

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA  
KATEDRA DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

**NÁVRH OBUTÍ OSOBNÍCH VOZIDEL  
VOZIDLOVÉHO PARKU TŘEBÍČSKÉ  
POBOČKY FIRMY COLAS CZ a.s.**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Ondřej Novák

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Jiří Kurka

2006

UNIVERSITY OF PARDUBICE  
JAN PERNER TRANSPORT FACULTY  
DEPARTMENT OF VEHICLES

**PROPOSAL OF TYRE USE FOR CAR FLEET OF  
TŘEBÍČ BRANCH OF COLAS CZ a.s.**

THESIS

AUTOR PRÁCE: Ondřej Novák

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Jiří Kurka

2006



Univerzita  
Pardubice  
Dopravní fakulta  
Jana Pernera

Fakulta / Vysokoškolský ústav: **Dopravní fakulta Jana Pernera**  
Katedra / Ústav : **Katedra dopravních prostředků**  
Akademický rok : **2005/2006**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Pro: **Ondřej Novák**

Studijní program: **DOPRAVNÍ INŽENÝRSTVÍ A SPOJE**

Studijní obor: **DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY – SILNIČNÍ VOZIDLA**

Název tématu: **Návrh obutí osobních vozidel vozidlového parku třebíčské pobočky firmy Colas CZ a.s.**

Zásady pro zpracování – osnova :

- 1) Úvod do problematiky
- 2) Stanovení cílů práce, zvolený postup řešení
- 3) Popis funkce a úkolů pneumatiky na kole automobilu a požadavků na ni kladené
- 4) Popis a účel jednotlivých konstrukčních prvků pneumatiky
- 5) Vytvoření soupisu požadavků kladených na pneumatiky firmy
- 6) Výběr užší skupiny značek a typů pneumatik na základě požadavků firmy
- 7) Analýza metodiky testování pneumatik
- 8) Rozbor výsledků testů a vytvoření způsobu vyhodnocení
- 9) Vyhodnocení testů a návrh řešení, popřípadě alternativních řešení

Seznam odborné literatury:

1. Jan Z., Žďárský B.: *Automobily I*. 3. vydání. Nakladatelství Avid s.r.o., Brno 2004
2. Vlk F.: *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. Nakladatelství a vydavatelství VLK, Brno 2001. ISBN 80 – 238 – 6573 – 0
3. Vlk F.: *Zkoušení vozidel*. 3. vydání, Nakladatelství VUT, Brno 1991
4. Marcin J., Zitek P.: *Pneumatiky*. SNTL, Praha 1985
5. Hanzelka B., Obermann F.: *Teorie pohybu kolových vozidel*. Brno, VA 1981


Rozsah: 40 – 60 stran textu

Vedoucí práce: **Ing. Jiří Kurka**  
SPŠS Třebíč

Datum zadání práce: 15. 03. 2006

Termín odevzdání práce: 15. 05. 2006

  
Prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.  
děkan

  
Doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.  
vedoucí katedry

*Prohlašuji:*

*Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.*

*Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.*

*Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.*

*V Pardubicích dne 15. 5. 2006*

*Ondřej Novák*

*Poděkování:*

*Poděkování patří v první řadě dopravní fakultě Jana Pernera a všem jejím zaměstnancům, díky nimž jsem, naplněn cennými znalostmi, dospěl do pátého ročníku a dostal příležitost řešit tuto diplomovou práci. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Jiřímu Kurkovi (SPŠS), Ing. Jánů Šramovi (Vipotest s.r.o.), Doc. Ing. Miroslavu Tesařovi, CSc. (DFJP), panu Bedřichu Kratochvilovi (Colas CZ a.s.), panu Jaromíru Novotnému za odborné rady a cenné připomínky při řešení této diplomové práce a svým rodičům, prarodičům, sourozencům, panu Marcelu Šulekovi a slečně Lucii Malouškové za pomoc a podporu v době řešení a vypracovávání této práce. Za provedení jazykové korektury děkuji paní Mgr. Soni Havlíčkové.*

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se věnuje řešení problematiky návrhu nejvhodnějších pneumatik pro osobní vozidla firmy. Současně detailně popisuje funkce pneumatiky a ukazuje souvislosti mezi její konstrukcí a jejími schopnostmi jednotlivé funkce plnit.

Práce je rozdělena do devíti částí. V první a druhé části jsou definovány výchozí podmínky pro řešení zadaného úkolu společně s cílem práce a je zde vypracován předběžný návrh řešení. Třetí část popisuje děj valení kola po vozovce, vysvětluje zákonitosti platící při přenosu sil mezi kolem a vozovkou a pojednává o faktorech ovlivňujících kvalitu přenosu. Ve čtvrté části práce jsou popsány konstrukční prvky pláště, vysvětlen jejich význam a objasněn způsob, jakým ovlivňují děje probíhající při valení kola po vozovce. Čtvrtá část se dále zabývá procesem výroby nového pláště a problematikou složení směsi pro výrobu jednotlivých konstrukčních prvků, způsobem značení pláštěů a ráfků. Pátá část práce analyzuje požadavky kladené firmou na pneumatiku a s ohledem na ekonomické možnosti firmy řeší otázku výběru dodavatele pláštěů. Náplní šesté části je vyloučení nehodících se značek pláštěů pomocí vypracované metodiky a prověření alternativy použití celoročních pláštěů. Sedmá část práce charakterizuje metodiku testování při silničních zkouškách pneumatik a osmá část obsahuje rozbor výsledků testů celoročních pneumatik podle této metodiky. Návrh konkrétního typu, značky a rozměru pláště pro jednotlivé vozy poskytuje devátá část práce.

## **Abstract**

This thesis is devoted to questions of design of the optimal tyres for company cars. Simultaneously it describes the function of the tyres and it shows the connection between it's construction and it's capabilities of fulfilling it's function.

The thesis is divided into 9 parts. In the first and second one, initial conditions for solution of the assigned task are defined and the preliminary solution is shown. Third part describes the act of rolling the wheel on the road, explains rules of the transmission of forces between the wheel and the road and discusses the factors affecting the quality of the transmission. In the fourth part of the thesis structural elements of the tyre casing are described, their meaning is explained and the way they affect the act of rolling the wheel on the road is clarified. Fourth part further deals with the process of making a new tyre casing, the question of composition of the mixture for making of each single structural element and the markings of tyre casings and rims. The fifth part analyses the requirements given by the company on the tyre and it solves the question of choosing the best supplier of the tyre casing regarding the economical capabilities of the company. In the sixth part, the unacceptable tyre casing manufacturers are excluded using the set methodology and the possibility of using all-year tyres is checked.. Seventh part of the thesis characterizes the methodology of testing the tyres in road tests and the eighth part consists of analysis of the test results of the all-year tyres using this methodology. The proposal of the specific type, manufacturer and size of the tyre casing for particular cars is given in the ninth part of the thesis.



# OBSAH

<b>Úvod</b> .....	<b>13</b>
<b>1 Úvod do problematiky</b> .....	<b>14</b>
1.1 Společnost Colas .....	14
1.2 Pneumatika .....	15
<b>2. Stanovení cílů práce a zvolený postup řešení</b> .....	<b>16</b>
2.1 Cíl práce .....	16
2.2 Postup řešení.....	16
<b>3. Valení kola na vozovce</b> .....	<b>17</b>
3.1 Úkol pneumatiky .....	17
3.2 Vlastnosti kola s pneumatikou.....	17
3.2.1. Radiální pružnost pneumatiky .....	17
3.2.2 Obvodová pružnost pneumatiky .....	18
3.2.3 Boční pružnost pneumatiky .....	18
3.3 Kinematika valení kola v rovině.....	19
3.3.1 Prokluzování kola.....	19
3.3.2 Smýkání kola.....	20
3.3.3 Ideální valení kola .....	20
3.4 Momentové a silové poměry při valení pružného kola po tuhé vozovce .....	20
3.4.1 Pohyb vlečeného kola.....	21
3.4.2 Pohyb hnacího kola .....	21
3.4.3 Pohyb brzdícího kola.....	22
3.5 Valení kola za působení boční síly .....	22
3.6 Princip přenosu sil ve styku kola s vozovkou .....	23
3.6.1 Faktory ovlivňující velikost adhezní síly .....	24
3.6.1.1 Vliv povrchu vozovky na součinitel adheze.....	25
3.6.1.2 Vliv vlastností povrchu pneumatiky na součinitel adheze .....	26
3.6.1.3 Vliv měrného tlaku ve stopě na součinitel adheze .....	29
3.6.1.4 Vliv rychlosti jízdy na součinitel adheze.....	29
3.6.2 Druhy sil a momentů působících na vozidlo a jejich současný přenos .....	30
<b>4 Konstrukce pneumatiky</b> .....	<b>32</b>
4.1 Konstrukční prvky pláště.....	32
4.1.1 Běhoun.....	32
4.1.2 Nárazník .....	34
4.1.2.1 Polyamidový nárazník.....	34

4.1.2.2 Nárazník .....	34
4.1.3 Bočnice .....	34
4.1.4 Ochranný patní pásek .....	35
4.1.5 Výztužný pásek .....	35
4.1.6 Patka pláště.....	35
4.1.6.1 Jádru patky .....	35
4.1.6.2 Patní lanko .....	35
4.1.7 Kostra .....	36
4.1.7.1 Diagonální plášť .....	36
4.1.7.2 Radiální plášť .....	37
4.1.7.3 Srovnání diagonální a radiální konstrukce kostry .....	37
4.1.8 Vnitřní guma .....	37
4.2 Technologie výroby plášťů.....	38
4.2.1 Složení gumárenských směsí.....	38
4.2.1.1 Kaučuky.....	38
4.2.1.2 Příspěvy do kaučukových směsí.....	40
4.2.1.3 Požadavky na směsi pro výrobu pláště pneumatiky .....	41
4.2.1.4 Výztužné materiály.....	41
4.2.2 Výrobní postupy .....	42
4.2.2.1 Pogumování kordu .....	42
4.2.2.2 Příprava běhounů a bočnic .....	42
4.2.2.3 Výroba nárazníku .....	43
4.2.2.4 Výroba patních lan .....	43
4.2.2.5 Kompletace (konfekce) .....	43
4.2.2.6 Vulkanizace .....	43
4.2.3 Kontrola a zkoušení pneumatik .....	44
4.2.3.1 Test uniformity .....	45
4.2.3.2 Podrobnější testování náhodně vybraných vzorků .....	45
4.3 Značení plášťů a ráfků kol osobních automobilů .....	45
4.3.1 Značení plášťů.....	45
4.3.2 Značení ráfků.....	47
<b>5 Požadavky a ekonomické možnosti firmy .....</b>	<b>49</b>
5.1 Kritéria hodnocení pneumatiky .....	49
5.1.1 Hodnocení pneumatiky z hlediska její ceny .....	49
5.1.2 Hodnocení pneumatiky z hlediska její životnosti.....	50
5.1.3 Hodnocení pneumatiky z hlediska komfortu valení .....	50
5.1.4 Hodnocení pneumatiky z hlediska hlučnosti .....	50

5.1.5	Hodnocení pneumatiky z hlediska valivého odporu.....	51
5.1.6	Hodnocení pneumatiky z hlediska jízdních vlastností .....	51
5.2	Dotazník pro zjištění objektivních požadavků .....	51
5.3	Ekonomické možnosti firmy .....	53
5.3.1	Smlouva s Kafka Pneu a.s. ....	53
5.3.2	Volba dodavatele pneumatik .....	53
<b>6</b>	<b>Výběr užší skupiny značek a typů na základě požadavků firmy .....</b>	<b>54</b>
6.1	Vyhodnocení dotazníku.....	54
6.2	Zvážení alternativy použití celoročních pneumatik.....	55
6.2.1	Výpočet průměrné životnosti pneumatik firmy .....	55
6.2.2	Zjištění průměrného počtu najetých kilometrů za rok.....	56
6.2.3	Rozdělení vozů do kategorií podle počtu najetých kilometrů za rok .....	57
6.2.4	Výpočet úspory nákladů pro jednotlivé kategorie.....	58
6.2.4.1	Výpočet průměrného rozdílu pořizovací ceny sezónního a celoročního pláště .....	59
6.2.4.2	Sklony přímek opotřebených letních, zimních a celoročních pláštů .....	60
6.2.4.3	Výpočet úspory nákladů pro kategorii A za 4 roky.....	60
6.2.4.4	Výpočet úspory nákladů pro kategorii B za 4 roky .....	62
6.2.4.5	Výpočet úspory nákladů pro kategorii C za 4 roky .....	62
6.2.5	Ověření celoročních pneumatik z hlediska funkčních vlastností .....	63
6.2.5.1	Test celoroční pneumatiky v zimních podmínkách .....	64
6.2.5.2	Test celoroční pneumatiky v letních podmínkách .....	65
6.3	Výběr nejvhodnějších značek sezónních pláštů.....	66
6.3.1	Metodika výběru nejvhodnějších sezónních pláštů .....	67
6.3.2	Výběr nejvhodnějších letních pláštů podle zvolené metodiky.....	69
6.3.3	Výběr nejvýhodnějších zimních pláštů podle zvolené metodiky.....	70
<b>7</b>	<b>Analýza metodiky testování pneumatik .....</b>	<b>72</b>
7.1	Zkouška životnosti .....	73
7.2	Zkouška brzdících vlastností pneumatik .....	75
7.3	Zkouška ovladatelnosti (handling) .....	77
7.4	Zkouška vzniku podélného akvaplaninku .....	79
7.5	Ostatní jízdní zkoušky pneumatik .....	81
7.5.1	Objektivní zkoušky.....	81
7.5.2	Subjektivní zkoušky .....	82
<b>8</b>	<b>Testy celoročních pneumatik.....</b>	<b>83</b>
8.1	Zkouška životnosti pneumatik.....	83
8.2	Zkouška brzdících vlastností celoročních pneumatik.....	84
8.3	Zkouška ovladatelnosti celoročních pneumatik .....	85

8.4 Zkouška vzniku podélného akvaplaninku celoročních pneumatik.....	85
<b>9 Vyhodnocení testů a návrh řešení.....</b>	<b>87</b>
9.1 Volba nejvhodnějšího letního pláště .....	87
9.2 Volba nejvhodnějšího zimního pláště .....	87
9.3 Volba nejvhodnějšího celoročního pláště.....	87
9.4 Volba nejvhodnějších rozměrů.....	88
9.4.1 Vliv rozměru na preference pneumatiky .....	88
9.4.2 Úprava rozměru pro celoroční pneumatiky .....	89
9.4.3 Úpravy rozměru pro letní pneumatiky .....	90
9.4.4 Úpravy rozměru pro zimní pneumatiky .....	90
9.5 Návrh řešení pro jednotlivé vozy .....	90
<b>Závěr.....</b>	<b>95</b>
<b>Seznam literatury .....</b>	<b>97</b>
<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>99</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>100</b>
<b>Seznam symbolů a zkratk .....</b>	<b>102</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>103</b>