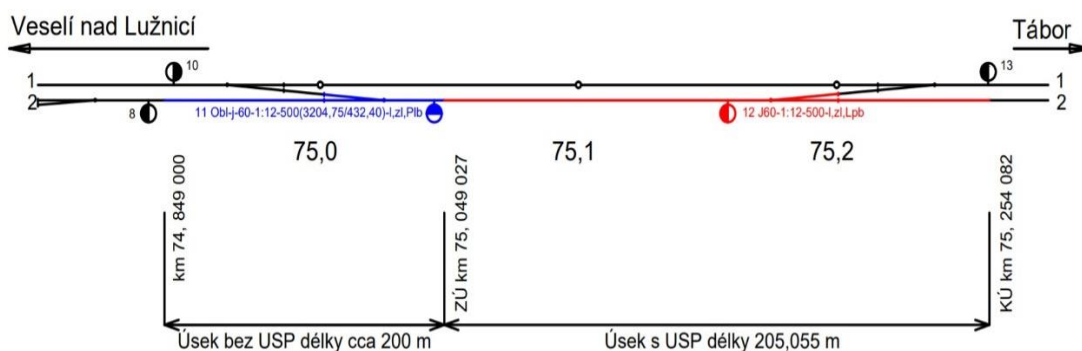
Obr. č. 7 – Zkušební úseky v České republice [10]

Pozitivní výsledky ze zahraničí podpořily vybudování zkušebních úseků i v České republice, kde byly doposud zřízeny tři zkušební úseky s USP (Obr. č. 7) – žst. Planá nad Lužnicí, Havlíčkův Brod – Okrouhlice a Ústí nad Orlicí. Tyto tři zkušební úseky jsou sledovány a je v nich provozně ověřován vliv USP na kvalitu GPK, průběh sedání koleje a vliv dynamických účinků projíždějících vozidel.

3.1 Žst. Planá nad Lužnicí

Žst. Planá nad Lužnicí je součástí IV. železničního koridoru a nachází se na trati Veselí nad Lužnicí – Tábor.

Zkušební úsek byl uveden do provozu v roce 2007 a je na něm od roku 2008 zkoumán vliv USP na kvalitu GPK ve výhybce. USP jsou použity ve výhybce č. 12 – J60-1:12-500-I. Výhybka č. 11 – Obl-o-1:12-500(3204,75/432,40)-I je bez USP a slouží k porovnání výsledků obou výhybkových konstrukcí.



Obr. č. 8 – Schéma výhybek ve zkušebním úseku žst. Planá nad Lužnicí

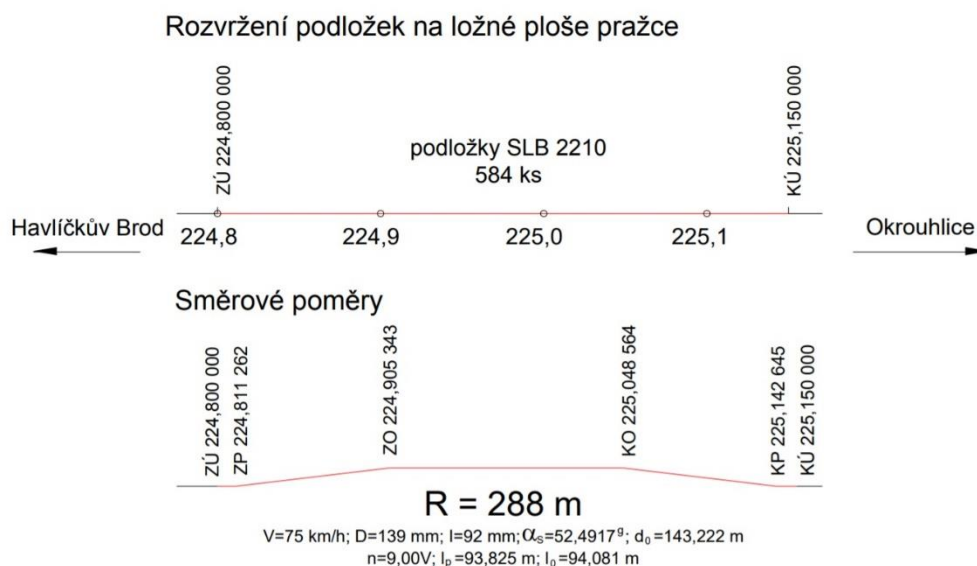
USP jsou ve výhybce č. 12 instalovány po celé délce, tzn. na každém pražci. Rozložení tuhostí USP bylo stanoveno optimalizací pomocí výpočtového modelu metodou konečných prvků. Ve výhybce a přilehlých úsecích koleje byly navrženy čtyři tuhosti podložek v rozsahu modulu ložnosti C_{stat} od 0,100 do 0,300 N.mm⁻³. Měkčí podložky byly použity pod srdcovkou, podložky vyšší tuhosti v oblasti žlabových pražců, krátkých pražců za koncem výhybky a v přechodových úsecích, kde pražce s USP končí. Přechodové úseky jsou navrženy pro pozvolnější změnu tuhosti mezi pražci s USP a pražci bez podpražcových podložek. Celková délka koleje s pražci s USP je 205 m (červená barva na Obr. č. 8), délka úseku ve výhybce č. 11, která slouží k porovnání konstrukce bez USP, je téměř 200 m (modrá barva na Obr. č. 8). [5]

Metodou přesné nivelace, pro zjištění výškové polohy koleje, je výška obou temen kolejnicových pásů měřena v 93 příčných řezech – ve výhybce jsou tyto řezy vzdáleny 3 m a mimo výhybku je vzdálenost řezů 6 m. Dále byly měřeny výšky konzolových zajišťovacích značek na sloupech trakčního vedení. Počáteční bod pro přesnou nivelaci je umístěn na jedné zajišťovací značce. [6]

Dále se ve zkušebním úseku v Plané nad Lužnicí realizují jízdy měřicího vozu (měření GPK a dalších parametrů koleje), měření svislých zatlačení pražců v běžné koleji a podél srdcovky výhybky, měření vibrací v běžné koleji a v srdcovce výhybky a měření svislých zatlačení dvou vybraných pražců po jejich délce v srdcovkové části výhybky č. 11 bez USP a výhybky č. 12 s USP.

3.2 Havlíčkův Brod - Okrouhlice

Zkušební úsek je od svého uvedení do provozu v roce 2008 průběžně sledován. Na tomto zkušebním úseku jsou podpražcové podložky použity v oblouku malého poloměru ($R=288$ m; $V = 75$ km/h; $D = 139$ mm; $I = 92$ mm) v mezistaničním úseku Havlíčkův Brod – Okrouhlice s cílem zpomalit rozvoj skluzových vln a snížit hluk a vibrace přenášející se do okolí trati.



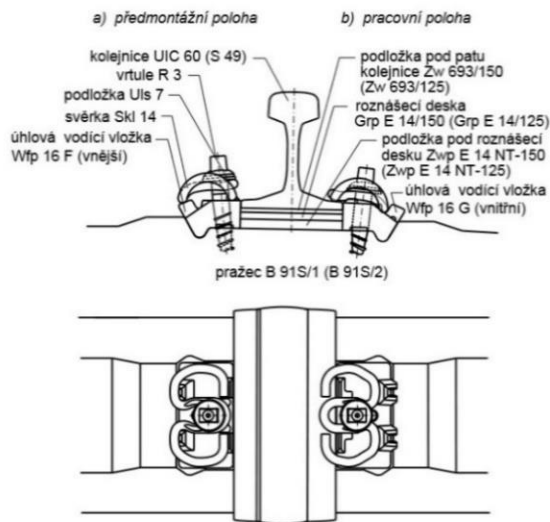
Obr. č. 9 – Schéma ZÚ Havlíčkův Brod – Okrouhlice [5]

Pražce s USP (Obr. č. 9) se nacházejí v koleji č. 1 na úseku dlouhém 350 m (staničení 224,800 km až 225,150 km). V sousední koleji a v navazujících úsecích je použito zpružněné bezpodkladnicové upevnění E14. Vzhledem k podobné tuhosti upevnění E14 na pražcích bez USP a W14 na pražcích s USP nebyly navrženy mezi kolejí s USP a bez USP přechodové úseky (Obr. č. 10 a Obr. č. 11). [5]

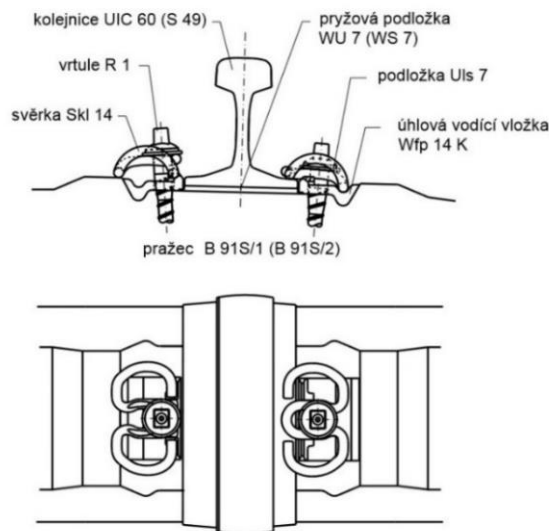
Podpražcové podložky SLB 2210 tl. 10 mm nalepené na ložnou plochu pražce mají statický modul ložnosti $C_{\text{stat}} = 0,220 - 0,250$ N/mm³.

Ve zkušebním úseku se nacházejí dvě mostní konstrukce:

- Od km 225,013 do km 25,031 mostní konstrukce s průběžným kolejovým ložem
- km 225,058 most s přesypávkou, světlost konstrukce 6 m



Obr. č. 10 – Zpružnění bezpodkladnicové upevnění E14 [7]



Obr. č. 11 – Pružné bezpodkladnicové upevnění W14 [7]

Metodou přesné nivelace, pro zjištění výškové polohy koleje, je výška obou temen kolejnicových pásů měřena v 74 příčných řezech. Podobně jako v Plané nad Lužnicí jsou pro kontrolu sledovány i výšky zajišťovacích značek umístěných na sloupech trakčního vedení. Vzdálenost příčných řezů je 6 m.

Mimo měření výškové polohy koleje metodou přesné nivelace jsou v úseku Havlíčkův Brod – Okrouhlice prováděny jízdy měřicího vozu, měření svislých zatlačení koleje a měření vibrací. [5]

3.3 Ústí nad Orlicí

Nejnovějším zkušebním úsekem s podpražcovými podložkami je úsek v žst. Ústí nad Orlicí. USP jsou zde instalovány v hlavních kolejích ve výhybce č. 7 (J60-1:14-760) v koleji č. 1 a ve výhybce č. 8 (J60-1:12-500-I) v koleji č. 2. Obě výhybky jsou situovány na českotřebovském zhlaví. Ve zkušebním úseku byly aplikovány poznatky a zkušenosti z předchozích zkušebních úseků. Práce se podrobněji věnuje zkušebnímu úseku v Ústí nad Orlicí v kapitole 5.

4 Cíle práce

Cílem bakalářské práce bylo zpracování naměřených dat z přesné nivelace a snímačů tlaků v pražcovém podloží z roku 2016 a 2017, přičemž k hodnocení byla částečně využita i již zpracovaná data z roku 2015.

Část 1: Přesnou nivelací byly získány výšky temen kolejnicových pásů ve sledovaných řezech. Z těchto výšek je poté vyhodnoceno celkové sedání sledovaného úseku, sedání při projeté zátěži a zborcení koleje. Výsledkem je porovnání tzv. „plné“ varianty ve výhybce číslo 8 s tzv. „úspornou“ variantou ve výhybce číslo 7.

Část 2: Ze snímačů tlaků byly obdrženy signály jednotlivých průjezdů vlaků. Každý signál má svá lokální maxima – tlaky od jednotlivých náprav. Maxima (nápravové tlaky) byla vybrána a použita pro statistickou analýzu.

5 Železniční stanice Ústí nad Orlicí

5.1 Historie žst. Ústí nad Orlicí

Železniční stanice Ústí nad Orlicí byla uvedena do provozu v roce 1874. Je součástí trati Kolín – Česká Třebová, která vznikla již v roce 1845. K elektrizaci trati Kolín – Česká Třebová došlo v roce 1957.

Nádražní budova byla umístěna mezi dvě skupiny kolejí a přístup k ní byl řešen úroňovým přejezdem. Před plánovanou rekonstrukcí vznikly spory o to, co s nádražní budovou. Jednou z variant byla i její demolice. Budova byla ve špatném technickém stavu a po modernizaci by pro ni již nebylo využití. Zbourání budovy zabránil její zápis do seznamu kulturních památek v roce 2010.

5.2 Modernizace [8]

Ústí nad Orlicí je dnes součástí I. a III. tranzitního železničního koridoru. Je spojnici mezi Prahou, Brnem a Ostravou.

Původní traťová rychlost 70 km/h přestala vyhovovat provozním požadavkům koridoru. V době, kdy byl zrekonstruován úsek od České Třebové, kde se zvýšila traťová rychlost na 160 km/h, se začalo uvažovat o rekonstrukci žst. Ústí nad Orlicí.



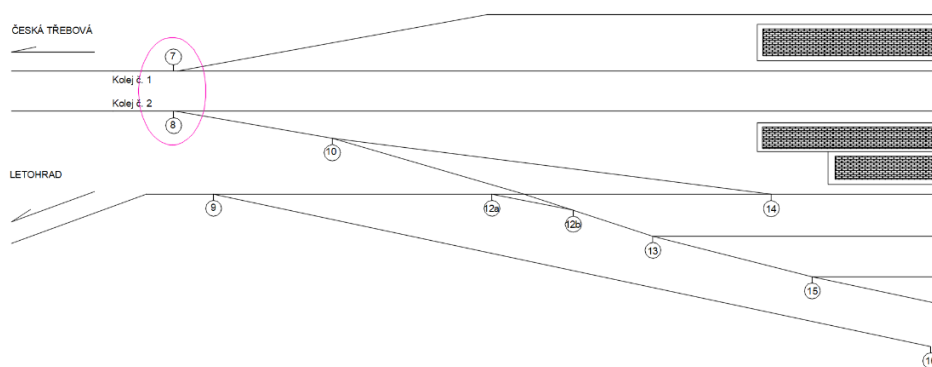
Obr. č. 12 – Pohled na českotřebovské zhlaví v žst. Ústí nad Orlicí [17]

Při modernizaci byla zásadně pozměněna původní trasa kolejí – byla provedena přeložka trati na mostní estakádu, která přemostuje řeku Třebovku, silnici II/315 a řeku Tichou Orlici. Estakáda rovněž chrání trať před případnými záplavami.

Stanice prošla razantními změnami, kdy úroňová nástupiště byla nahrazena mimoúroňovými, přístupnými z podchodů. Byl zde kladen důraz na přístupnost pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace.

Rovněž došlo ke zrušení úroňového přejezdu na českotřebovském zhlaví a byl vybudován podchod pro chodce a cyklisty.

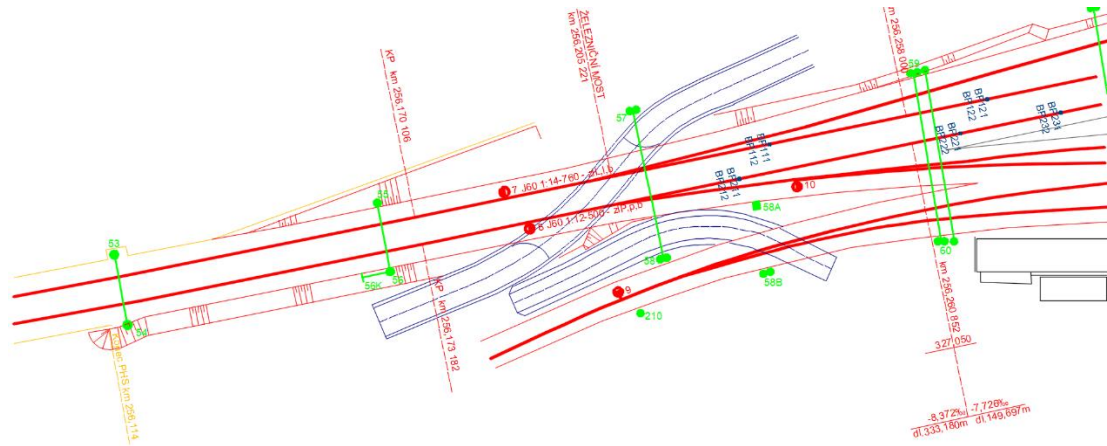
5.3 Popis zkušebního úseku



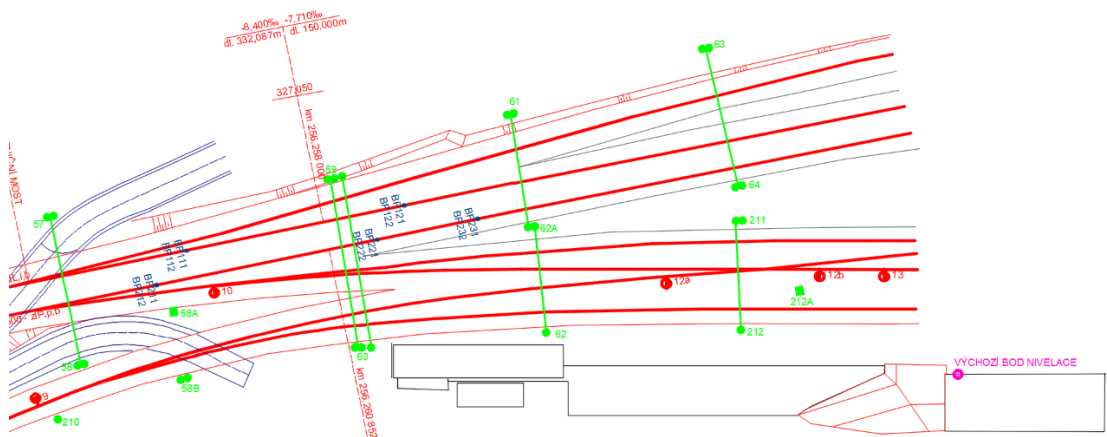
Obr. č. 13 – Dopravní schéma žst. Ústí nad Orlicí [17]

Soupravy jsou vedeny k výhybkám č. 7 – J60 1:14-760-zIL,1,b a č. 8 J60 1:12-500-I-zIP,p,b mostní estakádou přes Třebovku a Tichou Orlici. Na této estakádě je trať vedena v oblouku s krajními přechodnicemi o poloměru $R_1 = 752$ m a $R_2 = 756,75$ m (KO₁ – km 256, 028 106; KP₁ – km 256, 170 106; KO₂ – km 256, 030 735; KP₂ – km 256,173 182). Na jejím konci již začíná oblast sledování výškové polohy koleje (km 256, 126 330 v koleji č. 1 a km 256, 085 576 v koleji č 2). Za koncem přechodnice je přímý úsek o délce 115 m ve kterém jsou umístěny obě výhybky. Za mezipřímou začíná protisměrný oblouk s krajními přechodnicemi ($R_1 = 1254,75$ m a $R_2 = 1250$ m; ZP₁ – km 256, 285 386; ZO₁ – km 256, 370 386; ZP₂ – km 256, 288 319; ZO₂ – km 256,373 158), který vede koleje č. 1 a 2 podél nástupištní hrany. Konec sledování výškové polohy – kolej č. 1 km 256, 327 330; kolej č. 2 km 256, 337 576. Celý úsek klesá ve směru staničení. Kolej č. 1 – klesání -8,400 ‰ (km 255, 925 913 – km 256, 258 000); za lomem sklonu -7,710 ‰ (km 256, 258 000 – km 256, 408 000). Kolej č. 2 – klesání

-8,372 ‰ (km 255, 927 672 – km 256, 260 852); za lomem sklonu -7,726 ‰ (km 256, 260 852 – km 256, 410 550). [9]



Obr. č. 14 – Situace sledovaného úseku v okolí výhybek č. 7 a 8 – část 1



Obr. č. 15 – Situace sledovaného úseku v okolí výhybek č. 7 a 8 – část 2

Zkušební úsek je náročný z hlediska změny svislé tuhosti kolejové jízdní dráhy – začíná na mostní estakádě, pokračuje přes výhybky, pod jejichž výměnovou částí se nachází podjezd pro cyklisty a pěší (km 256, 205 221)

V obou výhybkách jsou instalovány USP o čtyřech tuhostech, aby bylo docíleno pozvolnější změny svislé tuhosti jízdní dráhy [10]:

- Přechodová oblast – SLB 2210G – $C_{\text{stat}} = 0,220 \text{ N/mm}^3$
- Krátké pražce, přechodová oblast – SLB 1510G – $C_{\text{stat}} = 0,150 \text{ N/mm}^3$
- Základní podložka – SLS 1380G – $C_{\text{stat}} = 0,130 \text{ N/mm}^3$
- Srdcovka – SLS 1010G – $C_{\text{stat}} = 0,100 \text{ N/mm}^3$



Obr. č. 16 – Pohled na výhybky 7 (vlevo) a 8 (vpravo) v žst. Ústí nad Orlicí



Obr. č. 17 – Pohled od výhybek na mostní estakádu

Obě výhybky jsou podpražcovými podložkami osazeny rozdílně. [11, 12]

Výhybka č. 8 v koleji č. 2, tzv. „plná“ varianta – uspořádání USP je navrženo po celé délce výhybky, základní tuhost podložky je $C_{\text{stat}} = 0,130 \text{ N/mm}^3$.

Přechodová oblast je navržena před výhybkou. Její délka navržena pro rychlost 130 km/h je 2x18 m, tedy 30 prážců s USP o tuhosti $C_{\text{stat}} = 0,220 \text{ N/mm}^3$ a 30 prážců s USP o tuhosti $C_{\text{stat}} = 0,150 \text{ N/mm}^3$.

Následuje úsek s USP základní tuhosti $C_{\text{stat}} = 0,130 \text{ N/mm}^3$, který, až na 2 žlabové prážce opatřené USP o tuhosti $C_{\text{stat}} = 0,150 \text{ N/mm}^3$, pokračuje po srdcovkovou část

výhybky. Podložkami základní tuhosti je opatřeno ještě 9 pražců před začátkem výhybky, aby bylo docíleno toho, že před prvním žlabovým pražcem bude 10 pražců stejné tuhosti.

Na pražcích pod srdcovkou jsou současně použity dvě tuhosti podložek – v krajních částech pražce je podložka základní tuhosti $C_{stat} = 0,130 \text{ N/mm}^3$ a v prostřední třetině pražce je podložka nejměkčí $C_{stat} = 0,100 \text{ N/mm}^3$. Postupnou změnou délky pražců se mění i délka střední (nejměkčí) části podložky, krajní podložky základní tuhosti mají stále stejnou délku 1,250 m (Obr. č. 19). Délka úpravy (počet pražců o dvou tuhostech podložek) je volena dle štihlosti výhybky. Jsou jimi opatřeny pražce od hrotu srdcovky po křídlovou kolejnici (4 pražce). Stejný počet pražců je pak navržen i před hrotem srdcovky. Délku této úpravy u výhybky 1:12-500 tvoří 8 pražců.

Přechod dlouhých pražců na krátké pražce za koncem výhybky je řešen přechodem na vyšší tuhost podložek ($C_{stat} = 0,150 \text{ N/mm}^3$). Za křídlovou kolejnicí se nachází 12 dlouhých společných pražců – prvních 6 pražců je opatřeno podložkou základní tuhosti a dalších 6 pražců je opatřeno podložkou tuhosti $C_{stat} = 0,150 \text{ N/mm}^3$. Tuto tuhost mají i USP u krátkých pražců. Návrh USP se ve výhybce č. 8 dotýká pouze přímé větve výhybky. V odbočné větvi nebylo možné přechodovou oblast navrhnout, protože by zasahovala do výhybky č. 10, která leží za společnými pražci výhybky č. 8.

Za krátkými pražci v přímé větvi následuje přechodová oblast za koncem výhybky o stejném rozložení, jako přechodová oblast před výhybkou – 2x30 pražců tuhostí $C_{stat} = 0,150 \text{ N/mm}^3$ a $C_{stat} = 0,220 \text{ N/mm}^3$. [12]

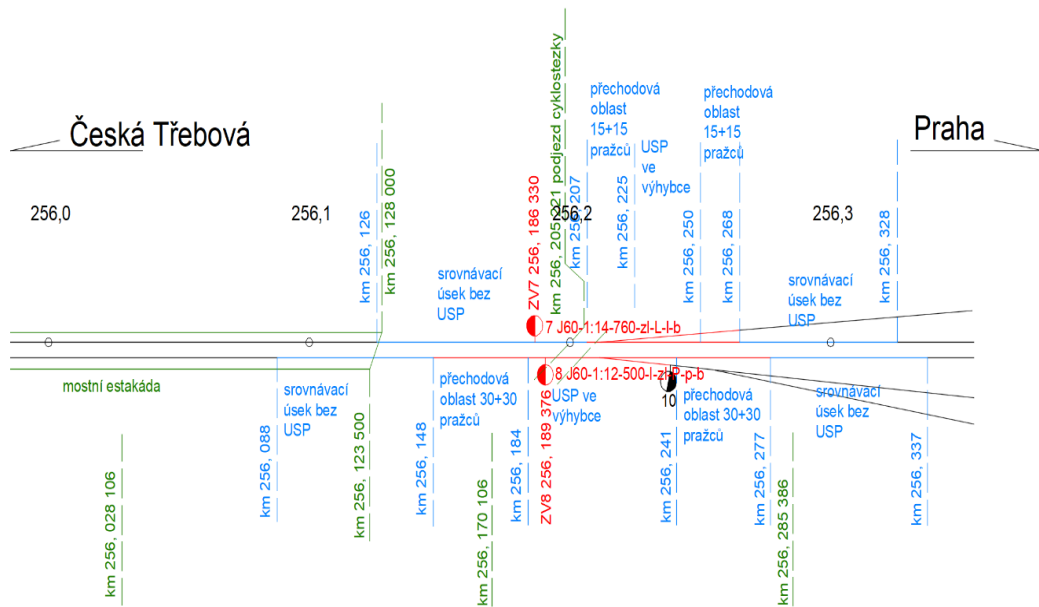
Výhybka č.7 v koleji č. 1, tzv. „úsporná“ varianta – návrh rozmístění USP je zaměřen na oblast srdcovky, základní tuhost podložky je $C_{stat} = 0,130 \text{ N/mm}^3$.

Přechodová oblast je navržena ve výhybce, konkrétněji v její střední části. Délka přechodové oblasti navržená pro rychlost 130 km/h je 2x9 m, 15 pražců s tuhostí USP $C_{stat} = 0,220 \text{ N/mm}^3$ a 15 pražců s tuhostí USP $C_{stat} = 0,150 \text{ N/mm}^3$. Oblast se základní tuhostí USP je výrazně kratší než u výhybky č. 8 – zasahuje od konce střední po začátek srdcovkové části.

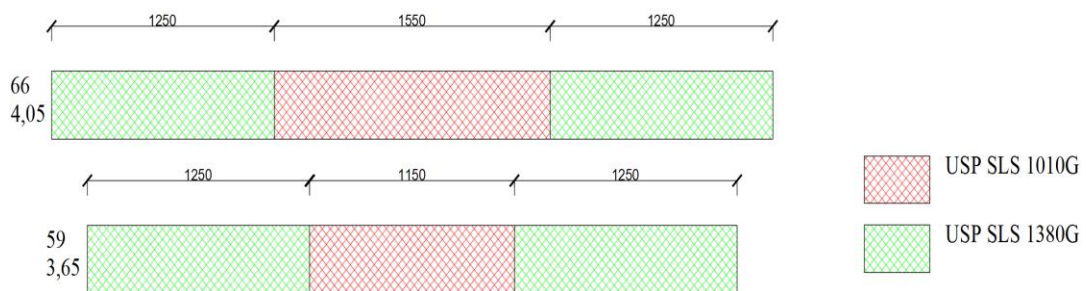
Oblast srdcovky je řešena obdobně jako u výhybky č. 8. Pražec je opatřen USP základní tuhosti a USP nejmenší tuhosti. Délka krajní podpražcové podložky základní tuhosti zůstává stejná, mění se délka střední podpražcové podložky nejmenší tuhosti. Protože je výhybka č. 7 štihlejší než výhybka č. 8 je rozsah úpravy rozšířen na 10 pražců – 5

pražců od hrotu srdcovky po křídlovou kolejnici a stejný počet pražců před hrotem srdcovky.

Přechodová oblast za koncem výhybky je řešena použitím USP vyšších tuhostí. Za křídlovou kolejnicí se nachází 16 dlouhých společných výhybkových pražců – první polovina z nich je opatřena USP základní tuhosti ($0,130 \text{ N/mm}^3$) a druhá polovina dlouhých společných pražců, včetně všech krátkých pražců, je opatřena USP vyšší tuhosti ($0,150 \text{ N/mm}^3$). Za výhybkou se nachází 9 normálních pražců s $USP C_{stat} = 0,150 \text{ N/mm}^3$ a 15 pražců s $USP C_{stat} = 0,220 \text{ N/mm}^3$. [11]



Obr. č. 18 – Schéma osazení výhybek podpražcovými podložkami



Obr. č. 19 – Schéma výhybkových pražců s USP (výhybka 1:12)

5.4 Sledování zkušebního úseku

Provozní ověření dvojice výhybek ve zkušebním úseku s USP v Ústí nad Orlicí vychází ze zkušeností z předchozích zkušebních úseků.

V Ústí nad Orlicí jsou sledovány tyto parametry:

- Geometrické parametry koleje – kontrolovány jízdami měřicího vozu pro kolej pod zatížením, měřícím vozíkem KRAB, částečně přesnou nivelací
- Sedání koleje – přesnou nivelací
- Namáhání pražcového podloží – pomocí tlakových snímačů v podloží
- Vibrace kolejového roštu pod projíždějícím vlakem – měřeno snímači zrychlení vibrací na srdcovkách výhybek

Oproti zkušebnímu úseku v Plané nad Lužnicí zde není sledován průhyb a poloha dlouhých výhybkových pražců, díky dostatečnému vysvětlení jejich chování v kolejovém loži. Naopak zde přibylo měření napětí v pražcovém podloží, které je realizováno talířovými snímači na zemní pláni a pláni tělesa železničního spodku. [5].

6 Přesná nivelace

6.1 Sledování výškové polohy

Ve zkušebním úseku Ústí nad Orlicí byla výšková poloha koleje měřena metodou přesné nivelace, uzavřeným pořadem v relativní výškové soustavě. Výšky jsou vztaženy k výchozímu bodu, který je umístěn na staré rampě nákladíště. Přesná nivelace byla realizována dosud min. 3x za rok. K měření je používán nivelační přístroj Leica Sprinter 150M, který využívá elektronické čtení na lati s čárovým kódem. Celý úsek byl nivelován vždy s maximální délkou záměry 20 m.

Ve výhybkách jsou dané řezy, ve kterých je měřena výšková poloha temen obou kolejnicových pásů. Vzdálenosti řezů jsou v úseku s podpražcovými podložkami a ve výhybkách 3 m, v úseku bez podpražcových podložek a mimo výhybky je tato vzdálenost 6 m.



Obr. č. 20 – Fotografie z přesné nivelace

V koleji č. 1 (ve výhybce č. 7) je sledováno 48 řezů, **v koleji č. 2** (ve výhybce č. 8) je sledováno 65 řezů.

Dále jsou měřeny výšky patek stožárů trakčního vedení – zaměřeno na hřebkové značce v patce stožáru. Měření je vztaženo k výchozímu bodu (Obr. č. 22), který je umístěn na nákladové rampě (Obr. č. 21), která nebyla modernizací dotčena.

Získaná data z přesné nivelace byla vyhodnocena pomocí nivelačních zápisníků.

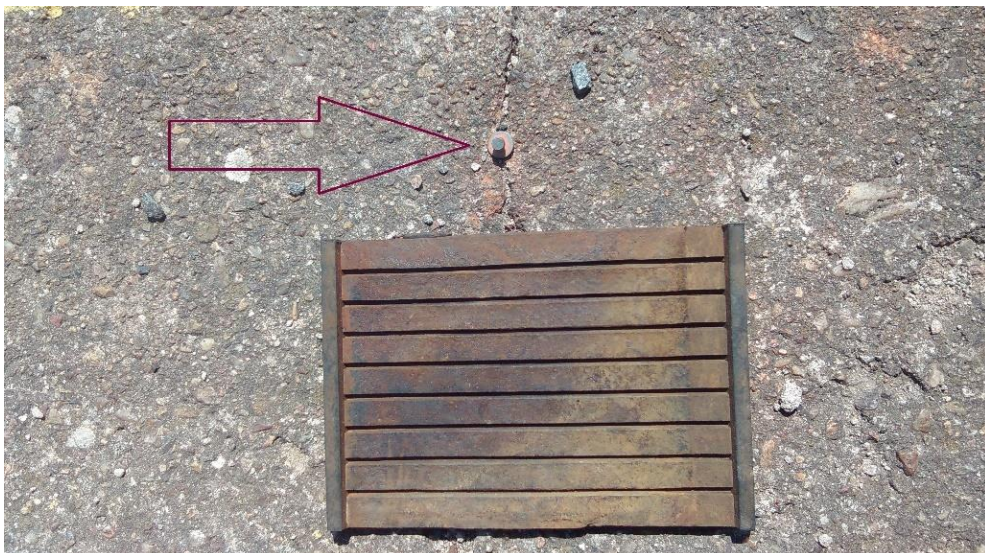
V příložené tabulce (č. 1) je uvedeno, v jakých termínech byla zjišťována výšková poloha kolejnicových pásů přesnou nivelací od roku 2015.

Nivelace					
Kolej č. 1					
2015	19. 3.	16. 4. - po podbití	19. 6.	23. 10.	
2016	18. 3.	16.8.	4.11.	-	
2017	16. 3.	24. 3. - po podbití	24. 8.	31. 10.	
Kolej č. 2					
2015	19. 3.	16. 4. - podbití	19. 6.	23. 10.	9. 11. - po podbití
2016	18. 3.	16.8.	4.11.	-	-
2017	16. 3.	24. 3. - podbití	24. 8.	31. 10.	-

Tabulka č. 1 – Termíny provádění přesné nivelace ve zkušebním úseku od roku 2015



Obr. č. 21 – Nákladová rampa se skladištěm



Obr. č. 22 – Výchozí bod

6.1.1 Změny výškové polohy oproti výchozímu měření

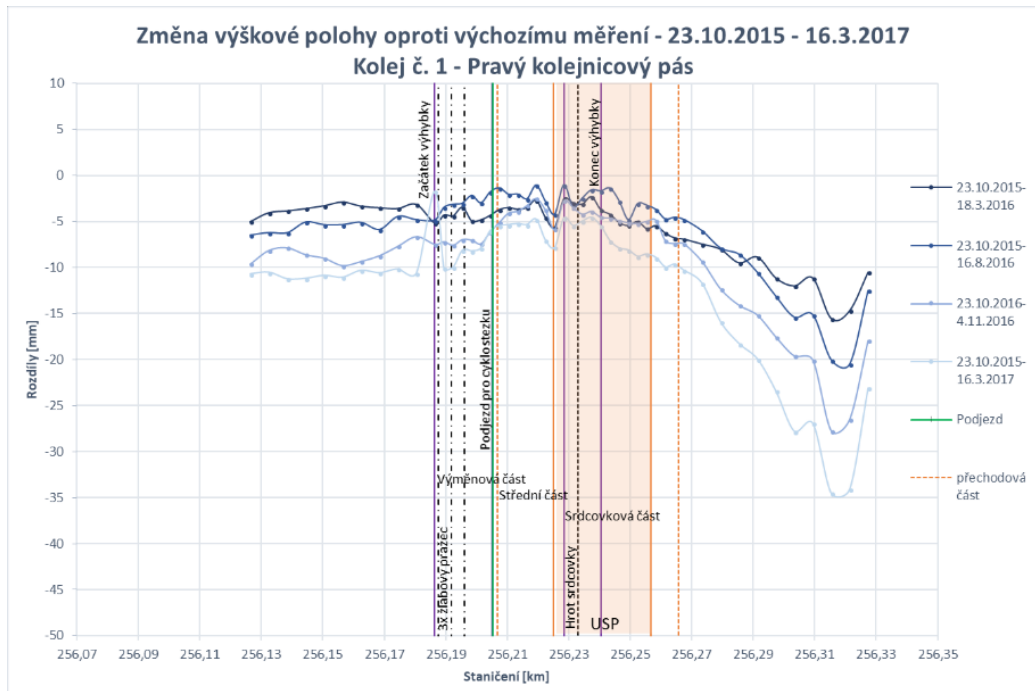
Prvním výstupem z přesné nivelace jsou hodnoty zobrazující výškové rozdíly vztažené k výchozímu měření mezi nivelacemi. Časové úseky byly voleny mezi jednotlivými podbitími. Vzhledem k podbíjení (1. 11. – 8. 11. 2015) a následné nivelaci **koleje č. 2** byl zvolen první časový úsek 9. 11. 2015 – 16. 3. 2017. **Kolej č. 1** dne 9. 11. 2015 nivelována nebyla, proto je jako výchozí měření voleno 23. 10. 2015, aby bylo možné obě koleje porovnat.

- 23. 10. 2015/9. 11. 2015 – 16. 3. 2017

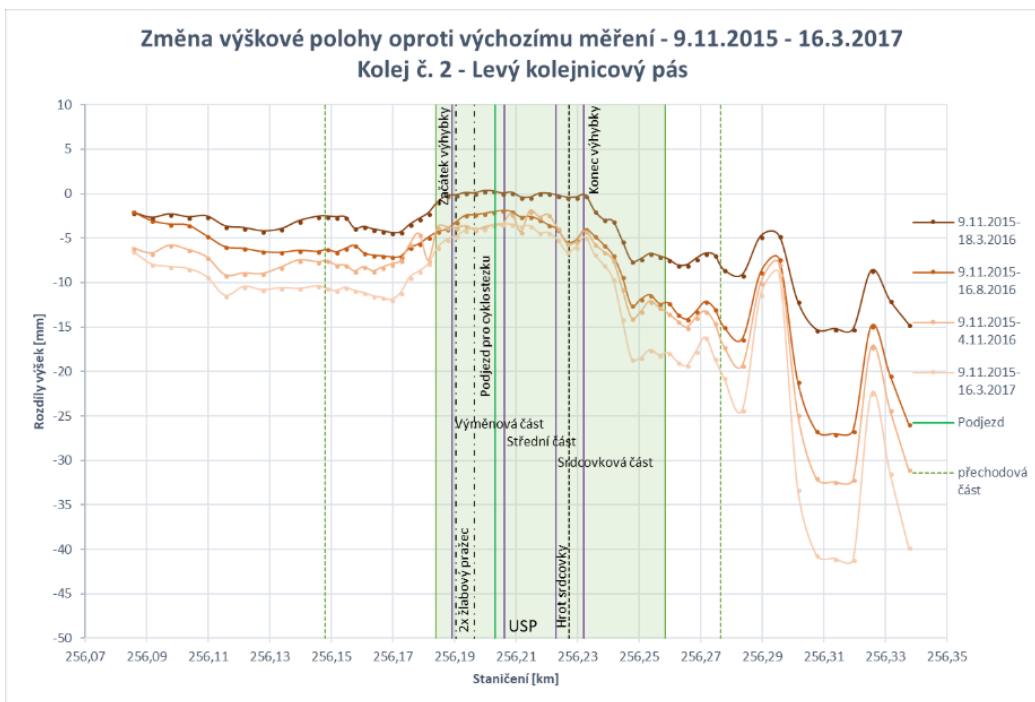
Největší rozdíly od výchozího měření vykazují poslední řezy v koleji č. 1 i v koleji č. 2 – je to oblast za koncem výhybky bez USP od staničení km 256, 300 000. V koleji č. 1 je největší rozdíl pro levý i pravý kolejnicový pás zhruba 35 mm. V koleji č. 2 je tento rozdíl výraznější. Pro levý i pravý kolejnicový pás se tento rozdíl pohybuje okolo 40 mm. Tento rozdíl v koleji č. 1 i v koleji č. 2 je možné přisoudit jen málo odolnému pražcovému podloží.

Výhybka č. 7: Má rozdíly mezi měřeními srovnatelné pro levý i pravý kolejnicový pás. V koleji před výhybkou č. 7 se maximální rozdíly pohybují od 9 mm do 12 mm. Podstatně lépe je na tom výhybka samotná, kde se maximální rozdíly nachází v rozmezí 5 – 11 mm. Výměnová část bez podpražcových podložek má rozdíly 6 – 11 mm, které jsou větší než ve střední části výhybky, ve které se nachází přechodová oblast s USP vyšších tuhostí. Rozdíly ve střední části nabývají hodnot 4 – 6 mm. Nejlépe vychází srdcovková část, pod kterou jsou USP základní tuhosti v kombinaci s nejměkčími USP. Rozdíly zde nepřekračují hodnotu 5 mm. (Obr. č. 23 a Obr. č. 25)

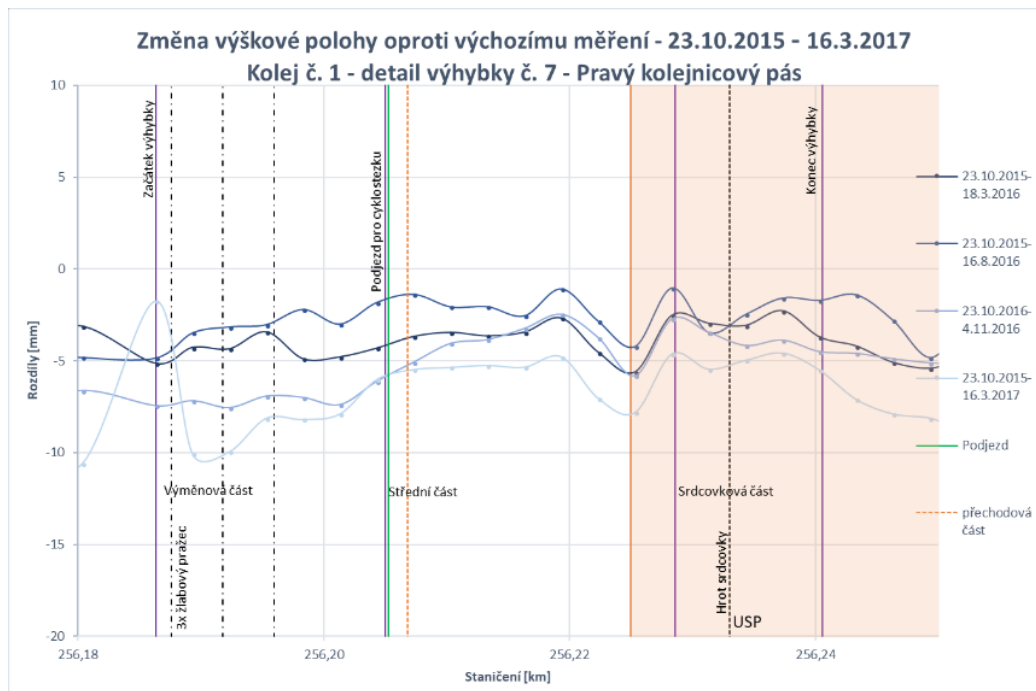
Výhybka č. 8: Na rozdíl od výhybky č. 7 je zde odlišný průběh mezi levým a pravým kolejnicovým pásem ve výhybce, daný tím, že pravý kolejnicový pás probíhá pod srdcovkou výhybky. Je tedy víc namáhaný a rozdíly jsou nevyrovnané. Oblast na mostní estakádě mimo USP před výhybkou č. 8 podobně jako výhybka č. 7 nevykazuje výraznější rozdíly. Opět je možné sledovat maximální rozdíl pohybující se od 7 mm do 11 mm. Tyto rovnoměrné rozdíly mohou být způsobené umístěním řezů na mostní estakádě, která má stabilní spodní stavbu a výškové rozdíly jsou zde způsobeny pouze degradací kameniva kolejového lože. Oblast výhybky v koleji č. 2 je vybavena USP základní tuhosti po celé její délce. Proto je možné si všimnout výrazně menších rozdílů než u výhybky č. 7. Celá výhybka – tedy výměnová, střední i srdcovková část – má maximální rozdíl do 7 mm a to v místě hrotu srdcovky. Průměrně se rozdíly v ostatních částech výhybky pohybují u hodnoty 4 mm. (Obr. č. 24 a Obr. č. 26)



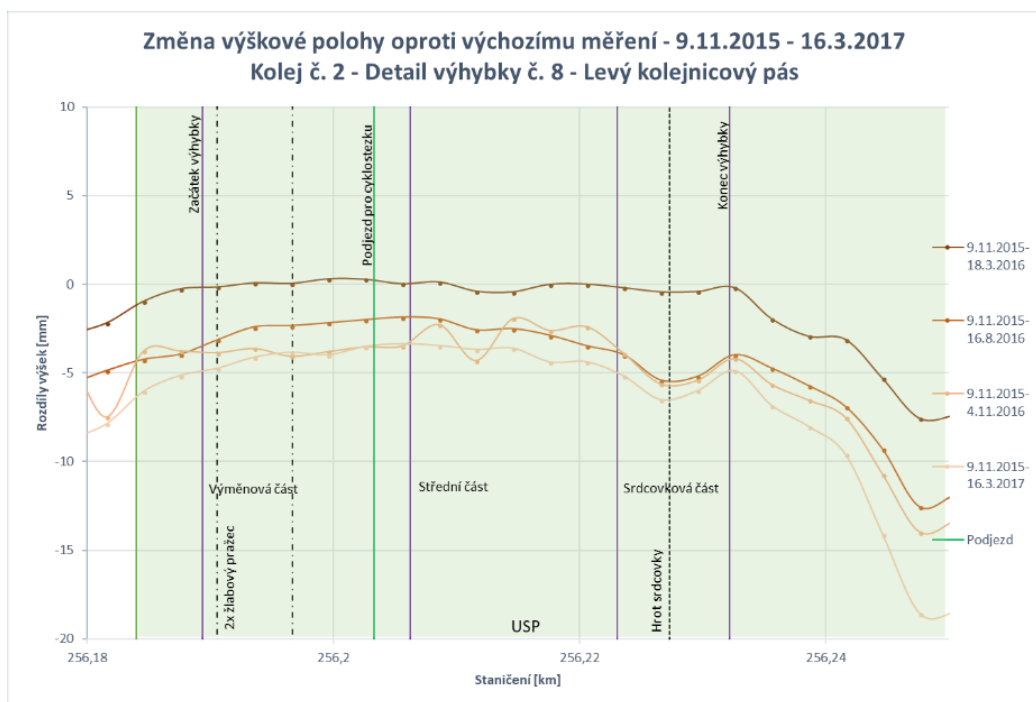
Obr. č. 23 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, výhybka č. 7, PP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017)



Obr. č. 24 - Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, výhybka č. 8, LP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017)



Obr. č. 25 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, detail výhybky č. 7, PP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017)

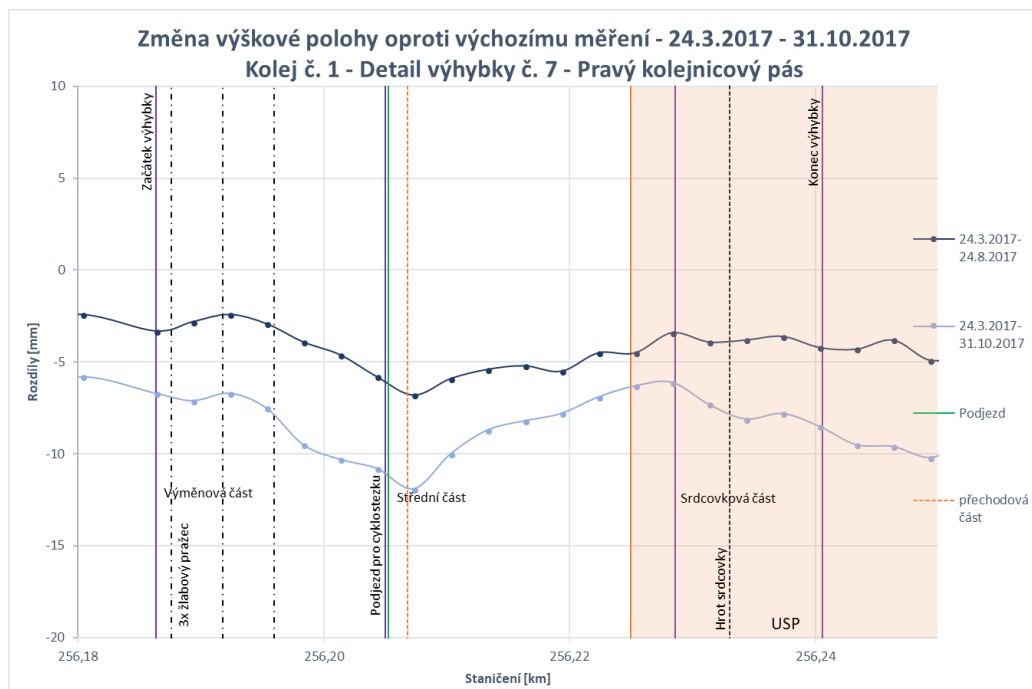


Obr. č. 26 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, detail výhybky č. 8, LP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017)

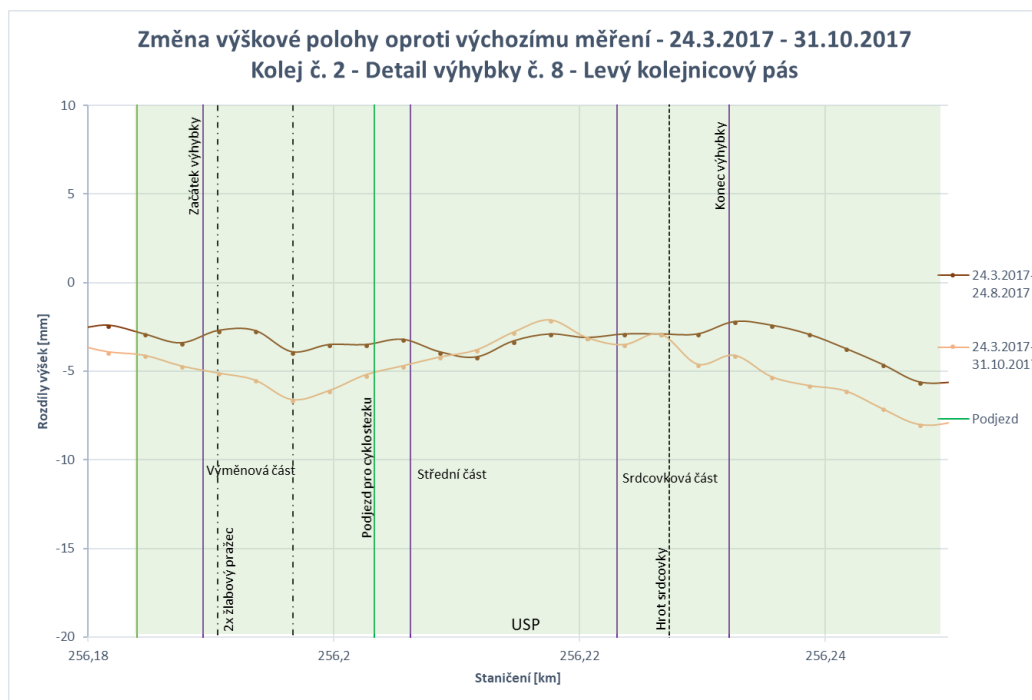
- 24. 3. 2017 – 31. 10. 2017

Při hodnocení rozdílů mezi posledními třemi měřeními přesné nivelace lze konstatovat, že oblast bez USP za výhybkou č. 7 i za výhybkou č. 8 má větší maximální rozdíly než zbytek úseku.

Detailnějším pohledem na oblast obou výhybek bylo zjištěno, že i v kratším časovém období výměnová a střední část výhybky č. 7 má maximální rozdíly průměrně okolo 10 mm, zatímco celá oblast výhybky č. 8 dosahuje maximálních rozdílů okolo 7 mm – v okolí žlabových pražců, v ostatních částech méně než 5 mm. (Obr. č. 27 a Obr. č. 28).



Obr. č. 27 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, detail výhybky č. 7, PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)

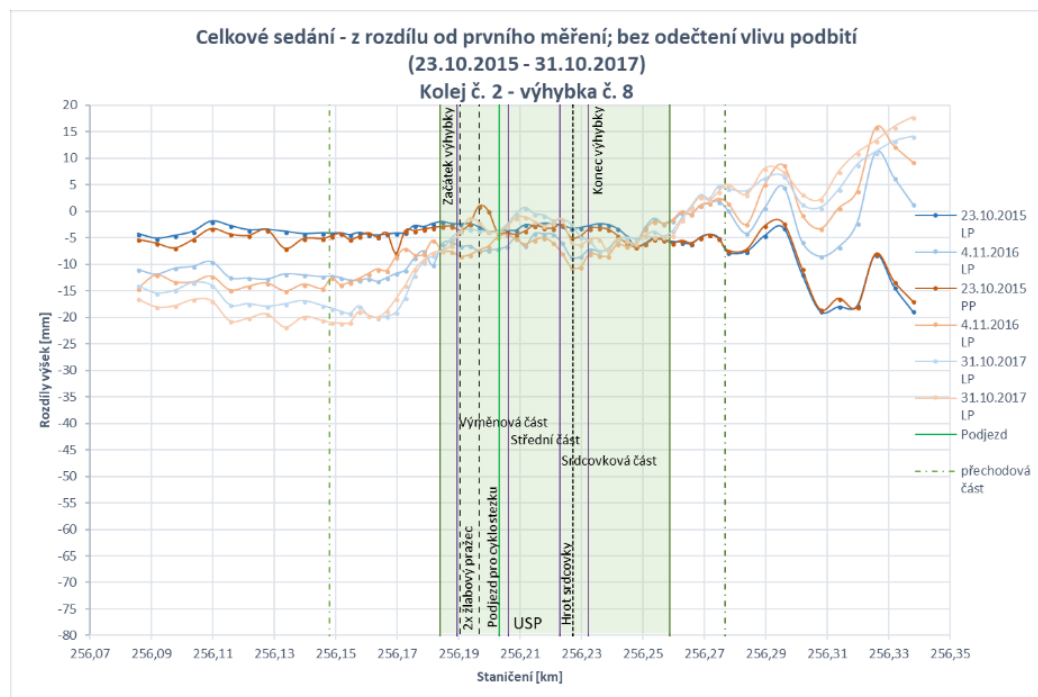


Obr. č. 28 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, detail výhybky č. 8, LP (24. 3. 2017 – 31.10.2017)

6.1.2 Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření

Pro přehlednější zobrazení vývoje sedání slouží grafy celkového sedání. Výšky získané z prvního měření (23. 10. 2015) byly použity jako srovnávací rovina, od které byly odečteny postupně výšky z podzimní nivelace 4. 11. 2016 a 31. 10. 2017.

Po tomto odečtení je možné pozorovat, jaký byl vývoj změny výšek po dvou letech ve sledovaném úseku, který nezohledňuje dodatečné podbíjení 1. – 8. 11. 2015 v koleji č. 2 a podbíjení 20. 3. 2017 v koleji č. 1 i 2. Na grafu je vidět sklon oblasti za výhybkami, který odpovídá tvarovému zkreslení křivek sedání od vzestupnice oblouku. (Obr. č. 29)

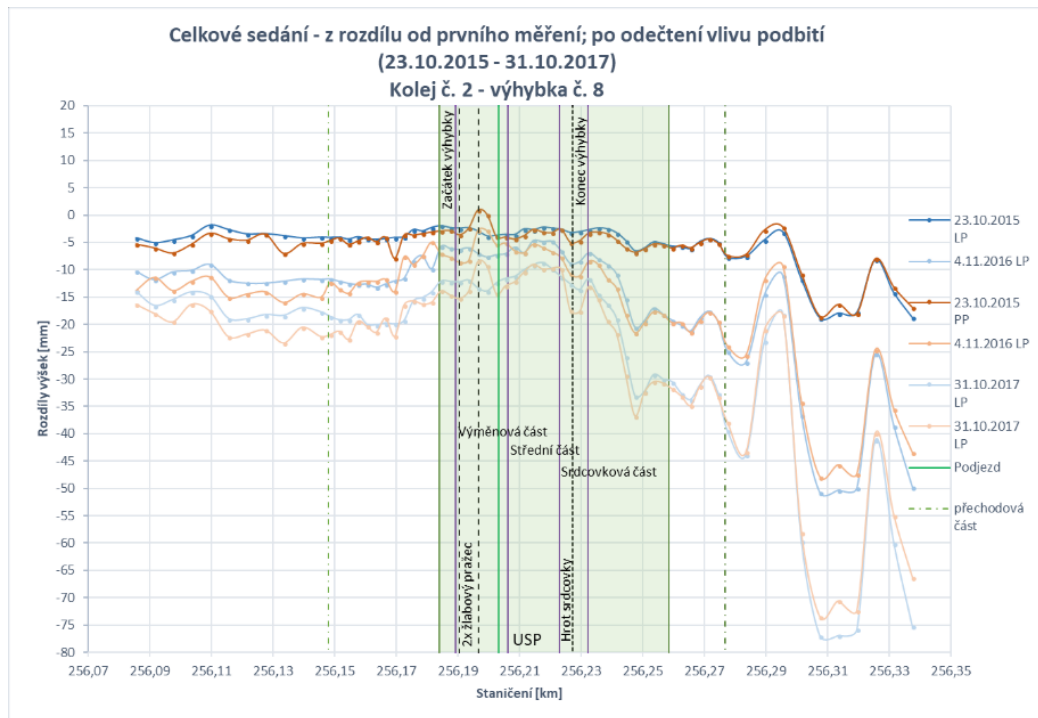


Obr. č. 29 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, bez odečtení vlivu podbití, výhybka č. 8 (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)

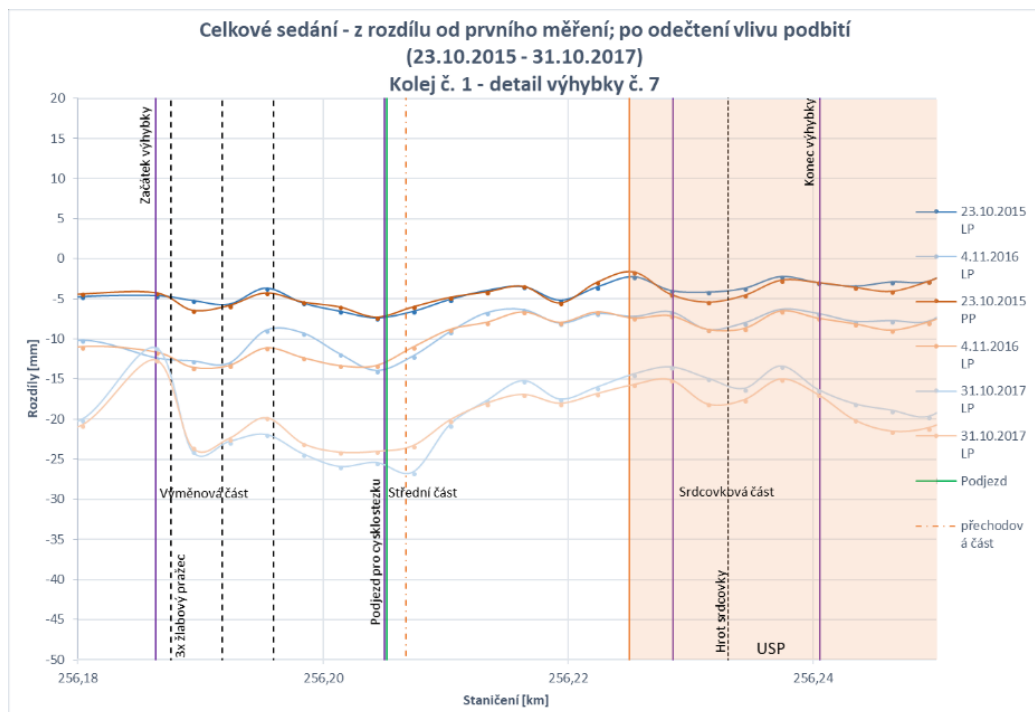
Pro přehlednější zobrazení sedání byly výšky naměřené při nivelaci před podbitím a po podbitím odečteny, aby byla známá hodnota zdvihu. Tato hodnota je poté odečtena od rozdílu mezi měřeními. Tímto postupem se ale do vyhodnocení zanáší možná nepřesnost, daná různými časovými odstupy nivelace před a po podbíjení, protože zdvihy ve vyhodnocení nemusí přesně odpovídat zdvihům koleje při podbití. (Obr. č. 30)

Výsledky z tohoto vyhodnocení se dají interpretovat podobně, jako u *změn výškové polohy oproti výchozímu měření*. Oblast za dvojicí výhybek vykazuje výraznější sedání – pro období od 23. 10. 2015 do 31. 10. 2017 jde u výhybky č. 7 o pokles 55 mm

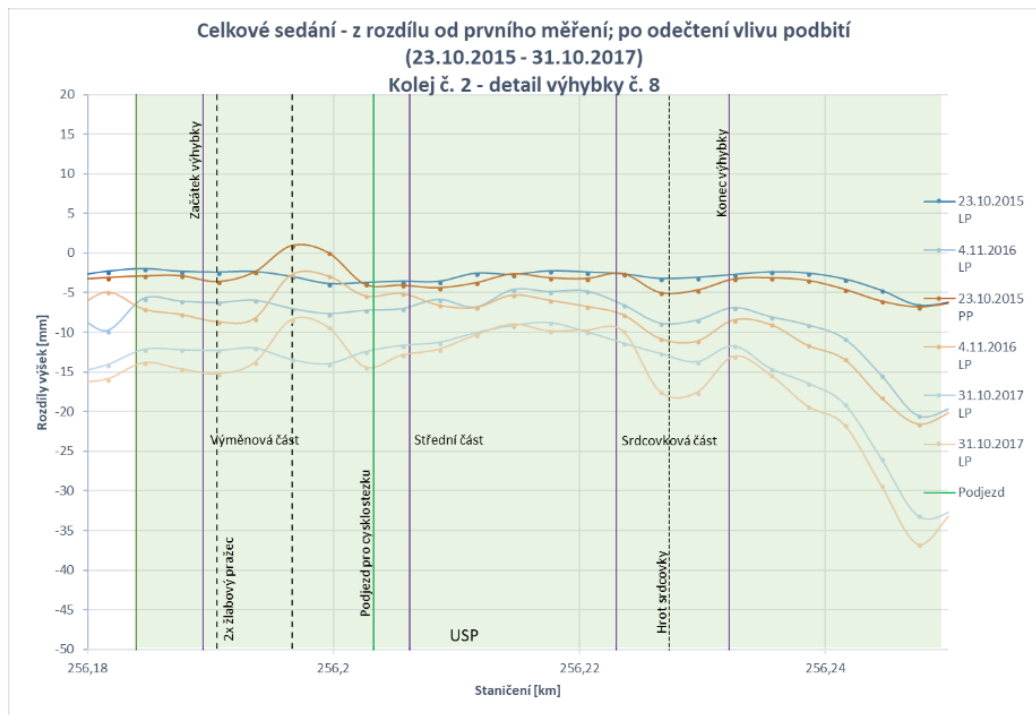
a u výhybky č. 8 (Obr. č. 30) o pokles 75 mm. Naopak oblast výhybky č. 8 (Obr. č. 32) vykazuje menší sedání oproti výhybce č. 7 (Obr. č. 31) v průměru o 5 mm.



Obr. č. 30 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, po odečtení vlivu podbití, výhybka č. 8 (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



Obr. č. 31 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 7 (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



Obr. č. 32 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 8 (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)

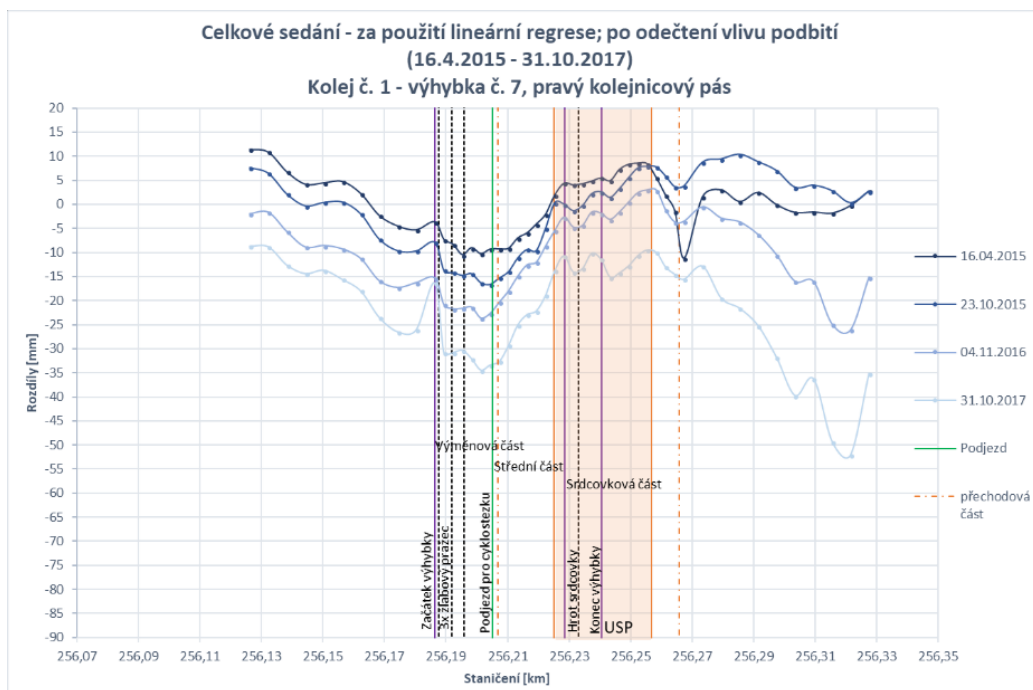
6.1.3 Celkové sedání – za použití lineární regrese

Na rozdíl od předchozích dvou výstupů, kdy bylo za srovnávací rovinu zvoleno první měření, v tomto případě bylo využito lineární regrese. Zkušební úsek v celé délce klesá a v obou kolejích se nachází lom sklonu. Body prvního měření (16. 4. 2015) byly proloženy dvěma přímkami – před lomem sklonu a za ním. Výškové hodnoty jednotlivých měření jsou odečítány od těchto regresních přímek – je vždy zvolena dvojice regresních přímek, která náleží kolejnicovému pásu, přes který neprochází srdcovka.

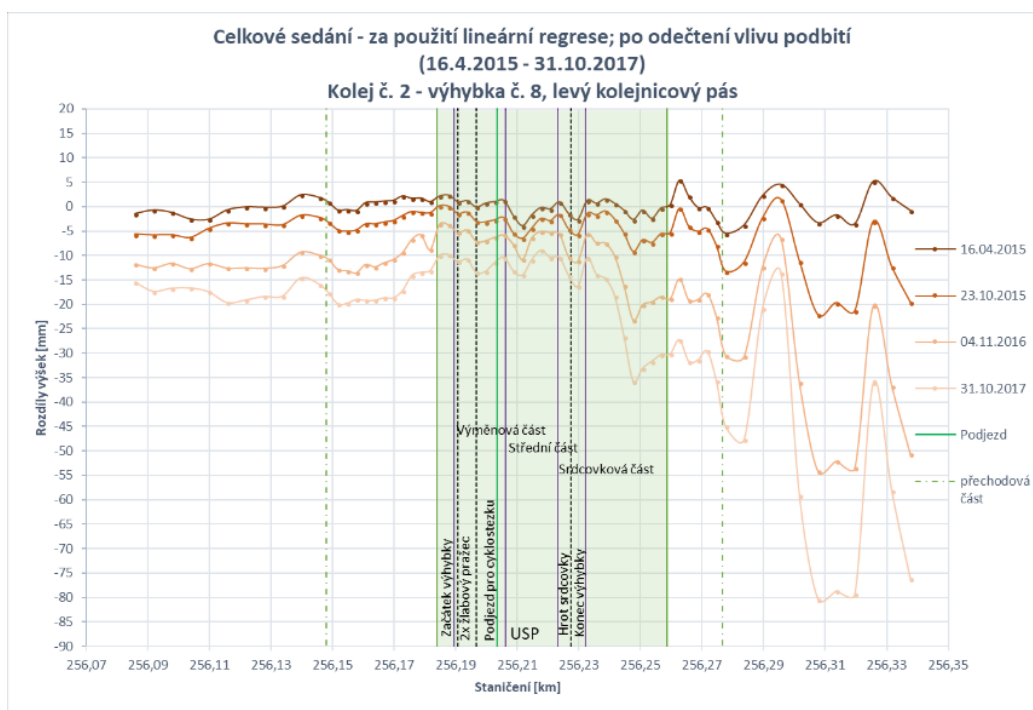
I v tomto případě se při vyhodnocení projevil vliv vzestupnic protisměrných oblouků před a za zkušebním úsekem. Tento vliv byl odstraněn odečtením hodnot převýšení vzestupnice od výšek převýšeného kolejnicového pásu v příslušném staničení řezu.

V následujících grafech je možné sledovat sedání pravého kolejnicového pásu u výhybky č. 7 (Obr. č. 33) a levého kolejnicového pásu u výhybky č. 8 (Obr. č. 34), včetně detailů výhybkových částí (Obr. č. 35 a Obr. č. 36). Přes tyto kolejnicové pásy neprochází srdcovka výhybky.

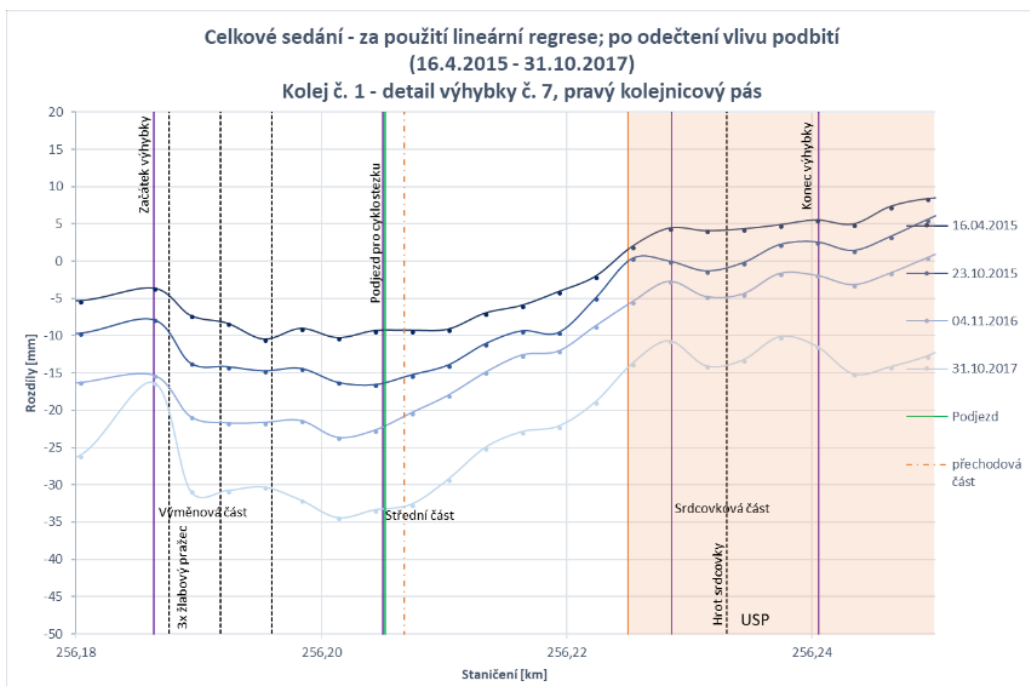
Pokud se zaměříme na oblast výhybek, je možné sledovat rovnoměrné, hodnotami vyrovnané, sedání výhybky č. 8 po její celé délce a markantnější sedání výhybky č. 7 hlavně ve výměnové a střední části – které nejsou vybaveny USP.



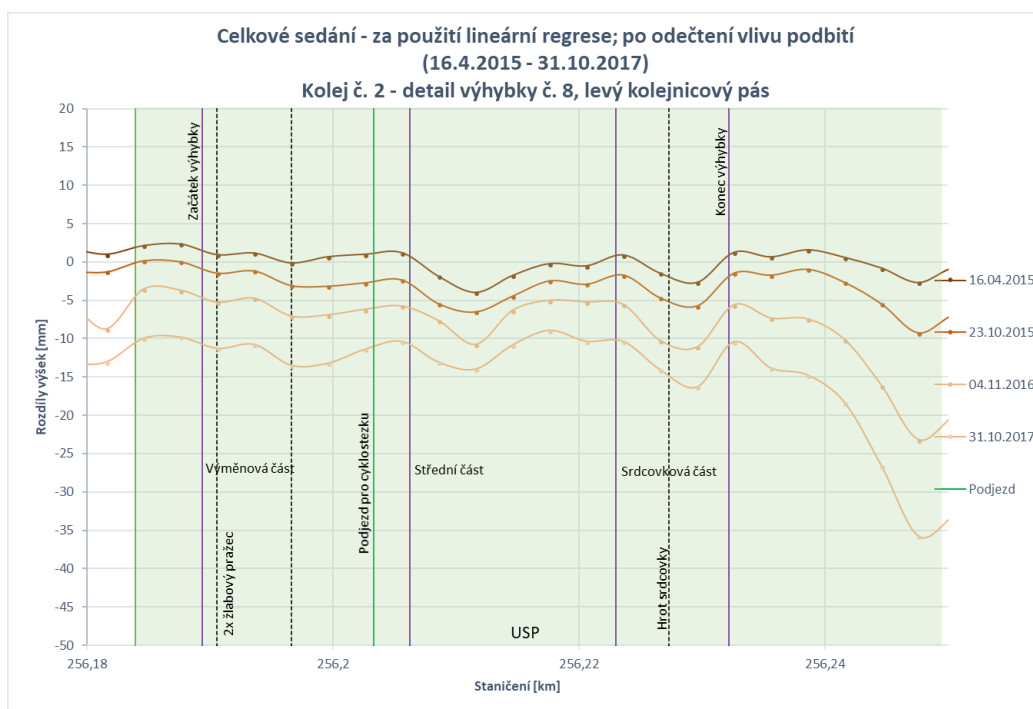
Obr. č. 33 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



Obr. č. 34 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



Obr. č. 35 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



Obr. č. 36 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)

6.1.4 Sedání při projeté zátěži

Sedání je hodnoceno z hlediska projeté zátěže, kdy nejsou sledovány jednotlivé řezy, ale průměrné hodnoty sedání v jednotlivých oblastech zkušebního úseku.

Pro výhybku č. 7:

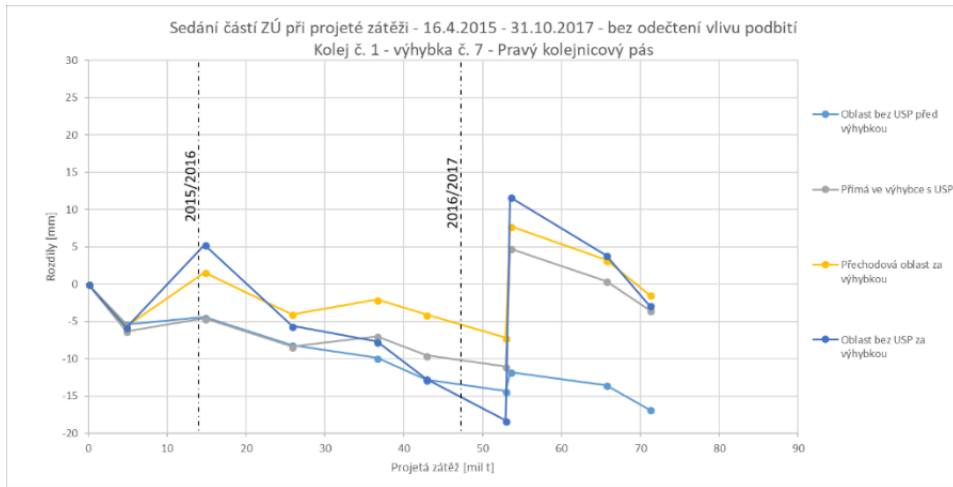
- Oblast bez USP před výhybkou
- Přímá ve výhybce s USP
- Přechodová oblast za výhybkou
- Oblast bez USP za výhybkou

Protože je část s USP ve výhybce č. 7 navržena kratší a přechodová oblast je až ve střední části výhybky, chybí zde část přechodové oblasti před výhybkou, která figuruje navíc ve vyhodnocení výhybky č. 8.

U obou kolejí nejsou výrazné rozdíly mezi levým a pravým kolejnicovým pásem. V oblasti bez USP za výhybkou je patrné výrazně vyšší sedání dané pravděpodobně již dříve zmíněným problémem v železničním spodku. Po odečtení vlivu podbití úsek bez USP za výhybkou sedá průměrně o 30 mm v koleji č. 1 po projetých cca 70 mil. t a o 50 mm v koleji č. 2 po projetých 80 mil. t. Naopak úsek bez USP před výhybkami sedá pozvolněji – v obou kolejích skoro srovnatelně o 20 mm, ale s již zmíněnou rozdílnou zátěží. Oblast s USP ve výhybce č. 7 sedá podobně jako přechodová část za výhybkou, kdežto ve výhybce č. 8 vychází úsek s USP viditelně nejlépe. Opět je nutné konstatovat, že při odečtení vlivu podbití se do vyhodnocení zanáší nepřesnost daná různými časovými úseky nivelace před podbíjením a po něm – zdvihy ve vyhodnocení nemusí přesně odpovídat zdvihům koleje při podbití.

Při bližším zkoumání hodnot *sedání při projeté zátěži* zjištěné posledním měřením, je viditelná větší hodnota poklesu u všech sledovaných oblastí při nižší projeté zátěži, což ostatně potvrzují i grafy *celkového sedání*. Pro vyvrácení teorie, že úsek začal zrychleně sedat, byl zkontrolován průběh výšek zajišťovacích značek na vrtulích vsazených do patek sloupů trakčního vedení. Tyto sloupy vykazují podobnou sestupnou tendenci, jako obě koleje, i když by se jich sedání dotýkat nemělo. Z tohoto důvodu bylo usuzováno na chybu měření přesné nivelace, která byla potvrzena po bližším prozkoumání fixního bodu na staré nákladové rampě. Fixní bod, konkrétně hřebová značka, není příliš stabilní

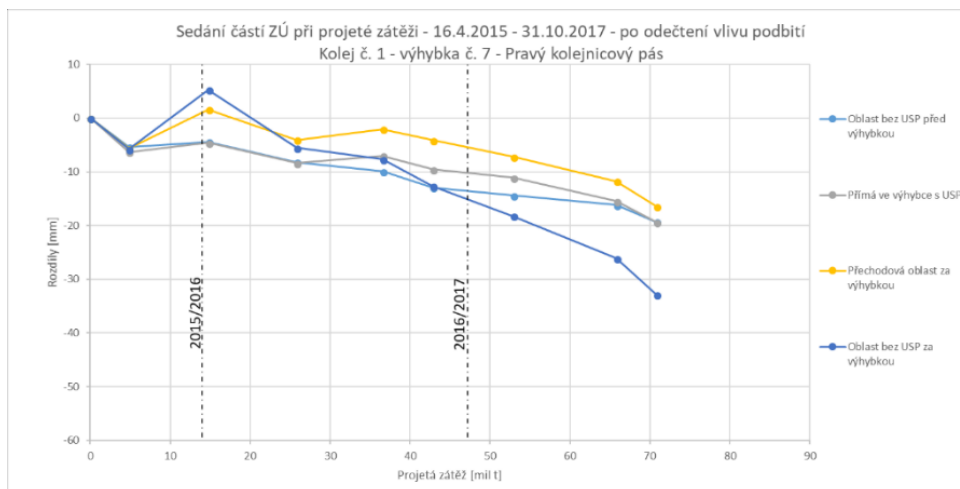
a lze s ní pohybovat, řádově v desetinách milimetrů ve svislém směru. Proto může být poslední měření zatížené chybou v důsledku nestálosti fixního bodu.



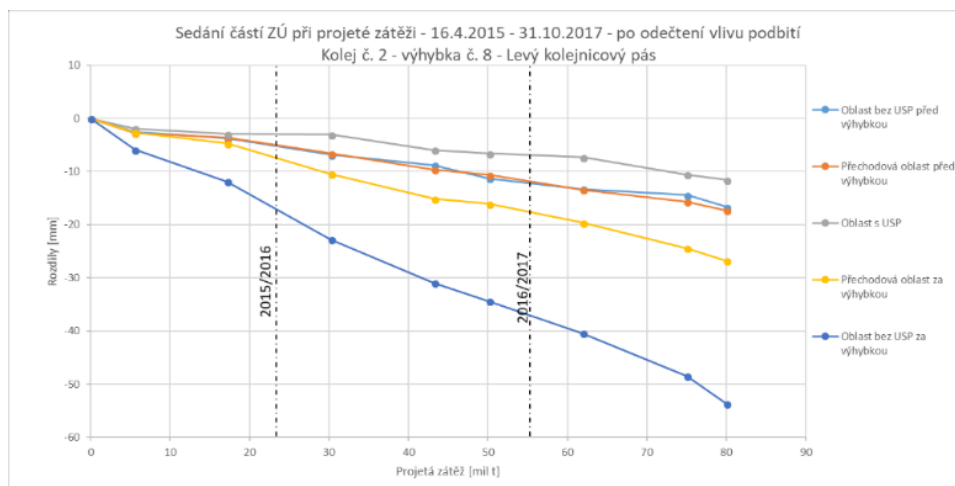
Obr. č. 37 – Sedání při projeté zátěži, výhybka č. 7, PP, bez odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



Obr. č. 38 – Sedání při projeté zátěži, výhybka č. 8, LP, bez odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



Obr. č. 39 – Sedání při projeté zátěži, výhybka č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



Obr. č. 40 -- Sedání při projeté zátěži, výhybka č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)

6.2 Zborcení koleje

Zborcení koleje, neboli vzájemný sklon kolejnicových pásů, je jeden z velmi důležitých geometrických parametrů koleje pro posuzování bezpečnosti provozu na dané trati. Vyjadřuje změnu vzájemné podélné výškové polohy temen dvou protilehlých kolejnicových pásů na zvolené délkové základně.

Pro bakalářskou práci byly pro zpracování zborcení koleje nejdříve zjištěny hodnoty převýšení koleje v řezech. Pro získání hodnoty zborcení koleje byla tato hodnota převýšení podělena délkou zvolené základny. Zborcení koleje bylo s ohledem na vzdálenost řezů ve zkušebním úseku počítáno pro délky základny 3, 6, 12, a 18 m.

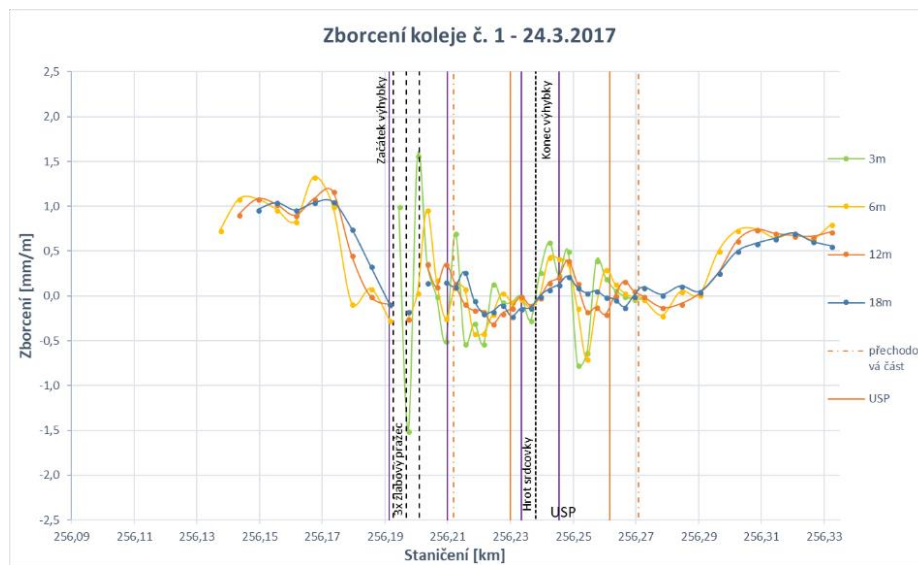
Po vyhodnocení zborcení koleje z roku 2016 a 2017 bylo zjištěno, že úseky s USP ve výhybce č. 7 a č. 8 mají lepší výsledky než úseky bez podpražcových podložek. Postupem času nedochází v oblasti s USP k výraznějším změnám vzájemného sklonu kolejnicových pásů.

Při porovnání oblastí s USP ve výhybce č. 7 a 8 je patrný méně výrazný průběh zborcení ve výhybce č. 8. (Obr. č. 41 a Obr. č. 42)

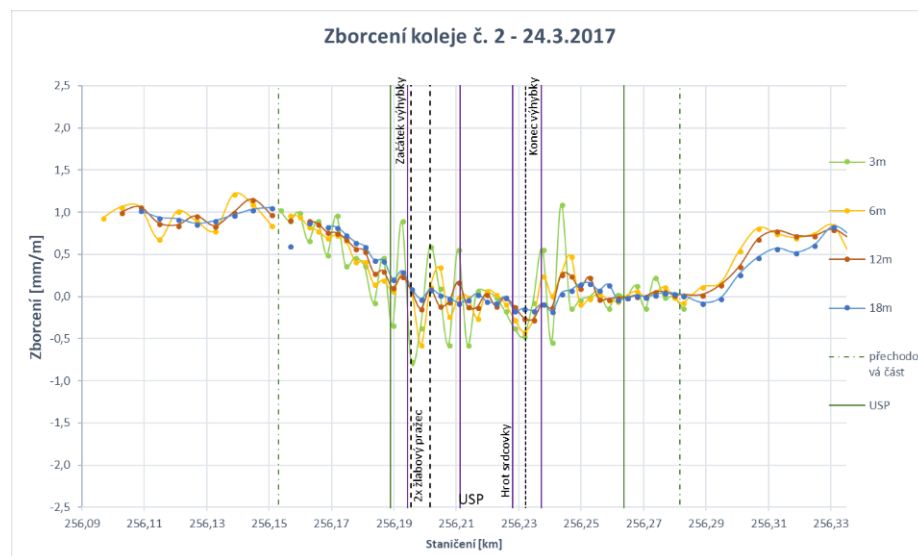
Mimo části bez podpražcových podložek jsou nejvyšší hodnoty zborcení koleje ve výhybce č. 7 v srdcovkové části výhybky a za koncem výhybky, kde hodnoty zborcení koleje dosahují v průběhu času pro základny s délkou 3 a 6 m +/- 0,5 – 1 mm/m. Vyšších hodnot dosahuje také přechodová oblast ve střední části výhybky a výměnová část bez podpražcových podložek.

Ve výhybce č. 8 je oblast s USP bez výraznějších změn hodnot zborcení koleje. Největších hodnot zborcení koleje dosahuje výměnová část výhybky – v místě žlabových pražců a oblast za koncem výhybky. Srdcovková část je stabilnější oproti výhybce č. 7. Výraznější rozdíly se vyskytují také v přechodové oblasti před výhybkou. V grafech je opět patrný vliv vzestupnic směrových oblouků.

Dle normy [14] ČSN 73 6360 Konstrukční a geometrická uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 2: Stavba a přejímka, provoz a údržba jsou definované mezní hodnoty pro mez sledování (AL), mez zásahu – opravy (IL) a mez bezodkladného zásahu (IAL). Dle Tabulka č. 2 a Tabulka č. 3 je zřejmé, že limitní hodnoty pro mez sledování nebyly překročeny.



Obr. č. 41 – Zborcení koleje č. 1, 24. 3. 2017



Obr. č. 42 – Zborcení koleje č. 2, 24. 3. 2017

Kolej č. 1	Délka základny [m]	Limitní hodnoty [m/mm]	Maximální hodnoty zborcení koleje [mm/m]						
			březen 16	srpen 16	listopad 16	březen 17	březen 17	srpen 17	říjen 17
Mez sledování - AL	3	4,0	1,167	0,733	0,967	0,733	1,567	0,767	1,000
	6	3,2	1,333	1,317	1,267	1,233	1,333	1,267	1,217
	12	2,1	1,108	1,158	1,117	1,100	1,167	1,142	1,183
	18	2,0	1,028	1,083	1,061	1,050	1,056	1,117	1,117
Mez zásahu - opravy - IL	3	5,0	1,167	0,733	0,967	0,733	1,567	0,767	1,000
	6	4,0	1,333	1,317	1,267	1,233	1,333	1,267	1,217
	12	2,6	1,108	1,158	1,117	1,100	1,167	1,142	1,183
	18	2,5	1,028	1,083	1,061	1,050	1,056	1,117	1,117
Mez bezodkladného zásahu - IAL	3	6,0	1,167	0,733	0,967	0,733	1,567	0,767	1,000
	6	4,8	1,333	1,317	1,267	1,233	1,333	1,267	1,217
	12	3,1	1,108	1,158	1,117	1,100	1,167	1,142	1,183
	18	3,0	1,028	1,083	1,061	1,050	1,056	1,117	1,117

Tabulka č. 2 – Hodnoty zborcení koleje č. 1

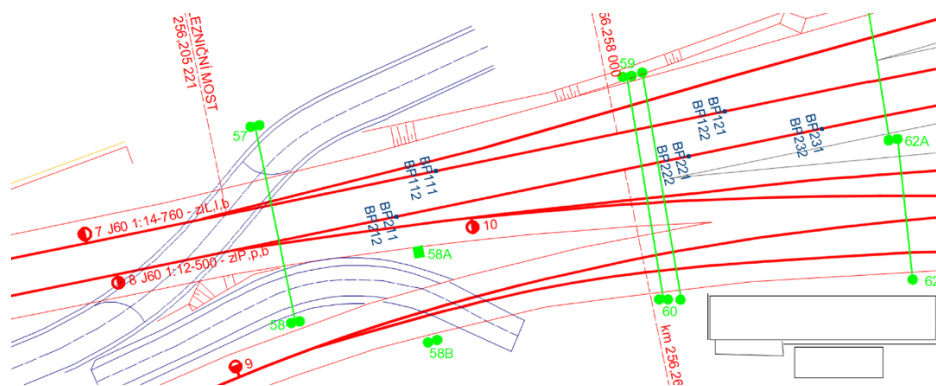
Kolej č. 2	Délka základny [m]	Limitní hodnoty [m/mm]	Maximální hodnoty zborcení koleje [mm/m]						
			březen 16	srpen 16	listopad 16	březen 17	březen 17	srpen 17	říjen 17
Mez sledování - AL	3	4,0	2,233	1,167	1,233	1,200	1,100	1,767	1,333
	6	3,2	1,433	1,117	1,400	1,217	1,217	1,267	1,167
	12	2,1	1,050	1,075	1,217	1,117	1,158	1,133	1,075
	18	2,0	1,072	1,061	1,067	1,061	1,056	1,106	1,072
Mez zásahu - opravy - IL	3	5,0	2,233	1,167	1,233	1,200	1,100	1,767	1,333
	6	4,0	1,433	1,117	1,400	1,217	1,217	1,267	1,167
	12	2,6	1,050	1,075	1,217	1,117	1,158	1,133	1,075
	18	2,5	1,072	1,061	1,067	1,061	1,056	1,106	1,072
Mez bezodkladného zásahu - IAL	3	6,0	2,233	1,167	1,233	1,200	1,100	1,767	1,333
	6	4,8	1,433	1,117	1,400	1,217	1,217	1,267	1,167
	12	3,1	1,050	1,075	1,217	1,117	1,158	1,133	1,075
	18	3,0	1,072	1,061	1,067	1,061	1,056	1,106	1,072

Tabulka č. 3 – Hodnoty zborcení koleje č. 2

7 Měření nápravových tlaků v pražcovém podloží

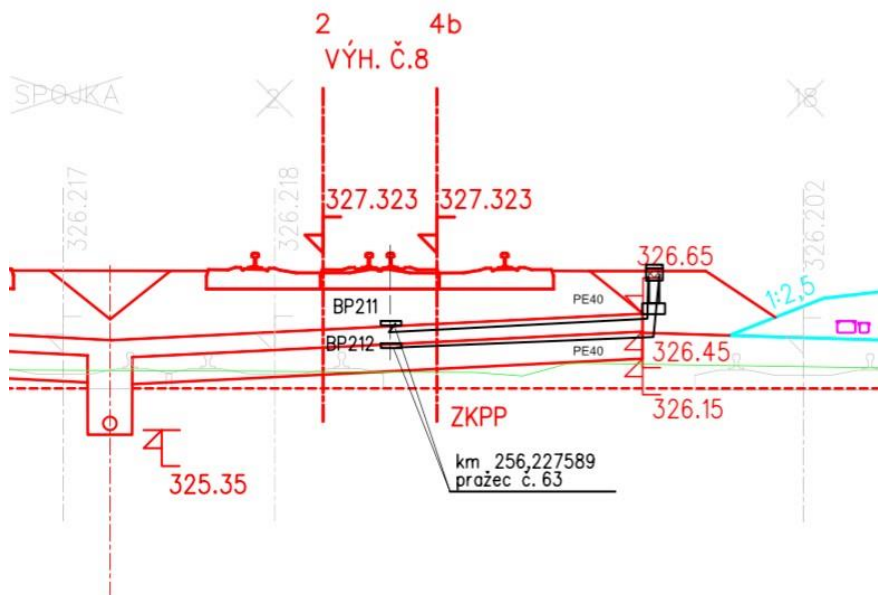
Do zkušebního úseku v Ústí nad Orlicí, byly s cílem zjišťovat namáhání v pražcového podloží vyvolané nápravami jednotlivých vozů, projíždějící přes výhybky č. 7 a 8, vloženy talířové snímače firmy GEOKON [10]

V obou výhybkách jsou tlakové snímače umístěny pod hrotem srdcovky a do kolejového pole v přípoji za výhybkou – přechodová oblast USP. Navíc byl ve výhybce č. 8 zřízen sledovaný profil v místě bez podpražcových podložek pro srovnání.



Obr. č. 43 – Situace zapojení taliřových snímačů

V každém místě, ve kterém jsou tlaky sledovány, je dvojice snímačů nad sebou – první je umístěn na pláni tělesa železničního spodku a druhý na úrovni zemní pláně (Obr. č. 44).



Obr. č. 44 – Příčný řez zapojením snímačů v profilu pod srdcovkou výhybky [10]

Každý profil, ve kterém jsou umístěny snímače je označen písmeny BP (body pressure) a trojicí číslic:

- první číslice značí číslo koleje ve které se snímač nachází (1, 2)
- druhá číslice značí sledované místo (1 – hrot srdcovky, 2 – místo přechodové oblasti s USP; 3 – u výhybky č. 8 oblast bez USP);
- třetí číslice značí výškové umístění v řezu (1 – snímač na pláni tělesa železničního spodku; 2 – snímač na zemní pláni.

Příklad: BP122 – snímač v první koleji, místo v přechodové oblasti s USP, na zemní pláni.

Od uvedení zkušebního úseku do provozu bylo třikrát provedeno měření tlaků v pražcovém podloží. Ze signálů jednotlivých průjezdů byla vybrána lokální maxima. Každé lokální maximum je bráno jako tlak od jedné nápravy. Tato lokální maxima byla rozdělena do jednotlivých skupin:

- Hnací vozy
- Osobní vozy
- Rychlíkové vozy (RailJet, RegioJet, EC, rychlík ČD)
- Nákladní vozy
- Soupravy (Pendolino, InterPanter, LEO Express)

Tyto skupiny byly vytvořeny na základě podobnosti – váhové i rychlostní. Jednotky typu Pendolino, InterPanter a LeoExpress jsou hodnoceny jako celek, protože zde není výraznější rozdíl mezi hnacími a ostatními vozy. Další skupinou jsou hnací vozy dalších souprav. Osobní vozy tvoří samostatnou skupinu. I když by byly váhově srovnatelné s rychlíkovými, jejich rychlost je nižší, a proto by ve vyhodnocení způsobily výraznější odchylku. Nákladní vozy mají výrazně vyšší hmotnost a významně nehomogenní nápravové síly, proto jsou hodnoceny zvlášť.

První měření bylo realizováno 18. 6. 2015. V jeho průběhu bylo zaznamenáno 65 průjezdů. Při druhém měření 16. 8. 2016 bylo zaznamenáno 49 průjezdů a při třetím měření 24. 8. 2017 bylo zaznamenáno 66 průjezdů.

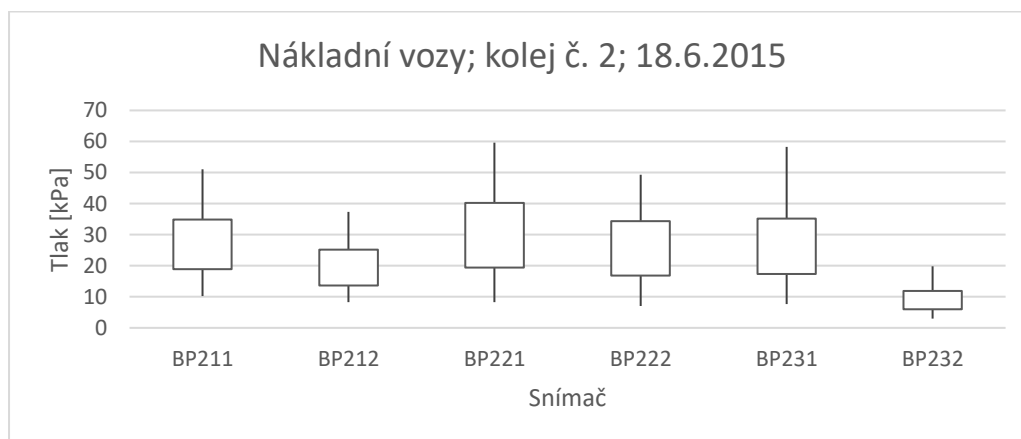
Při měření 24. 8. 2017 byly mimo provoz snímače BP121 a BP122 v koleji č. 1 – v přechodové oblasti za výhybkou a snímače BP221 a BP222 v koleji č. 2 – v přechodové oblasti za výhybkou.

Pro výhybku č. 8 byla pro srovnání vybrána data z měření nápravových tlaků nákladních vozů. Pro vyobrazení grafů byla využita střední hodnota, směrodatná odchylka, maximální a minimální hodnota statistického souboru nápravových tlaků. Z měření v roce 2015 a 2016 je viditelné, že oblast pod srdcovkou výhybky má podobnou směrodatnou odchylku nápravových tlaků jako přechodová oblast za výhybkou, rozdíl v roce 2015 je 3 kPa pro snímač na pláni tělesa železničního spodku a 6 kPa pro snímač na zemní pláni. V roce 2016 je rozdíl 4 kPa u snímačů na pláni tělesa

železničního spodku a 5 kPa u snímačů na zemní pláni. Třetí profil, ve kterém je instalována dvojice talířových snímačů se v roce 2015 hodnotami blíží profilu pod srdcovkou a v přechodovém úseku za výhybkou. Pro roky 2016 a 2017 však střední hodnota vzrůstá skoro dvojnásobně. Opět tyto hodnoty můžeme přisuzovat málo odolnému pražcovému podloží v místě instalace tlakového snímače. Kvůli značné nehomogenitě nákladních vozů nejsou pozorovány výraznější rozdíly směrodatné odchylky pro profil pod srdcovkou výhybky a v přípojném poli za výhybkou.

Nákladní vozy	BP211	BP212	BP221	BP222	BP231	BP232
Stř. hodnota	26,894	19,410	29,801	25,581	26,274	8,945
Medián	25,925	18,750	29,093	25,107	27,107	9,166
Směr. odchylka	8,009	5,746	10,434	8,802	8,914	2,962
Minimum	10,200	8,291	8,251	7,008	7,612	2,981
Maximum	50,999	37,363	59,631	49,261	58,275	19,841
Počet	470	470	470	470	470	470

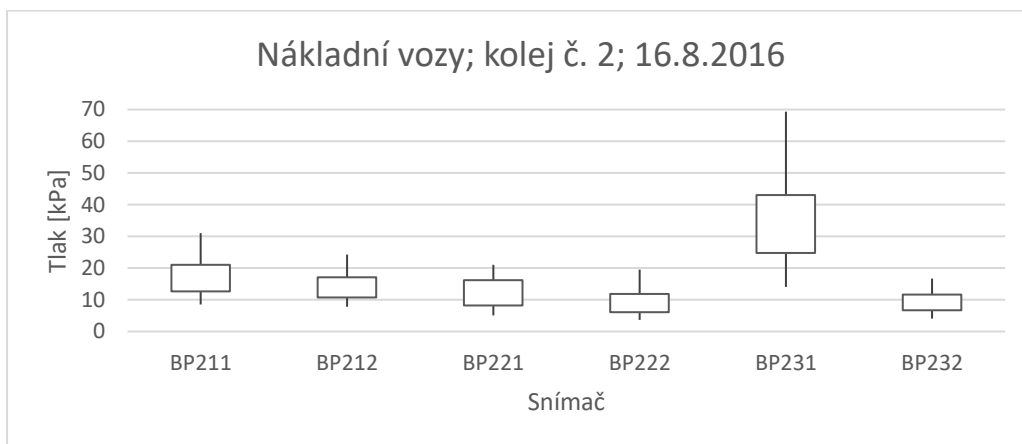
Tabulka č. 4 – Nákladní vozy, kolej. č 2, 18. 6. 2015



Obr. č. 45 – Měření namáhání pražcového podloží, nákladní vozy, kolej č. 2, 18. 6. 2015

Nákladní vozy	BP211	BP212	BP221	BP222	BP231	BP232
Stř. hodnota	16,874	13,953	12,196	8,964	33,906	9,157
Medián	15,810	13,250	13,580	9,870	36,580	9,860
Směr. Odchylka	4,200	3,161	3,963	2,862	9,136	2,475
Minimum	8,560	7,800	5,080	3,670	14,080	4,060
Maximum	31,060	24,300	21,080	19,570	69,330	16,660
Počet	264	264	264	264	264	264

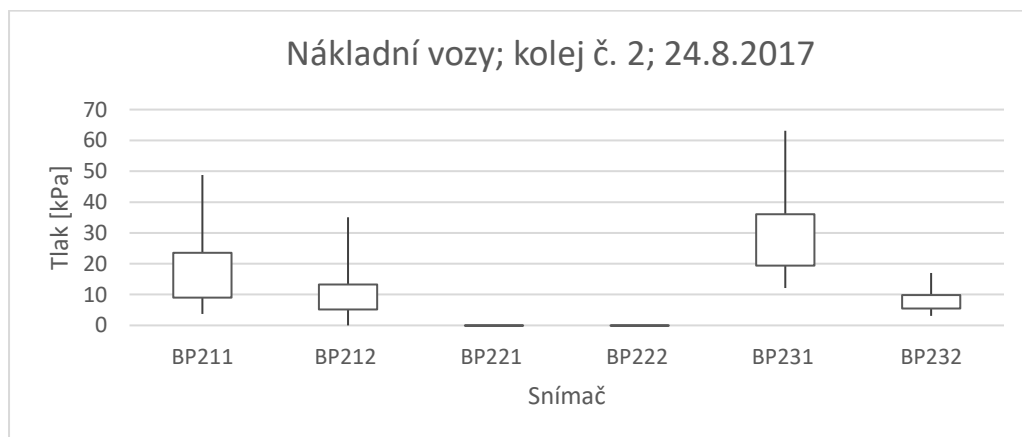
Tabulka č. 5 – Nákladní vozy, kolej č. 2, 16. 8. 2016



Obr. č. 46 – Měření namáhání pražcového podloží, nákladní vozy, kolej č. 2, 16. 8. 2016

Nákladní vozy	BP211	BP212	BP221	BP222	BP231	BP232
Stř. hodnota	16,244	9,231	0,000	0,000	27,727	7,699
Medián	16,500	8,600	0,000	0,000	26,125	7,300
Směr. odchylka	7,276	4,044	0,000	0,000	8,326	2,177
Minimum	3,750	0,000	0,000	0,000	12,125	3,050
Maximum	48,750	35,100	0,000	0,000	63,125	17,050
Počet	592	592	592	592	412	412

Tabulka č. 6 – Nákladní vozy, kolej. č 2, 24. 8. 2017

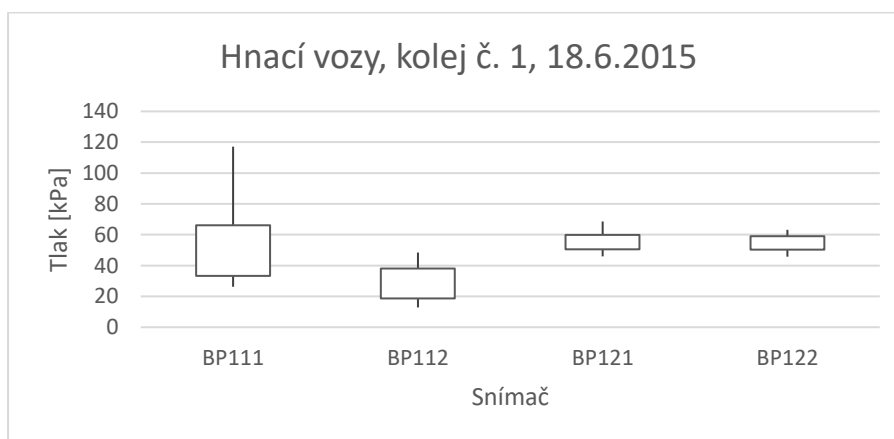


Obr. č. 47 – Měření namáhání pražcového podloží, nákladní vozy, kolej č. 2, 24. 8. 2017

Pro výhybku č. 7 byla pro srovnání vybrána data z měření nápravových tlaků hnacích vozů. Pro vytvoření grafů byla využita střední hodnota, směrodatná odchylka, minimum a maximum statistického souboru nápravových tlaků. Podobně jako u výhybky č. 8 se střední hodnota měření z roku 2015 pod srdcovkou výhybky blíží hodnotám získaných ze snímačů v přípojném poli za výhybkou v přechodové oblasti. Pro rok 2015 tento rozdíl je 6 kPa u snímačů na pláni tělesa železničního spodku, ale skoro 26 kPa u snímačů na zemní pláni. Pro rok 2016 je rozdíl 22 kPa pro snímače na pláni tělesa železničního spodku, ale pouze 4 kPa na zemní pláni. Měření z roku 2015 i 2016 vykazují mnohonásobně větší směrodatnou odchylku statistického souboru pro snímač pod srdcovkou výhybky než snímač v přípojném poli za výhybkou.

<i>Hnací vozy</i>	BP111	BP112	BP121	BP122
Stř. hodnota	49,711	28,325	55,171	54,735
Medián	48,706	27,932	54,701	54,082
Směr. odchylka	16,504	9,723	4,747	4,389
Minimum	26,155	12,832	45,903	45,808
Maximum	117,112	48,540	68,567	63,138
Počet	84	84	84	84

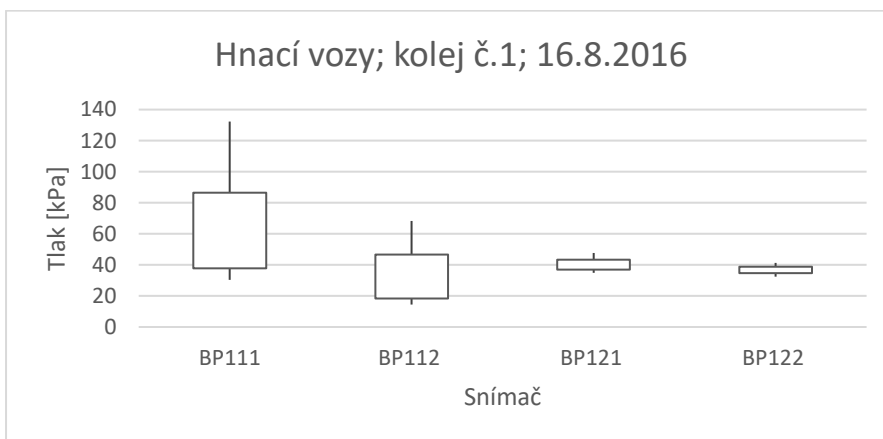
Tabulka č. 7 – Hnací vozy, kolej č. 1, 18. 6. 2015



Obr. č. 48 – Měření namáhání pražcového podloží, hnací vozy, kolej č. 1, 18. 6. 2015

<i>Hnací vozy</i>	BP111	BP112	BP121	BP122
Stř. hodnota	62,094	32,487	40,185	36,773
Medián	59,540	31,310	39,895	35,960
Směr. odchylka	24,374	14,139	3,162	2,115
Minimum	30,290	14,460	34,820	32,360
Maximum	132,290	68,360	47,580	41,260
Počet	60	60	60	60

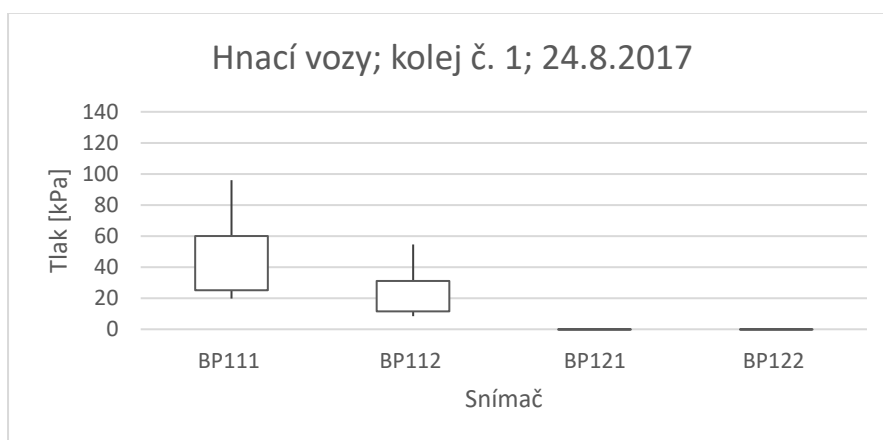
Tabulka č. 8 – Hnací vozy, kolej č. 1, 16. 8. 2016



Obr. č. 49 – Měření namáhání pražcového podloží, hnací vozy, kolej č. 1, 16. 8. 2016

<i>Hnací vozy</i>	BP111	BP112	BP121	BP122
Stř. hodnota	21,729	9,942	0,000	0,000
Medián	20,563	9,000	0,000	0,000
Směr. odchylka	6,424	3,394	0,000	0,000
Minimum	14,000	6,300	0,000	0,000
Maximum	43,375	21,750	0,000	0,000
Počet	60	60	60	60

Tabulka č. 9 – Hnací vozy, kolej č. 1, 24. 8. 2017



Obr. č. 50 – Měření namáhání pražcového podloží, hnací vozy, kolej č. 1, 24. 8. 2017

8 Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na vyhodnocení vlivu podpražcových podložek ve zkušebním úseku železniční stanice Ústí nad Orlicí.

V rámci bakalářské práce bylo realizováno sedm měření přesné nivelace od 18. 3. 2016 do 24. 8. 2017 a dvě měření namáhání pražcového podloží (16. 8. 2016 a 24. 8. 2017), které byly zpracovány a vyhodnoceny. Dále byly v práci využity výsledky měření výškové polohy koleje metodou přesné nivelace a měření namáhání pražcového podloží v roce 2015.

Z výsledků přesné nivelace lze usuzovat následující:

- Znatelně nejvíc sedá úsek za přechodovou oblastí s USP u výhybky č. 7 i 8. – tento pokles značí málo odolné pražcové podloží.
- Začátek sledovaného úseku bez USP sedá rovnoměrně – díky stabilní konstrukci mostní estakády.
- Dle vyhodnocení sedání při projeté zátěži i celkového sedání je viditelné, že úsek s USP sedá nejméně ve výhybce č. 7 i 8.
- **Výhybka č. 8:** Poklesy jsou rovnoměrné. Sedání v celé délce výhybky nepřesahuje hodnotu 17 mm (dle hodnocení pomocí lineární regrese), nejlépe vychází střední část výhybky (pokles do 15 mm).
- **Výhybka č. 7:** Poklesy nejsou rovnoměrné. Při hodnocení po jednotlivých částech výhybky je viditelné:
 - *Výměnová část (bez USP)* – sedání se projevuje nejvíce – pokles se pohybuje u hodnoty 35 mm.
 - *Střední část (přechodová oblast s USP)* – sedání nenabývá tak vysokých hodnot, jako výměnová část – pokles se pohybuje v rozmezí od 14 do 33 mm
 - *Srdcovková část (USP základní tuhosti)* – sedání nabývá nejnižších hodnot z celé výhybky – pokles od 10 do 15 mm.

Z výsledků měření namáhání pražcového podloží lze usuzovat následující:

Z 20ti statistických souborů získaných při měření v roce 2015 a 2016 v profilu pod srdcovkou výhybky a v profilu v přípojném poli za výhybkou, se potvrzuje trend, že střední hodnota je v těchto profilech podobná. Statistické hodnoty se výrazněji liší

směrodatnou odchylkou. Měření z roku 2017 není z důvodu absence dat s předchozími měřeními porovnatelné, proto z nich žádný závěr vyvozovat nelze. I přes to lze usuzovat, že v srdcovkové části výhybky byly zmírněny dynamické rázy oproti výhybkové konstrukci, ve které USP použity nejsou.

Souhrn:

Pozitivní vliv UPS byl prokázán již dříve – v Plané nad Lužnicí i v traťovém úseku Havlíčkův Brod – Okrouhlice. Vyhodnocené výsledky tento pozitivní vliv potvrdily i ve zkušebním úseku v žst. Ústí nad Orlicí.

Pokud porovnáme obě sledované výhybky v Ústí nad Orlicí, je z vyhodnocených měření jasné patrné, že lepší výsledky jsou u výhybky č. 8, která je řešena jako tzv. „plná“ varianta – USP jsou použity v celé výhybce. Výhybka č. 7 řešená v tzv. „úsporné“ variantě tak pozitivní výsledky nemá, i když je nutné říct, že srdcovková část výhybky s USP klesá viditelně méně než střední část v přechodové oblasti nebo výměňová část bez USP.

Seznam použité literatury a zdrojů:

- [1] ADÁMEK, R., *Podložky pod ložnou plochou pražce a jejich pozitivní vliv na geometrickou polohu koleje*. Vědeckotechnický sborník ČD č. 21, Praha 2006.
- [2] LOY, H., *Under Sleeper Pads: improving track quality while reducing operational costs*. Global Railway Review. 2008, (4).
- [3] PLÁŠEK, O.; HRUZÍKOVÁ, M.; SVOBODA, R., *Návrh zkušebního úseku s výhybkou na betonových pražcích s pružnou ložnou plochou*. Sborník konference Železniční dopravní cesta 2008. Liberec: SŽDC s.o., 2008. s. 97-107.
- [4] GETZNER WERKSTOFFE GmbH, *Sleeper Pads for Ballasted Track*. Information brochure. 2009
- [5] HRUZÍKOVÁ, M., *Vliv podpražcových podložek na kvalitu jízdní dráhy*. Disertační práce. Brno 2012
- [6] ŠKOVVRANOVÁ, M., *Vyhodnocení geometrických parametrů koleje s podpražcovými podložkami*. Vědeckotechnický sborník ČD č. 35, Praha 2013
- [7] SŽDC S3. *Železniční svršek*. Praha: SŽDC s.o., 2008
- [8] SŽDC, *Průjezd železničním uzlem Ústí nad Orlicí*. Animace 4/2013, dostupná na <https://www.youtube.com/watch?v=g7vcqAw6IBU>
- [9] SUDOP PRAHA, a.s.: *Instalace měřicí techniky do zkušebního úseku pro výhybky s podpražcovými podložkami v žst. Ústí nad Orlicí*. Projekt, Praha 2014.
- [10] HRUZÍKOVÁ, M., PLÁŠEK, O., BÍLEK, J., *Hodnocení zkušebních úseků s podpražcovými podložkami*. Věda a výzkum pro práce na železniční dopravní cestě. Sborník přednášek. Děčín: VOŠ a SPŠ Děčín, 2016. s. 156-168.
- [11] HRUZÍKOVÁ, M., PLÁŠEK, O., *Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ: Uspořádání podpražcových podložek u železničních výhybek tvaru 1:14-760 s přechodovou oblastí ve výhybce*. 26485, užitiný vzor. (2014)
- [12] HRUZÍKOVÁ, M., PLÁŠEK, O., *Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ: Uspořádání podpražcových podložek u železničních výhybek tvaru 1:12-500-I s přechodovou oblastí před žlabovými pražci*. 26486, užitiný vzor. (2014)

- [13] ČSN 73 6360-1. *Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování*. Praha: Český normalizační institut, 2008
- [14] ČSN 73 6360-2. *Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 2: Stavba a přejímka, provoz a údržba*. Praha: Český normalizační institut, 2009
- [15] Dostupné na webových stránkách: www.railwaygazette.com; článek: RFI approves WEGH under-sleeper pads, 18 Mar. 2017
- [16] Převzaté z prezentace: PLÁŠEK, O., HRUZÍKOVÁ, M., *Přínos podpražcových podložek ke zvyšování kvality geometrických parametrů koleje*. 4. konferencia POZEMNÉ KOMUNIKÁCIE A DRÁHY, Herlany 2006
- [17] Dostupné na webových stránkách: www.vlaky.net; článek: *Když se řekne Ústí nad Orlicí*. Duben 2013

Seznam použitých zkratek a symbolů:

AL.....	mez sledování
D.....	převýšení koleje
EVA.....	etyl vinyl acetát
GPK.....	geometrické parametry koleje
I.....	nedostatek převýšení
IAL.....	mez bezodkladného zásahu
IL.....	mez zásahu
KO.....	konec oblouku
KP.....	konec přechodnice
LP.....	levý kolejnicový pás
PP.....	pravý kolejnicový pás
R.....	poloměr oblouku
SŽDC.....	Správa železniční dopravní cesty
USP.....	podpražcová podložka
V.....	rychlost
ZO.....	začátek oblouku
ZP.....	začátek přechodnice
ZÚ.....	zkušební úsek

Seznam obrázků a tabulek:

Obr. č. 1 – Místa možného zpružnění konstrukce železničního svršku [1].....	11
Obr. č. 2 – Ložná plocha železničního pražce opatřená podpražcovou podložkou [15]	12
Obr. č. 3 – Vrstvy podpražcové podložky [16]	13
Obr. č. 4 – Kontaktní plocha pražce bez USP a s USP [2].....	14
Obr. č. 5 – Roznos zatížení od kola bez použití USP [4]	14
Obr. č. 6 – Roznos zatížení od kola při použití USP [4]	14
Obr. č. 7 – Zkušební úseky v České republice [10]	15
Obr. č. 8 – Schéma výhybek ve zkušebním úseku žst. Planá nad Lužnicí	16
Obr. č. 9 – Schéma ZÚ Havlíčkův Brod - Okrouhlice [5]	17
Obr. č. 10 – Zpružnění bezpodkladnicové upevnění E14 [7].....	18
Obr. č. 11 – Pružné bezpodkladnicové upevnění W14 [7].....	18
Obr. č. 12 – Pohled na českotřebovské zhlaví v žst. Ústí nad Orlicí [17]	20
Obr. č. 13 – Dopravní schéma žst. Ústí nad Orlicí [17]	21
Obr. č. 14 – Situace sledovaného úseku v okolí výhybek č. 7 a 8 – část 1	22
Obr. č. 15 – Situace sledovaného úseku v okolí výhybek č. 7 a 8 – část 2	22
Obr. č. 16 – Pohled na výhybky 7 (vlevo) a 8 (vpravo) v žst. Ústí nad Orlicí	23
Obr. č. 17 – Pohled od výhybek na mostní estakádu.....	23
Obr. č. 18 – Schéma osazení výhybek podpražcovými podložkami	25
Obr. č. 19 – Schéma výhybkových pražců s USP (výhybka 1:12).....	25
Obr. č. 20 – Fotografie z přesné nivelace.....	27
Obr. č. 21 – Nákladová rampa se skladištěm	28
Obr. č. 22 – Výchozí bod	28
Obr. č. 23 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, výhybka č. 7, PP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017)	30
Obr. č. 24 - Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, výhybka č. 8, LP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017)	30
Obr. č. 25 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, detail výhybky č. 7, PP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017).....	31
Obr. č. 26 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, detail výhybky č. 8, LP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017)	31
Obr. č. 27 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, detail výhybky č. 7, PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	32
Obr. č. 28 – Změna výškové polohy oproti výchozímu měření, detail výhybky č. 8, LP (24. 3. 2017 – 31.10.2017).....	32
Obr. č. 29 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, bez odečtení vlivu podbití, výhybka č. 8 (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017).....	33
Obr. č. 30 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, po odečtení vlivu podbití, výhybka č. 8 (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017).....	34

Obr. č. 31 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 7 (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)	34
Obr. č. 32 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 8 (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)	35
Obr. č. 33 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017).....	36
Obr. č. 34 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017).....	36
Obr. č. 35 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	37
Obr. č. 36 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	37
Obr. č. 37 – Sedání při projeté zátěži, výhybka č. 7, PP, bez odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	39
Obr. č. 38 – Sedání při projeté zátěži, výhybka č. 8, LP, bez odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	39
Obr. č. 39 – Sedání při projeté zátěži, výhybka č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	39
Obr. č. 40 -- Sedání při projeté zátěži, výhybka č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	40
Obr. č. 41 – Zborcení koleje č. 1, 24. 3. 2017.....	41
Obr. č. 42 – Zborcení koleje č. 2, 24. 3. 2017	41
Obr. č. 43 – Situace zapojení talířových snímačů	43
Obr. č. 44 – Příčný řez zapojením snímačů v profilu pod srdcovkou výhybky [10].....	43
Obr. č. 45 – Měření namáhání pražcového podloží, nákladní vozy, kolej č. 2, 18. 6. 2015.....	45
Obr. č. 46 – Měření namáhání pražcového podloží, nákladní vozy, kolej č. 2, 16. 8. 2016.....	46
Obr. č. 47 – Měření namáhání pražcového podloží, nákladní vozy, kolej č. 2, 24. 8. 2017.....	46
Obr. č. 48 – Měření namáhání pražcového podloží, hnací vozy, kolej č. 1, 18. 6. 2015.....	47
Obr. č. 49 – Měření namáhání pražcového podloží, hnací vozy, kolej č. 1, 16. 8. 2016.....	48
Obr. č. 50 – Měření namáhání pražcového podloží, hnací vozy, kolej č. 1, 24. 8. 2017	48
Tabulka č. 1 – Termíny provádění přesné nivelace ve zkušebním úseku od roku 2015	27
Tabulka č. 2 – Hodnoty zborcení koleje č. 1	42
Tabulka č. 3 – Hodnoty zborcení koleje č. 2.....	42
Tabulka č. 4 – Nákladní vozy, kolej. č 2, 18. 6. 2015	45
Tabulka č. 5 – Nákladní vozy, kolej č. 2, 16. 8. 2016.....	46
Tabulka č. 6 – Nákladní vozy, kolej. č 2, 24. 8. 2017.....	46
Tabulka č. 7 – Hnací vozy, kolej č. 1, 18. 6. 2015	47
Tabulka č. 8 – Hnací vozy, kolej č. 1, 16. 8. 2016.....	48
Tabulka č. 9 – Hnací vozy, kolej č. 1, 24. 8. 2017.....	48

Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Grafické výstupy z přesné nivelace

Příloha č. 2 – Grafické zpracování měření namáhání pražcového podloží

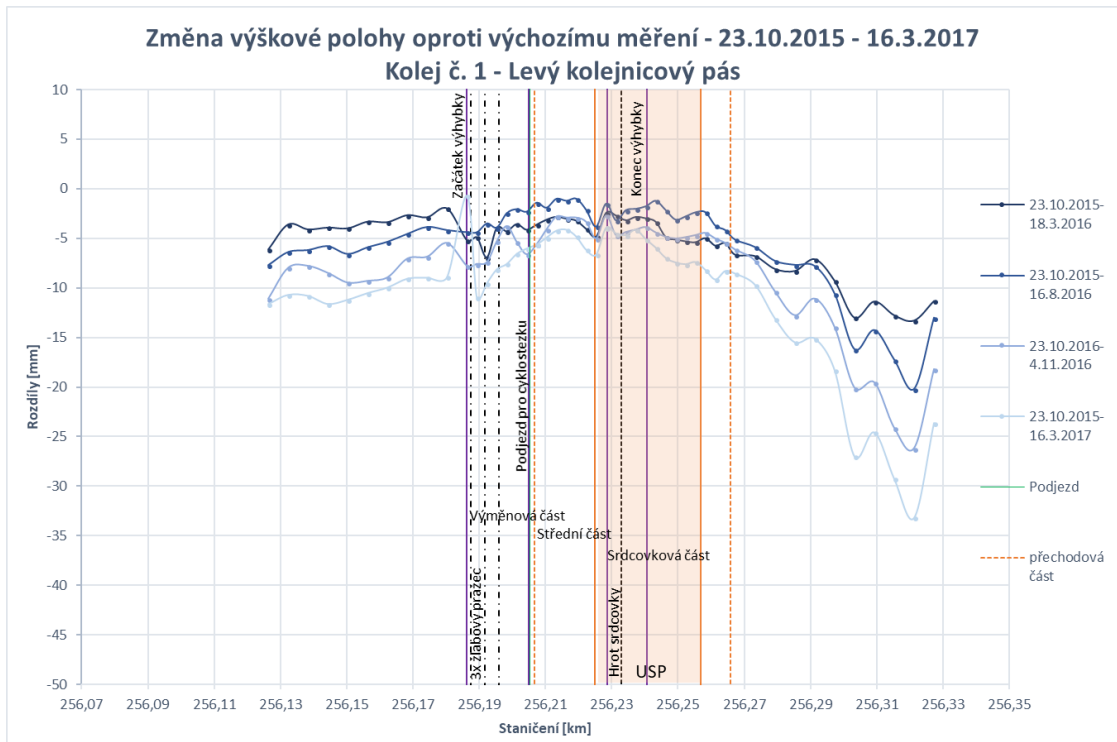
Příloha č. 1

Grafické výstupy z přesné nivelace

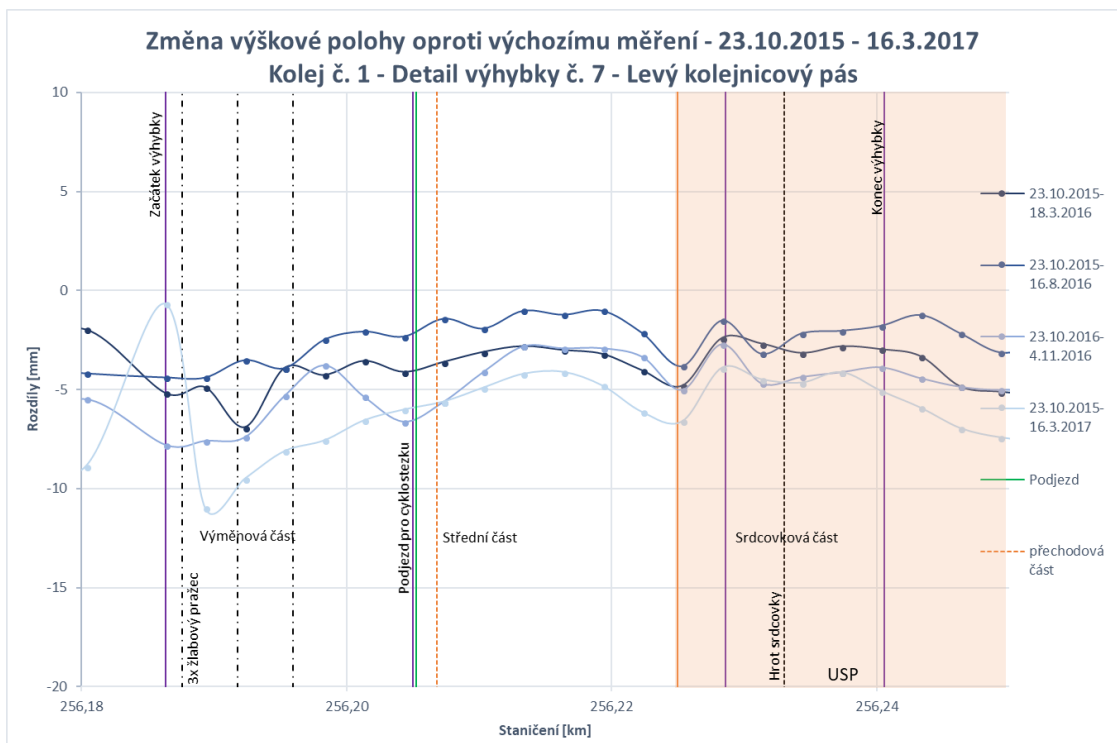
Seznam grafů:

Graf č. 1 – Změna výškové polohy; výhybka č. 7 LP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017).....	6
Graf č. 2 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 7 LP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017).....	6
Graf č. 3 – Změna výškové polohy; výhybka č. 7 PP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017).....	7
Graf č. 4 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 7 PP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017).....	7
Graf č. 5 – Změna výškové polohy; výhybka č. 7 LP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	8
Graf č. 6 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 7 LP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	8
Graf č. 7 – Změna výškové polohy; výhybka č. 7 PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	9
Graf č. 8 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 7 PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	9
Graf č. 9 – Změna výškové polohy; výhybka č. 8 LP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017).....	10
Graf č. 10 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 8 LP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017).....	10
Graf č. 11 – Změna výškové polohy; výhybka č. 8 PP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017).....	11
Graf č. 12 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 8 PP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017).....	11
Graf č. 13 – Změna výškové polohy; výhybka č. 8 LP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	12
Graf č. 14 – Změna výškové polohy; detail výhybky č.8 LP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	12
Graf č. 15 – Změna výškové polohy; výhybka č. 8 PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	13
Graf č. 16 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 8 PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017).....	13
Graf č. 17 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, výhybka č. 7, bez odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)	14
Graf č. 18 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 7, bez odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)	14
Graf č. 19 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, výhybka č. 8, bez odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)	15
Graf č. 20 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 8, bez odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017).....	15
Graf č. 21 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, výhybka č. 7, po odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)	16
Graf č. 22 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 7, po odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)	16
Graf č. 23 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, výhybka č. 8, po odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)	17
Graf č. 24 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 8, po odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017).....	17
Graf č. 25 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 7, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	18
Graf č. 26 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 7, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017).....	18
Graf č. 27 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	19

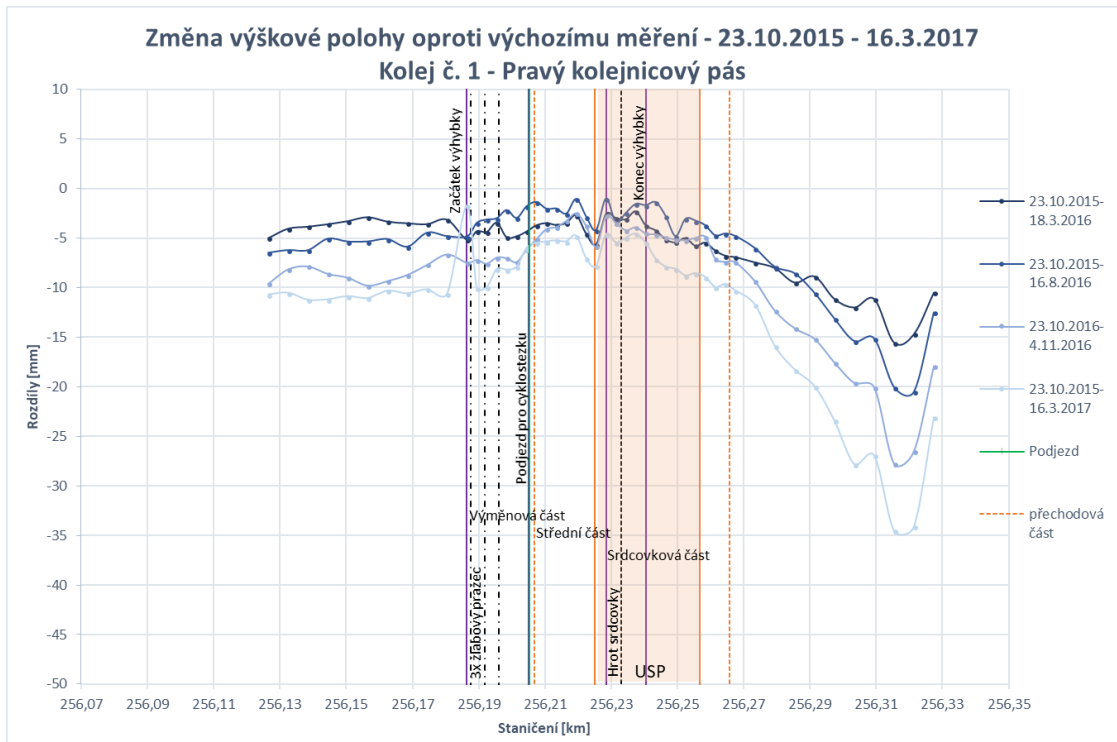
Graf č. 28 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017).....	19
Graf č. 29 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	20
Graf č. 30 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017).....	20
Graf č. 31 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 8, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)	21
Graf č. 32 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 8, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017).....	21
Graf č. 33 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 7 LP – bez odečtení vlivu podbití.....	22
Graf č. 34 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 7 LP – po odečtení vlivu podbití	22
Graf č. 35 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 7 PP – bez odečtení vlivu podbití.....	23
Graf č. 36 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 7 PP – po odečtení vlivu podbití	23
Graf č. 37 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 8 LP – bez odečtení vlivu podbití.....	24
Graf č. 38 - Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 8 LP - po odečtení vlivu podbití	24
Graf č. 39 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 8 PP – bez odečtení vlivu podbití.....	25
Graf č. 40 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 8 PP – po odečtení vlivu podbití	25
Graf č. 41 – Zborcení koleje č. 1 – 18. 3. 2016.....	26
Graf č. 42 – Zborcení koleje č. 1 – 16. 8. 2016.....	26
Graf č. 43 – Zborcení koleje č. 1 – 4. 11. 2016.....	27
Graf č. 44 – Zborcení koleje č. 1 – 16. 3. 2017.....	27
Graf č. 45 – Zborcení koleje č. 1 – 24. 3. 2017.....	28
Graf č. 46 – Zborcení koleje č. 1 – 24. 8. 2017.....	28
Graf č. 47 – Zborcení koleje č. 1 – 31. 10. 2017.....	29
Graf č. 48 – Zborcení koleje č. 2 – 18. 3. 2016.....	29
Graf č. 49 – Zborcení koleje č. 2 – 16. 8. 2016.....	30
Graf č. 50 – Zborcení koleje č. 2 – 4. 11. 2016.....	30
Graf č. 51 – Zborcení koleje č. 2 – 16. 3. 2017.....	31
Graf č. 52 – Zborcení koleje č. 2 – 24. 3. 2017.....	31
Graf č. 53 – Zborcení koleje č. 2 – 24. 8. 2017.....	32
Graf č. 54 – Zborcení koleje č. 2 – 31. 10. 2017.....	32



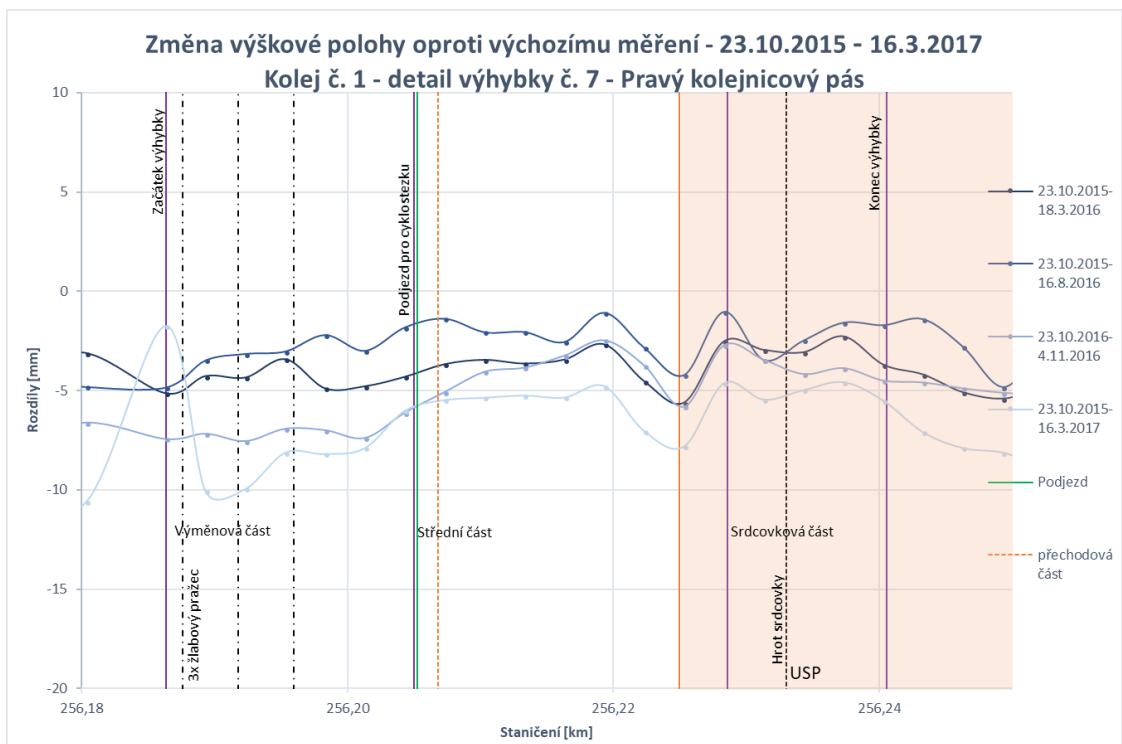
Graf č. 1 – Změna výškové polohy; výhybka č. 7 LP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017)



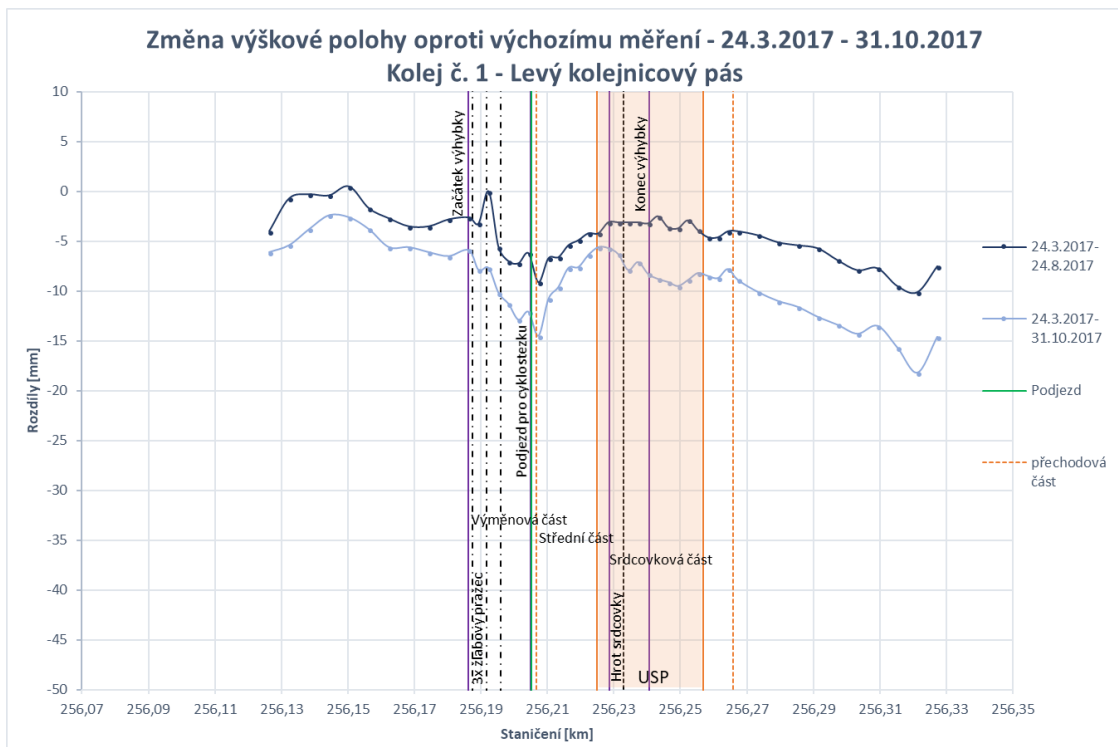
Graf č. 2 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 7 LP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017)



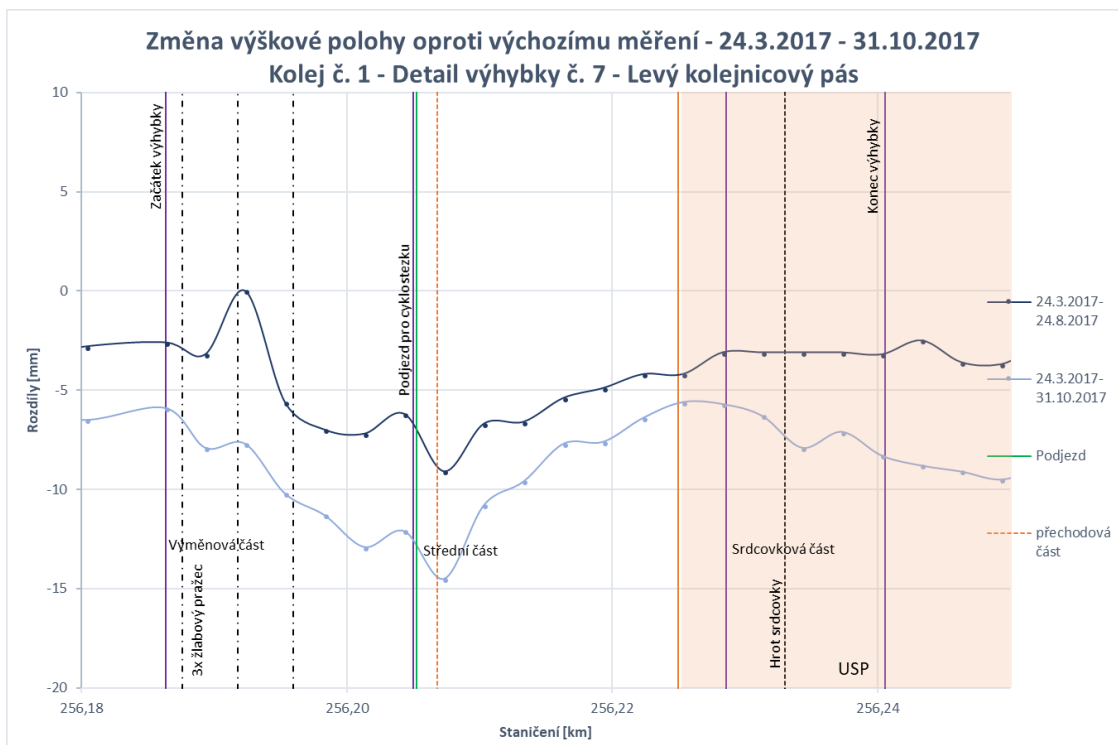
Graf č. 3 – Změna výškové polohy; výhybka č. 7 PP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017)



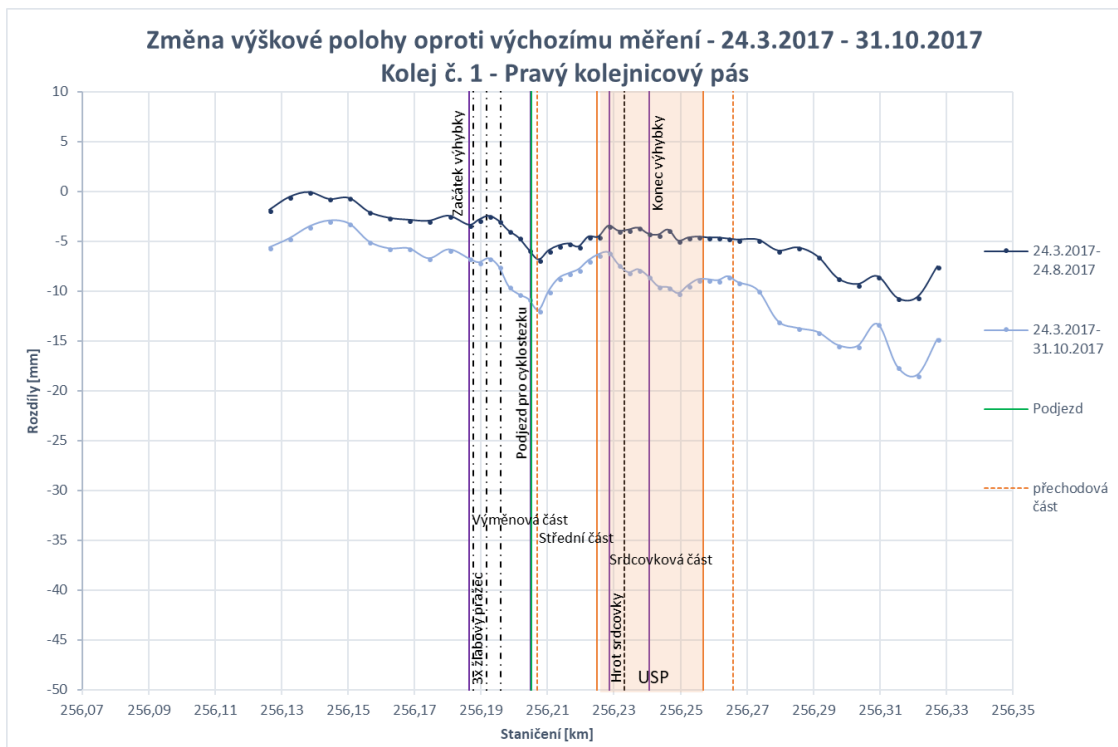
Graf č. 4 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 7 PP (23. 10. 2015 – 16. 3. 2017)



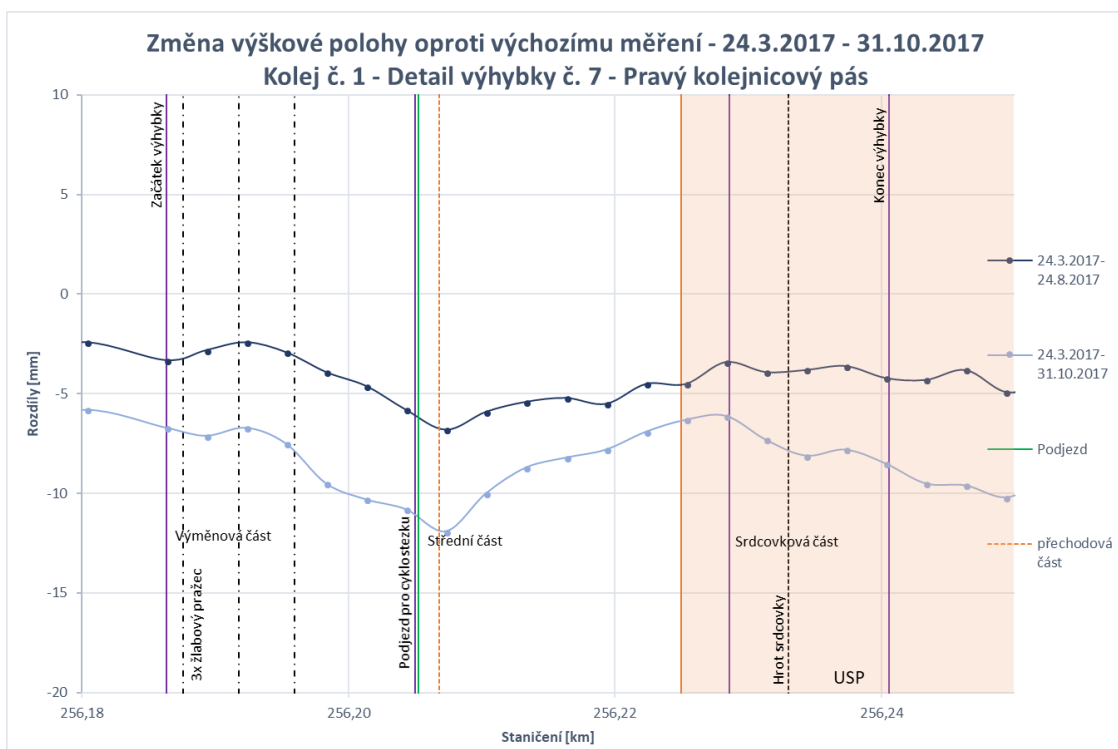
Graf č. 5 – Změna výškové polohy; výhybka č. 7 LP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)



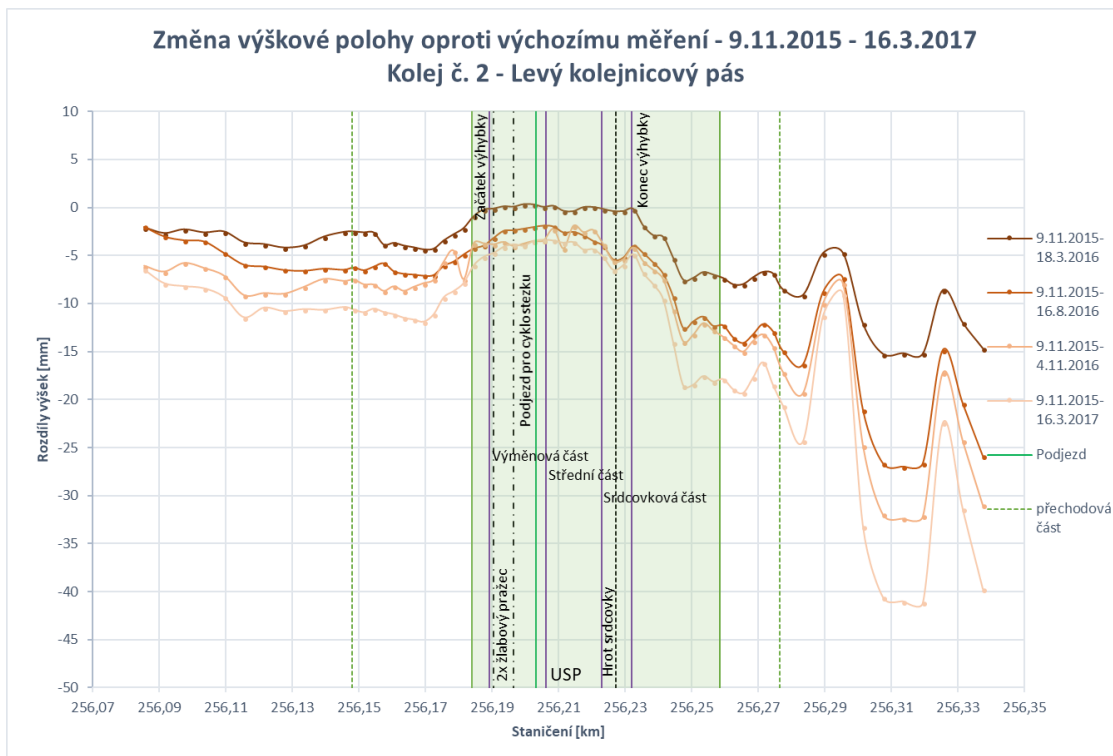
Graf č. 6 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 7 LP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)



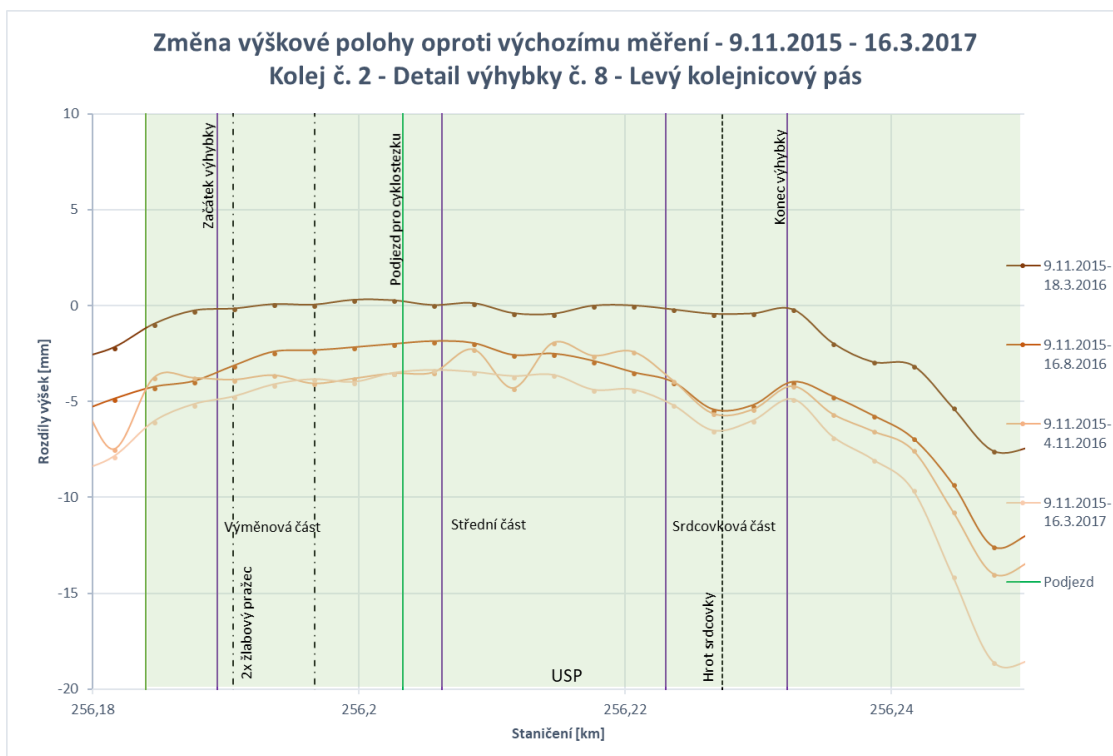
Graf č. 7 – Změna výškové polohy; výhybka č. 7 PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)



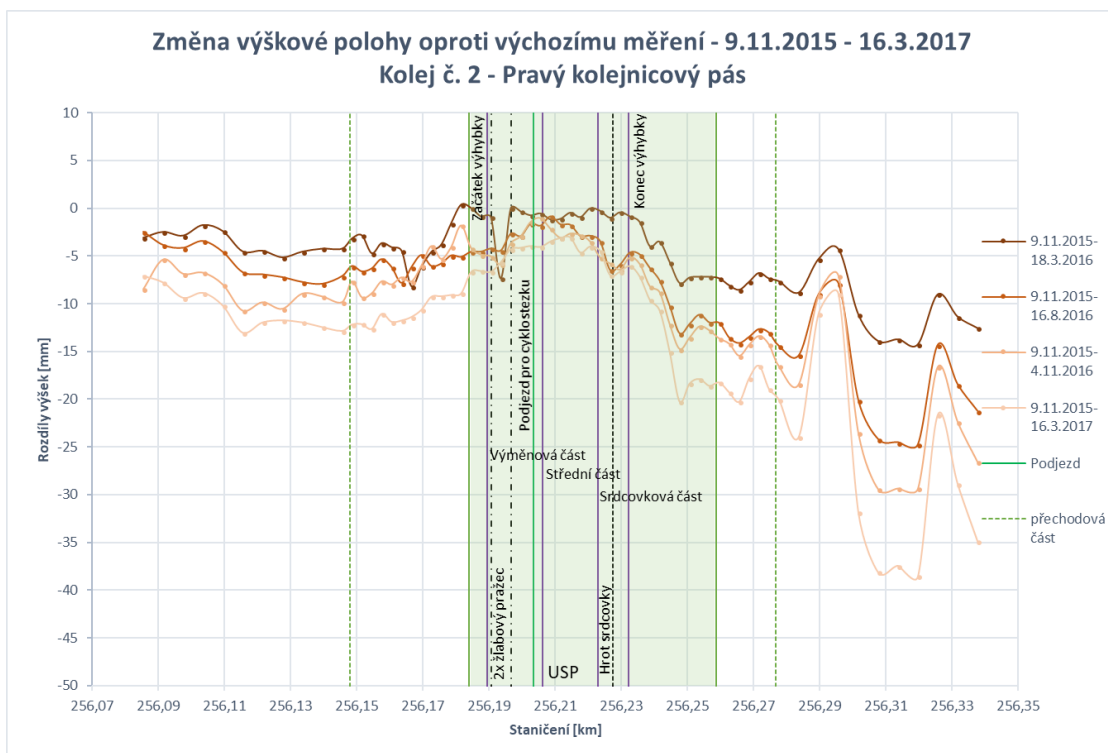
Graf č. 8 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 7 PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)



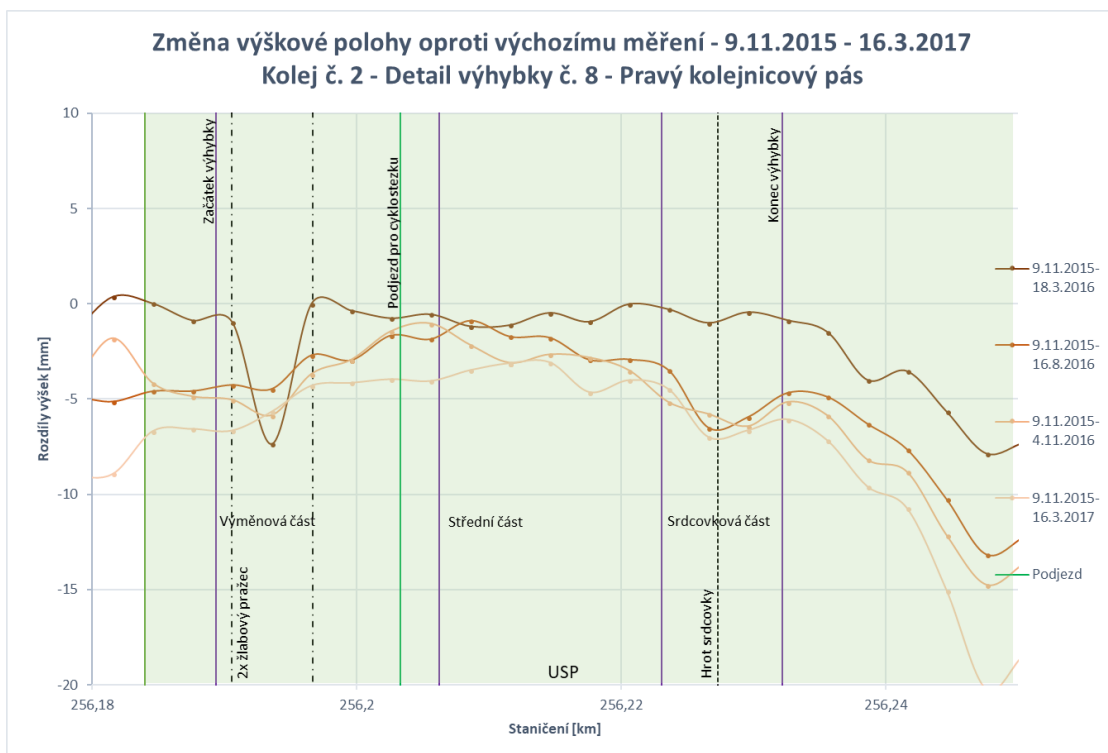
Graf č. 9 – Změna výškové polohy; výhybka č. 8 LP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017)



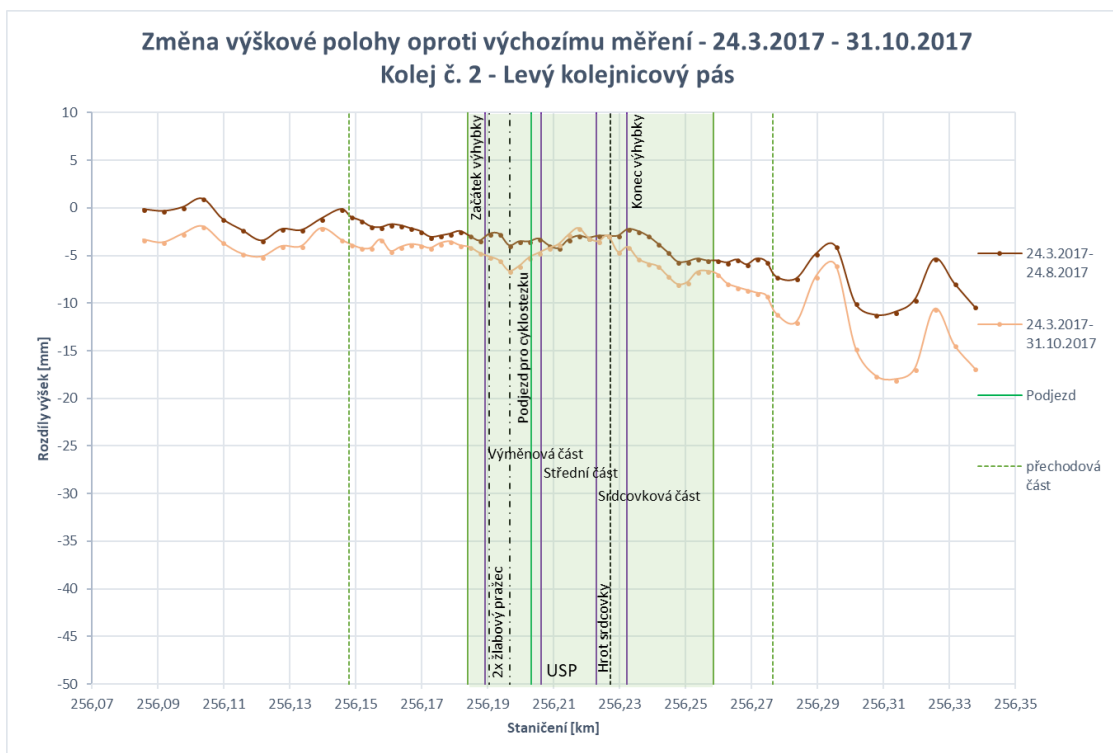
Graf č. 10 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 8 LP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017)



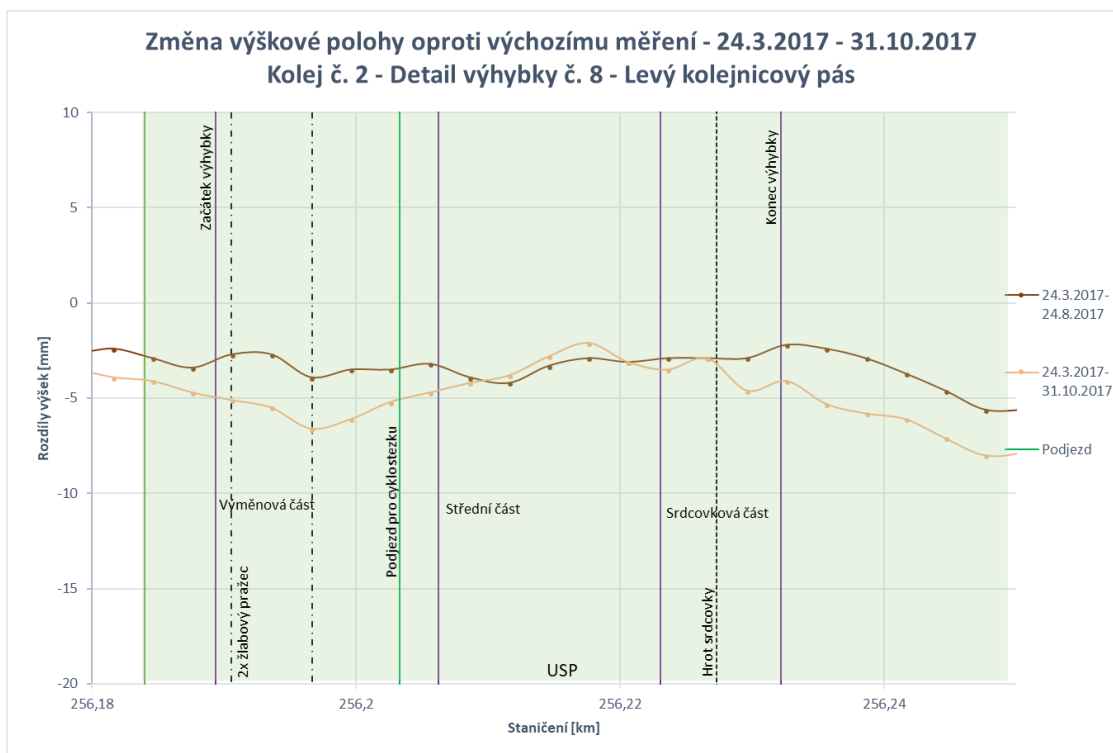
Graf č. 11 – Změna výškové polohy; výhybka č. 8 PP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017)



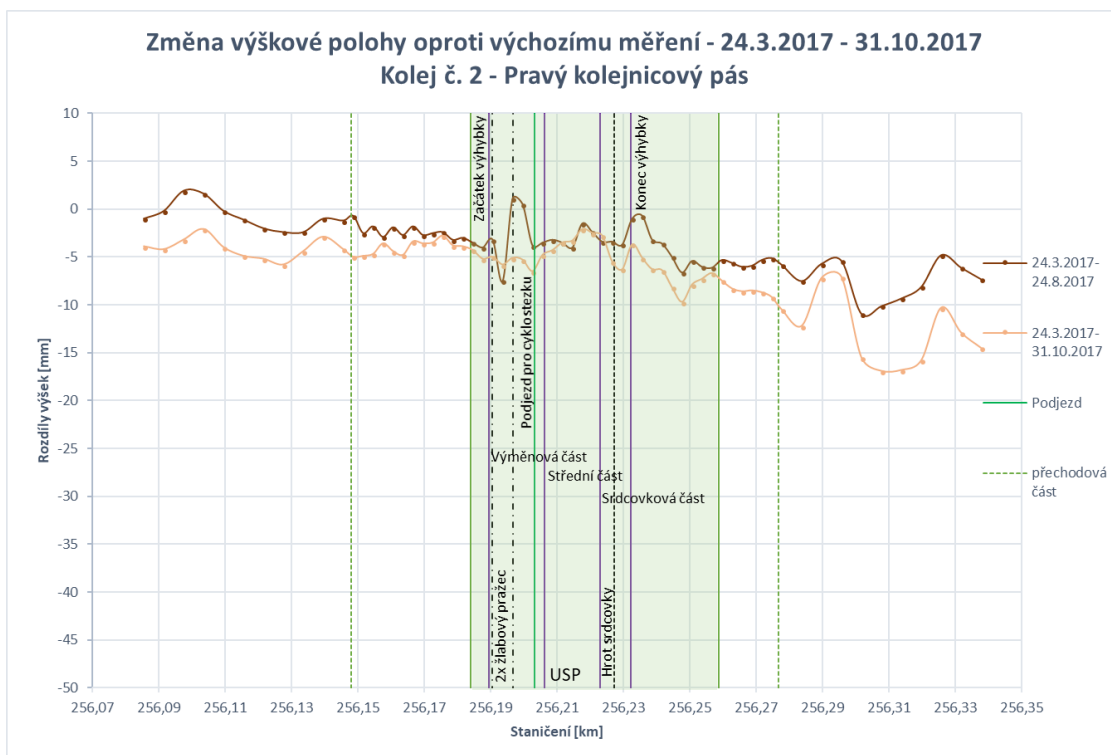
Graf č. 12 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 8 PP (9. 11. 2015 – 16. 3. 2017)



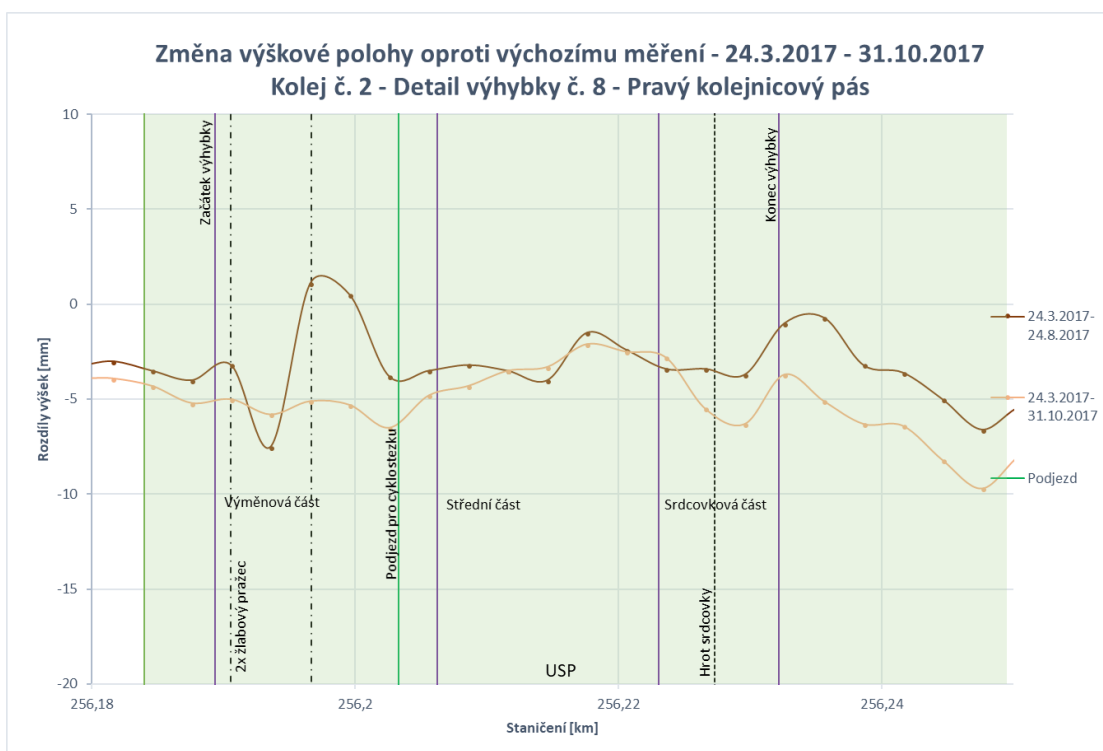
Graf č. 13 – Změna výškové polohy; výhybka č. 8 LP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)



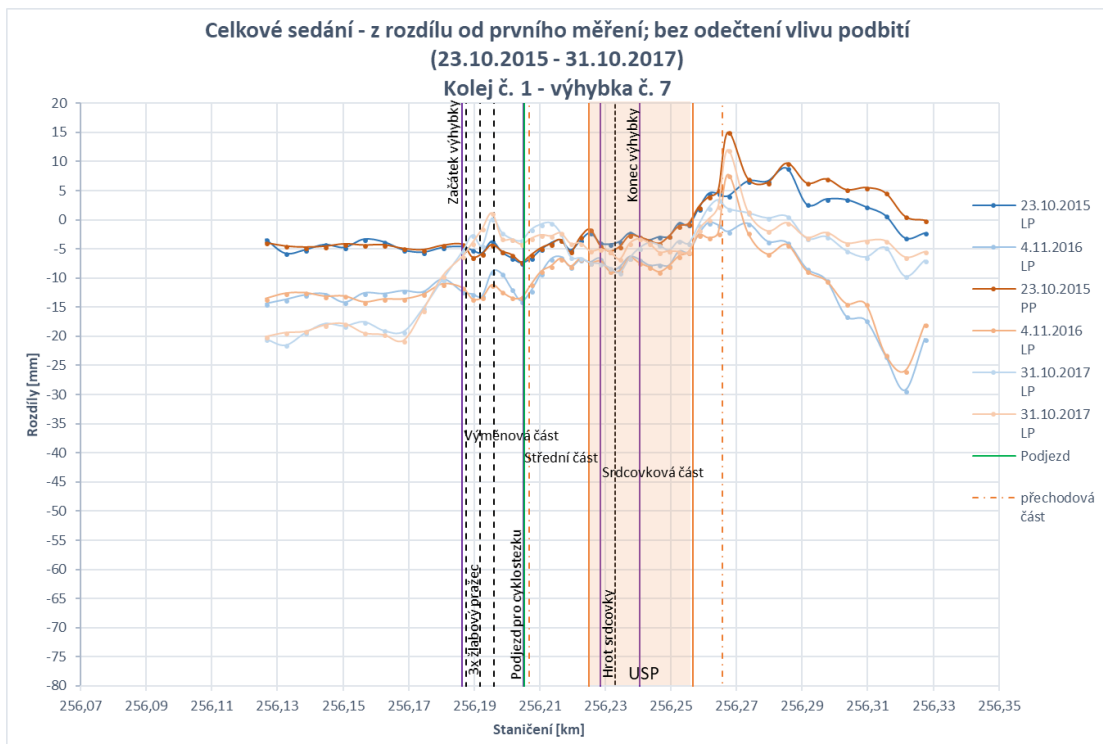
Graf č. 14 – Změna výškové polohy; detail výhybky č.8 LP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)



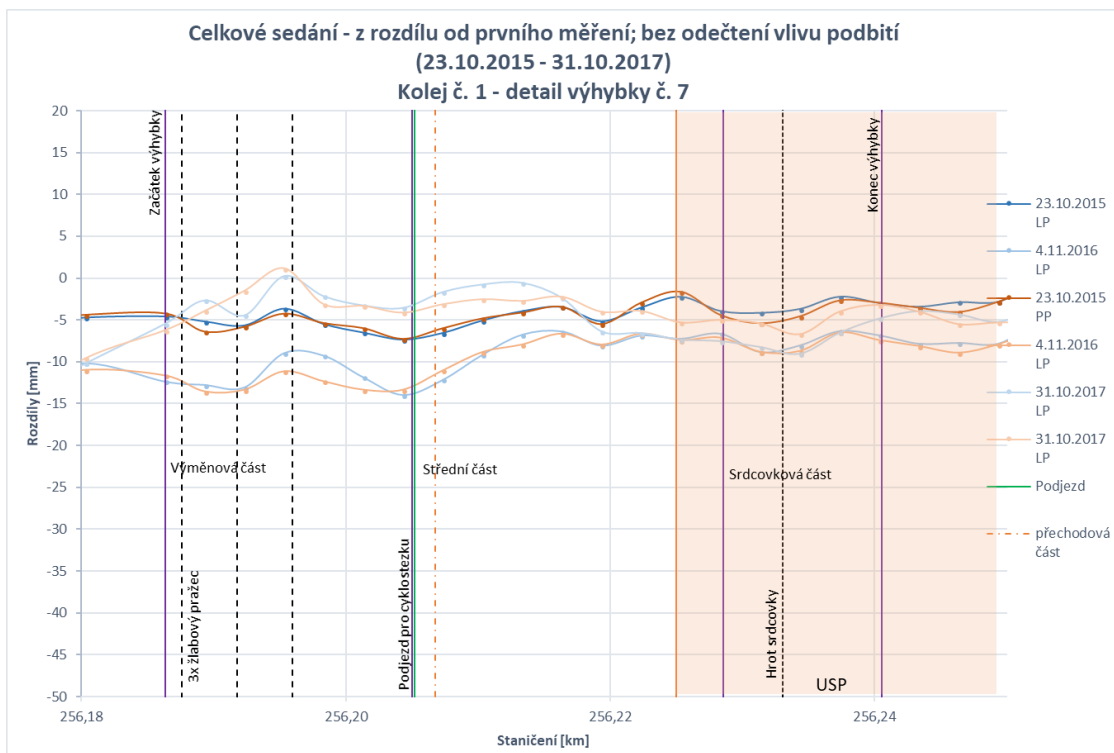
Graf č. 15 – Změna výškové polohy; výhybka č. 8 PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)



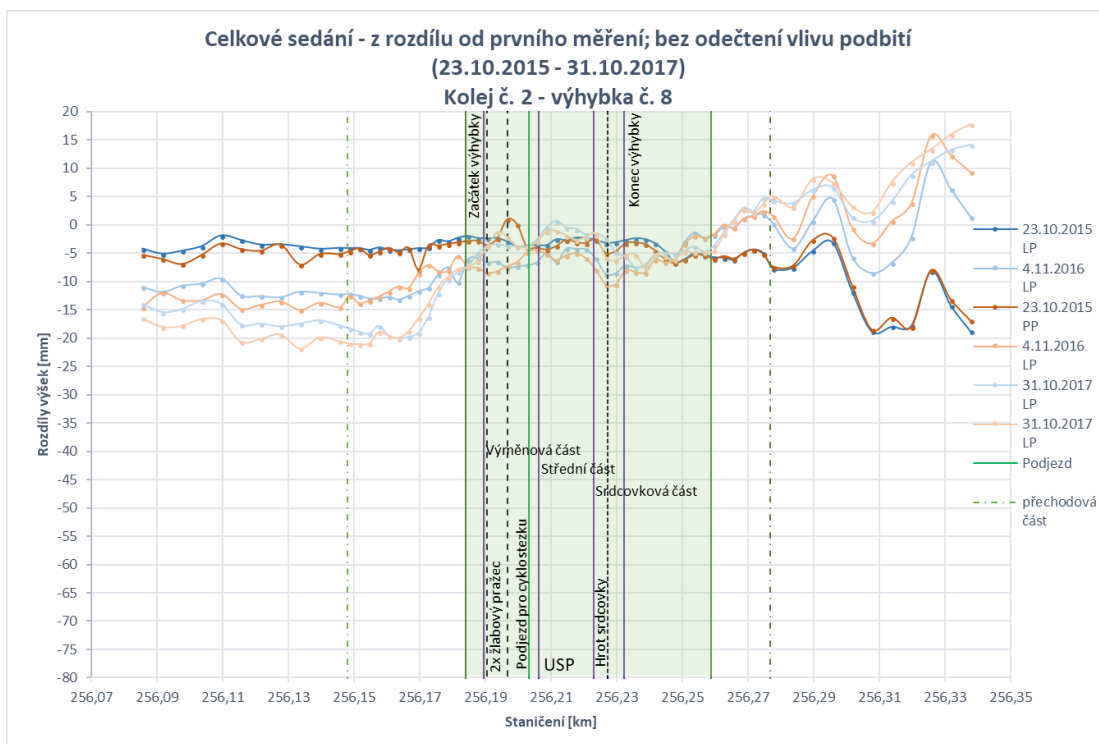
Graf č. 16 – Změna výškové polohy; detail výhybky č. 8 PP (24. 3. 2017 – 31. 10. 2017)



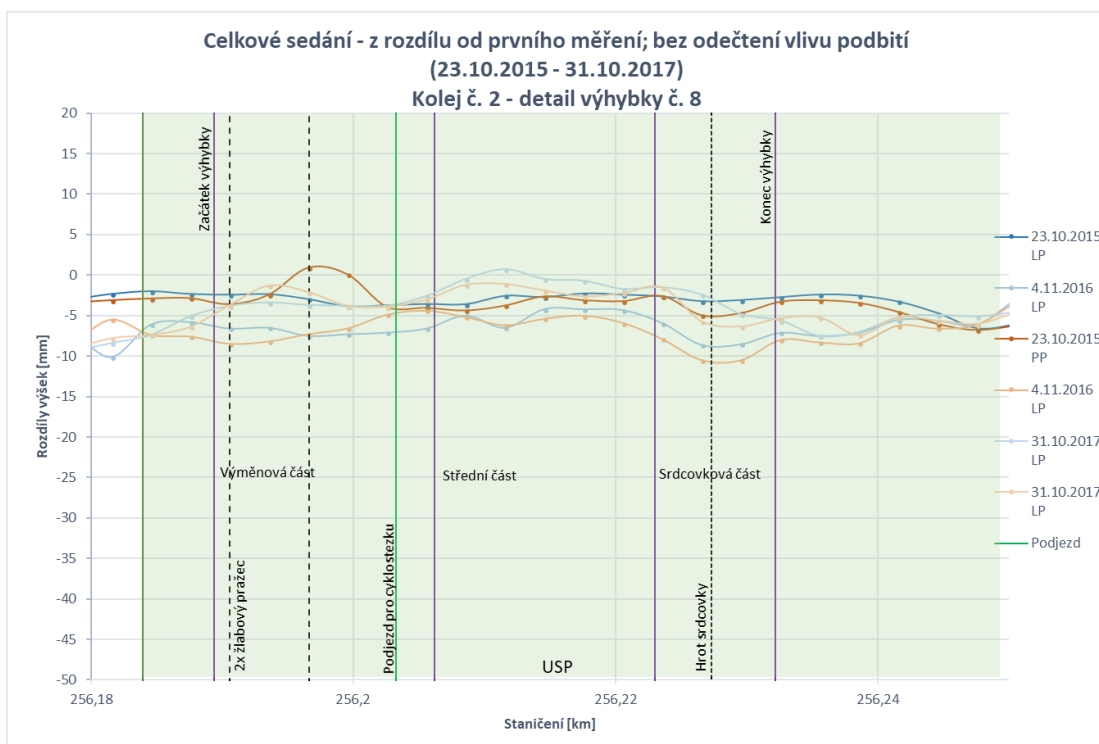
Graf č. 17 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, výhybka č. 7, bez odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



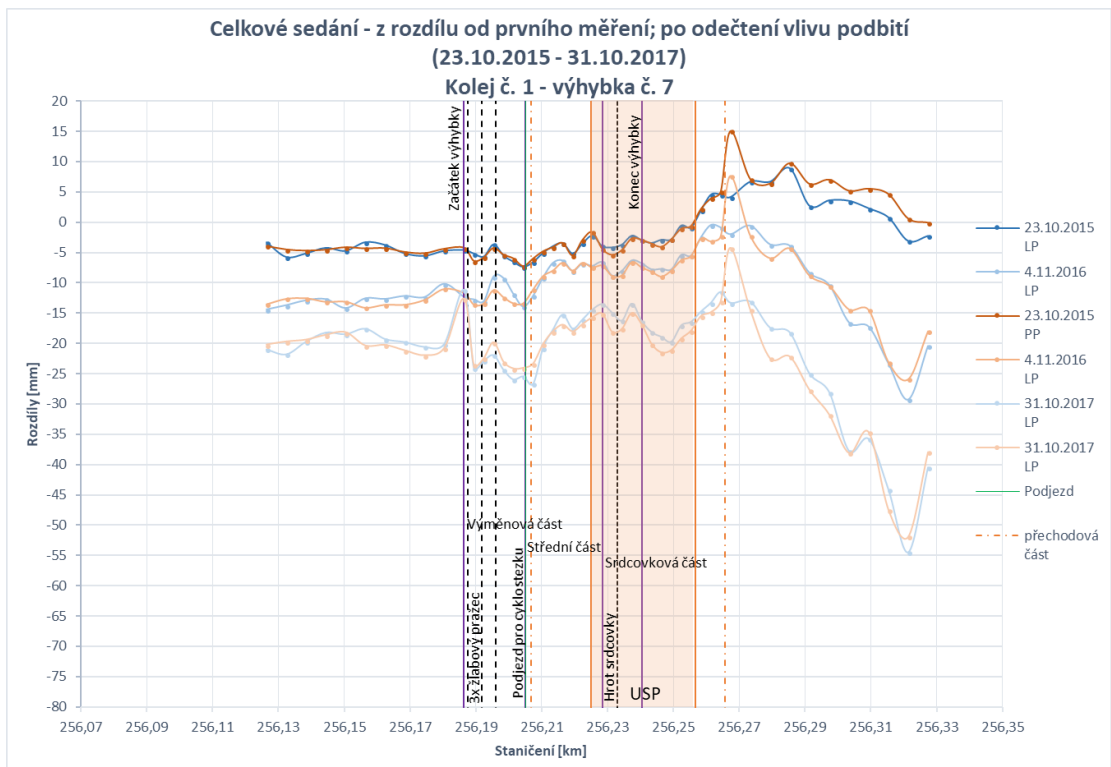
Graf č. 18 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 7, bez odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



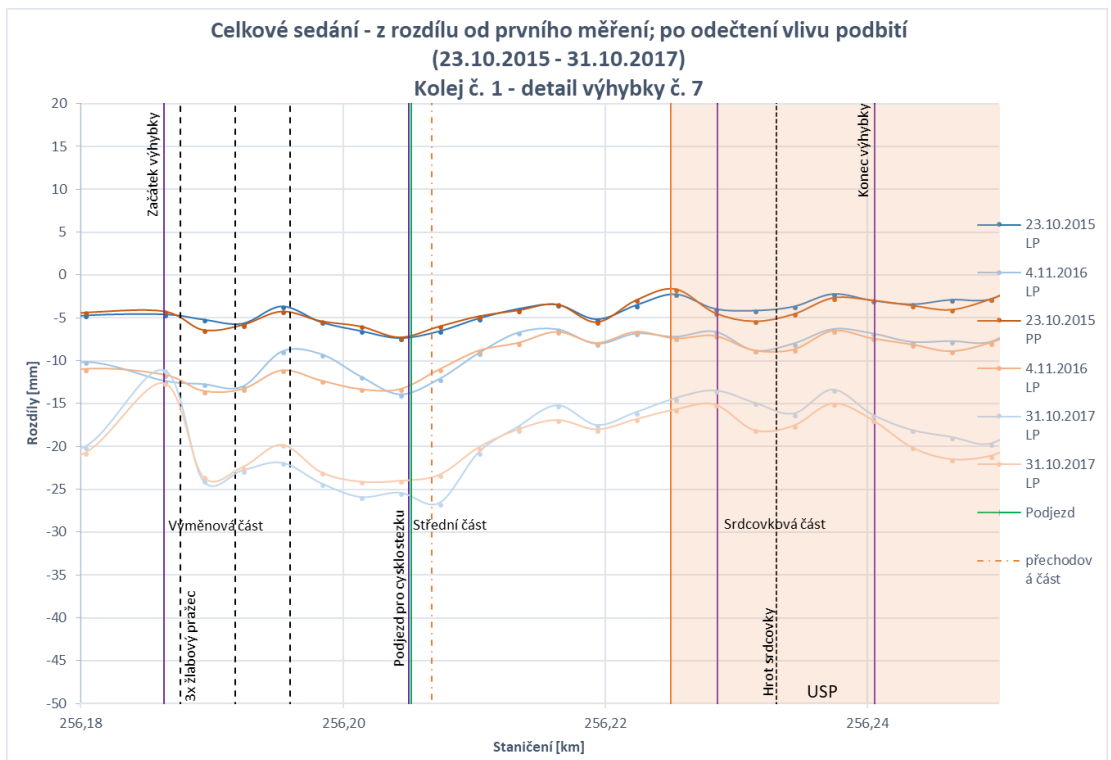
Graf č. 19 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, výhybka č. 8, bez odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



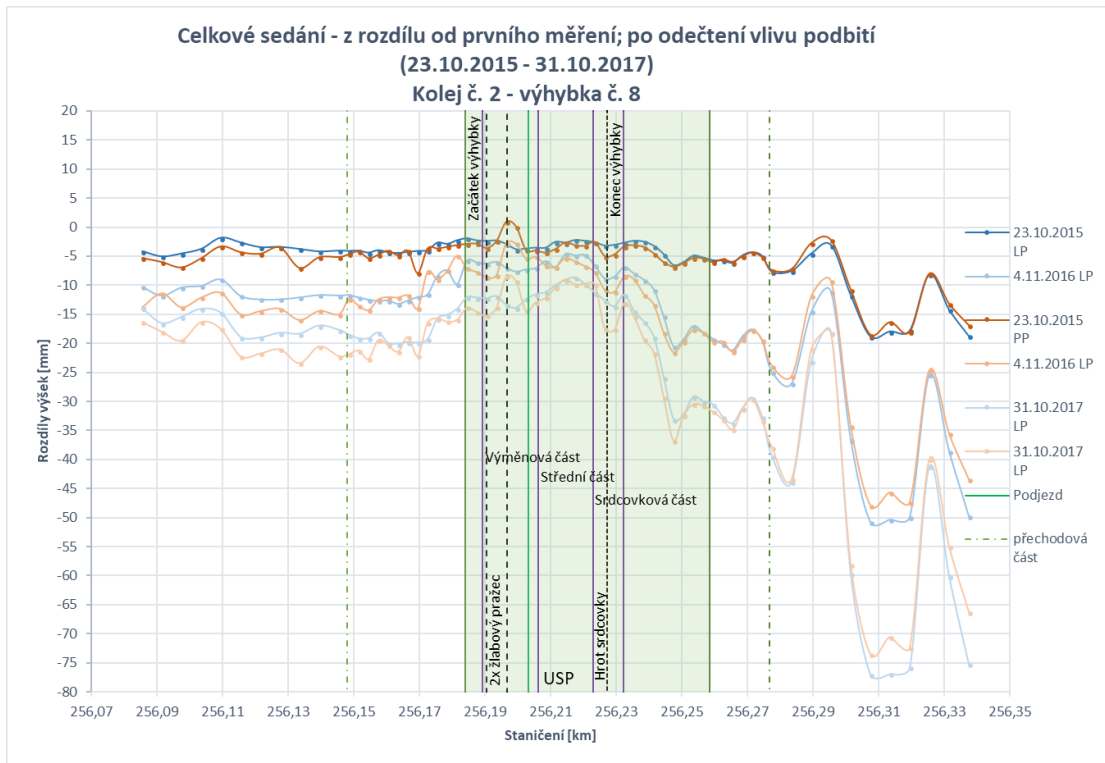
Graf č. 20 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 8, bez odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



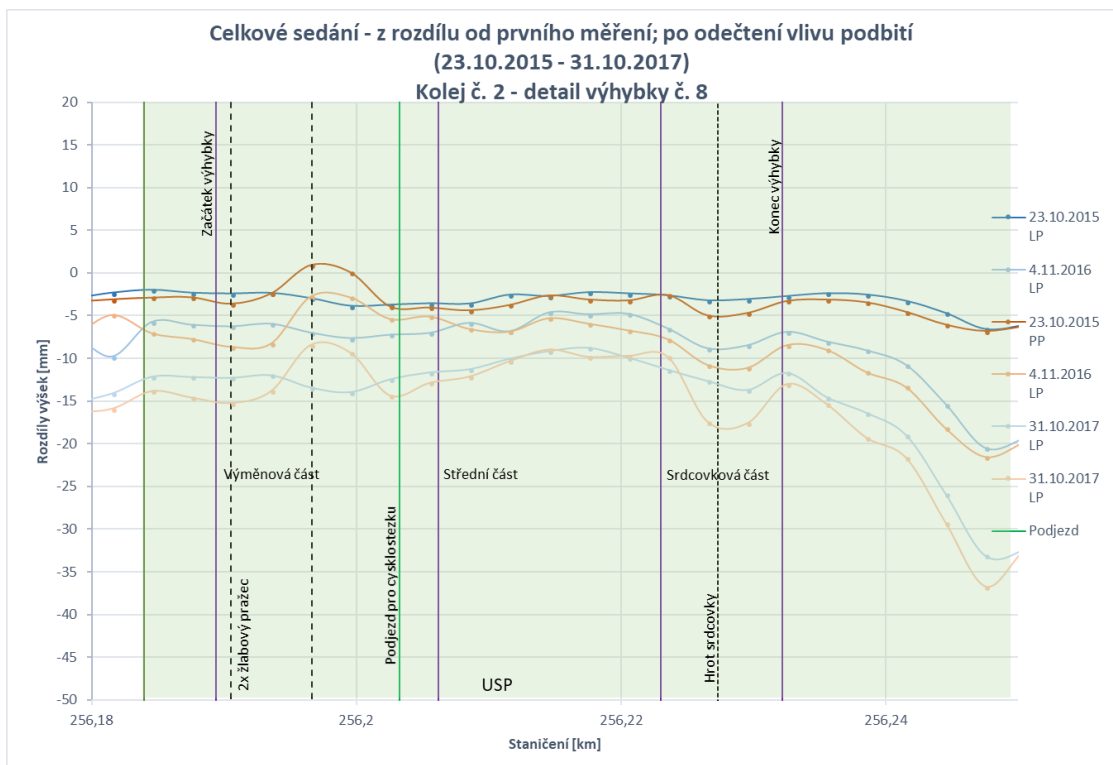
Graf č. 21 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, výhybka č. 7, po odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



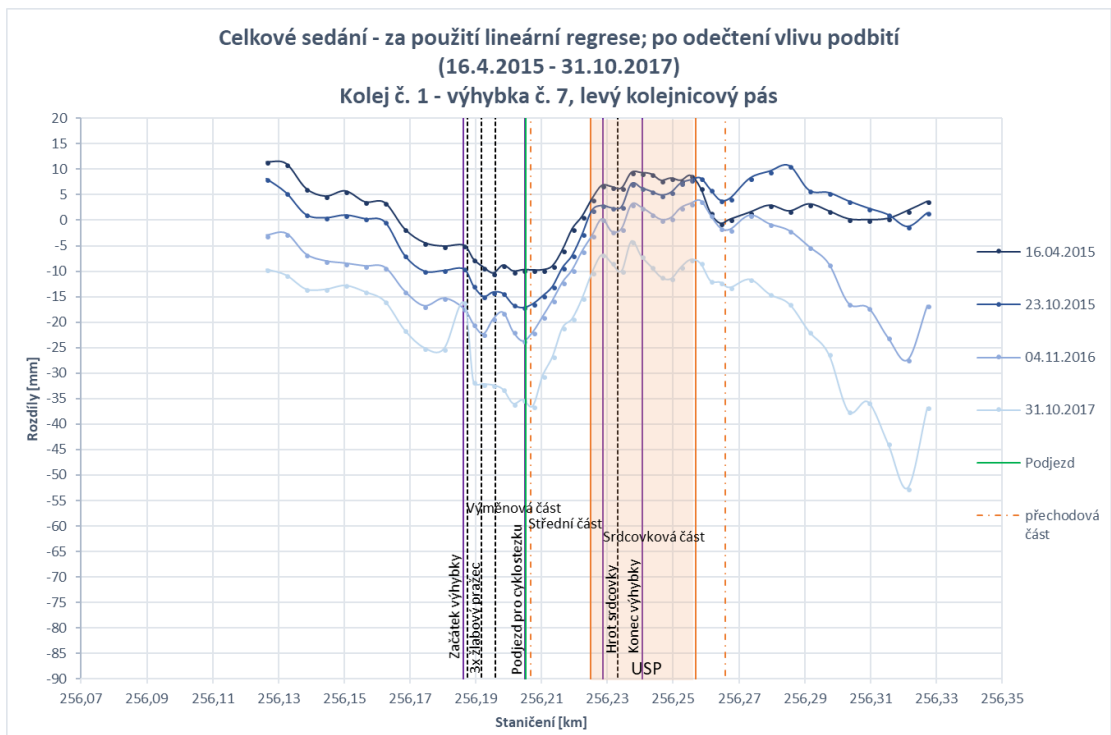
Graf č. 22 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 7, po odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



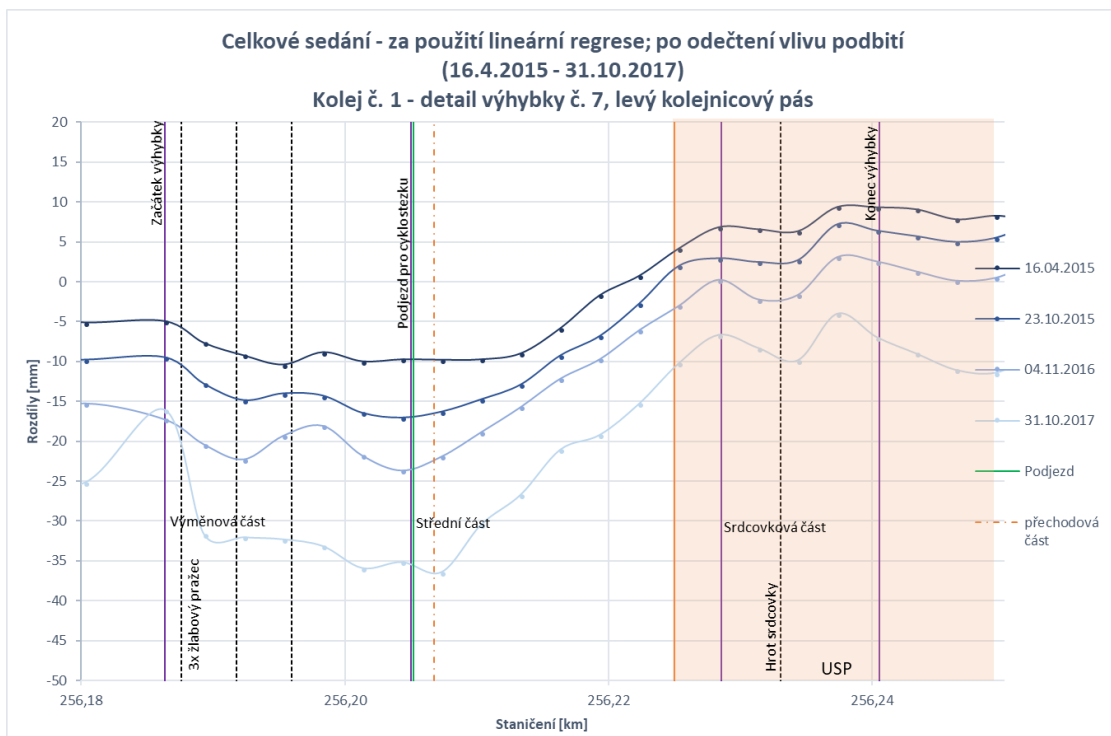
Graf č. 23 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, výhybka č. 8, po odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



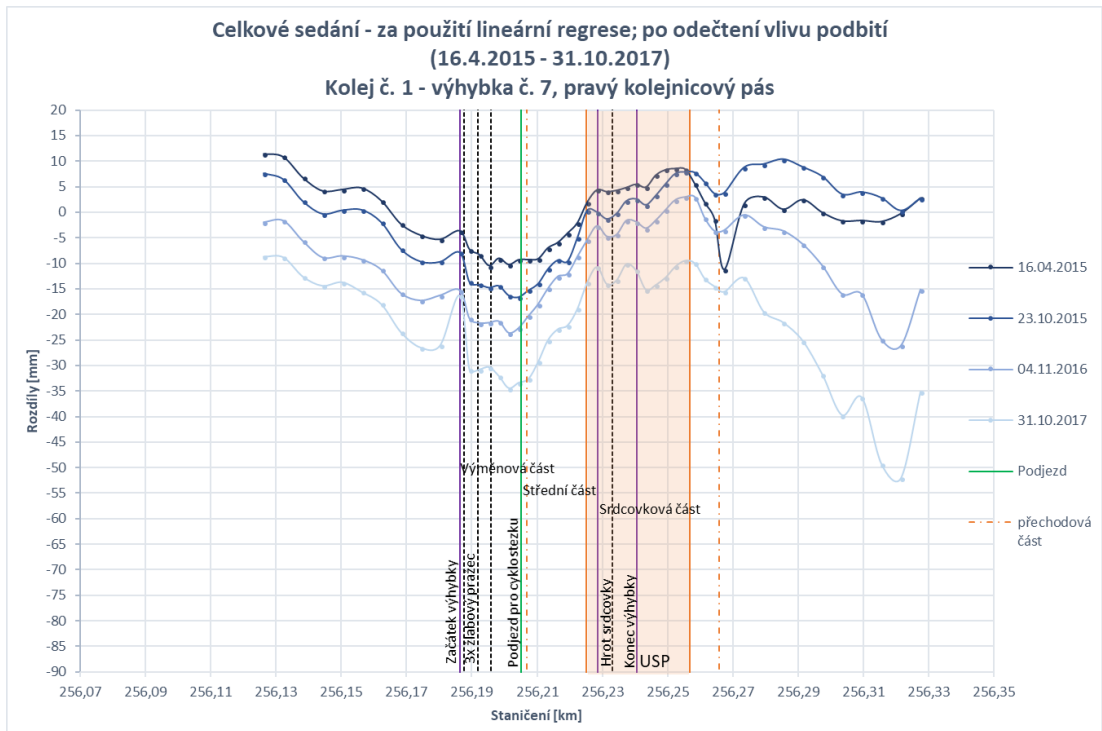
Graf č. 24 – Celkové sedání – z rozdílu od prvního měření, detail výhybky č. 8, po odečtení vlivu podbití (23. 10. 2015 – 31. 10. 2017)



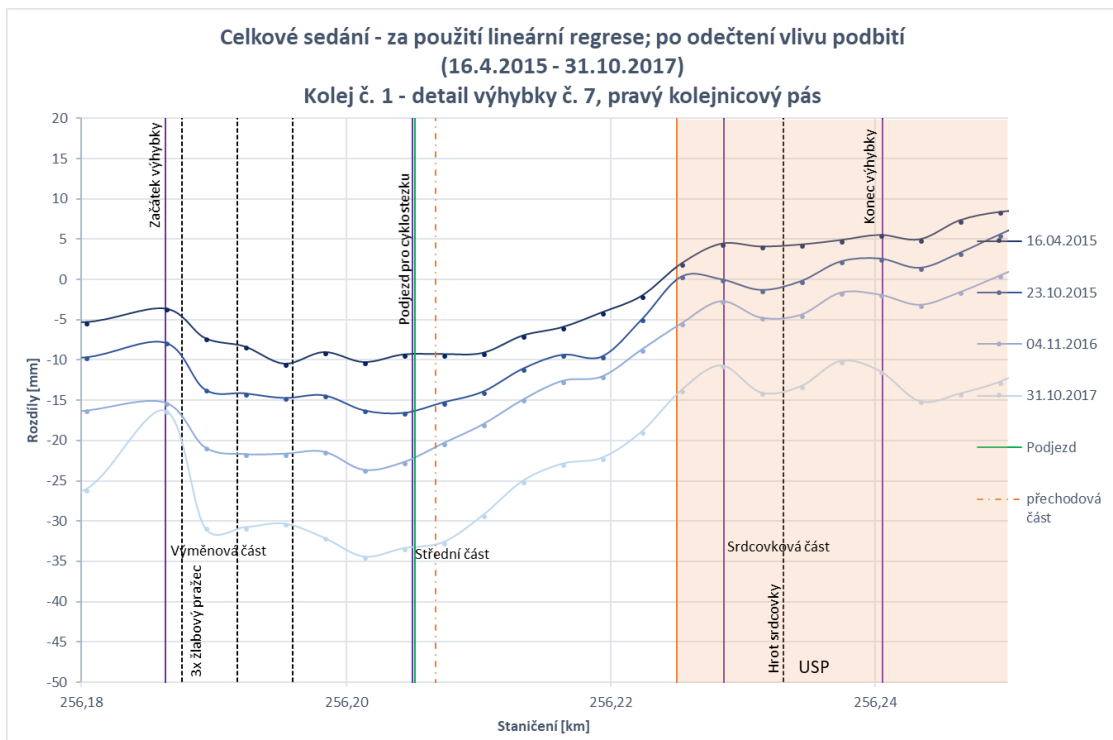
Graf č. 25 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 7, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



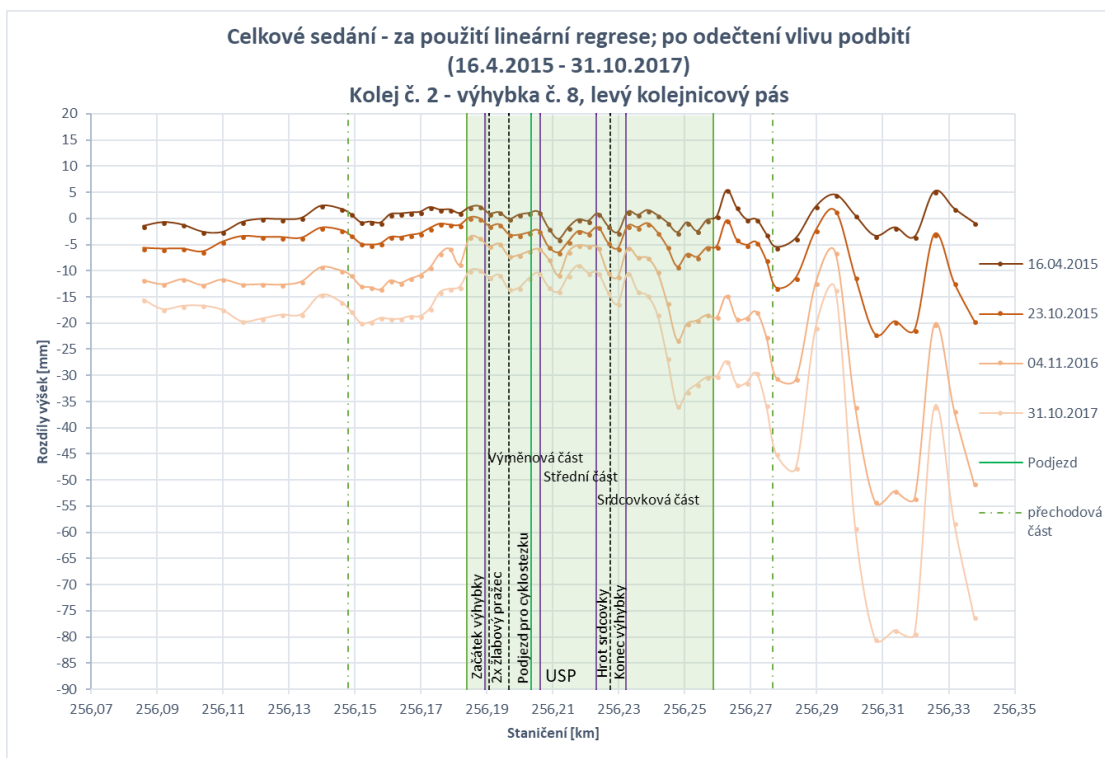
Graf č. 26 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 7, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



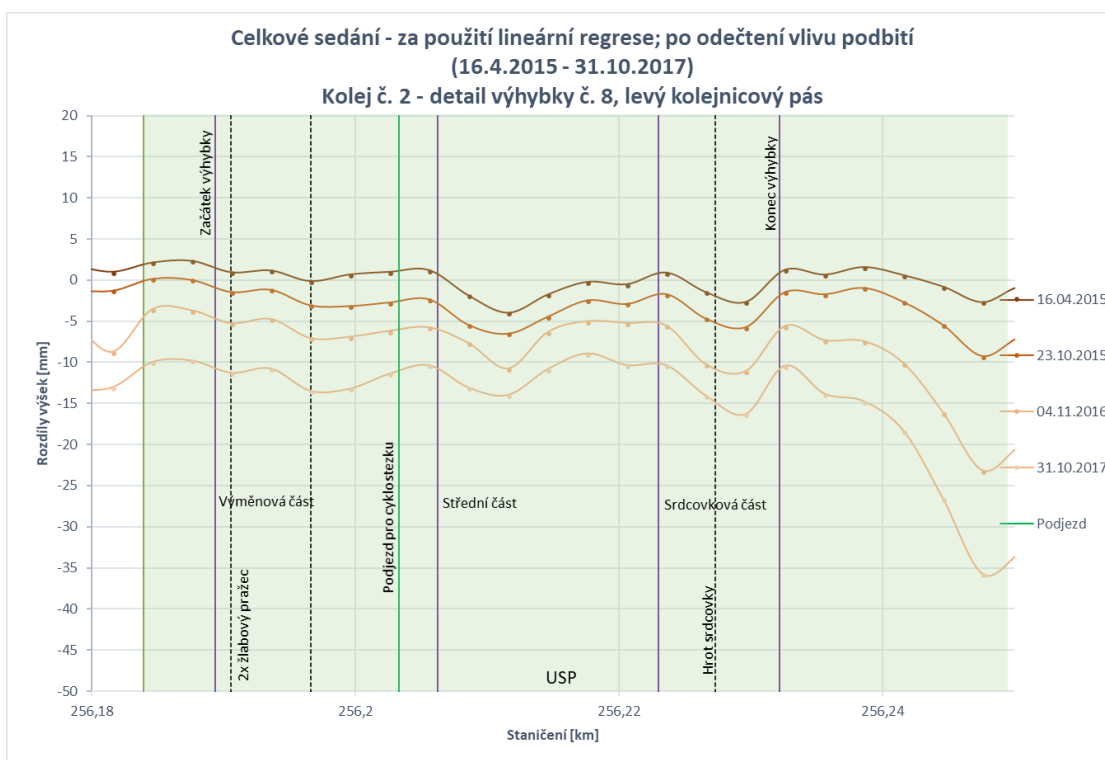
Graf č. 27 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



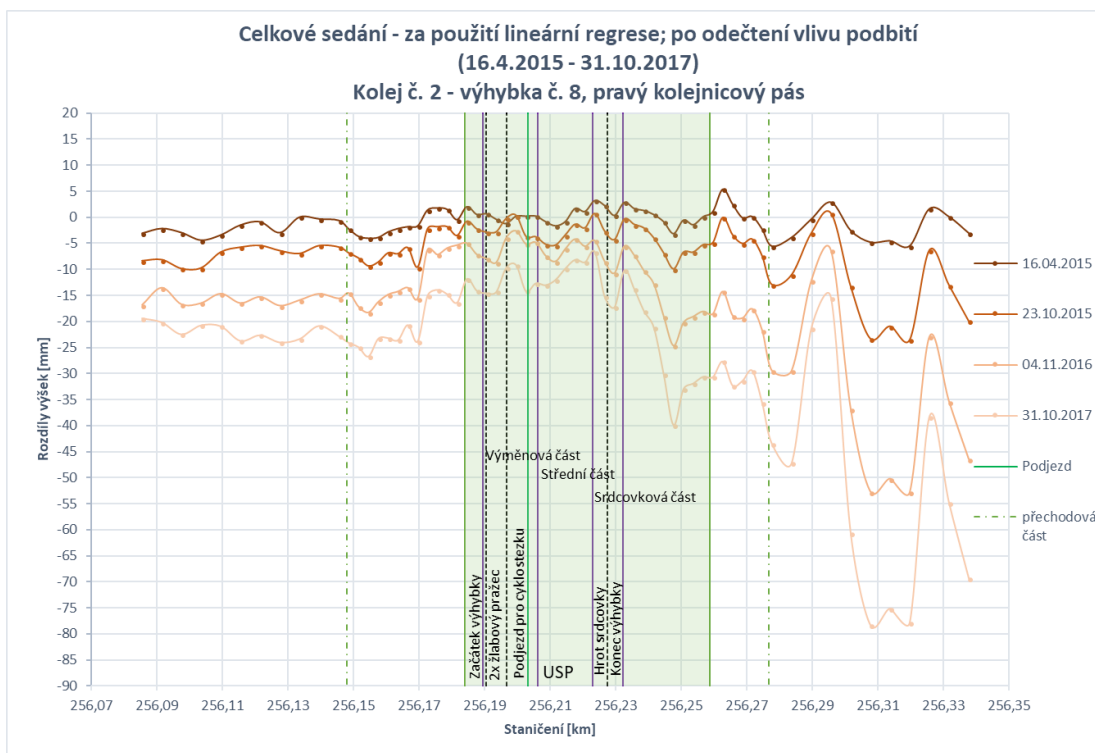
Graf č. 28 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 7, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



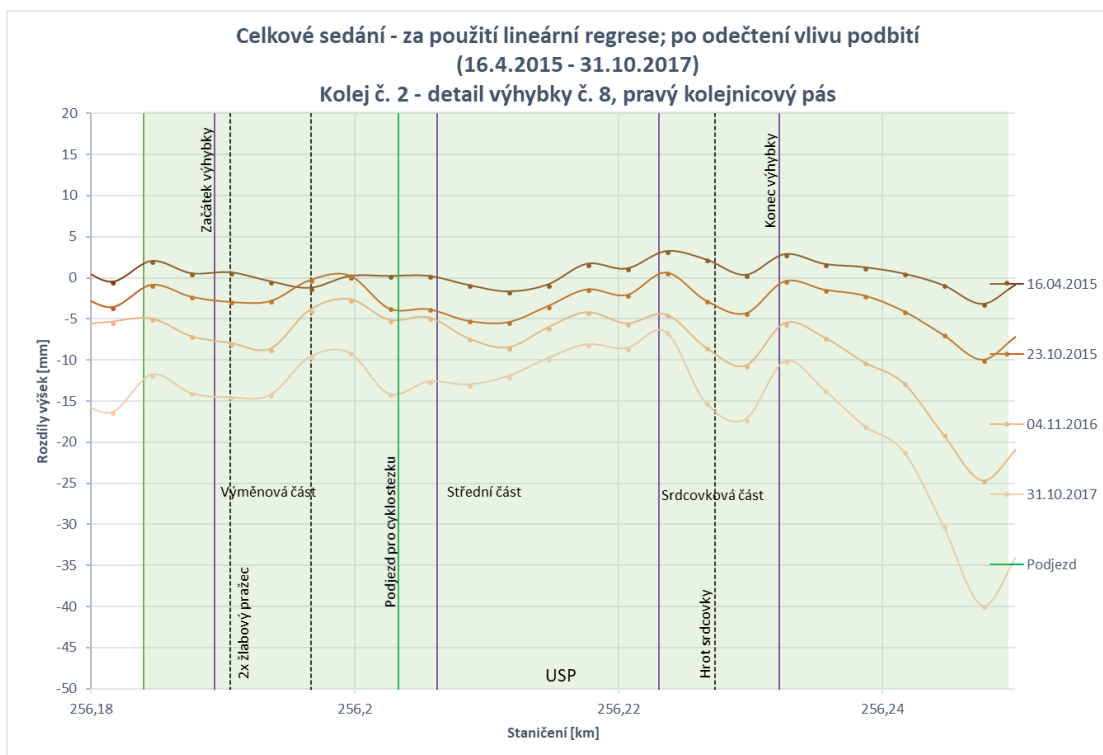
Graf č. 29 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



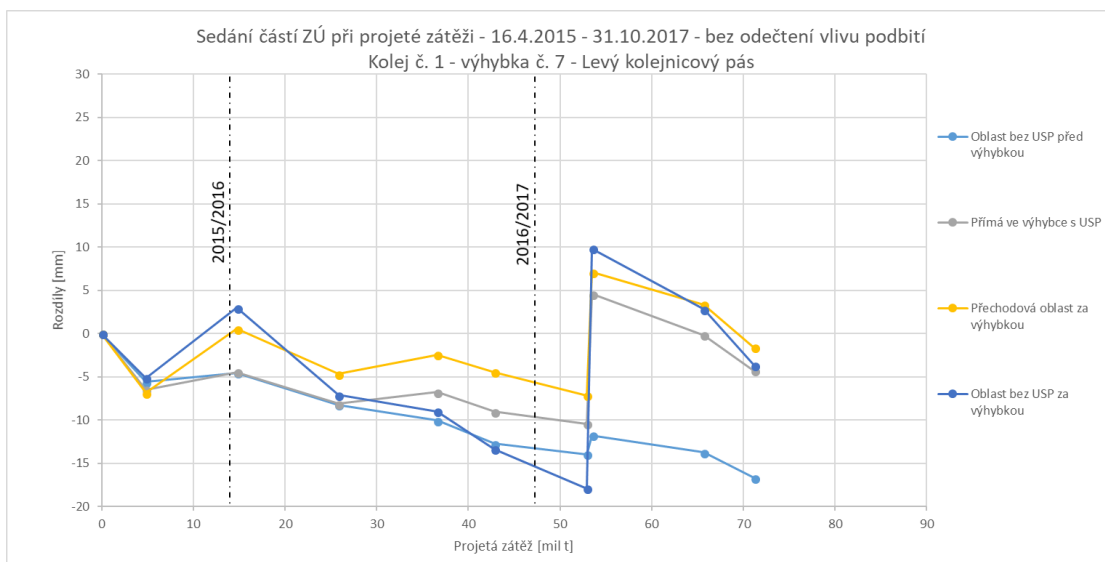
Graf č. 30 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 8, LP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



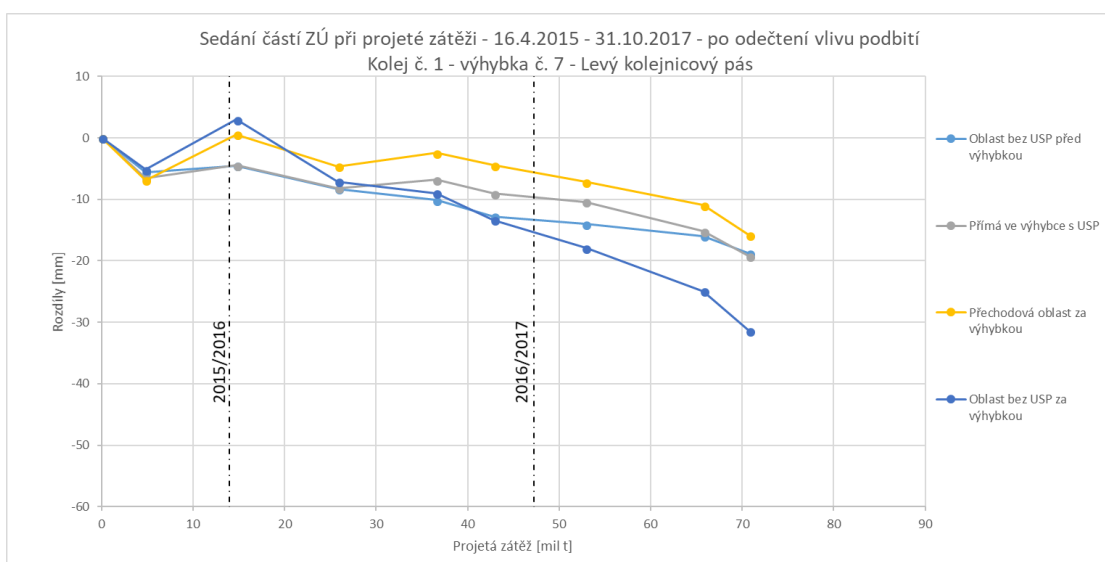
Graf č. 31 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, výhybka č. 8, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



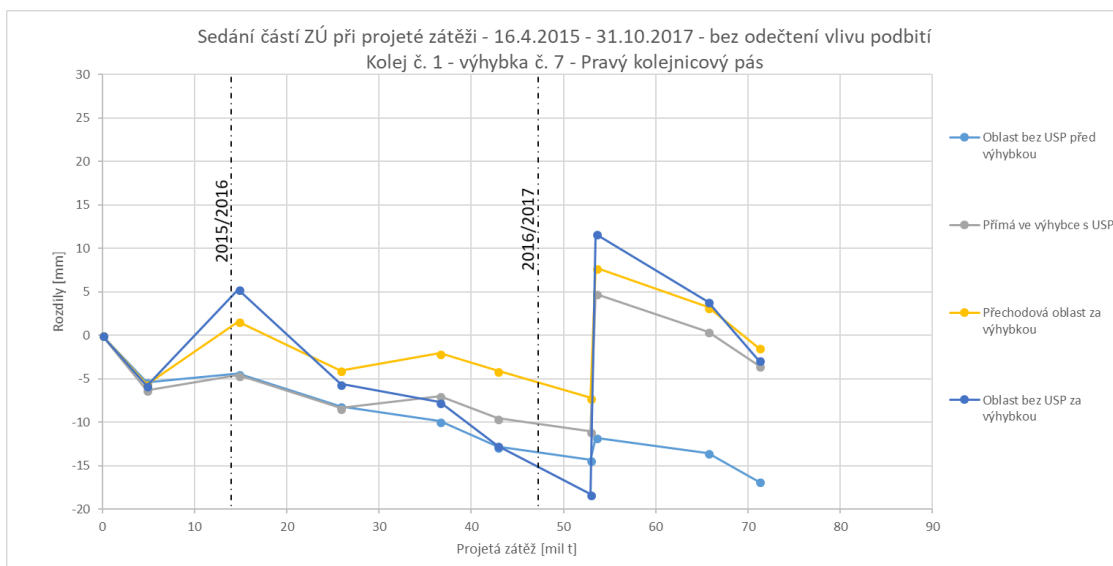
Graf č. 32 – Celkové sedání – za použití lineární regrese, detail výhybky č. 8, PP, po odečtení vlivu podbití (16. 4. 2015 – 31. 10. 2017)



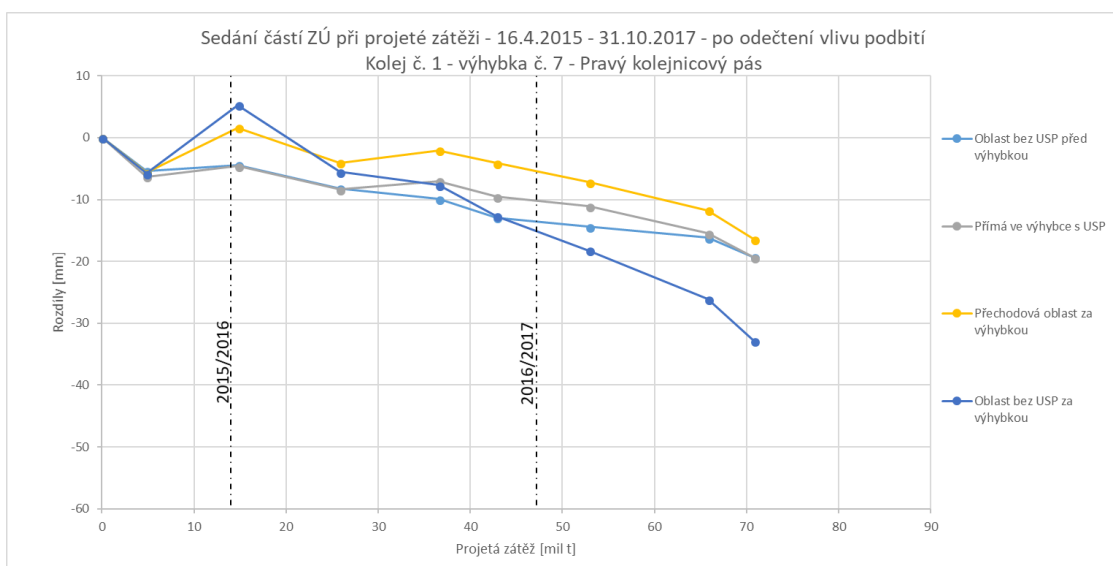
Graf č. 33 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 7 LP – bez odečtení vlivu podbití



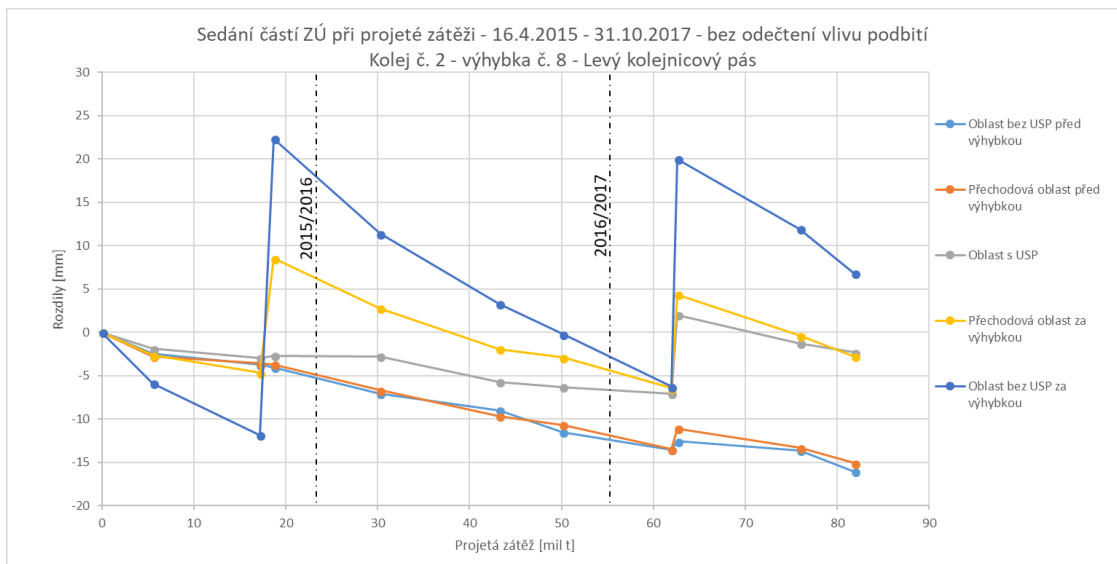
Graf č. 34 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 7 LP – po odečtení vlivu podbití



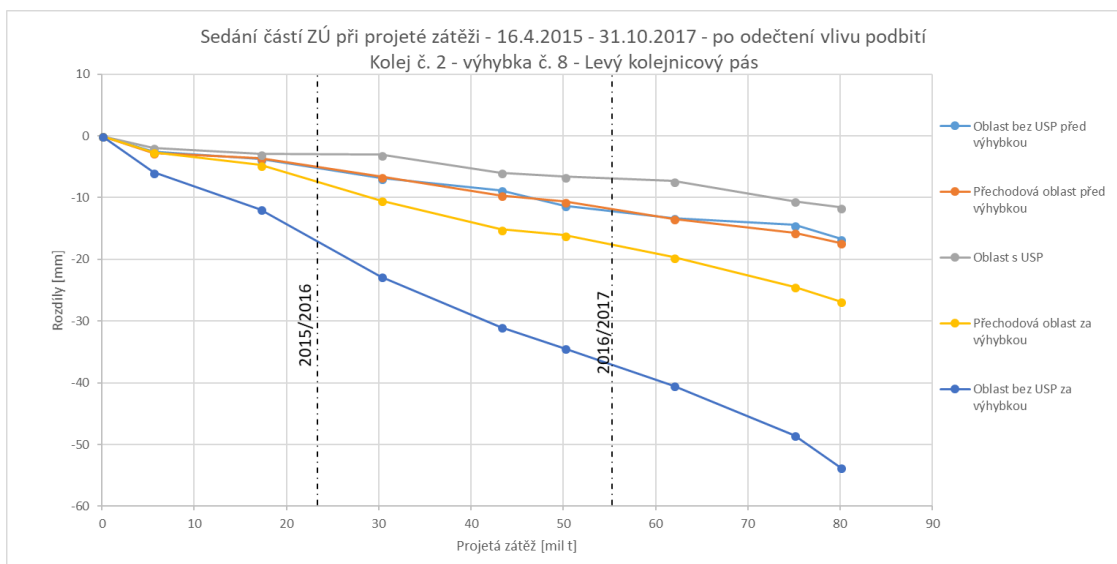
Graf č. 35 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 7 PP – bez odečtení vlivu podbití



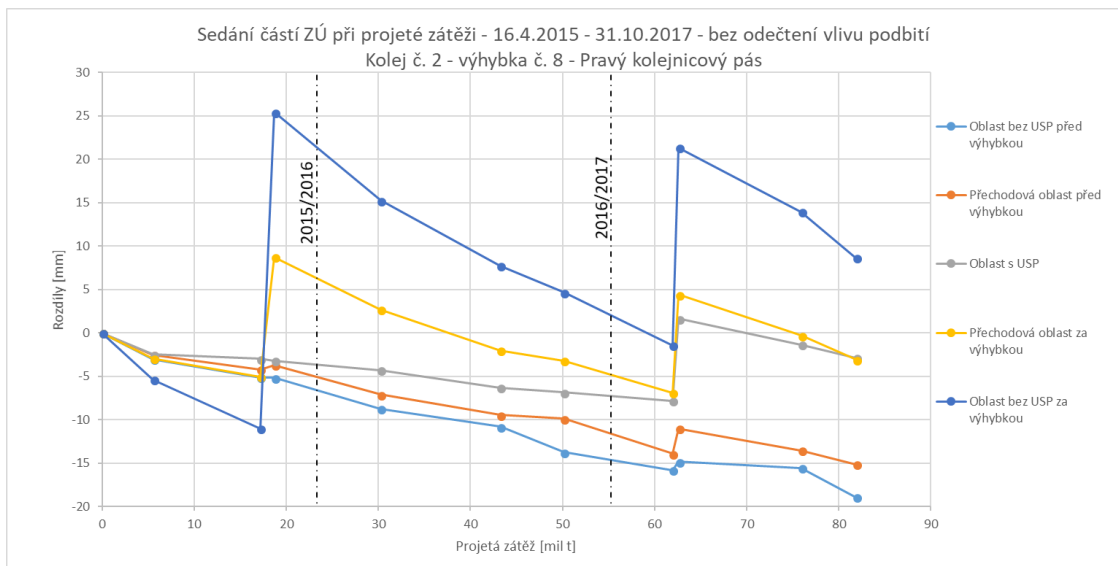
Graf č. 36 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 7 PP – po odečtení vlivu podbití



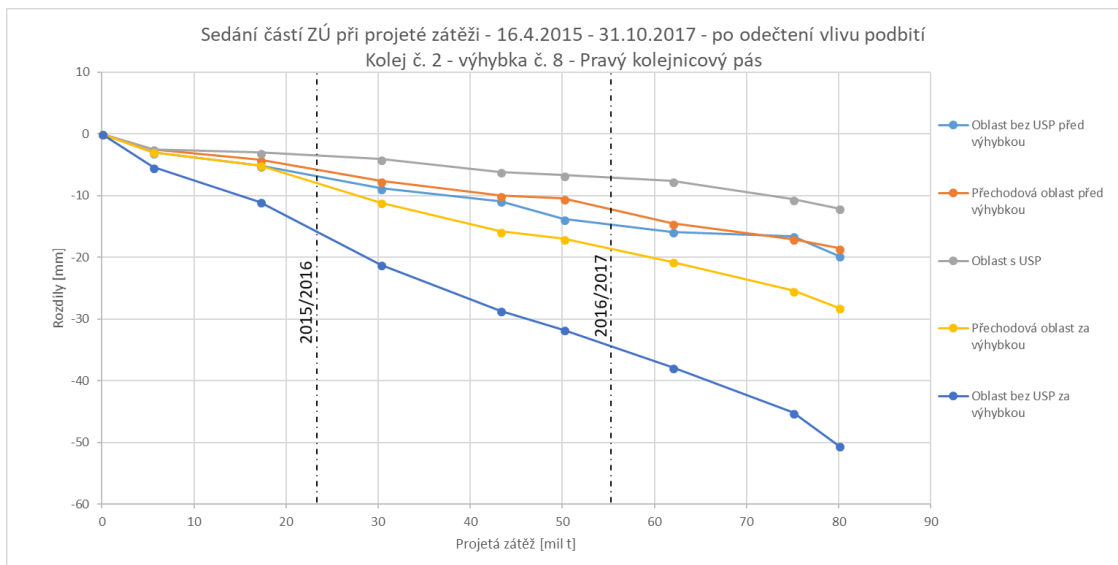
Graf č. 37 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 8 LP – bez odečtení vlivu podbití



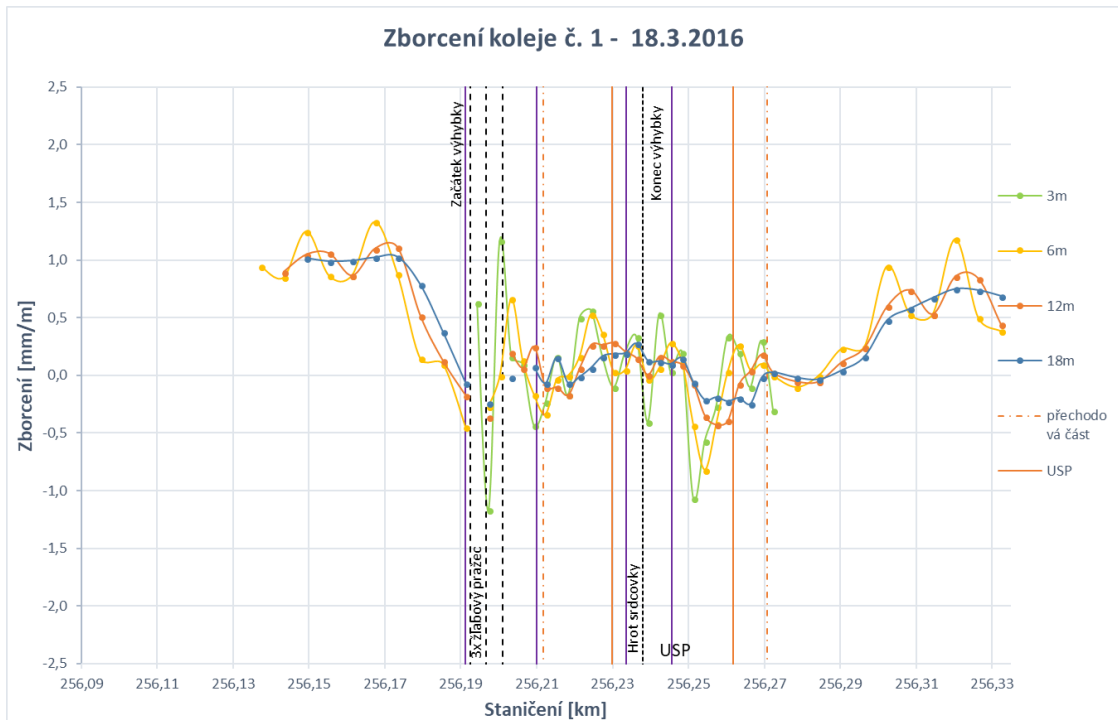
Graf č. 38 - Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 8 LP - po odečtení vlivu podbití



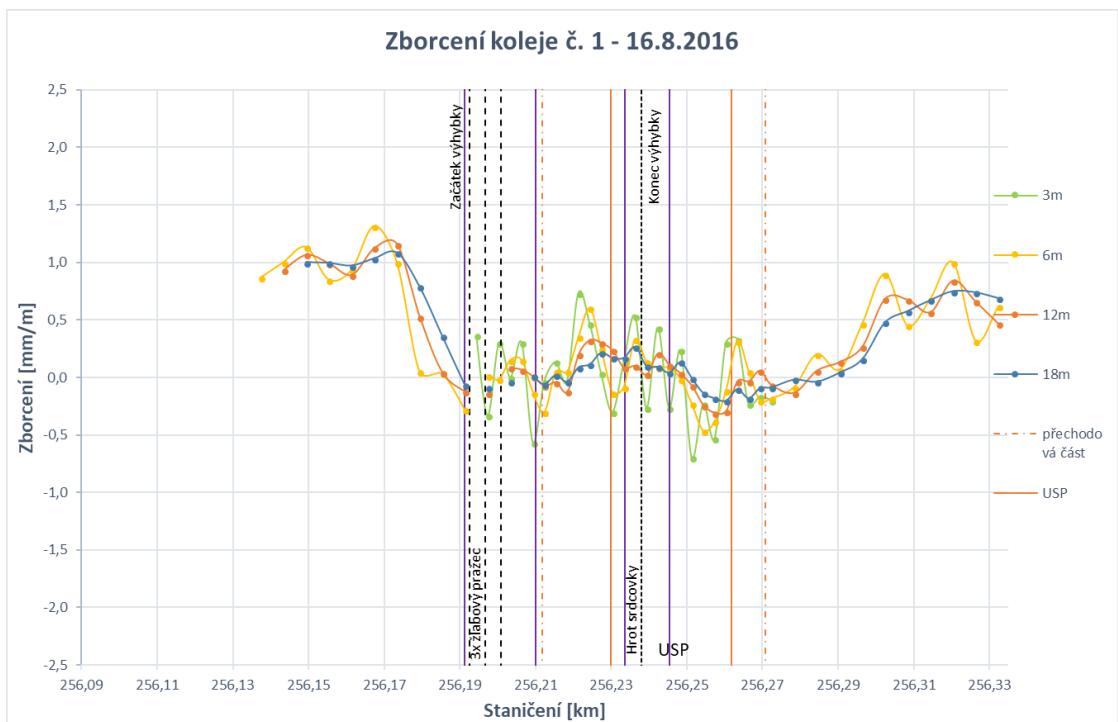
Graf č. 39 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 8 PP – bez odečtení vlivu podbití



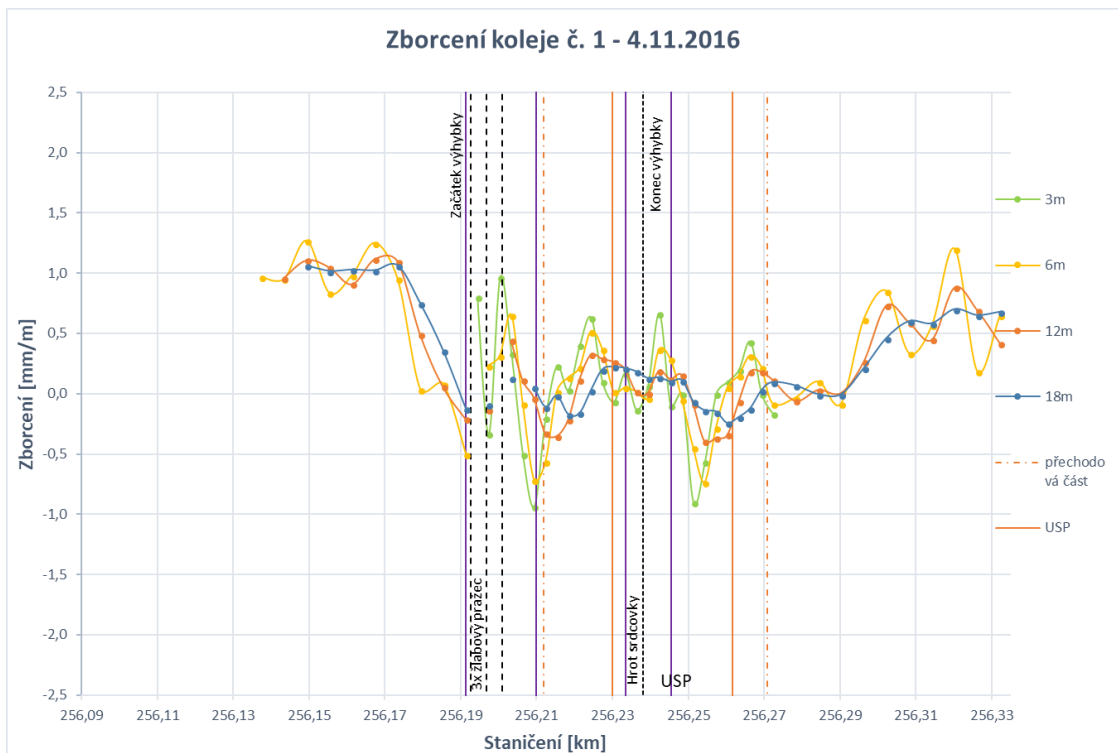
Graf č. 40 – Sedání při projeté zátěži; výhybka č. 8 PP – po odečtení vlivu podbití



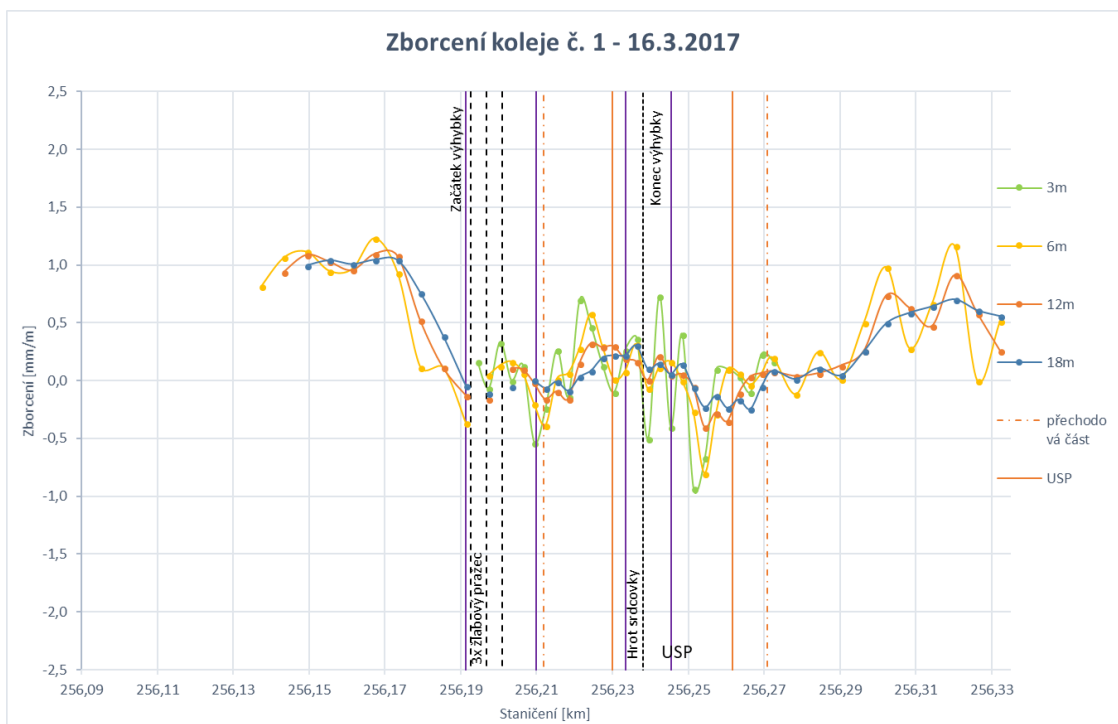
Graf č. 41 – Zborcení koleje č. 1 – 18. 3. 2016



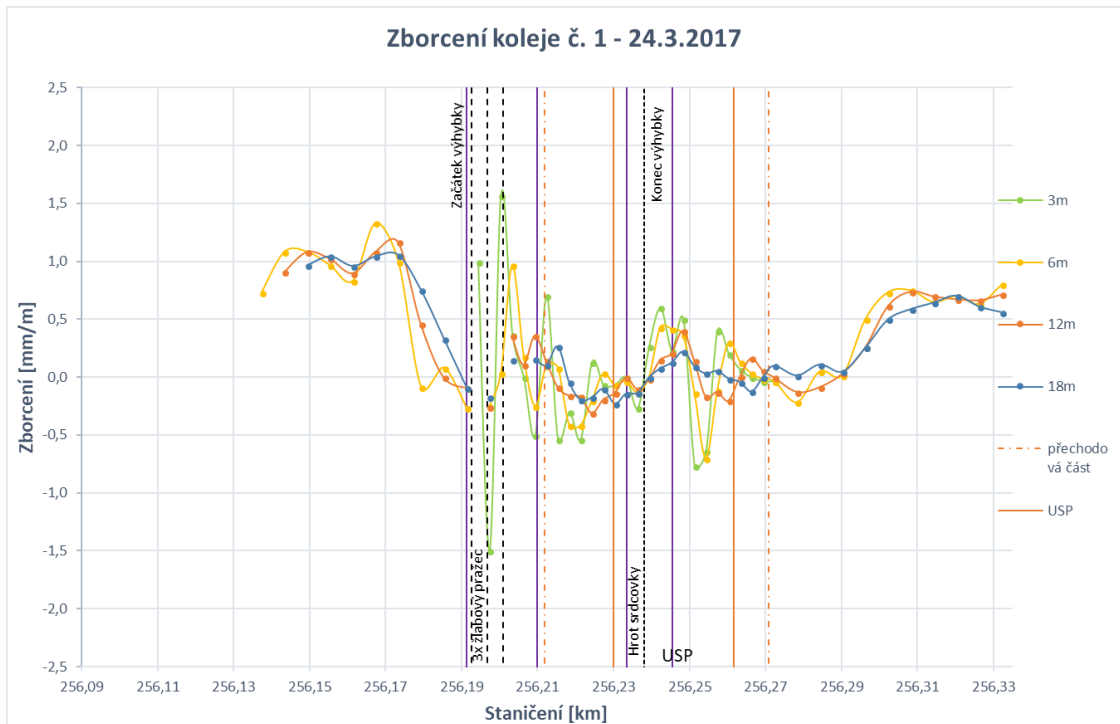
Graf č. 42 – Zborcení koleje č. 1 – 16. 8. 2016



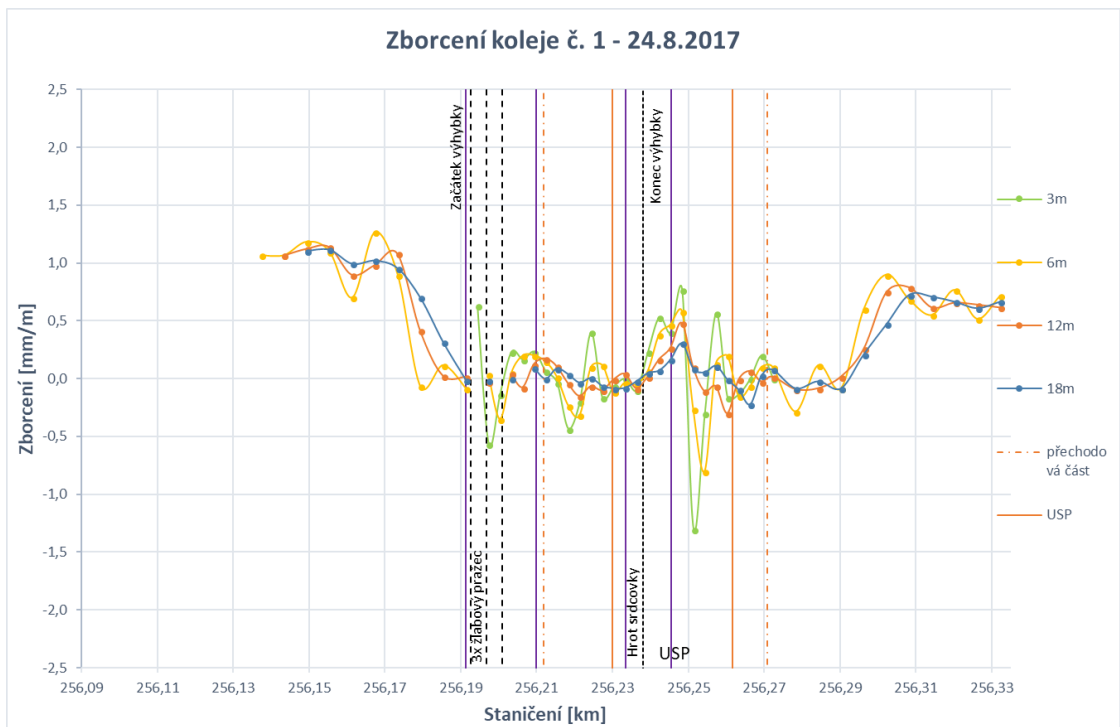
Graf č. 43 – Zborčení koleje č. 1 – 4. 11. 2016



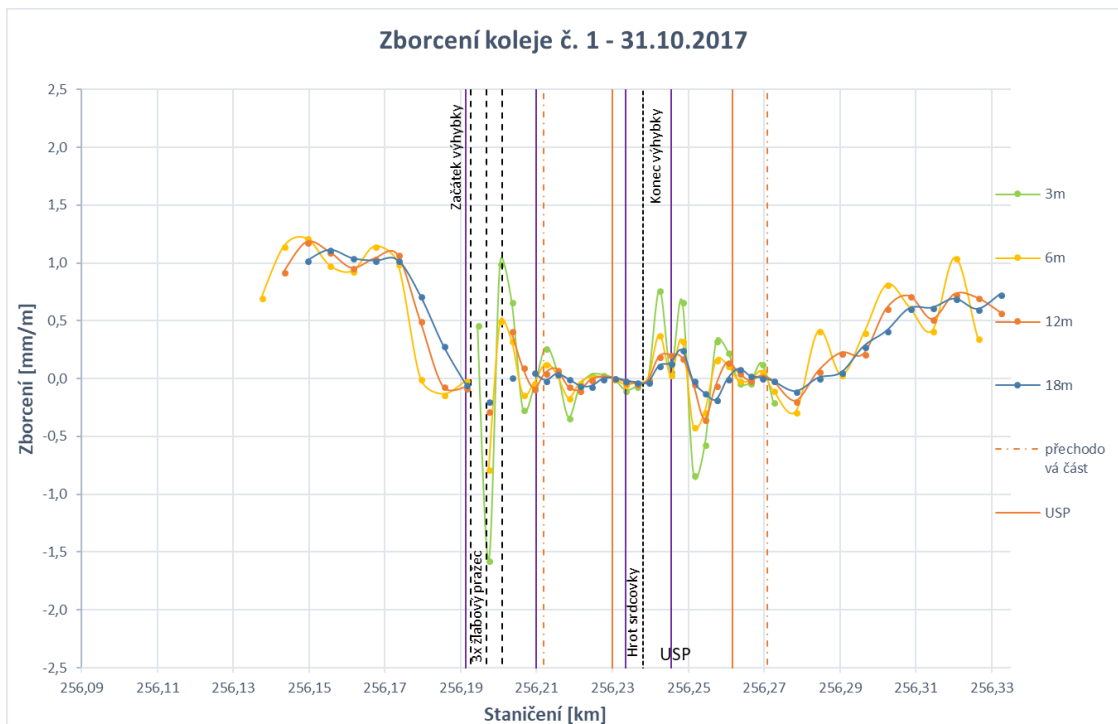
Graf č. 44 – Zborčení koleje č. 1 – 16. 3. 2017



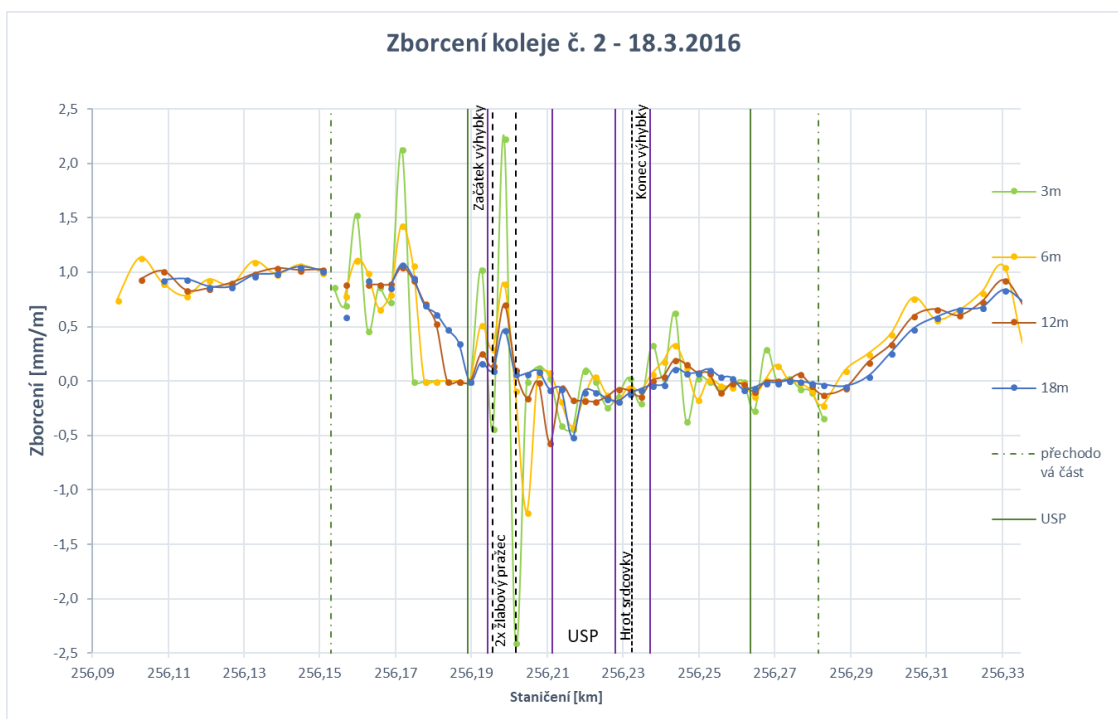
Graf č. 45 – Zborčení koleje č. 1 – 24. 3. 2017



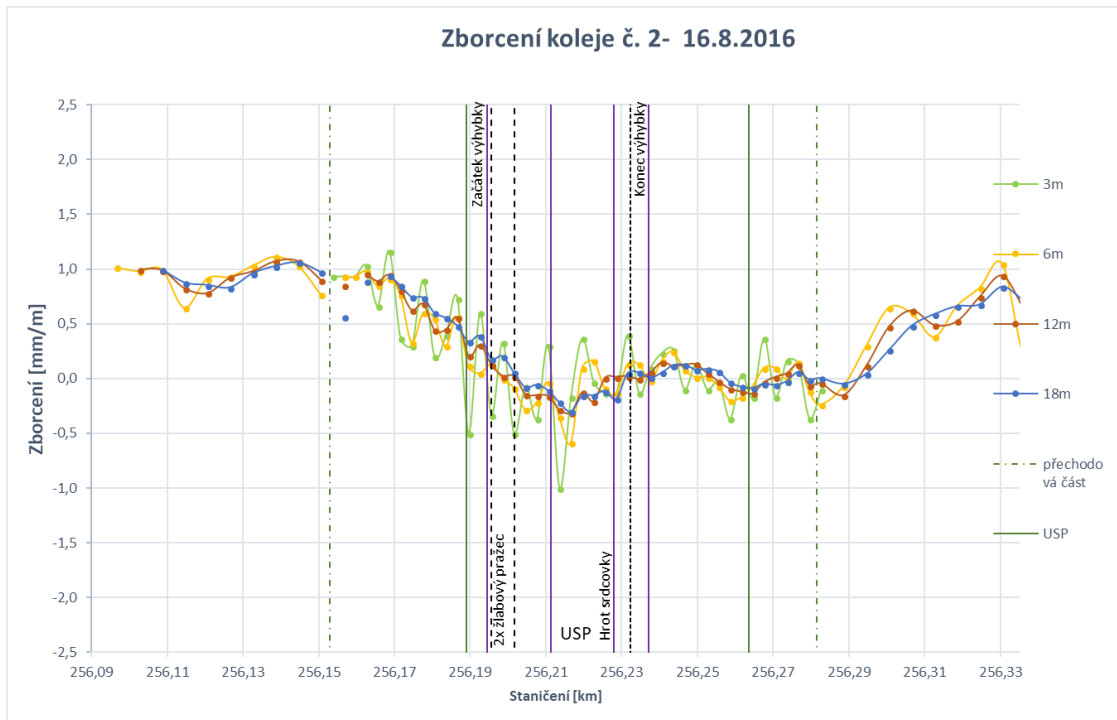
Graf č. 46 – Zborčení koleje č. 1 – 24. 8. 2017



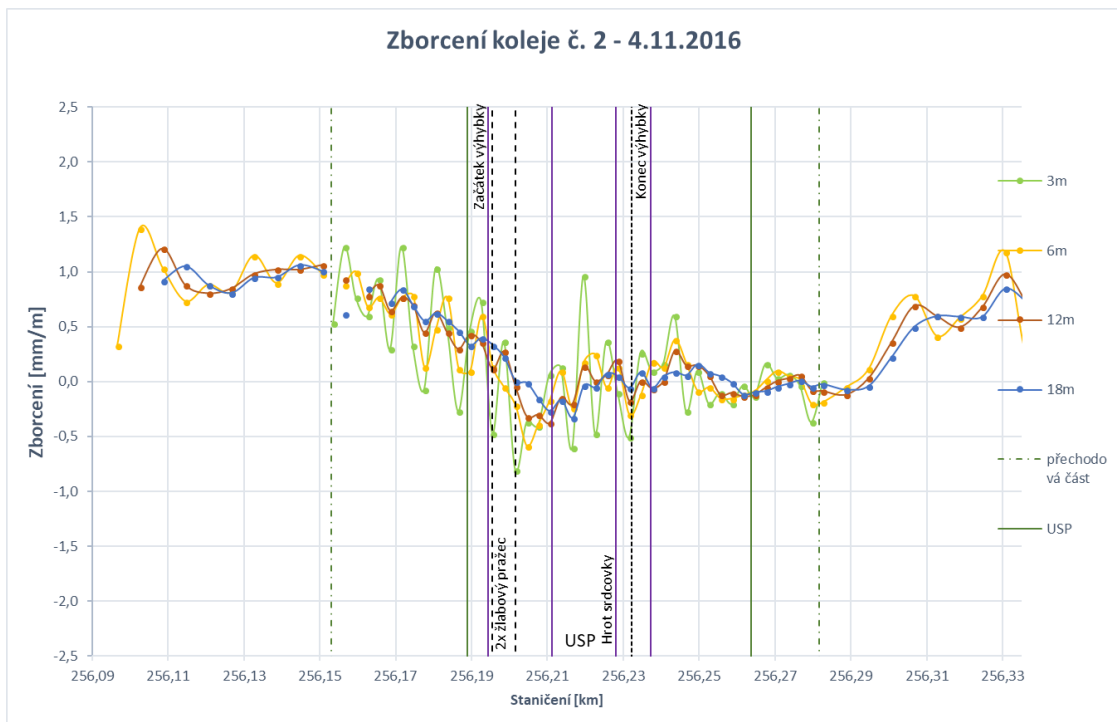
Graf č. 47 – Zborcení koleje č. 1 – 31. 10. 2017



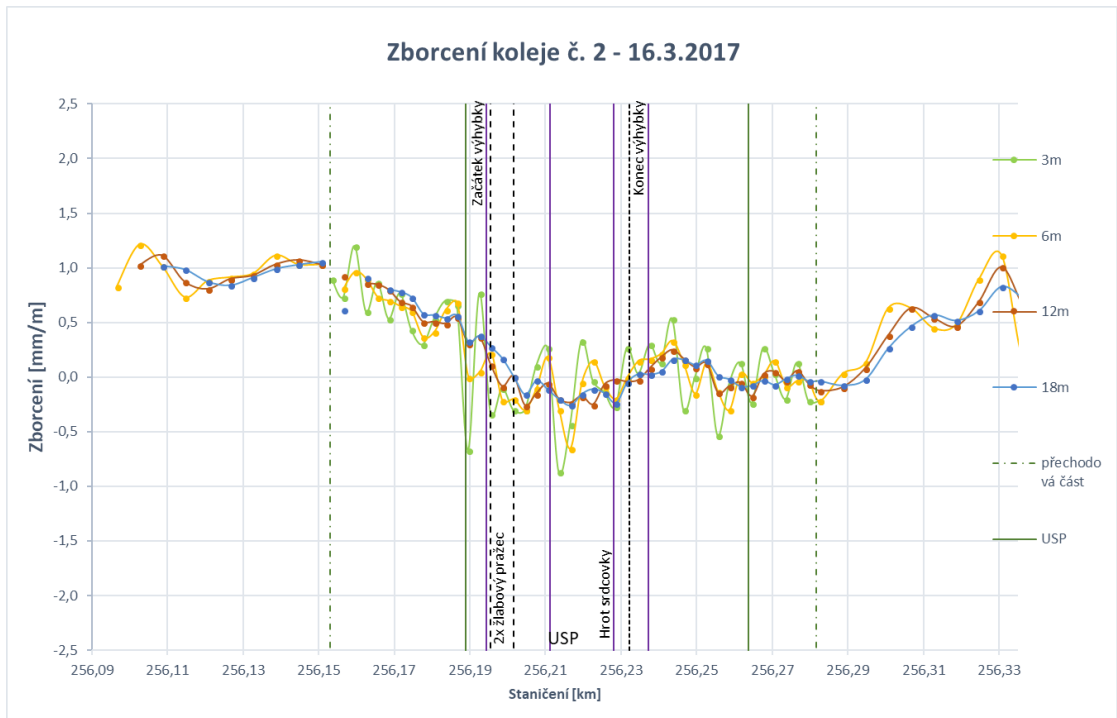
Graf č. 48 – Zborcení koleje č. 2 – 18. 3. 2016



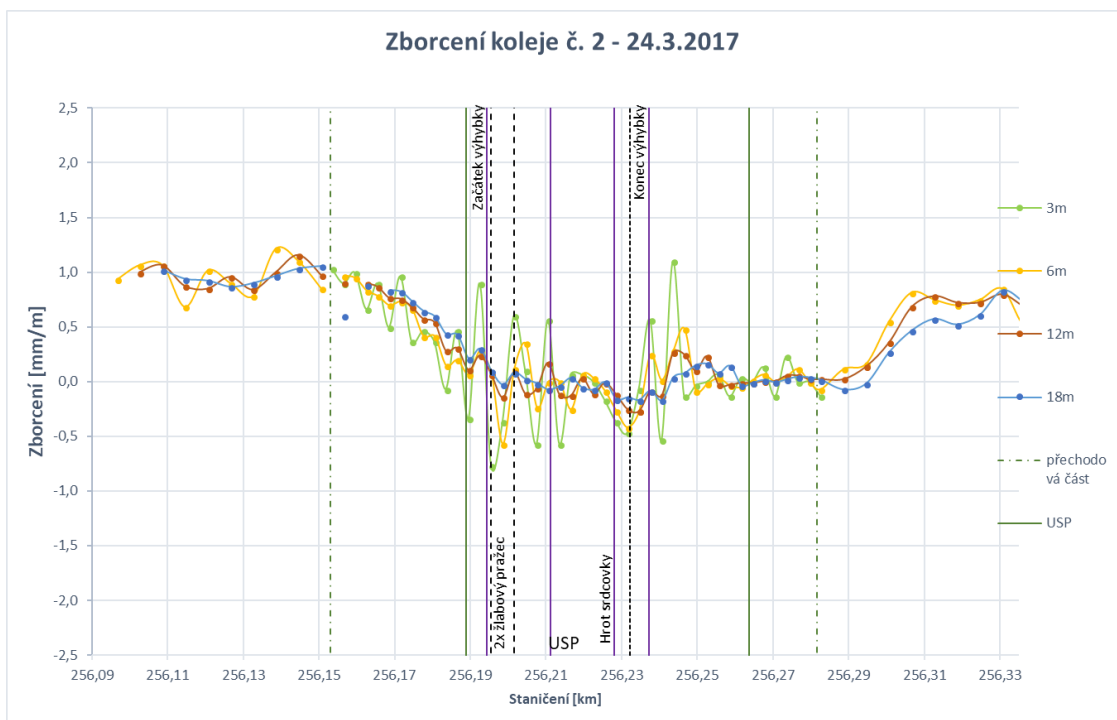
Graf č. 49 – Zborčení koleje č. 2 – 16. 8. 2016



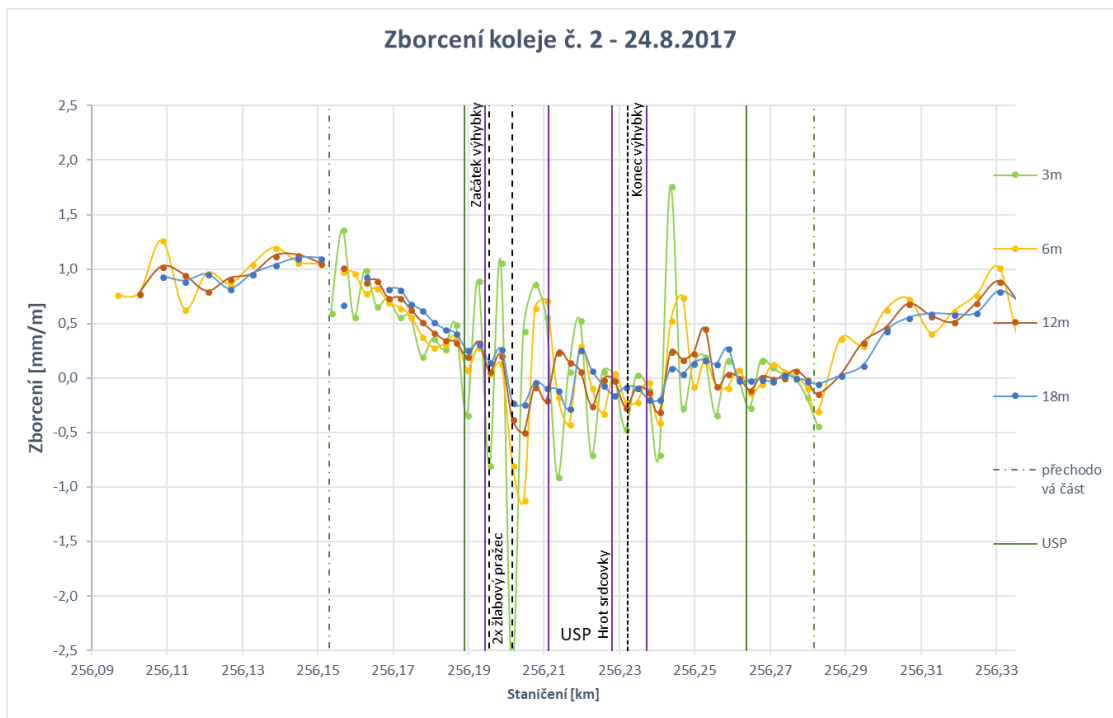
Graf č. 50 – Zborčení koleje č. 2 – 4. 11. 2016



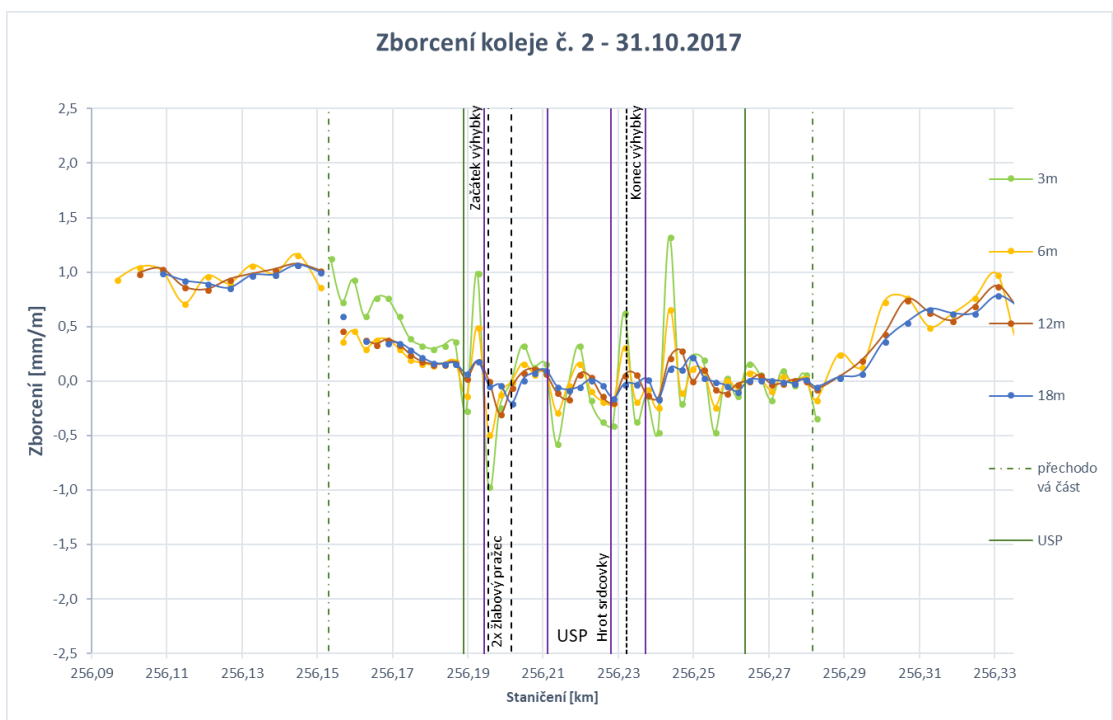
Graf č. 51 – Zborčení koleje č. 2 – 16. 3. 2017



Graf č. 52 – Zborčení koleje č. 2 – 24. 3. 2017



Graf č. 53 – Zborčení koleje č. 2 – 24. 8. 2017



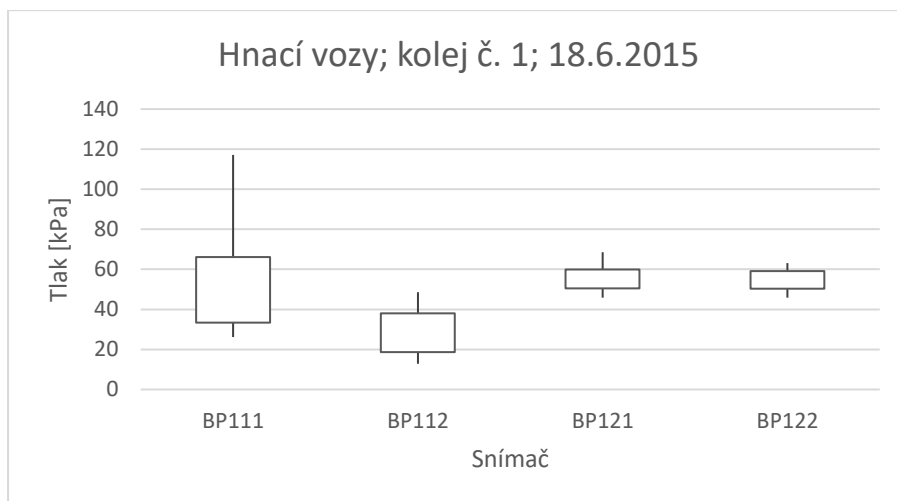
Graf č. 54 – Zborčení koleje č. 2 – 31. 10. 2017

Příloha č. 2

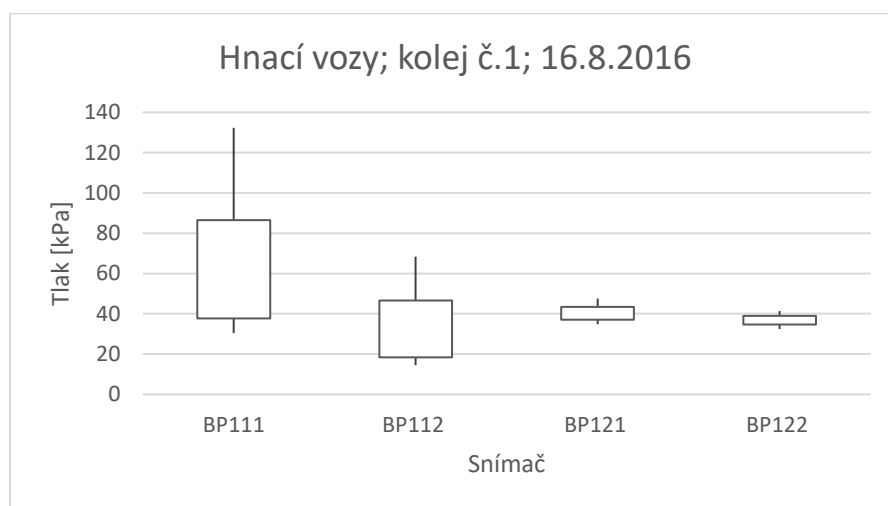
Grafické zpracování měření namáhání pražcového podloží

Seznam grafů:

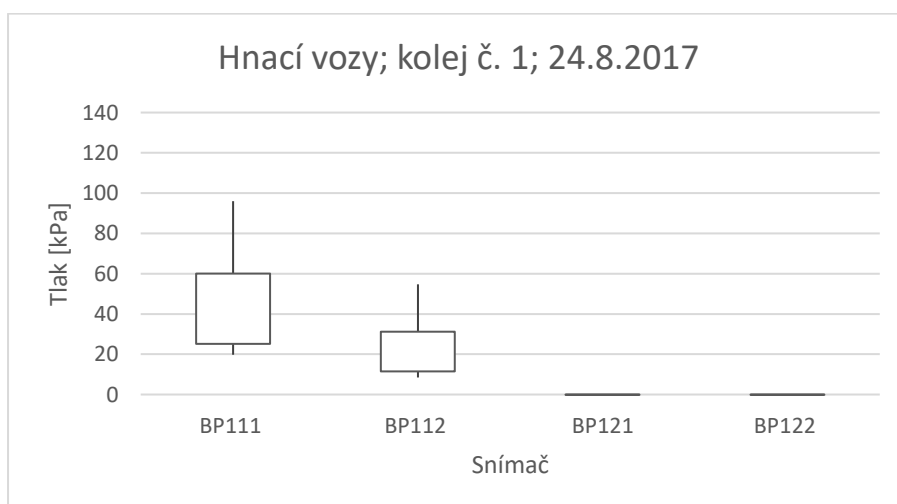
Graf č. 1 – Hnací vozy, kolej č. 1 (2015)	5
Graf č. 2 – Hnací vozy, kolej č. 1 (2016)	5
Graf č. 3 – Hnací vozy, kolej č. 1 (2017)	5
Graf č. 4 – Hnací vozy, kolej č. 2 (2015)	6
Graf č. 5 – Hnací vozy, kolej č. 2 (2016)	6
Graf č. 6 – Hnací vozy, kolej č. 2 (2017)	6
Graf č. 7 – Osobní vozy, kolej č. 1 (2015)	7
Graf č. 8 – Osobní vozy, kolej č. 1 (2016)	7
Graf č. 9 – Osobní vozy, kolej č. 1 (2017)	7
Graf č. 10 – Osobní vozy, kolej č. 2 (2015)	8
Graf č. 11 – Osobní vozy, kolej č. 2 (2016)	8
Graf č. 12 – Osobní vozy, kolej č. 2 (2017)	8
Graf č. 13 – Rychlíkové vozy, kolej č. 1 (2015)	9
Graf č. 14 – Rychlíkové vozy, kolej č. 1 (2016)	9
Graf č. 15 – Rychlíkové vozy, kolej č. 1 (2017)	9
Graf č. 16 – Rychlíkové vozy, kolej č. 2 (2015)	10
Graf č. 17 – Rychlíkové vozy, kolej č. 2 (2016)	10
Graf č. 18 – Rychlíkové vozy, kolej č. 2 (2017)	10
Graf č. 19 – Nákladní vozy, kolej č. 1 (2015)	11
Graf č. 20 – Nákladní vozy, kolej č. 1 (2016)	11
Graf č. 21 – Nákladní vozy, kolej č. 1 (2017)	11
Graf č. 22 – Nákladní vozy, kolej č. 2 (2015)	12
Graf č. 23 – Nákladní vozy, kolej č. 2 (2016)	12
Graf č. 24 – Nákladní vozy, kolej č. 2 (2017)	12
Graf č. 25 – Soupravy, kolej č. 1 (2015)	13
Graf č. 26 – Soupravy, kolej č. 1 (2016)	13
Graf č. 27 – Soupravy, kolej č. 1 (2017)	13
Graf č. 28 – Soupravy, kolej č. 2 (2015)	14
Graf č. 29 – Soupravy, kolej č. 2 (2016)	14
Graf č. 30 – Soupravy, kolej č. 2 (2017)	14



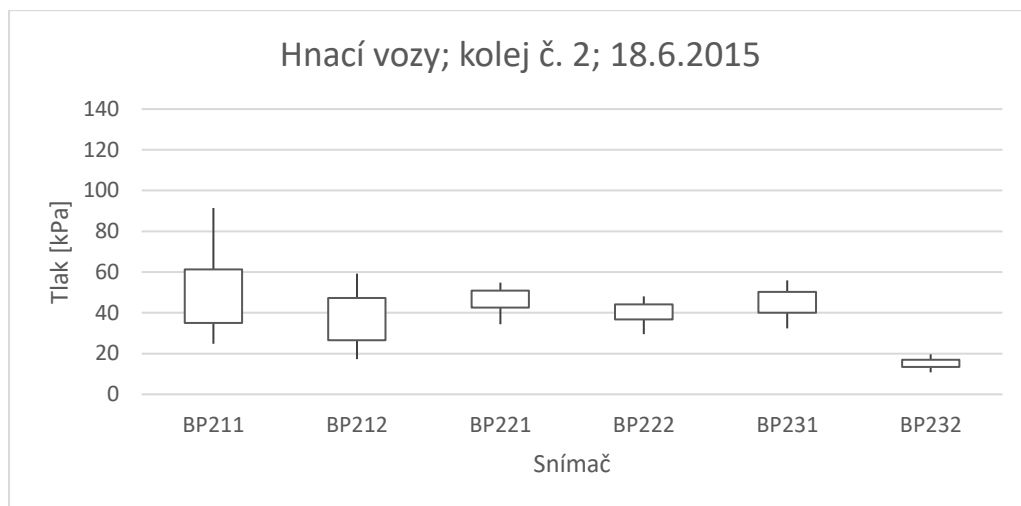
Graf č. 1 – Hnací vozy, kolej č. 1 (2015)



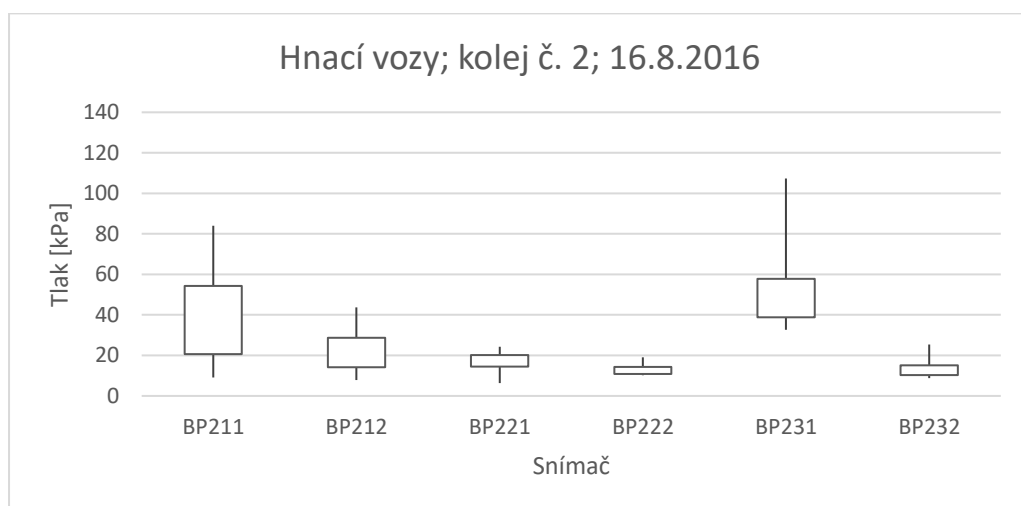
Graf č. 2 – Hnací vozy, kolej č. 1 (2016)



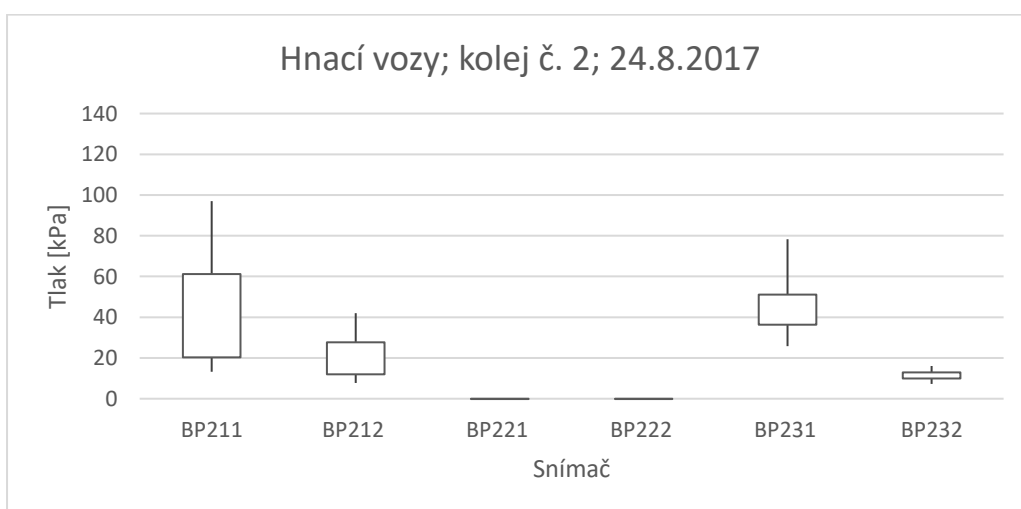
Graf č. 3 – Hnací vozy, kolej č. 1 (2017)



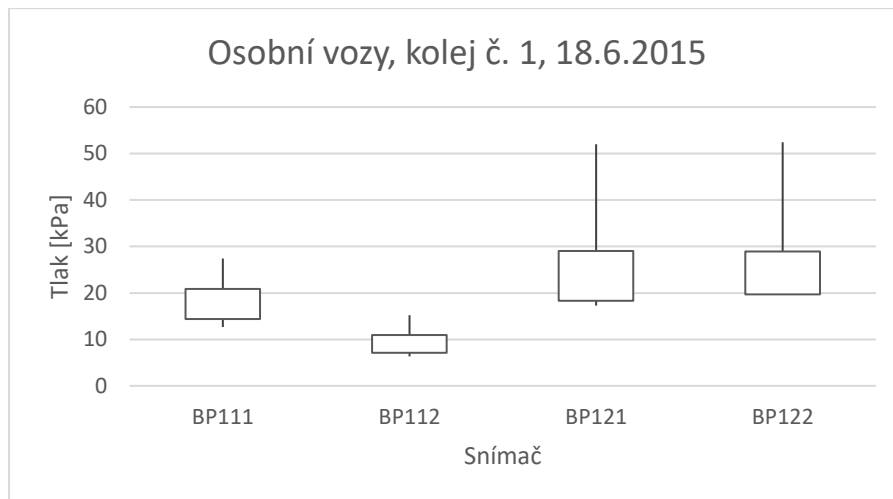
Graf č. 4 – Hnací vozy, kolej č. 2 (2015)



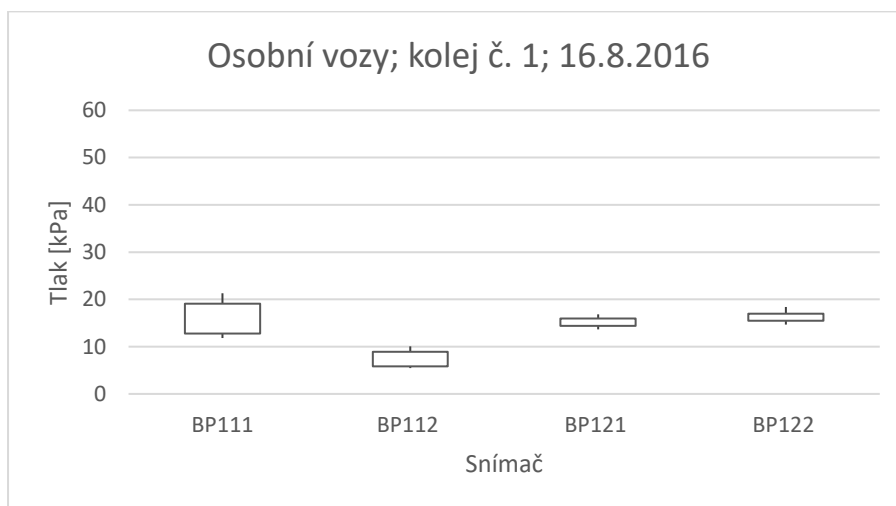
Graf č. 5 – Hnací vozy, kolej č. 2 (2016)



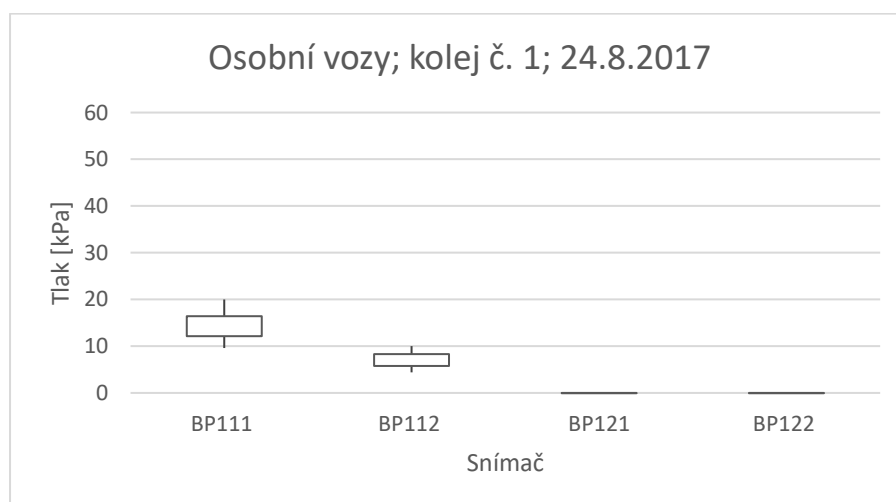
Graf č. 6 – Hnací vozy, kolej č. 2 (2017)



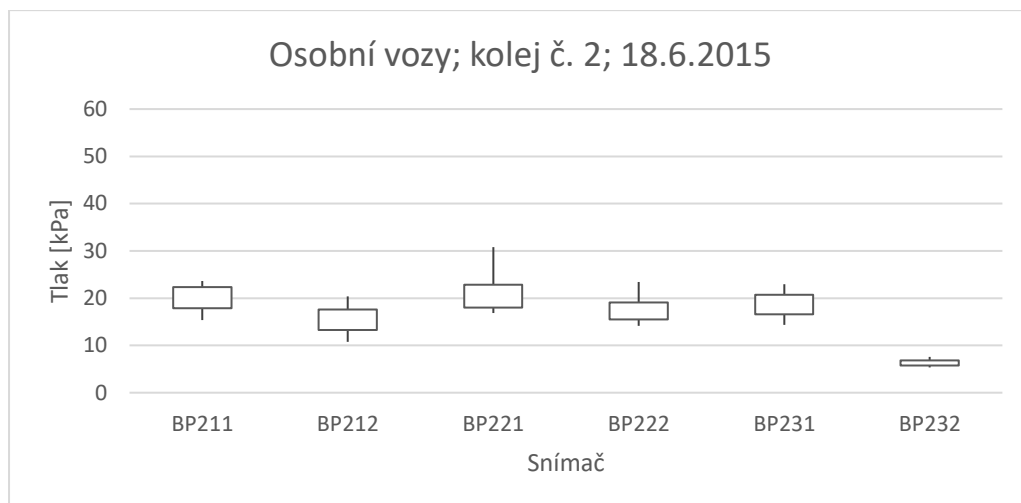
Graf č. 7 – Osobní vozy, kolej č. 1 (2015)



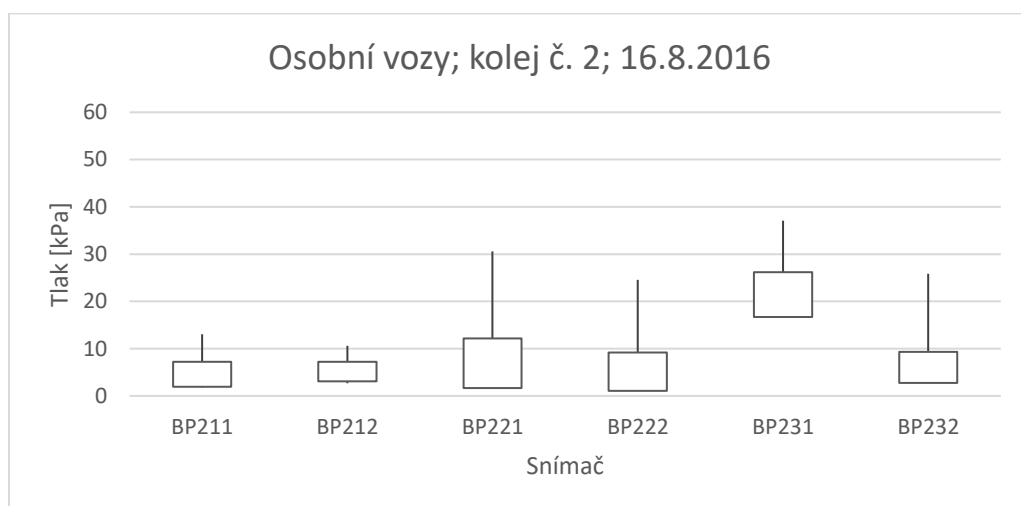
Graf č. 8 – Osobní vozy, kolej č. 1 (2016)



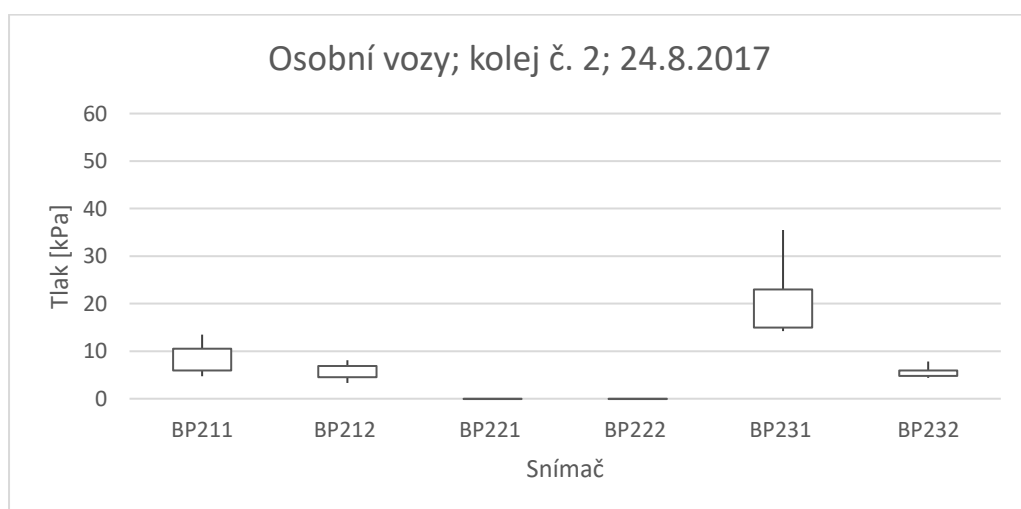
Graf č. 9 – Osobní vozy, kolej č. 1 (2017)



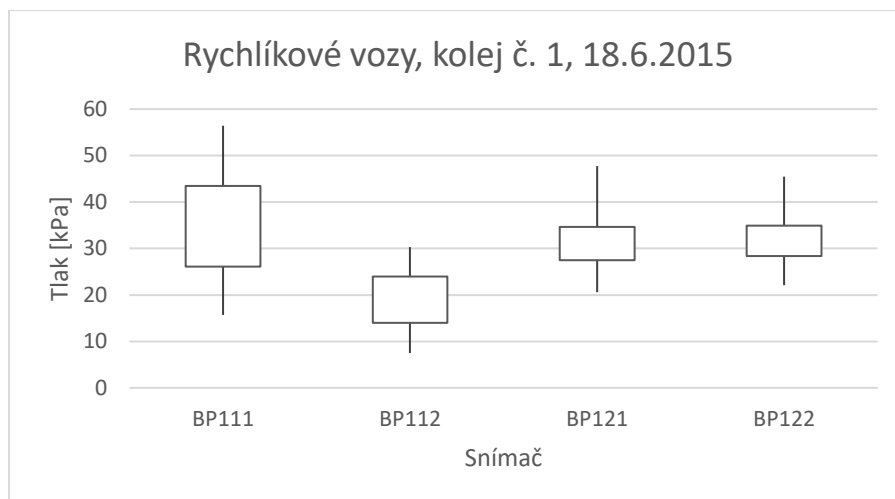
Graf č. 10 – Osobní vozy, kolej č. 2 (2015)



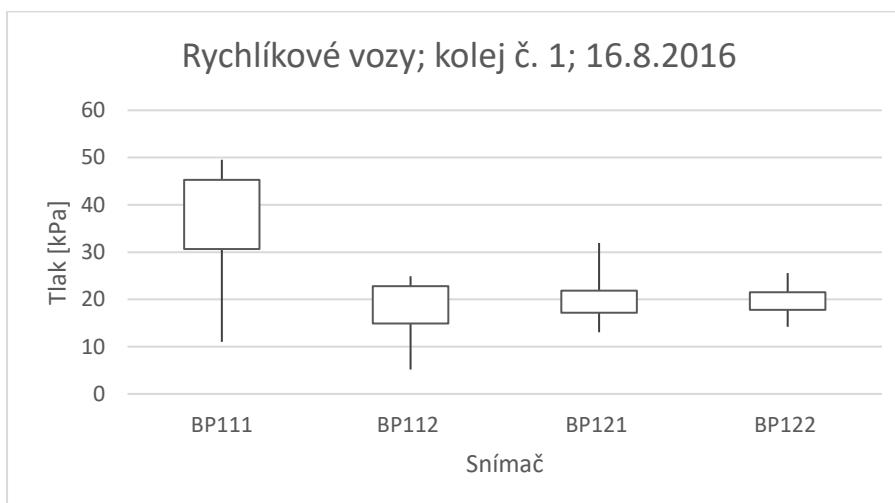
Graf č. 11 – Osobní vozy, kolej č. 2 (2016)



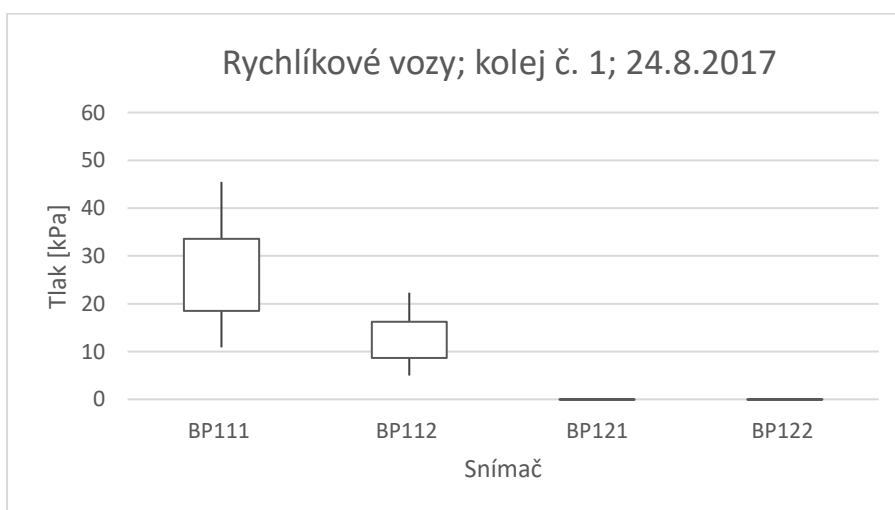
Graf č. 12 – Osobní vozy, kolej č. 2 (2017)



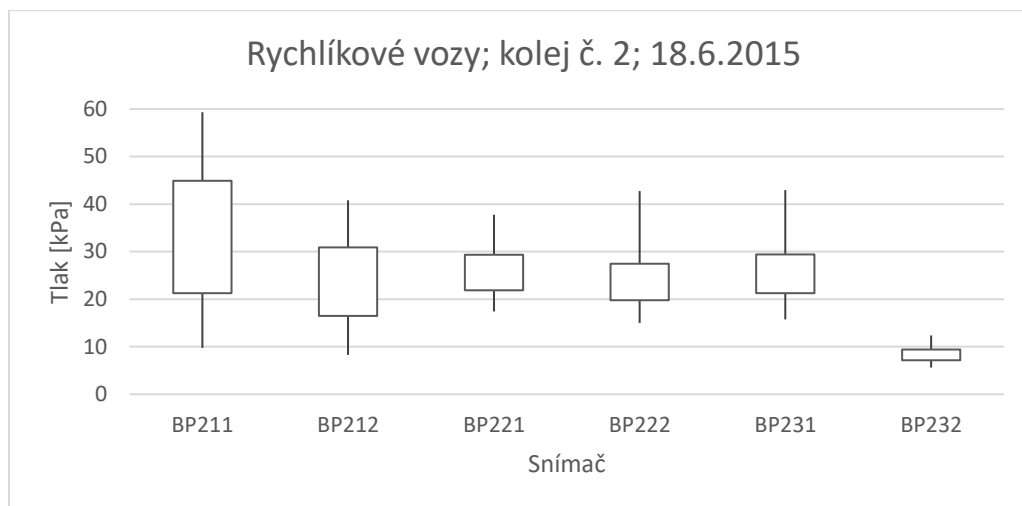
Graf č. 13 – Rychlíkové vozy, kolej č.1 (2015)



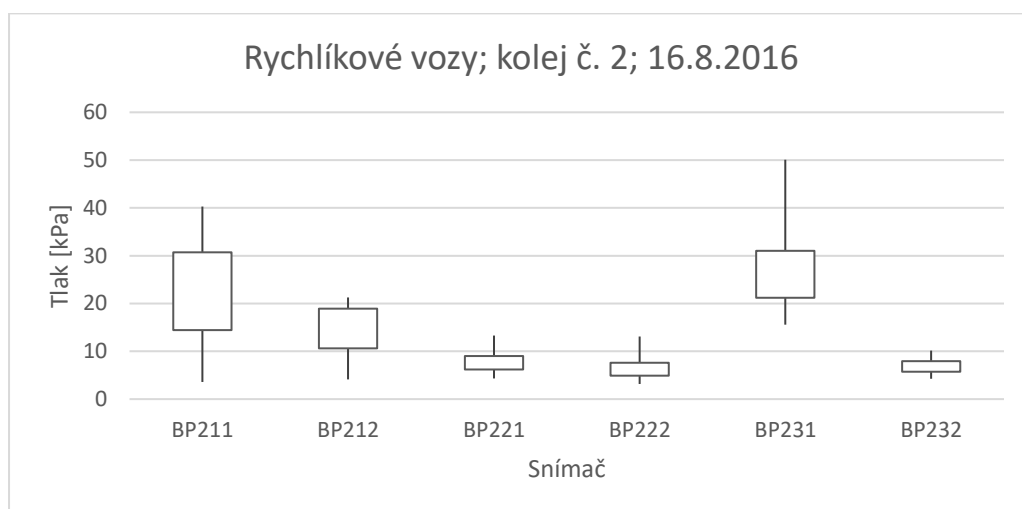
Graf č. 14 – Rychlíkové vozy, kolej č.1 (2016)



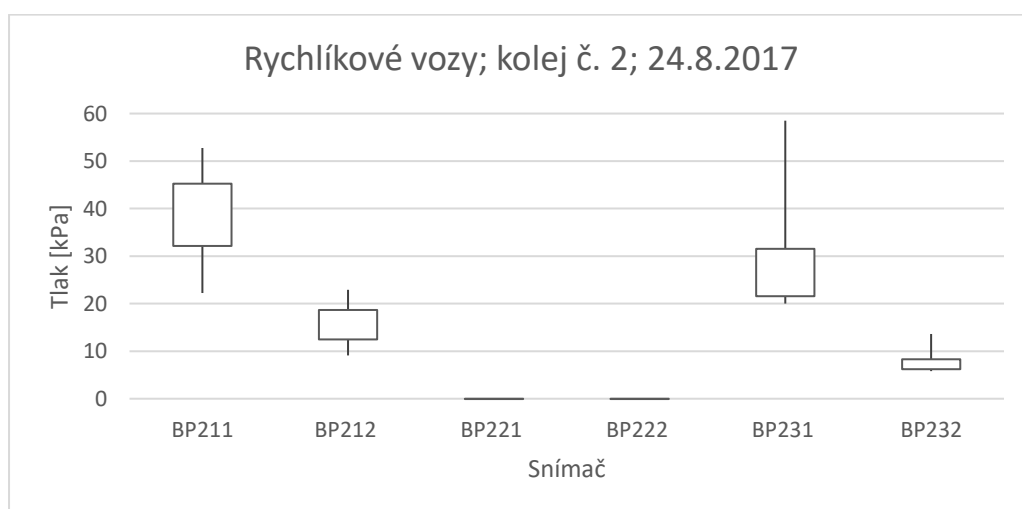
Graf č. 15 – Rychlíkové vozy, kolej č.1(2017)



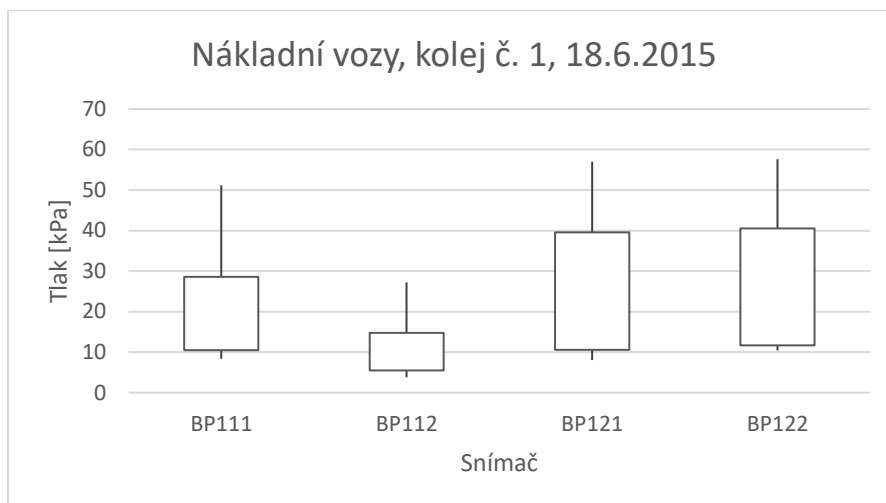
Graf č. 16 – Rychlíkové vozy, kolej č. 2 (2015)



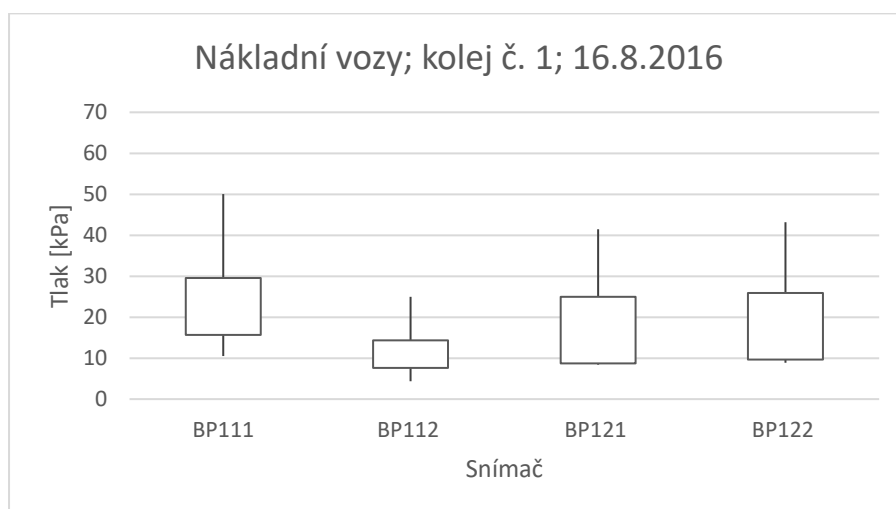
Graf č. 17 – Rychlíkové vozy, kolej č. 2 (2016)



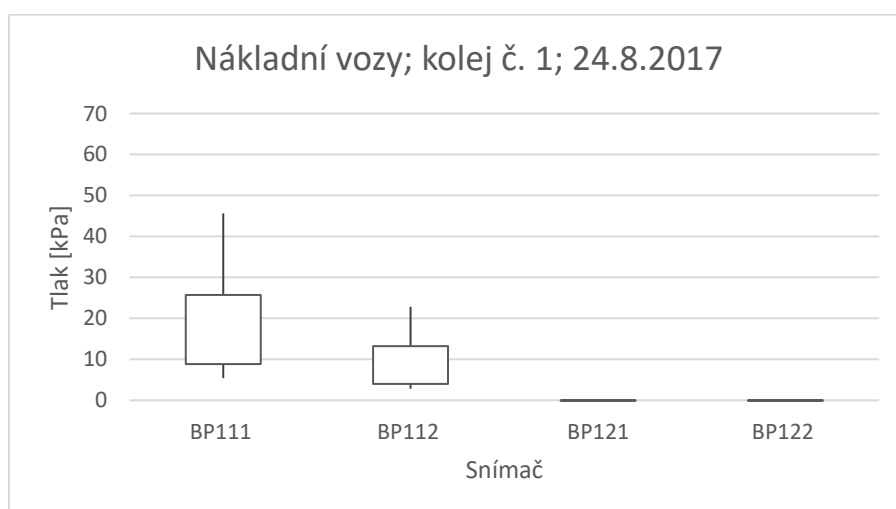
Graf č. 18 – Rychlíkové vozy, kolej č. 2 (2017)



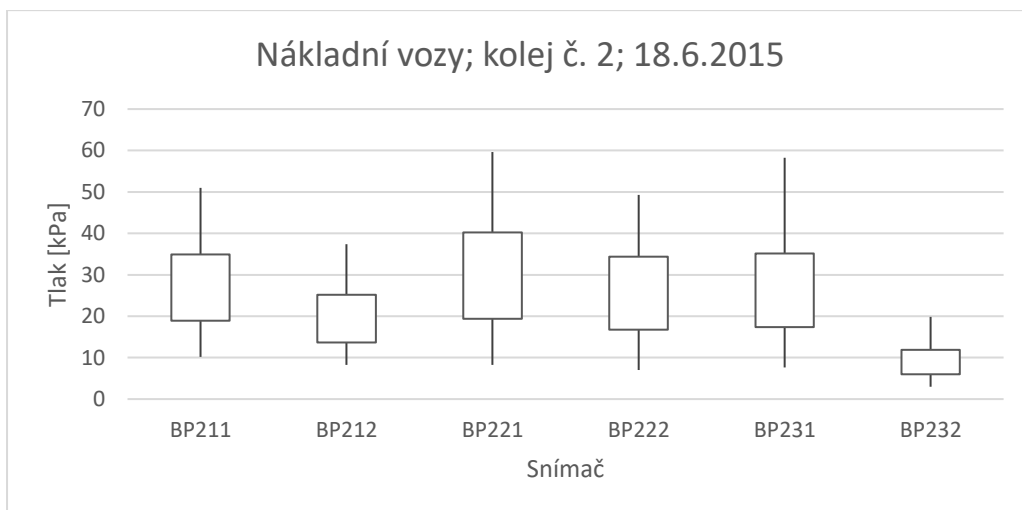
Graf č. 19 – Nákladní vozy, kolej č. 1 (2015)



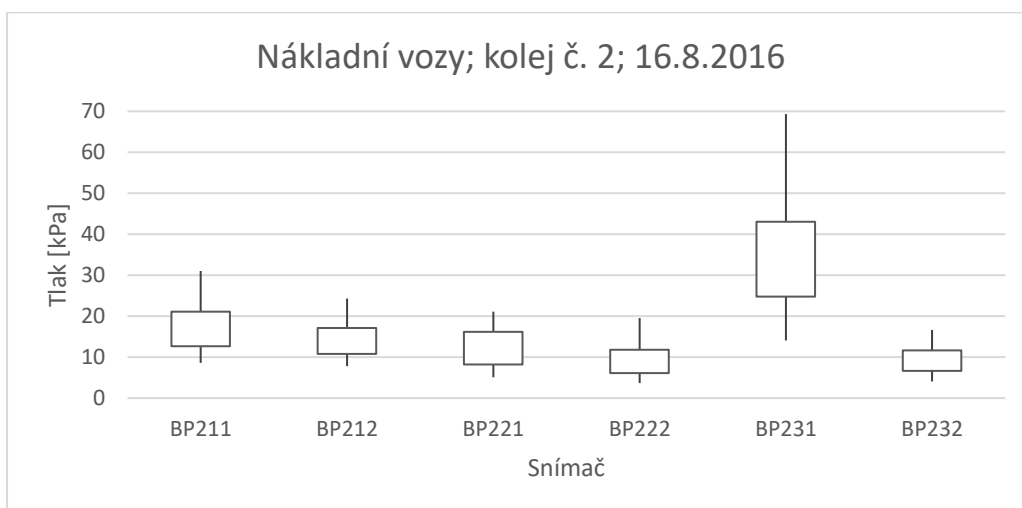
Graf č. 20 – Nákladní vozy, kolej č. 1 (2016)



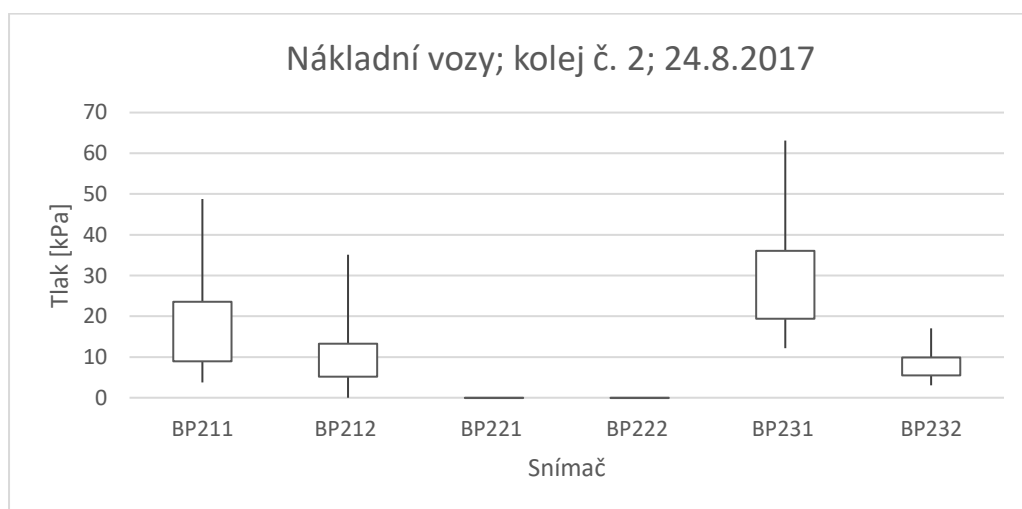
Graf č. 21 – Nákladní vozy, kolej č. 1 (2017)



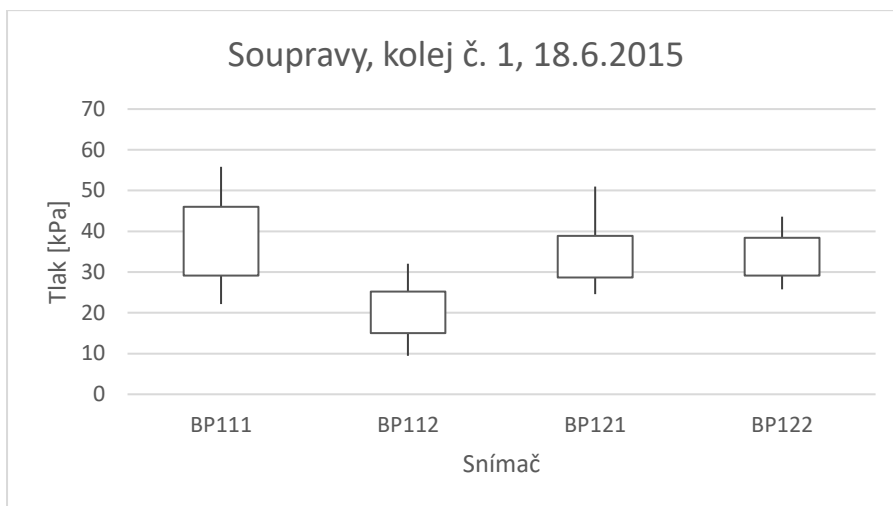
Graf č. 22 – Nákladní vozy, kolej č. 2 (2015)



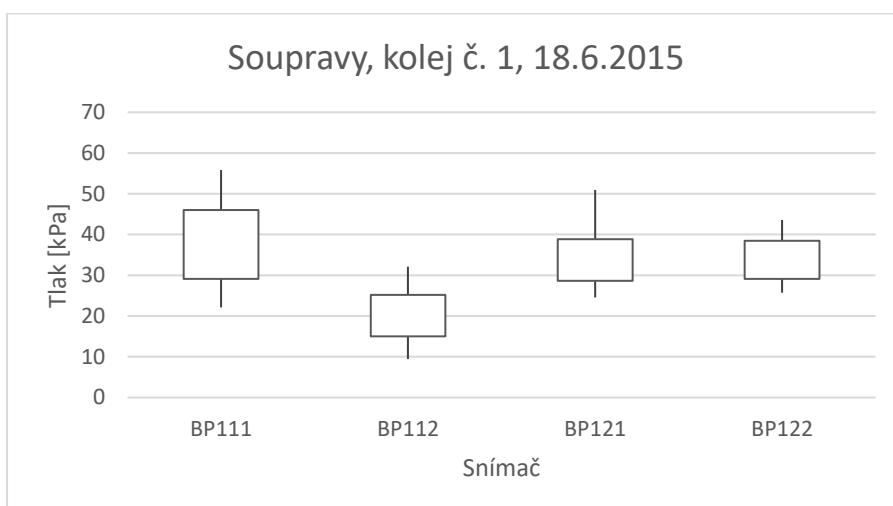
Graf č. 23 – Nákladní vozy, kolej č. 2 (2016)



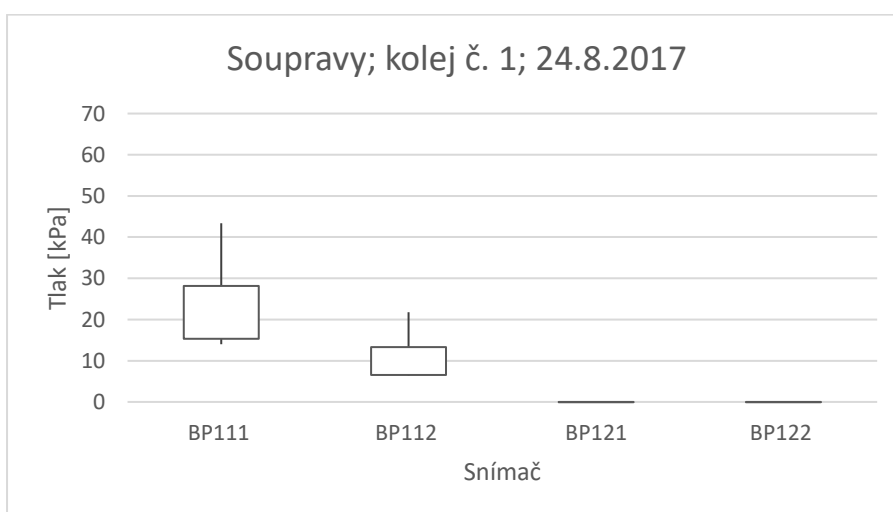
Graf č. 24 – Nákladní vozy, kolej č. 2 (2017)



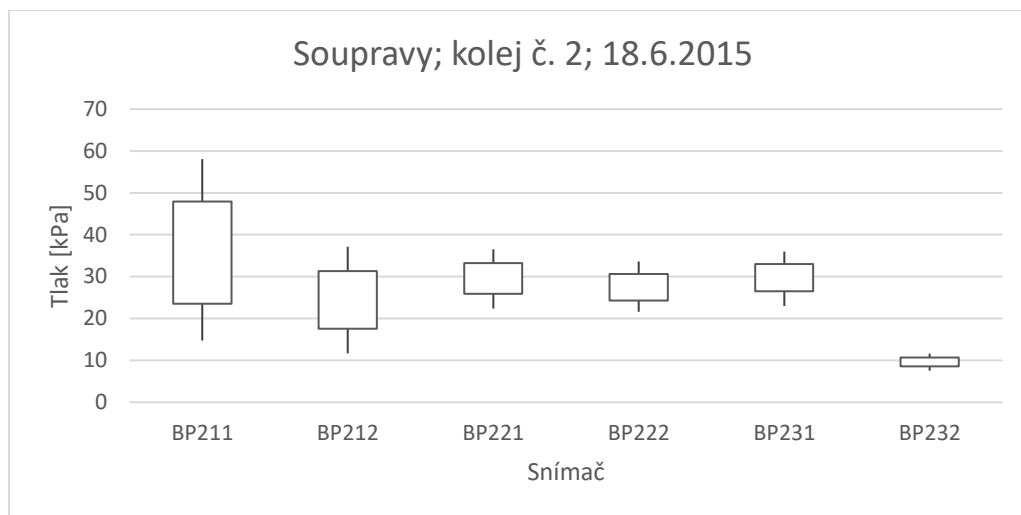
Graf č. 25 – Soupravy, kolej č. 1 (2015)



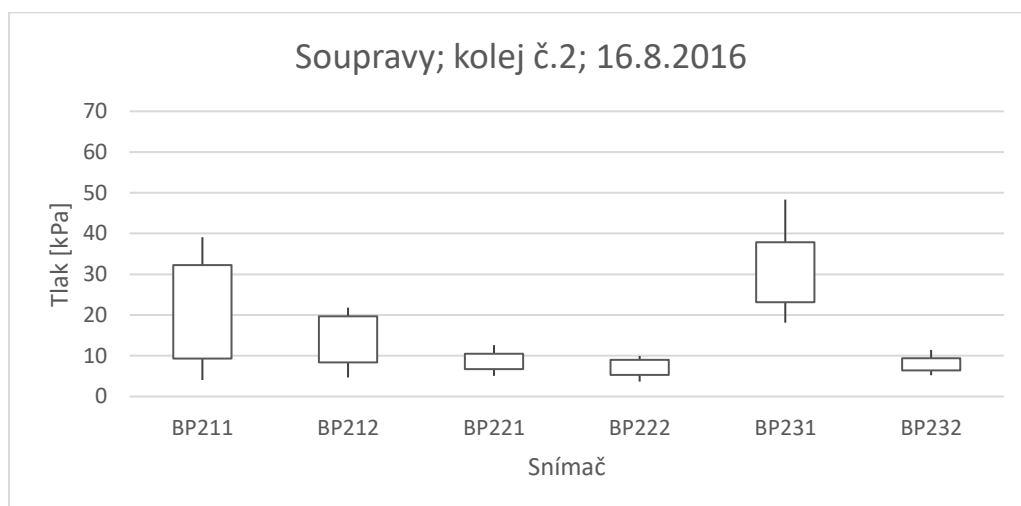
Graf č. 26 – Soupravy, kolej č. 1 (2016)



Graf č. 27 – Soupravy, kolej č. 1 (2017)



Graf č. 28 – Soupravy, kolej č. 2 (2015)



Graf č. 29 – Soupravy, kolej č. 2 (2016)



Graf č. 30 – Soupravy, kolej č. 2 (2017)

