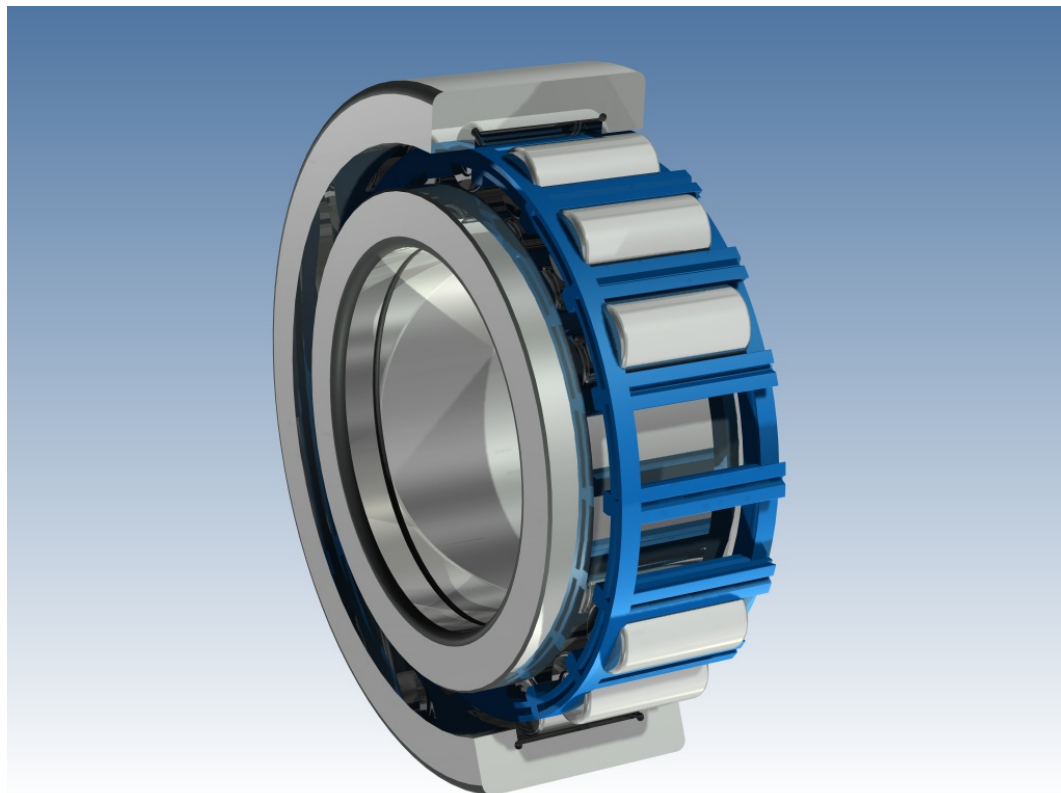


# NÁPRAVOVÁ LOŽISKA ZKL S KLECÍ Z POLYAMIDU

**Vladimír ZIKMUND**

Ing. Vladimír ZIKMUND, ředitel, ZKL – Výzkum a vývoj, a.s.  
Jedovnická 8, 628 00 Brno



## Abstrakt

Příspěvek pojednává o nových železničních ložiskách ZKL pro uložení náprav především nákladních vozů. Do současnosti u nás převažuje používání nápravových ložisek s mosaznou klecí. Vzhledem k celosvětovému rozšíření nových ložisek s klecí z polyamidu v uložení náprav kolejových vozidel byl uskutečněn vývoj ložisek včetně zkoušek. Předmětem článku jsou výsledky zkoušek a technické parametry ložisek.

**Klíčová slova:** Nápravové ložisko, klec, polyamid, zkoušky

## Úvod

Na úvod několik dat z historie: Vývoj valivých ložisek pro uložení náprav železničních vozů v bývalém Československu byl zahájen začátkem 50. let minulého století ve Výzkumném ústavu pro valivá ložiska VUVL v Brně, který se stal později součástí koncernu ZVL se sídlem v Považské Bystrici. První sériová nápravová ložiska pro potřeby ČSD byla v ZVL vyrobena v roce 1959 v závodě v Kysuckém Novém Městě. Po rozdělení Československa a privatizaci státních společností byl vytvořen koncern ZKL se sídlem v Brně, v jehož rámci zahájila činnost k 1.5.1999 společnost ZKL-Výzkum a vývoj, a. s. Do této společnosti bylo jako majetková spoluúčasť ze strany VUVL Brno vloženo know-how vývojové konstrukce a zkušebny. V roce 2002 zde bylo navázáno na předchozí vývoj nápravových ložisek s cílem zavedení jejich výroby v ZKL Brno, a. s. V současnosti jsou v Brně uvolněny do sériové výroby 3 typy nápravových válečkových ložisek.



Certifikát technické způsobilosti dodavatele ZKL Brno, a.s.

Součástí těchto ložisek, na které je nejlépe patrný technický vývoj ložisek, je jejich klec. V těchto ložiskách byly z počátku používány masivní mosazné klece vedené na válečcích s nýtovým spojem. Na základě zkušeností z provozu, kdy docházelo vlivem provozního namáhání k uvolňování nýtového spojení, byly ocelové nýty zesíleny a následně se začalo používat beznýtové provedení, kdy vlastní nýtový spoj je vytvořen z části pokračující z přepážky klece. Na této konstrukční variantě byla založena konstrukce prvních dvou typů nápravových ložisek z produkce ZKL Brno. Další vývoj byl zaměřen v souladu s trendy dalších světových výrobců těchto ložisek na použití klecí z polyamidu.

Již v 80. letech minulého století byla vcelku úspěšně zvládnuta vývojová fáze zavedení nových klecí z polyamidu plněného skelnými vlákny. Vstřikování plastu pro klece ložisek se ale z počátku potýkalo s technologickými problémy, které měly vliv na homogenitu zástřiku. Proto tehdejší ministerstvo dopravy zamítlo nabízené řešení a do současnosti se v České republice obtížně nové typy ložisek prosazují.

Vývoj konstrukce klecí, forem pro jejich vstřikování i technologie vstřikování pokračoval dál. V současné době je v celém světě již značně rozšířen sortiment všech druhů ložisek vybavených klecemi z plastů. To platí i pro nápravová ložiska. Proto jsme se i v ZKL znovu začali zabývat použitím těchto klecí pro ložiska uložená náprav vagónů. Výsledky vývoje ložiska PLC 410-15/16-2, který byl nastartován řadou konzultací a rozhovorů v rámci veletrhu Czech Raildays v roce 2006, prezentují nyní v následujícím příspěvku. Dosaženými výsledky vývoj v ZKL nekončí, ale pokračuje dalšími typy ložisek.

## Zkoušky

Proces zkoušení a schvalování ložisek s klecí z polymerních materiálů byl projednán na společném jednání zástupců Odboru kolejových vozidel GŘ ČD, VÚŽ a ZKL v červenci 2006 ve VÚŽ Praha. Výsledkem jednání bylo vypracování postupu zkoušení a schvalování nápravových ložisek s plastovou klecí, který byl vydán ve formě Technické zprávy SZL DZS – 030/2006.

Navržený postup byl zaslán k posouzení Odboru drážních vozidel Drážního úřadu Praha. Ve vyjádření Drážního úřadu ze dne 6.2.2007 nebyly k navrženému postupu připomínky.

Ložiska ZKL typu PLC 410-15-2 byla nejdříve zkoušena podle interní metodiky ZKL No. MP32/86 v rámci zkoušky základní dynamické únosnosti. Zkouška na zkušební stanici RAH 5-D

v ZKL-Výzkum a vývoj,a.s. byla ukončena bez poškození ložisek po dosažení délky zkoušky, která odpovídala ověření dynamické únosnosti ve výši 120% předepsané hodnoty. Výsledky zkoušky jsou dokumentovány zkušební protokolom ZT 15/2007/L/V.

Stěžejní zkouškou v rámci vývoje byla zkouška výkonnosti podle metodiky dané normou ČSN EN 12082 „Železniční aplikace – Nápravová ložiska – Zkouška výkonnosti“. Zkoušky byly realizovány ve VÚŽ Praha na nové zkušební stanici umístěné v DZS v Cerhonicích.

Ložiska PLC 410-15/16-2 ve zkoušce, která dle schváleného postupu zkoušení odpovídala provozu v délce 100 000 km, vyhověla. Výsledky zkoušky jsou uvedeny v Protokolu o zkoušce VÚŽ č. POZ 070/2007.



Celkový pohled na zkušební stav ve VÚŽ - DZS v Cerhonicích

### Schvalování

Ložiska jsou vyrobena podle konstrukční dokumentace vydané v ZKL – Výzkum a vývoj, a. s. a podle technických podmínek TPF ZKL 11466-02 „Technické podmínky – Valivá ložiska pro železniční kolejová vozidla“, které jsou uzavřeny mezi výrobcem a dodavatelem ložisek ZKL se sídlem v Brně na straně jedné a odběratelem Odborem kolejových vozidel GŘ ČD, a. s., na straně druhé.

Nápravová ložiska ZKL, vyráběná s klecí z polyamidu, splňují požadavky ČSN EN 12080 „Železniční aplikace – Nápravová ložiska – Valivá ložiska“ a vyhlášku UIC 510-1 „Technické požadavky na pojezdové ústrojí vagónů“.

Shodu výrobku s technickou dokumentací TPF ZKL 11466-02 a ČSN EN 12080 potvrzuje certifikát VÚŽ Praha č. 001/2008.

Drážní úřad rozhodnutím pod č.j. 2-3559/08-DÚ ze dne 26.3.2008 schválil změnu pro dvojkolí osobních i nákladních vozů.

Na základě rozhodnutí DÚ zavádí ČD,a.s. Odbor kolejových vozidel změnu od schváleného typu pod číslem 8762 – „Alternativní použití valivých ložisek s polyamidovou klecí z materiálu PA66-GF25“ ze dne 10.4.2008.

**DRAŽNÍ ÚŘAD, WILSONOVA 300/8, 121 06 PRAHA 2**

Cj.doložka dokumentu: 58/2008  
Cj. 2-3559/08-DÚ. V Praze 26.3.2008.

**ROZHODNUTÍ**  
o schválení změny od schváleného typu.

**Druh:** Valivé nápravové ložisko dvojkoli železničních nákladních a osobních vozů.  
**Typ:** PLC 410-15/16-2  
**Změna:** Provedení s polyamidovou klecí z materiálu PA66-GF 25.

Obchodní společnost ZKL-Výzkum a vývoj, a.s., svou žádostí z 18.3.2008 zn. 58/2008, která byla u Drážního úřadu evidována pod č.j.2-3559/08-DÚ dne 19.3.2008, požádala o schválení výše uvedené změny. Žádost je doložena souborem technické dokumentace změny a stanoviskem příslušné osoby VUZ,a.s. č.VUZ.001/2008 z 2.2.2008 k nápravovým ložiskům PLC 410-15-2 a PLC 410-16-2 na základě Protokolu o zkoušce VUZ zn. POZ.070/2007 a technických podmínek TPF ZKL 11 466-02.

Drážní úřad, jako drážní správní úřad podle § 54, odst. 1 zákona č.266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů, zjistil, že technická dokumentace a její doklady k provedení výše popsané změny mu byly předloženy úplné a na nezbytné úrovni k jejímu řádnému posouzení dle § 50 a doložování dle § 52 zákona č. 506/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů, a proto ve smyslu § 67 téhož zákona vydává toto

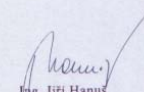
**rozhodnutí o schválení shora popsané změny od schváleného typu,**

ve smyslu ust. § 43, odst. 5 zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů, za podmínky, že bude provedena v souladu s technickou dokumentací ověřenou Drážním úřadem při schvalování této změny typu.

**Účastník řízení:**  
ZKL-Výzkum a vývoj,a.s.Brno.

**Odvědňování:** Nezářní dle § 68, odst. (4) zák.č.500/2004 Sb.(správní řád).

**Poučení:** Proti tomuto rozhodnutí může účastník řízení podat podle § 81 odst. 1 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů, odvolání, ve lhůtě 15 dnů ode dne jeho oznámení k Ministerstvu dopravy podmíněným u Drážního úřadu. Odvolání se podává v počtu dvou stvrzených. Podané odvolání nemá v souladu s § 85 odst.1 správního řádu odkladný účinek. Odvolání jen proti rozhodnutí je nepřijatelné.

  
Ing. Jiří Hanuš  
vedoucí odboru drážních vozidel

**Rozdělník:**  
ZKL-Výzkum a vývoj, a.s.  
Jedovnická 8,  
628 00 Brno

Rozhodnutí DÚ



**Výzkumný Ústav Železniční, a.s.**  
Certifikační orgán pro certifikaci výrobků

se sídlem: Novodvorská 1698, 14200 Praha 4 - Braník, Česká republika

vydává

**CERTIFIKÁT**  
Číslo: 001/2008  
pro výrobek

**Nápravové ložisko pro železniční kolejová vozidla**  
typ PLC 410-15/16-2

kód standardní klasifikace výrobce: 35.20.40  
výrobce  
**ZKL Brno, a.s.**  
se sídlem Trnkova 111, 632 00 Brno, Česká republika  
IČ: 25507851

Na základě výsledků hodnocení výrobku uvedeného ve zprávě o zjištěných ZZCC08001 ze dne 27.2.2008 se tímto certifikátem potvrzuje shoda výše uvedeného výrobku s níže uvedenými technickými požadavky:

**TPF ZKL 11466**  
**ČSN EN 12088**

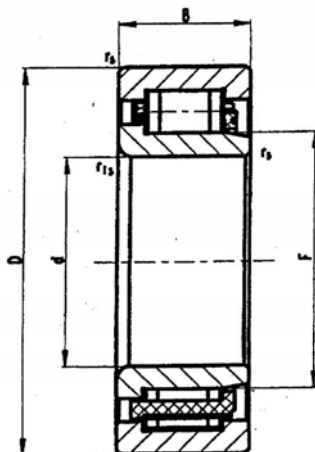
Platnost pro: opakovaně vyráběné výrobky za smluvně dohodnutých podmínek  
Platnost do: 28.2.2013  
V Praze dne 28.2.2008

  
Ing. Ladislav Dušek  
vedoucí certifikačního orgánu

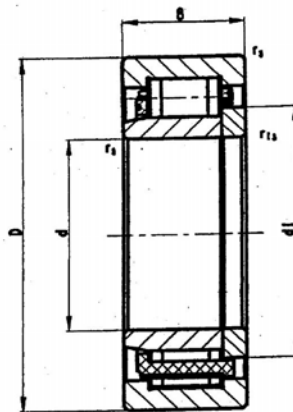
Certifikát VÚZ

## Technické parametry ložisek

### PLC 410 – 15 - 2



d...Vnitřní průměr ložiska (mm).....	130 <sub>-0,025</sub>
D...Vnější průměr ložiska (mm).....	240 <sub>-0,030</sub>
B ...Šířka ložiska (mm).....	80 <sub>-0,050</sub>
r <sub>s</sub> ...Zaoblení kroužků (mm).....	3 <sup>+5</sup>
r <sub>1s</sub> ...Zaoblení vnitřního kroužku (mm).....	7,5 <sup>+5</sup>
F ...Průměr oběžné dráhy vnitřního kroužku.....	159 <sub>-0,013</sub> <sub>-0,016</sub>
Vnitřní průměr klece (mm).....	163 <sup>+0,5</sup>
Vnější průměr klece (mm).....	196,3 <sub>-0,5</sub>
Šířka klece (mm).....	63 <sub>-0,5</sub>
Materiál kroužků (ČSN EN ISO 683-17).....	100CrMo7, 100CrMnSi6-4
Materiál valivých těles (ČSN 41 4209).....	100Cr6,100CrMnSi6-4
Materiál klece (polyamid).....	PA66÷25%S.V.
Počet valivých těles (ks).....	17
Průměr valivého tělesa (mm).....	26 <sup>+0,0105</sup> <sub>-0,0165</sub>
Délka válečku (mm).....	48 <sub>-0,02</sub>
Radiální vůle (mm).....	0,135 - 0,180
Dynamická únosnost (kN).....	517
Statická únosnost (kN).....	752
Hmotnost (kg).....	15,190
Druh maziva.....	Mogul LV2EPS, LV2EP Shell Alvania EP2



d...Vnitřní průměr ložiska (mm).....	130 <sub>-0,025</sub>
D...Vnější průměr ložiska (mm).....	240 <sub>-0,030</sub>
d <sub>1</sub> .. Vnější průměr příložného kroužku (mm) .....	170,8 <sub>-0,4</sub>
B ...Šířka ložiska (mm).....	80 <sub>-0,050</sub>
r <sub>s</sub> ...Zaoblení kroužků (mm).....	3 <sup>+5</sup>
r <sub>1s</sub> ..Zaoblení vnitřního kroužku (mm).....	3 <sup>+2,2</sup>
Vnitřní průměr klece (mm).....	163 <sup>+0,5</sup>
Vnější průměr klece (mm).....	196,3 <sub>-0,5</sub>
Šířka klece (mm).....	63 <sub>-0,5</sub>
Materiál kroužků (ČSN EN ISO 683-17).....	100CrMo7, 100CrMnSi6-4
Materiál valivých těles (ČSN 41 4209).....	100Cr6, 100CrMnSi6-4
Materiál klece (polyamid).....	PA66÷25%S.V.
Počet valivých těles (ks).....	17
Průměr valivého tělesa (mm).....	26 <sup>+0,0105</sup> <sub>-0,0165</sub>
Délka válečku (mm).....	48 <sub>-0,02</sub>
Radiální vůle (mm).....	0,135 - 0,180
Dynamická únosnost (kN).....	517
Statická únosnost (kN).....	752
Hmotnost (kg).....	15,238
Druh maziva.....	Mogul LV2EPS, LV2EP Shell Alvania EP2

## Provozní požadavky na ložiska

Ložiska nevyžadují během provozu žádnou mimořádnou údržbu.

Jsou určena pro provozní podmínky:

Maximální rychlost 160 km/h s maximálním zatížením dvojkolí 150 kN

Maximální rychlost 120 km/h s maximálním zatížením dvojkolí 225 kN

Doporučené množství maziva pro mazání ložisek ZKL typu PLC 410-15/16-2 v ložiskových skříních (59V, 74V, 80V, 86V atd.) při použití maziva LV 2 EP a LV 2 EPS je 0,6 kg pro mazání strojním způsobem a 0,6 až 0,7 kg pro mazání ruční.

Ložiska jsou konstruována tak, aby byla schopna přenášet veškeré axiální síly vznikající v železničním provozu, aniž by snižovala bezpečnost provozu nebo ovlivňovala trvanlivost ložiska do vzniku únavového poškození.

## Vlastnosti klecí

Plastové klece jsou vyvinuty ve spolupráci s firmou SLB Brno, s.r.o. tak, aby odpovídaly požadavkům evropské normy EN 12080, Příloha D.

Materiál klece: PA 66 GF25 (Polyamid 66 zesílený 25% skelných vláken).

Klece jsou ve srovnání s masivními mosaznými výrazně lehčí, což snižuje dynamické nepříznivé stavy v ložiskách.

Kluzná dvojice ocel x polyamid má lepší kluzné vlastnosti ve srovnání ocel x mosaz. Z toho důvodu ložiska vykazují podstatně nižší energetické ztráty.

Polyamid navíc lépe tlumí vibrace a hluk.

Konstrukce klece je díky technologickým možnostem optimalizována pro lepší přístup maziva k valivým tělesům.

Polyamid má samomazací schopnost. V případě poruchy mazání nedochází k tak náhlému zablokování dvojkolí jako u ložiska s mosaznou klecí.

## Reference

Nápravová ložiska s klecemi z polymerních materiálů jsou využívána ve všech oblastech výroby a provozu kolejových vozidel. Z firemních materiálů (katalogy, prospekty, exponáty na veletrzích drážní techniky) je zřejmé, že jsou tato ložiska používána ve větším rozsahu, než ložiska s masivní mosaznou klecí. To se týká nejen Evropy, ale také Ameriky a Asie. To vytváří předpoklad i pro úspěšné rozšíření nových ložisek ZKL.

Literatura: Evolution, Magazin SKF č. 2 – 2006

Katalogy firem SKF Railway axleboxes

FAG Rolling Bearings for Rail Vehicles

HTC-Kinex, Valivá ložiska pro kolejová vozidla

NTN, Railway Bearings