

UZAVŘENÁ VÁLEČKOVÁ JEDNOTKA PRO NÁKLADNÍ VAGÓNY S PODVOZKEM TYPU Y25

CYLINDRICAL ROLLER UNIT FOR FREIGHT APPLICATION EQUIPPED BY BOGIES SYSTEM Y25

Ondřej NOVOTNÝ¹, Jan BABKA²

e-ISBN: 978-80-7560-564-1

DOI: 10.46585/spkv20252667

ISSN: 3029-8342



Abstrakt

Podvozek typu Y25 patří mezi nejrozšířenější podvozky použité v nákladních vozech po celé Evropě. Tradičně jsou využívána otevřená válečková ložiska (CRB) NJ/NJP 130x240, jejichž konstrukce sahá více než 100 let do historie. Toto osvědčené, avšak konzervativní řešení, vyžaduje pravidelné generální opravy po 660 000 km včetně výměny maziva. SKF vyvinulo pro modernizaci tohoto systému uzavřenou předmazanou válečkovou jednotku CRU 130x240, která plně nahrazuje NJ/NJP bez nutnosti jakýchkoliv úprav skříně. Nové řešení přináší zásadní výhodu – prodloužený údržbový interval až 1,2 milionu kilometrů nebo 12 let, podle toho, co nastane dříve. To představuje dvojnásobný údržbový interval oproti stávající variantě, což koncovému uživateli přináší významnou úsporu nákladů na údržbu.

Klíčová slova

podvozek Y25, otevřená ložiska NJ/NJP 130x240, údržbový interval, uzavřená válečková jednotka, CRU 130x240, náklady životního cyklu

Abstract

The bogie type Y25 is one of the most commonly used bogies in freight wagons in Europe. Open Cylindrical Roller Bearings (CRB) NJ/NJP 130x240 are generally used. This conservative solution is known more than 100 years. This proven, but conservative solution requires regular overhauls and relubrication. To modernize this system, SKF has developed a CRU 130x240 enclosed roller unit that fully replaces NJ/NJP without the need for any modifications to the housing. The new solution brings a major advantage – an extended maintenance interval of up to 1.2 million kilometres or 12 years, whichever comes first. This bearing arrangement twice the maintenance interval compared to the current variant, which provides the end user with significant savings in maintenance costs.

Keywords

bogie type Y25, open bearings NJ/NJP 130x240, maintenance interval, CRU 130x240, Life Cycle Cost (LCC)

¹ Ing. Ondřej Novotný, Ph.D. SKF CZ a.s. Dělnická 1628/9, 170 00 Praha 7 – Holešovice, Česká republika, tel.: +420 603 821 503, e-mail: ondrej.novotny@skf.com

² Ing. Jan Babka. SKF CZ a.s. Dělnická 1628/9, 170 00 Praha 7 – Holešovice, Česká republika, tel.: +420 603 428 740, e-mail: jan.babka@skf.com

1 ÚVOD

Koncoví uživatelé a operátoři vlakových flotil neustále hledají způsoby, jak snížit náklady na údržbu. Tento trend je patrný i u majitelů nákladních vagónů v Evropě, kteří využívají nejrozšířenější typ podvozku Y25. Jednou z často požadovaných změn v údržbovém procesu je prodloužení intervalu údržby dvojkolí, včetně ložisek, nad původně sjednanou hodnotu. Podvozek typu Y25 tradičně využívá otevřená válečková ložiska NJ/NJP 130x240 (WJ/WJP), jejichž konstrukce má více než stoletou historii. Toto osvědčené, ale poněkud konzervativní řešení vyžaduje pravidelné generální opravy a výměnu maziva.

Cílem SKF je nabídnout výrobcům vagónů a koncovým uživatelům modernizované ložiskové řešení, které plně nahrazuje původní systém otevřených ložisek NJ/NJP (WJ/WJP), aniž by bylo nutné provádět jakékoli úpravy skříně. Nově vyvinutá uzavřená a předmazaná válečková jednotka (CRU 130x240) má prodloužený údržbový interval 1 200 000 km nebo 12 let, podle toho, co nastane dříve.

V tomto příspěvku porovnáme celý životní cyklus současného řešení CRB a navrhovaného řešení CRU 130x240. Zaměříme se na očekávané rozdíly v požadavcích na údržbu, v konstrukci a faktorech ovlivňujících náklady na životní cyklus. Srovnání by mělo poskytnout přehled o výhodách řešení při použití uzavřené válečkové jednotky.

2 ÚDRŽBOVÝ INTERVAL OTEVŘENÝCH LOŽISEK NJ/NJP

Podle Asociace soukromých vlastníků vozů VPI je maximální počet najetých kilometrů před údržbou ložisek stanoven na 660 000 km [3]. V závislosti na rychlosti vozidla a ročním počtu ujetých kilometrů se celková provozní doba pohybuje mezi 8 až 16 lety. Současná konstrukce s nezakrytými ložisky nedokáže spolehlivě překročit tyto intervaly údržby.

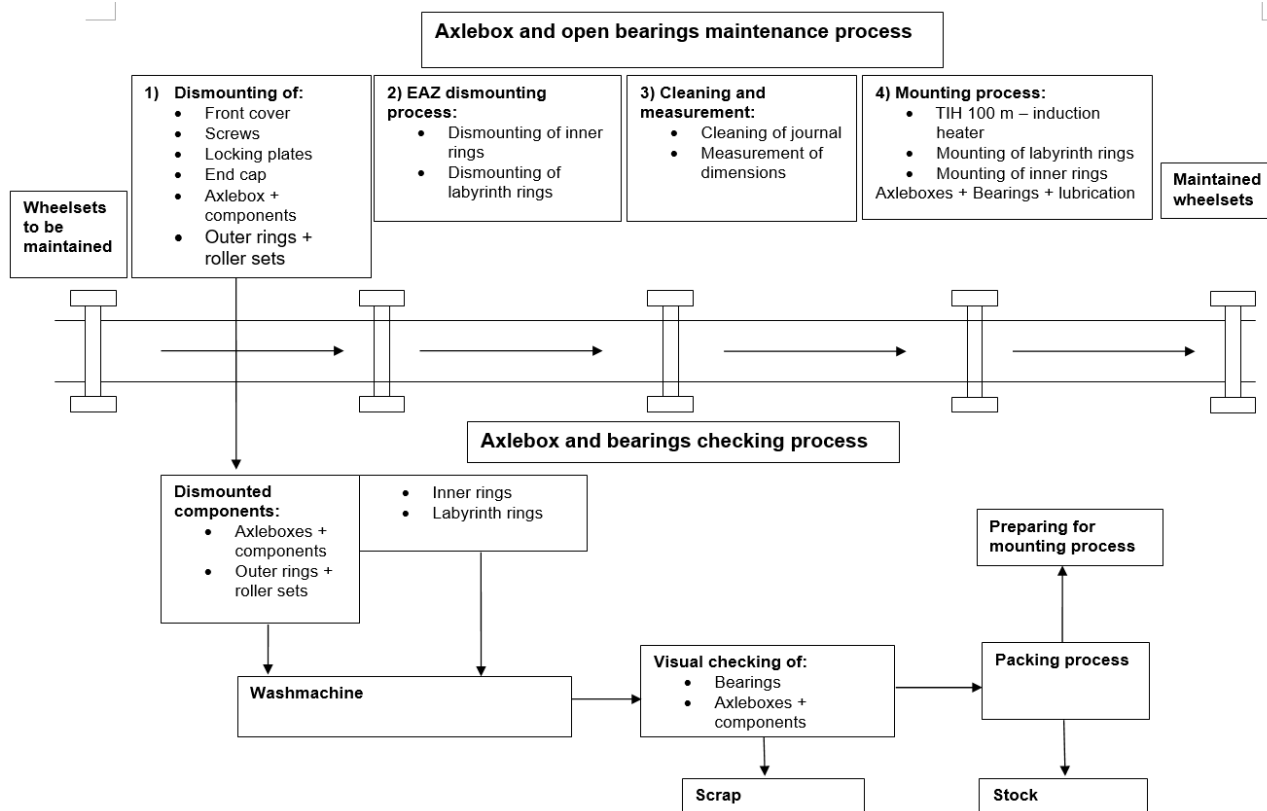
Údržba ložisek vyžaduje vyřazení vozidla z provozu a demontáž dvojkolí, aby bylo možné ložiska následně rozebrat. Pro provozovatele představují tyto pravidelné generální opravy ložisek značnou finanční i provozní zátěž. Pro dosažení maximálních úspor nákladů a vyšší dostupnosti aktiv by měl být interval údržby všech součástí dvojkolí prodloužen a vzájemně sladěn.

Dále je důležité si uvědomit, že obě uspořádání ložisek vyžadují odlišné nástroje a způsob manipulace. Během údržby musí být opěrný kroužek dvojkolí, ložiska a nápravová skříň odstraněny, aby bylo možné provést nedestruktivní testování nápravy.

2.1 Montáž a demontáž otevřených nápravových ložisek NJ/NJP

Obr. 1 znázorňuje kompletní proces údržby ložisek a nápravové skříně [2]. Prvním krokem je demontáž předního krytu, šroubů a koncového víka, což umožní vyjmutí nápravové skříně spolu s vnějšími kroužky a sadou válečků z čepu.

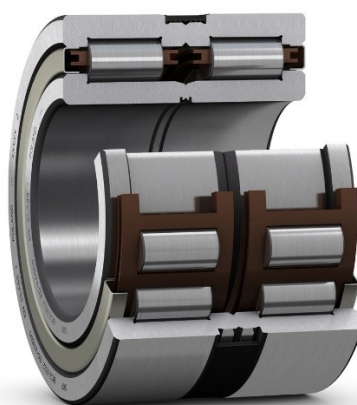
Druhým krokem je demontáž vnitřních kroužků z čepu a opěrného kroužku pomocí zahřívání. K tomuto procesu je zapotřebí několik speciálních indukčních ohříváčů (EAZ). Jeden ohřívací přístroj musí být navržen podle průměru oběžné dráhy vnitřního kroužku, druhý podle provedení opěrného kroužku. Po těchto úkonech jsou dvojkolí, nápravová skříň a ložiska připraveny k údržbě. Po dokončení údržby se opěrný kroužek, nová nebo renovovaná ložiska musí namontovat zpět na čep. Opěrný kroužek se zahřívá na 140–150 °C, zatímco vnitřní kroužky vyžadují nižší teplotu (110 °C). Následuje další důležitý krok, a to je mazání ložisek. K dispozici jsou dvě možnosti mazání ložisek – ručně nebo automatickým mazacím systémem. V mnoha dílnách se mazání provádí ručně. Tento proces může přinést nepřesnost měření a riziko kontaminace maziva. Automatický mazací systém je přesnější v případě měření množství maziva, ale i v tomto případě by mohlo dojít ke kontaminaci maziva během tohoto procesu nebo po něm, protože ložiska jsou v dílně skladována otevřená. Použití otevřených ložisek znamená, že zákazník musí zajistit veškeré aktivity související s nákupem, skladováním maziva a kontrolou jeho kvality, což u CRU 130x240 odpadá. Celý proces montáže a demontáže trvá přibližně dvakrát déle než instalace CRU jednotky včetně skříně.



Obr. 1 Údržbový proces nápravových ložisek NJ/NJP a skříně

3 UZAVŘENÁ VÁLEČKOVÁ JEDNOTKA (CRU 130X240)

Jak již bylo uvedeno, utěsněná a předmazaná válečková jednotka plně nahrazuje stávající otevřený ložiskový systém typu NJ/NJP, aniž by bylo nutné upravovat skříně, labyrint nebo přední víko. Skládá se ze dvou vnitřních kroužků typu NJ/NJ a dvou vnějších kroužků, mezi nimiž jsou umístěny valivé elementy v klecích. Vnější a vnitřní kroužky jsou pevně spojeny pomocí speciálních kroužků, což zajišťuje stabilitu celé sestavy i při demontáži z čepu (obr. 2).



Obr. 2 Válečková jednotka CRU 130x240

Ložisková jednotka je z výroby předmazaná syntetickým mazivem, které zajišťuje dlouhý údržbový interval až 12 let. Systém těsnění je dvoustupňový – první stupeň tvoří integrované těsnění typu „C“, umístěné přímo na jednotce, zatímco druhý stupeň představuje již existující kombinaci labyrintu a tělesa skříně. Tato dvojitá konstrukce výrazně zvyšuje účinnost těsnění a poskytuje spolehlivou ochranu proti vnikání nečistot. Díky těmto konstrukčním prvkům nabízí válečková jednotka prodloužený údržbový interval až 1,2 milionu kilometrů nebo 12 let, podle toho, co nastane dříve.

3.1 Údržbový interval válečkových jednotek

S ohledem na specifikaci válečkové jednotky, proces montáže a demontáže, způsob mazání a výběr maziva je níže navržen nový plán údržby válečkové jednotky. Tento plán je závislý na celkovém počtu najetých kilometrů vozidla a je rozdělen do dvou skupin A a B. Vozy s velmi nízkým ročním nájezdem (skupina A) mohou i nadále využívat otevřená ložiska, protože jejich průměrný počet najetých kilometrů nepřesahuje 30 000 km ročně. Z technického hlediska není nutné používat válečkové jednotky pro tuto skupinu vozidel. Naopak vozidla s vyšším ročním nájezdem než 30 000 km by měla být vybavena ložiskovými válečkovými jednotkami. U této části flotily lze renovaci jednoho ložiska eliminovat po ujetí 660 000 km nebo po osmi letech provozu. Pokud je nutné demontovat válečkovou jednotku například z důvodu výměny kola, může být tato jednotka znovu namontována bez nutnosti renovace.

Tab. 1 Údržbové intervaly

Údržbové intervaly			
	Projezd za rok [km]	Max. projezd [km]	Max. doba [roky]
A	0 – 30 000	660 000	16
B	30 000 – 120 000	1 200 000	12

3.2 Montáž a demontáž válečkových jednotek

Válečkové jednotky vyžadují montáž a demontáž pomocí hydraulického lisu, tedy montáž za studena. Tento způsob instalace je nezbytný vzhledem ke konstrukci jednotky. Proces montáže za studena však pomáhá zkrátit dobu údržby oproti otevřeným ložiskům a zároveň eliminuje riziko kontaminace ložisek. Doba montáže a demontáže představuje klíčový faktor ovlivňující LCC pro operátory. Navíc jsou k dispozici robotizované systémy pro montáž a demontáž ložisek, které minimalizují potřebu vyškoleného personálu k dokončení procesu montáže za studena.

V tab. 2 je ukázáno porovnání jednotlivých parametrů otevřeného řešení a jednotky CRU.

3.3 Renovace válečkové jednotky

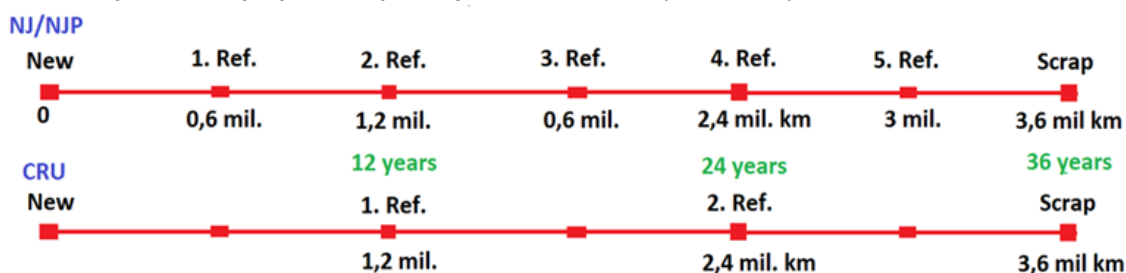
Renovace válečkových jednotek může být prováděna buď přímo u SKF nebo v kvalifikované dílně autorizovanými pracovníky. Proces mytí a vizuální kontroly ložisek je obdobný jako u otevřených ložisek, avšak u jednotek zahrnuje i výměnu integrovaného těsnění a speciálních spojovacích kroužků mezi vnitřním a vnějším kroužky. Důležitým krokem renovace je přesné dávkování a distribuce maziva. Po dokončení mazání musí být jednotka sestavena tak, aby byla zajištěna správná funkce.

Tab. 2 Porovnání otevřeného ložiskového systému a válečkové jednotky

		NJ/NJP 130x240 TN	CRU 130x240: BC2-0122 ED/VA860
Rozměr [mm]		130x240x160	130x240x160
Spolehlivost, těsnění		Labyrintový systém	Labyrintový systém a těsnění CRU
Mazání		Mazání během montáže v dílně	Předmazaná jednotka z výroby
Montáž a demontáž		Za tepla	Za studena hydraulickým lisem a nástroji
Údržbový interval		660 000 km	Dvojnásobný – 1,2 mil. km nebo 12 let, co nastane dříve
Neplánovaný krátký údržbový interval		Demontáž a renovace ložiska	Ložisko nemusí být renovováno při krátkém údržbovém intervalu
LCC (Life Cycle Cost)		-	++
Udržitelnost		Množství maziva 600 g	Množství maziva v jednotce 240 g

4 VÝPOČET LCC

Prodloužení údržbového intervalu z 660 000 km na 1,2 milionu km a 12 let výrazně sníží náklady na údržbu nákladního vagónu. Výpočet vychází z porovnání celkových nákladů na údržbu po dobu životnosti ložiska. Při zohlednění průměrného zatížení ložisek podvozků typu Y25, odpovídajícího nápravovému zatížení v rozmezí 22,5 t až 25 t, činí základní trvanlivost (L10) dle normy ISO 281 přibližně 3,6 milionu kilometrů [1]. Tato vzdálenost odpovídá z časového hlediska přibližně 36 let v závislosti na ročním nájezdu kilometrů. Během časového úseku 36 let musí ložiska projít předepsanými servisními prohlídkami. Utěsněná válečková jednotka výrazně redukuje počet renovací během tohoto období, a to na pouhé dvě. Oproti tomu otevřený ložiskový systém vyžaduje pět renovací (viz obr. 3).



Obr. 3 Počet renovací během životnosti ložisek

Pro přehledný výpočet úspor nákladů na údržbu byl vyvinut výpočetní program, který na základě zadaných parametrů vypočítá finanční úsporu při použití válečkových jednotek. Níže jsou uvedeny základní parametry, které je nutné zadat pro stanovení ušetřených nákladů:

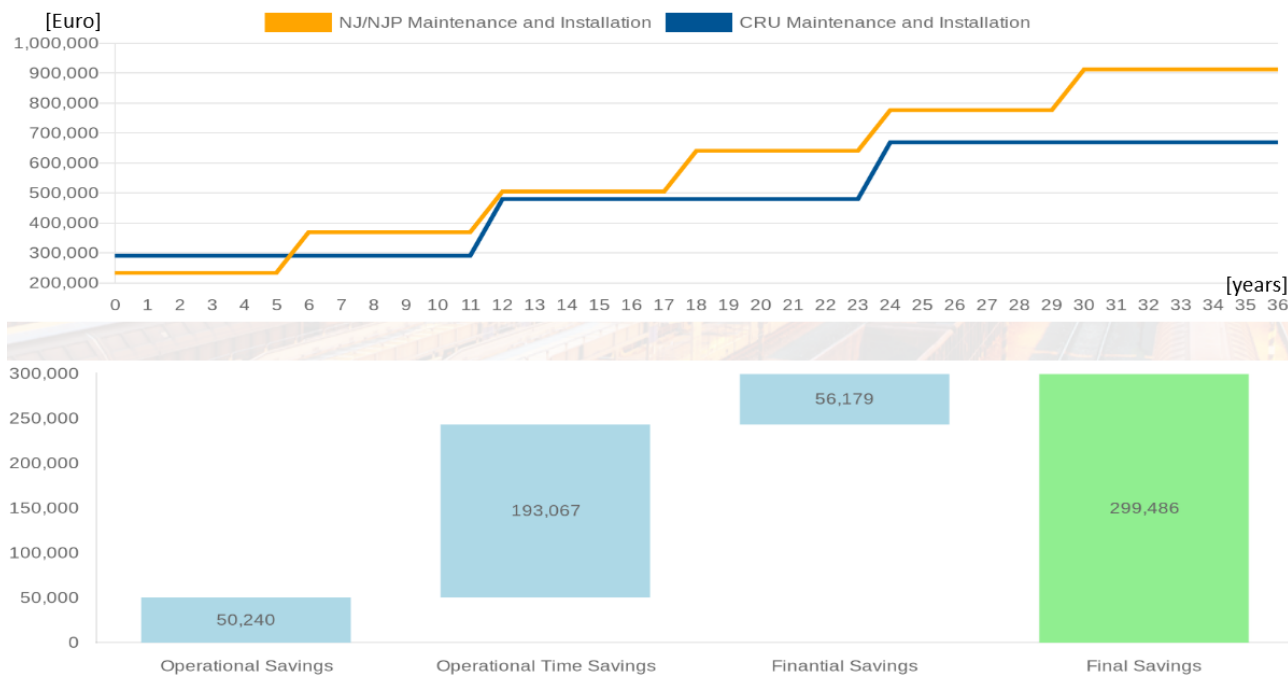
- cena nového ložiskového setu NJ/NJP 130x240 TN, náklad na renovaci a počet renovací,
- cena válečkové jednotky CRU 130x240, náklad na renovaci a počet renovací,
- celková doba životnosti ložisek (36 let),
- celkový počet ložisek,
- cena a množství maziva pro otevřená ložiska,
- doba montáže a demontáže otevřených ložisek a válečkového ložiska včetně nákladů na pracovníky,
- investice v případě nákupu hydraulického lisu včetně lisovacích nástrojů.

Výpočetní program Freight CRU Value Calculation přehledně vizualizuje výsledky pomocí grafů. Horní část obr. 4 znázorňuje příklad výpočtu LCC pro flotilu složenou ze sta vagónů. Výpočty ukazují, že při použití konzervativního řešení s otevřenými ložisky dochází po jedenácti letech k navýšení nákladů.

Spodní část obr. 4 znázorňuje jednotlivé skupiny nákladů, které lze optimalizovat díky použití válečkových ložisek:

- první sloupec představuje provozní úspory (Operational Savings), tedy úspory vznikající během instalace a renovace ložisek, včetně nákladů na mazání,
- druhý sloupec zobrazuje časové provozní úspory (Operational Time Savings), zahrnující snížení časových nákladů na montáž a demontáž ložisek,
- třetí sloupec obsahuje další úspory (Financial Savings), které zákazník získává díky odložené platbě za údržbu při prodloužení životnosti ložisek,
- čtvrtý sloupec ukazuje celkové ušetřené náklady.

Z grafů je zřejmé, že po 11 letech výrazně rostou náklady na údržbu otevřených ložisek, což činí údržbu nákladních vagónů vybavených válečkovými jednotkami mnohem efektivnější. Je však důležité zmínit, že výpočetní model nezohledňuje finanční ztráty spojené s častější nutností svolávání vagónů k údržbě v případě použití otevřených ložisek. To ještě více podtrhuje výhody použití válečkových ložisek.



Obr. 4 Zobrazení výpočtu ušetření nákladů na údržbu

5 ZÁVĚR

Koncoví uživatelé železnice neustále hledají způsoby, jak snížit náklady na údržbu. Jedním z nejžádanějších opatření je prodloužení intervalu údržby dvojkolí včetně nápravového ložiska oproti původně sjednané hodnotě. K dosažení této změny je vhodné nahradit stávající uspořádání ložisek inovativním řešením, například válečkovou jednotkou CRU. Uzavřené a předmazané válečkové jednotky se již úspěšně osvědčily v železničních aplikacích pro cestující, od systémů metra až po velmi vysokorychlostní jednotky EMU. Nejnovější nápravové ložiskové jednotky SKF jsou navrženy tak, aby měly výrazně delší provozní životnost mezi generálními opravami. Díky tomu lze harmonogram generálních oprav ložisek sladit například s výměnou vysoce odolných kol. Dvojkolí s dlouhou životností, vybavené jednotkami CRU, představuje nejefektivnější řešení z hlediska nákladů pro evropský trh nákladní dopravy.



Literatura

- [1] SKF GROUP. *SKF Railway Technical handbook*. Vol. 1, July 2011. ISBN 978-91-978966-3-4.
- [2] JANOŠ, P., KUCHARCZYK, P., PAVČO, J., MEANEY, P., NOVOTNÝ, O. *Wheelsets and bearings dedicated for freight wagons*. Venice, Italy: XIX. International Wheelset Congress, 16.–20. 6. 2019.
- [3] VPI-EMG 04. *Maintenance of Freight Wagons – Wheelsets*. Version 3. 1. 2017.

Zasláno / received: 17. 06. 2025, přijato / accepted: 15. 07. 2025, publikováno / published: 17. 09. 2025.

Příspěvek recenzovali / The paper was reviewed by: doc. Ing. Petr Heller, CSc. (Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní), doc. Ing. Michael Lata, PhD. (Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera).