



**26. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA  
„SÚČASNÉ PROBLÉMY V KOLĀJOVÝCH  
VOZIDLÁCH - PRORAIL 2023“  
20. – 22. septembra 2023, Žilina, Slovensko**

<https://doi.org/10.26552/spkv.Z.2023.2.09>

## **RENOVACE ŠROUBOVÝCH PRUŽIN REFURBISHMENT OF COIL SPRINGS**

**Pavel NEKOKSA, Jaroslav SVOZILÍK<sup>\*)</sup>**

### **1 ÚVOD**

Šroubové tlačné pružiny tvářené za tepla jsou jedním z nejrozšířenějších prvků primárního a sekundárního vypružení kolejových vozidel. Jejich výhodami jsou dlouhá životnost, která je často navrhována na celou dobu provozu kolejového vozidla, malá změna silové charakteristiky v průběhu provozování, odolnost vůči klimatickým vlivům a poměrně nízké náklady na jejich údržbu.

V rámci životního cyklu pružiny je ve stanovených intervalech nutné provádět pravidelnou údržbu. V případě, že je šroubová pružina vyřazena v rámci údržby, tak je nutné ji nahradit pružinou novou. To s sebou nese vysoké náklady na pořízení z důvodu malosériové výroby, problémy s chybějící výkresovou dokumentací a dlouhou dobu dodání. Dalším neméně důležitým aspektem je nehospodárnost z hlediska životního prostředí. V současné době neexistuje žádný standardizovaný postup pro opravy šroubových pružin, tak jako je stanoven například u oprav listových pružin [1]. V případě úspěšného nalezení postupu opravy by došlo k významnému snížení emisí skleníkových plynů, efektivnějšímu využívání energií a zlepšení odpadové politiky v porovnání s nově vyrobenou pružinou. Již v blízké budoucnosti v souvislosti s přicházející evropskou legislativou, především pak zaváděním ESG politiky (Environmental, Social, and Governance) a CSRD reportingu (Corporate Sustainability Reporting Directive) od roku 2025 [2], bude zvýšen tlak na dlouhodobou udržitelnost. To se postupně začne aplikovat i do údržby kolejových vozidel.

Cílem tohoto příspěvku je rozšířit povědomí o nejčastějších příčinách vedoucích k vyřazení šroubových pružin z provozu a předcházení tomuto negativnímu jevu již na úrovni zadávací dokumentace od výrobců vozidel nebo podvozků. Dále příspěvek popisuje výsledky interního výzkumu ze společnosti HŽP a.s., který byl zaměřen na renovaci šroubových pružin a probíhal v letech 2022 až 2023. Výsledkem je stanovený technologický postup renovace vyřazených šroubových pružin v rámci pravidelné údržby vozidla a prvotní vyhodnocení nasazených renovovaných pružin do provozu.

### **2 VYŘAZENÍ PRUŽIN Z PROVOZU**

Šroubové pružiny jsou konstruovány nejčastěji na neomezenou životnost dle EN13906-1, tak aby nebylo nutné v průběhu jejich životnosti provádět zásadní servisní úkony. Nejčastěji se požadavek na životnost pohybuje v rozsahu 30 až 40 let v závislosti na délce provozu celého kolejového vozidla. Výjimku tvoří vypružení jednotek metra, kde jsou pružiny často přetěžovány v ranních a odpoledních špičkách, a tak je jejich životnost

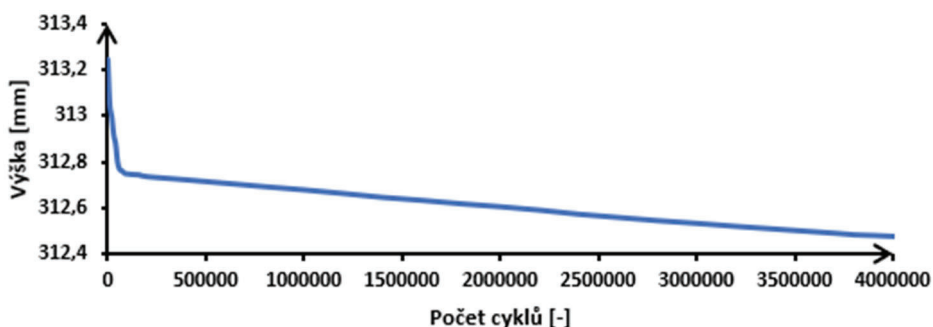
<sup>\*)</sup> **Ing. Pavel NEKOKSA**, HŽP a.s., Dolní 3137/100, 796 01 Prostějov, Česká republika, +420 739 732 739, pavel.nekoksa@hzp.cz, Vedoucí vývoje.

**Ing. Jaroslav SVOZILÍK**, HŽP a.s., Dolní 3137/100, 796 01 Prostějov, Česká republika, +420 739 732 739, jaroslav.svozilik@hzp.cz, Technik vývoje.

nejčastěji omezena na rozmezí 10 až 15 let. V rámci pravidelné údržby se provádí několik předepsaných úkonů: vizuální kontrola, oprava povrchové ochrany, kontrola výšky, přidání kompenzačních podložek pro dosažení požadované výšky, výměna pružin. Intervalů jednotlivých úkonů jsou stanoveny na základě doporučení výrobců kolejových vozidel. Nejčastější důvody pro vyřazení pružin z provozu na základě diskusí s výrobcem kolejových vozidel a s opravárenskými podniky jsou uvedeny v podkapitolách níže.

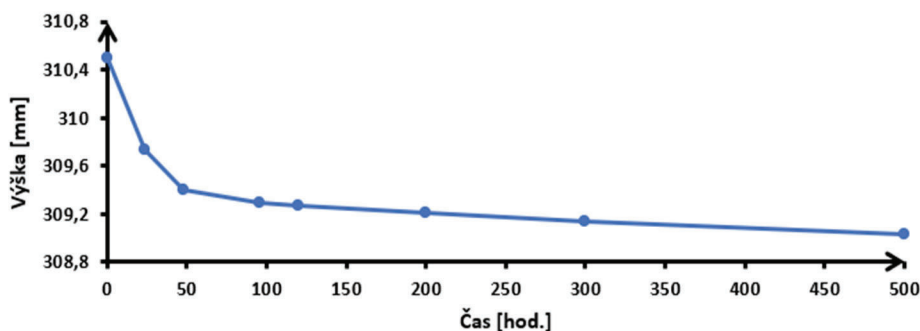
## 2.1 Pokles výšky

Jedním z nejčastějších důvodů pro vyřazení pružin z provozu je jejich nevyhovující výška. V některých případech je možno ještě před vyřazením pružin použít kalibrační podložku, čímž dojde k nárůstu výšky. Pokles výšky je přirozeným jevem a nelze ho úplně eliminovat. Závisí především na velikosti síly, době působení a technologii výroby. Dovoleno pokles výšky pro nově vyráběné pružiny je dle EN13298 jedno procento z výšky během 96 hodin [3]. V některých případech je tak přípustný pokles vyšší, než je šířka tolerančního pole.



**Obr. 1** Změna výšky primárního vypružení příměstského vlaku během životnostní zkoušky

**Fig. 1** Change of height during fatigue test of primary suspension for suburban train



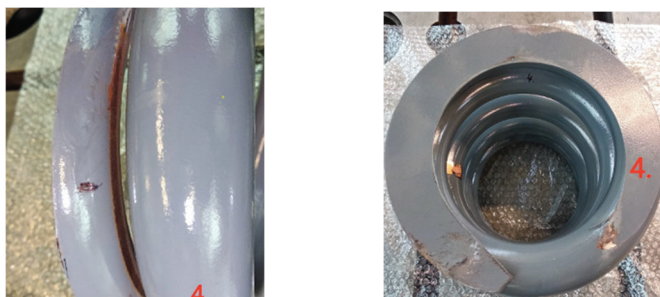
**Obr. 2** Změna výšky při creepové zkoušce dle EN13298

**Fig. 2** Change of height during creep test acc. to EN13298

Na **obr. 1** lze sledovat pokles výšky v průběhu životnostní zkoušky pružin primárního vypružení příměstského vlaku. Nejvyšší smykové napětí během zkoušky bylo 611 MPa dle EN13906-1. Největší změnu lze pozorovat během prvních 100 tisíců cyklů. Následně se pokles výšky výrazně snižuje. Tyto změny lze velmi dobře předpovídat i pomocí creepové zkoušky dle EN13298. Výsledky této zkoušky u stejné pružiny lze sledovat na **obr. 2**. Pružina byla při této zkoušce zatížena na napětí 658 MPa. Největší pokles je patrný během prvních 48 hodin, což odpovídá v případě kmitání prvním 100 tisícům cyklů.

## 2.2 Mechanické opotrebení

V průběhu provozu dochází ke vzájemnému kontaktu medzi závěrným a prv n m činným z av it em pružiny. Tento požadavek je normatıvne podložen v EN13298, kdy pružina musí pí stanovené síle dosahovat délku kontaktu alespoň jedné třetiny stredn ıho pr ım eru pružiny [3]. Dále dochází ke vzájemnému kontaktu medzi dosedací plochou pružiny a  ast ı podvozku. Mechanické opotrebení po 2 mil. cyklů během  ıvotnostn ı zkoušky lze sledovat na **obr. 3**.

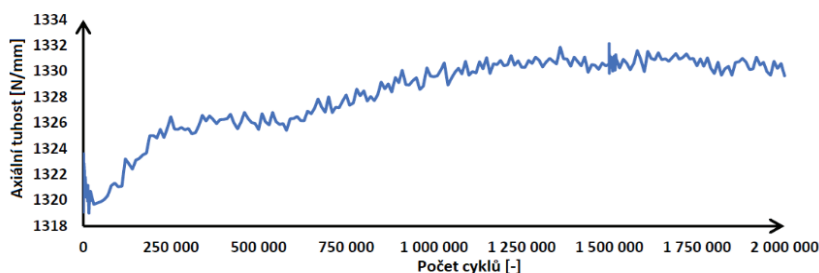


**Obr. 3** Opotreben ı medzi z av ity nalevo a dosedací ploše pružiny napravo

**Fig. 3** Wearing between coils on the left and top surface on the on the right

Vlivem mechanického opotrebení mezi z av ity dochází k postupn e zmn e pr ıřezu. Pí zahájení provozu mají oba z av ity kruhov ı pr ıřez (v ıjimku tvorí pružiny, jejichž závěrní závít je p ıed navíjením vykovan  do obdélníkového pr ıřezu). Vlivem dynamického zat e ov an ı dochází k postupn e deformaci kruhového pr ıřezu,  ım  se z liniového kontaktu stává plo n ı kontakt. V závislosti na pr ım eru materiálu, délce kontaktu a zat ıen ı může bít tato deformace i n ekolık milimetrů. Deformace pr ıřezu se postupem provozu ustaluje se snižujícím se kontaktním tlakem. Kromě zmn e pr ıřezu dochází i k postupnému prodlužování kontaktní linie mezi z av ity. Prodlužující se kontaktní linie zp ısobuje nárost osov e tuhostí a  aste n e i snižení v ıšky [4].

Postupnou zmn u osov e tuhostí v průběhu  ıvotnostn ı zkoušky u primárního vypružení lokomotivy lze sledovat na **obr. 4**. V prvotní fází zkoušky dochází k nárustu osov e tuhostí a n asledn e k jejímu ustálení.



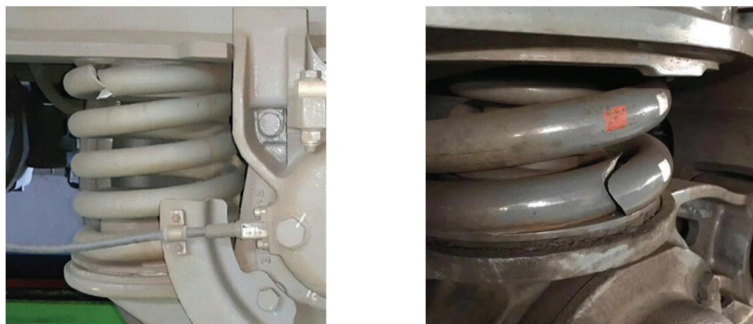
**Obr. 4** Zmn a axiální tuhostí primárního vypružení lokomotivy během  ıvotnostn ı zkoušky

**Fig. 4** Change of axial stiffness during fatigue test of primary suspension for locomotive

Tento trend ve zvyšování tuhostí lze sledovat na všech pružinách, které se v rámci z av ad el ı do s eriov e v ıroby podrobují  ıvotnostn ım zkouškám. Jedná se o zmn y v rádu a  několika jednotek procent (standardní tolerance osov e tuhostí je +/- 5% [3]). N achyln ej ı na tuto zmn u jsou p ıedev ım pružiny s v e ım pr ım erem a men ım početím z av it ı (typické pro v e ıj ı pružiny primárního vypružení). Naopak nejmen ı vliv lze pozorovat u pru it ı typu flexi coil.

### 2.3 Lom pružiny

Méně častým, ale o to závažnějším důvodem pro výměnu pružiny je její lom. Lomem pružiny dochází ke změně v rozložení sil u ostatních pružin v podvozku, které jsou zatěžovány vyšším zatížením. Proto je potřeba prasklou pružinu vyměnit co nejdříve, aby nedošlo k lomu dalších pružin. Lom pružiny může být zapříčiněn několika důvody.



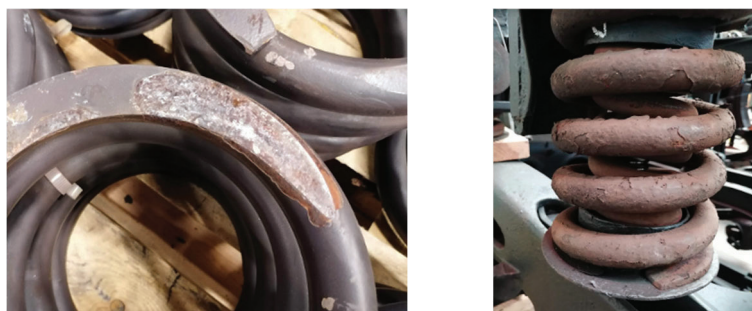
*Obr. 5 Prasklé pružiny*

*Fig. 5 Broken springs*

V případě, že je pružina vyrobena s výrobní vadou nebo vstupní materiál obsahuje nepovolené vměstky, pak lom pružiny nastává relativně brzy po uvedení do provozu. Dalším častým důvodem, který vede k lomu pružiny je její dlouhodobé přetěžování. To může být způsobeno špatným designem pružiny, nebo podvozku, anebo překračování dovoleného zatížení bez absence dorazů. Tento typ vady se typicky objevuje až po několika letech provozu.

### 2.4 Koroze

Jak již bylo zmíněno v bodě 2.2, tak v některých místech se není možno vyhnout poškození laku. Tato místa se pak stávají iniciací pro šíření koroze. Nebezpečí nastává především pokud je vozidlo dlouho mimo provoz a je vystaveno zvýšené vlhkosti. V těchto případech může povrchová koroze přejít do podpovrchové. U takto napadených pružin již hrozí reálné riziko snížení životnosti.



*Obr. 6 Pružiny napadené korozí*

*Fig. 6 Corroded spring*

V případě pravidelné údržby stačí pružiny vizuálně kontrolovat a případně lokálně ošetřit napadená místa. V případě aplikace kompletně nové povrchové ochrany je třeba dbát zvýšenou pozorností na poškození povrchové kuličkované vrstvy, která výrazným způsobem ovlivňuje životnost. Proto je nežádoucí, aby byla původní barva odstraněna při působení vyšších teplot, otryskána nevhodným abrazivem, nebo byl povrch vybrušován. Vždy je

vhodn e kontaktovat výrobce pružin, aby stanovil najvhodn ej s i zpu sob opravy, ktorý negativně neovlivní životnost pružiny.

### 2.5 Nevhodná  dr ba

Zanedbaná alebo nevhodn e provedená údržba může taktéž vést ke snižení  ivotnosti pružin. Především jde o zanedbaní v oblasti  ir en i koroze. Taktéž použití nevhodných saponátů alebo vysokotlaké techniky pro  i t en i může vést k oslabení povrchov e ochrany, což má za následok rozv ijaj ici se korozi. Při opravě na voze  i podvozku je třeba dbát zvy senej obezřetnosti při svařování, aby kapky odl etaj iciho kovu nezasáhly pružinu. V p ripad e zásahu hrozí riziko lomu, jelikož v místě došlo ke změně struktury a odstranění předpětí ziskaneho při kuličkování a předsedání.

## 3 RENOVACE PRUŽIN

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2, tak se v provozu nelze opotřebení vyhnout. To může vést v některých p ripad ech k po adavku na náhradu opotřebené pružiny za novou. U vad uvedených v bodech 2.1 a 2.2 je v s ak takovéto prost e nahrazení zbytečným plýtváním zdroji, jelikož by po opravě dokázaly dále plnit svoji funkci. V p ripad e poklesu výšky je častým důvodem k vyřazení pružiny pouze fakt, že pružina byla vyrobená na spodní hranici tolerance a vlivem přirozeného tečení materiálu se dostala mimo tolerance. Kdežto pružina vyrobená na horní toleranci se vlivem tečení udržela v rámci tolerance a může být nadále vyu iv ana v provozu. Obě tyto pružiny jsou stejn e kvalitní a jediným neshodným znakem kvality je nevyhovuj ici výška.

V návaznosti na to byl ve společnosti HŽP a.s. vyvinut postup renovace pružin na základě mnohaletých zkušeností s výrobou nových pružin a jejich sledováním v provozu. Z těchto znalostí byl pak stanoven technologický postup opravy, ktorý pružině navrátí po adovane parametry dle výkresové dokumentace.

### 3.1 Technologický postup renovace

Prvotní operací po obdržení vymontov an ych pružin z podvozku je vnější ohledání. Pružiny s viditelnými trhlinami nebo výraznou deformací jsou vyřazeny. Taktéž jsou vyřazeny pružiny s velkou důlkovou nebo bodovou korozi na vnitřní straně aktivních z av it u. Nej ast ej i jsou korozi napadeny spodní strany pružin, protože jsou dlouhodob e vystaveny klimatickým vlivům. Tak e je nutné sledovat poškození povrchu, které je způsobené kontaktem pružiny s jinou  ast i podvozku. Problematické jsou především ostré vrypy v aktivních z av itech.



**Obr. 7** Povrchov e vady po odstranění povrchov e ochrany

**Fig. 7** Surface defects after removal of surface treatment

Následně dochází k odstranění původní povrchov e ochrany pomocí pískování. Vzhledem k tomu, že v pozdější fázi opravy dojde k opětovnému kuličkování povrchu, tak



lze použít i technologii vypálení barvy za zvýšených teplot. Pružiny zbavené povrchové ochrany jsou podrobeny magnetoskopické kontrole trhlin. V případě odhalení trhliny je pružina vyřazena. Zde končí první fáze renovace, kde jsou pružiny roztříděny na opravitelné a neopravitelné.

Na opravitelné pružiny je na čelo vyjiskřeno evidenční pořadové číslo a na pružinách jsou provedeny kontrolní měření rozměrů a silových charakteristik. Dále probíhá měření tvrdosti pro kontrolu, že pružina byla vyrobena správně v prvovýrobě. V další fázi bude změněná tvrdost sloužit pro stanovení teploty pro ustálení.

Následuje stěžejní část renovace pružin, a tou je zvýšení výšky. Interně je tato operace označena jako „rovnání“. Mezi jednotlivé aktivní závity je postupně vtlačován klín, který způsobí roztažení závitů. Tento postup je aplikován na několika místech pružiny, aby došlo k rovnoměrnému zvětšení mezer ve všech místech pružiny. V případě opravy vysoké tuhosti je klín vtlačován mezi závěrný závit a první činný závit. Klín je navržen tak, aby co nejvíce eliminoval poškození povrchu pružiny. Klín je nutno pravidelně mazat. Po dosažení požadované výšky (s přídavkem na předsedání) jsou stopy po klínu odstraněny zabroušením.



**Obr. 8** Rovnání pružin nalevo, stopy po klínu napravo

**Fig. 8** Shaping of spring on the left and tool traces on the on the right

Po operaci rovnání jsou pružiny ustáleny v popouštěcí peci, aby došlo k odstranění lokálního předpětí vzniklého při rovnání. Důležité je, aby při ustalování nedošlo ke změně mechanických vlastností (teplota při ustalování musí být nižší, než byla původní popouštěcí teplota). Po ustálení jsou pružiny předsedány za studena, nebo za tepla podle provozního napětí. Následuje operace kuličkování na parametry dle EN13298. Poté se aplikuje povrchová ochrana dle požadavku zákazníka. Poslední operací je výstupní kontrola, kde jsou změřeny požadované parametry, a vydáno osvědčení o těchto parametrech.

Pružiny je doporučeno do podvozku instalovat obráceně tak, aby spodní část pružin, které byly dříve vystaveny největšímu korozivnímu napadení, byly umístěny v horní části a tím byly maximálně chráněny, aby se tento špatný stav již dále nezhoršoval. Pružiny jsou na čele označeny, aby bylo zřejmé, v jaké poloze mají být do podvozku zamontovány.

### 3.2 Ověření postupu v provozu

První komerční renovace šroubových pružin byla provedena ve spolupráci se společností Traťová strojní společnost a.s. v první polovině roku 2022. Jednalo se o pružiny primárního vypružení v množství 8 kusů na dvounápravový kolejový pluh KP 900, který je určen pro úpravu šterkového lože. Pružiny byly v rámci pravidelné údržby vyřazeny z důvodu nízké výšky pod zatížením. Výška byla po mnohaletém opotřebení nižší o cca 50 mm oproti původní výkresové dokumentaci. V rámci renovace provedené dle technologického postupu uvedeného v bodu 3.1 byla všem 8 pružinám navracena původní

výška dle výkresové dokumentace. Následně byly pružiny  sp ešn e zamontovány zpět do podvozku. Kromě samotné renovace pružin bylo doporučeno zákazníkovi, aby do konstrukce primárního vypružení byl přidán pevný doraz, který bude bránit p ret ežov n i pružin.

V roce 2023 byl v rámci pravideln e údržby kontrolován stav primárního vypružení. Po roce provozu nebyl evidován téměř z adn y pokles výšky u renovov an ych pružin. Pozitivně se taktéž projevila implementace pevného dorazu. Stav renovov an ych pružin bude nadále sledován v rámci pravideln e údržby pro vyhodnocení dlouhodobého trendu.



*Obr. 9 Zamontované renovované pružiny na koľajov m pluhu KP900*

*Fig. 9 Installed refurbished springs on KP900 track plow*

#### 4 PREVENCE

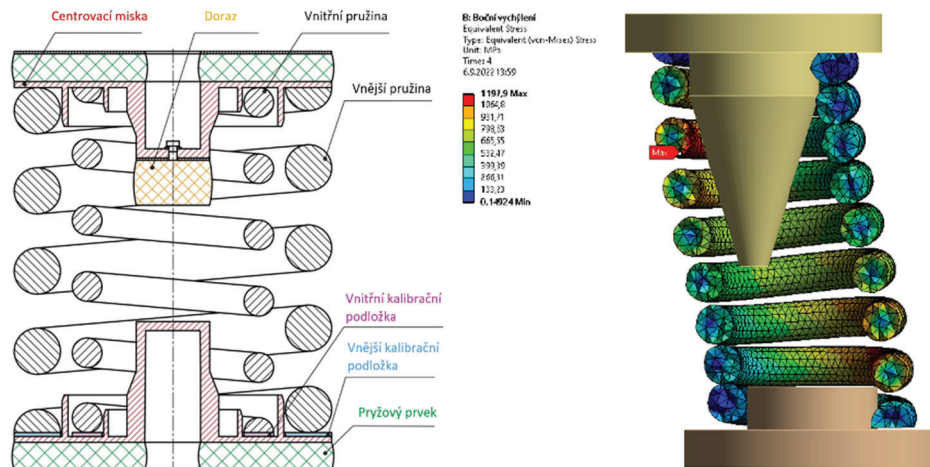
Výrobci podvozkv  a koľajov ch vozidel mají j iř v rámci návrhu a vývoje mořnost předcházet negativním dopadům na budoucí opotřebení, a to p edevř im na pokles výšky a zvyřsen i ťivotnosti. T m je mořn e v yrazn e sn iřit náklady na budoucí údržbu.

##### 4.1 Design vypružení

Konstrukce vypružení by měla být vřdy opatřena pevn m nebo gumov m dorazem, který brání dlouhodobému p ret ežov n i pružin jak v osov m, tak p r i n m směru. Konstruktér podvozku by měl definovat v rámci specifikace veřker e z at eřn e stavy, a to včetně příčného vychýlení, aby bylo mořn e provést korektní návrh pružin.

V případě sady dvou a více pružin je velmi důležité dbát na dostatečnou mezeru mezi pružinami. Nedostatečná mezera vede ke vzájemnému kontaktu pružin,  imř je postupn e odstraňována kuli kovan a vrstva a t m m uře dojít k předčasnému lomu. Jako dostatečnou vůli lze považovat alespoň 10 mm. Je vřak potřeba brát v potaz faktor řt ihlostn ho poměru pružiny. Vřřř i řt ihlostn i poměr vede k v eřř imu vyboulení pružiny a tím k v eřř imu pořadavku na mezeru mezi pružinami. Dalřim důvodem k předčasnému lomu m uře být nevhodná konstrukce centrov c ch misek a dorazu, jestl iře bude docházet ke vz ajemn e interakci těchto dílů s vnitřní stranou aktivních závitů pružiny. Ve vřech v yře uvedených p r pad ech je vhodn e posuzovat vzájemnou interakci j iř v rámci designu podvozku pomocí FEM analýzy.

Centrovací misky musí umožňovat odvod vody, aby pružina nebyla dlouhodobě ponořena ve vodě, čímž by docházelo k rychlému šíření koroze.



Obr. 10 Kontrola vzájemné interakce komponent vypružení

Fig. 10 Checking the mutual interaction of suspension components

#### 4.2 Požadavky na šroubové pružiny

Současné normativní požadavky na šroubové pružiny (především EN13298) nekladou dostatečnou váhu na eliminaci nákladů na údržbu. Jedná se především o pokles výšky v průběhu provozu. Pokles se dá výrazným způsobem eliminovat zařazením výrobní operace předsedání pružin za zvýšených teplot okolo 200°C. Tato operace mírně navýší cenu pružiny, ale dojde k výraznému ušetření v rámci údržby. Rozdíl v poklesu výšky mezi pružinou předsedanou za studena (normativní požadavek) a za tepla je až 85 %. I v případě předsedání pružin za tepla se nelze úplně vyhnout poklesu výšky. Pokles je však výrazně nižší a nejčastěji se pohybuje do 0,5 mm.

Dále je nedostatečně popsán požadavek na kontakt mezi závity. Norma EN13298 popisuje pouze požadavek na délku kontaktu mezi závěrným závitem a prvním činným při síle  $1,1 \cdot F_v$  (vyšší síla pro měření tuhosti). Stejně důležité je, aby ke kontaktu docházelo mnohem dříve. V optimálním případě by v žádném provozním stavu nemělo docházet ke ztrátě kontaktu mezi závity. Proto by první kontakt měl vznikat již v rozmezí  $0,7 \div 0,8 \cdot F_a$  (tárovací síla). V případě vzniku bodového kontaktu v průběhu zatěžování může být výrazně snížena životnost pružiny.

Pro dosažení optimální životnosti pružiny by intenzita kuličkování měla být v rozsahu ALMEN A  $0,5 \div 0,7$ . Norma EN13298 však připouští pouze rozmezí ALMEN A  $0,4 \div 0,6$ .

#### 4.3 Údržba

Správným stanovením intervalů a úkonů prováděných v rámci údržby lze zvýšit životnost pružin. Důležitá je vzájemná kooperace mezi výrobcem pružin a provozovatelem, aby docházelo k neustálému zlepšování a eliminaci nákladů na údržbu. V případě poklesu výšky, lze velmi často užít kalibračních podložek, které dokážou zvýšit výšku až o několik milimetrů. Záleží především na minimální přípustné výšce pružiny, která omezuje maximální výšku podložky tak, aby nedošlo ke vzájemnému kontaktu závitů v aktivní části. Již při nákupu celých kolejových vozidel je doporučováno odebrat náhradní díly, které budou připraveny k okamžitému nasazení v případě závady, nebo vyřazení.



## 5 ZÁVĚR

Jedním z nej ast ej s ich důvodů pro vy azen  pružiny z provozu je pokles výšky. Pokles je způsoben p irozen m chováním materiálu a nelze ho  pln  eliminovat. Pro tento typ vady lze provést opravu a není nutno pružinu vyřazovat z provozu. Ve společnosti HŽP a.s. byl  sp e n  vyvinut postup renovace pružin, kde je stěžejní pro nápravu výšky operace, rovnání. Tento postup je vhodn  především pro menší množství kusů. Dochází k v znamn  úspoře času, nákladů a dopadu na  ivotn  p ostred . V sou asn  době prob h j  testy v provozu, kter  jsou prozatím velmi povzbudiv  pro dlouhodob  u it  této metody opravy. Již v rámci vývoje lze eliminovat náklady na údržbu, a to především p edsed n m pružin za tepla, pečlivou konstrukcí jednotlivých  ast  vypružení a vhodnou údržbou.

### Literatura

[1]  D V 22/1: P edpis pro  dr bu a opravy vypru en   elezni n ch kolejov ch vozidel  ast I. Pru nice n kladn ch voz . Praha:  D, a. s. G  Odbor kolejov ch vozidel, 2006. [2] Corporate sustainability reporting. European Commission [online]. [cit. 2023-07-12]. Dostupn  z: [https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting\\_en](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en). [3]  SN EN 13298.  elezni n  aplikace – Sou ast  vypru en  – Ocelov  vinut  pru iny. Praha:  NMZ, 2003. [4] NEKOKSA, P. Dosedy v lcov ch  roubov ch t a n ch pru in. Brno: Vysok  u en  technick  v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 89 s.



### Resumé

*P isp vek je zaměřen na renovaci šroubových pružin, které jsou vyřazeny z provozu v rámci pravideln  údržby kolejových vozidel. Výroba nových pružin je z hlediska nákladů, času a dopadu na  ivotn  p ostred  velmi vysok , a tak renovace pružin nabízí zajímavou alternativu. P isp vek popisuje nejčastější důvody vy azen  pružin z provozu, technologick  popis renovace a prvotn  v sledky renovovan ch pru in z provozu. Sou ast  jsou tak  doporu en , jak lze ji  v r mci n vrhu a v voje pru iny minimalizovat náklady na  dr bu.*

### Summary

*The article is focused on the refurbishment of coil springs, which are taken out of service as part of the regular maintenance of rolling stock. The production of new springs is very expensive, takes a long time and has great impact on the environment, so spring refurbishment offers an interesting alternative. The article describes the most common reasons for decommission, the technological description of refurbishment and the initial results of renovated springs from operation. It also includes recommendations to minimization of maintenance costs during design and development stage.*

