

## **ANALÝZA PARAMETRŮ OVLIVŇUJÍCÍCH ŽIVOTNOST KOL**

### **ANALYSIS OF PARAMETERS AFFECTING THE WHEELS LIFESPAN**

Petr JANOŠ<sup>1</sup>, Libor KOVÁŘ<sup>2</sup>, Jaromír ŠIROKÝ<sup>3</sup>, Alois KOTRBA<sup>4</sup>

e-ISBN: 978-80-7560-564-1  
DOI: 10.46585/spkv20252698

ISSN: 3029-8342



#### **Abstrakt**

Příspěvek pojednává o vlivech, které působí na opotřebení / degradaci jízdní plochy kola, a tím i na jeho životnost. Až doposud byla tato problematika většinou nahlížena partikulárně. Například pouze z pohledu geometrie jízdního obrysu, jindy pouze z pohledu použitého materiálu kol. Tento příspěvek naopak sumarizuje většinu vlivů, které působí na životnost jízdní plochy a připravuje tak podklady pro vytvoření prediktivního modelu životnosti železničních kol v různých provozních podmínkách.

#### **Klíčová slova**

železniční kolo, opotřebení, materiál kola, jízdní obrys, LCC

#### **Abstract**

*The paper analyses the influences that affect the wear / degradation of the wheel tread profile and thus its lifespan. Up to now, this issue has been mostly viewed in a partial way only. For example, only from the perspective of the geometry of the tread profile, sometimes only from the perspective of the wheel steel grade. This paper, on the other hand, try to summarise all influences acting on the wheel tread profile and thus provide the base for creating predictive model of railway wheel lifespan in various operating conditions.*

#### **Keywords**

*railway wheel, wearing, wheel steel grade, tread profile, LCC*

## **1 ÚVOD**

Mnoho, nejen drážníků, odborníků zaznamenalo v poslední době, zejména pak v posledních 5 až 10 letech, fenomén významně se snižující životnosti železničních kol. Tato skutečnost prostupuje prakticky veškerými segmenty kolejových vozidel počínaje lokomotivami, přes osobní vozy a jednotky, nákladní vozy, až po vozidla metra a tramvaje a to přesto, že by se s ohledem na modernizaci vozového parku a tratí dal očekávat pravý opak. Proto se tento příspěvek aktuálně zabývá právě opotřebením jízdní plochy a vlivy, které na toto opotřebení působí. Příspěvek je rozdělen do pěti dále uvedených kapitol:

<sup>1</sup> Ing. Petr Janoš, Ph.D., MBA. BONATRANS GROUP a.s. Revoluční 1234, 735 94 Bohumín, Česká republika, tel.: +420 775 860 141, e-mail: petr.janos@ghh-bonatrans.com

<sup>2</sup> Ing. Libor Kovář. BONATRANS GROUP a.s. Revoluční 1234, 735 94 Bohumín, Česká republika, tel.: +420 775 877 129, e-mail: libor.kovar@ghh-bonatrans.com.

<sup>3</sup> Ing. Jaromír Široký, Ph.D. VŠB-TU Ostrava, Institut dopravy. 17. listopadu 2175/15, 708 00 Ostrava – Poruba, Česká republika, tel.: +420 597 324 375, e-mail: jaromir.siroky@vsb.cz

<sup>4</sup> Ing. Alois Kotrba, Ph.D. České dráhy, a.s. Depo kolejových vozidel Brno, Odbor provozu. Kulkova 1, 614 00 Brno, Česká republika, tel.: +420 606 745 331, e-mail: alois.kotrba@cd.cz

- typy vad / poškození železničních kol,
- vlivy ovlivňující poškození,
- problematika reprofilace kol,
- životnost kol podle typů kolejových vozidel,
- analýza získaných dat.

## 2 TYPY VAD / POŠKOZENÍ ŽELEZNIČNÍCH KOL

Úvodem je vhodné definovat pojmy vada a poškození. Vadou se rozumí neodhalená neshoda vzniklá během výroby. Poškození je často doprovodným jevem provozování a nemůže být vždy automaticky chápáno jako vada. S jistým zjednodušením můžeme veškerá poškození jízdní plochy rozdělit do pěti typů:

- poškození způsobená klasickým opotřebením,
- poškození způsobená kontaktní únavou,
- poškození způsobená tepelným namáháním,
- poškození způsobená nadměrnou deformací,
- poškození způsobená vnějšími vlivy.

Poznámka: V reálném provozu vznikají různá poškození souběžně a je možné hovořit pouze o převládajícím způsobu poškození.

### 2.1 Poškození způsobená klasickým opotřebením

Opotřebením je přirozeným projevem provozování každého železničního kola. Pouze jestli přesáhne jistou mez, která ale není normativně stanovena, hovoříme o nadměrném opotřebením. K opotřebením dochází v důsledku procesu adheze a abraze:

- Adhezivní opotřebením vzniká všude, kde se vyskytuje tření.
- Abrazivní opotřebením vzniká během tření za přítomnosti abrazivních částic.

Abrazivními částicemi jsou nejčastěji částice písku.

Opotřebením jízdní plochy lze z pohledu tvaru rozdělit na:

- Opotřebením okolku (Flange wear).
- Opotřebením středu jízdní plochy (Hollow wear of the wheel tread profile). Nejčastěji je toto opotřebením způsobeno převážným provozováním vozidla na přímých tratích s minimálním množstvím oblouků.



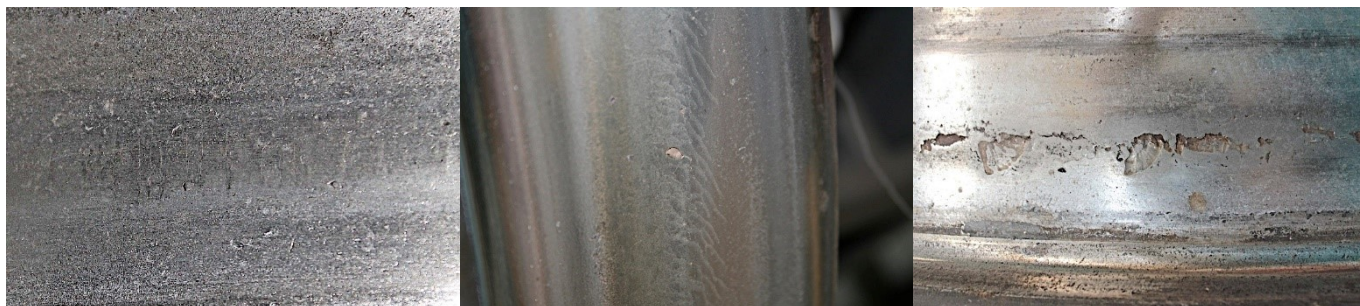
**Obr. 1** Nadměrné opotřebením okolku (vlevo); nadměrné opotřebením středu jízdní plochy (vpravo)

Poznámka: Někdy se nesprávně zaměňuje pojem opotřebením a degradace jízdní plochy kola. Kola z materiálů, která mají vysokou odolnost proti opotřebením zpravidla dosahují také vyšší životnost. Na druhé straně je nutno si uvědomit, že degradace jízdní plochy není způsobená pouze opotřebením, a proto také otěruvzdornost materiálu není jediné kritérium pro vhodnou volbu materiálu kola. Kromě toho norma EN13262 [1] ani problematiku otěruvzdornosti materiálů železničních kol nijak normativně neupravuje.

## 2.2 Poškození způsobená kontaktní únavou

V důsledku působení sil mezi kolem a kolejnicí je jak kolo, tak kolejnice vystavena degradačnímu procesu kontaktní únavy (Rolling Contact Fatigue). Během odvalování kola po kolejnici dochází k deformaci povrchu jízdní plochy. V povrchové vrstvě materiálu, kde je vyčerpána plastická deformace, vznikají trhliny. Ty se propojují a materiál se začne vydrolovat (Vydrolování – Shelling). Kontaktní únava způsobuje tvorbu trhlín, které můžeme podle směru rozdělit na příčné, šikmé a podélné:

- Příčné trhliny – jsou tvořeny jednotlivými trhlinami až pásem trhlín, nejčastěji ve středu jízdní plochy. Přitom příčným směrem rozumíme napříč jízdní plochou kola, to je rovnoběžně s osou dvojkolí. Jsou generovány intenzivními rozjezdy a brzděním.
- Šikmé trhliny – jedná se o oblasti nebo pásy šikmých trhlín obvykle v oblasti mezi vnějším čelem a styčnou kružnicí a v oblasti u přechodu do okolku. Pravděpodobnou příčinou je častý průjezd oblouky malých poloměrů, či průjezd protisměrnými oblouky. Obecně nevhodnými kontaktními podmínkami mezi kolem a kolejnicí.
- Podélné trhliny – jsou tvořeny oblastmi nebo pásy trhlín ve středu jízdní plochy. Příčinou může být šikmé postavení kola vůči kolejnici [2].



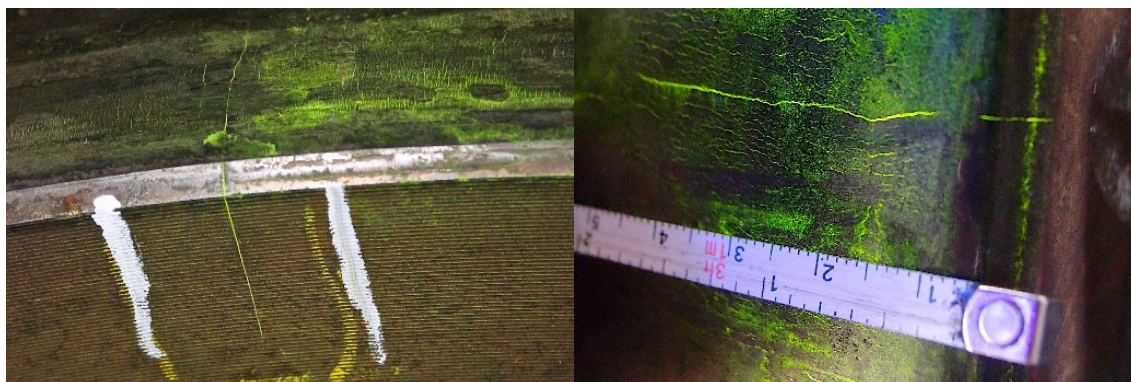
**Obr. 2** Příčné trhliny (vlevo); šikmé trhliny (uprostřed); podélné trhliny (vpravo)

## 2.3 Poškození způsobená tepelným namáháním

Tepelné namáhání železničních kol může být způsobeno brzděním špalíkovou brzdou, nebo prokluzem dvojkolí. Poškození způsobená prokluzem kol jsou charakteristická výskytem na obou kolech jednoho dvojkolí ve stejné rovině procházející osou dvojkolí. Teplota věnce kola v místě kontaktu s kolejnicí může během skluzu překročit teplotu  $AC_1$  (727 °C). Následné rychlé ochlazení může vyvolat změnu struktury materiálu v povrchové a podpovrchové vrstvě jízdní plochy.

Poznámka: Použití tepelně optimalizovaných kol a použití inovativních materiálů (například z rodiny BONASTAR od společnosti BONATRANS) nijak nesnižuje pravděpodobnost poškození jízdního profilu způsobená tepelným namáháním od brzdění či od prokluzu.

Poškození způsobená brzděním špalíkovou brzdou můžeme podle vzhledu rozdělit na příčné tepelné trhliny (Lateral thermal cracks) a síť tepelných trhlín (Thermal crazing).



**Obr. 3** Příčné tepelné trhliny (vlevo); síť tepelných trhlín (vpravo)

## 2.4 Poškození způsobená nadměrnou deformací

Valivý odpor kola odvalujícího se po kolejnici je způsoben plastickou deformací materiálu kola a kolejnice. Během odvalování kola jsou jednotlivá místa jízdní plochy stlačována a následně odlehčována. Během odlehčování však nedojde k uvolnění veškeré energie, která byla potřebná ke stlačení kontaktní plošky. Část energie se promění v plastickou deformaci, která může způsobit vyválnování materiálu z oblasti styčné kružnice směrem k vnějšímu čelu věnce kola. Maximální hodnota převisu (Tread roll over) podle normy EN 15313 je 5 mm.



Obr. 4 Vyválnování materiálu jízdní plochy přes vnější čelo

## 3 VLIVY OVLIVŇUJÍCÍ POŠKOZENÍ

Na každém poškození kola se podílí vnější vlivy. U jistých typů poškození jsou dokonce vnější vlivy rozhodujícím faktorem. Můžeme je rozdělit například do deseti níže uvedených kategorií:

- vliv vhodné volby materiálů kola,
- vliv tepelného zpracování věnce kola,
- vliv geometrie jízdního obrysu,
- vliv konstrukce kola,
- vliv konstrukce pojezdu,
- vliv brzdy,
- vliv kvality trati,
- vliv pískování,
- vliv mazání okolků,
- vliv pohonu.

### 3.1 Vliv vhodné volby materiálů kola

Železniční celistvá kola se dnes nejčastěji vyrábí z uhlíkových ocelí. Oceli s nižším obsahem uhlíku jsou vhodné pro špalíkové brzdění. Naopak oceli s vyšším obsahem uhlíku jsou vhodné pro větší nápravové zatížení, ale ne pro intenzivní špalíkové brzdění. Evropská norma 13262 definuje níže uvedené třídy oceli (pro lepší představu jsou v závorce uvedeny přibližné ekvivalenty materiálů podle dřívější normy ČSN):

- ER6 (12050) – Třída oceli vhodná pro kola, která jsou určena pro velmi malá nápravová zatížení.
- ER7 (12051) – Tento materiál je převážně používán pro kola nákladních vozů, která jsou brzděna špalíky.
- ER8 (12051/12060) – Materiál pro kola dvojkolí s vyšším nápravovým zatížením. Je používán především na EMU a DMU.
- ERS8 (třída 14) – Materiál je určen pro podobné aplikace jako ER8. Ve srovnání s ním však má lepší odolnost proti projevům kontaktní únavy.
- ER9 (12060) – Určen primárně pro kola lokomotiv.

Poznámka: Kola jednotek ICE 3neo (Nejmodernější verze jednotek ICE3) byla původně vyráběna z oceli ER8. Nyní jsou dodávána z materiálu ER9. Tento příklad není výjimkou, a lze dokonce hovořit o jistém trendu aplikovat tvrdší materiál ER9 tam, kde se ještě nedávno standardně používal materiál ER8. Na druhé straně, použití kol z tvrdšího materiálu může vést k většímu opotřebení hlav kolejnic na tratích s oblouky malých poloměrů. Proto je nutno vybírat vhodný materiál pro tu kterou provozní aplikaci na základě multikriteriální analýzy zohledňující nejen opotřebení kola, ale i kolejnice.

Celistvá kola mohou být dodávána také podle norem AAR M-107/M-208. Ta definuje níže uvedené třídy oceli:

- Class L (12041) – Vhodná pro malá nápravová zatížení.
- Class A (12051/12060) – Tento materiál je vhodný pro intenzivně brzděná kola.
- Class B (12061/12071) – Standardní materiál.
- Class C (uhlík na úrovni 12081, ale umožňuje vyšší obsahy Mn a Si) – Materiál vhodný pro kola lokomotiv s vysokým nápravovým zatížením.
- Class D (Class C s obsahem mikrolegur) – Jedná se o materiál s nejvyšší odolností proti opotřebení, který je normativně definován.

Ocel Class D je sice nejtvrdší, ale na druhé straně má nejnižší lomovou houževnatost. Ta by ve věci kola, které je brzděno špalíky, neměla klesnout pod  $42 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$  [3].

Obruče se v Evropě nejčastěji vyrábí z níže uvedených materiálů:

- B5T (12060),
- B6T (12061).

Poznámka: Inovativní materiály s obchodním názvem BONASTAR, společnosti BONATRANS, mají vylepšené pevnostní charakteristiky, a umožňují tak splnit požadavky zákazníků nad rámec standardních norem. Kola z takovýchto materiálů nalézají uplatnění především v provozně náročnějších aplikacích.

### 3.2 Vliv tepelného zpracování věnce kola

Tepelným zpracováním kol maximálně využíváme potenciálu oceli s ohledem na jeho chemické složení. Režimy tepelného zpracování jsou stanoveny s ohledem na nalezení optima mezi pevností a houževnatostí.

### 3.3 Vliv geometrie jízdního obrysu

Životnost kola je podstatným způsobem ovlivněná správnou volbou jízdního obrysu, jelikož jeho geometrie ovlivňuje jak chodové vlastnosti vozidla, tak kontaktní tlaky. Lze je rozdělit do tří typů:

- Válcové jízdní profily – jsou vhodné pro velmi vysoká nápravová zatížení např. pro „Heavy haul applications“ s nápravovým zatížením vyšším než 30 tun a převážně přímé tratě.
- Kuželové jízdní profily – jsou vhodné pro tramvajové tratě, které jsou charakteristické oblouky malých poloměrů.
- Křivkové jízdní profily – jsou určeny pro standardní kolejová vozidla.

Poznámka – Pro úklon kolejnic 1:40 používaný na koridorech a profil hlavy kolejnice 60E1 je optimalizovaný jízdní profil kola S1002 podle normy EN 13715. Jízdní obrys EPS podle EN 13715 je charakteristický svou vyšší kuželovitostí, a tím je předurčen pro použití na kolech vozidel, která jsou provozována na tratích s oblouky s malými poloměry. Vyšší kuželovitost propůjčuje okolkům lepší životnost. Na druhé straně více namáhá jízdní plochu, která zejména zpočátku provozování rychle ztrácí svou původní geometrii.

### 3.4 Vliv konstrukce kola

Na první pohled by se mohlo zdát, že vlastní konstrukce kola jeho životnost nijak neovlivňuje. Přesto i zde je prostor pro možná zlepšení, například:

- Použitím kol větších průměrů. Například upřednostnit na jednotkách EMU/DMU kola  $\varnothing 920$  před koly  $\varnothing 850$  s ohledem na nižší kontaktní tlak a nižší počet zátěžných cyklů v místě kontaktu.

- Zvětšením efektivní tloušťky věnce kola z 35 mm na 40 mm, 45 mm či dokonce 50 mm, jak je tomu v případě čínské lokomotivy HXD1.
- Upřednostnění pryží odpružených tramvajových kol s větší poddajností. V této souvislosti je možná vhodné uvést, že tramvajová kola VKG BTG ( $\varnothing 700$ ) mají radiální tuhost 70 kN/mm a axiální tuhost 15 kN/mm. Kola GHH V60 pak mají radiální tuhost 250 kN/mm a axiální tuhost 35 kN/mm. Od pryží odpružených tramvajových kol primárně nevyžadujeme nízkou radiální tuhost. Tu lze kompenzovat v dalších stupních vypružení podvozku. Očekávána je nízká axiální tuhost, projevující se schopností natočení obruče vzhledem ke kotouči tak, aby došlo co možná k nejlepšímu přimknutí obruče ke geometrii tratě, a tedy k zajištění minimální velikosti úhlu náběhu (Angle of attack).

### 3.5 Vliv konstrukce pojezdu

Životnost jízdní plochy kol je podstatným způsobem ovlivněna také typem pojezdu, respektive typem podvozku. Rozhodující měrou závisí na velikosti rozvoru a hmotnosti podvozku. Čím je rozvor podvozku větší, tím více se podvozek při průjezdu obloukem přičí, tj. zvyšuje se úhel náběhu. Vyšší úhel náběhu vede ke zvýšení třecí práce v kontaktu kolo-kolejnice, což se projevuje zvýšeným opotřebením okolů a doprovodným kvílivým hlukem. Kvílivý hluk může být částečně eliminován použitím tlumičů hluku, což však částečně zhoršuje odhaditelnost případných problémů s otáčivostí podvozků. Obecně lze říci, že životnosti kol napomáhá:

- Měkké vypružení a nízká příčná tuhost vedení dvojkolí.
- Použití křížové vazby umožňující radiální stavění dvojkolí v podvozku, pokud je zajištěna stabilita chodu při vyšších rychlostech.
- Správné fungování protiskluzové ochrany.
- Snížení hmotnosti a snížení momentů setrvačnosti podvozků.

Poznámka: Provozní nasazení vratných jednotek (Push-pull train) životnost kol negativně neovlivňuje [4].

### 3.6 Vliv brzdy

Nadměrná degradace jízdní plochy vlivem brzdových špalíků je poměrně častá a může mít mnoho podob. Nejčastěji dochází k poškození:

- Jízdou vlaku s vozem s neodbrzděnou ruční brzdou.
- Nevyřazením poškozeného špalíku z provozu.
- Rozvolněným pákovím, kdy je špalík kuželovitostí jízdní plochy vysunut směrem k vnější straně kola. Pak přehřívá hranu věnce mezi jízdní plochou a vnějším čelem kola a způsobuje tak tvorbu nebezpečných tepelných trhlin.

Na moderních železničních nákladních vozech se k tomu mohou přičítat další dodatečné vlivy:

- Kompozitní brzdové špalíky, zejména pak špalíky LL, snižují životnost kol až o 30 %, v porovnání s dříve používanými litinovými špalíky.
- Použití jednostranné kompaktní špalíkové brzdy na podvozcích s rozsochovým vedením (např. na podvozcích Y25) vede během brzdění ke znehybnění dvojkolí, a tím ke zvýšenému opotřebením okolů. Jednostranná špalíková brzda během brzdění vyřadí z funkce i křížovou vazbu.

### 3.7 Vliv kvality trati

Životnost jízdní plochy kola je ovlivněna podstatnou měrou také kvalitou tratě. Kolejnice by měly mít větší tvrdost než kola proto, aby opotřebením bylo směřováno na kola, a ne na kolejnice. Je doporučováno, aby tvrdost kolejnic byla minimálně 1,1krát větší (v tunelech metra 1,2krát větší) než tvrdost kol. Tento požadavek je však téměř vždy splněn. Navíc při použití kolejnic s tvrdostí 350 HB je splněn i se značnou rezervou. V poslední době se do životnosti kol negativně promítá zejména:

- Neotáčení jednotek, pokud jsou dlouhodobě provozovány na tratích s převážně jednostranně orientovanými oblouky.

- Nesprávná funkce ETCS, kdy po ztrátě spojení mezi traťovou a mobilní částí na vozidle dojde, po určitém čase, automaticky k naskočení rychlobrzdy, což zejména při použití LL špalíků vede ke zvýšenému počtu poškození kol. Během prvního kvartálu roku 2025 kvůli chybě ETCS neplánovaně zastavilo na území České republiky 1400 vlaků.<sup>5</sup>
- Nanášení abrazivních nečistot na tramvajové tratě projíždějícími silničními vozidly v případě zavedení tzv. „Vídeňských zastávek“.

Poznámka: Na životnost kol mají dále vliv použité úklony a profily hlav kolejnic stejně jako materiál kolejnic.

### 3.8 Vliv pískování

V průběhu rozjezdu či brzdění se může hladké kolo na hladké kolejnici dostat poměrně snadno do skluzu. Proto se používá pískování. Pískování však může zvýšit opotřebení jízdní plochy, zejména na podzim, kdy písek ulpívá na vlhkých kolejnicích. Ke zvýšenému opotřebení jízdní plochy kola vede v poslední době také používání kompozitních brzdových špalíků, které vyhlazují jízdní plochu do té míry, že pískování musí být četnější a intenzivnější.

Poznámka: V pouštních podmínkách obvykle životnost kol nepřesáhne 350 000 km, a to i při použití nejtvrdějších materiálů např. Class C. Uvedená hodnota však platí pouze pro standardní železnici. Naopak kola vysokorychlostních jednotek mají stejnou životnost bez ohledu na to, jestli jsou provozována v písečném či ve standardním evropském prostředí. Podtlak pod rychle jedoucím vozidlem totiž nedovolí, aby písek během jízdy ulpíval na hlavách kolejnic. Jako příklad mohou posloužit kola z materiálu ER8, která jsou nasazena na jednotkách Talgo na trati Haramain. Tato trasa propojuje Mekku s Medinou v západní části Saúdské Arábie. Zmíněná kola, v tomto provozním nasazení běžně dosahují životnost přes 1 mil. km při intervalu mezi reprofilacemi 150 000 km.

### 3.9 Vliv mazání okolků

Hnací vozidla jsou dnes téměř vždy vybavena zařízením pro mazání okolků. V dnešní době se nasazuje zařízení pro mazání okolků prováděné dle mapy tratě, a to navíc rozdílně pro levé a pravé kolo dvojkolí. Tento přístup se osvědčil například na jednotkách řady 530 – RegioPanter provozovaných na dopravním rameni Brno – Adamov.

Poznámky:

- S výhodou se používá tlak až 5 bar, který zajistí přesné zacílení mazné dávky na okolek.
- V prašném prostředí může být použití mazání okolků kontraproduktivní.

### 3.10 Vliv pohonu

V případě běžných kol je kontakt kolo–kolejnice, s jistým zjednodušením, vystaven pouze tlaku. V případě hnacích kol je kontakt vystaven jak tlaku, tak smyku, proto je životnost hnacích kol o cca 1/6 až 1/5 menší než životnost běžných kol stejného typu.

## 4 REPROFILACE KOL

Reprofilace navrácí geometrii jízdního obrysu do požadovaného stavu. Je prováděna v rámci údržby:

- preventivní (PBM – Preventive based maintenance), po ujetí stanovených kilometrů;
- korektivní (CBM – Corrective based maintenance), v případě že geometrie neodpovídá normativním požadavkům, či v případě nutnosti odstranění vad, zejména pak plochých míst.

Standardní odebíraná tloušťka během reprofilace je:

- u kol brzděných špalíky 8–10 mm (na průměr);
- u kol brzděných kotouči 5–10 mm (na průměr).

Interval mezi reprofilacemi se s ohledem na gradient tvrdosti ve věnci snižuje. Obecně ale platí, že:

<sup>5</sup> Viz: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/etcs-poruchy-vypadek-kolaps/r~1473d74a113511f0bf960cc47ab5f122/>

- na kolech brzděných špalíky je reprofilace prováděna po 150 000 až 300 000 km;
- na kolech brzděných kotouči je reprofilace prováděna po 250 000 až 400 000 km.

Z pohledu životnosti kol je vhodné provádět reprofilace preventivně, a to v krátkých intervalech. Tento přístup však má své ekonomické limity s ohledem na náklady spojené s reprofilacemi a náklady spojené s ušlým ziskem v podobě provozně odstavených vozidel. Vhodné nastavení kilometrických intervalů mezi reprofilacemi jízdního profilu je záležitostí provozovatelů vozidel. Ti obvykle disponují širokou databází provozních dat a jsou tak schopni odhadnout chování kol v daných provozních podmínkách.

Dále se obecně doporučuje provádět vizuální kontrolu jízdní plochy kola po 25 000 km až 50 000 km. Během vizuální kontroly je nutno primárně věnovat pozornost výskytu plochých míst. Akceptovatelná velikost plochého místa je definována normou EN 15313 [5]. Celkové proměření geometrie jízdního obrysu se pak doporučuje provádět nejméně po 50 000 km až 150 000 km.



Obr. 5 Příklady plochých míst na jízdní ploše

## 5 ŽIVOTNOST KOL PODLE TYPŮ KOLEJOVÝCH VOZIDEL

V této kapitole jsou uvedeny některé dosažené životnosti kol podle typů kolejových vozidel.

### 5.1 Životnost kol nákladních vozů

Životnost kol nákladních vozů se obvykle pohybuje v rozmezí od 0,15 mil. km do 0,8 mil. km. Jednoduchá konstrukce nákladních vozů a tuhé vypružení, v porovnání s osobními vozy, obvykle neumožňuje dosažení vyšších proběhů. Přesto například kola, průměru 920/840, nákladních vozů Sggrss s dovoleným nápravovým zatížením 22,5 tun, společnosti Metrans, dosahují životnost až 1,2 mil. km. Kola jsou vyrobena z oceli ER7 a mají standardní křivkový jízdní obrys S1002.

### 5.2 Životnost lokomotivních kol

Životnost lokomotivních kol se nejčastěji nachází v intervalu od 0,4 mil. km do 1,4 mil. km. Nižší hodnoty dosahují posunovací lokomotivy, vyšší traťové. Nezanedbatelný je rovněž vliv strojvedoucího a způsob vedení vlaku, respektive jeho nastavení poměrného tahu při rozjezdech. Také odlišné provozní nasazení lokomotiv se promítá do životnosti kol. Například pokud lokomotivy Vectron jednou dopravují lehké osobní vlaky (ČD) a podruhé těžké nákladní vlaky (ČD Cargo) životnost zcela identických kol se liší, a to v poměru 3:2, viz tabulka 1.

Tab. 1 Životnost kol lokomotiv

| typ lokomotivy       | dosažený proběh | Ø kola / materiál | jízdní obrys | nápravové zatížení |
|----------------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------------|
| Vectron (ČD)         | 1,2 mil. km     | Ø1250 / ER8+      | S1002 / *40  | 22,5 tun           |
| Vectron (ČD Cargo)   | 0,8 mil. km     | Ø1250 / ER8+      | S1002 / *40  | 22,5 tun           |
| BR185                | 1,2 mil. km     | Ø1250 / ER8       | S1002 / *-   | 22 tun             |
| 163 / 263 / 363 (ČD) | 0,7–1 mil. km   | Ø1250 / B6T       | S1002 / *-   | 22 tun             |
| ER20                 | 0,9 mil. km     | Ø1100 / ER8       | S1002 / *40  | 20 tun             |
| 740 / 742            | 0,5–0,8 mil. km | Ø1000 / B6T       | S1002 / *-   | 18 tun             |

\* Efektivní tloušťka věnce – rozdíl mezi poloměrem nového a maximálně opotřebovaného kola

Poznámky:

- Tam, kde se dříve používaly dvojdílné lokomotivy (např. řada 131) se dnes používají lokomotivy čtyřnápravové. To se promítá i do zhoršené životnosti kol – kola musí přenášet větší tečné síly.
- Jistým paradoxem, který se týká opotřebování lokomotivních kol je skutečnost, že tvrdost a s ní spojená odolnost proti opotřebování se začala významně řešit poté co celistvá kola nahradila dříve používaná kola obručová:
  - celistvá kola z ER9 mají v hloubce 35 mm pod nominálním průměrem tvrdost 270–280 HB;
  - obruče z B6T mají ve stejné hloubce tvrdost 295–305 HB.

### 5.3 Životnost kol osobních vozů a jednotek

Vysokorychlostní jednotky mají největší životnost kol v porovnání s ostatními typy kolejových vozidel. Tato životnost se pohybuje v rozmezí od 1 mil. km do 2,5 mil. km. Výjimečně nad 3 mil. km, například na čínských jednotkách CR450. Na takto vysokých probězích se podílí především kvalitní tratě s oblouky velkých poloměrů. Životnost kol jednotek provozovaných na regionálních a místních tratích dosahuje přibližně polovičních hodnot. Příklady jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2 Životnost kol osobních vozů a jednotek

| typ vozidla      | dosažený proběh | Ø kola / materiál | jízdní obrys | nápravové zatížení |
|------------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------------|
| ICE3             | 1,8 mil. km     | Ø924 / ER8        | S1002 / *33  | 15 tun             |
| Pendolino 680    | 1,5 mil. km     | Ø890 / ER8        | S1002 / *25  | 15,5 tun           |
| Motorový vůz 843 | 0,8 mil. km     | Ø840 / R8T        | S1002 / *35  | 17,5 tun           |
| Motorový vůz 810 | 0,5 mil. km     | Ø840 / ER8        | S1002 / *40  | 11 tun             |

\* Efektivní tloušťka věnce – rozdíl mezi poloměrem nového a maximálně opotřebovaného kola

### 5.4 Životnost kol jednotek metra a tramvají

Životnost kol jednotek metra je obvykle od 0,4 mil. km do 1,8 mil. km. Nižší hodnoty platí pro povrchová metra, vyšší pro metra podzemní, kde je nízká prašnost. Kola tramvají jsou charakteristická, v porovnání s ostatními kolejovými vozidly, velmi malou životností. Ta je někde v rozmezí od 0,2 mil. km do 0,8 mil. km, a to především díky obloukům malých poloměrů, prašnosti a četností brzdění a následných rozjezdů.

Tab. 3 Životnost kol jednotek metra a tramvají

| typ vozidla        | proběh          | Ø kola / materiál | jízdní obrys  | nápr. zatížení | poznámky        |
|--------------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------|-----------------|
| Metro Praha M1     | 1,6 mil. km     | Ø850 / R8T        | kužel-2A/*40  | 12,5 tun       | kotoučová brzda |
| Metro Praha 81-71M | 0,8 mil. km     | Ø785 / R8T        | kužel-2A/*28  | 13,5 tun       | špalíková brzda |
| Tramvaj T3         | 0,4–0,6 mil. km | Ø700 / 12 063.7   | vlastní / *55 | 8,9 tun        | PCC koncept     |

\* Efektivní tloušťka věnce – rozdíl mezi poloměrem nového a maximálně opotřebovaného kola

Poznámky:

- Použití kotoučové brzdy může v případě kolejových vozidel, která často akcelerují, jako je tomu v případě jednotek metra, prodloužit životnost kol až na téměř dvojnásobek.

## 6 ANALÝZA ZÍSKANÝCH DAT

Ze získaných hodnot jednoznačně plyne, že životnost stejných či podobných kol se může s ohledem na jejich provozní nasazení výrazně lišit, a to v poměru:

- 1:8 u nákladních vozů,
- 1:3 u lokomotiv,
- 1:10 u osobních vozů a jednotek,
- 1:2 u vozidel metra,
- 1:3 u tramvají.

V uvedených poměrech se ale neliší mechanické vlastnosti kol. Z toho lze usoudit, že životnost železničních kol je primárně ovlivňována vlivy, které na ně působí během provozu. Navíc se ukazuje, že nástup nových moderních kolejových vozidel nemusí být vždy nutně spojen s vyšší životností kol. Mnohdy je to naopak, třeba i s ohledem na jejich nevhodné provozní nasazení. Konkrétní životnosti kol, které vyrábí společnost BONATRANS, jsou přehledně sumarizovány v publikaci „Železniční dvojkolí“ [6]. Obecně však často platí, že nízká pořizovací cena kolejového vozidla, tak důležitá ve výběrovém řízení, může být v přímém protikladu s požadavkem nízkých provozních nákladů.

## 7 ZÁVĚR

Tento příspěvek se zabývá životností železničních kol v různých provozních podmínkách. Úvodem jsou stručně analyzovány všechny způsoby poškození jízdní plochy kola. Pozornost je také věnována problematice reprofilace kol. Závěr je věnován dosaženým životnostem kol jednotlivých typů kolejových vozidel. Celkově příspěvek sumarizuje veškeré vlivy působící na životnost jízdní plochy a připravuje tak podklady pro vytvoření prediktivního modelu životnosti železničních kol v různých provozních podmínkách. Zároveň příspěvek svým obsahem klade otázku, jestli je možno definovat hodnoty RAMS (např. MTBF) či garantovat životnost (LCC) pro jednotlivé konstrukce kol bez znalosti vozidla a jeho provozního nasazení, které se navíc v průběhu času může podstatným způsobem měnit.

Úplným závěrem je vhodné poznamenat, že pro sestavení prediktivního modelu životnosti kol by bylo nutné pracovat také se životnostmi kol moderních kolejových vozidel. Zveřejnění takovýchto údajů je však velmi citlivou záležitostí, neboť různí výrobci kolejových vozidel upřednostňují různé typy pojezdu. A je pochopitelné, že ne všechny jsou k životnosti kol stejně přívětivé. Došlo by tak k poškození těch výrobců, kteří při vývoji a konstrukci svých vozidel primárně upřednostňují jiná hlediska, než je dosažení maximální životnosti kol v provozu.



### Literatura

- [1] EN 13262:2020. *Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheels – Product requirements*.
- [2] MAGEL, E., KALOUSEK, J. *Identifying and interpreting railway wheel defects*. Montreal, Canada: International Heavy Haul Association Conference on Freight Car Trucks/Bogies, June 1996.
- [3] GHIDINI, A., DIENER, M., SCHNEIDER, J. *Wheels for freight cars*. LRS-TECHNO 3, Issue 1. Lucchini RS, 2010.
- [4] PLÁŠEK, O., CHUDĚJOVÁ, L., SCHNEIDER, M., SZABÓ, P. Ojíždění kolejnic v obloucích malých poloměrů. In: *Súčasné problémy v koľajových vozidlách – PRORAIL 2023: XXVI. medzinár. konferencia, zborník prednášok, diel II*. Žilina: VTS pri ŽU v Žiline, 2023, s. 133–140. ISBN 978-80-89276-62-2.
- [5] EN 15313:2024. *Railway applications – In-service wheelset operation requirements – In-service and off-vehicle wheelset maintenance*.
- [6] ZIMA, R., JANOŠ, P. *Železniční dvojkolí*. 1. vyd. Ostrava: En Face, 2023. ISBN 978-80-87264-87-4.

Zasláno / received: 26. 06. 2025, přijato / accepted: 15. 07. 2025, publikováno / published: 17. 09. 2025.

Příspěvek recenzovali / The paper was reviewed by: Ing. Zdeněk Červenka (ŠKODA TRANSPORTATION a.s.), Ing. Martin Kohout, Ph.D. (Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera).