

## PROBLEMATIKA PORUCH NÁPRAV KOLEJOVÝCH VOZIDEL

### PROBLEMS OF AXLE DEFECTS OF ROLLING STOCK

Bohumil CULEK<sup>1</sup>, Eva SCHMIDOVÁ<sup>2</sup>, Michal SCHMID<sup>3</sup>

#### Abstrakt

Článek se zabývá poruchami náprav, které mohou v provozu vést k úplnému lomu náprav. Pozornost je věnována lisovanému spoji kolo–náprava, který je častým zdrojem iniciace trhlin náprav, které pak vedou k jejich únavovému lomu.

#### Klíčová slova

nápravy kolejových vozidel, lisovaný spoj, lomy náprav

#### Abstract

*The article deals with axle failures which can lead to complete axle fractures in operation. Attention is paid to the pressed wheel–axle joint which is a frequent source of initiation of a crack leading to fatigue fracture of the axle.*

#### Keywords

*axles of rolling stock, pressed joint, fractures of axles*

## 1 ÚVOD

Bezpečnost provozu kolejových vozidel je v současnosti do velké míry limitována reálným technickým stavem náprav. V provozu bohužel dochází často k podstatnému zvýšení zatěžení kolejových vozidel, než pro které byla tato vozidla dimenzována. Výsledkem mimo jiné je to, že v provozu narůstá počet indikací povrchových únavových trhlin náprav a množí se i výskyt úplných lomů náprav. Riziko lomů náprav zvyšuje i skutečnost, že vady jsou převážně v oblastech mimo dosah defektoskopických kontrol prováděných podle současných předpisů pro údržbu náprav. Reálně se vyskytující trhliny i lomy náprav jsou z pohledu pevnostních návrhů, tak i z pohledu údržby mimo normativně vyšetřovaná místa na nápravách. Při současných výpočtových postupech není uvažována problematika vlivu stavu nalisovaného spoje kola na nápravy po přelisování a nejsou uvažovány torzní kmity, které oba tyto faktory mohou životnost náprav významně ovlivnit. Je tedy na místě (a také na čase) přispět k řešení tohoto problému, což je i cílem tohoto příspěvku.

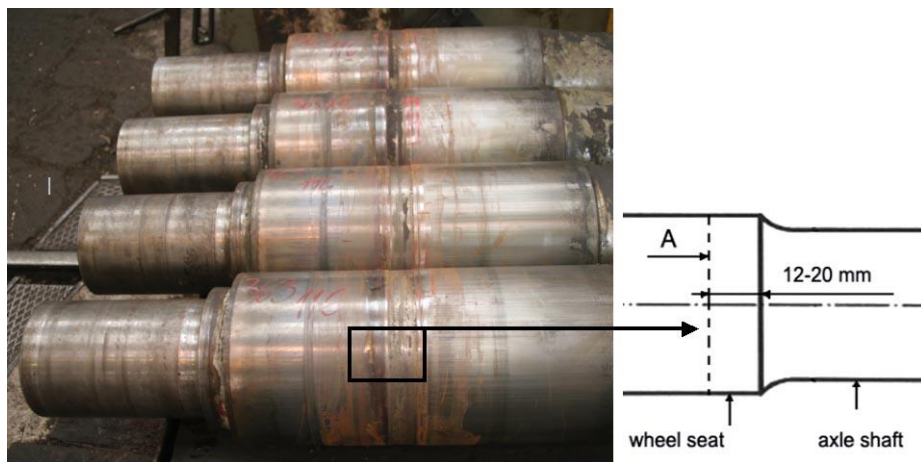
<sup>1</sup> **prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.**, University of Pardubice, Faculty of Transport Engineering / Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Katedra dopravních prostředků a diagnostiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice. Tel.: +420 466 038 167, e-mail: bohumil.culek@upce.cz

<sup>2</sup> **prof. Ing. Eva Schmidová, Ph.D.**, University of Pardubice, Faculty of Transport Engineering / Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Výukové a výzkumné centrum v dopravě, Doubravice 41, 533 53 Pardubice. Tel.: +420 466 038 507, e-mail: eva.schmidova@upce.cz

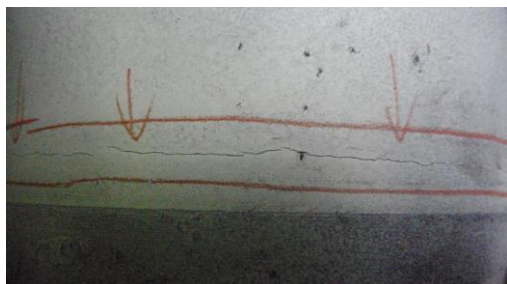
<sup>3</sup> **Ing. Michal Schmid**, ČVUT Praha, Fakulta strojní. Ústav mechaniky, Technická 4, 166 07 Praha 6. Tel.: +420 224 352 587, e-mail: michal.schmid@fs.cvut.cz

## 2 POPIS PORUCH NÁPRAV

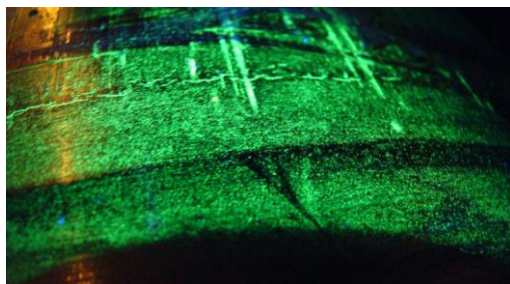
Nápravy dvojkolí kolejových vozidel jsou dimenzovány podle ČSN EN 13103+A2 [1], ČSN EN 13104+A2 [2] a ČSN EN 13261+A1 [3], kde je bezpečnost proti únavovému poškození limitována použitou jakostí oceli, typem nápravy a předepsaným postupem údržby náprav během provozu. Zavedené postupy určují kritická místa pro stanovení meze únavy, a tomu odpovídající limitní součinitele bezpečnosti plných i dutých náprav. Tyto postupy ale nerespektují výše zmíněné jevy (torzní kmitání dvojkolí, vliv přelísování, zvýšené dynamické namáhání), ke kterým dochází v průběhu provozu a údržby náprav. Výsledkem pak jsou poruchy v oblasti sedel náprav, jak je patrné z následujících obr. 1, 2, 3, 4 [4].



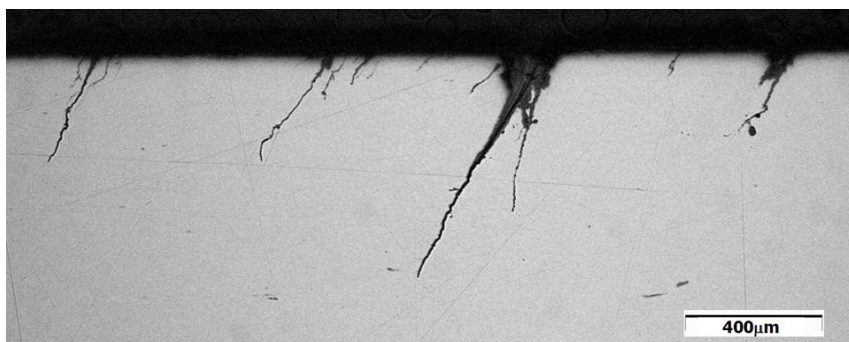
Obr. 1 Lokalizace poruchy sedel náprav



Obr. 2 Iniciační trhlinka po obvodu sedla nápravy



Obr. 3 Iniciační trhlinka pod UV světlem



Obr. 4 Vznik trhlin v korozních důlcích na povrchu sedla nápravy

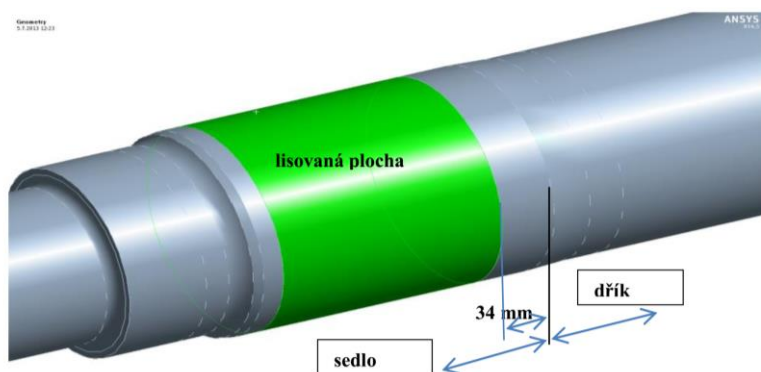


**Obr. 5** Příklad úplného lomu v místě sedla nápravy

K uvedeným obrázkům je třeba doplnit, že hlavní příčinou lomu nápravy bylo nesprávné provedení nalisování kola na nápravu. Došlo ke ztrátě lisovacího tlaku v kritickém pásmu sedla nápravy a to vedlo ke koroznímu poškození. Zároveň se změnil stav napjatosti nápravy, kdy v korozí poškozeném místě došlo k nezanedbatelnému nárůstu napětí. To v kombinaci s vrubovým účinkem důlkové koroze (snížení meze únavy) vedlo k poklesu dynamické pevnosti nápravy v tomto místě.

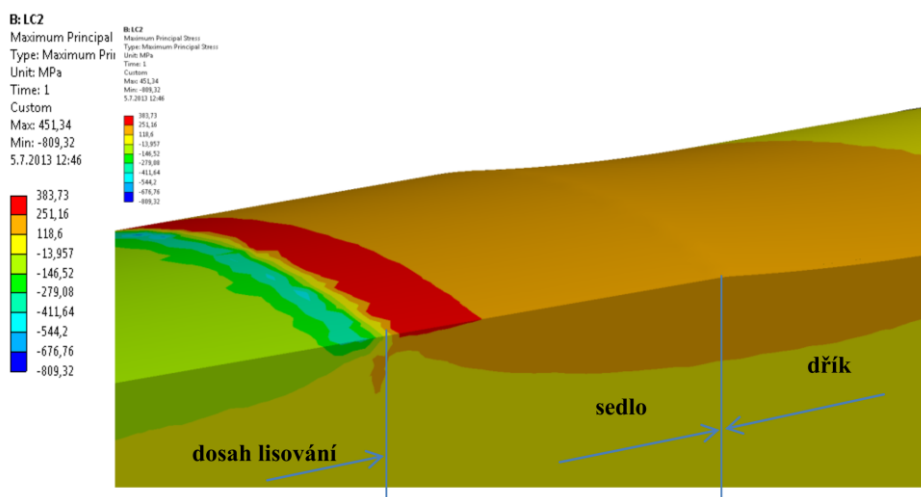
### 3 PEVNOSTNÍ ANALÝZA NALISOVANÉHO SPOJE KOLA NA NÁPRAVĚ

V souladu s normovým postupem pro pevnostní výpočet náprav je zjednodušený model kritického místa sedla nápravy v kontaktu s nábojem kola při předpokládané ztrátě lisovacího tlaku v šířce cca 30–40 mm (vzdálenost vzniku trhliny od hrany sedla) zobrazen schematicky na obr. 6.



Obr. 6 Zjednodušený model nalisování při nekvalitním lisovaném spoji

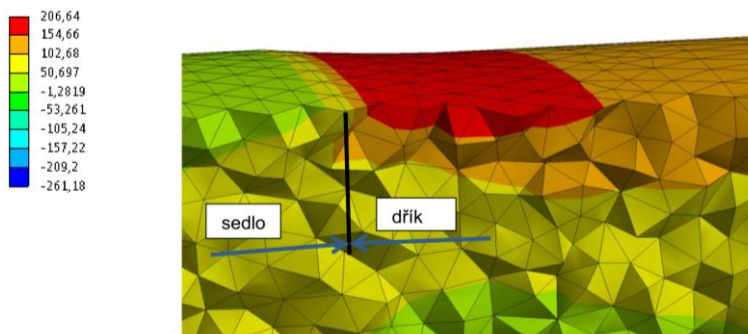
Na dalším obr. 7 je zobrazen průběh vypočítaných hlavních napětí v kritickém místě sedla nápravy.



Obr. 7 Napětí v kritickém místě sedla nápravy při nekvalitním lisovaném spoji

Z vypočítaných napětí je zřejmý negativní vliv špatného nalisování, které se projevuje v skokové změně napětí v kritickém místě sedla nápravy, zeslabeném důlkovou korozí.

Pro porovnání je na obr. 8 uveden průběh vypočítaných napětí v přechodu sedlo-dřík nápravy při kvalitním lisovaném spoji, bez koroze v kritickém místě sedla.



Obr. 8 Napětí v kritickém místě sedla nápravy při kvalitním lisovaném spoji

Patrné rozdíly ve vypočítaných napětích u porovnávaných případů lisovaných spojů dokládají prvotní příčinu poruch náprav v daném místě. Problém je o to závažnější, že trhliny, které v tomto místě vznikají, jsou bez slisování kola běžnými diagnostickými postupy používanými v údržbě nezjistitelné.

## 4 ZÁVĚR

V současné době bylo ve spolupráci Dopravní fakulty Jana Pernera, Univerzity Pardubice a VÚKV a.s. Praha zahájeno řešení tohoto problému. Řešení bude zaměřeno na:

- výpočet zbytkové životnosti náprav kolejových vozidel,
- stanovení v provozu přípustného poškození náprav,
- změny předpisů směrem k dimenzování náprav,
- způsob a kontrolu lisování kol na nápravy,
- diagnostiku trhlín sedla nápravy bez slisování kola,
- konkrétní návrhy opatření pro prevenci havarijních stavů.

Řešení je podporováno projektem TAČR EPSILON č. TH02010542 „Eliminace provozních poruch náprav kolejových vozidel“.



## Literatura

- [1] ČSN EN 13103+A2:2013. *Železniční aplikace – Dvojkolí a podvozky – Nápravy běžných dvojkolí – Metoda návrhu*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [2] ČSN EN 13104+A2:2013. *Železniční aplikace – Dvojkolí a podvozky – Nápravy hnacích dvojkolí – Metoda návrhu*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [3] ČSN EN 13261+A1:2011. *Železniční aplikace – Dvojkolí a podvozky – Nápravy – Požadavky na výrobek*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [4] Schmidová, E., Schmid, M., Tomek, P., Středová, D. *Rozbor zlomené hnací nápravy vozidla ř. 810*. Výzkumná zpráva KMMČS – ASI 69/2013.