VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

PROCES OPRAVY DVOJKOLÍ

THE PROCESS OF REPAIR VHEEL SET

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Bc. FRANTIŠEK VACULÍK
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. KAREL OSIČKA, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2010/11

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. František Vaculík

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Proces opravy dvojkolí

v anglickém jazyce:

The Process of Repair Vheel Set

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh procesu komplexní opravy dvojkolí železničních kolejových vozidel pro nově budované pracoviště.

Cíle diplomové práce:

Úvod
Rozbor jednotlivých druhů dvojkolí používaných na železničních kolejových vozidlech.
Možnosti dostupné technologie.
Návrh procesu komplexní opravy.
Realizace opravných operací na vybraných vzorcích dvojkolí.
Vyhodnocení navržených postupů a podmínek.
Závěr

Seznam odborné literatury:

1. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia, 1997. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6.
2. KOCMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
3. KOCMAN, K. Speciální technologie – Obrábění. 2. vyd. Brno: PC- DIR Real, 1998. 236 s. ISBN 80-214-1187-2.
4. SVOBODA, E. Technologie a programování CNC strojů. 1. vyd. H. Brod: FRAGMENT, 1998. 278 s.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Osička, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

V Brně, dne 19.11.2010

L.S.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ DĚKANÁT

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce ve své teoretické části popisuje jednotlivé typy železničních dvojkolí používaných na tuzemských železničních kolejových vozidlech, jejich součásti a postupy montáže. Praktická část popisuje pracoviště kolovky v opravárenském podniku DPOV, a.s. PSO Nymburk, jeho vybavení a výrobní možnosti při kompletní opravě dvojkolí. Praktickou část uzavírají jednotlivé protokoly s výsledky měření dvojkolí.

Klíčová slova

Dvojkolí, celistvé kolo, obručové kolo, náprava, lisovací diagram,…

ABSTRACT

Diploma work describes in its theoretical part particular types of pairs of wheels used on railway vehicles in Czech Republic as well as their components and assembly instructions. Practical part describes workplace for wheels in reparation DPOV, a.s. at repairing centre Nymburk, its facilities and repairing possibilities by total repair of pairs of wheels. Practical part brings at the end particular report with results of pairs of wheels measuring.

Key words

Pair of wheels, monoblock wheel, tyred wheel, axle, pressing curve,…

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VACULÍK, F. *Proces opravy dvojkolí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 61 s. 13 příloh. Vedoucí diplomové práce Ing. Osička Karel, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Proces opravy dvojkolí** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 26. 5. 2011 ……

František Vaculík

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Karlu Osičkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce. Také bych rád poděkoval společnosti DPOV, a.s. a jejím zaměstnancům, kteří mi umožnili podílet se na kompletním procesu opravy dvojkolí.

V poslední řadě bych rád poděkoval mé rodině a přítelkyni za morální podporu při studiu a vypracování této práce.

OBSAH

Abstrakt 4
Prohlášení 5
Poděkování 6
Obsah 7
1 ÚVOD 9
2 ROZBOR JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ DVOJKOLÍ POUŽÍVANÝCH NA ŽELEZNIČNÍCH KOLEJOVÝCH VOZIDLECH 10
2.1 Pojezd 10
2.1.1 Podvozkový pojezd 11
2.1.2 Rámový pojezd 13
2.2 Dvojkolí 13
2.2.1 Náprava 14
2.2.2 Kola 15
2.3 Skupiny dvojkolí 19
2.3.1 Běžné dvojkolí s celistvými koly 19
2.3.2 Běžné dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami 19
2.3.3 Běžné dvojkolí s celistvými koly, kotoučovými brzdami a tlumičem kmitů 20
2.3.4 Hnací dvojkolí s obručovými koly a hnací hvězdicí 21
2.3.5 Hnací dvojkolí s obručovými koly a složeným ozubeným kolem 21
2.3.6 Hnací dvojkolí s obručovými koly a dvěma ozubenými koly 22
2.3.7 Hnací dvojkolí s kotoučovými koly a ozubeným kolem 23
2.3.8 Hnací dvojkolí s celistvými koly a dutým hřídelem 23
2.3.9 Hnací dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami 24
3 MOŽNOSTI DOSTUPNÉ TECHNOLOGIE 25
3.1 Strojní vybavení kolovky 25
3.1.1 Hrotový soustruh Škoda SRM 125 26
3.1.2 Karusel 1516 26
3.1.3 Rafamet UCB 125 26
3.2 Strojní vybavení východní haly v severní části 27
3.2.1 Karusel SKI 12 CNC 27
3.2.2 Hydraulický lis RAD 315 27
3.2.3 Hrotový soustruh SUA 170 Numeric/3000 30
3.2.4 Hrotový soustruh SF 65/3000 CNC 31
3.2.5 Horizontální vyvažovačka HM 5U 31
4 NÁVRH PROCESU KOMPLEXNÍ OPRAVY 34
5 REALIZACE OPRAVNÝCH OPERACÍ NA VYBRANÝCH VZORCÍCH DVOJKOLÍ 42
5.1.1 Oprava běžného dvojkolí č. 814 z řady 854 42
5.1.2 Oprava hnacího dvojkolí č. 491 z řady 854 44
5.1.3 Oprava hnacího dvojkolí č. 081/11 z řady 714 45
6 VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH POSTUPŮ A PODMÍNEK 49
6.1 Průběh lisovací síly při lisování dílů na nápravy, mazivo 49
6.2 Velikost lisovací rychlosti 50
6.3 Velikost přesahu a kontrola protitlakem 51
6.4 Obecné zásady lisování 52
6.5 Přípravek pro lisování u řady 181 52

6.6 Přípravek pro slisování u řady 181.....54
6.7 Návrh na rozšíření pracoviště kolovky.....55
7 ZÁVĚR.....58
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....59
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....60
SEZNAM PŘÍLOH.....61

1 ÚVOD

ČD, a.s. se snaží vyhovět stále rostoucím požadavkům cestujících na bezpečnost a komfort přepravy modernizací stávajících jednotek a nákupem nových vozů a lokomotiv. U regionálních vlaků je to nákup 33 motorových vozů RegioShuttle RS1 od firmy Stadler. Jde o jednodílné nízkopodlažní motorové vozy s dieselmechanickým přenosem výkonu a se dvěma naftovými motory. Zároveň byla podepsána smlouva na dodávku dalších 62 kusů modernizovaných dvoudílných jednotek řady 814 Regionova, což je modernizace zastaralých motorových vozů řady 810 a přípojných vozů řady 010. Příměstská doprava bude doplněna posledními kusy třívozové jednotky řady 471 CityElefant, která je provozována v okolí Prahy a Ostravy. Rychlíkové vozy ČD, a.s. jsou postupně revitalizovány. Restaurační a osobní vozy 1. a 2. třídy pro vlaky EuroCity a InterCity budou modernizovány. Pro motorové soupravy bude modernizováno 66 čtyřnápravových vozů 2. třídy.

Hnací vozidla u ČD, a.s. procházejí po dlouholeté odmlce obměnou ve formě univerzální čtyřnápravové lokomotivy řady 380 v počtu 20 kusů. Lokomotivy budou nasazeny ve vnitrostátní a mezinárodní dopravě na tratích 1. – 3. transevropského koridoru. U nezávislé motorové trakce se přikročilo k modernizaci 19 kusů lokomotiv řady 750.7 pro osobní rychlíkovou dopravu.

Všechna železniční kolejová vozidla jsou vedena a nesena kolejí, přičemž hlavním a nejdůležitějším rozhraním je dvojkolí, které má tyto funkce:

- vedení a nesení vlaku,
- přenos tažných i brzdících sil,
- zajištění bezpečnosti proti vykolejení,
- přenos elektrické energie.

Z těchto důvodů je na opravy dvojkolí brán velký zřetel, neboť se jedná o součást s vysokým dopadem na bezpečnost provozu vozidla. V současné době je v provozu na celém světě velké množství vozidel s různými druhy dvojkolí a s rozdílnou konstrukcí. Pro jejich velký počet a rozmanitost jsem se omezil jen na určité druhy dvojkolí provozované společnostmi ČD, a.s. a ČD Cargo, a.s. s rozchodem koleje 1435mm.

Při opravě dvojkolí je nutné dodržet interní předpis ČD, a.s., V 99/1 Oprava dvojkolí železničních kolejových vozidel a jemu nadřazenou normu UIC 813 Technické dodací podmínky - Dvojkolí pro hnací vozidla a vozy. Tolerance a montáž. Včetně standardu ČSN EN 13715 Železniční aplikace - Dvojkolí a podvozky – Kola - Jízdní obrysy kol. Je třeba splnit další podmínky vyvstávající z obecných norem a interních předpisů ČD, a.s. a především je nutné získat certifikát opravňující ke kompletní opravě dvojkolí. Tento certifikát získá organizace, která je schopna po technické i administrativní stránce zajistit požadované opravy v daném rozsahu.

2 ROZBOR JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ DVOJKOLÍ POUŽÍVANÝCH NA ŽELEZNIČNÍCH KOLEJOVÝCH VOZIDLECH

Dvojkolí je jednou ze základních částí pojezdu železničního kolejového vozidla. Patří mezi nejdůležitější a nejvíce namáhané díly, a proto prochází kontrolou při výrobě, při pravidelných prohlídkách a vyvazovacích opravách. Jeho technický stav musí odpovídat platným předpisům, normám a nařízením z důvodu zachování bezpečnosti provozu. V případě zjištěného poškození je nutné dané dvojkolí vyloučit z provozu a předejít tak haváriím, které by mohly zapříčinit ztráty na životech, ekologické škody, zablokování úseků tratí a nemalé finanční náklady. Na dvojkolí spočívá hmotnost celého vozidla, přenáší tažné a brzdné síly a vede vozidlo v kolejovém kanálu.

Na obrázku číslo 1 je elektrická jednotka řady 680 Pendolino při opravě jízdního obrysu.

Obr. 1 Elektrická jednotka řady 680 Pendolino při opravě jízdního obrysu.

2.1 Pojezd

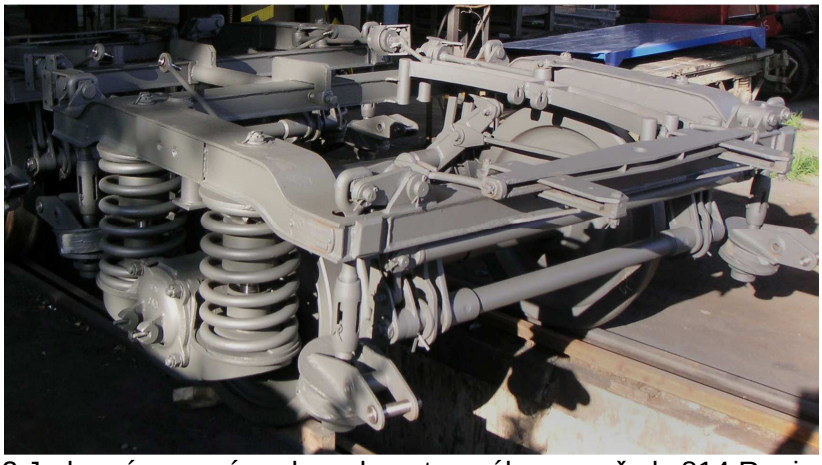
Pojezd vozidla rozdělujeme dle konstrukčního řešení na rámový a podvozkový. U většiny hnacích vozidel, elektrických jednotek, motorových jednotek a vozů se vyskytují podvozky. Podvozek je tvořen samostatným rámem, ve kterém jsou umístěna dvojkolí, nápravová ložiska, vypružení a brzdová výstroj. Rám podvozku je spojen s hlavním rámem vozidla otočným čepem, který zajišťuje určitou prostorovou pohyblivost. U hnacích vozidel s individuálním pohonem dvojkolí je v rámu umístěn trakční elektromotor s převodovkou a spojkou. Při skupinovém pohonu je na dvojkolí kuželová převodovka spojená kloubovým hřídelem s trakčním motorem[2].

2.1.1 Podvozkový pojezd

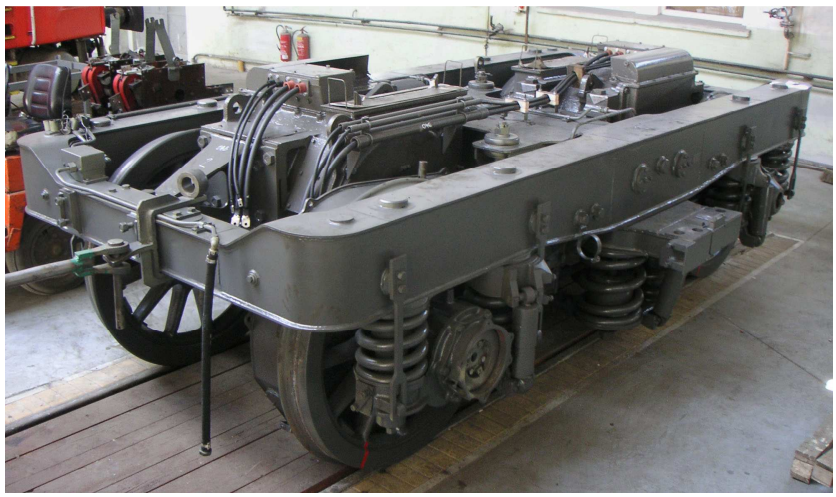
Rozdělení podvozkového pojezdu podle počtu náprav:

- jednonápravový,
- dvounápravový,
- třínápravový.

Jednonápravový podvozek je ve srovnání s vícenápravovým podvozkem charakterizován nižší měrnou hmotností, jednodušší konstrukcí, nižší pořizovací cenou a levnějšími náklady na údržbu a opravy. Jeho hlavní nevýhodou je menší nosnost a tuhost při průjezdu vozidla obloukem[2]. Příkladem použití jednonápravového podvozku je motorový vůz řady 810, 811, 812, 814 Regionova a přípojné vozy 010, 012, 013, 015 s podvozkem VÚKV typ 8-807.8 určené pro regionální dopravu, který je na obrázku číslo 2.



Obr. 2 Jednonápravový podvozek motorového vozu řady 814 Regionova.



Obr. 3 Dvounápravový hnací podvozek lokomotivy Škoda II. generace u řady 163.

Dvounápravový podvozek je nejrozšířenějším typem podvozku ať již u hnacích vozidel nebo vozů. Je charakterizován vyšší nosností a lepšími jízdními vlastnostmi než jednonápravový. Větší vzdálenost otočných čepů umožňuje delší stavbu vozidla a větší zástavbový prostor. Hlavní výhodou z hlediska chodových vlastností podvozku a komfortu cestování je především

použití primárního a sekundárního vypružení, které snižuje podíl neodpružené hmoty a jeho vliv na kolejový svršek. Vybraným představitelem dvounápravového trakčního podvozku je unifikovaný podvozek Škoda II. generace, který je použit u řady 162, 163, 362, 363, 371, 372, a je na obrázku číslo 3. Příkladem vozového dvounápravového podvozku je podvozek GP 200 na obrázku číslo 4, vyráběný VEB Wagonbau Bautzen, všeobecně používaný u osobních vozů vyrobených na přelomu 80. a 90. let 20. století.

Obr. 4 Dvounápravový podvozek GP200 u osobního vozu řady Bdmtee.

Obr. 5 Třínápravový hnací podvozek elektrické lokomotivy řady 181.

Třínápravový podvozek se vyskytuje jak u elektrických lokomotiv, tak u dieselelektrických lokomotiv a částečně i u nákladních vozů. Potřeba třínápravového podvozku vznikla v souvislosti s přepravou těžkých nákladních vlaků u ČSD v 60. letech 20. století. Zvýšením počtu hnaných náprav bylo dosaženo zvýšení trakčního výkonu o 33%, při současném zvýšení adhezní hmotnosti. Stejný princip byl využit u nezávislé trakce z produkce ČKD. Nevýhodou třínápravového podvozku je vyšší opotřebení kol a kolejnic z důvodu nedostatečného stavění jednotlivých dvojkolí v oblouku, nedostatečného příčného vypružení podvozku, a tím vznikajících příčných sil, a proto se od jejich využití upustilo. Třínápravový podvozek byl použit u elektrických lokomotiv řady 181, 182 a 183 a u dieselelektrických lokomotiv

řady 770, 771. Na obrázku číslo 5 je třínápravový hnací podvozek elektrické lokomotivy řady 181.

2.1.2 Rámový pojezd

Rámový pojezd je nejjednodušším pojezdem železničních vozů, který se používá především u dvounápravových vozidel. Vyznačuje se vedením dvojkolí umístěným přímo na hlavním rámu vozidla. Rámový pojezd je i u posunovací lokomotivy řady 703 na obrázku číslo 6.

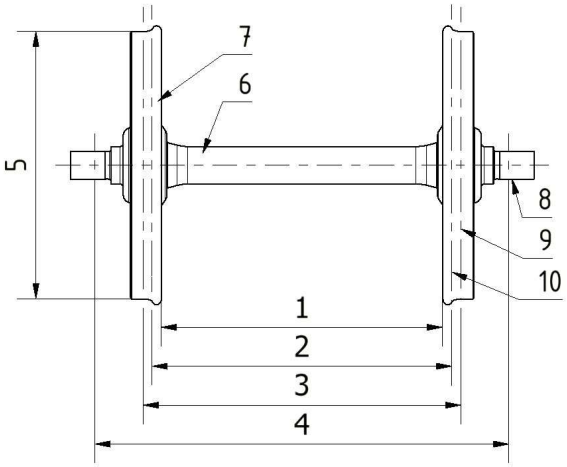
Obr. 6 Posunovací lokomotiva řady 703 s rámovým pojezdem.

2.2 Dvojkolí

Železniční dvojkolí se obecně skládá z nápravy a na ní nalisovaných kol. Kola jsou nalisována na nápravu s přesahem. Na koncích náprav, jsou nalisována valivá ložiska, která jsou umístěna v ložiskové skříni. Skříň ložisek slouží k ochraně před vnějšími vlivy, k přenosu podélných i příčných sil z dvojkolí na podvozek nebo rám vozidla[1]. U moderních dvojkolí jsou valivá ložiska součástí kompaktních ložiskových jednotek s integrovanými snímači. Integrované snímače umožňují sledovat teplotu ložiska, proběh dvojkolí, směr pohybu, svislé a příčné zrychlení.

Podle konstrukce rozeznáváme dvojkolí hnací, běžné někdy označované jako vozové (nehnací dvojkolí). Hnací dvojkolí je opatřeno konstrukčním prvkem, který zajišťuje přenos krouticího momentu. Ve většině případů je to ozubené kolo nalisované přímo na nápravu nebo náboj ozubeného kola, ke kterému je přišroubováno ozubené kolo[1]. U nejnovější řady ČD, a.s., konkrétně 471, 380 je přenos krouticího momentu proveden dutým kloubovým hřídelem objímajícím nápravu. Na nápravu je nalisován unášeč, na kterém je přes pryžové pouzdro uskutečněno spojení s dutým hřídelem.

Názvosloví dvojkolí je uvedeno na obrázku číslo 7, který odpovídá internímu předpisu V99/1 Oprava dvojkolí železničních kolejových vozidel a TNŽ 28 2100 Kolejová vozidla. Dvojkolí. Názvosloví.



Obr. 7 Názvosloví dvojkolí.

1 - rozkolí
2 - rozchod dvojkolí
3 - vzdálenost styčných kružnic
4 - vzdálenost středů ložisek
5 - průměr kola
6 - náprava
7 - kolo
8 - čep nápravového ložiska
9 - styčná kružnice
10 - dotyková kružnice

2.2.1 Náprava

Náprava má tvar hřídele s několika osazeními, které plní různé funkce. Na osazení se nalisují kola, ložiska, u hnacích náprav součásti pro přenos krouticího momentu, jako jsou ozubená kola, náboje, unášeče. Čepy ložisek jsou na vnější části nápravy. Vozidla vybavená kotoučovou brzdou mají náboje brzdového kotouče nalisované na nápravě.

Nápravy se vyrábějí ve dvou různých provedeních a to:

- nápravy plné,

- nápravy duté.

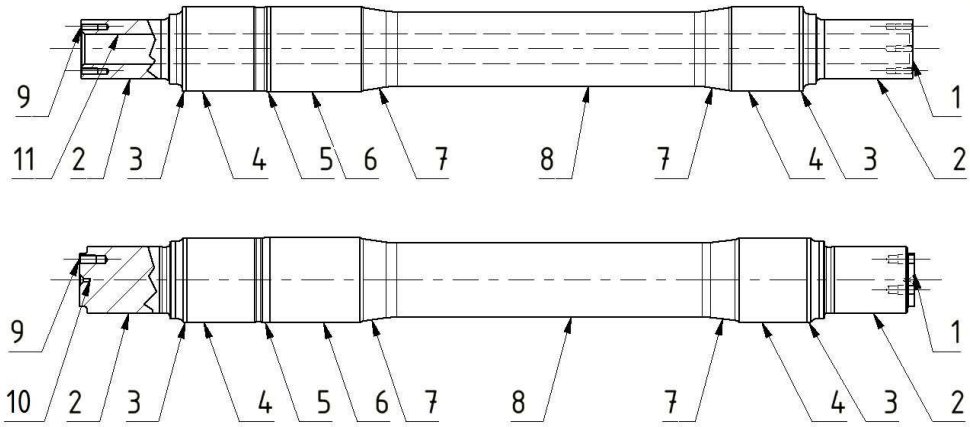
Plné nápravy jsou nejčastější a zastoupené v nejvyšším počtu. Vyskytují se jak u hnacích vozidel, tak i vozů.

Duté nápravy se začaly používat z důvodu snížení hmotnosti a lepší defektoskopické kontroly při výrobě a následně při provozních prohlídkách. Duté nápravy jsou složitější na výrobu z důvodu vývrtu a mají vyšší výrobní náklady. Rozměry vývrtu jsou dle zatížení různé. Duté nápravy se vyskytují na vozidlech ČD, a.s. u řady 162, 163, 362, 363, 371, 372, jelikož jde o unifikovaný podvozek Škoda II. generace. Další vozidlo s dutou nápravou je elektrická stejnosměrná jednotka 471 City Elefant, kde jsou duté nápravy u hnacích dvojkolí. Jednotka řady 680 Pendolino má duté nápravy u hnacích i běžných dvojkolí.

Nápravy se vyrábějí z ingotové oceli nebo oceli z plynulého lití o průměru 390 až 530 mm válcováním a následným kováním. Jakosti materiálů EA1N normalizačně žíhány, EA4T kaleny a popouštěny, odpovídají normě ČSN EN 13261. Tato norma určuje jakost povrchu, geometrické a rozměrové tolerance, značení náprav a povrchovou úpravu[13]. Konstrukce hnací nápravy je dána normou ČSN EN 13104, běžné nápravy podléhají normě ČSN EN 13103. Tyto normy řeší konstrukční provedení, materiál, zatížení a přechody

mezi jednotlivými průměry nápravy. Pro zpevnění povrchu se nápravy válečkují. Válečkování se provádí před broušením. Hloubka zpevněné vrstvy 0,02d až 0,04d (d je průměr válečkované nápravy), rozdíl v tvrdosti před válečkováním a po válečkování musí dosahovat minimálně 20%[8]. Nejčastěji je požadována zpevněná vrstva do hloubky 6-8 mm a rozdíl v tvrdosti vrstev bývá od 20%.

Na obrázku číslo 8 jsou znázorněny hnací nápravy s názvoslovím, které odpovídá internímu předpisu V99/1 Oprava dvojkolí železničních kolejových vozidel a TNŽ 28 2100 Kolejová vozidla. Dvojkolí. Názvosloví.



Obr. 8 Názvosloví náprav, horní hnací dutá náprava, spodní hnací plná náprava.

1 - čelo nápravy
2 - čep nápravového ložiska
3 - zaváděcí kužel sedla kola
4 - sedlo kola
5 - zaváděcí kužel ozubeného kola
6 - sedlo ozubeného kola
7 - výkružek dříku
8 - dřík
9 - díra pro šrouby koncové desky
10 - středící důlek
11- vývrt

Opracované nápravy jsou dodávány ve dvou variantách:

- náprava pro dvojkolí, tj. náprava, která je zcela opracovaná dle výkresové dokumentace a je určená k okamžité montáži,

- volná náprava, tj. náprava, která je opracována s přídavkem na sedlech kol, a sedlech brzdových kotoučů. Finální opracování sedel se provádí před montáží dle průměrů kol tak, aby byl dodržen předepsaný přesah.

Nápravy jsou vyráběny s různou nosností podle druhu vozidla, jeho zatížení, provozu vozidla a jeho maximální rychlosti.

2.2.2 Kola

Používaná kola se z konstrukčního hlediska dělí na kola:

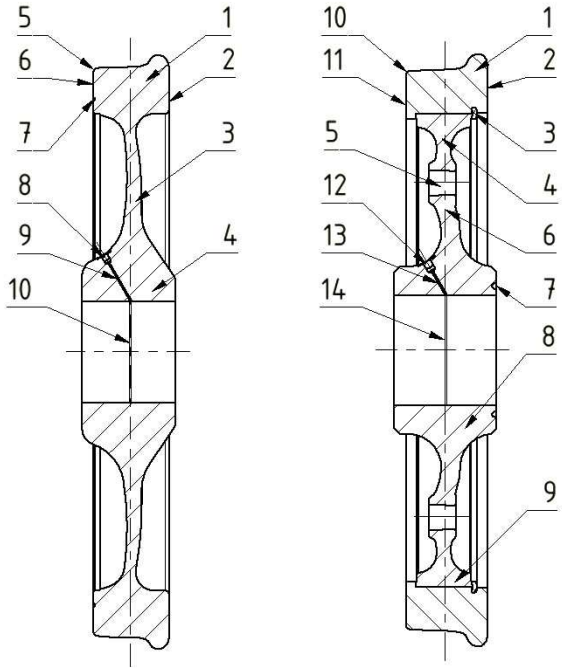
- obručová,

- celistvá.

Obručová kola se skládají z kotouče nebo hvězdice a z obruče. Obruč se na kolo lisuje nahřátá v rozmezí teplot 180˚C až 220˚C s přesahem. Tuto teplotu je nutné zkontrolovat před lisováním na dosedací ploše obruče.

Nalisované obruče jsou proti axiálnímu posunutí zajištěny vzpěrným kroužkem, který je umístěn v drážce kola na vnitřní straně[3].

Na obrázku číslo 9 je znázorněno celistvé a obručové kolo, tvořené kotoučem s názvoslovím, které odpovídá TNŽ 28 2100 Kolejová vozidla. Dvojkolí. Názvosloví.



Obr. 9 Celistvé kolo (vlevo), obručové kolo s kotoučem (vpravo).

1 - věnec celistvého kola
2 - vnitřní čelo věnce
3 - deska celistvého kola
4 - náboj celistvého kola
5 - zkosená hrana
6 - vnější čelo věnce
7 - mezní drážka
8 - díra pro přívod tlakové kapaliny
9 - kanálek pro tlakovou kapalinu
10 - drážka pro tlakovou kapalinu

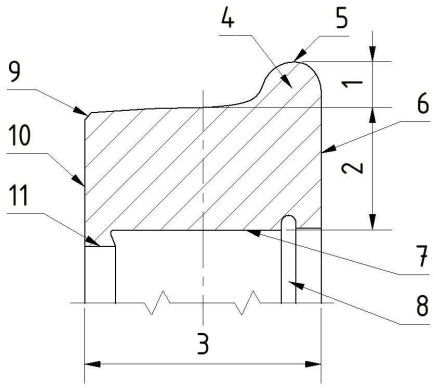
1 - obruč
2 - vnitřní čelo obruče
3 - vzpěrný kroužek
4 - kotouč
5 - unášecí díra
6 - deska kotouče
7 - odlehčovací drážka náboje
8 - náboj kotouče
9 - věnec kotouče
10 - zkosená hrana
11 - vnější čelo obruče
12 - díra pro přívod tlakové kapaliny
13 - kanálek pro tlakovou kapalinu
14 - drážka pro tlakovou kapalinu

Potřeba obručových kol vznikla u hnacích vozidel z důvodu snížení finanční a procesní náročnosti při opravě jízdní plochy kol. Výhoda obručového kola je, že při mezním opotřebení je obruč osoustružena, upálena a dosazena nová bez nutnosti rozlisování celé sestavy dvojkolí. Tato výměna je levnější a rychlejší než výměna celého kola. U hvězdicového kola je výhodou rozmístění paprsků, které umožňují lepší vizuální prohlídku pohonu. Především u vozidel závislé trakce jsou místo plných kol použity hvězdice. Nevýhodou obručových kol je možnost uvolnění obruče a její pootočení při intenzivním brzdění. Toto uvolnění nastává u obručí brzděných špalíkovou brzdou, které jsou již opotřebené. Teplem z brzdění obruč dilatuje

a při teplotách blížící se teplotě lisování, tj. cca 200℃, lisovaný spoj ztrácí svou únosnost[1]. Obručová kola se používají u hnacích vozidel ČD, a.s. do rychlosti 160 km/h. Hvězdicová kola jsou použita u elektrických a některých motorových lokomotiv. U motorových lokomotiv převažují kotoučová kola. U moderních vozidel je z důvodu zajištění vyšší bezpečnosti od obručových kol upuštěno.

Obruče se vyrábějí válcováním nebo kováním. Následným třískovým obráběním získávají určený tvar pro montáž dle výkresové dokumentace. Obruče bývají vyrobeny z materiálů označených B1 až B6T dle UIC 810-1. Obruče z materiálu B1, B2 jsou tepelně nezpracovány nebo mohou být normalizačně žíhány, označení N. Materiály B3N, B4N jsou normalizačně žíhány. B6T a B7T se dodávají jako tepelně zušlechtěné[9]. U hnacích kolejových vozidel se nejčastěji používají obruče z materiálu B5T, v současnosti jsou čím dál častěji požadovány obruče B6T.

Na obrázku číslo 10 je znázorněno názvosloví obruče, které odpovídá TNŽ 28 2100 Kolejová vozidla. Dvojkolí. Názvosloví. Obruče připravené k obrábění jsou na obrázku číslo 11.



Obr. 10 Názvosloví obruče[3].

1 - výška okolku
2 - tloušťka obruče
3 - šířka obruče
4 - okolek
5 - vrchol okolku
6 - vnitřní čelo obruče
7 - dosedací plocha obruče
8 - drážka vzpěrného kroužku
9 - zkosená hrana
10 - vnější čelo obruče
11 - ozub

Obr. 11 Obruče připravené k obrábění.

Hvězdice nebo kotouče jsou opracované odlitky z lité oceli 422640 případně 422643[6]. Kotouče se mohou vyrábět jako výkovky nebo výkovky z oceli C1 až C4 dle UIC 812-1. Kotouče z materiálu C1 až C3 jsou dodávány normalizačně žíhané označené N. Kotouče z materiálu C4E jsou tepelně zušlechtěné[7].

Na obrázku číslo 12 jsou neopracované odlitky hvězdic spolu s názvoslovím, které odpovídá TNŽ 28 2100 Kolejová vozidla. Dvojkolí. Názvosloví.

Obr. 12 Neopracované odlitky hvězdic.

1 - náboj hvězdice
2 - paprsek
3 - věnec hvězdice

Celistvá kola jsou někdy označovaná jako monobloková. Celistvá kola se začala používat u vozidel pro vyšší rychlosti. Jejich výhodou je, že jsou vyrobena z jednoho kusu materiálu a nehrozí zde uvolnění obruče vlivem tepelného namáhání. Výhodou těchto kol je nižší hmotnost, možnost upevnění brzdových kotoučů nebo tlumičů hluku a vibrací. Zároveň u hnacích dvojkolí s pohonem dutým hřídelem objímajícím nápravu, je kolo využito k přenosu sil pomocí pružinového nebo ojničkového mechanizmu[1]. Podobná situace je u pohonu kloubovým dutým hřídelem objímajícím nápravu, kdy spojení kola a hřídele je zajištěno pomocí ojniček a pryžových pouzder. Problémy u monoblokových kol se vyskytují při použití špalíkové brzdy u nákladních vozů v režimu SS, kdy dochází k takzvanému tepelnému ovlivnění monobloku. Toto poškození se projevuje spáleným ochranným nátěrem kolem věnce kola, poškozením jízdní plochy, natavením brzdových špalíků. Tato poškození jsou způsobena nadměrným tepelným zatížením celistvých kol[5].

Celistvá kola jsou vyráběna válcováním nebo kováním z vakuově odplynované oceli a mají věnec kola kalený. Materiály jsou vyráběny v jakosti ER6 až ER9 dle ČSN EN 13262+A1. Jakost ER6 není vhodná pro kola nákladních vozů. Rozlišujeme kategorii 1 a kategorii 2, kdy je rozdíl v provozní rychlosti[10]. Kategorie 1 dosahuje maximální rychlosti nad 200 km/h, ČD a.s. ji používá u řady 680 Pendolino. Kategorie 2 dosahuje maximální provozní rychlost do 200 km/h a je použita u nákladních vozů, osobních vozů a jednotek řady 471 City Elefant.

2.3 Skupiny dvojkolí

Vysoký počet železničních kolejových vozidel, provozovaný u ČD, a.s. a ČD Cargo, jejich vývoj a konstrukční řešení jednotlivých typů dvojkolí v rámci této diplomové práce nelze dopodrobna popsat. Problém spočívá v rozdílné konstrukci dvojkolí, která je poplatná době a úrovni techniky v době vzniku vozidel. ČD, a.s. a ČD Cargo, a.s. dnes provozují železniční kolejová vozidla, která byla vyrobena v průběhu posledních 50. let. Za tuto dobu prošlo technické řešení pojezdu mnoha změnami. Konstrukční rychlost vozidel vzrostla až na současných 200 km/h a špalíkové brzdy byly nahrazeny kotoučovými. To vše má za následek velký počet provozovaných dvojkolí, která se vzájemně liší a kladou vysoké požadavky na materiální zabezpečení náhradními díly. Jako další nevýhoda je vybavení vozidla jedné řady i několika druhy dvojkolí, což je způsobeno objednáváním vozidel po sériích. Pro velký počet typů dvojkolí jsem je seřadil dle podobného konstrukčního řešení, a rozdělil na běžná a hnací dvojkolí. U jednotlivých dvojkolí je popsán postup jejich lisování, slisování se provádí obráceným postupem.

2.3.1 Běžné dvojkolí s celistvými koly

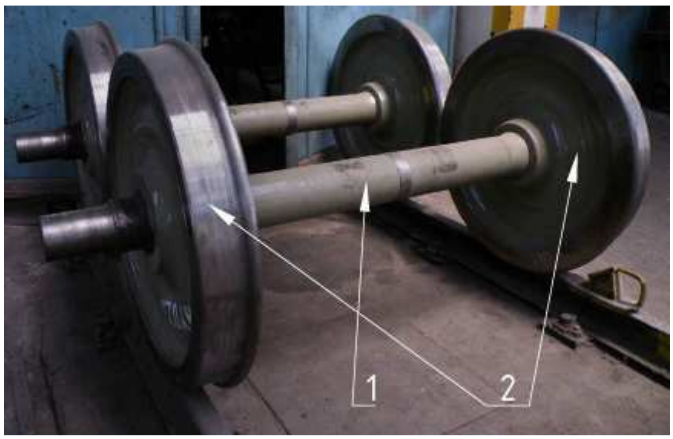
Postup lisování:

- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- nalisovat celistvé kolo,

- nápravu s nalisovaným celistvým kolem otočit a nalisovat druhé celistvé kolo.

Příkladem běžného dvojkolí s celistvými koly je dvojkolí řady 954 na obrázku číslo 13.



Obr. 13 Běžné dvojkolí s celistvými koly u řady 954.
1 - náprava 2 - celistvé kolo

2.3.2 Běžné dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami

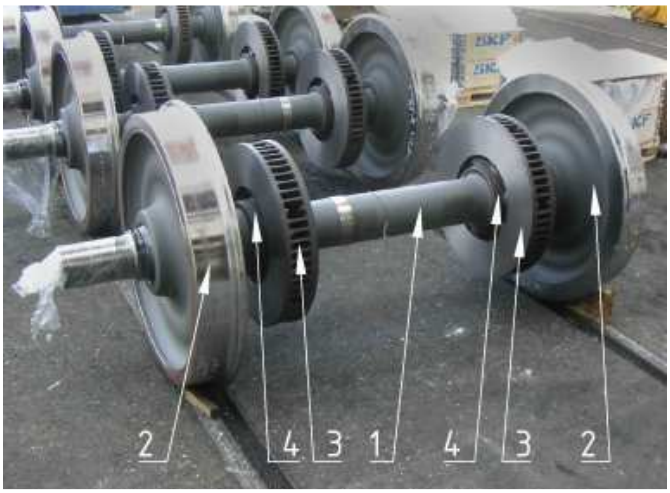
Postup lisování:

- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- nalisovat složený brzdový kotouč, nalisovat celistvé kolo,

- nápravu s nalisovaným celistvým kolem a brzdovým kotoučem otočit a nalisovat druhý složený brzdový kotouč a nalisovat celistvé kolo.

Příkladem běžného dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami je dvojkolí řady 043 na obrázku číslo 14.



Obr. 14 Běžné dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami u řady 043.

1 - náprava
2 - celistvé kolo
3 - věnec kotouče brzdy
4 - náboj kotouče brzdy

2.3.3 Běžné dvojkolí s celistvými koly, kotoučovými brzdami a tlumičem kmitů

Postup lisování:

- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- nalisovat středový složený brzdový kotouč, nalisovat krajní složený brzdový kotouč a nalisovat celistvé kolo s tlumičem kmitů,

- nápravu s nalisovaným celistvým kolem a brzdovými kotouči otočit a nalisovat krajní složený brzdový kotouč a nalisovat celistvé kolo s tlumičem kmitů.

Příkladem běžného dvojkolí s celistvými koly, kotoučovými brzdami a tlumičem kmitů je dvojkolí řady 071 na obrázku číslo 15.

Obr. 15 Běžné dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami u řady 071.

1 - náprava
2 - celistvé kolo
3 - tlumič kmitů
4 - věnec kotouče brzdy
5 - náboj kotouče brzdy

2.3.4 Hnací dvojkolí s obručovými koly a hnací hvězdicí

Postup lisování:

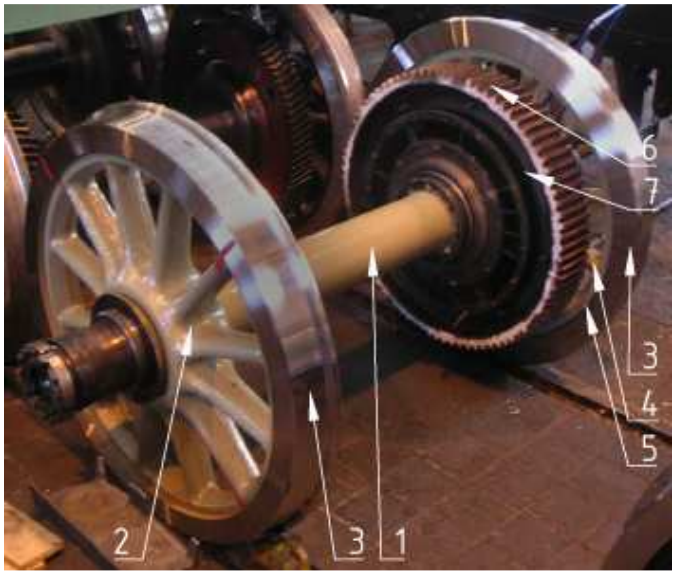
- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- na hnací hvězdici přišroubovat ozubené kolo a celou sestavu nalisovat na nápravu,

- nápravu s nalisovanou hnací hvězdicí otočit a nalisovat hvězdici,

- nahřáté obruče nalisovat na hvězdice a zajistit vzpěrnými kroužky.

Příkladem hnacího dvojkolí s obručovými koly a hnací hvězdicí je dvojkolí řady 141 na obrázku číslo 16.



Obr. 16 Hnací dvojkolí s obručovými koly u řady 141.

1 - náprava
2 - hvězdice
3 - obruč
4 - hnací hvězdice
5 - vzpěrný kroužek
6 - ozubené kolo
7 - šroub, matice, závlačka

2.3.5 Hnací dvojkolí s obručovými koly a složeným ozubeným kolem

Postup lisování:

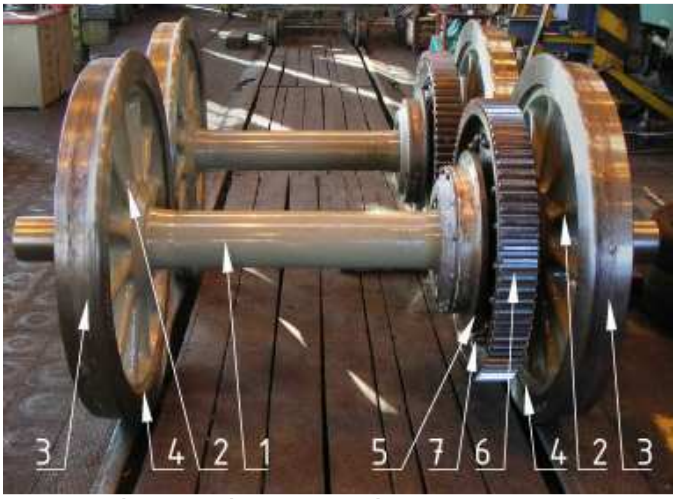
- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- sešroubovat náboj s ozubeným kolem a nalisovat na nápravu, nalisovat hvězdici,

- nápravu s nalisovanou hvězdicí a ozubeným kolem otočit a nalisovat hvězdici,

- nahřáté obruče nalisovat na hvězdice a zajistit vzpěrnými kroužky.

Příkladem hnacího dvojkolí s obručovými koly a složeným ozubeným kolem je dvojkolí řady 163 na obrázku číslo 17.



Obr. 17 Hnací dvojkolí s obručovými koly u řady 163.

1 - dutá náprava
2 - hvězdice
3 - obruč
4 - vzpěrný kroužek
5 - náboj
6 - ozubené kolo
7 - šroub, matice, závlačka

2.3.6 Hnací dvojkolí s obručovými koly a dvěma ozubenými koly

Postup lisování:

- nalisovat levochodé a pravochodé ozubené kolo na jednotlivé hvězdice,

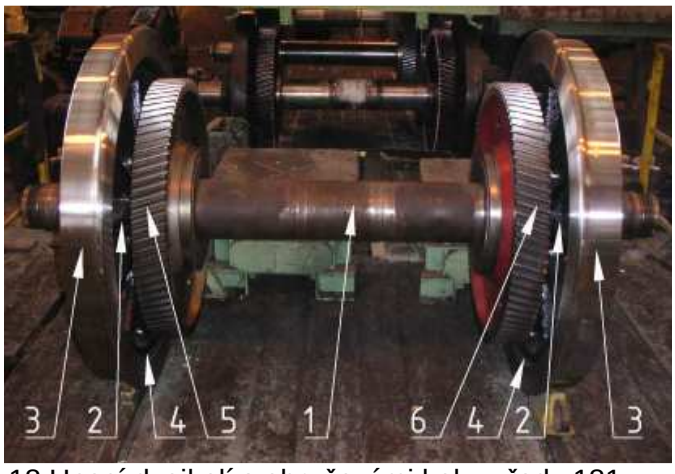
- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- nalisovat sestavu hvězdice a ozubeného kola na nápravu,

- nápravu s nalisovanou hvězdicí s ozubeným kolem otočit a nalisovat sestavu hvězdice a ozubeného kola,

- nahřáté obruče nalisovat na hvězdice a zajistit vzpěrnými kroužky.

Příkladem hnacího dvojkolí s obručovými koly a dvěma ozubenými koly je dvojkolí řady 181 na obrázku číslo 18.



Obr. 18 Hnací dvojkolí s obručovými koly u řady 181.

1 - náprava
2 - hvězdice
3 - obruč
4 - vzpěrný kroužek
5 - ozubené kolo levochodé
6 - ozubené kolo pravochodé

2.3.7 Hnací dvojkolí s kotoučovými koly a ozubeným kolem

Postup lisování:

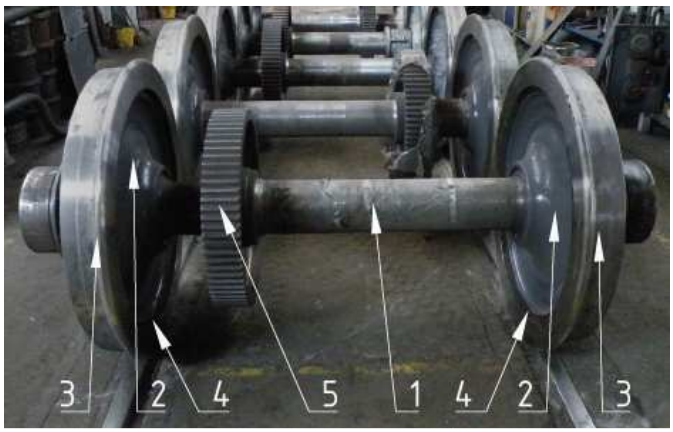
- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- nalisovat ozubené kolo, nalisovat kotoučové kolo,

- nápravu s nalisovaným kotoučovým kolem a ozubeným kolem otočit a nalisovat kotoučové kolo,

- nahřáté obruče nalisovat na kotoučová kola a zajistit vzpěrnými kroužky, sešroubovat opěrný kroužek.

Příkladem hnacího dvojkolí s kotoučovými koly a ozubeným kolem je dvojkolí řady 742 na obrázku číslo 19.



Obr. 19 Hnací dvojkolí s kotoučovými koly a ozubeným kolem u řady 742.

1 - náprava
2 - kotoučové kolo
3 - obruč
4 - vzpěrný kroužek
5 - ozubené kolo

2.3.8 Hnací dvojkolí s celistvými koly a dutým hřídelem

Postup lisování:

- na celistvá kola připevnit disky brzd, do unášeče umístit pryžová pouzdra s čepem,

- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- nalisovat unášeč, nalisovat celistvé kolo s disky brzd,

- nápravu s nalisovaným celistvým kolem a unášečem otočit a připevnit dutý hřídel se segmenty, nalisovat celistvé kolo s disky brzd.

Příkladem hnacího dvojkolí s celistvými koly a dutým hřídelem je dvojkolí řady 471 na obrázku číslo 20.

Obr. 20 Hnací dvojkolí s celistvými koly a dutým hřídelem u řady 471.

1 - dutá náprava
2 - celistvé kolo
3 - disk brzdy
4 - unášeč
5 - dutý hřídel
6 - segment
7 - pryžové pouzdro, čep, matice

2.3.9 Hnací dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami

Postup lisování:

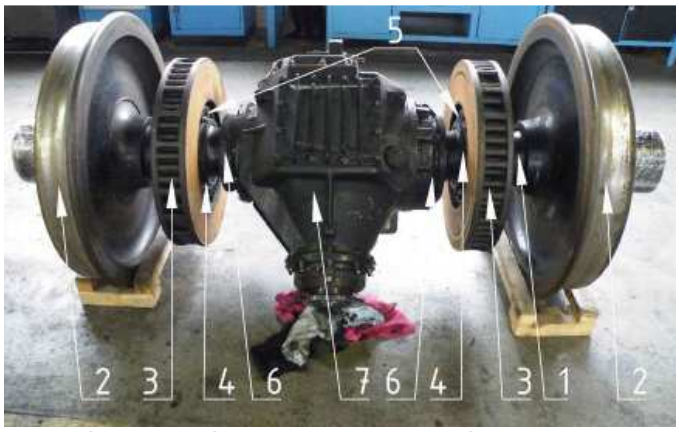
- na nápravu přišroubovat ozubené kolo a nasadit skříň převodovky spolu s ložisky a jednotlivými víky převodovky,

- nápravu upnout mezi hroty kolového hydraulického lisu,

- nalisovat složený brzdový kotouč, nalisovat celistvé kolo,

- nápravu s nalisovaným celistvým kolem, brzdovým kotoučem a nápravovou převodovkou otočit a nalisovat složený brzdový kotouč, nalisovat celistvé kolo.

Příkladem hnacího dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami je dvojkolí řady 680 na obrázku číslo 21.



Obr. 21 Hnací dvojkolí s celistvými koly a kotoučovými brzdami u řady 680.

1 - dutá náprava
2 - celistvé kolo
3 - věnec kotouče brzdy
4 - náboj kotouče brzdy
5 - šroub, matice
6 - víko převodovky
7 - skříň převodovky

3 MOŽNOSTI DOSTUPNÉ TECHNOLOGIE

Společnost DPOV, a.s. je dceřinou společností ČD, a.s. a působí v oblasti oprav a modernizace železničních kolejových vozidel. Vznikla odčleněním organizačních složek od ČD, a.s. a navázala tak na dlouholetou tradici opravárenství v depech kolejových vozidel. Jedním z pracovišť DPOV, a.s. je i provozní středisko oprav v Nymburce, které se zabývá opravou dieselelektrických lokomotiv a motorových vozů řady 854 a přívěsných vozů řady 020, 021, 050 a 053. Dále jsou zde prováděny opravy motorových vozů řady 810 a přípojných vozů 010 a 012 a speciálních vozů pro traťové hospodářství. U elektrických jednotek řady 680 jsou prováděny vyvazovací opravy podvozků. Středisko je vybaveno podúrovňovým soustruhem pro obnovu jízdního profilu bez vyvázání dvojkolí.

V souvislosti s rostoucími požadavky na opravu železničních dvojkolí při vyvazovacích opravách a požadavky externích zákazníků, bylo nutné provést strategické rozhodnutí o modernizaci stávajících pracovišť kolovky. Bylo rozhodnuto zakoupit moderní strojní vybavení a rozšířit tak nabídku o kompletní opravy dvojkolí. Nově vzniklé pracoviště pro opravy železničních dvojkolí je umístěno v severní části východní haly oprav. Původní pracoviště zůstalo nezměněno a je umístěno v objektu kolovky, která sousedí s východní halou oprav.

V objektu kolovky probíhá manipulace s dvojkolím a jednotlivými díly pomocí dvou mostových jeřábů o nosnosti 12500 kg a u karuselu 1516 je umístěn sloupový jeřáb s nosností 500 kg. V kolovce jsou umístěny stroje Škoda SRM 125, karusel 1516, UCB 125 Rafamet a plynové hořáky pro ohřev obručí.

Ve východní hale manipulaci zajišťují dva mostové jeřáby o nosnosti 8000kg a 5000kg. U svislého soustruhu SKI 12 CNC je umístěn sloupový otočný jeřáb s nosností 500 kg. V severní části východní haly jsou umístěny vedle sebe hrotový soustruh SUA 170/3000, hydraulický lis železničních dvojkolí RAD 315 a svislý soustruh SKI 12 CNC. Naproti těmto strojům je umístěn hrotový soustruh SF 55/3000.

Z technických parametrů strojů, jejich obslužnosti jeřáby a vybavení, byly rozděleny stávající a nové operace dle vytíženosti strojů. Přesné využití jednotlivých strojů nelze určit z důvodu rozdílných druhů dvojkolí, která přicházela do opravy od externích zákazníků a vlastních vyvázaných dvojkolí z hnacích kolejových vozidel. Při rozdělení jsem vycházel z vlastní zkušenosti a ze zkušebního provozu kolovky a nového pracoviště.

3.1 Strojní vybavení kolovky

Pracoviště kolovky je uzpůsobeno pro obručová kola, kde dochází k obrábění obručí, demontáži obručí, nalisování nahřátých obručí, zajištění vzpěrným kroužkem a k soustružení jízdního profilu obručových i celistvých kol.

3.1.1 Hrotový soustruh Škoda SRM 125

Hrotový soustruh SRM 125 od firmy Škoda Plzeň. V tabulce č. 1 jsou uvedeny technické parametry stroje Škoda SRM 125.

Tab. 1 Technické parametry stroje

Oběžný průměr nad ložem	1250 mm
Oběžný průměr nad suportem	900 mm
Průměr upínací desky	1250 mm
Vzdálenost hrotů	3000 mm
Maximální hmotnost obrobku mezi hroty	14000 kg
Otáčky vřetena: Počet stupňů	 36
Rozsah: 1. řada	1,4-71 ot/min
2. řada	6,3-31 ot/min
Výkon hlavního motoru	37 kW
Rozměry stroje: délka, šířka	6580, 2150 mm
Hmotnost stroje	16750 kg

Plánované pracovní využití stroje:

- obrábění čepů tlapových ložisek na nápravě,

- obrábění vnějšího průměru hvězdic a navařených hvězdic, osoustružení vnitřních částí čel obručí až po vzpěrný kroužek,

- obrábění brzdových kotoučů nalisovaných na nápravě.

3.1.2 Karusel 1516

Svislý soustruh 1516 od výrobce Sedin z Ruska. V tabulce č. 2 jsou uvedeny technické parametry stroje karusel 1516.

Tab. 2 Technické parametry stroje

Průměr upínací desky	1400 mm
Maximální průměr obrobku	1600 mm
Maximální výška obrobku	1000 mm
Maximální hmotnost obrobku	14000 kg
Otáčky upínací desky	2,5-250 ot/min
Výkon hlavního motoru	40 kW
Rozměry stroje: délka, šířka, výška	3170, 3030, 4100 mm
Hmotnost stroje	20000 kg

Plánované pracovní využití stroje:

- obrábění vnitřního průměru obruče, soustružení drážky pro vzpěrný kroužek, rybinový ozub a sražení hran.

3.1.3 Rafamet UCB 125

Soustruh UCB 125 pro železniční dvojkolí je výrobkem polské firmy Rafamet S. A. V tabulce č. 3 jsou uvedeny technické parametry stroje Rafamet UCB 125.

Tab. 3 Technické parametry stroje

Rozchod opracovaných dvojkolí	1435 mm
Nápravy délky	1640-2660 mm
Maximální vzdálenost mezi podpěrami	2700 mm
Opracovatelný rozsah	700-1250 mm
Maximální šířka kola	150 mm
Výkon hlavního motoru	2x50 kW
Rozměry stroje: délka, šířka, výška	7200, 3000, 2620 mm
Hmotnost stroje	65000 kg

Plánované pracovní využití stroje:

- obrábění jízdního obrysu u celistvých i obručových kol.

3.2 Strojní vybavení východní haly v severní části

Ve východní hale v její severní části je nově zbudované pracoviště, které slouží k obrábění hvězdic, kotoučů, celistvých kol, náprav, brzdových kotoučů a lisování a slisování jednotlivých dílů dvojkolí. Součástí je i stroj pro dynamické vyvažování dvojkolí.

3.2.1 Karusel SKI 12 CNC

Svislý soustruh SKI 12 CNC od výrobce TOS Hulín. Stroj je vybaven číslicovým řídicím systémem NS642C. V tabulce č. 4 jsou uvedeny technické parametry stroje karusel SKI 12 CNC.

Tab. 4 Technické parametry stroje

Průměr upínací desky	1250 mm
Maximální průměr obrobku	1500 mm
Maximální výška obrobku	1425 mm
Maximální hmotnost obrobku	12000 kg
Otáčky upínací desky	2,5-250 ot/min
Výkon hlavního motoru	40 kW
Rozměry stroje: délka, šířka, výška	5350, 5240, 4720 mm
Hmotnost stroje	22700 kg
Řídicí systém	NS642C

Plánované pracovní využití stroje:

- obrábění vnitřního průměru obruče, soustružení drážky pro vzpěrný kroužek, rybinový ozub a sražení hran,

- obrábění nábojů celistvých i obručových kol.

3.2.2 Hydraulický lis RAD 315

Hydraulický lis pro montáž dvojkolí od firmy MAE typ RAD 315 je horizontálně pracující lis. Nosná konstrukce lisu je v rovině podlahy a umožňuje velmi rychlé motorické nastavení pohyblivého sloupu. Ovládání je provedeno programem MAE-RACOS, který vyhodnocuje lisovací křivku dle normy UIC 813, zajišťuje test protitlaku nebo opětovné lisování. Identifikace polohy lisovacího válce zajišťuje absolutní měřící systém délek. Otočné měřící zařízení kontroluje vzdálenost disků během a po slisování. V tabulce č. 5 jsou uvedeny technické parametry hydraulického lisu RAD 315.

Tab. 5 Technické parametry stroje

Lisovací síla	3150 kN
Lisovací síla protisměrného válce	60 kN
Rychlost beranidla	0-10 mm/s
Zdvih	600 mm
Délka instalace je nastavitelná po krocích	700-2700 mm
Rozchod koleje	1435 mm
Maximální hmotnost dvojkolí mezi středy	3000 kg
Délka nápravy	2000-2400 mm
Vnější průměr kola	600-1400 mm
Maximální průměr sedla	240 mm
Maximální počet brzdových disků	3 ks
Průměr brzdového disku	600-800 mm
Průměr ozubeného kola	1000 mm
Výkon hlavního motoru	19,7 kW
Rozměry stroje: délka, šířka, výška	5600, 2000, 2500 mm
Hmotnost stroje	31000 kg
Řídicí systém	MAE-RACOS

Plánované pracovní využití stroje:

- slisování a lisování ozubených kol, hvězdic, hnacích hvězdic, celistvých kol, brzdových kotoučů.

Hydraulický lis je vybaven nosičem dvojkolí s otočným stolem. Tento nosič urychluje práci při přípravě lisování a zjednodušuje manipulaci s dvojkolím. Náprava nebo dvojkolí je umístěno na nosič, který je po svém vedení umístí mezi hydraulické válce. Zvednutí do požadované výšky je provedeno lineárním vedením. Náprava je zajištěna hydraulickými válci se středícími hroty, které zajistí souosost pomocí středících důlků na nápravě. Po nalisování nebo slisování části dvojkolí na jedné straně, se hydraulické válce vrátí do původní polohy. Nosič dvojkolí se otočí pomocí otočného stolu a náprava se znovu zajistí hydraulickými válci. Proběhne lisování nebo slisování dílů na druhé straně dvojkolí.

Na obrázku číslo 22 je lisovací náboj pro dvojkolí řady 714, 721, 731, 742, 770.

Obr. 22 Lisovací náboj pro dvojkolí řady 714, 721, 731, 742, 770.

Slisování i lisování je prováděno hydraulickým válcem proti zajištěnému pohyblivému středovému sloupu. V tomto sloupu je upnut lisovací nástroj neboli lisovací náboj. Středový sloup se dá zablokovat v devíti polohách v loži stroje a spojovacím sloupku. Zablokování je provedeno pneumaticky pomocí ručního pákového ventilu. Od výrobce byly dodány dva kusy lisovacích nábojů, jeden pro vozová dvojkolí a druhý pro slisování brzdového kotouče z nápravy u řady 680. Problémem slisování brzdového kotouče u řady 680 je malý prostor pro lisovací náboj. Z tohoto důvodu je náboj zeslabený vybráním a má určenou maximální lisovací sílu, která se nesmí překročit. Pro ostatní dvojkolí bylo nutné navrhnout a vyrobit lisovací náboje. Náboje se liší svým vnitřním vybráním. Velikost vybrání určuje rozsah průměrů, pro které je lisovací náboj určen, aby nedocházelo k nevhodnému namáhání lisovaných dílů, přetěžování stroje a k poškození lisovaných povrchů.

Proti poškození konců náprav, jsou tyto konce chráněny objímkami z vysoce odolného plastu. Na tyto objímky jsou před samotným lisováním nasunuta kola a slouží k vystředění kola při lisování na nápravu.

Lisování hnacího dvojkolí řady 181 na kolovém hydraulickém lisu RAD 315 je na obrázku číslo 23.

Obr. 23 Lisování hnacího dvojkolí řady 181 na kolovém hydraulickém lisu RAD 315.

Měřící zařízení se používá při lisování. Jeho hlavním úkolem je zastavit proces lisování po dosažení nastaveného rozkolí 1360mm u rozchodu 1435mm. Následuje měření čelního a radiálního házení. Měření probíhá dvěma měřícími hlavicemi zároveň pro každé kolo. Otáčení dvojkolí při měření je provedeno otočným zařízením, které se vysune při příkazu měření a přes levé kolo zajišťuje jeho otáčení. Po provedeném měření se otočné zařízení automaticky vrátí do své původní polohy.

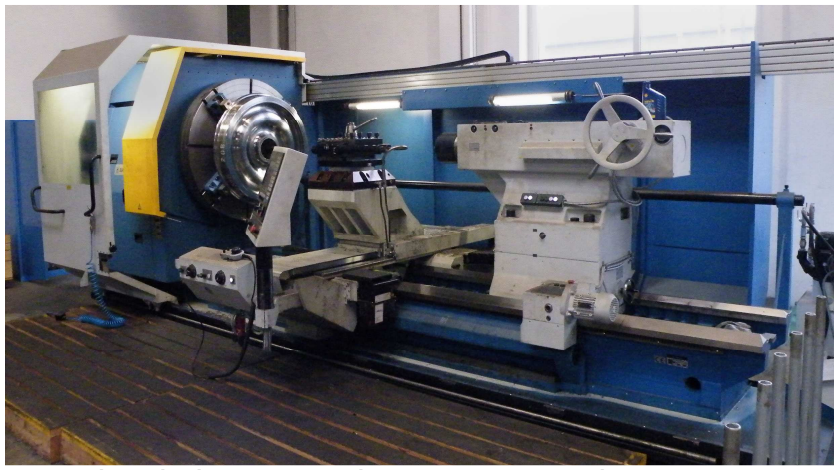
Vysokotlaké čerpadlo se použije při slisování jednotlivých dílů dvojkolí, která mají díru s rozváděcí drážkou pro přívod tlakové kapaliny. Tlaková kapalina přispívá ke zmenšení demontážní síly a snižuje počet zadřených náprav a kol.

3.2.3 Hrotový soustruh SUA 170 Numeric/3000

SUA 170 Numeric/3000 je univerzální hrotový soustruh vyrobený firmou TOS, a.s. Čelákovice. V tabulce č. 6 jsou uvedeny technické parametry stroje SUA 170 Numeric/3000. Obrázek číslo 24 ukazuje obrábění náboje celistvého kola na hrotovém soustruhu SUA 170.

Tab. 6 Technické parametry stroje

Oběžný průměr nad ložem	1700 mm
Oběžný průměr nad saněmi	1330 mm
Maximální zdvih příčných sání	750 mm
Šířka lože	800 mm
Maximální hmotnost obrobku bez opěrky se zesíleným koníkem	4000 kg
Maximální otáčky vřetene s upínací deskou ϕ1250	224 ot/min
Počet stupňů	3
Rozsah: 1. stupeň	4-80 ot/min
2. stupeň	81-225 ot/min
3. stupeň	226-630 ot/min
Výkon hlavního motoru	51 kW
Rozměry stroje: délka, šířka, výška	6200, 3550, 2400 mm
Hmotnost stroje	12200 kg
Řídicí systém	FAGOR 8055/A TC



Obr. 24 Obrábění náboje celistvého kola na hrotovém soustruhu SUA 170.

Plánované pracovní využití stroje:

- u dvojkolí se slisovaným jedním kolem lze obrábět sedla celistvých i obručových kol, sedla ozubených kol, unášečů a nábojů ozubených kol na nápravě,

- obrábění hvězdic a navařených hvězdic, kotoučů a celistvých kol,

- obrábění jízdního obrysu u celistvých i obručových kol,

- obrábění brzdových kotoučů nalisovaných na nápravě,

- soustružení určené nevyváženosti.

3.2.4 Hrotový soustruh SF 65/3000 CNC

SF 65/3000 CNC je univerzální hrotový soustruh vyrobený firmou Fermat Group, a.s. V tabulce č. 7 jsou uvedeny technické parametry stroje SF65/3000 CNC. Na obrázku číslo 25 je obrábění sedla nápravy na hrotovém soustruhu SF 65/3000 CNC.

Tab. 7 Technické parametry stroje

Oběžný průměr nad ložem	650 mm
Oběžný průměr nad suportem	410 mm
Maximální točná délka	3000 mm
Šířka vyjímatelného můstku lože	283 mm
Maximální hmotnost obrobku podepřeného koníkem	2000 kg
Otáčky vřetene	80-3500 ot/min
Výkon hlavního motoru	22 kW
Rozměry stroje: délka, šířka, výška	5190, 2225, 2060 mm
Hmotnost stroje	6450 kg
Řídicí systém	FAGOR 8055/A TC

Plánované pracovní využití stroje:

- obrábění čepů tlapových ložisek na nápravě,

- obrábění sedel celistvých i obručových kol, sedel ozubených kol, unášečů a nábojů ozubených kol na nápravě.

Obr. 25 Obrábění sedla nápravy na hrotovém soustruhu SF55/3000 CNC.

3.2.5 Horizontální vyvažovačka HM 5U

HM 5U je univerzální horizontální vyvažovací stroj vyrobený firmou Schenck RoTec z Německa. V tabulce č. 8 jsou uvedeny technické parametry stroje HM 5U.

Tab. 8 Technické parametry stroje

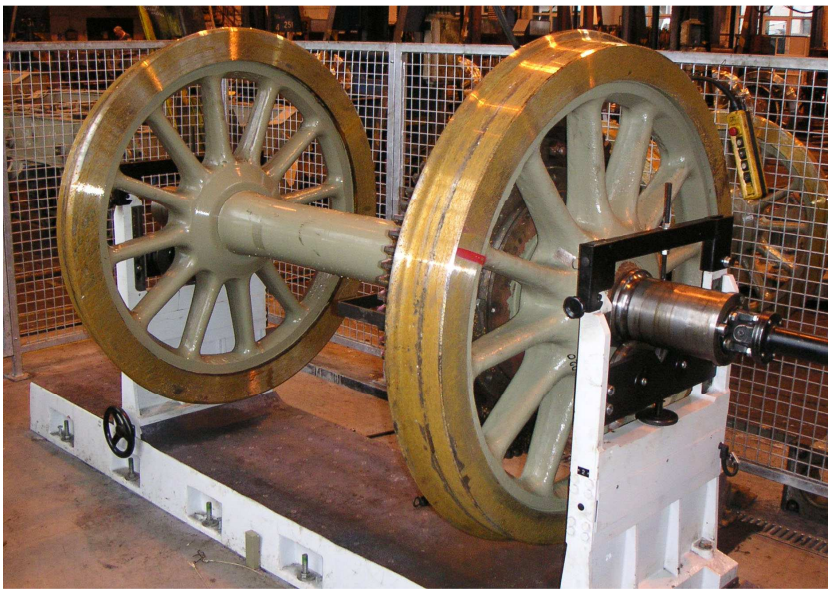
Maximální hmotnost rotoru	5500 mm
Maximální průměr rotoru	1600 mm
Průměr ložiskového čepu	18-280 mm
Maximální vzdálenost mezi ložisky	1970 mm
Minimální vzdálenost mezi ložisky	70 mm
Minimální zbytkový nevývažek	16 gmm
Pohon rotoru	kloubový hřídel
Výkon hlavního motoru	7,5 kW
Měřící zařízení	CAB 700
Rozměry stroje: délka, šířka, výška	4200, 3750, 2000 mm

Plánované pracovní využití stroje:

- vyvažování jednotlivých dvojkolí.

Vyvažovací stroj je určen pro přesné vyvažování železničních dvojkolí. Pohon je řešen kloubovým hřídelem, který je přišroubován k čelu nápravy. Z důvodu nejednotného připojení bylo nutné vyrobit vložku, která odstraňuje problémy s připojením jiných druhů dvojkolí. Stroj má naprogramované jednotlivé typy dvojkolí železničních kolejových vozidel. Obsluha stroje umístí na ložiskové stojany dvojkolí a připojí kloubový hřídel. Z nabídky vybere příslušný typ dvojkolí a stroj pracuje již sám v automatickém cyklu. Vyhodnotí velikost a umístění nevyváženosti a obsluha dle typu dvojkolí zajistí přivaření nebo odebrání daného materiálu tak, aby mohl být dle předpisu vytisknut vyvažovací protokol.

Dynamické vyvažování hnacího dvojkolí řady 163 je na obrázku číslo 26.



Obr. 26 Dynamické vyvažování hnacího dvojkolí řady 163.

Po opravě dvojkolí, kdy dochází k demontáži a následně k montáži jednotlivých dílů, je nutné provést kontrolu vyváženosti. Zjištěná hodnota nevyváženosti nesmí překročit maximální hodnotu nevyváženosti dvojkolí uvedenou v příloze 9 interního předpisu V99/1 Oprava dvojkolí železničních kolejových vozidel. V této příloze jsou dvojkolí rozdělena podle maximální

přípustné rychlosti, které odpovídá hodnota maximální dynamické nevyváženosti v rovině kol dvojkolí.

Vyvažování dvojkolí s obručovými koly

Při překročení maximální hodnoty nevyváženosti u obručových kol, která jsou tvořena obručí a kotoučem, se provádí odebrání materiálu z vnější strany obručí dle vyhlášky UIC 812-4. Pokud je toto odebrání nedostatečné, provede se odebrání materiálu na vnitřní straně kotoučů mezi věncem a deskou dle vyhlášky UIC 812-1. Opracovaná plocha musí vykazovat bezešvý přechod se sousední plochou. U obručových kol s kotoučovými koly je zakázané vrtání děr na vyvážení nebo jakékoliv přidávání závaží[3].

Při překročení maximální hodnoty nevyváženosti u dvojkolí elektrických lokomotiv s obručovými koly, která jsou tvořena obručí a hvězdicí, se provede přivaření jednotlivých vyvažovacích závaží na hvězdici dle výkresové dokumentace. Po přivaření je nutné provést defektoskopickou zkoušku každého vyvažovacího závaží.

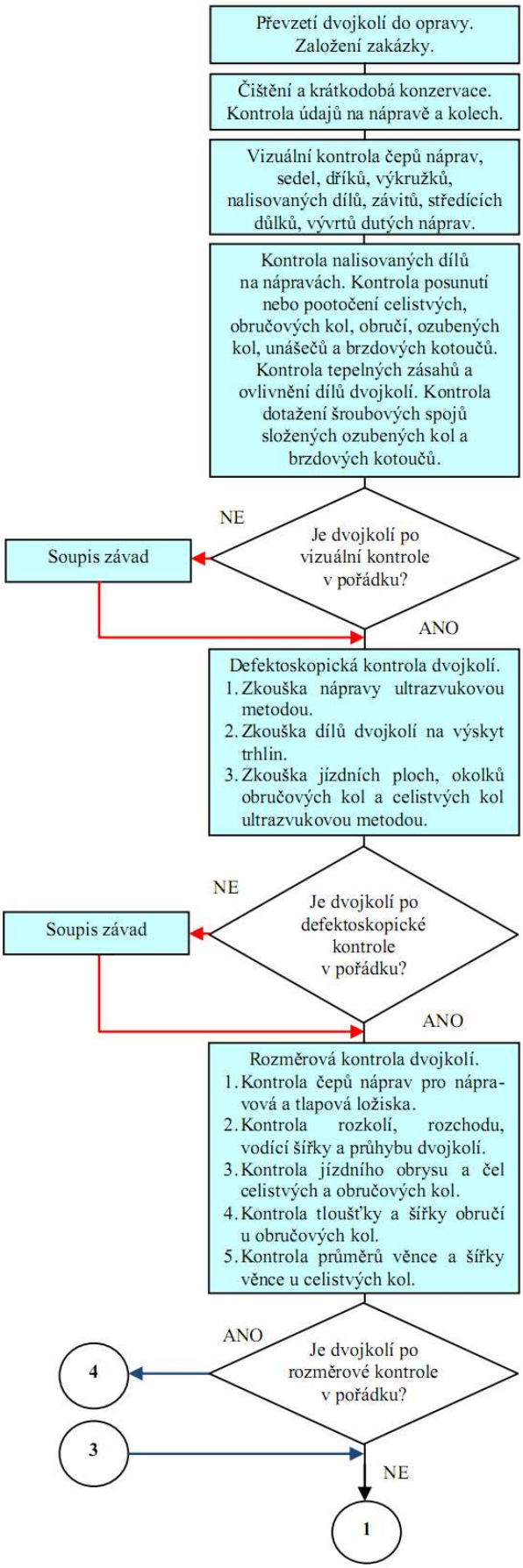
Na obrázku číslo 27 je dvojkolí s hvězdicemi po vyvážení a přivaření jednotlivých vyvažovacích závaží.

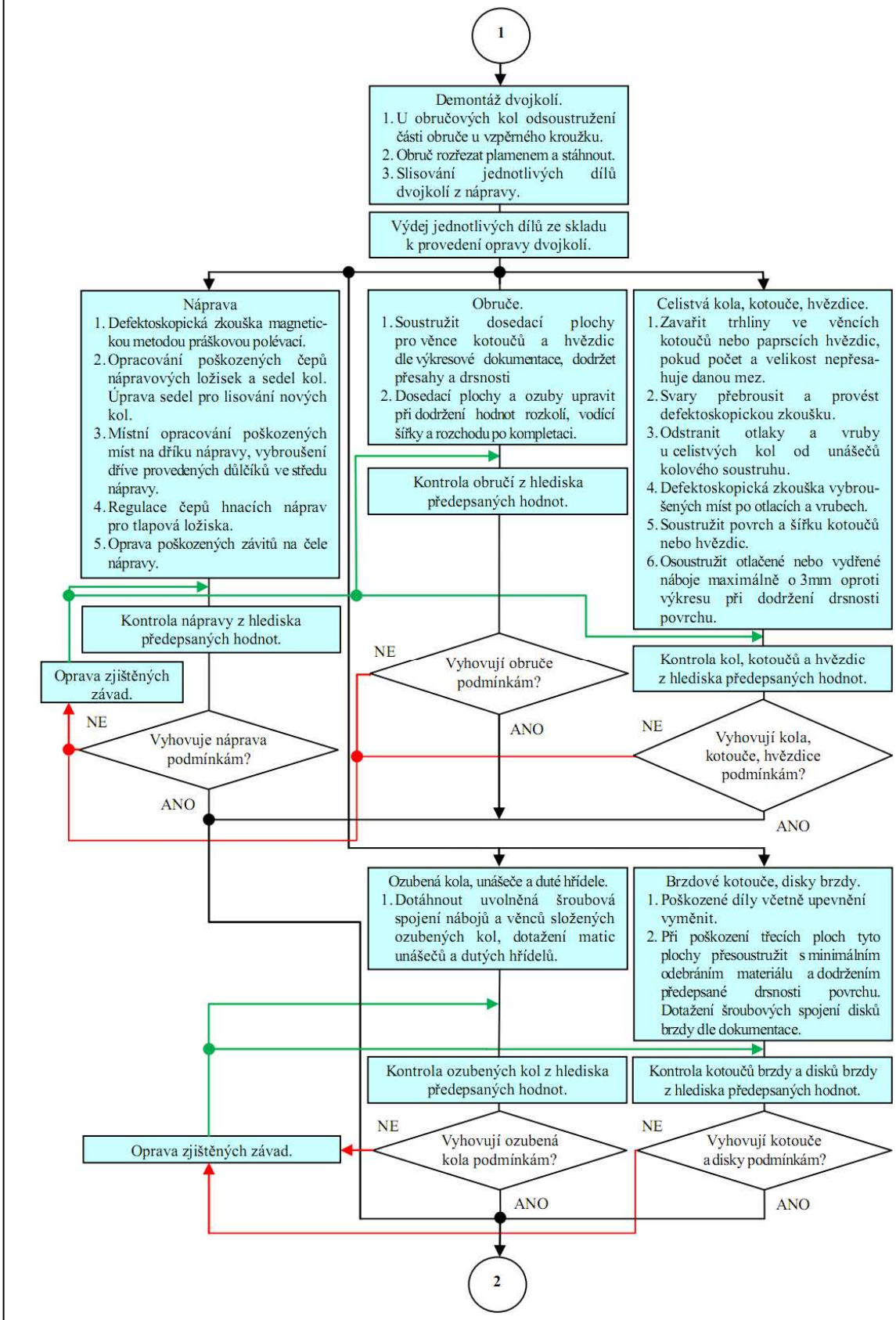
Obr. 27 Dvojkolí s hvězdicemi po vyvážení.

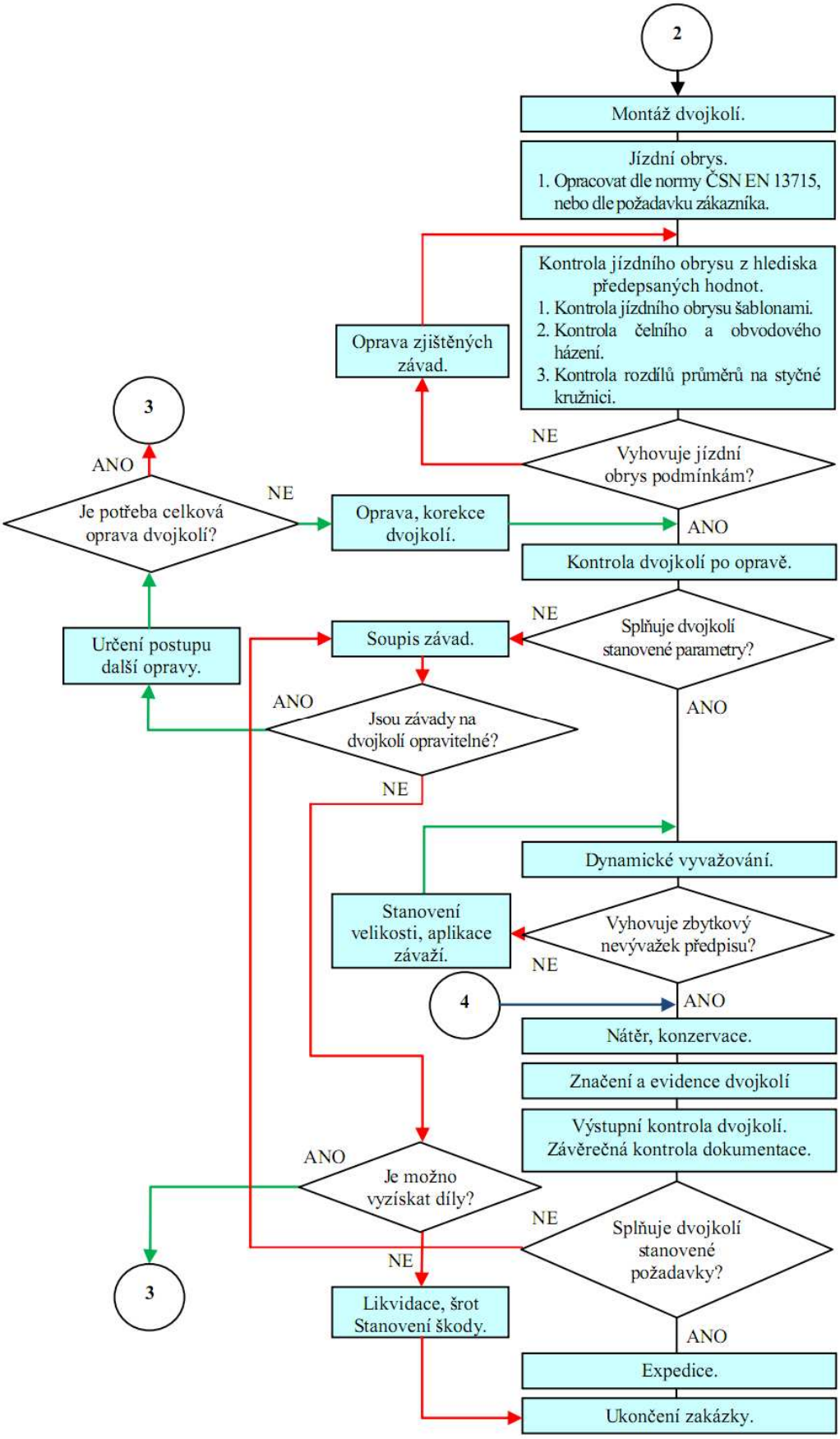
4 NÁVRH PROCESU KOMPLEXNÍ OPRAVY

Opravy dvojkolí musí být prováděny v souladu s interním předpisem V99/1 Oprava železničních kolejových vozidel a příslušných norem. K tomuto účelu byl vypracován vývojový diagram průběhu kompletní opravy dvojkolí, který řeší jednotlivé případy oprav, rozsah opravy a přináší celkový pohled na postup prací při opravě dvojkolí. Diagram začíná příjmem dvojkolí do opravy a založením zakázky. V průběhu opravy prochází dvojkolí a jednotlivé díly vizuální, rozměrovou a defektoskopickou kontrolou. Po lisování dvojkolí a obrobení jízdního obrysu dojde k závěrečné kontrole, dynamickému vyvažování, konzervaci, nátěru a značení. Konec diagramu je určen expedicí dvojkolí po opravě a ukončením zakázky nebo vyřazením dvojkolí, vyzískáním jeho dílů a stanovením škody. Vývojový diagram průběhu kompletní opravy dvojkolí je na obrázku číslo 28.

Protože vývojový diagram nemůže přesně vystihnout jednotlivé operace do detailu, byl vypracován technologický postup průběhu opravy dvojkolí. V tomto postupu jsou jednotlivé operace v přesném sledu s odkazem na kapitolu interního předpisu V99/1 Oprava dvojkolí železničních kolejových vozidel. Každý bod technologického postupu uvádí operace, které musejí být provedeny při opravě. Technologický postup průběhu kompletní opravy dvojkolí je uveden v tabulce číslo 9.


Převzetí dvojkolí do opravy. Založení zakázky.
Čištění a krátkodobá konzervace. Kontrola údajů na nápravě a kolech.
Vizuální kontrola čepů náprav, sedel, dříků, výkružků, nalisovaných dílů, závitů, středících důlků, vývrtů dutých náprav.
Kontrola nalisovaných dílů na nápravách. Kontrola posunutí nebo pootočení celistvých, obručových kol, obručí, ozubených kol, unášečů a brzdových kotoučů. Kontrola tepelných zásahů a ovlivnění dílů dvojkolí. Kontrola dotažení šroubových spojů složených ozubených kol a brzdových kotoučů.
Je dvojkolí po vizuální kontrole v pořádku?
NE
Soupis závad
ANO
Defektoskopická kontrola dvojkolí.
1. Zkouška nápravy ultrazvukovou metodou.
2. Zkouška dílů dvojkolí na výskyt trhlin.
3. Zkouška jízdních ploch, okolků obručových kol a celistvých kol ultrazvukovou metodou.
Je dvojkolí po defektoskopické kontrole v pořádku?
NE
Soupis závad
ANO
Rozměrová kontrola dvojkolí.
1. Kontrola čepů náprav pro nápravová a tlapová ložiska.
2. Kontrola rozkolí, rozchodu, vodící šířky a průhybu dvojkolí.
3. Kontrola jízdního obrysu a čel celistvých a obručových kol.
4. Kontrola tloušťky a šířky obručí u obručových kol.
5. Kontrola průměrů věnce a šířky věnce u celistvých kol.
Je dvojkolí po rozměrové kontrole v pořádku?
ANO
4
3
NE
1


1
Demontáž dvojkolí.
1. U obručových kol odsoustružení části obruče u vzpěrného kroužku.
2. Obruč rozřezat plamenem a stáhnout.
3. Slisování jednotlivých dílů dvojkolí z nápravy.
Výdej jednotlivých dílů ze skladu k provedení opravy dvojkolí.
Náprava
1. Defektoskopická zkouška magnetickou metodou práškovou polévací.
2. Opracování poškozených čepů nápravových ložisek a sedel kol. Úprava sedel pro lisování nových kol.
3. Místní opracování poškozených míst na dříku nápravy, vybroušení dříve provedených důlčíků ve středu nápravy.
4. Regulace čepů hnacích náprav pro tlapová ložiska.
5. Oprava poškozených závitů na čele nápravy.
Obruče.
1. Soustružit dosedací plochy pro věnce kotoučů a hvězdic dle výkresové dokumentace, dodržet přesahy a drsnosti
2. Dosedací plochy a ozuby upravit při dodržení hodnot rozkolí, vodící šířky a rozchodu po kompletaci.
Celistvá kola, kotouče, hvězdice.
1. Zavařit trhliny ve věncích kotoučů nebo paprscích hvězdic, pokud počet a velikost nepřesahuje danou mez.
2. Svary přebrousit a provést defektoskopickou zkoušku.
3. Odstranit otlaky a vruby u celistvých kol od unášečů kolového soustruhu.
4. Defektoskopická zkouška vybroušených míst po otlacích a vrubech.
5. Soustružit povrch a šířku kotoučů nebo hvězdic.
6. Osoustružit otlačené nebo vydřené náboje maximálně o 3mm oproti výkresu při dodržení drsnosti povrchu.
Kontrola obručí z hlediska předepsaných hodnot.
Kontrola nápravy z hlediska předepsaných hodnot.
Oprava zjištěných závad.
NE
Vyhovuje náprava podmínkám?
ANO
NE
Vyhovují obruče podmínkám?
ANO
Kontrola kol, kotoučů a hvězdic z hlediska předepsaných hodnot.
NE
Vyhovují kola, kotouče, hvězdice podmínkám?
ANO
Ozubená kola, unášeče a duté hřídele.
1. Dotáhnout uvolněná šroubová spojení nábojů a věnců složených ozubených kol, dotažení matic unášečů a dutých hřídelů.
Brzdové kotouče, disky brzdy.
1. Poškozené díly včetně upevnění vyměnit.
2. Při poškození třecích ploch tyto plochy přesoustružit s minimálním odebráním materiálu a dodržením předepsané drsnosti povrchu. Dotažení šroubových spojení disků brzdy dle dokumentace.
Kontrola ozubených kol z hlediska předepsaných hodnot.
Kontrola kotoučů brzdy a disků brzdy z hlediska předepsaných hodnot.
Oprava zjištěných závad.
NE
Vyhovují ozubená kola podmínkám?
ANO
NE
Vyhovují kotouče a disky podmínkám?
ANO
2



Obr. 28 Vývojový diagram průběhu kompletní opravy dvojkolí.

Tab. 9 Technologický postup průběhu kompletní opravy dvojkolí

Technologický postup kompletní opravy dvojkolí			1/4
Č.	**Činnost**	**Popis práce**	**Odkaz na V 99/1**
1	**ČIŠTĚNÍ**	1. Dvojkolí očistit od hrubých nečistot. Dvojkolí umýt včetně dutin náprav. 2. Zkontrolovat evidenční údaje, případně doplnit. 3. Dvojkolí dočasně chránit proti korozi.	Kapitola III, čl. 31-33. Kapitola IX. Kapitola III, čl. 34.
2	**PROHLÍDKA**	1. Vizuálně prohlédnout čepy náprav pro ložiska, čepy tlapových ložisek, výkružky a dříky náprav. 2. Vizuálně prohlédnout nalisované díly na nápravách (celistvá kola, obručová kola, ozubená kola, unášeče, kotouče brzdy, disky brzdy). Jejich umístění, případné pootočení či posunutí. 3. Vizuálně prohlédnout závity, středící důlky a vývrt dutých náprav. 4. Zkontrolovat tepelné zásahy a ovlivnění dílů dvojkolí. 5. Zkontrolovat uvolnění a pootočení obručí. 6. Zkontrolovat dotažení šroubových spojů složených ozubených kol a kotoučů brzdy.	Kapitola IV, čl. 38. Kapitola IV, čl. 40,43, 48, 50-56. Příloha 2, 5, 6. Kapitola IV, čl. 39. Kapitola IV, čl. 41,42. Kapitola IV, čl. 45, 46. Kapitola IV, čl. 49.
3	**DEFEKTOSKOPIE**	1. Provést defektoskopickou zkoušku náprav ultrazvukovou metodou. 2. Provést defektoskopickou zkoušku dílů dvojkolí na výskyt trhlin. 3. Provést defektoskopickou zkoušku jízdních ploch a okolků ultrazvukovou metodou. 4. Po rozlisování provést zkoušku magnetickou práškovou polévací metodou na nápravě.	Kapitola IV, čl. 57. Kapitola IV, čl. 58. Kapitola IV, čl. 59. Kapitola IV, čl. 61.
4	**ROZMĚROVÁ KONTROLA DVOJKOLÍ**	1. Zkontrolovat čepy náprav pro nápravová ložiska a tlapová ložiska. 2. Zkontrolovat rozkolí, rozchod a vodící šířku dvojkolí. 3. Zkontrolovat jízdní obrys, čela celistvých, obručových kol. 4. Zkontrolovat tloušťku obručí a průměry věnců celistvých kol. 5. Zkontrolovat šířku obručí a věnců celistvých kol.	Kapitola IV, čl. 62. Příloha 2. Kapitola IV, čl. 64-67. Příloha 2 Kapitola IV, čl. 68. Příloha 2. Kapitola IV, čl. 69. Příloha 2 Kapitola IV, čl. 70. Příloha 2.
5	**DEMONTÁŽ DVOJKOLÍ**	1. U obručových kol odsoustružit části obruče u vzpěrného kroužku. Obruč rozřezat plamenem a stáhnout. 2. Nastavit lis do programu ROZLISOVÁNÍ. 3. Připojit tlakovací zařízení a natlakovat. 4. Kontrolovat lisovací sílu.	Kapitola V, čl. 82. Kapitola V, čl. 79. Kapitola V, čl. 80.

Technologický postup kompletní opravy dvojkolí			2/4
Č.	**Činnost**	**Popis práce**	**Odkaz na V 99/1**
6	**OPRAVA DVOJKOLÍ**	**NÁPRAVY:** 1. Před a po opracování náprav proveďte defektoskopické zkoušení magnetickou polévací metodou. 2. Povrchová poškození čepů nápravových ložisek a sedel kol do hloubky 0,5mm a více je možno odstranit opracováním na opravárenské rozměry, pokud povoluje předpis, pokud ne, nápravy vyřadit. 3. Při použití nových náprav pro použitá kola je dovoleno průměry náprav vyrobit větší maximálně o 3mm a je nutno dodržet přechodové poloměry a drsnosti povrchu dle výkresové dokumentace. 4. Poškození na dříku opravit místním opracováním s plynulým přechodem do okolního materiálu. **OBRUČE:** 1. Soustružit dosedací plochy pro věnce kotoučů a hvězdic dle výkresové dokumentace, dodržet přesahy a drsnosti povrchu. 2. Dosedací plochy a ozuby upravit tak, aby po kompletaci byly dodrženy hodnoty rozkolí, vodící šířky a rozchodu. **CELISTVÁ KOLA, KOTOUČE, HVĚZDICE:** 1. Trhliny v kotoučích, věncích, paprscích hvězdic, pokud jejich počet a velikost nepřesahuje rozsah a počet uvedených v předpisu zavařit. 2. Svary přebrousit a provézt defektoskopickou zkoušku magnetickou práškovou polévací metodou. 3. Odstranit otlaky a vruby celistvých kol od unášečů kolového soustruhu vybroušením s plynulým přechodem do okolní plochy. 4. Defektoskopická zkouška vybroušených míst po otlacích a vrubech magnetickou práškovou polévací metodou. 5. Osoustružit povrch a šířku kotoučů, hvězdic. 6. Otlačené nebo vydřené náboje přesoustružit maximálně o 3mm oproti výkresové dokumentaci a dodržet předepsané drsnosti povrchu. **OZUBENÁ KOLA, UNÁŠEČE, DUTÉ HŘÍDELE:** 1. Kontrolovat ozubená kola dle platných předpisů ČSD a ČD pro opravy ŽKV. 2. Dotáhnout uvolněná šroubová spojení nábojů a věnců složených ozubených kol, unášečů a dutých hřídelí. **KOTOUČE BRZDY, DISKY:** 1. Kontrolovat díly šroubových spojů, poškozené vyměnit. 2. Při poškození třecích ploch provést jejich přesoustružení s minimálním odebráním materiálu při dodržení předepsané drsnosti povrchu.	Kapitola VI, čl. 85. Příloha 4. Kapitola VI, čl. 86, 89. Příloha 2, 7. Kapitola VI, čl. 90, 91. Příloha 2. Kapitola IV, čl. 87. Kapitola VI, čl. 113-115. Příloha 3. Kapitola VI, čl. 95, 96. Kapitola VI, čl. 97. Kapitola VI, čl. 98, 99. Kapitola VI, čl. 100. Kapitola VI, čl. 101. Kapitola VI, čl. 105, 106. Příloha 2. Kapitola VI, čl. 138-141. Kapitola VI, čl. 145. Kapitola VI, čl. 146, 147. Přílohy 3, 5, 6.

Technologický postup kompletní opravy dvojkolí			3/4
Č.	**Činnost**	**Popis práce**	**Odkaz na V 99/1**
6	**OPRAVA DVOJKOLÍ**	**JÍZDNÍ OBRYS:** 1. Jízdní obrys opracovat dle ČSN EN 13 715 nebo dle požadavku zákazníka. 2. Kontrolovat jízdní profil pomocí šablon. 3. Kontrolovat čelní a obvodové házení. 4. Kontrolovat rozdíl průměrů kol na styčné kružnici.	 Kapitola VI, čl. 119-135. Příloha 3 Kapitola VI, čl. 127. Kapitola VI, čl. 132. Kapitola VI, čl. 134.
7	**MONTÁŽ DVOJKOLÍ**	1. Díly dvojkolí určené pro lisování kontrolovat průměry, přesahy, drsnosti povrchu dle výkresové dokumentace a předpisu. 2. Dle typu dvojkolí zvolit lisovací program. Podle zobrazené tabulky vybavit lis jednotlivými přípravky. Po potvrzení přípravků vyplnit tabulku obsluhy, datum, průměry sedel nápravy, kotoučů, použité mazivo, lisované díly. 3. Na čepy nápravy nasadit krycí pouzdra, nasadit kola, namazat sedla nápravy a upnout do hrotů lisu. 4. Při sestavení dvojkolí dbát na správnou orientaci dílů vzhledem k vyvažování. 5. Lisování provést dle vyvolaného programu. 6. Měřit obvodové a čelní házení dvojkolí. 7. Tisk protokolu měření s lisovací silou. 8. Dvojkolí dynamicky vyvážit. Tisk protokolu o vyvážení. 9. Zmenšení případného nevývažku dle UIC 812-4 a UIC 812-1.	Příloha 2. Kapitola VI, čl. 194. Kapitola VI, čl. 132. Kapitola VIII, čl. 193-198. Kapitola VIII, čl. 196.
8	**ZNAČENÍ A EVIDENCE**	1. Značit dvojkolí na čela náprav. 2. U tažených vozidel a řídících vozů označit opravu bílou barvou na vnější stranu nebo na identifikační pásky. 3. Opravené dvojkolí zaznamenat do knihy. Vystavit měrový a evidenční list dvojkolí.	Kapitola IX, čl. 203. Kapitola IX, čl. 204-207. Kapitola IX, čl. 208. Kapitola IX, čl. 209, 210.
9	**KONTROLA DVOJKOLÍ PO OPRAVĚ**	1. Kontrola označení na celistvých kolech, kotoučích, obručích, ozubených kolech, kotoučích brzd, nápravách. 2. Kontrola vyznačených údajů o opravě dvojkolí na nápravě nebo na identifikačním pásku. 3. Kontrolovat označení obručí a označení barevného kontrolního značení pootočení obručí. 4. Kontrolovat barevné značení vzájemné polohy náprav a kol. 5. Kontrolovat provedení defektoskopie a její záznamy. 6. Kontrolovat provedení mezních drážek. 7. Kontrolovat upevnění obručí a vzpěrných kroužků. 8. Kontrolovat montáž kotoučů brzdy. 9. Kontrolovat drsnosti opracovaných povrchů, vybroušení otlaků a vrubů od čelistí u celistvých kol. Kontrolovat rozměry dvojkolí dle výrobní dokumentace. Změřit elektrický odpor dvojkolí mezi jízdními plochami.	Kapitola X, čl. 213.

Technologický postup kompletní opravy dvojkolí			4/4
Č.	**Činnost**	**Popis práce**	**Odkaz na V 99/1**
10	**NÁTĚRY A OCHRANA DVOJKOLÍ**	1. Nátěr vybraných částí dvojkolí dle výkresové dokumentace, provedení dle předpisu ČD V 98/25. 2. Dočasně chránit čepy nápravových ložisek, tlapových ložisek, vývrtů náprav a věnce ozubených kol.	Kapitola IX, čl. 216. Kapitola XI, čl. 217, 218.

5 REALIZACE OPRAVNÝCH OPERACÍ NA VYBRANÝCH VZORCÍCH DVOJKOLÍ

Jednotlivé fáze zkušebního provozu obsahovaly zaškolení obsluhy nových strojů, umístěných ve východní hale v její severní části, zkoušky jednotlivých operací vyjmenovaných v plánovaném pracovním využití strojů, v třetí kapitole této práce, rychlosti převozu dílců mezi pracovišti, bezpečnosti provozu, využití skladovacích prostor a rychlosti dodávky jednotlivých dílců od externích dodavatelů. Po vyhodnocení všech těchto faktorů bylo přistoupeno k celkovým opravám dvojkolí.

Pro ukázku opravy jednotlivých druhů dvojkolí byly zvoleny hnací i běžné dvojkolí s celistvými i obručovými koly. Všechna tato dvojkolí jsou z podvozků vyvazovaných železničních kolejových vozidel ve společnosti DPOV, a.s.

Motorový vůz řady 854 má dva dvounápravové kolébkové podvozky. Jeden podvozek obsahuje dvě běžná dvojkolí a druhý podvozek má dvě hnací dvojkolí. Primární vypružení je provedeno vinutými ocelovými pružinami, sekundární vypružení kolébky je provedeno vinutými ocelovými pružinami a hydraulickými tlumiči. Hnací i běžné dvojkolí má celistvá kola. Z každého podvozku bylo vybráno vždy jedno hnací a jedno běžné dvojkolí. Oprava dvojkolí je popsána v následujícím textu.

Motorová lokomotiva řady 714 má dva hnací dvounápravové podvozky. V každém podvozku jsou dva trakční motory s tlapovými ložisky a dvě dvojkolí vedená kyvnými rameny s odpružením, tvořeným vinutými ocelovými pružinami, doplněnými paralelními hydraulickými tlumiči. Z jednoho podvozku bylo vybráno jedno hnací dvojkolí na opravu. Oprava dvojkolí je popsána v následujícím textu.

Jednotlivé měrové, evidenční listy a protokoly s průběhem lisovací síly jsou uvedeny v příloze této práce.

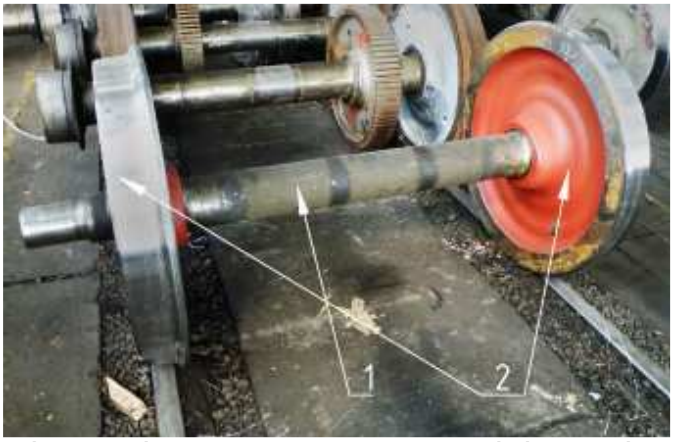
5.1.1 Oprava běžného dvojkolí č. 814 z řady 854

Běžný podvozek vozidla řady 854 vyvázán z vozidla a převezen do východní haly na opravu. Vyvázány jednotlivé části podvozku spolu s běžnými dvojkolími.

1. Běžné dvojkolí č. 814 předáno do opravy pracovníkům kolovky.
2. Čištění dvojkolí na mycí koleji, jeho krátkodobá konzervace, kontrola údajů na nápravě a celistvých kolech.
3. Při vizuální kontrole zjištěno opotřebení celistvých kol k mezní drážce. Slisování obou opotřebených celistvých kol.
4. Vizuální a rozměrová kontrola celé nápravy. Sedlo pro pravé kolo na nápravě má ϕ185,260mm a sedlo pro levé kolo na nápravě má ϕ185,220mm. Rozměry jednotlivých sedel vyhovují předpisu V99/1.
5. Defektoskopická kontrola nápravy magnetickou práškovou metodou polévací a zkouška prozvučitelnosti. Defektoskopická kontrola nápravy je v pořádku.

6. Výdej ze skladu nových celistvých kol, které jsou již obrobeny načisto a pouze náboj celistvého kola je hrubován s přídavkem. Na univerzálním hrotovém soustruhu SUA 170 Numeric/3000 obrábění nábojů celistvých kol načisto. Obrobený pravý náboj celistvého kola má ϕ185,040mm a obrobený levý náboj celistvého kola má ϕ185,000mm. Rozměry jednotlivých nábojů celistvých kol vyhovují předpisu V99/1. Při lisování bude dodržen předepsaný přesah.
7. Náprava upnuta mezi hroty kolového hydraulického lisu. Čep nápravového ložiska chráněn pouzdrem. Pomocí lisovacího náboje pro řadu 854 nalisováno pravé celistvé kolo. Rychlost lisování konstantní o velikosti 0,8mm/s, mazivo sirník molybdeničitý. Vyhodnocení průběhu lisovací síly a tisk protokolu měření. Maximální dosažená síla při lisování je 814,1kN. V interním předpisu V99/1 je u nehnacího dvojkolí řady 854 dovoleno rozpětí maximální lisovací síly 726kN - 1089kN. Průběh a velikost maximální lisovací síly vyhovují. Protokol měření a průběh lisovací síly pravého celistvého kola číslo 063-ZB-18370-R7T-11.10 je uveden v příloze 3.
8. Otočení nápravy s celistvým kolem pomocí nosiče dvojkolí. Čep nápravového ložiska chráněn pouzdrem. Lisování levého celistvého kola. Rychlost lisování konstantní o velikosti 0,8mm/s, mazivo sirník molybdeničitý. Vyhodnocení průběhu lisovací síly a tisk protokolu měření. Maximální dosažená síla při lisování je 784,3kN. V interním předpisu V99/1 je u nehnacího dvojkolí řady 854 dovoleno rozpětí maximální lisovací síly 726kN - 1089kN. Průběh a velikost maximální lisovací síly vyhovují. Protokol měření a průběh lisovací síly levého celistvého kola číslo 146-ZB-18370-R7T-11.10 je uveden v příloze 4.
9. Opracování jízdního obrysu na stroji Rafamet UCB 125. Kontrola jízdního obrysu, rozkolí, průměru kola na styčné kružnici.
10. Dynamické vyvažování na horizontální vyvažovačce HM 5U.
11. Nátěr dvojkolí, konzervace, značení a evidence. Tisk měrového a evidenčního listu dvojkolí. Kontrola úplnosti dokumentace a výstupní kontrola. Měrový list běžného dvojkolí číslo 814 je uveden v příloze 1. Evidenční list běžného dvojkolí číslo 814 je uveden v příloze 2.
12. Dvojkolí převezeno do skladu opravených dvojkolí.

Běžné dvojkolí č. 814 z řady 854 po lisování celistvých kol, připravené k přepravě do lakovny je na obrázku 29.



Obr. 29 Běžné dvojkolí č. 814 z řady 854 po lisování celistvých kol.
1 - náprava 2 - celistvé kolo

5.1.2 Oprava hnacího dvojkolí č. 491 z řady 854

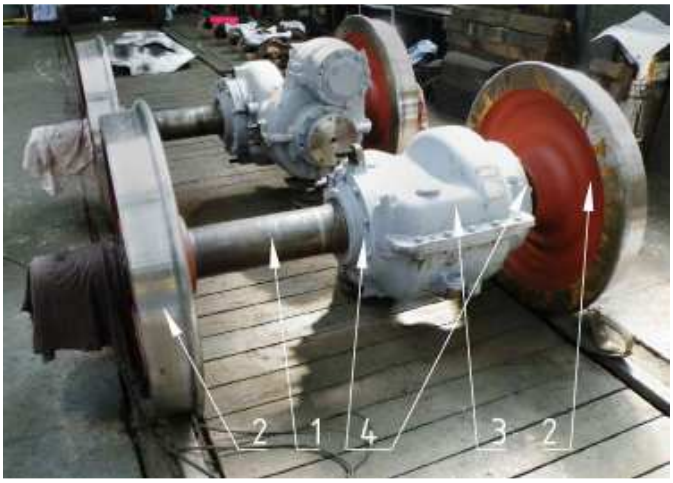
Hnací podvozek vozidla řady 854 vyvázán z vozidla a převezen do východní haly na opravu. Vyvázány jednotlivé části podvozku spolu s hnacími dvojkolími s nápravovou převodovkou.

1. Hnací dvojkolí č. 491 s nápravovou převodovkou NK 18 předáno do opravy pracovníkům kolovky.
2. Čištění dvojkolí na mycí koleji, jeho krátkodobá konzervace, kontrola údajů na nápravě a celistvých kolech.
3. Při vizuální kontrole zjištěno opotřebení celistvých kol k mezní drážce. Slisování obou opotřebených celistvých kol. Krátkodobá konzervace.
4. Vizuální a rozměrová kontrola jednotlivých sedel a čepů nápravy. Sedlo levého kola na nápravě má ϕ178,280mm a sedlo pravého kola na nápravě má ϕ178,290mm. Rozměry jednotlivých sedel vyhovují předpisu V99/1.
5. Přeprava nápravy s nápravovou převodovkou do kooperace. Po demontáži vík, skříně, jednotlivých dílů převodovky a ozubeného věnce provedena defektoskopická kontrola nápravy magnetickou práškovou metodou polévací a zkouška prozvučitelnosti našimi pracovníky. Defektoskopická kontrola nápravy je v pořádku. Po ukončení opravy nápravové převodovky v kooperaci byla zaslána do meziskladu.
6. Výdej ze skladu nových celistvých kol, která jsou již obrobena načisto a pouze náboj celistvého kola je hrubován s přídavkem. Na univerzálním hrotovém soustruhu SUA 170 Numeric/3000 obrábění nábojů celistvých kol načisto. Obrobený levý náboj celistvého kola má ϕ178,060mm a obrobený pravý náboj celistvého kola má ϕ178,070mm. Rozměry jednotlivých nábojů celistvých kol vyhovují předpisu V99/1. Při lisování bude dodržen předepsaný přesah.
7. Náprava s nápravovou převodovkou upnuta mezi hroty kolového hydraulického lisu. Čep nápravového ložiska chráněn pouzdrem. Pomocí lisovacího náboje pro řadu 854 nalisováno levé celistvé kolo. Rychlost lisování konstantní o velikosti 0,8mm/s, mazivo sirník molybdeničitý. Vyhodnocení průběhu lisovací síly a tisk protokolu měření. Maximální

dosažená síla při lisování je 938,4kN. V interním předpisu V99/1 je u hnacího dvojkolí řady 854 dovoleno rozpětí maximální lisovací síly 697kN - 1050kN. Průběh a velikost maximální lisovací síly vyhovují. Protokol měření a průběh lisovací síly levého celistvého kola číslo 140-ZB-18370-R7T-11.10 je uveden v příloze 7.

8. Otočení nápravy s celistvým kolem a nápravovou převodovkou pomocí nosiče dvojkolí. Čep nápravového ložiska chráněn pouzdrem. Lisování pravého celistvého kola. Rychlost lisování konstantní o velikosti 0,8mm/s, mazivo sirník molybdeničitý. Vyhodnocení průběhu lisovací síly a tisk protokolu měření. Maximální dosažená síla při lisování je 908,1kN. V interním předpisu V99/1 je u hnacího dvojkolí řady 854 dovoleno rozpětí maximální lisovací síly 697kN - 1050kN. Průběh a velikost maximální lisovací síly vyhovují. Protokol měření a průběh lisovací síly pravého celistvého kola číslo 072-ZB-18370-R7T-11.10 je uveden v příloze 8.
9. Opracování jízdního obrysu na stroji Rafamet UCB 125. Kontrola jízdního obrysu, rozkolí, průměru kola na styčné kružnici.
10. Dynamické vyvažování na horizontální vyvažovačce HM 5U.
11. Nátěr dvojkolí, konzervace, značení a evidence. Tisk měrového a evidenčního listu dvojkolí. Kontrola úplnosti dokumentace a výstupní kontrola. Měrový list hnacího dvojkolí HM 1 číslo 491 je uveden v příloze 5. Evidenční list hnacího dvojkolí HM 1 číslo 491 je uveden v příloze 6.
12. Dvojkolí převezeno do skladu opravených dvojkolí.

Hnací dvojkolí č. 491 z řady 854 po opravě nápravové převodovky a lisování celistvých kol, připravené k přepravě do lakovny je na obrázku 30.



Obr. 30 Hnací dvojkolí č. 491 z řady 854.

1 - náprava
2 - celistvé kolo
3 - převodovka NK 18
4 - víko převodovky

5.1.3 Oprava hnacího dvojkolí č. 081/11 z řady 714

Hnací podvozek vozidla řady 714 vyvázán z vozidla a převezen do východní haly na opravu. Vyvázány jednotlivé části podvozku spolu s hnacími dvojkolími. U popisovaného dvojkolí při opravě po očištění, krátkodobé konzervaci a kontrole údajů při defektoskopické kontrole byly

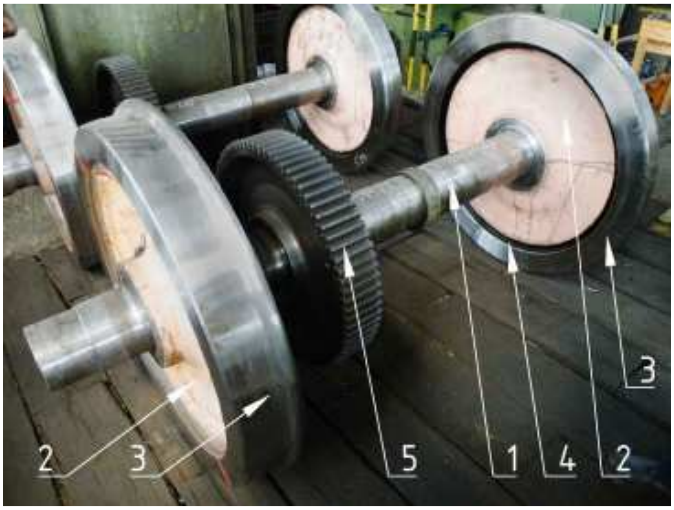
zjištěny vady, které jsou nepřípustné pro další opravy a provoz. Byly stanoveny díly, které lze vyzískat, ostatní díly sešrotovány a vyčíslena výše škody. Rozhodnuto o sestavení nového dvojkolí.

1. Výdej zcela opracované nápravy a ozubeného kola, kotoučových kol a obručí ze skladu.
2. Vizuální a rozměrová kontrola jednotlivých sedel a čepů nápravy. Sedlo levého kola na nápravě má ϕ198,323mm a sedlo pravého kola má ϕ198,333mm. Sedlo ozubeného kola na nápravě má ϕ200,273mm. Rozměry jednotlivých sedel vyhovují předpisu V99/1.
3. Kotoučová kola jsou obrobena načisto a pouze náboj kotouče je hrubován s přídavkem. Na univerzálním hrotovém soustruhu SUA 170 Numeric/3000 obrábění nábojů kotoučových kol načisto. Obrobený levý náboj kotoučového kola má ϕ198,083mm a obrobený pravý náboj kotoučového kola má ϕ198,030mm. Rozměry jednotlivých nábojů kotoučových kol vyhovují předpisu V99/1. Při lisování tedy bude dodržen předepsaný přesah. Náboj ozubeného kola má ϕ200,038mm a ozubené kolo je obrobeno na čisto.
4. Obruče pro kotoučová kola řady 714 se obrábějí na karuselu 1516. Obrobení načisto vnitřního průměru obruče, soustružení drážky pro vzpěrný kroužek, rybinový ozub a sražení hran.
5. Náprava upnuta mezi hroty kolového hydraulického lisu. Čep nápravového ložiska chráněn pouzdrem. Pomocí lisovacího náboje pro řadu 714 nalisováno levé kotoučové kolo. Rychlost lisování konstantní o velikosti 0,8mm/s, mazivo sirník molybdeničitý. Vyhodnocení průběhu lisovací síly a tisk protokolu měření. Maximální dosažená síla při lisování je 946,9kN. V interním předpisu V99/1 je u hnacího dvojkolí řady 714 dovoleno rozpětí maximální lisovací síly při lisování bez obruče 730kN – 1120kN. Průběh a velikost maximální lisovací síly vyhovují. Protokol měření a průběh lisovací síly levého kotoučového kola číslo A1694-III.10 je uveden v příloze 11.
6. Otočení nápravy s kotoučovým kolem pomocí nosiče dvojkolí. Čep tlapového ložiska chráněn pouzdrem. Lisování ozubeného kola na nápravu. Rychlost lisování konstantní o velikosti 0,8mm/s, mazivo sirník molybdeničitý. Vyhodnocení průběhu lisovací síly a tisk protokolu měření. Maximální dosažená síla při lisování je 680,5kN. V interním předpisu V99/1 je při lisování ozubeného kola dovoleno rozpětí maximální lisovací síly 675kN – 730kN. Průběh a velikost maximální lisovací síly vyhovují. Protokol měření a průběh lisovací síly ozubeného kola číslo 1988-2011 je uveden v příloze 12.
7. Čep nápravového ložiska chráněn pouzdrem. Pomocí lisovacího náboje pro řadu 714 nalisováno pravé kotoučové kolo. Rychlost lisování konstantní o velikosti 0,8mm/s, mazivo sirník molybdeničitý. Vyhodnocení průběhu lisovací síly a tisk protokolu měření. Maximální dosažená síla při lisování je 1085,2kN. V interním předpisu V99/1 je u hnacího dvojkolí řady 714 dovolené rozpětí maximální lisovací síly při lisování bez obruče 730kN – 1120kN. Průběh a velikost maximální lisovací síly vyhovují. Protokol

měření a průběh lisovací síly pravého kotoučového kola číslo A1692-III.10 je uveden v příloze 13.

8. Pomocí plynového hořáku je obruč nahřáta na teplotu 180˚C až 220˚C. V přípravku je mostovým jeřábem přemístěna na pracovní desku. Dvojkolí je jednostranně zvednuto mostovým jeřábem za kotoučové kolo a přesunuto nad obruč na pracovní desce. Zavěšené dvojkolí je osově vyrovnáno s obručí a spuštěno do obruče. Konec vzpěrného kroužku vsunut do drážky obruče a postupně zasouván po obvodu drážky. Přečnívající konec vzpěrného kroužku odseknut. Usazené konce vzpěrného kroužku svařeny elektrickým obloukem. Pneumatickým kladivem je vzpěrný kroužek natlučen do drážky a na vnitřní čelo věnce. Dvojkolí odloženo na dřevěnou odkládací plochu. Pomocí plynového hořáku je druhá obruč nahřáta na teplotu 180˚C až 220˚C. V přípravku je mostovým jeřábem přemístěna na pracovní desku. Dvojkolí je jednostranně zvednuto za kotoučové kolo s obručí a přemístěno nad obruč na pracovní desku. Zavěšené dvojkolí je osově vyrovnáno s obručí a spuštěno do obruče. Konec vzpěrného kroužku vsunut do drážky obruče a postupně zasouván po obvodu drážky. Přečnívající konec vzpěrného kroužku odseknut. Usazené konce vzpěrného kroužku svařeny elektrickým obloukem. Pneumatickým kladivem je vzpěrný kroužek natlučen do drážky a na vnitřní čelo věnce. Dvojkolí odloženo na dřevěnou odkládací plochu a ponecháno do vychladnutí. Po vychladnutí obruče zkontrolovány poklepem kladiva na několika místech vnitřního čela a povrchu obruče.
9. Opracování vnějšího, vnitřního čela obručí a jízdního obrysu na stroji Rafamet UCB 125. Kontrola jízdního obrysu, rozkolí, průměru kola na styčné kružnici.
10. Dynamické vyvažování na horizontální vyvažovačce HM 5U.
11. Nátěr dvojkolí, konzervace, značení a evidence. Tisk měrového a evidenčního listu dvojkolí. Kontrola úplnosti dokumentace a výstupní kontrola. Měrový list hnacího dvojkolí číslo 081/11 je uveden v příloze 9. Evidenční list hnacího dvojkolí číslo 081/11 je uveden v příloze 10.
12. Dvojkolí převezeno do skladu opravených dvojkolí.

Hnací dvojkolí č. 081/11 z řady 714 po lisování kotoučových kol, ozubeného kola, obručí, připravené k přepravě do lakovny je na obrázku 31.



Obr. 31 Hnací dvojkolí č. 081/11 z řady 714.

1 - náprava
2 - kotoučové kolo
3 - obruč
4 - vzpěrný kroužek
5 - ozubené kolo

6 VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH POSTUPŮ A PODMÍNEK

Opravy dvojkolí byly prováděny v souladu s interním předpisem V99/1 Oprava železničních kolejových vozidel. Pro přehled činností a jednotlivých stupňů oprav byl vypracován vývojový diagram průběhu kompletní opravy dvojkolí. S tímto vývojovým diagramem úzce souvisí technologický postup kompletní opravy dvojkolí. V technologickém postupu jsou jednotlivé činnosti podrobně rozpracovány spolu s odkazy na interní předpis V99/1, kde jsou přesné hodnoty k jednotlivým dvojkolím.

6.1 Průběh lisovací síly při lisování dílů na nápravy, mazivo

U každého dílu dvojkolí lisovaného na nápravu musí být zaznamenán průběh lisovací síly registračním přístrojem do diagramu. Lisovací síla musí plynule stoupat, na konci lisování musí dosáhnout nejméně hodnoty minimální lisovací síly. Tvar křivky lisovací síly může být vypuklý nebo vydutý. V místě drážky pro rozvod tlakového oleje u kol je dovolen mírný pokles lisovací síly[3].

Za nevyhovující se považují diagramy se zvlněnou, rozkmitanou křivkou lisovací síly. Diagramy, kde lisovací síla nedosahuje minimální hodnoty nebo některá okamžitá hodnota lisovací síly je rovna nebo je menší než předcházející hodnota, jsou nevyhovující[3].

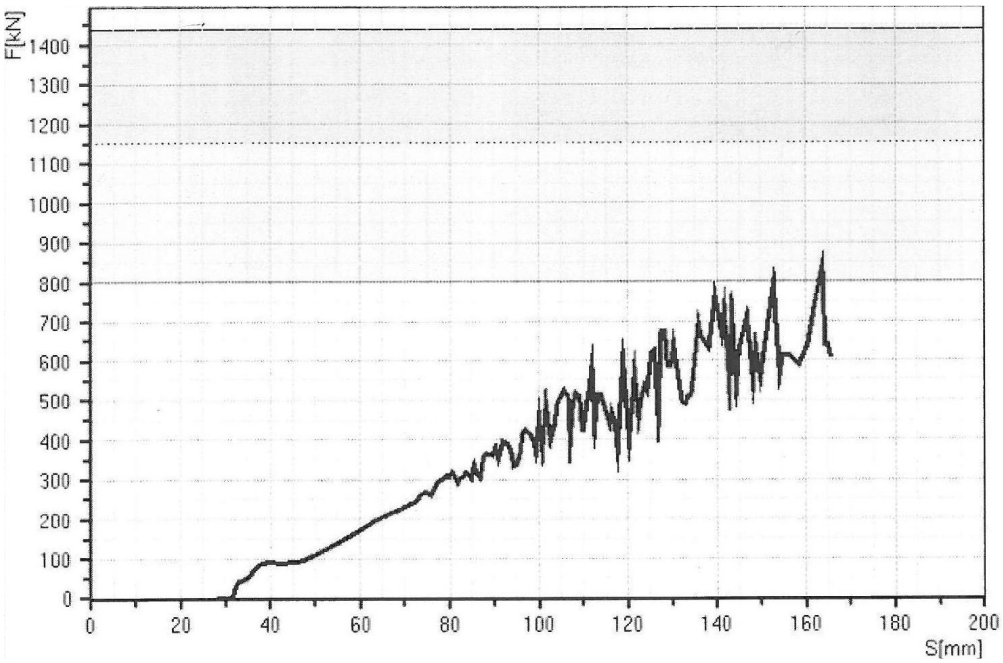
Před samotným lisováním je nutné nanést na sedla náprav a náboje kol mazivo. Pokud výkresová dokumentace neobsahuje přesně předepsané údaje o druhu maziva, používá se mazivo uvedené v interním předpisu V99/1.

Povolené druhy maziva dle V99/1:

- lněný nebo řepkový olej,
- lůj,
- směs oleje a loje,
- sirník molybdeničitý.

Při lisování byl vyzkoušen řepkový olej a sirník molybdeničitý, ostatní druhy maziva nebyly aplikovány. U mazaných ploch řepkovým olejem vzniká problém s jeho stékáním a při samotném lisování musí být doplňován. Interní předpis doplňování maziva během lisování nezakazuje. Oproti tomu sirník molybdeničitý při nanášení nestéká a nemusí se doplňovat při lisování. Vytváří dostatečnou vrstvu maziva. Při použití těchto maziv dosahujeme v obou případech podobných velikostí lisovacích sil. Pro jednoduchost aplikace byl v dalších případech lisování používán sirník molybdeničitý.

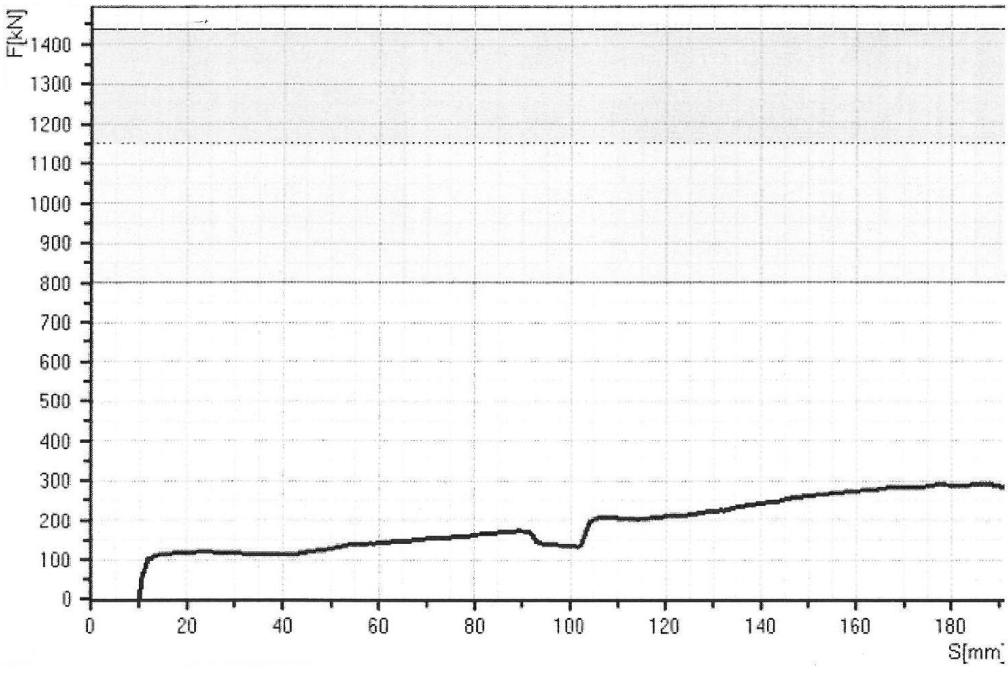
Na obrázku číslo 32 je průběh lisovací síly při zadření nápravy. Toto zadření bylo způsobeno nedostatečným množstvím maziva. Byl nanesen řepkový olej na sedlo nápravy i náboj kola, ale mazivo nebylo v průběhu lisování doplňováno a došlo k přidření a následnému rozkmitání lisovací síly. Lisovací rychlost 0,8mm/s. Posunutí počátku lisovací síly je způsobeno nedostatečným nasazením kola na sedlo nápravy. Takto nalisované kolo na nápravě bylo slisováno a celé dvojkolí vyřazeno.



Obr. 32 Průběh lisovací síly při zadření nápravy.

6.2 Velikost lisovací rychlosti

Rychlost při lisování musí být konstantní. Předpis V99/1 udává, že rychlost lisování nesmí být větší než 0,8mm/s. V normě UIC 813 Technické dodací podmínky-Dvojkolí pro hnací vozidla a vozy-Tolerance a montáž je uvedena hodnota lisovací rychlosti 0,5 až 5mm/s[12]. Při dodržení rozměrů a drsností povrchů dle výkresové dokumentace byla vyzkoušena lisovací rychlost o velikosti 3mm/s. Na obrázku číslo 34 je průběh lisovací síly při překročení maximální lisovací rychlosti dle V99/1. Mazání jednotlivých ploch provedeno sirníkem molybdeničitým.



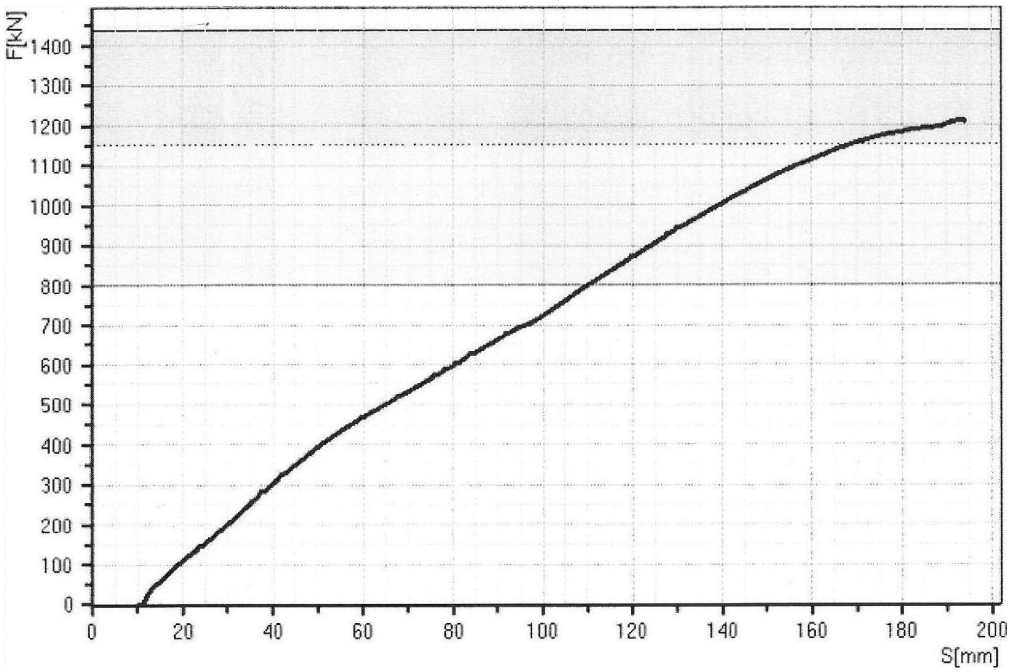
Obr. 34 Průběh lisovací síly při překročení maximální lisovací rychlosti dle V99/1.

Z průběhu lisovací síly je zřejmé, že lisovací síla nedosáhla minimální hodnoty. Pokles lisovací síly na vzdálenosti 90 až 100mm je způsoben drážkou pro rozvod tlakového oleje. Po slisování kola z nápravy bylo zjištěno, že od počátku lisování docházelo k plastické deformaci povrchu sedla nápravy a náboje kola. Posunutí počátku lisovací síly je způsobeno nedostatečným nasazením kola na sedlo nápravy. Dvojkolí po slisování kola bylo vyřazeno. Pro další lisování byla nastavena lisovací rychlost na hodnotu 0,8mm/s, kdy již nedochází k plastickým deformacím povrchu.

6.3 Velikost přesahu a kontrola protitlakem

Při lisování dílů na nápravu, kdy lisovací diagram nevyhovuje předpisu V99/1, se provede zkouška protitlakem. Tato zkouška spočívá v přezkoušení lisovaného spoje silou 1,2 násobku minimální lisovací síly daných dílů. Doba setrvání na této hodnotě je 20 sekund. Pokud nedojde k posunu zkoušeného dílu, je tento spoj pokládán za vyhovující. Při posunutí dílu je nutné tento díl slisovat a znovu nalisovat na stejné sedlo za podmínky, že dané povrchy nebyly poškozeny. Opakované nalisování dílů na nápravy bez úpravy styčných ploch je dovoleno provést jen jednou[3].

Na obrázku číslo 33 je průběh lisovací síly, kdy byla překročena maximální lisovací síla. V tomto případě průběh lisovací síly vyhovuje, ale došlo k překročení maximální lisovací síly. Lisovaný spoj byl přezkoušen 1,2 násobkem minimální lisovací síly. Při zkoušce protitlakem nedošlo k posunutí nalisovaného dílu a tento spoj byl uznán jako vyhovující. U tohoto spojení byl maximální přesah dílů. Jako mazivo byl použit sirník molybdeničitý, lisovací rychlost 0,8mm/s.



Obr. 33 Průběh lisovací síly při překročení maximální lisovací síly.

Jednotlivé díly jsou na nápravě uloženy s přesahem. Výkresová dokumentace a interní předpis ke každému dvojkolí určuje výrobní a opravárenské rozměry s tolerancí, minimální a maximální hodnotu lisovací

síly a drsnosti povrchů jednotlivých lisovaných dílů. Průběh lisovací síly a výsledná hodnota maximální lisovací síly souvisí s velikostí přesahu. I při minimálním přesahu byla dosažena minimální hodnota lisovací síly. Při maximálním přesahu byla překročena hodnota maximální lisovací síly, ale při zkoušce protitlakem dané spojení vyhovovalo. Pro další lisování byl přesah volen jako střední hodnota z minimálního a maximálního přesahu. Ve všech zkoušených případech lisování byla lisovací rychlost 0,8mm/s a jako mazivo byl použit sirník molybdeničitý.

6.4 Obecné zásady lisování

Při opravě dvojkolí je nutné dodržovat určité zásady. Jde především o důslednou rozměrovou kontrolu dílů. U kol jde o přechody mezi čelem a nábojem kola, na nápravách jde o zaváděcí kužely jednotlivých sedel pro lisované díly. Při nesprávném nebo neprovedeném zaoblení či sražení na těchto hranách hrozí při lisování zatržení a následné zadření lisovaných dílů. Důležité je i zaoblení hran u rozváděcího kanálku pro tlakovou kapalinu u kol. Pokud jsou zde ostré hrany, je pravděpodobné, že při lisování dojde k zadření sedla nápravy o tyto ostré hrany.

Důslednou kontrolou čistoty lisovaných povrchů a nanesením dostatečného množství maziva předejdeme zadření při lisování. Také je třeba zajistit stejnou teplotu lisovaných dílů.

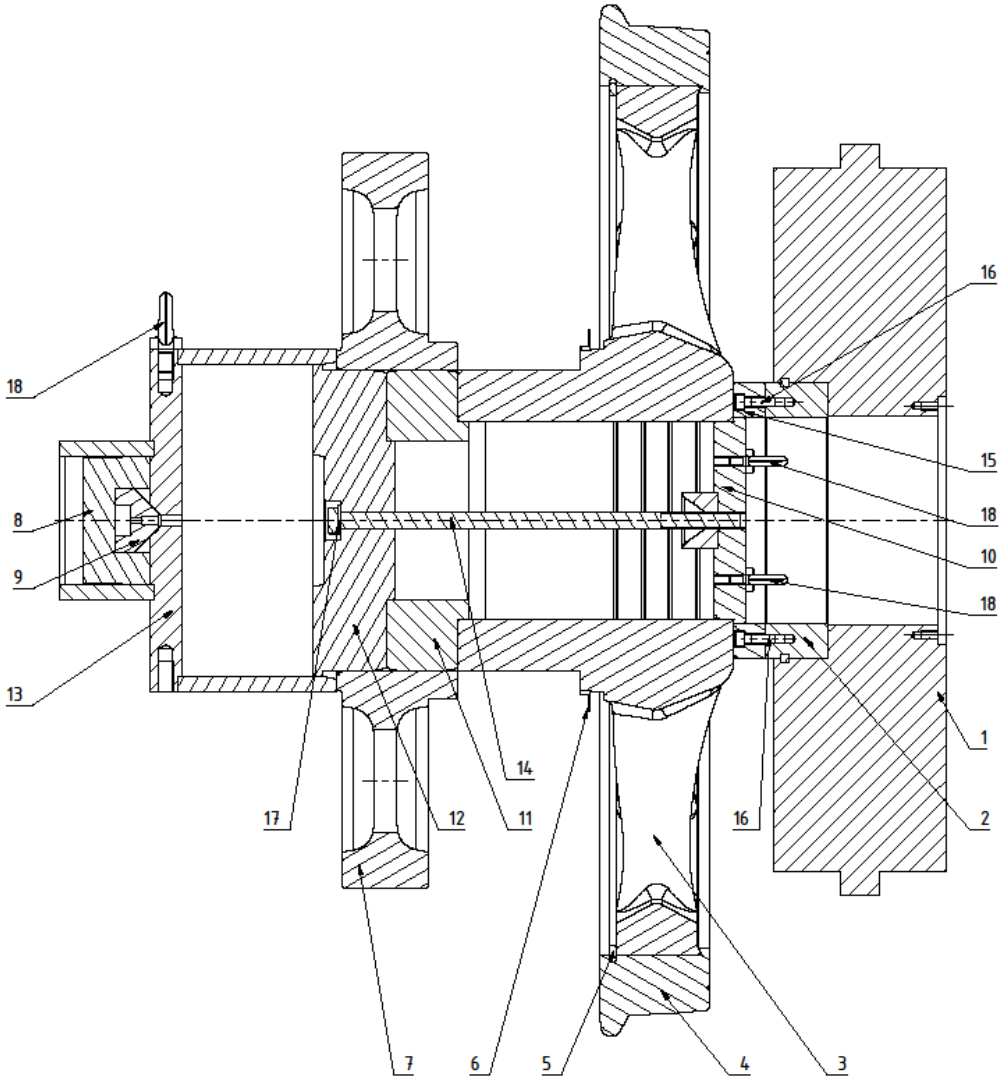
6.5 Přípravek pro lisování u řady 181

Při opravě hnacích dvojkolí elektrických lokomotiv řady 181 se vyskytl problém s nalisováním ozubeného kola na hvězdici. Konstrukčně je dvojkolí řešeno jako náprava se dvěma sedly pro hnací hvězdice. Na hnací hvězdici je sedlo, na kterém je nalisováno ozubené kolo. Lisování ozubeného kola na hnací hvězdici, která je nalisovaná na nápravě, není možné. Důvodem je možné posunutí hnací hvězdice na sedle nápravy při lisování ozubeného kola. Lisování ozubeného kola na hnací hvězdici musí probíhat mimo nápravu před samotným lisováním hnací hvězdice na nápravu. Při montáži se nejprve nalisuje ozubené kolo na hvězdici a potom se celá sestava nalisuje na nápravu. Při lisování je nutné dodržet rozměry součástí dle výkresové dokumentace a velikost lisovací síly, která je během lisování zaznamenávána. K tomuto účelu bylo nutné vyrobit přípravek, který by umožnil lisování ozubených kol na hnací hvězdice.

Přípravek pro lisování ozubeného kola na hvězdici využívá lisovací náboj pro řadu 181, vložku náboje řady 181 a pro samotné lisování je využit kolový hydraulický lis RAD 315. Uložení ϕ380 H7/t6 ozubeného kola na hvězdici je uložení s přesahem. Při lisování musí být dosaženo minimální lisovací síly o velikosti 353kN a maximální velikost lisovací síly činí 540kN.

Na obrázku číslo 35 je principiální návrh přípravku pro lisování ozubeného kola na hnací hvězdici u řady 181. Princip přípravku spočívá v lisování ozubeného kola přes stahovací vložky 1 a 2 na hnací hvězdici. Závitová poklice pozice 10 se vsadí do hnací hvězdice pozice 3. U hnací hvězdice se na stranu ozubeného kola umístí a vystředí stahovací vložka 1 pozice 11 a stahovací vložka 2 pozice 12. Celá sestava se zajistí spojovacím

šroubem pozice 14. Na lisovací náboj pozice 1 a její vložku pozice 2 se přišroubuje středící podložka pozice 15. Lisovací hrnec pozice 13 se umístí na hydraulický válec. Sestava hnací hvězdice se pomocí jeřábu přemístí mezi lisovací podložku a lisovací hrnec a vystředí se. Pomocí hydraulického lisu proběhne lisování ozubeného kola na hvězdici. Následně se celek mostovým jeřábem vyjme z hydraulického lisu.



Obr. 35 Principiální návrh přípravku pro lisování ozubeného kola na hnací hvězdici u řady 181.

1 - lisovací náboj řady 181
2 - vložka náboje řady 181
3 - hnací hvězdice
4 - obruč
5 - vzpěrný kroužek
6 - korýtko
7 - ozubené kolo
8 - hydraulický válec
9 - středící hrot
10 - závitová poklice
11 - stahovací vložka 1
12 - stahovací vložka 2
13 - lisovací hrnec
14 - spojovací šroub
15 - středící podložka
16 - šroub M20x40
17 - podložka B 21
18 - závěsný šroub M12

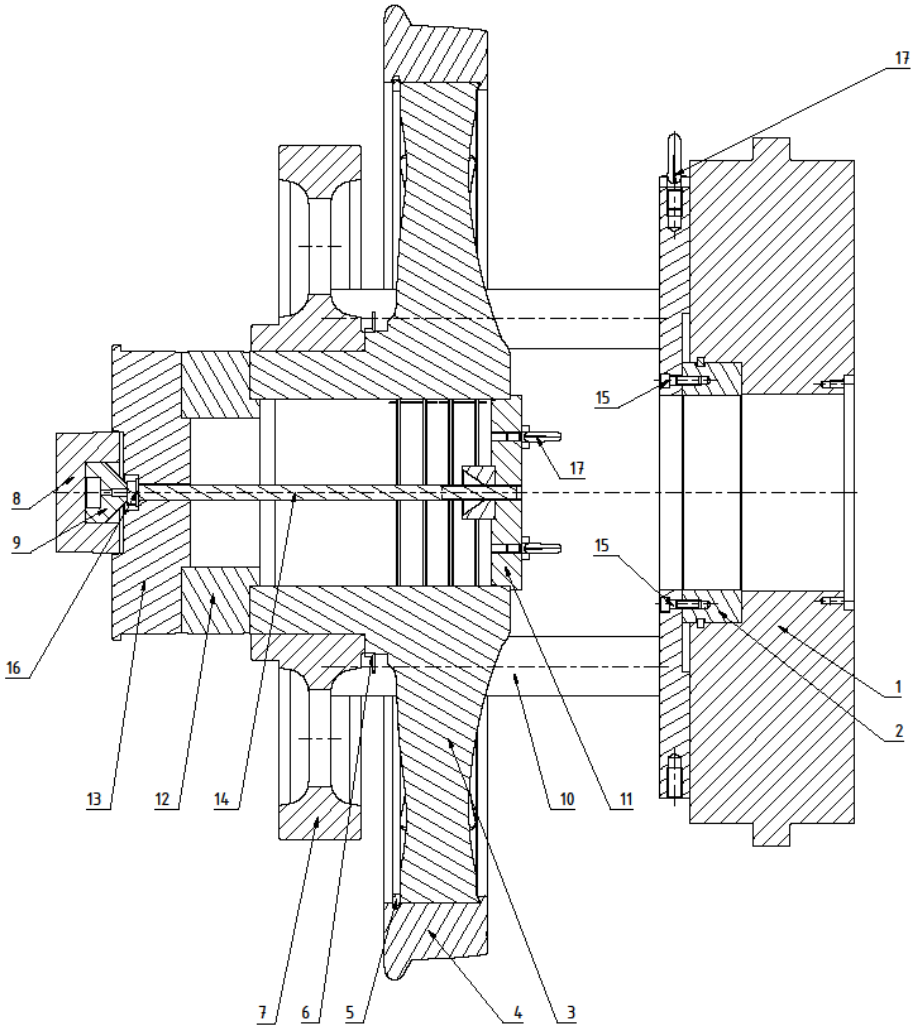
Odšroubováním spojovacího šroubu se hvězdice s nalisovaným ozubeným kolem pomocí jeřábu umístí do stojanu. Manipulace s dílčími součástmi i celky probíhá pomocí mostového jeřábu, a proto jsou jednotlivé dílce opatřeny závěsnými šrouby. Nejdůležitější je vystředění jednotlivých dílů. Z tohoto důvodu jsou všechny součásti opatřeny zaváděcími kužely a přesnými rozměry.

6.6 Přípravek pro slisování u řady 181

S problematikou lisování ozubeného kola na hvězdici souvisí opačný problém, a to je jeho slisování z hnací hvězdice. Slisování ozubeného kola z hnací hvězdice lisovacím nábojem s vybráním není možné z důvodu omezeného prostoru mezi ozubeným kolem a hnací hvězdicí. Další možností je slisování ozubeného kola za ozubený věnec. Tímto způsobem může dojít k poškození ozubení nebo plastické deformaci kola. Z tohoto důvodu slisování ozubeného kola musí probíhat až po slisování hnací hvězdice z nápravy. Pro slisování se využijí přípravky vyrobené pro lisování ozubeného kola.

Přípravek pro slisování ozubeného kola z hvězdice využívá lisovací náboj pro řadu 181, vložku náboje řady 181 a pro samotné slisování je využit kolový hydraulický lis RAD 315. Uložení ϕ380 H7/t6 ozubeného kola na hvězdici je uložení s přesahem.

Na obrázku číslo 36 je principiální návrh přípravku pro slisování ozubeného kola z hnací hvězdice u řady 181. Princip přípravku spočívá ve slisování ozubeného kola z hvězdice na stahovací vložky 1 a 2. Závitová poklice pozice 11 se vsadí do hnací hvězdice pozice 3. U hnací hvězdice se na stranu ozubeného kola umístí a vystředí stahovací vložka 1 pozice 12 a stahovací vložka 2 pozice 13. Celá sestava se zajistí spojovacím šroubem pozice 14. Na lisovací náboj pozice 1 a její vložku pozice 2 se přišroubuje kotouč úplný pozice 10. Sestava hnací hvězdice se pomocí jeřábu umístí mezi hydraulický válec a kotouč úplný. Jednotlivé trny kotouče procházejí mezi paprsky hvězdice a dotýkají se ozubeného kola. Pomocí hydraulického válce dojde k slisování ozubeného kola z hvězdice na stahovací vložky. Celek se mostovým jeřábem vyjme z hydraulického lisu. Po odšroubování spojovacího šroubu se jednotlivé díly rozdělí do stojanů. Manipulace s dílčími součástmi i celky probíhá pomocí mostového jeřábu, a proto jsou jednotlivé dílce opatřeny závěsnými šrouby. Nejdůležitější je vystředění jednotlivých dílů. Z tohoto důvodu jsou všechny součásti opatřeny zaváděcími kužely a přesnými rozměry.



Obr. 36 Principiální návrh přípravku pro slisování ozubeného kola z hnací hvězdice u řady 181.

1 - lisovací náboj řady 181
2 - vložka náboje řady 181
3 - hnací hvězdice
4 - obruč
5 - vzpěrný kroužek
6 - korýtko
7 - ozubené kolo
8 - hydraulický válec
9 - středící hrot
10 - kotouč úplný
11 - závitová poklice
12 - stahovací vložka 1
13 - stahovací vložka 2
14 - spojovací šroub
15 - šroub M12x40
16 - podložka B 21
17 - závěsný šroub M12

6.7 Návrh na rozšíření pracoviště kolovky

Při opravách dvojkolí jsou jednotlivé díly podrobeny defektoskopii. U náprav kolejových vozidel se po rozlisování provádí defektoskopická zkouška magnetickou práškovou polévací metodou a ultrazvukovou metodou. Přípustnost vady na nápravě je předmětem přílohy číslo 4 interního předpisu V99/1 Oprava dvojkolí železničních kolejových vozidel, který určuje maximální počet a maximální velikost jednotlivých vad. Vady na nápravách se nejčastěji vyskytují na sedlech kol, čepech nápravových ložisek a přechodech

mezi jednotlivými průměry. Při opravě dvojkolí jsou vadné nápravy vyřazovány a vzniká tak okamžitá potřeba náhrady. Vzhledem k vysokým cenám náprav a dlouhým dodacím lhůtám, může být vhodným řešením rozšíření pracoviště kolovky o obrábění náprav v surovém stavu pomocí hrotového soustruhu SF 65/3000 CNC. Tento stroj provede třískové obrábění a následující operací je silové válečkování. V současné době nelze zajistit silové válečkování kooperací pro nízký počet specializovaných strojů. Proto je nutné koupit válečkovací stroj pro silové válečkování náprav po třískovém obrábění. Jako vhodný se jeví Roller 2800 CNC od firmy Kovosvit MAS, a.s. Válečkovací stroj Roller 2800 CNC je na obrázku číslo 37.

Obr. 37 Válečkovací stroj Roller 2800 CNC[11].

Roller 2800 CNC je speciální stroj pro silové válečkování hřídelových součástí od firmy Kovosvit MAS, a.s. ze Sezimova Ústí. V tabulce č. 10 jsou uvedeny technické parametry stroje Roller 2800 CNC.

Tab. 10 Technické parametry stroje

Maximální oběžný průměr bez využití naklápění osy B	300 mm
Maximální zdvih pinoly válcovací hlavy	112 mm
Rozsah válečkovací síly	2,5-50 kN
Maximální síla válečkování bez využití naklápění osy B	50 kN
Maximální síla válečkování s využitím naklápění osy B	20 kN
Rozsah naklápění osy B	±35°
Typ hydraulického agregátu	HFK 489DT/1-Z11,3
Výkon hlavního motoru	11 kW
Rozměry stroje: délka, šířka, výška	5000, 1815, 1863 mm
Hmotnost stroje	6200 kg
Řídicí systém	Sinumerik 840D

Jde o speciální stroj, odvozený ze standardního soustružnického stroje, který provádí válečkování válcových, kuželových a přechodových rádiusových ploch hřídelových součástí. Válečkovací sílu lze plynule regulovat v rozsahu 2,5kN až 50kN. Na podélném suportu je umístěno zařízení pro válečkování,

které má dvě válečkovací hlavy, které zachovávají rovnoběžnost osy rotačního válečkovacího nástroje s okamžitou tečnou k válečkovanému povrchu. Suport je vybaven integrovaným kontrolním manometrem, který zobrazuje aktuální válečkovací sílu. Podélný suport se pohybuje pomocí CNC řízení osy Z po loži stroje. Pohyb v ose X je zajištěn pinolami válcovacích hlav, ve kterých jsou upnuty válečkovací nástroje. Pohyb pinoly i velikost síly při válečkování je ovládána hydraulicky. Tento stroj umožňuje válečkování celé nápravy po celé její délce na jedno upnutí, a tím zvyšuje produktivitu práce[11]. Pohled do pracovního prostoru stroje při válečkování je na obrázku číslo 38.

Obr. 38 Pohled do pracovního prostoru stroje při válečkování[11].

7 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá kompletní opravou dvojkolí železničních kolejových vozidel. Řeší vybrané typy hnacích i běžných dvojkolí, která se vyskytují u tuzemských provozovatelů železniční dopravy.

Obsáhlá problematika týkající se opravy dvojkolí, vedla k vypracování vývojového diagramu kompletní opravy dvojkolí, který přinesl celkový pohled na rozsah a postup prací při opravě. S vývojovým diagramem úzce souvisí technologický postup kompletní opravy dvojkolí, který doplňuje a konkretizuje jednotlivé operace ve vývojovém diagramu. Technologický postup odkazuje na jednotlivé kapitoly interního předpisu V99/1, kde jsou uvedeny přesné parametry jednotlivých dvojkolí.

V experimentální části byla opravena tři dvojkolí. V prvním případě bylo opraveno běžné dvojkolí číslo 814 z motorového vozu řady 854, na kterém byla vyměněna obě celistvá kola z důvodu opotřebení. U hnacího dvojkolí číslo 491 z motorového vozu řady 854 byla vyměněna celistvá kola z důvodu opotřebení, a zároveň byla provedena oprava nápravové převodovky v kooperaci. Hnací dvojkolí číslo 081/11 pro motorovou lokomotivu řady 714 bylo nově vyrobeno jako náhrada za vyřazené dvojkolí. Všechny díly na tomto dvojkolí byly nové. U těchto oprav byl použit vývojový diagram spolu s technologickým postupem a ověřena jeho vhodnost. Bylo zjištěno, že vývojový diagram poskytuje rychlý přehled o opravě a technologický postup zpřesňuje a zjednodušuje hledání konkrétních údajů v interním předpisu. Všechna dvojkolí byla opravena v souladu s interním předpisem V99/1.

Z experimentů a jednotlivých zkoušek vyplývá, že pro podmínky DPOV, a.s. PSO Nymburk na pracovišti kolovky, je nejvhodnější používat jako mazací prostředek sirník molybdeničitý. Zkoušky dále prokázaly, že je třeba lisovací rychlost vždy nastavit na hodnotu 0,8mm/s. Pro dosažení optimálních hodnot maximální lisovací síly je vhodné díly určené k lisování obrábět na rozměr střední hodnoty přesahu z důvodu dodržení lisovací síly v rozmezí minimální a maximální hodnoty. Důslednou rozměrovou kontrolou dílů, zaoblením a sražením jejich hran a zároveň důsledným dodržováním čistoty lisovaných povrchů, se eliminuje možnost zadření dílů při lisování.

Dvojkolí, která byla použita pro zkoušky maziva, určení vhodné velikosti přesahu a velikosti lisovací rychlosti, byla vyřazena z provozu a sešrotována.

Při opravě dvojkolí řady 181 vznikl problém se slisováním a následným lisováním ozubeného kola na hnací hvězdici. Byl vypracován principiální návrh přípravku, který umožnil slisování i lisování ozubeného kola. Podle principiálního návrhu byla zpracována konstrukční dokumentace a vyroben samotný přípravek. Při zkouškách slisování i lisování byla ověřena správnost návrhu řešení tohoto přípravku.

Po provedených zkouškách a stanovení optimálních podmínek lisování dvojkolí, je pracoviště kolovky připravené k certifikaci, potřebné pro ukončení schvalovacího procesu DPOV, a.s., jako kvalifikovaného dodavatele komplexních dodávek a oprav dvojkolí pro zákazníka ČD, a.s. Certifikace bude provedena na začátku června 2011.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. LATA, Michael. Konstrukce kolejových vozidel II. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. 206s. ISBN 80-7194-696-6.
2. HELLER, Petr a Josef DOSTÁL. Kolejová vozidla II. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2009. 394s. ISBN 978-80-7043-641-7
3. ČD V99/1 Oprava dvojkolí železničních kolejových vozidel. Účinnost od 1. 12. 2010, č. j.:58 745/2009-O12. 116s.
4. TNŽ 28 2100 Kolejová vozidla. Dvojkolí. Názvosloví. Účinnost od 1. 5. 1986. 51s.
5. KOCHAŇ, Miroslav. Problematika železničních dvojkolí nákladních vozů dopravního režimu SS. [online]. [cit. 2011.04.05.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.cdrail.cz/VTS/CLANKY/808.pdf>.
6. TNŽ 28 2157 Odlitky kotoučů a hvězdic dvojkolí. Technické předpisy. Účinnost od 1. 2. 1977. 10s.
7. UIC 812-1 Technické podmienky pre dodávku válcovaných alebo kovaných kotúčov z ocelí pre železničné vozne a trakční vozne. 4. vyd. 1989. 32s.
8. TNŽ 28 2102 Kolejová vozidla železniční. Dvojkolí hnacích vozidel. Technické předpisy. Účinnost od 1. 2. 1985. 23s.
9. TNŽ 28 2181 Kolejová vozidla železniční. Surové a opracované obruče. Rozměry. Účinnost od 1. 6. 1989. 20s.
10. ČSN EN 13262+A1 Železniční aplikace - Dvojkolí a podvozky – Kola - Požadavky na výrobek. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2009. 40s.
11. Hluboké válečkování hřídelových součástí. Roller 2800 CNC. [online]. [cit. 2011.05.02.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.kovosvit.cz/cz/roller-2800-cnc/>.
12. UIC 813 Technické dodací podmínky - Dvojkolí pro hnací vozidla a vozy. Tolerance a montáž. 2. vyd. 2003. 35s.
13. ČSN EN 13261 Železniční aplikace - Dvojkolí a podvozky – Nápravy - Požadavky na výrobek. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2009. 48 s.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
ČD, a.s.	[-]	České dráhy osobní doprava
ČD Cargo, a.s.	[-]	Nákladní dopravce
SŽDC, s.o.	[-]	Správce železniční dopravní cesty
DPOV, a.s.	[-]	Dílenské pracoviště oprav vozidel
PSO	[-]	Provozní středisko oprav
TNŽ	[-]	Technická norma železnic
ČSN	[-]	Česká technická norma
ČSN EN	[-]	Česká verze evropské normy
ČSD	[-]	Československé státní dráhy
UIC	[-]	Mezinárodní železniční unie
VÚKV	[-]	Výzkumný ústav kolejových vozidel
SS	[-]	Největší přípustná rychlost je 120 km/h
F	[kN]	Lisovací síla
S	[mm]	Lisovací dráha

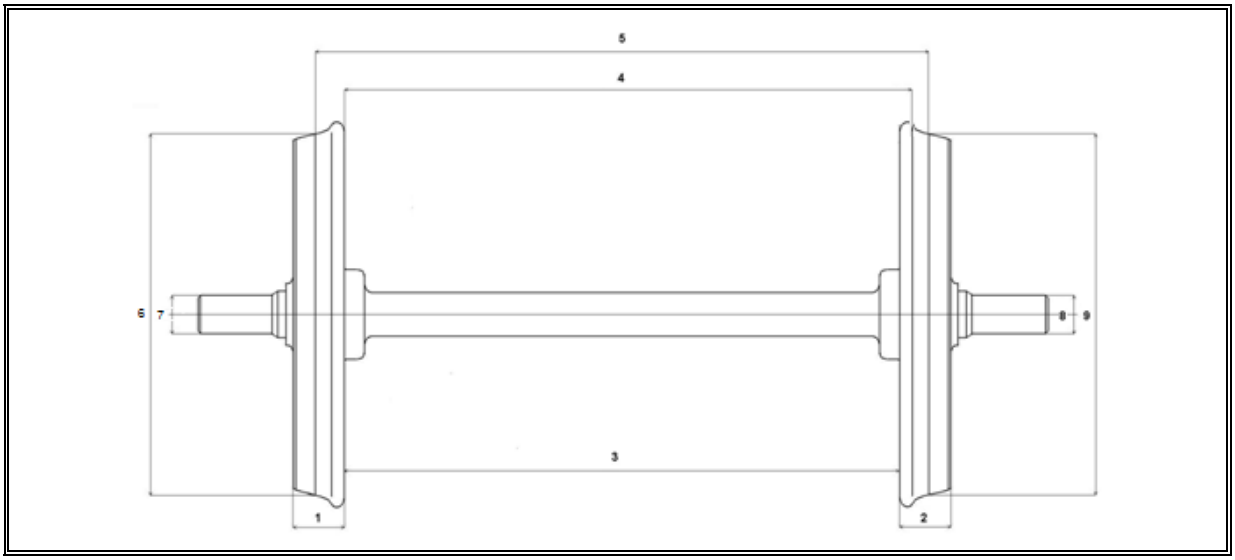
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Měrový list běžného dvojkolí č. 814
Příloha 2 Evidenční list dvojkolí č. 814
Příloha 3 Protokol měření a průběh lisovací síly u pravého celistvého kola číslo 063-ZB-18370-R7T-11.10
Příloha 4 Protokol měření a průběh lisovací síly u levého celistvého kola číslo 146-ZB-18370-R7T-11.10
Příloha 5 Měrový list hnacího dvojkolí HM 1 č. 491
Příloha 6 Evidenční list dvojkolí HM 1 č. 491
Příloha 7 Protokol měření a průběh lisovací síly u levého celistvého kola číslo 140-ZB-18370-R7T-11.10
Příloha 8 Protokol měření a průběh lisovací síly u pravého celistvého kola číslo 072-ZB-18370-R7T-11.10
Příloha 9 Měrový list hnacího dvojkolí č. 081/11
Příloha 10 Evidenční list dvojkolí č. 081/11
Příloha 11 Protokol měření a průběh lisovací síly u levého kotoučového kola číslo A1694-III.10
Příloha 12 Protokol měření a průběh lisovací síly ozubeného kola číslo 1988-2011
Příloha 13 Protokol měření a průběh lisovací síly u pravého kotoučového kola číslo A1692-III.10

Příloha 1

DPOV a.s.	**MVY 854.**	**DPOV, a.s. PSO Nymburk**	

Měrový list běžného dvojkolí č.: 814



Hodnoty na daných pozicích dle schématu.

Rozměr číslo	Jmenovitý rozměr		Naměřené hodnoty (mm)		
1	Šířka monobloku	levé	135,6		
2	Šířka monobloku	pravé	135,5		
3	Rozkolí		1361,2	1361,2	1361,4
4	Vodící šířka dvojkolí max. 1394 mm		1393,4		
5	Rozchod dvojkolí 1410-1426 mm		1425,4		
6	Průměr kola na styčné kružnici	levé	924		
7	Průměr čepu pro nápravové ložisko	levé	/		
8	Průměr čepu pro nápravové ložisko	pravé	/		
9	Průměr kola na styčné kružnici	pravé	924		
10	Elektrický odpor dvojkolí (maximální velikost 10 mΩ)		3,9 mΩ		

Profil dvojkolí UIC ORE

Levá strana			Pravá strana		
Šířka	Výška	Strmost	Šířka	Výška	Strmost
32	28	10	32	28	10

Defektoskopická kontrola:	Vyhovující	~~Nevyhovující~~

Vystavil: **Dne: 22. 04. 2011**	**ITD:**	**Kontroloval:** **Dne: 26. 04. 2011**

Příloha 2

DPOV a.s.	**MVY 854.**	**DPOV, a.s. PSO Nymburk**	

Evidenční list dvojkolí č.: 814

Číslo tavby a pořadové číslo v tavbě:	**47953-031**	**Značka výrobce nápravy:**	**ZB**
Vzor nápravy:	**409**	**Měsíc a rok výroby:**	**05.94**
Celistvé kolo levé:	**146-ZB-18370-R7T-11.10**	**Celistvé kolo pravé:**	**063-ZB-18370-R7T-11.10**

Značka opravny, datum provedení	Defektoskopická kontrola			Místo vady	Defekt. přístroj	Lok.km od pos. zápisu	Vozidlo dvojkolí
	Nápravy	Celistvého kola					
		L	P				
NK 04.11	původní U=0 M=0	nové	nové		USM35XS Tiede		

Příloha 3

DPOV

Protokol měření

Lisování 1. kola

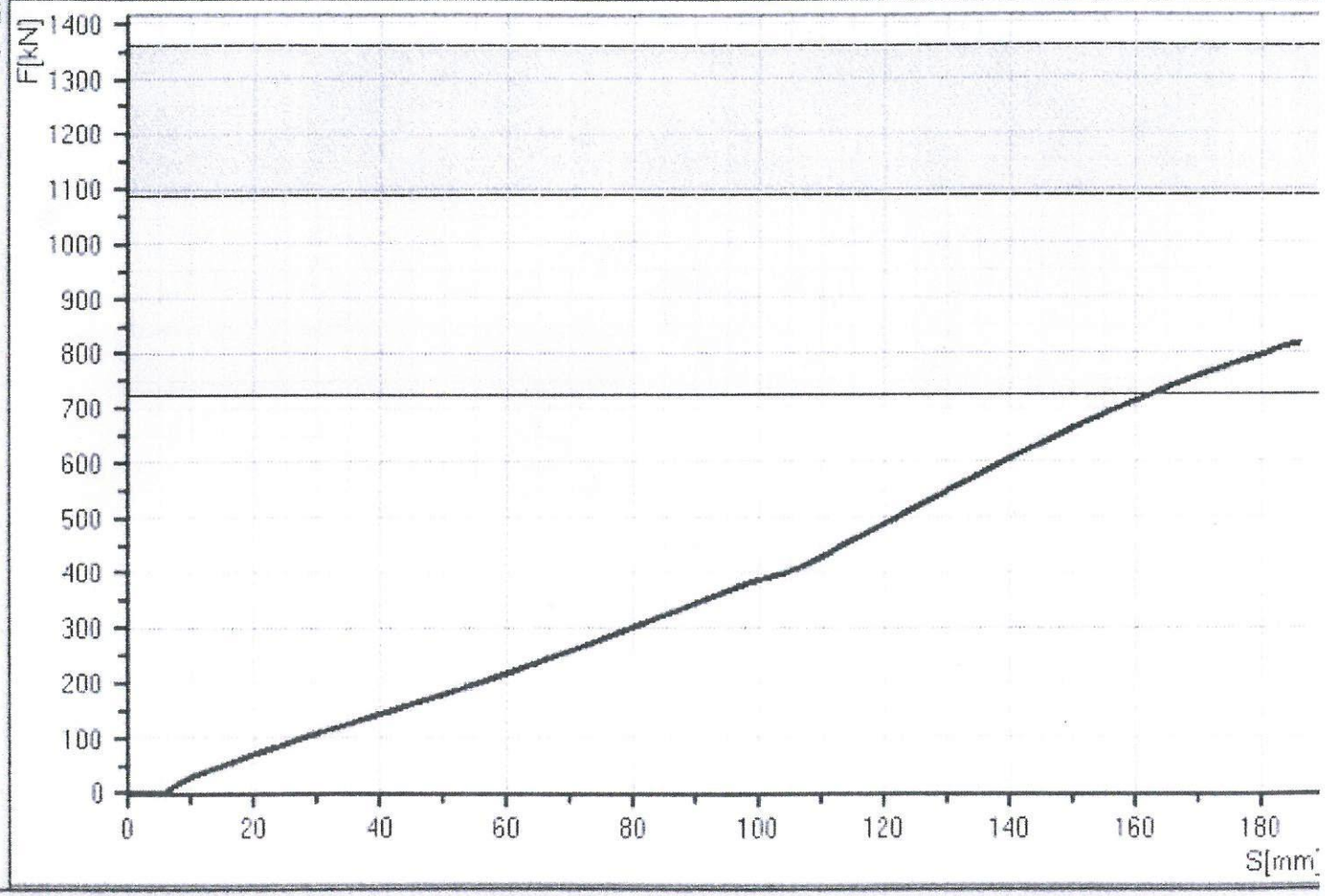
Datum	20.4.2011 9:13:41
Číslo...	063

Průměr osy	185,260 [mm]
Průměr vrtání	185,040 [mm]
Šířka kotouče	190,00 [mm]

MAE

Typ/číslo...	V2.409	Číslo dvojkola:	814
Konstrukce:		C-rozměr:	
Obsluha	default		
Mazivo	Molyka		

	Požadovaná hodnot	Tol.	Požadovaná ho	Výsl dek
Síla min.	726,0		814,1	iO
Síla max.	1089,0	272,2	814,1	iO
AR-míra	1360,00	-2,00 2,00	1354,23	NiO



Obsluha

Zkušební technik

Příloha 4

DPOV

Protokol měření

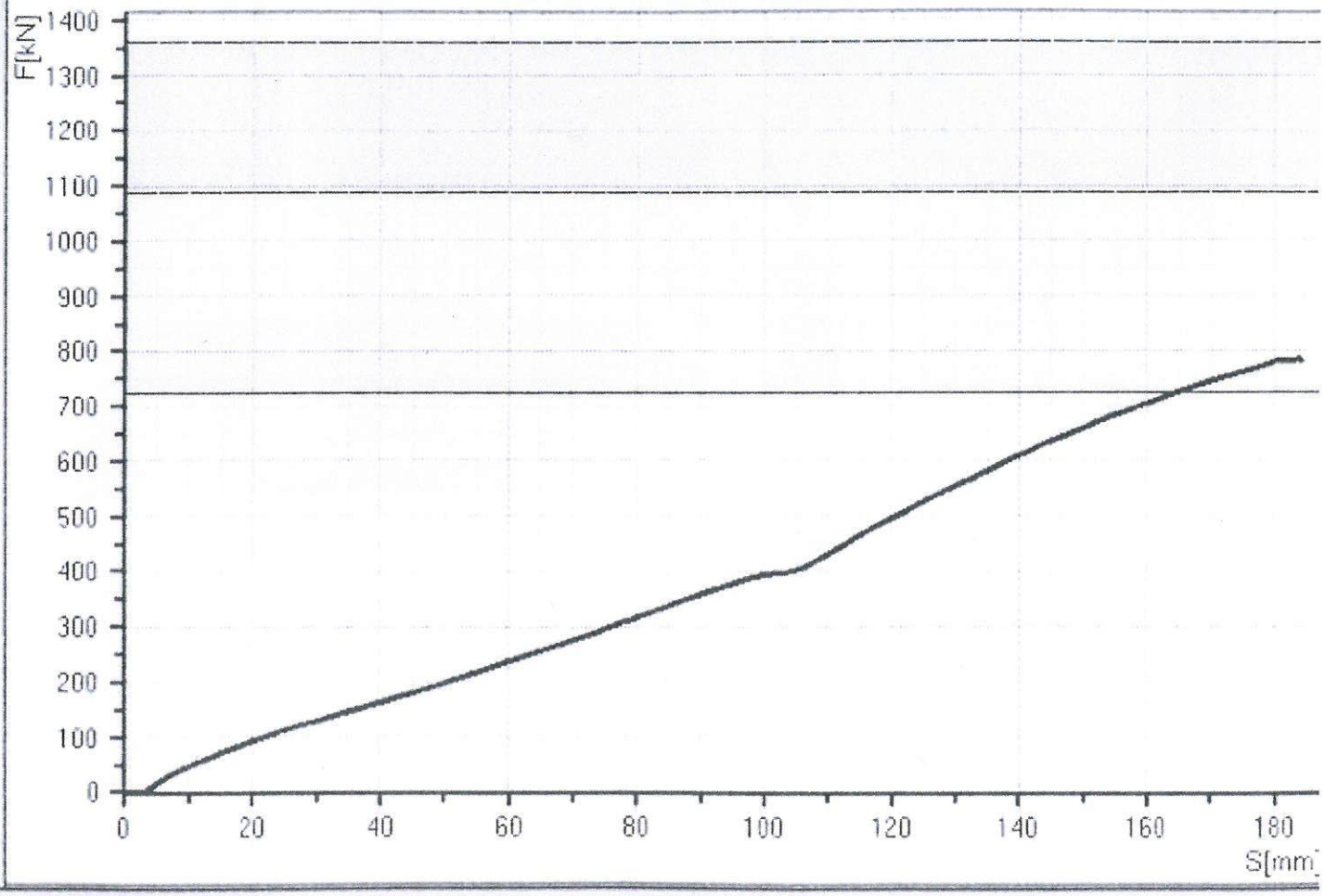
Lisování 2. kola

Datum	20.4.2011 9:33:18
Číslo...	146
Průměr osy	185,220 [mm]
Průměr vrtání	185,000 [mm]
Šířka kotouče	190,00 [mm]

MAE

Typ/číslo...	V2. 409	Číslo dvojkola:	814
Konstrukce:		C-rozměr:	
Obsluha	default		
Mazivo	Molyka		

	Požadovaná hodnot	Tol.	Požadovaná ho	Výsl dek
Síla min.	726,0		784,3	iO
Síla max.	1089,0	272,2	784,3	iO
AR-míra	1360,00	-2,00 2,00	1354,21	NiO



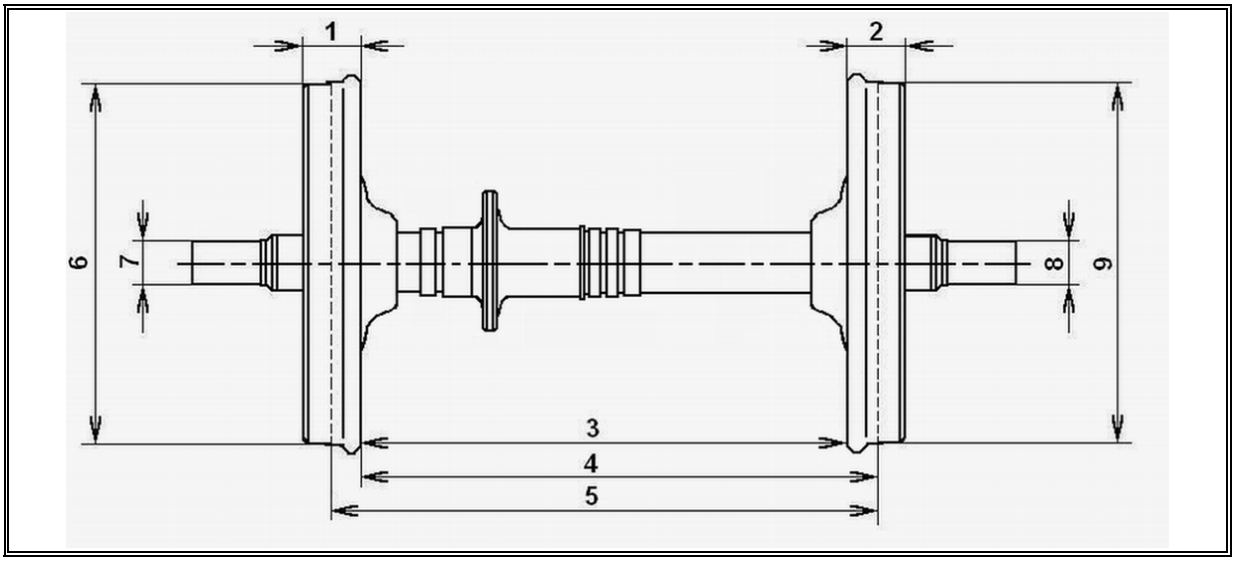
Obsluha

Zkušební technik

Příloha 5

DPOV a.s.	**MVY 854.**	**DPOV, a.s. PSO Nymburk**	

Měrový list hnacího dvojkolí HM 1 č.: 491



Hodnoty na daných pozicích dle schématu.

Rozměr číslo	Jmenovitý rozměr		Naměřené hodnoty (mm)		
1	Šířka monobloku	levé	135,5		
2	Šířka monobloku	pravé	135,7		
3	Rozkolí		1360,9	1360,9	1361,0
4	Vodící šířka dvojkolí max. 1394 mm		1393,0		
5	Rozchod dvojkolí 1410-1426 mm		1425,0		
6	Průměr kola na styčné kružnici	levé	920		
7	Průměr čepu pro nápravové ložisko	levé	/		
8	Průměr čepu pro nápravové ložisko	pravé	/		
9	Průměr kola na styčné kružnici	pravé	920		
10	Elektrický odpor dvojkolí (maximální velikost 10 mΩ)		3,8 mΩ		

Profil dvojkolí UIC ORE

Levá strana			Pravá strana		
Šířka	Výška	Strmost	Šířka	Výška	Strmost
32	28	10	32	28	10

Defektoskopická kontrola:	Vyhovující	~~Nevyhovující~~

Vystavil: **Dne: 28. 04. 2011**	**ITD:**	**Kontroloval:** **Dne: 28. 04. 2011**

Příloha 6

DPOV a.s.	**MVY 854.**	**DPOV, a.s. PSO Nymburk**	

Evidenční list dvojkolí č.: 491

Číslo tavby a pořadové číslo v tavbě:	**18966-377529**	**Výrobce, měsíc a rok výroby nápravy**	**NS-12.03**
Typ nápravy:	**HM 1**	**Typ / číslo nápor. Převodovky:**	**NK 18 / 600**
Celistvé kolo levé:	**140-ZB-18370-R7T-11.10**	**Celistvé kolo pravé:**	**072-ZB-18370-R7T-11.10**

Značka opravny, datum provedení	**Defektoskopická kontrola**			**Místo vady**	**Defekt. přístroj**	**Lok.km od pos. zápisu**	**Vozidlo dvojkolí**
	Nápravy	**Celistvého kola**					
		L	**P**				
NK 04.11	původní U=0 M=0	nové	nové		USM35XS Tiede		

Příloha 7

DPOV

Protokol měření

Lisování 1. kola

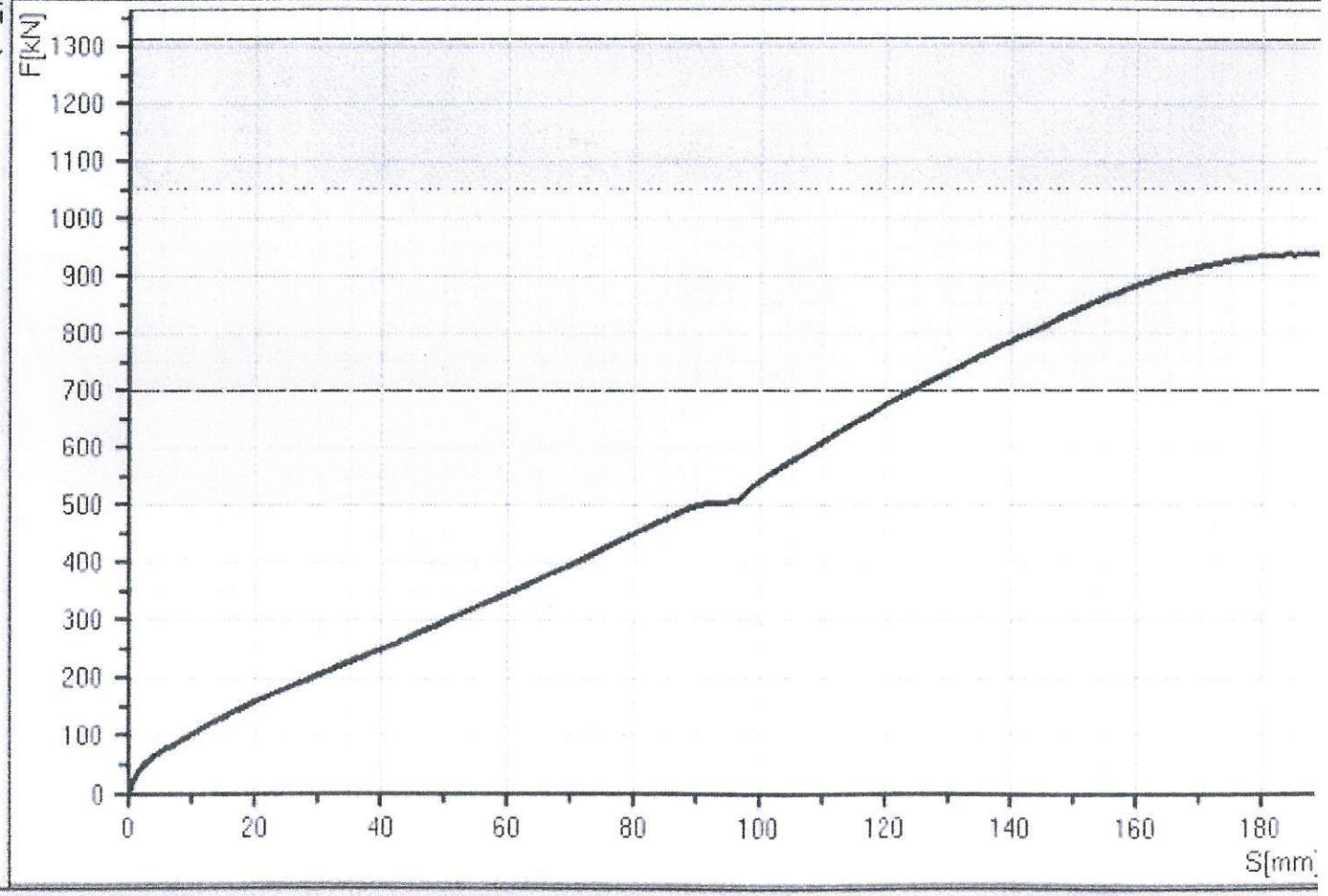
Datum	26.4.2011 9:18:38	Průměr osy	178,280 [mm]
		Průměr vrtání	178,060 [mm]
Číslo...	140	Šířka kotouče	190,00 [mm]

MAE

Typ/číslo...	853 H	Číslo dvojkola:	491
Konstrukce:		C-rozměr:	

Obsluha	default		
Mazivo	Molyke		

	Požadovaná hodnota	Tol.	Požadovaná ho	Výsledek
Síla min.	697,0		938,4	iO
Síla max.	1050,0	262,5	938,4	iO
AR-míra	1360,00	-2,00 2,00	1354,07	NiO



Obsluha

Zkušební technik

Příloha 8

DPOV

Protokol měření

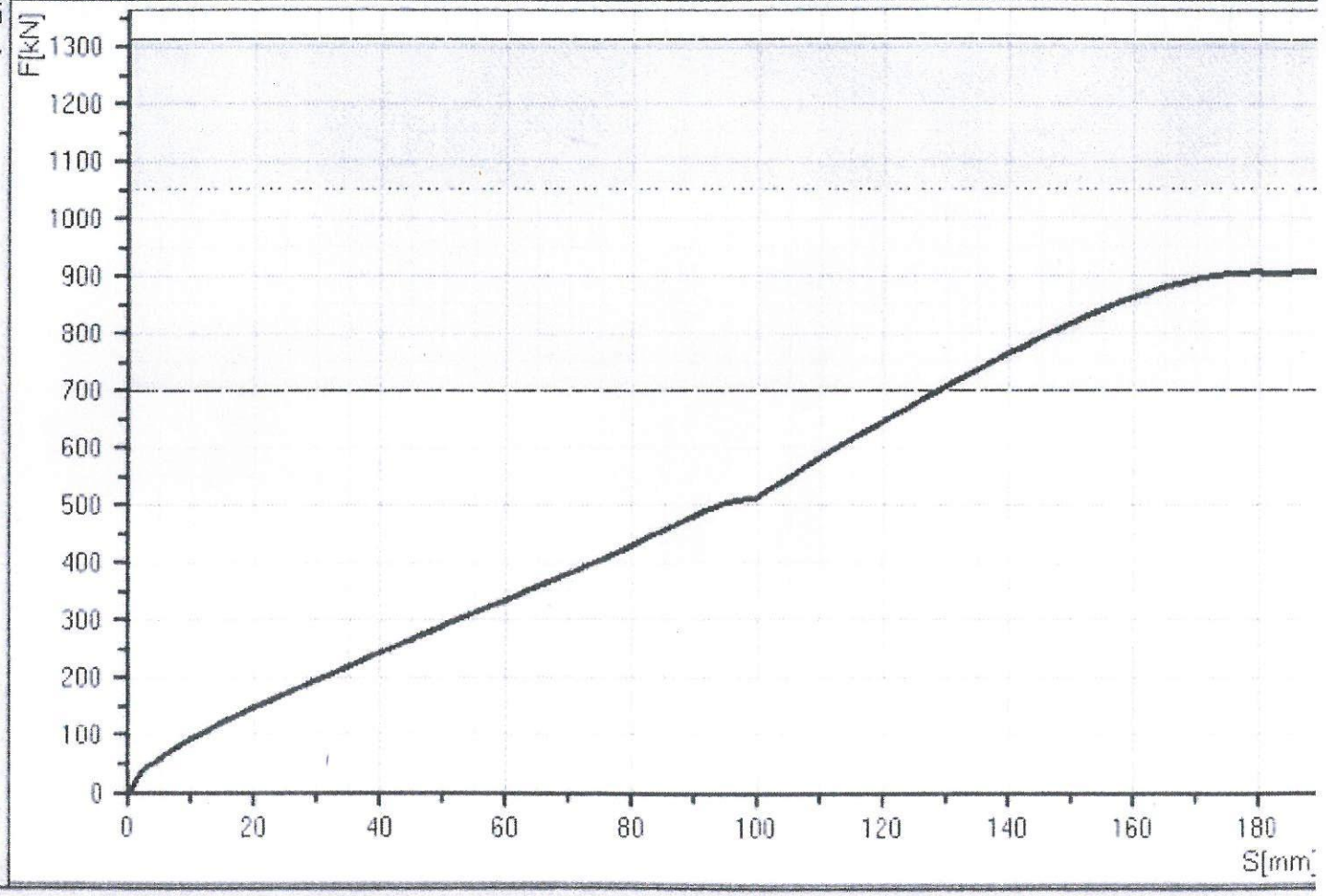
Lisování 2. kola

Datum	26.4.2011 9:50:33
Číslo	022
Průměr osy	178,290 [mm]
Průměr vrtání	178,070 [mm]
Šířka kotouče	190,00 [mm]

MAE

Typ/číslo:	853H	Číslo dvojkola:	491
Konstrukce:		C-rozměr:	
Obsluha	default		
Mazivo	Molyka		

	Požadovaná hodnot	Tol.	Požadovaná ho	Výsledek
Síla min.	697,0		908,1	iO
Síla max.	1050,0	262,5	908,1	iO
AR-míra	1360,00	-2,00 2,00	1354,07	NiO



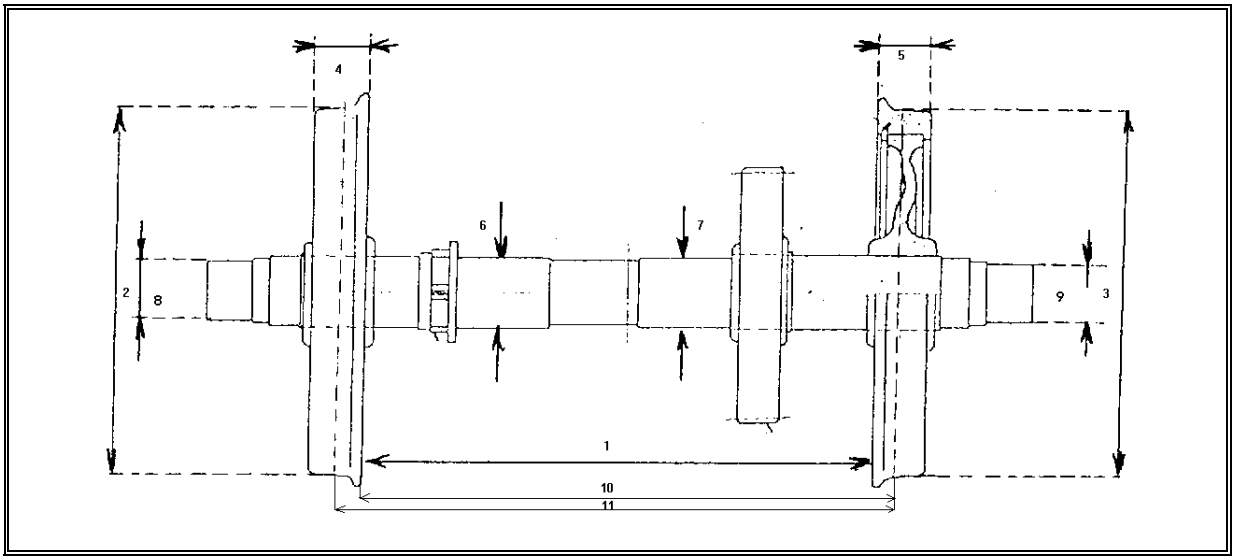
Obsluha

Zkušební technik

Příloha 9

DPOV a.s.	**MVY 714.**	**DPOV, a.s. PSO Nymburk**	

Měrový list dvojkolí č.: 081/11



Hodnoty na daných pozicích dle schématu.

Rozměr číslo	Jmenovitý rozměr		Naměřené hodnoty (mm)		
1	Rozkolí		1360,5	1360,6	1360,6
2	Průměr kola na styčné kružnici	levé	990		
3	Průměr kola na styčné kružnici	pravé	990		
4	Šířka obruče	levé	140,5		
5	Šířka obruče	pravé	140,5		
6	Průměr čepu pro tlapové ložisko	levé	184,95	184,95	
7	Průměr čepu pro tlapové ložisko	pravé	184,95	184,95	
8	Průměr čepu pro nápravové ložisko	levé	/	/	
9	Průměr čepu pro nápravové ložisko	pravé	/	/	
10	Vodící šířka dvojkolí max. 1394 mm		1392,6		
11	Rozchod dvojkolí 1410-1426 mm		1424,6		
12	Ozubené kolo – míra přes 9. zubů		233,3		
13	Elektrický odpor dvojkolí (maximální velikost 10 mΩ)		3,6 mΩ		

Profil dvojkolí UIC ORE

Levá strana				Pravá strana			
Šířka	Výška	Strmost	Tloušťka	Šířka	Výška	Strmost	Tloušťka
32	28	10	72	32	28	10	72

Defektoskopická kontrola:	Vyhovující	~~Nevyhovující~~

Vystavil: **Dne: 20. 04. 2011**	**ITD:**	**Kontroloval:** **Dne: 20. 04. 2011**

Příloha 10

DPOV a.s.	**MVY 714.**	**DPOV, a.s. PSO Nymburk**	

Evidenční list dvojkolí č.: 081/11

Číslo tavby a pořadové číslo v tavbě:	**50278-194498**	**Značka výrobce nápravy:**	**OSL-V**
Ozubený věnec:	**1988-2011**	**Měsíc a rok výroby:**	**11.10**
Kotouč levý:	**A1694-III.10**	**Kotouč pravý:**	**A1692-III.10**
Obruč levá:	**B51 15763-28**	**Obruč pravá:**	**B51 61641-31**

Značka opravny, datum provedení	Obruč		Def. kontrola			Místo vady	Defekt. přístroj	Lok.km od pos. zápisu	Vozidlo dvojkolí
	L	P	nápravy	kotouče L	kotouče P				
NK 04.11	nov.	nov.	nové	nov.	nov.				

Příloha 11

DPOV

Protokol měření

Lisování 1. kola

Datum	19.4.2011 13:45:24
Číslo...	A 1694 - III. 10
Průměr osy	198,323 [mm]
Průměr vrtání	198,083 [mm]
Šířka kotouče	183,00 [mm]

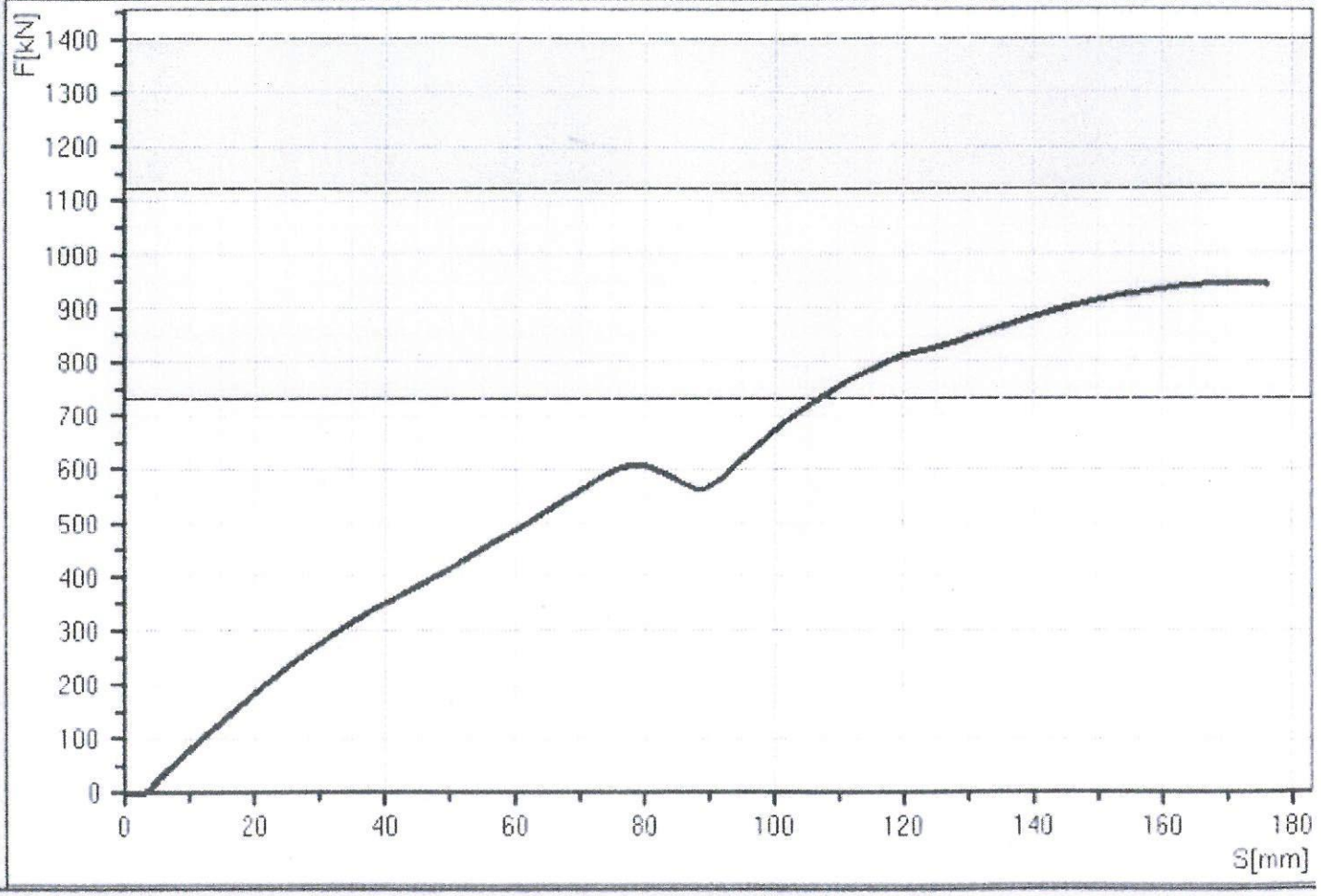
MAE

Typ/číslo...	714.1735)	Číslo dvojkola:	081/11
Konstrukce:		C-rozměr:	

	Požadovaná hodnot	Tol.	Požadovaná ho	Výsledek
Síla min.	730,0		946,9	iO
Síla max.	1120,0	280,0	946,9	iO
AR-míra	1360,00	-2,00 2,00	1354,15	NiO

Obsluha: default

Mazivo: Molyka



Obsluha

Zkušební technik

Příloha 12

DPOV

Protokol měření

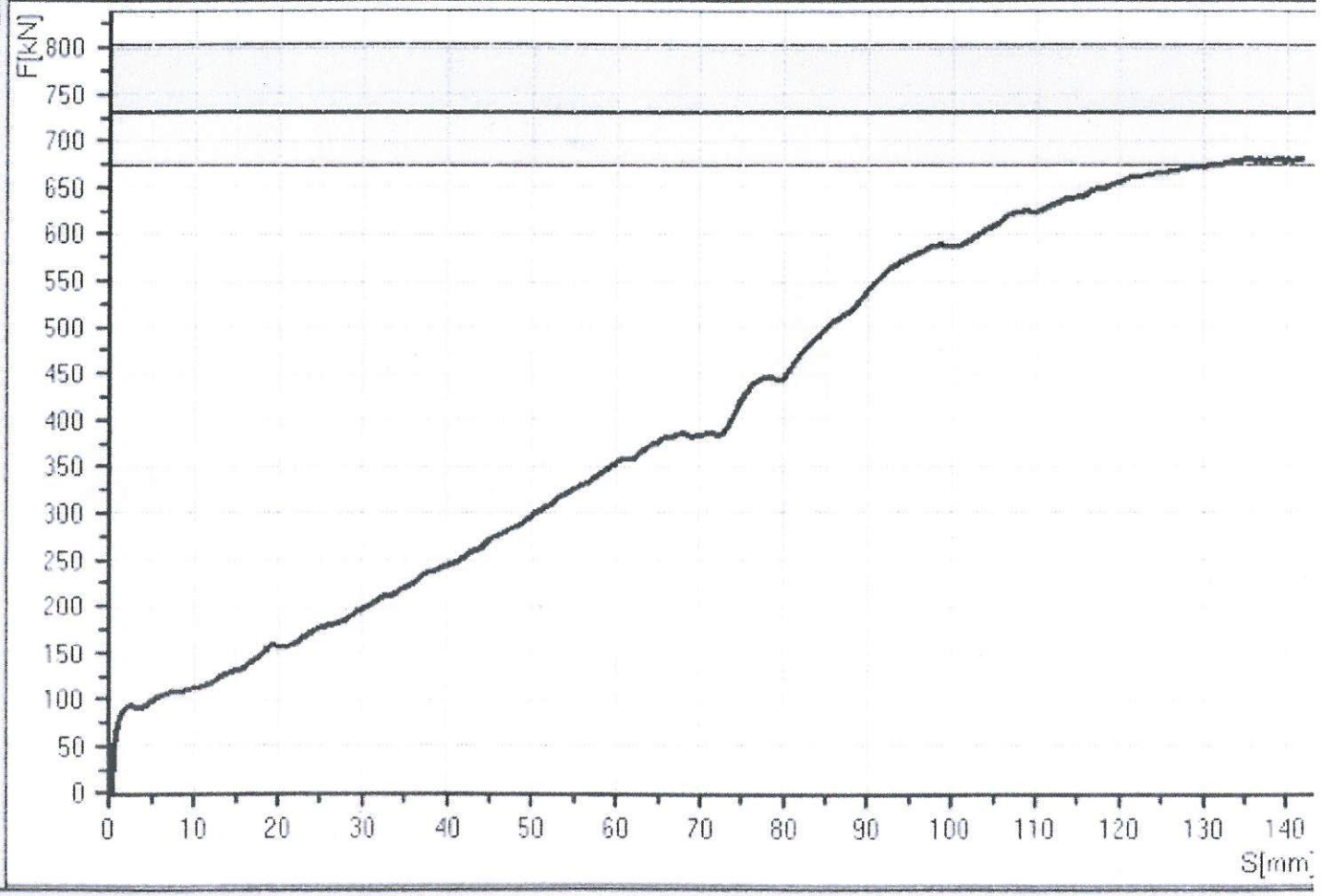
ozubeny venec

Datum	20.4.2011 6:33:45
Číslo...	1988-2011
Průměr osy	200,273 [mm]
Průměr vrtání	200,038 [mm]
Šířka kotouče	150,00 [mm]

MAE

Typ/číslo...	Číslo dvojkola: 081/11	Obsluha default
Konstrukce:	C-rozměr:	Mazivo Molyka

	Požadovaná hodnot	Tol.	Požadovaná ho	Výsl dek
Síla min.	675,0		680,5	iO
Síla max.	730,0	73,0	680,5	iO
AR-míra	338,20	-0,50 0,50	338,06	iO



Obsluha

Zkušební technik

Příloha 13

DPOV

Protokol měření

Lisování 1. kola

Datum 20.4.2011 7:07:08

Číslo A 1692 - III. 10

Průměr osy	198,333 [mm]
Průměr vrtání	198,030 [mm]
Šířka kotouče	183,00 [mm]

MAE

Typ/číslo: 714. (735)

Číslo dvojkola: 081/11

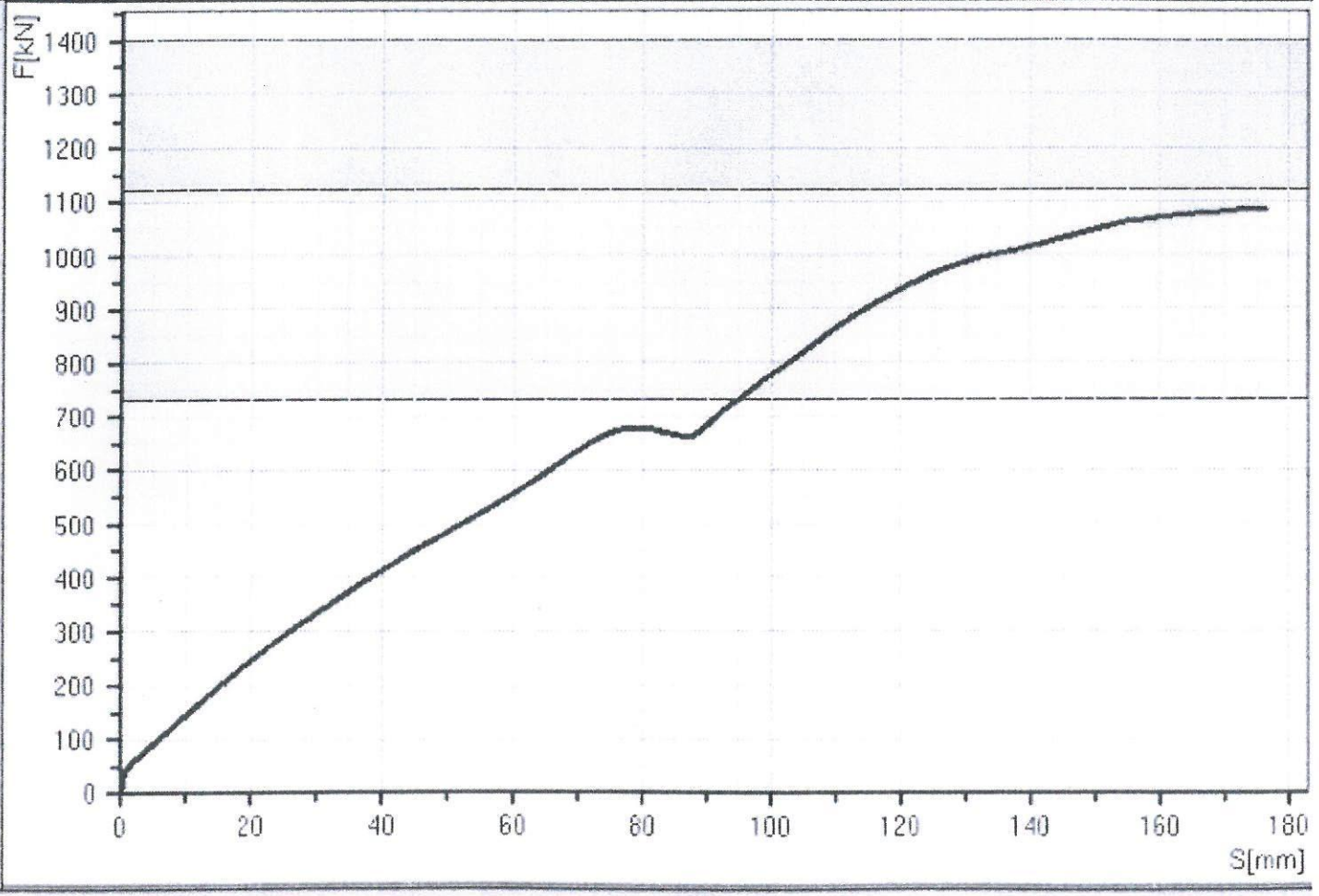
Konstrukce:

C-rozměr:

Obsluha default

Mazivo Molyka

	Požadovaná hodnot	Tol.	Požadovaná ho	Výsl dek
Síla min.	730,0		1085,2	iO
Síla max.	1120,0	280,0	1085,2	iO
AR-míra	1360,00	-2,00 2,00	1354,22	NiO



Obsluha

Zkušební technik