

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Lukáš Dušák

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Pneumatiky kolových vozidel užívaných v zemědělství

Lukáš Dušák

Bakalářská práce

2017

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lukáš Dušák
Osobní číslo: D12332
Studijní program: B3709 Dopravní technologie a spoje
Studijní obor: Dopravní prostředky: Silniční vozidla
Název tématu: Pneumatiky kolových vozidel užívaných v zemědělství
Zadávací katedra: Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod
Specifikace pneumatik z pohledu konstrukce
Specifikace výroby a údržby pneumatik
Vlastní porovnání pneumatik pro silniční vozidla a vozidla užívaná v zemědělství
Závěr

Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího práce

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran textu a přílohy

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

BAUER, František a kolektiv: "Traktory.", 1. Vyd., Praha: Profi Press, 2006, ISBN 80-86726-15-0

VALA, Miroslav a Miroslav TESAŘ: "Teorie a konstrukce silničních vozidel I.", 1. Vyd., Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003, ISBN 80-7194-503-x.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Jilek, DiS.

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: 22. února 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 3. června 2016



doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.
děkan

L.S.



doc. Ing. Michael Lata, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 22. února 2016

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 práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 10.5.2017

.....

Lukáš Dušák

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Petru Jilkovi, DiS. za akceptování vlastního tématu a poskytnutí rad. Děkuji rovněž zástupcům firmy Mitas, jmenovitě Tomáši Chytilovi marketingovému manažerovi, Ing. Jiřímu Brejchovi, z odboru vývoje materiálu Mitas, Miroslavu Krulovi, provoznímu technologovi Mitas VÚ Praha. Z firmy Continental děkuji Michalu Bartošovi, marketingovému manažerovi a Aleši Langerovi, vedoucímu zákaznického servisu. Také děkuji Jiřímu Kožichovi produktovému manažerovi z Nokian Tyres.

ANOTACE

Bakalářská práce je věnována problematice pneumatik kolových vozidel užívaných v zemědělství. V práci je zpracována výroba gumárenských směsí a výroba vlastních pneumatik, jsou zpracovány parametry, označování a druhy pneumatik. V bakalářské práci porovnávám odlišnosti mezi pneumatikami zemědělské techniky a pneumatikami pro silniční vozidla.

KLÍČOVÁ SLOVA

pneumatika, pryž, valení, vozidla v zemědělství, silniční vozidla,

TITLE

Tyres of wheeled vehicles used in agriculture

ANOTATION

The thesis focuses on problems of tyres of wheeled vehicles used in farming. Production of rubber mixture and tyre manufacturing are described in the thesis. Tyre parameters, marking and types of tyres are presented there as well. The differences between tyres of agriculture machinery and tyres of road vehicles are compared in this thesis.

KEYWORDS

Tyre, rubber, roll, vehicles in agriculture, road vehicles,

Obsah

Úvod.....	12
1 <i>Vlastnosti půdy</i>	13
2 <i>Valení kola</i>	14
2.1 <i>Vlastnosti kola s pneumatikou</i>	14
2.2 <i>Kinematika valení kola v rovině</i>	15
2.2.1 <i>Ideální valení kola</i>	15
2.2.2 <i>Prokluzování kola</i>	15
2.2.3 <i>Smýkání kola</i>	15
2.3 <i>Silové poměry při valení kola</i>	16
2.3.1 <i>Valení pružného kola po vozovce (po tuhé podložce)</i>	16
2.3.2 <i>Valení tuhého kola v plastickém terénu</i>	17
2.3.3 <i>Valení pružného kola po pružně plastickém terénu</i>	17
3 <i>Výrobní proces pneumatik</i>	18
3.1 <i>Míchání směsí</i>	18
3.2 <i>Příprava polotovarů</i>	18
3.3 <i>Konstrukce plášťů</i>	20
3.4 <i>Kompletace pneumatiky (konfekce)</i>	20
3.5 <i>Vulkanizace</i>	21
4 <i>Charakteristika pneumatik užívaných v zemědělství</i>	23
4.1 <i>Vývoj</i>	23
4.2 <i>Požadavky</i>	24
4.3 <i>Pneumatiky s duší či pneumatiky bez duše</i>	24
4.4 <i>Tvary drážek dezénu</i>	24
4.5 <i>Rozměry pneumatik</i>	26
4.6 <i>Huštění pneumatik</i>	27
4.7 <i>Mitas AirCell</i>	27
4.8 <i>Mitas PneuTrac</i>	28
4.9 <i>Značení rozměrů pneumatik pro zemědělské stroje</i>	29
4.10 <i>Správné používání pneumatik a jejich údržba</i>	31
4.10.1 <i>Instrukce pro montáž a demontáž</i>	31
4.10.2 <i>Skladování</i>	33
4.10.3 <i>Dotížení traktorových pneumatik tekutinou</i>	34
4.11 <i>Pásový podvozek</i>	36

5	<i>Parametry pneumatik pro silniční vozidla</i>	43
5.1	<i>Tlak huštění pneumatik</i>	43
5.2	<i>Teplota pneumatik.....</i>	45
5.3	<i>Hloubka dezénu pneumatik pro silniční vozidla</i>	45
5.4	<i>Aquaplaning</i>	46
5.5	<i>Prořezávání</i>	48
5.6	<i>Protektorování</i>	49
5.7	<i>Geometrie.....</i>	50
5.8	<i>Vyvažování</i>	51
5.9	<i>Údržba.....</i>	51
6	<i>Vlastní porovnání pneumatik pro silniční vozidla a vozidla užívaná v zemědělství.....</i>	53
	<i>Závěr</i>	64
	<i>Seznam použitých zdrojů.....</i>	65
	<i>Přílohy.....</i>	67

Seznam obrázků a grafů

<i>Obrázek 1: Obvodová tuhost pneumatiky [1]</i>	14
<i>Obrázek 2: Boční tuhost pneumatiky [1]</i>	14
<i>Obrázek 3: Znázornění rychlostí kola při ideálním valení [1]</i>	15
<i>Obrázek 4: Prokluzování kola [1]</i>	15
<i>Obrázek 5: Smýkání kola [1]</i>	15
<i>Obrázek 6: Situace stojícího kola [1]</i>	16
<i>Obrázek 7: Situace vlečeného kola [1]</i>	16
<i>Obrázek 8: Silová a momentová situace hnacího kola [1]</i>	16
<i>Obrázek 9: Situace brzdícího kola [1]</i>	16
<i>Obrázek 10: Valení tuhého kola po plastickém terénu [1]</i>	17
<i>Obrázek 11: Valení pružného kola po pružně plastickém terénu [1]</i>	17
<i>Obrázek 12: Řez pneumatikou [4]</i>	19
<i>Obrázek 13: Konstrukce pláště [3]</i>	19
<i>Obrázek 14: Diagonální pneumatika, Radiální pneumatika [3]</i>	20
<i>Obrázek 15: Vulkanizační forma [17]</i>	22
<i>Obrázek 16: Dezén vyvinut pro přední nepoháněná kola traktorů [7]</i>	24
<i>Obrázek 17: Pneumatika s komunálním dezénem[7]</i>	25
<i>Obrázek 18: Pavučinový graf pneumatik s komunálním dezénem [7]</i>	25
<i>Obrázek 19: Nízkoprofilový dezén vhodný pro provoz na travnatých plochách[7]</i>	25
<i>Obrázek 20: Otisk diagonální pneumatiky, Otisk Nízkoprofilové radiální pneumatiky [4]</i>	26
<i>Obrázek 21: Pneumatika určená pro postřikovače [3]</i>	26
<i>Obrázek 22: Mitas AirCell [5]</i>	27
<i>Obrázek 23: Mitas PneuTrac [5]</i>	28
<i>Obrázek 24: Rozměry pneumatik [3]</i>	29
<i>Obrázek 25: Značení bočnice pneumatiky [3]</i>	30
<i>Obrázek 26: Nebezpečné zóny [6]</i>	33
<i>Obrázek 27: Značení bočnice pneumatiky [3]</i>	35
<i>Obrázek 28: Pásové jednotky [18, 8]</i>	36
<i>Obrázek 29: Silové schéma pásového traktoru [8]</i>	37
<i>Obrázek 30: Základní případy průběhu kontaktního tlaku pod pásem traktoru [8]</i>	41
<i>Obrázek 31: Prolámané kordy v boku od podhuštění a přetížení [11]</i>	44
<i>Obrázek 32: Opotřebení středu běhounu pneumatiky [11]</i>	44
<i>Obrázek 33: Dezén pneumatik [19]</i>	46
<i>Obrázek 34: Vznik aquaplaningu [12]</i>	46
<i>Obrázek 35: Průběh aquaplaningu [12]</i>	47

<i>Obrázek 36: Doporučení pro prořezávání [13]</i>	48
<i>Obrázek 37: Poškození způsobené příliš hlubokým prořezáním [11]</i>	48
<i>Obrázek 38: Protektorovaný běhoun, Protektorovaný běhoun i bočnice[14]</i>	49
<i>Obrázek 39: Opotřebení pneumatik [15]</i>	50
<i>Obrázek 40: Štítkování pneumatik [16]</i>	54
<i>Graf 1: Prokluzová charakteristika radiální a diagonální pneumatiky [8, s.86]</i>	23
<i>Graf 2: Závislost prokluzu na součiniteli záběru pro kolový a pásový podvozek [8, s.84]</i>	39
<i>Graf 3: Změna souřadnice působíště normálové reakce[8, s.84]</i>	40
<i>Graf 4: Důsledky huštění pneumatik [11, s.20]</i>	45
<i>Graf 5: Materiály, které se podílejí na konstrukci pneumatiky pro nákladní vozidla</i>	55
<i>Graf 6: Materiály, které se podílejí na konstrukci agro pláště</i>	56
<i>Graf 7: Mitas RD 710/70 R38</i>	59
<i>Graf 8: Mitas CHO 900/60 R38</i>	60
<i>Graf 9: Mitas Agitererra 02 600/55 R26.5 IMP</i>	62
<i>Tabulka 1: Nemrznoucí roztok [7]</i>	35
<i>Tabulka 2: Přehled různých uspořádání podvozku traktoru [8, s.87]</i>	42
<i>Tabulka 3:Mitas RD 710/70 R38 [3]</i>	59
<i>Tabulka 4: Mitas CHO 900/60 R38 [7]</i>	61
<i>Tabulka 5: Mitas Agritererra 02 600/55 R26.5 IMP [7]</i>	62

Úvod

Součástí většiny dopravních prostředků, zemědělských a pracovních strojů jsou kola s pneumatikou. Jejich úkolem je přenést hnací sílu motoru na podložku. Vývoj výkonnějších motorů musí být spjat s vývojem pneumatik. Na rozdíl od silničních vozidel, která se pohybují po zpevněných komunikacích, vozidla užívaná v zemědělství mají specifické požadavky spojené s pohybem po nezpevněných komunikacích, polích či loukách. Aby pneumatiky vyhověly těmto požadavkům, mají tomu uzpůsobená konstrukční řešení. Tato řešení jsou zajímavá i z pohledu vývoje výroby pneumatik.

Cílem práce je zpracovat problematiku výroby a konstrukce pneumatik. V poslední části bakalářské práce porovnám specifické požadavky na pneumatiky pro zemědělské stroje s požadavky na pneumatiky silničních vozidel.

1 Vlastnosti půdy

Vlastnosti půdy se dělí na fyzikální, chemické a biologické.

Fyzikální vlastnosti půdy

Jedná se o vlastnosti, které lze vypočítat, změřit. Určují poměry mezi pevnou, kapalnou a plynnou fází v půdě. Vozidla svými koly zatěžují půdu. Reakce půdy na silové zatížení je ovlivněna fyzikálními vlastnostmi půdy. Patří k nim hustota (měrná hmotnost) půdy, objemová hmotnost půdy, pórovitost. Hustotou půdy je myšlena hmotnost zeminy bez pórů vyjádřená v kg.m^{-3} . Nejlehčí je rašeliništní zemina, nejtěžší je zemina jílovitá. Objemová hmotnost je hmotnost zeminy i s póry. Pórovitost udává celkový objem pórů v půdě. Vyjadřuje se v procentech a souvisí se zrnitostí půdy. Dále mezi fyzikální vlastnosti půdy patří momentální vlhkost půdy, vzdušná kapacita, vodní kapacita. Vodní kapacitou je myšlena schopnost půdy zadržovat vodu. K jejímu vyjádření se používá tzv. nasákavost (největší množství vody potřebné k nasycení půdy) či retenční vodní kapacita (množství vody v půdě po 24 hodinách). Fyzikálními vlastnostmi půdy jsou také propustnost a vzlínavost, barva půdy, tepelná kapacita a soudržnost. „*Nesoudržné zeminy jsou takové, které se chovají jako sypké hmoty. Patří sem zeminy písčité, štěrkovité, kamenité a balvanovité. Soudržné zeminy jsou schopny plastických deformací. Obsahují převážně jílovité, prachové a písčité částice a z jejich obsahu vyplývá i charakter zeminy.*“ [1, s. 10] Dalšími fyzikálními vlastnostmi jsou přilnavost, hutnost, zrnitost. Zrnitost je určena vzájemným poměrem zastoupení půdních částic (zrn) určitého velikostního rozmezí v půdě. Jemnozrnná půda obsahuje jíl a prach. Jíl ve spojení s vodou tvoří těžkou půdu, která je silně lepivá a nepropouští povrchovou vodu do spodních vrstev (velikost zrn $< 0,002$). Za sucha jíl tvrdne, vytváří hroudy a puká. Prachem se nazývají zrna o velikosti $0,002 - 0,063$ mm. Horniny, které obsahují složky, které obtížně zvětrávají, dávají vznik půdám s hrubou zrnitostí. Hrubozrnná půda obsahuje písek a štěrk. Písek je směs drobných kamínků o velikost $0,063 - 2$ mm. Písčité půdy nezadržují vodu. Štěrk je nepevný zrnitý materiál, který vznikl rozrušením pevné horniny (velikost zrn $2 - 60$ mm). Velmi hrubozrnnou půdu tvoří kameny ($60 - 200$ mm) a balvany (> 200 mm).

Chování zemin za působení sil

„*Při jízdě automobilu v terénu působí kolo s pneumatikou na zeminu jednak vertikální silou od tíhy vozidla, jejímž důsledkem je boření kol a vytváření kolejí, jednak horizontální silou od hnací, či brzdě síly na kolech, která způsobuje usmýkávání zeminy.*“ [1, s. 12]

2 Valení kola

Styk mezi převážnou většinou vozidel a podložkou, na které vozidla stojí nebo po které se pohybují, je zajištěn prostřednictvím kol. Kola přitom musí přenášet všechny síly mezi koly vozidla a vozovkou. Musí přenášet mezi kolem a podložkou svislé síly tedy tíhu vozidla, tečné hnací či brzdné síly a boční síly vznikající při změně směru jízdy vozidla. Kolo neboli pneumatika lze považovat za součást vypružení vozidla. A hlavně díky kolu, které se odvaluje po podložce, je umožněn pohyb vozidla.

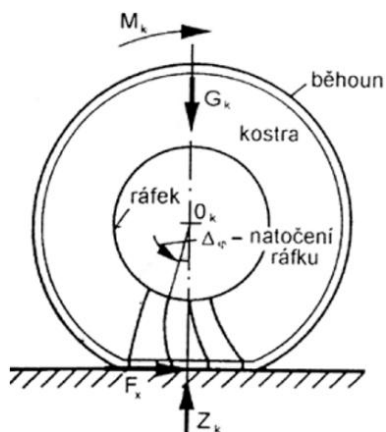
2.1 Vlastnosti kola s pneumatikou

Radiální tuhost pneumatiky

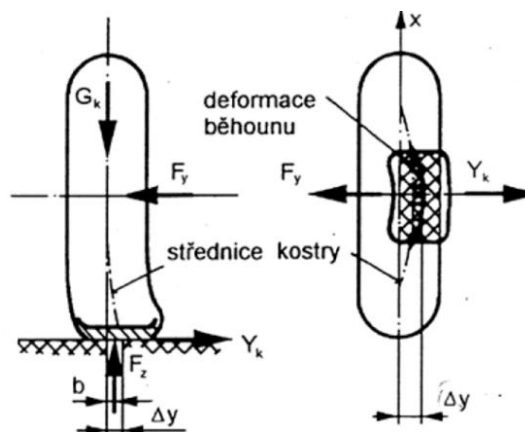
Radiální tuhost pneumatiky je pružnost pneumatiky ve směru jejího poloměru. Tato pružnost se významně podílí na pérování vozidla. Radiální tuhost pneumatiky je dána její konstrukcí, předpětím stěn pláště, tlakem v pneumatice a charakterem deformace pneumatiky.

Obvodová tuhost pneumatiky

Obvodová tuhost pneumatiky se projevuje při zatížení kola momentem nebo obvodovou silou. „Pootočení ráfku je způsobeno nakrucováním kostry pneumatiky, deformací výstupků běhounu a klouzáním běhounu po podložce.“ [1, s. 18] „Nepříznivě se však projevuje na prokluzování kol a tím i na opotřebení běhounu pneumatiky.“ [1, s. 18]



Obrázek 1: Obvodová tuhost pneumatiky [1, s.18]



Obrázek 2: Boční tuhost pneumatiky [1, s.18]

Boční tuhost pneumatiky

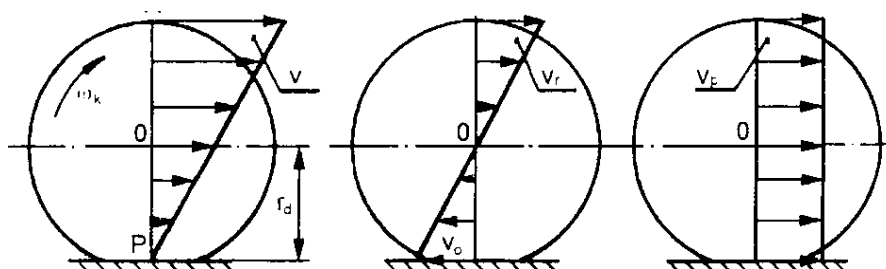
Z publikace doc.Tesaře vyplývá, že boční tuhost pneumatiky způsobuje při zatížení boční silou boční posunutí středu kola. „Vybočování středu kola je opět způsobeno deformací kostry pláště, deformací běhounu a bočním klouzáním běhounu po podložce.“ [1, s. 18] „Boční tuhost pláště je vedle konstrukce pneumatiky ovlivňována i huštěním, které ji zvyšuje. Pružnost pneumatiky v bočním směru je nežádoucí, protože vede k vybočování vozidla ze směru určeného rovinou kol a tím zhoršuje směrovou stabilitu a řiditelnost vozidla.“ [1, s. 19]

2.2 Kinematika valení kola v rovině

„Základním geometrickým parametrem při valení kola je jeho poloměr.“ [1, s. 19] Rozlišuje se poloměr jmenovitý, volný, statický, dynamický a poloměr valení. Kolo, které se odvaluje po podložce, vykonává obecný pohyb o jednom stupni volnosti v rovině. Tento obecný pohyb je pohyb složený z pohybu rotačního a pohybu posuvného.

2.2.1 Ideální valení kola

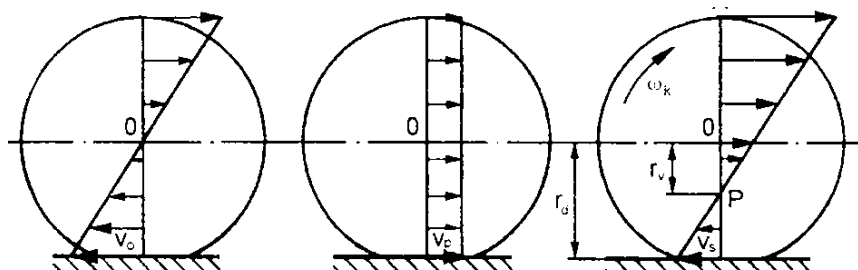
„Ideální valení kola nastává tehdy, nedochází-li ve stykové ploše mezi kolem a vozovkou ke vzájemnému pohybu. Pól relativního pohybu kola vůči vozovce leží v průsečíku svislé osy kola s vozovkou.“ [1, s. 20]



Obrázek 3: Znárodnění rychlostí kola při ideálním valení [1, s.20]

2.2.2 Prokluzování kola

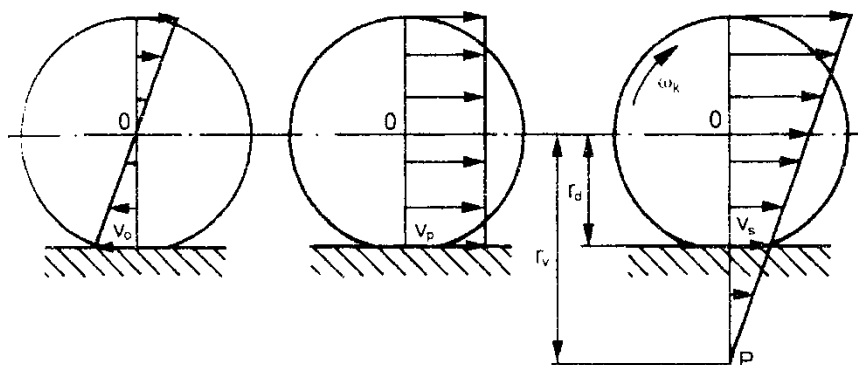
Při prokluzování kola je obvodová rychlost kola větší než rychlost jízdy. Pól relativního pohybu leží nad rovinou vozovky. Prokluzování kol je typické pro hnací kola.



Obrázek 4: Prokluzování kola [1, s.20]

2.2.3 Smýkání kola

Při smýkání je obvodová rychlost kola menší než rychlost jízdy. Povrch pneumatiky se smýká po podložce a pól pohybu leží pod rovinou vozovky. Smýkání nastává u kola brzděného.



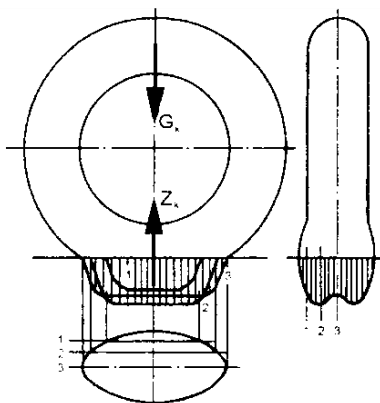
Obrázek 5: Smýkání kola [1, s.21]

2.3 Silové poměry při valení kola

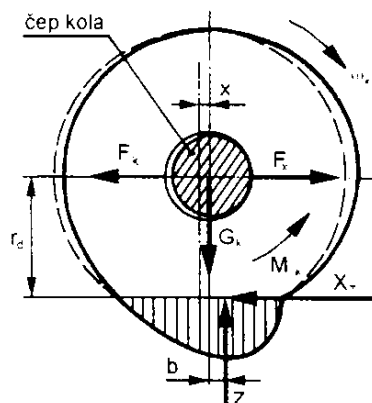
Při valení pružného kola po pružně plastickém terénu vznikají ztráty energie způsobené deformací kola a podložky, po které se kolo pohybuje.

2.3.1 Valení pružného kola po vozovce (po tuhé podložce)

Zatížené kolo vozidla se stýká s vozovkou ve stykové ploše, která je u stojícího vozidla souměrná v podélném i příčném směru. „Rozložení měrného tlaku na podložku je symetrické, i když nerovnoměrné v podélném i příčném směru.“ [1, s. 12]



Obrázek 6: Situace stojícího kola [1, s.22]

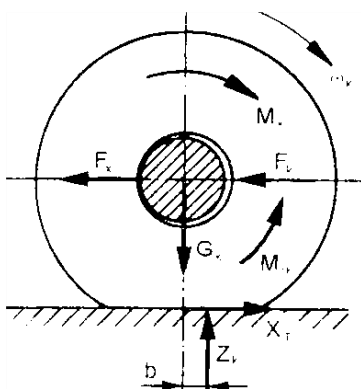


Obrázek 7: Situace vlečeného kola [1, s.22]

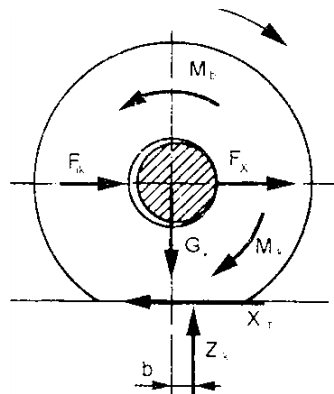
„Při pohybu vlečeného kola, ..., vzniká nesouměrné rozložení tlaku ve stopě a posunutí radiální reakce před osu kola.“ [1, s. 22] Zatížení kola a radiální reakce podložky tvoří tedy silovou dvojici, která působí momentem ve smyslu opačném, než je smysl rotace kola. Moment (silová dvojice) vznikl deformací pneumatiky.

Pohyb hnacího kola

Z uvedené publikace vyplývá, že jako reakce na hnací moment vzniká ve styku kola s čepem síla, která představuje odpor, kterým působí čep kola na vlastní kolo. V místě styku kola s vozovkou vzniká tečná reakce působící ve směru pohybu kola. Tečná reakce představuje sílu, kterou působí vozovka na hnací kolo. Radiální reakce a zatížení kola tvoří silovou dvojici. Vzniklá silová dvojice působí proti rotaci.



Obrázek 8: situace hnacího kola [1, s.23]

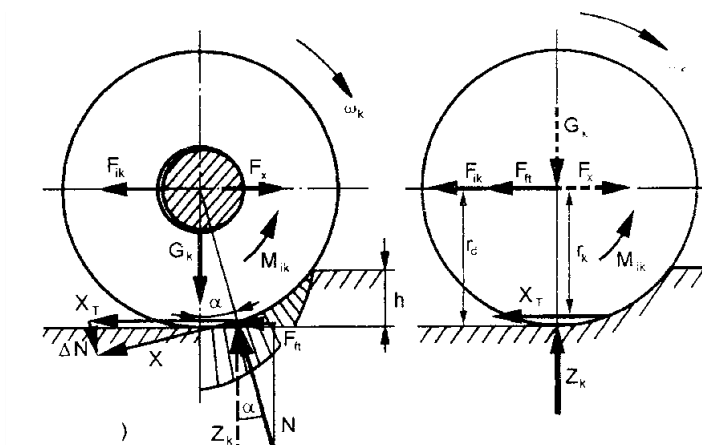


Obrázek 9: Situace brzdícího kola [1, s.23]

Naopak u brzdícího kola se v důsledku brzdného momentu, který působí v opačném smyslu než je smysl rotace kola, změní smysl reakce čepu, setrvačné síly, setrvačného momentu i smysl tečné reakce vozovky.

2.3.2 Valení tuhého kola v plastickém terénu

Při jízdě vlečeného kola v terénu se kolo zabořuje do hloubky a vytváří kolej. Při rovnoměrném pohybu, výsledná reakce podložky prochází středem kola a je odkloněna od kolmého směru k podložce.



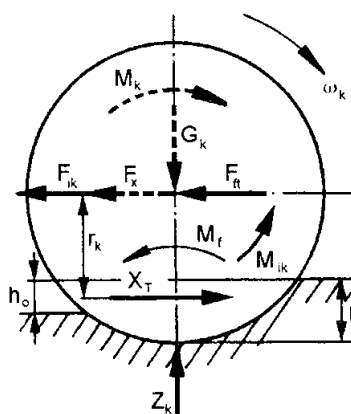
Obrázek 10: Valení tuhého kola po plastickém terénu [1, s.24]

„Při zrychlování kola vznikne ve středu kola setrvačná síla a proti rotaci kola bude navíc působit setrvačný moment. V důsledku toho vznikne ve styku kola s podložkou tečná síla.“

[1, s. 24]

2.3.3 Valení pružného kola po pružně plastickém terénu

Při valení pružného kola v terénu je hloubka koleje menší než zaboření tuhého kola v terénu. Na hnací kolo působí hnací moment, zatížení kola, odpor v čepu kola, radiální reakce, moment odporu valení způsobený deformací pneumatiky, odpor valení kola způsobený deformací zeminy a reakce podložky.



Obrázek 11: Valení pružného kola po pružně plastickém terénu [1, s.24]

3 Výrobní proces pneumatik

Díky prohlídce výrobního závodu MITAS Praha doplněné o informace od vývojového technologa lze popsat proces výroby pneumatik.

Vlastnímu výrobnímu procesu pneumatik předchází nejprve návrh pláště a jeho zkonstruování. Po velmi náročných zkouškách soudržnosti, plynupropustnosti, zkoušce kilometrovného výkonu prováděných ve zkušebnách, následují zkoušky v terénu případně na zkušebních polygonech. Teprve po jejich zdárném absolvování může být povoleno zahájení vlastní sériové výroby. Suroviny užívané v průběhu výrobního procesu pneumatik procházejí vstupní kontrolou výrobce pneumatik.

3.1 Míchání směsí

První krok při samotné výrobě pneumatik je smíchání jednotlivých komponentů a vznik tzv. gumárenských směsí. Základem gumárenských směsí je kaučuk, který se míchá s plnivý a dalšími aditivy. Míchání směsí je víceetapový proces. Výrobní proces, při kterém dochází k míchání jednotlivých složek, směsi je velice energeticky náročný. Míchání probíhá v několika stupních. Plastikace přírodního kaučuku probíhá při teplotě 140 - 170 °C, vmíchávání dalších komponent probíhá při teplotě kolem 130 - 160 °C a v poslední fázi míchání klesne teplota na 100 °C a přidá se síra a vulkanizační činidla. Dodržování teplot má velký vliv na výsledné vlastnosti směsi. Vzniklé směsi mají různorodé vlastnosti, aby vyhověly specifickým požadavkům jednotlivých částí pláště. Toho je dosaženo užitím různých kombinací materiálů a také způsobem míchání. Například směsi pro výrobu vnitřní gumy pneumatiky musí zabránit uniku vzduchu z pneumatiky, běhounové směsi musí být odolné proti oděru. Hotová směs se formuje do tvaru nekonečného pásu a chladí. Následně je provedena aplikace separačního roztoku, který zabraňuje slepování jednotlivých pásů.

3.2 Příprava polotovarů

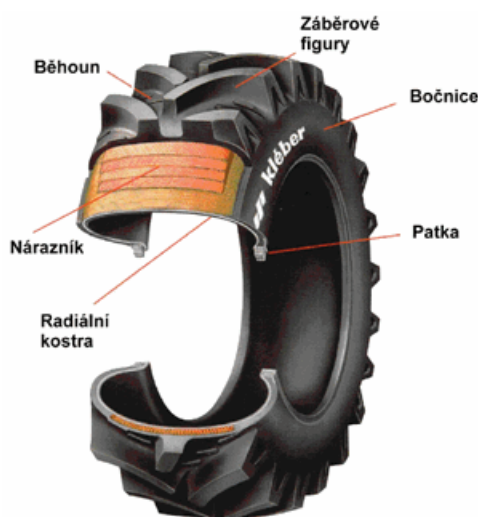
Z kaučukové směsi vytvořené smícháním komponentů se vyrábí tzv. polotovary. Polotovary lze podle způsobu jejich výroby rozdělit na vytlačované a válcované polotovary, pogumovaný textil a na patní lana.

Vytlačovanými polotovary jsou běhoun a bočnice. Vnitřní guma je polotovar vyrobený válcováním. Kaučukovou směs je potřeba nejprve ohřát. Po ohřevu se směs stane lépe tvárná a je tlakem protlačována přes šablonu, která je umístěna v hlavě vytlačovacího stroje.

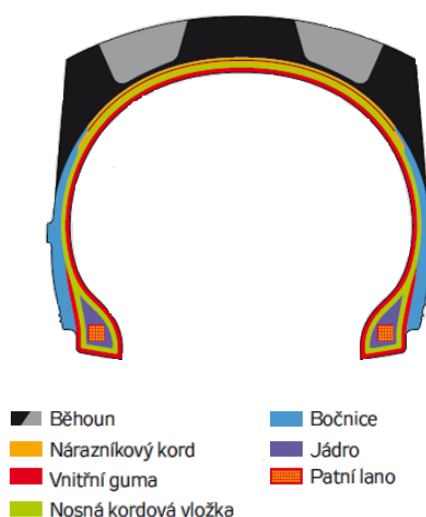
Výsledkem je souvislý pás běhounu, který je následně ochlazen vodou a nařezán. Tím doposud beztvářá směs získá tvar a požadovaný rozměr.

Pogumovaný textil (ségl, molino, monofil¹, textilní kord) je vyroben z kordového materiálu potaženého tenkou vrstvou kaučukové směsi. Pogumovaný kord je nařezán pod požadovaným úhlem. Jednotlivé vrstvy kordu jsou zakotveny kolem patkových lan. Úhel nanášení jednotlivých vrstev určuje vlastnosti výsledné konstrukce. Pogumovaný kord tvoří kostru pneumatiky a nárazníky. Právě kostra nese po nahuštění zatížení, které na pneumatiku působí. Kordová vlákna jsou uspořádána tak, aby byl zajištěn optimální přenos sil a zároveň byla zachována celková rovnováha sil v rámci pláště. Podle konstrukce daného pláště může být kord vyroben z různých materiálů. Nejčastěji se jedná o polyamidy, polyestery² a ocelové dráty. Na kord je nanášena vrstva směsi o tloušťce jeden až tři milimetry. Nanášení probíhá na válcovacích linkách.

Patní lano je vyrobeno ze svazku ocelových drátů, potažených gumárenskou směsí. Směs zajistí přilnutí k ostatním částem pneumatiky. Ocelové dráty pogumované kaučukovou směsí se navinou na kolo o příslušném průměru. Patní lana pneumatik se mohou lišit šířkou navinutého lana a počtem jeho závitů. Patní lano pneumatiky ovlivňuje rozložení sil v plášti. Díky tomu se patní lano velmi významně podílí na celkové pevnosti pneumatiky.



Obrázek 12: Řez pneumatikou [4]



Obrázek 13: Konstrukce pláště [3]

¹ Ségl - pevná tkanina tkaná v plátňové nebo krepové vazbě, užívá se ke zpevnění patkové části pláště, má vyšší pevnost oproti monofilu

Molino – bavlněná tkanina v plátňové vazbě, slouží ke zpevnění patkových lan

Monofil – příze sestávající z jediného vlákna

² Polyamidy (nylon), polyestery – kordová vlákna, která jsou pevná, odolná v oděru. Výchozím produktem pro jejich výrobu je ropa.

3.3 Konstrukce pláštěů

Pláště pneumatik se dělí dle konstrukce na pláště diagonální, pláště radiální a pláště se smíšenou konstrukcí. U radiální konstrukce pneumatiky jsou kordová vlákna v kostře uložena pod úhlem 90° vzhledem ke směru otáčení pneumatiky. Pogumovaný kord je ukotven kolem patkových lan. Výroba radiálních pláštěů probíhá ve dvou stupních. Radiální pláště mají pro řadu aplikací lepší vlastnosti ve srovnání s plášti diagonálními. Lépe rozkládají tlak na půdu a chrání tak kořenový systém rostlin, poskytují lepší komfort při jízdě, mají delší životnost a snižují spotřebu paliva.

V kostře diagonální pneumatiky jsou vlákna kordu položena šikmo ke směru otáčení pneumatiky. V sousedních vrstvách se nitě navzájem kříží. Kostra je položena tak, že se kordová vlákna kříží při pohledu shora. Stejně jako u radiální konstrukce i u kostry diagonálního pláště jsou vlákna položena od patky k patce.

Kostra pláště smíšené konstrukce je podobná kostře diagonálního pláště. Smíšená konstrukce je po obvodu zpevněna pásem ze dvou nebo více vrstev kordu.

Úhel, pod kterým jsou kordové nitě uloženy, odpovídá úhlu nití v kostře. Kostra pláště smíšené konstrukce tvoří přechod mezi diagonálním a radiálním pláštěm.



Obrázek 14: Diagonální pneumatika

Radiální pneumatika [3]

3.4 Kompletace pneumatiky (konfekce)

V této pracovní operaci se pneumatika poskládá z jednotlivých polotovarů. Kompletace pneumatiky probíhá na tzv. konfekčním bubnu. Pneumatika se na konfekčním bubnu skládá zevnitř směrem k vrchní vrstvě. Nejprve se položí bočnice s patním páskem. Poté se položí patní kord, vnitřní guma bránící úniku vzduchu z vnitřku pneumatiky, dvě vrstvy kostry a přidá se lano s jádrem.

Proběhne přehnutí, při kterém se bočnice dostanou na své správné místo a karkasa tak již částečně dostává tvar budoucí pneumatiky. Po změně tvaru následuje položení nárazníků a běhounu jako vrchní části. Výsledkem kompletace pneumatiky je surová pneumatika neboli karkasa, která již připomíná výsledný produkt.

3.5 Vulkanizace

Následnou pracovní operací po kompletaci je vulkanizace, při které se z kaučukové směsi stává pryž. Pneumatika získává svůj výsledný tvar a s tím spojené charakteristické vlastnosti. Před vulkanizací se nejprve provádí ošetření povrchu surové karkasy. Tato operace má zabránit vzniku různých povrchových vad, které mohou vzniknout při lisování a při separaci od formy. K tomuto ošetření slouží tzv. emulgace. Emulgace spočívá v aplikaci vnějších a vnitřních roztoků. Po emulgaci je surový plášť vložen do vulkanizačního lisu. Kaučuková směs vlivem teploty změkne, stává se tvárnou a postupně vyplňuje vulkanizační formu. Aby směs formu dokonale vyplnila, je součástí formy tzv. odvzdušňovací systém, který odvádí přebytečný vzduch mimo formu. Působením tepla dochází v kaučuku k reakci zvané vulkanizace. Vulkanizace je fyzikálně-chemický děj, při kterém se gumárenská směs přemění na pryž. Při vulkanizaci vzniká struktura, ve které jsou jednotlivé elastomerní³ řetězce pospojovány pomocí sírných můstky. Tyto můstky jsou tvořené atomy síry. Vulkanizační proces přinese materiálu požadované fyzikálně-mechanické vlastnosti. Aby děj proběhl správně, je nutné dodržet optimální podmínky pro vulkanizaci.

Podmínky je nutné dodržet jak z hlediska požadovaných vlastností, tak také z ekonomického hlediska (délka procesu, produktivita, spotřeba energií). Tyto podmínky jsou shrnuty v tzv. vulkanizačním předpisu. Ve vulkanizačním předpisu je předepsána zejména délka procesu, teplota a tlak. Ohřívacím médiem je ve většině případů horká pára.

Lisovací zařízení se skládá z vulkanizační formy a membrány. Membrána je během vulkanizace umístěna uprostřed pláště. Membrány jsou vyráběny ze speciálních butylových⁴ směsí. Tyto speciální butylové směsi zajistí velmi dobrou odolnost jak proti mechanickému, tak odolnost proti tepelnému zatížení.

³ Elastomer je vysoce elastický polymer, který lze za běžných podmínek malou silou značně deformovat bez porušení. Tato deformace je převážně vratná. Dominantní skupinou elastomerů jsou kaučuky, z nichž se vyrábí pryže.

⁴ Butylová směs – užívá se pro výrobu vulkanizační membrány a duše pneumatiky, charakteristickou vlastností je velmi malá propustnost pro plyny.

Správná konstrukce vulkanizační formy je důležitá při výrobě kvalitních pneumatik. Formy jsou z oceli a v některých případech ze slitin hliníku.

Vytvoření formy předchází její návrh. Tvar formy udává požadovanou podobu dezénu pneumatiky. Forma je opatřena tzv. odvzdušňovacími tryskami. Úkolem odvzdušňovacích trysek je odvézt plynné vulkanizační zplodiny z vnitřních částí formy tak, aby nedocházelo k uzavření vzduchu a následně k separacím. Dobře nastavené tokové vlastnosti směsi umožní přesun hmoty uvnitř vulkanizační formy. K tomuto kroku výroby je potřeba nárůst teploty a tlaku.

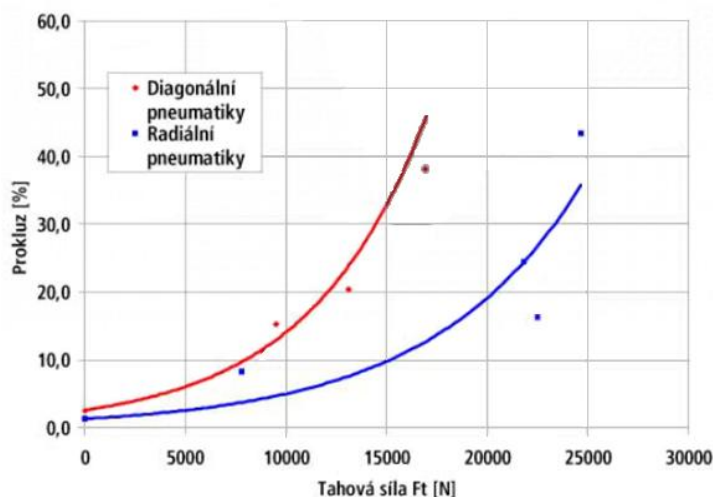


Obrázek 15: Vulkanizační forma [17]

4 Charakteristika pneumatik užívaných v zemědělství

4.1 Vývoj

Jak se lze dočíst v článku z portálu Agrojournal, pneumatiky jsou používány nejen v silniční dopravě, ale také mají široké uplatnění v zemědělství. Diagonální pneumatiky prokázaly své přednosti především v minulosti, kdy se osvědčily pro traktory s nižším výkonem. Jejich výhodou je vysoká tuhost bočnic. Jsou tedy velmi odolné proti poškození a umožňují přenést velká zatížení. Tyto pneumatiky mají ale také mnoho nevýhod a s rostoucím výkonem traktorů bylo zapotřebí přejít na použití větších pneumatik s větší záběrovou plochou. Těmto požadavkům více vyhovují radiální pneumatiky. Hlavní nevýhoda diagonálních pneumatik je velké utužení zemědělské půdy. Dále diagonální pneumatika špatně kopíruje povrch, po kterém se odvaluje, a to z důvodu její snížené citlivosti. Tato nevýhoda se projevuje vyšší tendencí pneumatiky k prokluzování a pneumatika tak přenesla nižší trakční sílu na podložku. Při jízdě na zpevněných plochách (asfaltové silnice), se diagonální pneumatiky vyznačují horším tlumením vibrací. V současné době zemědělské stroje využívají mnoho druhů pneumatik. Pneumatiky s kordovými vložkami uspořádanými radiálně vykazují větší flexibilitu. Ta se projeví lepší přilnavostí pneumatik k nerovnostem a také větší absorpcí nežádoucích vibrací. Flexibilita zajistí větší styčnou plochu mezi pneumatikou a podložkou. Zvýšená styčná plocha umožní snížit utužení půdy po přejezdu stroje. Navíc větší kontaktní plocha umožňuje dosáhnout mnohem lepších trakčních vlastností, což se projeví zejména snížením prokluzu pneumatiky. Díky vysoké flexibilitě pneumatik s radiální konstrukcí je umožněno, bez rizika jejího poškození, snížit vnitřní tlak v pneumatice. Nevýhodou radiálních pneumatik kolových vozidel užívaných v zemědělství je jejich nižší odolnost proti mechanickému poškození.



Graf 1: Prokluzová charakteristika radiální a diagonální pneumatiky [8, s.86]

4.2 Požadavky

Klíčovými požadavky, které jsou kladeny na pneumatiky kolových vozidel užívaných v zemědělství, je především schopnost zajistit co nejlepší trakční vlastnosti na různých podkladech, schopnost přenášet velké momenty a síly z pneumatik na podložku, co nejmenší negativní vliv na utužení půdy. Požaduje se také dobrá samočistící schopnost pneumatiky od částic půdy.

4.3 Pneumatiky s duší či pneumatiky bez duše

Dnes je již možné zemědělské stroje provozovat na pneumatikách jak dušových (značeno TT-TUBE TYPE), tak i na pneumatikách bezdušových (značeno TL-TUBELESS). U dušových pneumatik stlačený plyn vyplní duši, která je umístěna mezi ráfkem a pneumatikou. Dušové pneumatiky nemohou zajistit vzduchotěsné dosednutí patky pneumatiky k disku. U bezdušových pneumatik je duše nahrazena vzduchotěsnou pryžovou vrstvou a pneumatika je přímo naplněna plynem. Pro její utěsnění je třeba, aby její patka doléhala na ráfek. Zastoupení bezdušových pneumatik roste. Důvodem je jednodušší montáž a některé její výhody. Tření a teplo vznikající mezi duší a bočnicí dušové pneumatiky může způsobit poškození pryže. Pokud dojde k menšímu defektu bezdušové pneumatiky, má plyn tendenci unikat pomaleji než u dušové varianty, kde je unik plynu obvykle intenzivní a rychlý.

4.4 Tvary drážek dezénu

Pro různé provozní podmínky pneumatik jsou vyráběny různé tvary drážek dezénu pneumatik. Například u pneumatik osazených na zadní hnací nápravě traktoru jsou výstupky velmi vysoké a jsou skloněny pod úhlem 45° (měřeno k ose pneumatiky ve směru jízdy). Šípový tvar drážek dezénu se snaží eliminovat prokluz a zajistit tak přenos síly vycházející z motoru stroje na podložku. Pneumatiky určené pro přední kola nápravy bez náhonu mají zcela jiné požadavky. Pneumatiky osazené na přední nehnané nápravě mají usnadnit změnu směru jízdy v různém terénu a zajistit tak snadnou obsluhu stroje. Dezén těchto pneumatik je tvořen vnitřními podélnými drážkami po celém obvodu. Hloubka těchto podélných drážek je mnohem menší než již zmíněná výška výstupků pneumatik na zadní nápravě.



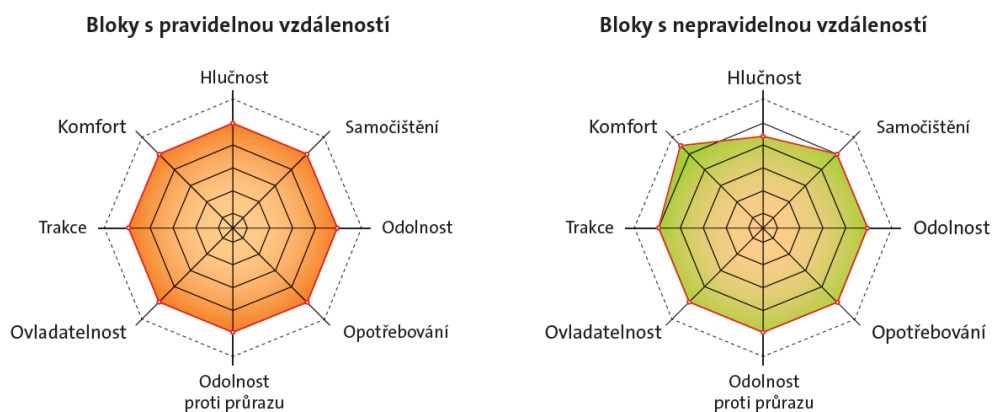
Obrázek 16: Dezén vyvinut pro přední nepoháněná kola traktorů [7]

Traktory, které jsou určeny převážně pro dopravu zemědělských produktů po zpevněných komunikacích, jsou osazeny pneumatikami s výrazně nižším vzorkem a větším vyplněním dezénových figur.



Obrázek 17: Pneumatika s komunálním dezénem[7]

Zmíněné provedení poskytuje výrazně lepší přilnavost pneumatiky k vozovce a větší pohodlí pro obsluhu stroje při jízdě po zpevněných cestách. Současně jsou zachovány dobré trakční vlastnosti v terénu.



Obrázek 18: Pavučinový graf pneumatik s komunálním dezénem [7]

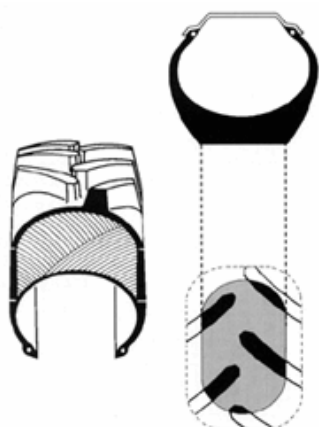
Zemědělskou techniku, která je určena pro údržbu trvalých travních ploch, je možno vybavit pneumatikami, které mají nízký široký vzorek. Pneumatiky s nízkým širokým vzorkem zajistí jízdu po travním porostu bez jakéhokoliv rizika poškození vrchní travní vrstvy.



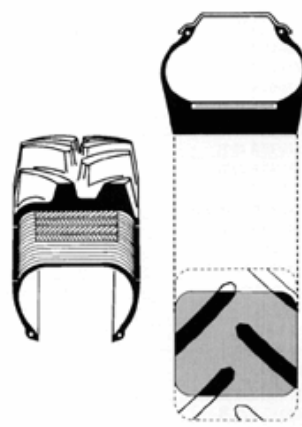
Obrázek 19: Nízkoprofilový dezén vhodný pro provoz na travnatých plochách[7]

4.5 Rozměry pneumatik

Velmi zásadní pro způsob využití pneumatik jsou rozměry pneumatik. Vnější průměr pneumatiky je závislý na hodnotě točivého momentu, který je přenášen na kola. Šířku pneumatiky obsluha volí dle způsobu využití stroje. Široké pneumatiky mají větší kontaktní plochu s podložkou, a díky tomu vytvářejí nižší tlak na půdu, dochází jejich použitím k menšímu zhutnění půdy. Široké pneumatiky jsou výhodné převážně pro polní práce. Pokud požadujeme při zachování stejného průměru pneumatiky výrazný nárůst styčné plochy, je dnes možné užít tzv. nízkoprofilové pneumatiky.



Obrázek 20: Otisk diagonální pneumatiky



Otisk nízkoprofilové radiální pneumatiky [4]

Nevýhodou širokých pneumatik je, že při časté jízdě po zpevněných plochách způsobují, díky zvýšenému odporu valení, značný nárůst spotřeby paliva takto obutého stroje. Druhá nevýhoda se týká zvýšené námahy při řízení stroje. Tato nevýhoda se projeví převážně u starších modelů traktorů, které nejsou vybaveny posilovačem řízení.

Pro některé pracovní operace v zemědělství je požadováno užít velmi úzké pneumatiky o velkém průměru. Jedná se převážně o tažené či samohodné postřikovače. Tyto pneumatiky umožní práci postřikovače v porostech nacházejících se v pozdních stádiích růstu rostlin bez rizika jejich poškození.



Obrázek 21: Pneumatika určená pro postřikovače [3]

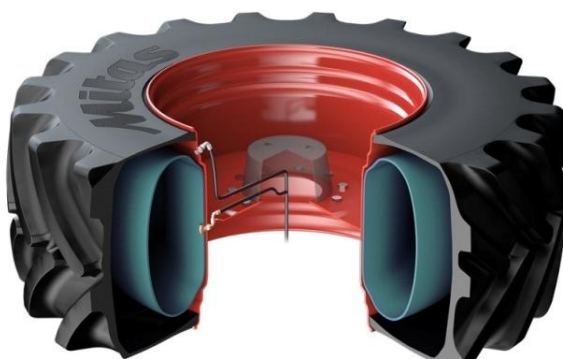
4.6 Huštění pneumatik

Cílem regulace tlaku v pneumatice je zvětšení kontaktní plochy pneumatiky s půdou a zajištění nižšího zhutnění půdy. Tlak v pneumatikách se snižuje v okamžiku pohybu stroje na polích či loukách. Navíc dochází ke zlepšení tažné síly, snižuje se prokluz. I snížení tlaku na hodnotu $0,07 \text{ MPa}$ ($0,7 \text{ bar}$) běžnou pneumatiku nepoškodí. Pokud by však pneumatika byla provozována za sníženého tlaku dlouhodobě, nastalo by její nevratné poškození. Výrazně by se tak zkrátila předpokládaná životnost této pneumatiky. Pro provoz za sníženého tlaku jsou vyvinuty pneumatiky s uzpůsobenou konstrukcí, které mohou být trvale používány při tlaku pod $0,1 \text{ MPa}$ a to jak při práci v terénu tak i v dopravě.

Regulaci tlaku zajišťuje tzv. centrální huštění, které umožňuje změnu tlaku během provozu stroje. Toto zařízení je možno obsluhovat přímo z kabiny traktoru řidičem. Řidič reguluje tlak v závislosti na druhu práce stroje. Existují dva typy centrálního huštění. Integrované v konstrukci traktoru či dodatečně instalované.

4.7 Mitas AirCell

Mitas AirCell je označení pro speciální vnitřní duši pneumatiky. Tato duše je vyvinuta pro pneumatiky, u kterých je možno změnit jízdní vlastnosti stroje. Duše AirCell zabírá 30 % z celkového objemu pneumatiky a je umístěna uvnitř pláště k ráfku. Přepuštění tlaku z duše do pneumatiky umožňuje tomu uzpůsobený přepouštěcí systém. Výhodou tohoto systému je krátká vzdálenost toku plynu mezi duší a pneumatikou. Tato reakce je díky tomu velmi rychlá. Z $0,8 \text{ baru}$ tlak naroste na $1,8 \text{ baru}$ za půl minuty. Obsluha stroje má tak možnost regulovat rozložení tlaku v pneumatice. Při ukončení práce na poli a následných přejezdech po zpevněných komunikacích obsluha tlak zvýší, před zahájením polních prací tlak sníží. Snížení tlaku trvá oproti běžným pneumatikám kratší dobu, jelikož objem pneumatiky je snížen o objem vnitřní duše. Duše a plášť pneumatiky na sebe nedoléhají a nedochází tak k nežádoucímu tření materiálů o sebe. Nedojde tak k zahřívání, které by přineslo změnu vlastností tohoto materiálu.



Obrázek 22: Mitas AirCell [5]

4.8 Mitas PneuTrac

„Společnosti, které se zabývají výrobou pneumatik, se neustále snaží zajistit, aby nové konstrukce pneumatik zajistily maximální kontakt s povrchem půdy. Tím hlavním požadavkem je minimalizace negativních dopadů na povrch půdy při zachování co nejlepších možných trakčních vlastností. Firma Mitas zavádí nový typ pneumatiky s názvem PneuTrac. Tato pneumatika spojuje prvky klasické pneumatiky a pásu.“ [2]

Pneumatika PneuTrac snižuje tlak na půdu díky velké kontaktní ploše mezi pneumatikou a podložkou. Nižší tlak v pneumatice je pro jízdu bezpečný a nezhoršuje podmínky pro ovládání stroje. Boční tuhost této pneumatiky je o 167% vyšší než u standardní pneumatiky. Otisk v půdě narostl o 53 %, jak uvádí výrobce. S nárůstem otisku v půdě narůstá tažná síla traktoru. Těchto výsledků Mitas dosáhl testováním verze 280/70 R18. Následoval vývoj rozměrů 600/65 R38, 480/65 R28 a byly zahájeny statické testy. Rozměr R28 s využitím dříve uvedeného pláště R38 umožní osadit přední i zadní osu standardního traktoru. Následně byly zahájeny testy pneumatik PneuTrac při práci na poli i v podmínkách běžného užití.



Obrázek 23: Mitas PneuTrac [5]

„Mitas provádí provozní zkoušky v České republice na traktoru John Deere 6150R s pneumatikami 480/65 R28 PneuTrac na přední nápravě a 600/65 R38 PneuTrac na zadní nápravě. Výsledky ukazují, že tažná síla Mitas 600/65 R38 PneuTrac je zhruba o 25 % vyšší než u standardních pneumatik a ve srovnání s pneumatikami IF má PneuTrac zhruba o 15 % lepší trakci. Z výsledků testů rozměru 480/65 R28 PneuTrac vyplynulo, že má zhruba o 10 % lepší tažnou sílu oproti standardní pneumatice a přibližně o 7 % ve srovnání s IF pneumatikou.“

„Prokluz a tažná síla se měří během několika způsobů jízdy a výsledkem je zhodnocení tažné síly za prokluzu, ke kterému běžně dochází při obvyklé práci na poli (okolo 15 %). Výsledky jsou založeny na měřeních, která byla provedena 22. července 2015. Měření provádí Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.“ [5]

Provozní zkoušky potvrdily jeho výhody v podobě většího otisku a lepší tažné síly nejen oproti standardním pneumatikám, ale také vůči pláštům s označením IF⁵. Byly tak potvrzeny již dříve zveřejněné výsledky laboratorních testů. Tyto příznivé výsledky z polních testů určily směr vývoje PneuTracu. Firma Mitas v průběhu roku 2017 bude porovnávat charakteristiky PneuTracu s pásy, aby bylo ověřeno, v jakém postavení vůči sobě jsou. Detailní srovnání vlastností přinese rozhodnutí, zda bude tato pneumatika uvedena na trh. Úkolem Mitasu je mít do konce roku 2017 k dispozici všechna data.

4.9 Značení rozměrů pneumatik pro zemědělské stroje

Značení pneumatik odpovídá předpisům Evropské Hospodářské Komise a dále je upravováno předpisy firemními. Nejdůležitějšími informacemi o velikosti jsou šířka nezatížená nahuštěná pneumatiky, výška profilu pneumatiky, průměr ráfku.

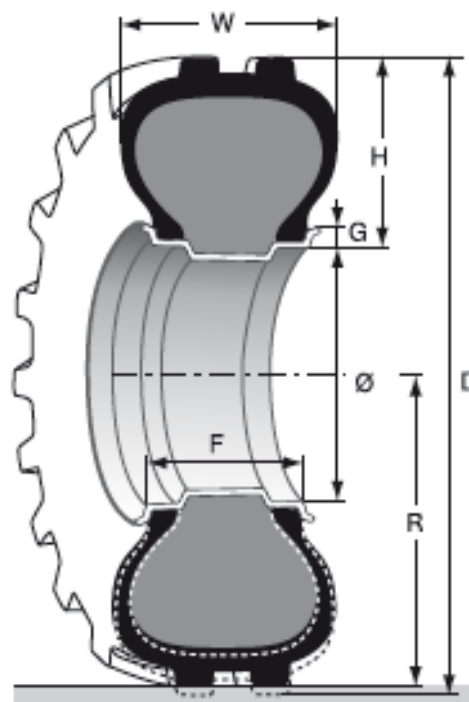
Pneumatika

D = vnější průměr – průměr nahuštěné pneumatiky měřený v místě nejvíce přesahujícím střed

W = šířka profilu – šířka nového nahuštěného pláště (měřeno vně bočnic) bez popisů, dekorací ochrany bočnice a ochranných žeber

H = výška profilu – polovina vzdálenosti mezi celkovým průměrem a nominálním průměrem ráfku

R = Statický poloměr při zatížení – vzdálenost mezi středem ráfku a podloží u zatíženého pláště



Obrázek 24: Rozměry pneumatik [3]

Ráfek

F = šířka ráfku – přímá vzdálenost mezi protilehlými okraji ráfku

G = výška okraje ráfku

Ø = Jmenovitý průměr ráfku

⁵ Zkratka IF označuje pneumatiky s větší deformací bočnice

340/85 R24

340	šířka pneumatiky v mm
85	poměr výška/šířka v %
R	radiální konstrukce
24	průměr ráfku v palcích

31 x 15.50 – 15

31	vnější průměr v palcích
15.50	šířka pneumatiky v palcích
-	diagonální konstrukce
15	průměr ráfku v palcích

7.50 – 20

7.50	šířka pneumatiky v palcích
-	diagonální konstrukce
20	průměr ráfku v palcích

15.0/55 - 17

15.0	šířka pneumatiky v palcích
55	poměr výška šířka v %
-	diagonální konstrukce
17	průměr ráfku v palcích

17.5 L – 24

17.5	šířka pneumatiky v palcích
L	snížený profil
-	diagonální konstrukce
24	průměr ráfku v palcích

16 x 4

16	průměr pneumatiky v palcích
4	šířka pneumatiky v palcích

Značení je doplněno o další údaje, např. konstrukce kostry, index nosnosti, kategorie rychlosti, profilové číslo, index opotřebení. Výška profilu pneumatiky udává procentuální poměr mezi výškou a šířkou pneumatiky v mm.

Označení	význam
MITAS	Značka výrobce
480/80 R 50	Značení rozměru pneumatiky
AC 85	Název dezénu
136	Index nosnosti
D	Rychlostní index (D=65km/h)
139	Index nosnosti (139=24530kg)
A8	Rychlostní index (A8 = 40km/h)
TUBELESS	Bezdušová pneumatika
→→→→→	Směr rotace
R-1	Označení typu dezénu



Obrázek 25: Značení bočnice pneumatiky [3]

Pokud na bočnici pláště není nápis REGROOVABLE nelze provádět dodatečné prořezávání běhounových drážek pláště vzhledem k tomu, že takový plášť není na dodatečné prořezávání konstruován.

4.10 Správné používání pneumatik a jejich údržba

Údržba pneumatik spočívá ve vyvarování se působení ropných produktů (paliv, oleje) při doplňování provozních kapalin. Při údržbě je nutno dbát i na ošetřování pneumatik. Ošetřování pneumatik spočívá v očištění pneumatik od chemických prostředků určených k postřiku plodin proti plísním, škůdcům, které mohou na pneumatice ulpět. Pneumatiky při takovémto znečištění je doporučeno omýt čistou vodou, bez chemických přípravků. I bláto a kamínky zachycené v drážkách mohou pneumatiku poškodit. Mechanické nečistoty zachycené v drážkách mohou způsobit trhliny na běhounu. Zvláště nebezpečné jsou kameny vklíněné mezi kola dvojmontáže. Mohou způsobit poškození bočnice. K prodloužení životnosti pneumatiky je vhodné vyvarovat se přejíždění ostrých hran, například při pohybu po skladovací hale či silážní jámě.

Při zatížení pneumatiky je třeba brát v úvahu souvislosti mezi rychlostí, nosností pneumatiky a hustícím tlakem. „*Na traktoru s nejvyšší konstrukční rychlostí do 40 km/h musí být použity na každé z jednotlivých náprav pneumatiky stejného rozměru a konstrukce a dezénu, pokud není stanoveno výrobcem mechanismu jinak. Na různých nápravách mohou být použity i rozdílné pneumatiky.*“ [6, s. 3] Přetěžování pneumatik způsobí jejich nadměrné opotřebení a tedy předčasné zničení. Z těchto důvodů je vhodné se řídit technickou dokumentací a tabulkami huštění, které definují zatížení a huštění pro rozdílné provozní podmínky. Podhuštění pneumatik způsobuje kromě nesprávného sjíždění pneumatik též separaci vložek či jiné poškození vložek pneumatik. Naopak přehuštění způsobuje nárůst celkové tvrdosti pneumatik a snižuje tak jejich odolnost proti nárazům. To vede k poničení vložek pneumatiky. Kontrola tlaku vzduchu se provádí minimálně každé dva týdny a vždy na studených pneumatikách přesným, kalibrovaným pneuměříčem s dostatečně dlouhou tlakovou hadicí na výstupu. „*U pneumatik použitých ve dvojité montáži kol musí být pro huštění vnitřní pneumatiky ventily uspořádány tak, aby se tlak ve vnitřních pneumatikách dvojmontáže dal kdykoliv snadno upravit nebo měřit a to ze strany vnějšího kola, bez demontáže nebo jiné obtížné manipulace.*“ [6, s. 3]

4.10.1 Instrukce pro montáž a demontáž

Jak uvádí Mitas ve svém katalogu montáž a demontáž (zvláště u dnešních velmi rozměrných pneumatik zemědělských strojů) může být nebezpečná a měla by být prováděna kvalifikovaným personálem, používajícím správné nářadí a pracovní postupy. Nesprávné dodržení těchto postupů může znamenat chybné nasazení pneumatiky na ráfek a následně

způsobit destrukci pneumatiky s velmi silnou explozivní silou. Tato explozivní síla může způsobit vážné zranění osob nebo dokonce jejich smrt.

Montáž

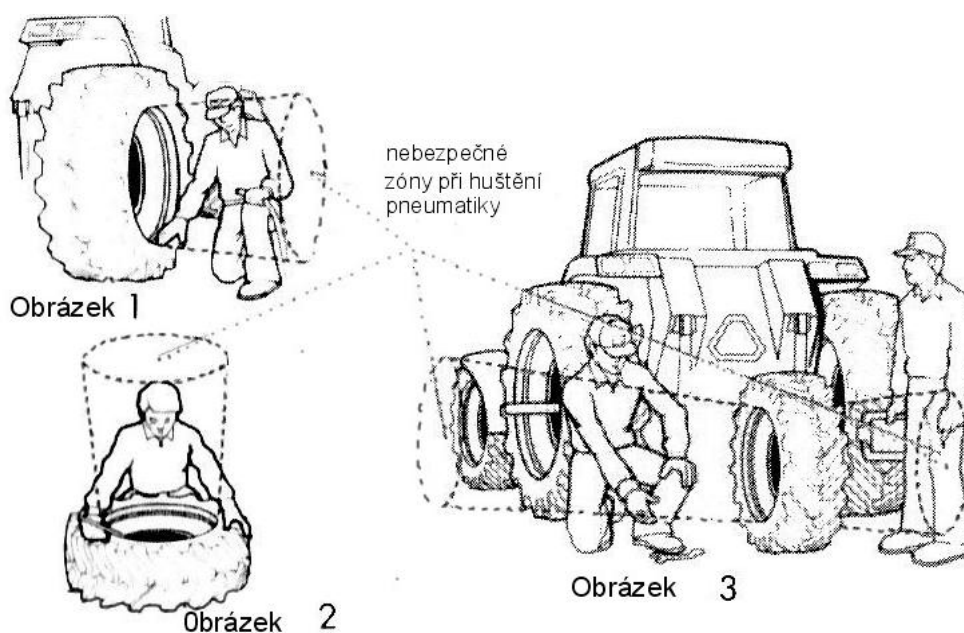
Na vozidle se smí používat pouze pláště schválené pro daný typ vozidla výrobcem vozidla a výrobcem plášťů. Výběr vhodných plášťů musí splnit, aby jejich konstrukce, rozměry, provedení a huštění odpovídaly podmínkám provozu a zejména celkové hmotnosti vozidla a jeho nejvyšší konstrukční rychlosti. Tyto pláště jsou uvedeny spolu s příslušnými ráfky v technickém průkazu vozidla. Jejich huštění a případně i údaje o montáži, pak v příslušném návodu k použití.

Použití pneumatik:

1. Nejprve je nutné zkontrolovat, zda je plášť schválený výrobcem vozidla.
2. Pláště montovat pouze na disková kola předepsané velikosti, která jsou v perfektním technickém stavu, tj. mechanicky nepoškozená a zbavená zbytků rzi.
3. Pozorně zkontrolovat vnitřní i vnější stranu pneumatiky zda není poškozena. V případě montáže s duší použít novou duši správného rozměru. Při montáži pneumatik bezdušových, na bezdušové ráfky, vždy užít nový bezdušový ventilek.
4. Před montáží namazat ráfek a patky pneumatiky (užívat mazivo chemicky šetrné k pneumatice i životnímu prostředí).
5. Doporučuje se vertikální montáž. V případě provádění montáže v horizontální poloze je nezbytné kontrolovat, zda spodní patka správně dosedá.
6. Plášť na ráfek je nutné nasadit nejprve naproti otvoru pro ventilek. Zároveň je nutné dodržet směr rotace, který je indikován šipkami. Za pomoci montážní páky se postupně převleče první patka pneumatiky přes lem ráfku. Následně se provede vložení ošetřené lehce nahuštěné duše do pláště (pokud je montována). Umístí se ventilek a lehce se zajistí pojistným kroužkem. Na závěr se nasadí druhá patka a postupuje se postupně tak, aby se skončilo u ventilků.
7. Pozvolna se pneumatika hustí a současně se kontroluje správné dosednutí patky pláště. Nutné je se ujistit, zda patka pláště neskřípla duši. V průběhu huštění je nutné dodržovat bezpečnou vzdálenost a vždy používat bezpečnostní klec. I při čtení hodnoty tlaku na tlakoměru nesmí obsluha stát v možné trajektorii vnitřních částí ventilků nebo jeho krytky. Je doporučeno užít zařízení pro omezení husticího tlaku.

Pokud se při huštění ukáže, že patky pláště nejsou správně usazené a vycentrované na kole je nutné odpustit vzduch, znovu namazat a zpět nahustit.

8. Pokud všechny předchozí operace proběhly správně, nasadí se vnitřní vložka ventilkou. Pneumatika se nahustí dle tabulky pro zatížení v technickém rádcí.
9. Na závěr se obsluha ujistí, zda se ventilek nedotýká ráfku, brzdových bubnů a dalších mechanických částí.



Obrázek 26: Nebezpečné zóny [6]

Demontáž

Je zakázáno demontovat patky nahuštěné pneumatiky. Před demontáží je nutné se přesvědčit, zda je pneumatika zcela bez vzduchu. Při demontáži se nesmí používat nářadí, které by mohlo způsobit poškození ráfku či patky pláště.

4.10.2 Skladování

Pneumatiky se skladují v očištěném stavu. Ukládají se do prostor mimo zdroje světla. Je nutné se vyvarovat dlouhotrvajícímu vystavení pneumatik přímému slunečnímu záření, kontaktu s tuky, benzinem, rozpouštědly, které mohou poškodit pryž. Jak uvádí společnost Mitas, při skladování bezdušových pneumatik je vhodné se vyvarovat horizontální poloze (pouze malé pneumatiky mohou být skladovány horizontálně). Pokud jsou pneumatiky skladovány horizontálně, musí být položeny zub proti zubu. Před uložením pneumatik do skladu i s ráfkem je nutné snížit vnitřní tlak. Je dobré se ujistit, zda uvnitř pneumatiky není voda nebo vlhkost. Pneumatiky se neskladují přímo v kontaktu se zemí.

4.10.3 Dotížení traktorových pneumatik tekutinou

V některých případech je nezbytně nutné zvýšit zatížení pneumatik pro zlepšení trakčních vlastností. Kromě dotížení pneumatik pomocí závaží v kolech či v ramenou hydrauliky lze pneumatiky dotížit také tekutinou naplněnou v kolech traktoru. Pneumatiky je možné naplnit do 75 % jejího celkového objemu. V zimním období musí být tekutina vhodně ošetřena proti zamrznutí.

Postup pro plnění tekutinou

1. Na počátku je nutné kolo vyzvednout tak, aby ventilek byl v jeho nejvyšší možné vertikální poloze.
2. Vyšroubuje se a vyjme rozebíratelné tělo ventilu a namontuje se místo něj speciální ventil pro plnění tekutinou. Díky tomuto ventilku je umožněn, během plnění pneumatiky tekutinou, odvod vzduchu z pneumatiky.
3. Pneumatika se plní tekutinou do okamžiku, než začne vytékat tekutina z ventilku. Množství tekutiny v pneumatice bude přibližně 75 % jejího objemu.
4. Obsluha vymění tělo ventilku a nahustí pneumatiku na doporučený provozní tlak.
5. Na závěr je nutné očistit a osušit železné části jelikož nemrznoucí směs podporuje korozi.

Postup pro vypouštění tekutiny

1. Zde je naopak nutné kolo vyzvednout tak, aby ventilek byl v nejnižší vertikální poloze.
2. Vyšroubuje se vnitřní vložka ventilku a začne se s pozvolným vypouštěním tekutiny. Vloží se pryžová hadička do pojistné podložky a vloží se hadička do pláště. Poté se našroubuje podložka přes vnitřní část ventilku.
3. Proveďte se nahuštění pneumatiky vzduchem.
4. Obsluha vyšroubuje vnitřní část ventilu a vypustí tak zbývající tekutinu z pláště ven.
5. Nakonec obsluha vyjme pryžovou hadičku a znovu sestaví ventilek. Může tak nahustit plášť zpět na doporučený provozní tlak.

„Příklad dotížení pneumatiky 18.4 – 38 TD-19 (TT) nemrznoucí směsí CaCl_2 pro teplotu do -15°C .“

75 % vnitřního objemu = 370 litrů (viz. techn. data)

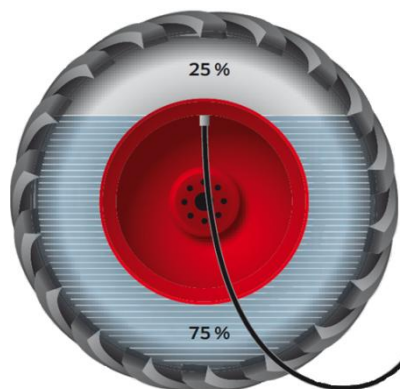
Množství vody = $0,93 \times 370 = 344,1$ litru

Množství CaCl_2 = $0,17 \times 370 = 62,9$ kg

Celková hmotnost = $344,1 + 62,9 = 470$ kg

Kontrola: celková hmotnost = $1,10 \times 370 = 407$ kg“

[7, s. 189]



Obrázek 27: Dotížení pneumatik kapalinou [7]

Nemrznoucí roztok		
Koefficienty na litr tekutiny při 75% naplnění pláště		
Voda (l)	CaCl_2 (kg)	Celková hmotnost tekutiny (kg)
Teploty nad 0°C		
1,00	0,00	1,00
do -15°C		
0,93	0,17	1,10
do -30°C		
0,86	0,36	1,22
do -50°C		
0,81	0,49	1,30

Tabulka 1: Nemrznoucí roztok [7]

Jedná se o traktorovou diagonální pneumatiku se zesílenou konstrukcí, která je naplněna ze 75% nemrznoucím roztokem. Jako ochrana proti zamrznutí je doporučeno u plášťů s duší (TT) přidat chlorid vápenatý. Je to bílá hygroskopická⁶ jemně krystalická látka. Dobře se rozpouští ve vodě. Roztok vznikl přidáním chloridu vápenatého do vody.

Pneumatika o objemu cca 493 litrů má být naplněna vodou a chloridem vápenatým ze 75%. Při teplotách nad 0°C voda nezamrzá a není potřeba tvořit roztok. Při poklesu teplot pod 0°C je potřeba udělat opatření proti zamrznání. 1 litr vody váží 1 kilogram při teplotě 4°C ($3,95^\circ\text{C}$). Díky opatření proti zamrznání však tento předpoklad platí i při poklesu teplot pod tuto teplotu.

⁶ Hygroskopie, hygroskopičnost označují schopnost látky snadno pohlcovat a udržovat vzdušnou vlhkost. Takové látky za vlhka měknou a za sucha tvrdnou.

Z toho vyplývá, že výše uvedený výpočet, ve kterém dochází k součtu hodnot zadaných v litrech s hodnotami uvedenými v kilogramech, není chybný.

4.11 Pásový podvozek

Kolové traktory mají poměrně velký měrný tlak na půdu, větší prokluz a menší tahovou sílu. Tyto provozní nevýhody mohou eliminovat pásové traktory. Jak uvádí profesor Bauer ve své knize, pásové traktory měly v minulosti výhradně ocelové pásy. Vývojem se však podařilo je nahradit pryžovými pásy, které přinesly nové možnosti využití pásového podvozku.

V minulosti hlavním důvodem pro vytvoření pásového podvozku byla velká hmotnost traktorů a malá průchodnost terénem. Dnes se však důvody používání pásového podvozku liší. Pásový podvozek je jedním z řešení, jak účinněji přenést výkon motoru na podložku. Co je ale podstatné, pásy jsou v porovnání s koly ohleduplnější a šetrnější k orné půdě. Zároveň s tím byl dodržen požadavek na udržení transportní šířky stroje pod hodnotou 3 metry. To u kolového podvozku s dvoumontáží není možné splnit. Současná doba tedy přeje pásům. Dnes jsou na pásech nejen traktory, ale také sklízecí mlátičky a jiné sklízecí polních plodin, překládací vozy a další stroje včetně samojízdných či tažených postřikovačů.

V současné době se používá dvou odlišných koncepcí pásového podvozku. Jedná se buď o koncepci se dvěma, nebo se čtyřmi pásy.

„Pásová jednotka přenáší hnací sílu motoru na podložku. Skládá se z nosníku, hnacího a napínacího kola, středové vodící kladky, napínacího mechanismu a pásu. Hnací síla motoru je převedena na hnací kolo, odkud se přenáší na pás.“ [8, s. 82]



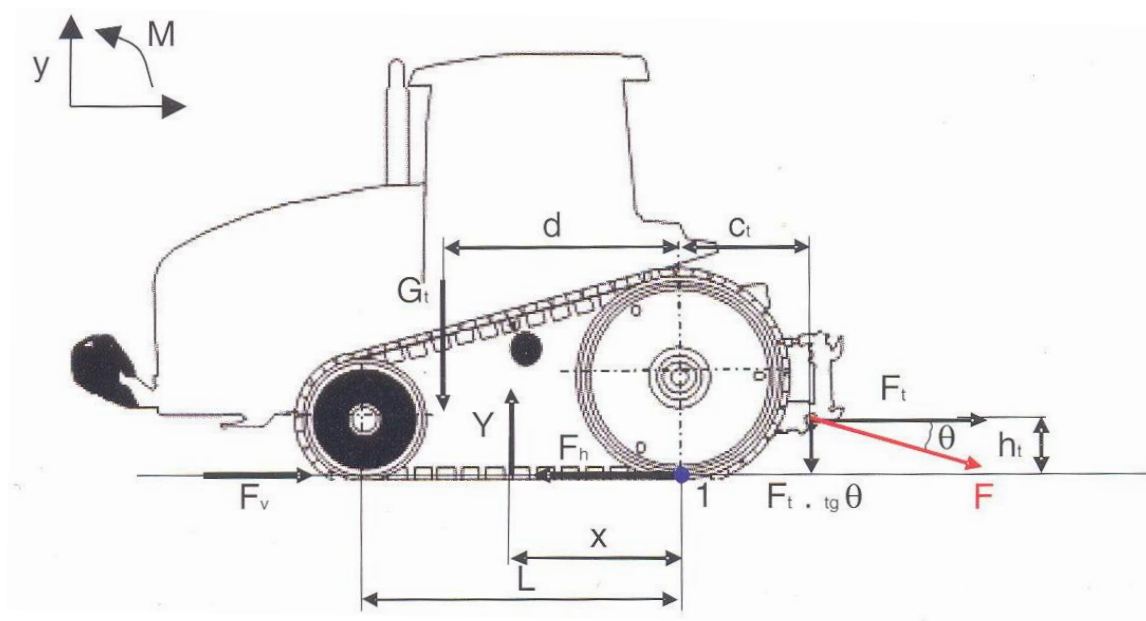
1 - hnací kolo, 2 - napínací kolo, 3 - centrální kolo, 4 - středové vodící kladky, 5 - napínací mechanismus

Obrázek 28: Pásová jednotky [18, 8]

Pásy jsou poháněny buď pomocí pryžových bloků, které zapadají do výřezů v hnacím kole, nebo třením mezi pásem a hnacím kolem.

V současnosti se pásy vyrábí z pryžových směsí s ocelovými vlákny. Úkolem ocelového kordu umístěného v pásu je udržet pevnost pásu v tahu, zabránit vytahování pásu a celkově zvýšit odolnost pásu proti mechanickému poškození. Na vnější straně jsou pásy opatřeny šípovým dezénem. V prostřední části vnitřní strany jsou pryžové bloky, které zlepšují vedení pásu a zabraňují příčnému posuvu pásu při otáčení stroje. Díky tomu, že pás má skutečně velkou kontaktní plochu s podložkou, vyvinutý tlak na podložku lze výrazně snížit. Ovšem, jak uvádí profesor Bauer ve své knize, v okamžicích kdy hmotnost traktoru je na pás přenášena přes hnací, napínací kola a střední vodící kladky mohou hodnoty, kontaktního tlaku dosahovat hodnot až třikrát vyšších. Tím je myšlen okamžik kdy s rostoucí tahovou silou se normálová reakce posouvá k zadnímu hnacímu kolu. Mění se tedy rozložení kontaktního tlaku mezi pásy a podložkou.

Silové řešení pásového podvozku



Obrázek 29: Silové schéma pásového traktoru [8, s.83]

- (1) $\sum F_{ix} = 0; F_v - F_h + F_t = 0$
- (2) $\sum F_{iy} = 0; Y - G_t - F_t \cdot \text{tg} \theta = 0$
- (3) $\sum M_{i1} = 0; G_t \cdot d - Y \cdot x - F_t \cdot \text{tg} \theta \cdot c_t - F_t \cdot h_t = 0$ ← moment k ose
zadního hnacího kola

G_t je tíha traktoru [N]

h_t je výška závěsu [N]

θ je úhel sklonu zatěžovací síly F [°]

d je vzdálenost těžiště od osy zadního hnacího kola [m]

x je vzdálenost normálové reakce Y od osy zadního hnacího kola [m]

z (1) Hnací síla $F_h = F_t + F_v$

z (2) normálová reakce $Y = G_t + F_t \cdot \operatorname{tg} \theta$

Síla odporu valení $F_v = \sum Y_i \cdot f_i \quad \Rightarrow \quad F_v = G_t \cdot f + F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot f$

Tahová síla $F_t = F_h - F_v \quad \Rightarrow \quad F_t = F_h - G_t \cdot f - F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot f$

$$F_t + F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot f = F_h - G_t \cdot f$$

$$F_t = (F_h - G_t \cdot f) / (1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f)$$

$$F_t + F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot f + G_t \cdot f = F_h$$

$$F_t + f \cdot (F_t \cdot \operatorname{tg} \theta + G_t) = F_h$$

poměr normálové reakce Y a přenášené hnací síly F_h se nazývá součinitel záběru $\rightarrow \mu = F_h / Y$

potom tedy $\mu \cdot Y = F_h$

$$\mu \cdot (F_t \cdot \operatorname{tg} \theta + G_t) = F_h$$

$$F_t = (F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot \mu + G_t \cdot \mu - G_t \cdot f) / (1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f)$$

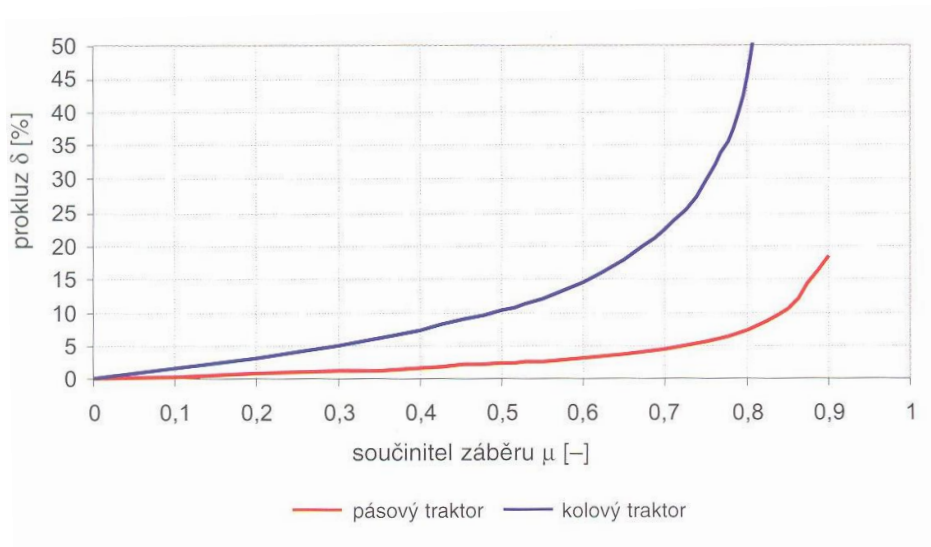
$$F_t - (F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot \mu) / (1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f) = G_t \cdot (\mu - f) / (1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f)$$

$$F_t \cdot [1 - (\operatorname{tg} \theta \cdot \mu) / (1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f)] = G_t \cdot (\mu - f) / (1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f) \quad \cdot (1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f)$$

$$F_t \cdot [(1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f) - (\operatorname{tg} \theta \cdot \mu)] = G_t \cdot (\mu - f)$$

$$F_t = G_t \cdot (\mu - f) / [1 + \operatorname{tg} \theta \cdot f - \operatorname{tg} \theta \cdot \mu]$$

konečný vztah pro tahovou sílu $F_t = G_t \cdot (\mu - f) / [1 - \operatorname{tg} \theta \cdot (\mu - f)]$



Graf 2: Závislost prokluzu na součiniteli záběru pro kolový a pásový podvozek [8, s.84]

Z grafu vyplývá, že s pásovým podvozkem se dosáhne vyšších hodnot součinitele záběru, než je tomu u podvozku kolového. Porovnání se uvažuje při stejném prokluzu. Pásový podvozek tedy vykazuje lepší tahové vlastnosti.

Rozložení měrných tlaků pod pásy

Střední kontaktní tlak

$$q_s = Y / S_o \text{ [Pa]}$$

Y je normálová reakce [N]

S_o je plocha otisku [m^2]

Kontaktní tlak má pod pásem proměnlivou velikost, neboť se mění působíště normálové reakce dané vzdáleností x .

x - vzdálenost působíště normálové reakce od osy zadního hnacího kola

$$\sum M_{i1} = 0; \quad G_t \cdot d - Y \cdot x - F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot c_t - F_t \cdot h_t = 0 \quad \text{kde } Y = G_t + F_t \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$G_t \cdot d - F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot c_t - F_t \cdot h_t = Y \cdot x$$

$$(G_t \cdot d - F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot c_t - F_t \cdot h_t) = (G_t + F_t \cdot \operatorname{tg} \theta) \cdot x$$

$$x = (G_t \cdot d - F_t \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot c_t - F_t \cdot h_t) / (G_t + F_t \cdot \operatorname{tg} \theta)$$

pokud bude $\operatorname{tg} \theta = 0$

potom

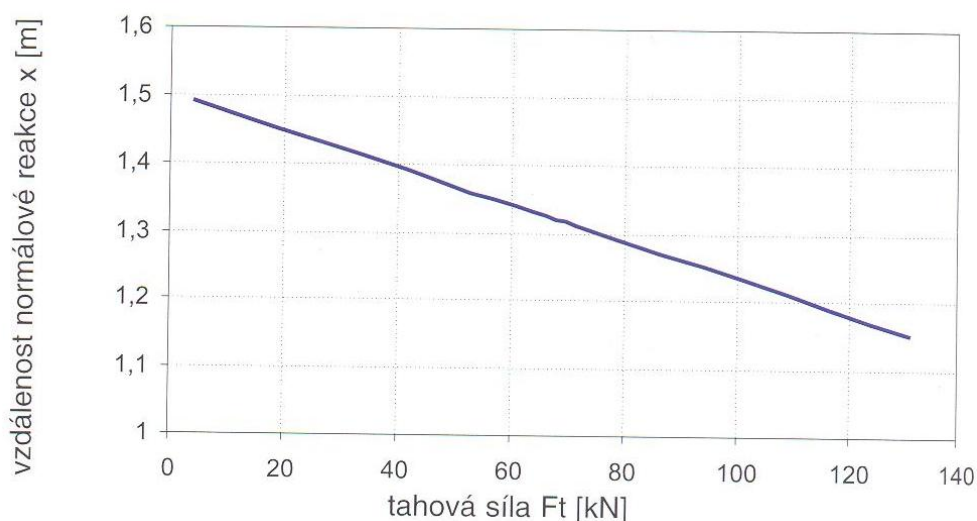
$$x = d - (F_t \cdot h_t) / G_t \text{ [m]}$$

Zvyšováním tahové síly a výšky závěsu se normálová reakce posouvá směrem k zadnímu hnacímu kolu. Ovlivňuje tak rozložení tlaku pod pásy.

Při dosažení nejvyšší tahové síly stroje, bude vzdálenost působíště normálové reakce podložky od osy zadního hnacího kola na svém minimu.

Naopak při nulové tahové síle bude vzdálenost působíště normálové reakce od osy zadního hnacího kola nabývat svých maximálních hodnot. Působíště normálové reakce bude tak ve vzdálenosti shodné se vzdáleností těžiště od osy zadního hnacího kola. ($x_{max} = d [m]$).

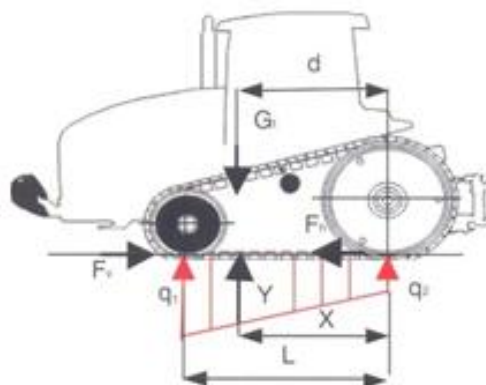
Aby byla již zmíněná závislost posunu působíště normálové reakce podložky na pás traktoru názorná, byl sestrojen graf a to pro hmotnost $m = 15\,000\text{ kg}$, výšku závěsu $h_t = 0,4$ metru, součinitel $f = 0,075$ a pro vzdálenost těžiště od osy zadního hnacího kola $d = 1,5$ metru.



Graf 3: Změna souřadnice působíště normálové reakce[8, s.84]

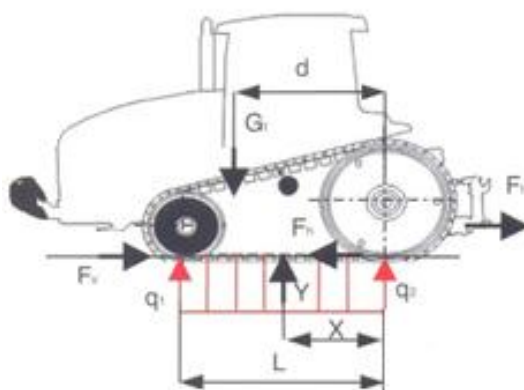
Tlakový obrazec tvoří lichoběžník

Traktor není zatížen tahovou silou. Působíště normálové reakce Y leží proti tíhové síle traktoru G_t . Větší část hmotnosti připadá na přední napínací kolo.



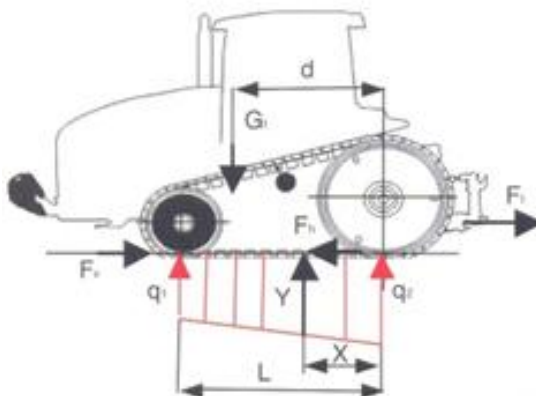
Tlakový obrazec tvoří obdélník

Traktor překonává tahovou sílu a normálová reakce Y leží uprostřed rozvoru L .



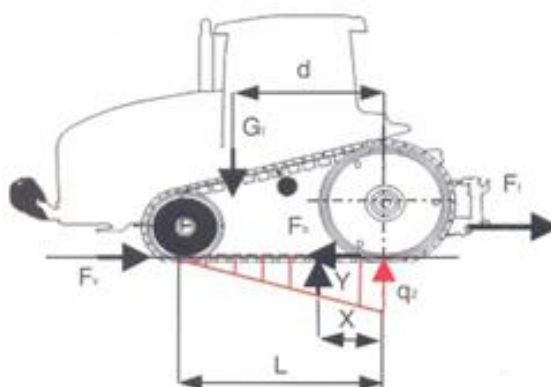
Tlakový obrazec tvoří lichoběžník

Tahová síla se zvyšuje a normálová reakce Y se přesouvá za polovinu rozvoru L .



Tlakový obrazec tvoří trojúhelník

Traktor se nachází na mezi stability ($q_1 = 0$)



Obrázek 30: Základní případy průběhu kontaktního tlaku pod pásem traktoru [8, s.85]

Jak se lze dočíst z článku Gumové pásy pro minirypadla a smykem řízené nakladače používané v zemědělství zveřejněném na portálu Agrojournál stejně jako u pneumatik i u pásů existuje několik různých variant ovlivňující vlastnosti stroje. Některé typy pásů jsou díky rozložení hmotnosti na větší plochu šetrnější k terénu, jiné jsou odolnější vůči defektům, další poskytují větší trakci či jsou schopny změnit rozvor stroje.

Širší pásy sice nabízejí lepší průchodnost terénem, ale šířka gumového pásu by měla být volena převážně tak, aby co nejlépe vyhovovala stroji a stroj zůstal dobře ovladatelný. Chování pásu ovlivňuje nejen šířka, ale také rozteč stop. Krátké rozteče, kdy je zapojen každý zub ozubeného hnacího kola stroje, zajišťují plynulou jízdu. Dlouhé rozteče, se zapojením „ob zub“ se vyznačují méně plynulou jízdou.

Vzor běhounu ovlivňuje trakci a šetrnost k terénu. „Šetrný dezén, někdy označovaný také jako grass friendly (přátelský k trávě), se vyznačuje větším počtem a větší plochou kontaktních míst s pojízdovou plochou, čímž více rozkládá působící tlak. Jednotlivé výstupky jsou menší a zároveň umístěny blíže u sebe, takže půda zůstává téměř nenarušena a stroj za sebou nenechává znatelné stopy. Agresivní dezén představují různé klikaté tvary s ostrými hranami a výběžky. Tento dezén zajistí lepší trakci na mokřích půdách, ale také hlubší stopu.“ [9]

Velmi důležité je správné napnutí pásu po celou dobu provozu. Gumové pásy není možné opravovat. Pokud dojde k jejich většímu poškození, je nutné je vyměnit. Pokud se na povrch gumového pásu dostane olej nebo jiné mazivo může výrazně snížit kvalitu pryže. Stejně jako pneumatiky je potřeba i pásy chránit před dlouhodobým působením slunečního záření, mrazu a deště.

Tabulka 2: Přehled různých uspořádání podvozku traktoru [8, s.87]

							
	pásový podvozek	kolový podvozek					
		standardní pneumatiky		dvojmontáž na zadní nápravě		pneumatiky o velké šířce	
Rozměry	Šířka pásu 635 [mm]	vpředu	vzadu	vpředu	vzadu	vpředu	vzadu
		480/70R30	20.8R42	480/70R30	20.8R42	600/65R28	710/70R38
Celková hmotnost [t]	11,6	11,4		12,3		11,7	
Tlak v pneumatikách [MPa]	-	0,16	0,12	0,16	0,12	0,16	0,1
Styčná plocha [m²]	2 x 1,35	2 x 0,194	2 x 0,256	2 x 0,194	4 x 0,15	2 x 0,220	2 x 0,295
Styčná plocha celkem [m²]	2,7	0,9		0,99		1,03	
Střední kontaktní tlak [MPa]	0,042	0,238	0,113	0,238	0,080	0,134	0,099

5 Parametry pneumatik pro silniční vozidla

5.1 Tlak huštění pneumatik

Správná hodnota tlaku v pneumatikách se odvíjí od konstrukce automobilu, typu a velikosti pneumatik nebo rozložení hmotnosti na nápravy. Pneumatiky na kolech vozidla jsou namáhány, nejen váhou vozidla, osádky či váhou naloženého nákladu, ale také hnacími a brzdícími účinky během jízdy. Při prudkém brzdění vozidla ve vysoké rychlosti se všechna váha přesouvá k přední části vozidla. Při zrychlování vozidla se váha přesouvá naopak dozadu. Při zatáčení doleva působí veškerá váha směrem doprava, při zatáčení doprava působí veškerá váha směrem doleva. Z toho plyne, že rozložení hmotnosti automobilu se v průběhu jízdy přesouvá podle směru jízdy. V místě dotyku s vozovkou se pneumatika částečně deformuje. Deformuje se především běhoun a boky pneumatiky. Otáčením kola se celý obvod pneumatiky deformuje postupně. Následně se tvar pneumatiky vrací postupně zpět do původního stavu. *„V místě dotyku s vozovkou se běhoun přizpůsobuje povrchu vozovky a bočnice se prohnu. Namáhání se tedy přenáší až na patky pláště. Při této deformaci vzniká tření jednotlivých textilních vrstev pláště, tření duše o plášť a tření pláště o vozovku. Nahuštěním na správný tlak zachovává pneumatika při dovoleném zatížení přípustnou deformaci a umožňuje tak bezpečnou jízdu, a tlumením nárazů. Pneumatika nahuštěná na předepsaný tlak vzduchu dosedá běhounem stejnoměrně na vozovku.“* [10, s. 34] Díky tomu je dosaženo rovnoměrného opotřebení a potřebné přilnavosti k vozovce. Boky pláště při správném huštění se neprolamují a nevznikají závady, které by vyřadily plášť z provozu. Tlak huštění je u jednotlivých druhů pneumatik a jejich rozměrů stanovena podle konstrukce pneumatik a použitého materiálu. Předepsané tlaky huštění pneumatik je nutno dodržovat. Nesmí být překročeny ani v případě, že vozidlo není zatíženo a jede nižší rychlostí, než pro kterou jsou tlaky předepsány. Nedodržení předepsaného husticího tlaku způsobí nepravidelný obrus desénu pneumatiky, a zkrátí se tak životnost pláště. Z důvodu nižšího tlaku v pneumatice dochází k prolamování boků pneumatiky. V oblasti kde se pneumatika prohýbá, vzniká tření kordových vrstev, což způsobuje nárůst teploty pneumatiky a později i porušení kordu. I krátkodobé podhuštění může způsobit narušení kordových vrstev. Jakmile dojde k narušení kordových vrstev, projeví se toto poškození pláště i později, kdy plášť je již huštěn na předepsaný tlak dle podmínek provozu. Charakteristickým znakem podhuštění pneumatiky jsou praskliny na boku pláště.



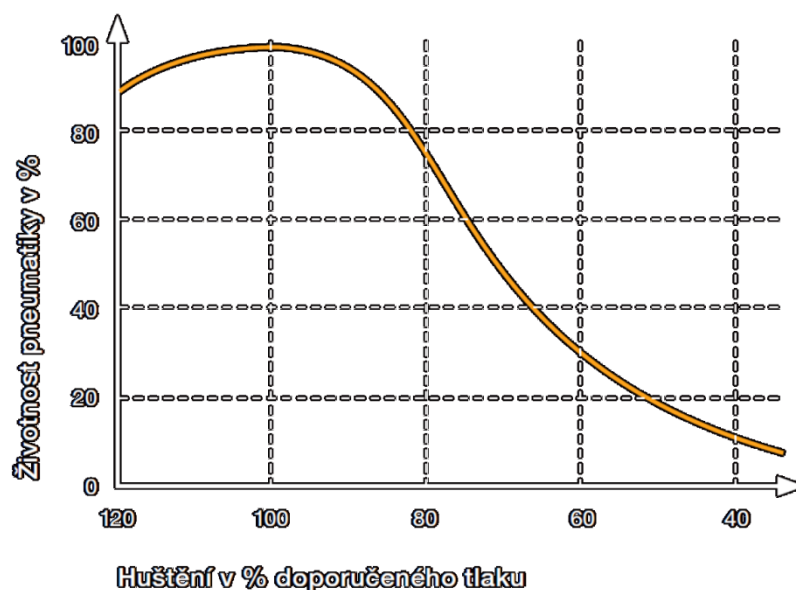
Obrázek 31: Prolámané kordy v boku od podhuštění a přetížení [11]

Dlouhodobé podhuštění má vliv i na nerovnoměrné sjíždění běhounu. Sjíždění běhounu způsobené nedostatečným huštěním pneumatiky se projeví nadměrným opotřebením okrajů běhounu, zatímco střed pláště je zachován v původním stavu. Střed běhounu se prolamuje více než okraje a vzniká tak větší tlak na okraje běhounu. Okraje běhounu pneumatiky se za těchto nepříznivých provozních podmínek velmi rychle opotřebují. Naopak vysoký tlak způsobí vyklenutí středu běhounu a plášť nedosedá při jízdě vozidla celou šířkou plochy desénu na vozovku. Je tedy výrazně více ojetý střed běhounu oproti nepatrnému opotřebení okrajů.



Obrázek 32: Opotřebení středu běhounu pneumatiky [11]

Přehuštění může zavinit podélné praskliny mezi vzorkem běhounu. Pneumatika se tak může při jízdě snadněji prorazit. Plášť také dostatečně netlumí nárazy od nerovností na povrchu vozovky, po které se odvaluje. Otřesy a nárazy tak pneumatika přenáší na celé vozidlo. Jelikož dlouhodobě provozované nesprávně nahuštěné pneumatiky opravit již nelze, jízda automobilu na podhuštěných či přehuštěných pneumatikách má za následek menší životnost plášťů.



Graf 4: Důsledky huštění pneumatik [11, s.20]

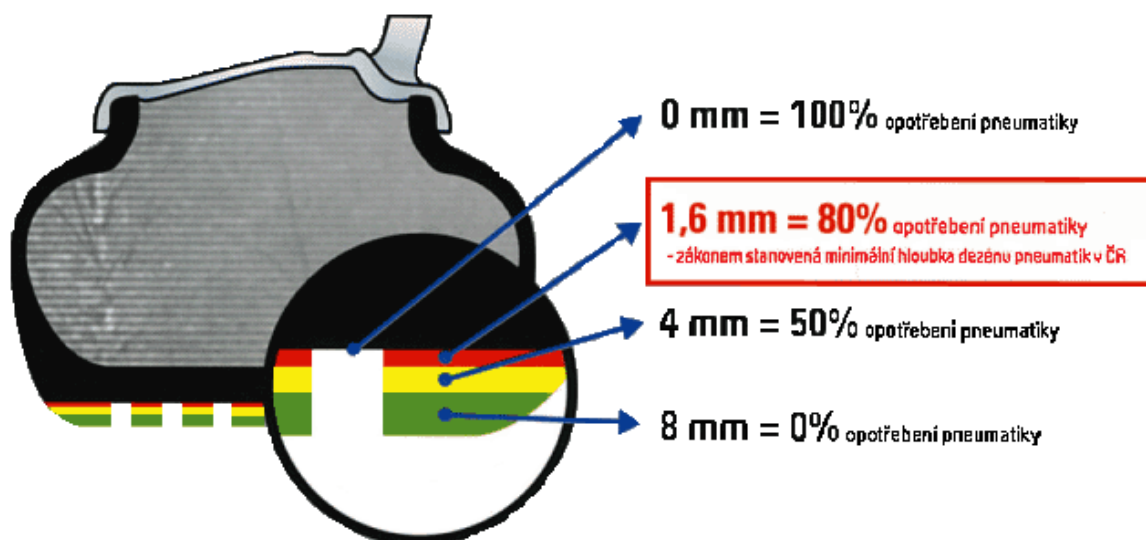
5.2 Teplota pneumatik

Při pohybu vozidla je část hnací síly absorbována pneumatikou a přeměňována na teplo. Nárůst teploty pneumatik závisí na chemickém složení a konstrukci pneumatik. Při konstrukci pneumatik musí být voleny takové materiály a konstrukční provedení, aby se provozní teplota pneumatiky udržela dostatečně nízkou. Teplota má vliv na chování pneumatik během jízdy a ovlivňuje tak celkovou životnost pneumatik. „Teplota, které dosáhne pneumatika po delší době provozu, závisí na vzájemném poměru mezi vývinem a odvodem tepla. Protože pryž je špatný vodič tepla, dojde ke značným rozdílům teplot v profilu pneumatiky.“ [10, s. 36] Teplotou pneumatik je míněna teplota na povrchu pláště. Ke zjištění konkrétních hodnot, kterých teplota povrchu pláště dosahuje, lze provést měření ve středu běhounu a na okrajích. Teploty ve středu běhounu a na okrajích běhounu se shodují pouze, pokud je pneumatika nahuštěna na předepsaný tlak.

5.3 Hloubka dezénu pneumatik pro silniční vozidla

Každá pneumatika užívaná v běžném silničním provozu musí být opatřena dezénem o patřičné hloubce. Pneumatiky musí mít drážky a lamely po celém svém obvodu a po celé šířce běhounu. Hloubka dezénu letní pneumatiky dle platné vyhlášky České republiky činí pro silniční vozidla minimálně 1,6 mm. Je doporučováno používat letní pneumatiky s hloubkou dezénu nejméně 3 mm. Hloubka dezénu zimní pneumatiky osobního vozidla musí být nejméně 4 mm a hloubka dezénu u vozidla nad 3500 kg nejméně 6 mm („Toto doporučení se týká všech pozic na všech osách tahače, přívěsu nebo návěsu“ [20]).

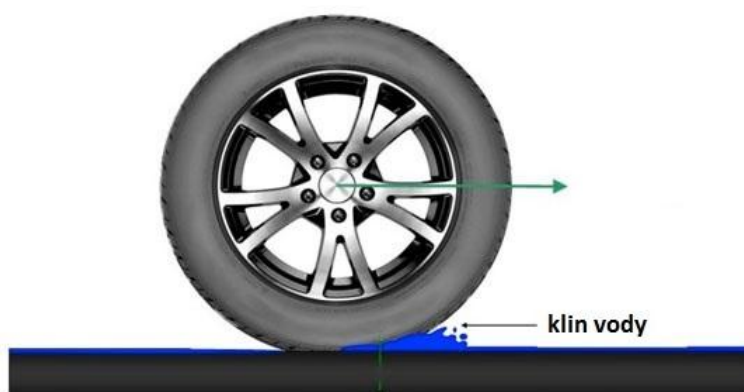
Uvedené hloubky dezénů zajišťují stále dostatečný brzdný účinek na mokré či zasněžené vozovce. Největším nebezpečím u ojetých silničních pneumatik je aquaplaning.



Obrázek 33: Dezén pneumatik [19]

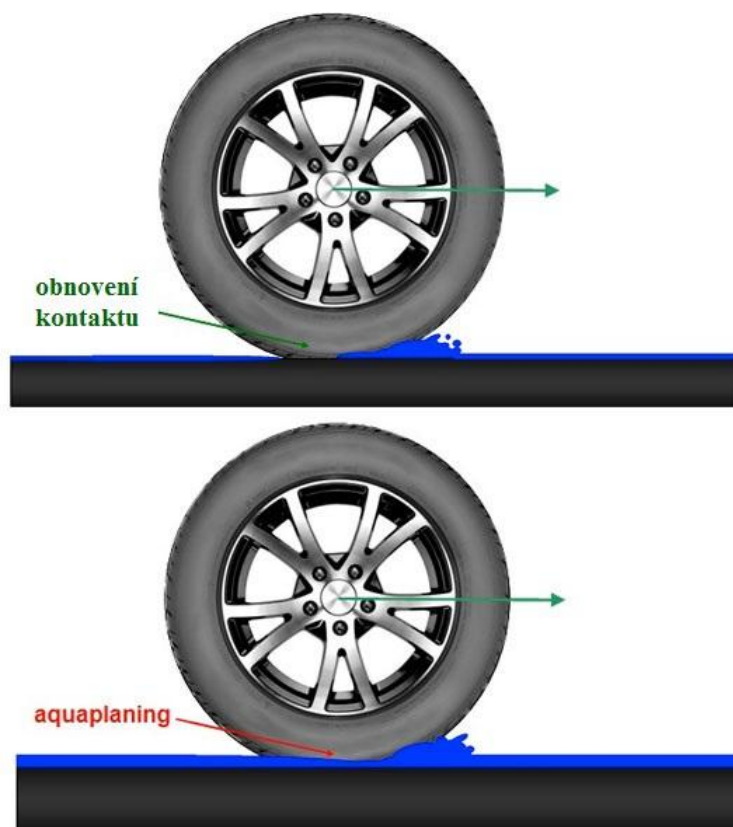
5.4 Aquaplaning

Jak se můžeme dočíst v článku Oponeo o aquaplaningu hovoříme, pokud dezén automobilu není schopen bezpečně odvádět vodu nacházející se pod pneumatikou. Aquaplaning nastává na vozovce pokryté silnou vrstvou vody. Pneumatika při určité rychlosti ztrácí soudržnost s vozovkou a vozidlo se stává neovladatelným. Pneumatika valící se vysokou rychlostí na vrstvě vody vytváří v přední části vodní klín, který se s rostoucí rychlostí zvětšuje.



Obrázek 34: Vznik aquaplaningu [12]

„Náraz běhounu na tento vodní klín způsobuje nárůst hydrodynamického tlaku vody. Při stálé hloubce vody, narůstá tento tlak proporcionálně na druhou mocninu rychlosti, a ve chvíli, kdy dosáhne hodnoty vyšší, než je hodnota tlaku působeného pneumatikou na povrch, není pneumatika schopná odtláčit klín vody a začíná se nechávat na vodě unášet. Dojde k oddělení celé styčné plochy pneumatiky od povrchu vozovky. Hodnota tlaku působeného pneumatikou na povrch vozovky je podobná hodnotě tlaku v pneumatice. Jev aquaplaningu jde ruku v ruce s vyrovnáním se obou těchto hodnot.“ [12]

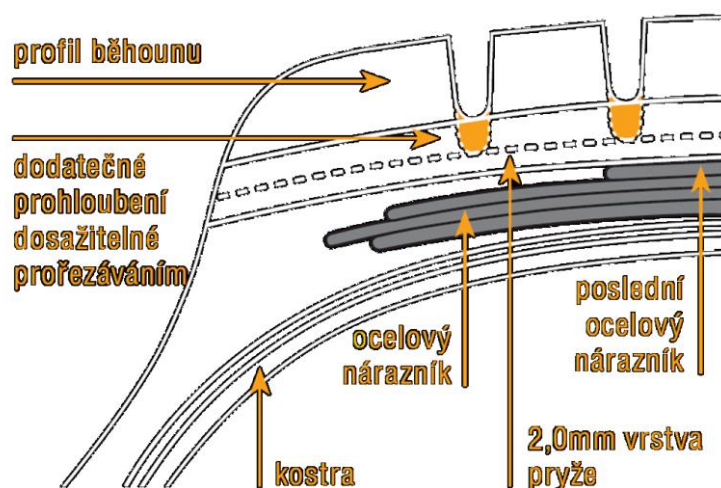


Obrázek 35: Průběh aquaplaningu [12]

Vznik aquaplaningu je zapříčiněn také nedostatečnou hloubkou drážek dezénu. Na omezení vzniku aquaplaningu má velký vliv rovněž uspořádání drážek dezénu. Účelem drážek je odvést co nejrychleji kapalinu z prostoru mezi pneumatikou a vozovkou. Obecně lépe se vypořádají s vrstvou vody ležící na vozovce bez rizika vzniku aquaplaningu pneumatiky se směrovým dezénem. Naopak nejhůře zvládají jízdu po vozovce pokryté silnou vrstvou vody pneumatiky se symetrickým dezénem. Ideální tvar stopy pneumatik je co nejvíce zaoblený. Zaoblený tvar způsobuje narušení vodního klínu, který se vytvořil před pneumatikou. Vznik aquaplaningu podporuje i nesprávné huštění pneumatik. Při nesprávné huštění dochází k nerovnoměrnému zatížení styčné plochy.

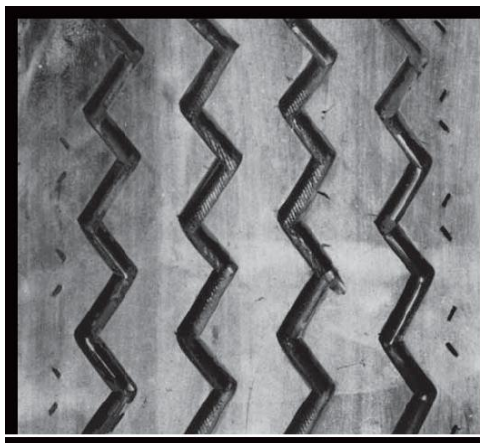
5.5 Prořezávání

Prořezání pneumatik je možné pouze v případě, že pneumatika má na své boční straně umístěný nápis REGROOVABLE. Takto označené nákladní pneumatiky jsou prořezávatelné díky silné vrstvě pryže pod běhounem. Tato zesílená bezpečnostní vrstva je umístěná mezi horní plochou nárazníku a drážkami běhounu a slouží k tomu, aby bránila proniknutí kamenů do ocelového nárazníku a do kostry.



Obrázek 36: Doporučení pro prořezávání [13]

I přesto, že pneumatika je označena slovem REGROOVABLE lze dodatečné prořezávání provádět jen v některých případech. „*Tloušťka bezpečnostní vrstvy nad nárazníkem může být snížena a kameny apod. mohou snadněji prorazit a poškodit ocelové pásy, což vede k tvorbě rzi. To má výrazně nepříznivý vliv na vhodnost pneumatiky k protektorování.*“ [13, s. 66] Bezpečná doba pro provedení prořezání je v okamžiku, kdy dezén dosahuje hodnoty 3 mm. Hodnoty 3 mm musí dezén dosahovat na celém povrchu pláště. Pneumatika nesmí být nerovnoměrně opotřebena.



Obrázek 37: Poškození způsobené příliš hlubokým prořezáváním [11]

5.6 Protektorování

Protektorováním je označen proces, který obnovuje životnost ojeté pneumatiky. Protektorování pneumatik je energeticky méně náročné než výroba pneumatik zcela nových. Nižší energetická náročnost výroby protektorů se projeví snížením nákladů na výrobu protektorů. Z hlediska ekologie je protektorování opotřebovaných pneumatik také velmi přínosné. Oproti výrobě zcela nových pneumatik dochází k úspoře surovin, nastane pokles objemu odpadů. Sníží se množství pneumatik vyřazených z provozu. Sníží se tedy celkové náklady na recyklaci vyřazených pneumatik.

Pokud jsou pneumatiky protektorovány od bočnice k bočnici, je obnoven pouze běhoun. Pokud se pneumatiky protektují od patky k patce, je obnoven běhoun i bočnice.



Obrázek 38: Protektorovaný běhoun

Protektorovaný běhoun i bočnice[14]

„Existují dva způsoby protektorování pneumatik: protektorování studenou vulkanizací a teplou vulkanizací.“ [11, s. 16] Pro oba typy vulkanizace je výrobní proces podobný, a to až do aplikace běhounu na kostru a jeho vulkanizace.

Teplé protektorování

Teplé protektorování a jeho proces je velice podobný jako výroba zcela nové pneumatiky. *„Materiál běhounu je odebírán přímo od vytlačovacího stroje a následně je pokládán na odrásanou kostru. Poté je kostra se surovým běhounem vložena do vulkanizační tvárnice s požadovaným dezénem.“* [11, s. 16] Následně je dezén na běhounu vytvořen vulkanizačním procesem stejně jako při výrobě nové pneumatiky. Výhodné je teplé protektory pokládat od patky k patce. Pláště jsou tak obnoveny včetně bočnice.

Studené protektorování

„Při použití metody studeného protektorování je již vylisovaný a předvulkanizovaný běhoun aplikován na připravenou kostru. Pás běhounu spolu s vrstvou vulkanizačních činidel je položen na odrásanou kostru. Pak je takto připravená pneumatika vložena do autoklávu. V autoklávu (vulkanizační komoře) dojde vlivem teploty a tlaku ke spojení jednotlivých částí.“

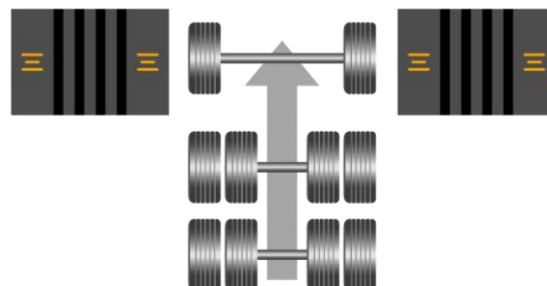
[11, s. 16]

5.7 Geometrie

Jestliže při odvalování dochází zároveň ke smýkání (i když jen velmi malému), pak tento stav snižuje spolehlivé vedení vozidla na vozovce v příslušném požadovaném směru, chování vozidla vykazuje zhoršené jízdní vlastnosti a na pneumatikách se po jistém čase projevuje zvýšené opotřebení. Je prokázáno, že nesprávná geometrie kol výrazně snižuje životnost pneumatik.

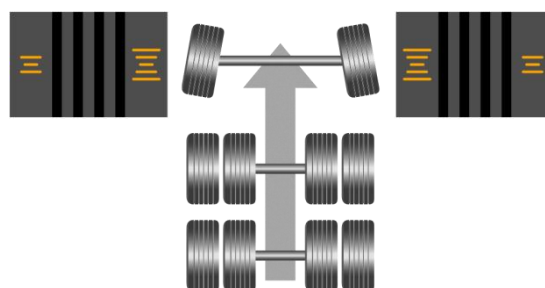
Správná geometrie

Při správné geometrii se kola opotřebovávají rovnoměrně na obou stranách.



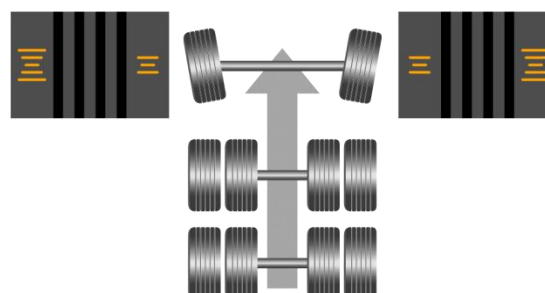
Sbíhavost

Sbíhavá přední kola se více opotřebovávají na vnější straně.



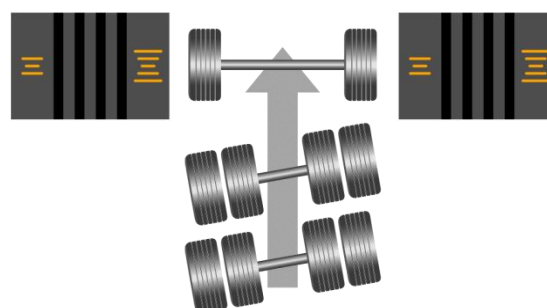
Rozbíhavost

Při rozbíhavosti kol se více opotřebovávají vnitřní části dezénu.



Odchylka ze směru

Když osa nápravy není kolmá na směr jízdy, vozidlo uhýbá do strany. V důsledku toho jsou pneumatiky opotřebovány vždy na stejné straně.



Obrázek 39: Opotřebení pneumatik [15]

Pro zvýšení životnosti pneumatik je dobré, pokud výrobce umožňuje, pravidelně měnit pozice jednotlivých pneumatik na vozidle.

5.8 Vyvažování

V dnešní době veškerá silniční vozidla dosahují vysokých rychlostí. Navíc jejich kola, v porovnání se zemědělskými stroji, se vyznačují malým průměrem. Kola silničních vozidel tedy rotují vysokými otáčkami a projeví se na nich i drobná nevyváženost. Běžně se stává, kdy je kolo nevyvážené, projeví vibracemi přenášenými až na volant řidiče. Nevyvážené kolo může ohrozit bezpečnost provozu a zvýšit náklady na provoz vozidla. Jmenovitě se jedná o prodloužení brzdné dráhy, ovlivnění chování vozidla při průjezdu zatáčkou, nerovnoměrné sjíždění pneumatik. Dále lze zmínit zkrácení životnosti ložisek, tlumičů a součástí řízení.

5.9 Údržba

Skladování: „Nepoužité pneumatiky by měly být skladovány v chladných, suchých, tmavých a lehce větraných místnostech. Pneumatiky, které nejsou nasazené na ráfkách by měly být skladovány ve stojící poloze.“ [13, s. 108] Takto skladované pneumatiky je nutno občas pootočit, aby se předešlo jejich deformacím. Při skladování pneumatik na ráfcích se doporučuje nahustit je na běžný provozní tlak a umístit do stoju na sebe. Je vhodné před uskladněním smýt čistou vodou z pneumatik nečistoty a zbytky zimní posypové soli. Skladovat pneumatiky tak, aby byl znemožněn kontakt s pohonnými látkami, mazivy, rozpouštědly a jinými chemikáliemi a nevystavovat pneumatiky přímému slunečnímu svitu. Nesprávné skladování se projeví vznikem drobných trhlinek na povrchu.

Dále údržba spočívá v kontrole tlaku uvnitř všech pneumatik užitých na vozidle či jízdní soupravě, ve správné montáži a demontáži na ráfky kol, vyvažování, kontrole hloubky dezenu a v kontrole rovnoměrnosti opotřebení dezenu, odstranění vklíněných předmětů z dezenu a z prostor mezi koly dvojmontáže. Spočívá také ve vizuální kontrole stavu bočnic pneumatik, kontrole stavu běhounu.

Firma Continental ve své publikaci [3] uvádí **Možné poškození pneumatik pro nákladní automobily:**

BĚHOVN

- **Nadměrné jednostranné opotřebení**
Doporučeno: Seřídít geometrii kol, seřídít nápravy
- **Nadměrné oboustranné opotřebení**
Doporučeno: zajistit dostatečné hustění

- **Nadměrné opotřebení ve středu běhounu**

Doporučeno: upravit tlak v pneumatice tak, aby odpovídal danému zatížení

- **Nestejněoměrné opotřebení po obvodu**

Doporučeno: použít do dvojmontáže pouze pneumatiky s naprosto stejným průměrem
opravit zavěšení kola, pružiny, tlumiče
odstranit vůle v čepech, v ložiskách

- **Poškození po obvodu**

- **Poškození příliš hlubokým prořezáním**

- **Lokální opotřebení způsobené blokováním kola**

Doporučeno: Seřízení brzdového systému

Instalace protiblokovacího systému

- **Mechanické poškození běhounu způsobené prokluzem**

BOČNICE

- **Mechanické poškození bočnice po obvodu řezy**

- **Deformace kostry způsobena nárazem pneumatiky na překážku**

- **Prolámané kordy v boku od podhustění a přetížení**

- **Průraz kostry cizími předměty zachycenými mezi pneumatikami ve dvojmontáži**

- **Poškození bočnice od obrubníku**

- **Totální destrukce kostry způsobená jízdou na podhustěné pneumatice**

PATKA

- **Spálená patka – poškození patky přehřátím od brzd**

Doporučeno: Pravidelné kontroly brzdového systému

Používat retardér nebo regulátor konstantního tlaku brzd

- **Poškození patky způsobené špatným technickým stavem ráfku**

- **Poškození patky při montáži**

Dále pneumatice hrozí otrhání dezénových figur po zimním období způsobené jízdou se zimními řetězy.

6 Vlastní porovnání pneumatik pro silniční vozidla a vozidla užívaná v zemědělství

Ve vlastní práci jsem se zaměřil na rozdíly v oblasti označování pneumatik, rozdíly ve složení směsi a konstrukci pneumatiky, rozdílnosti dezénů, a porovnání nosností pneumatik.

Pro stanovení minimálního rozměru pneumatiky je zejména u silničních pneumatik nezbytné zohlednit nejen maximální možné zatížení připadající na nápravu, ale také maximální konstrukční rychlost vozidla.

Podle směrnice EU musejí mít pneumatiky určené pro silniční provoz při provozní rychlosti překračující 80 km/hod. provozní označení zahrnující symboly LI a SI doplněny o číselné údaje. Firma Mitas na svých agro-pneumatikách používá toto označení, i když zemědělské stroje rychlost 80 km/hod. nepřekračují. Pláště jsou podle svého určení dimenzované na určitou nosnost a maximální provozní rychlost. Tyto hodnoty známé jako index nosnosti označován též jako LI - Load Index (Jedná se o číslo určující maximální nosnost pneumatiky při rychlosti určené kategorií rychlosti za daných specifických podmínek) a kategorie rychlosti označovaná též jako SI - Speed Index (označuje maximální rychlost, při které může pneumatika nést hmotnost určenou indexem nosnosti za daných specifických podmínek), jsou vylišovány na bočnici pláště v těsné blízkosti příslušného rozměru pláště a tyto hodnoty nesmí být překračovány.

PR je mezinárodní označení pevnosti kostry pneumatiky. Toto označení je historicky starší než značení LI, SI. Onačení PR značí počet bavlněných pláten. Dnes se bavlněná plátna již neužívají a jsou nahrazena syntetickými materiály. Z toho důvodu již pneumatika neobsahuje tolik vrstev plátna, jak je uvedeno v označení. (např. 12 bavlněných pláten je nahrazeno 4 plátny z nylonu, přesto má označení podobu 12 PR).

Značení pneumatik

Povinné značení pneumatik, neboli štítkování pneumatik, bylo zavedeno v závěru roku 2012 v celé Evropské unii. Podle tohoto nařízení musejí být všechny pneumatiky pro osobní, užitková vozidla a kamiony označeny tzv. třídou výkonnosti ve třech kritériích. Jedná se o hodnocení podílu pneumatiky na spotřebě paliva (tzv. energetická účinnost), přilnavosti na mokré vozovce, z důvodu bezpečného brzdění na mokré vozovce, a vnější hlučnosti pneumatiky. Každé ze tří kritérií má svou třídu výkonnosti vyjádřenou písmenem a barvou.

Je 6 tříd pro popis energetické účinnosti pneumatiky, 5 tříd popisující kvalitu brzdění na mokré vozovce a 3 třídy pro hodnocení vnější hlučnosti pneumatiky. Od listopadu 2014 je zakázané prodávat pneumatiky, které mají kritérium valivý odpor označený písmenem G a kvalitu brzdění na mokré vozovce písmenem F.

Úspora paliva/valivý odpor

Spotřeba paliva od A (nižší) po G (vyšší)

Valivý odpor výrazně ovlivňuje spotřebu paliva a hraje tak roli při ekonomickém a ekologickém náhledu. Vozidlo s nižší spotřebou produkuje méně škodlivých zplodin.

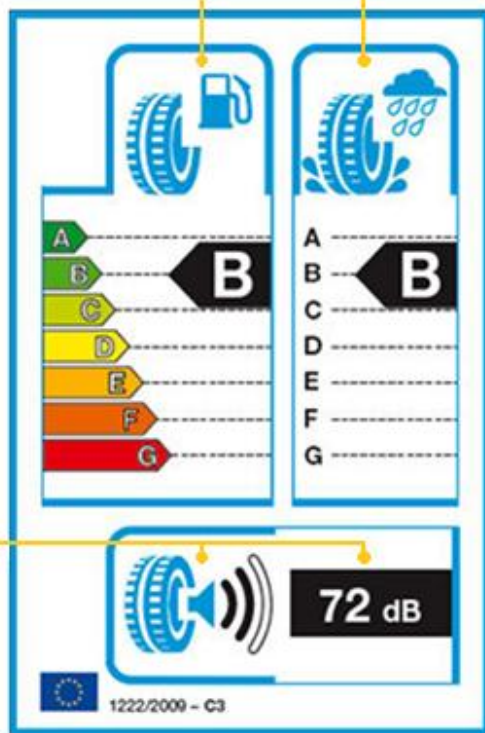
Úspora až 3,5 l/100 km může představovat rozdíl mezi dvěma třídami (např. B a C)

Záběr za mokra/brzdný výkon

Brzdná dráha za mokra od A (krátká) po G (delší)

Záběr za mokra je jedním z nejdůležitějších bezpečnostních kritérií kladených na pneumatiku. Dobrá hustota znamená kratší brzdnu dráhu na mokré vozovce.

Změna o jednu třídu znamená zkrácení brzdné dráhy o 5-10 m při plném brzdění z rychlosti 80 km/h. V případě nutnosti je důležitý každý metr a může být tím rozhodujícím faktorem zabraňujícím nehodě.



Vnější hluk odvalování/ emise hluku

Úroveň hluku od 1 (tichý) po 3 (hlučnější)

Hlučnost nákladní pneumatiky přispívá k celkové hlučnosti silničního provozu a zatěžuje tak životní prostředí.

Na štítku je hlučnost znázorněna pomocí jedné až tří vln, měřeno v decibelech. Tři vlny vyznačují pneumatiky, které překračují limit hlučnosti platný od roku 2016. Pneumatiky se dvěma vlnami jsou již pod tímto limitem, s jednou vlnou ještě o 3 dB níže.

Změna hlučnosti o 10 dB odpovídá poloviční nebo dvojnásobné hlučnosti.

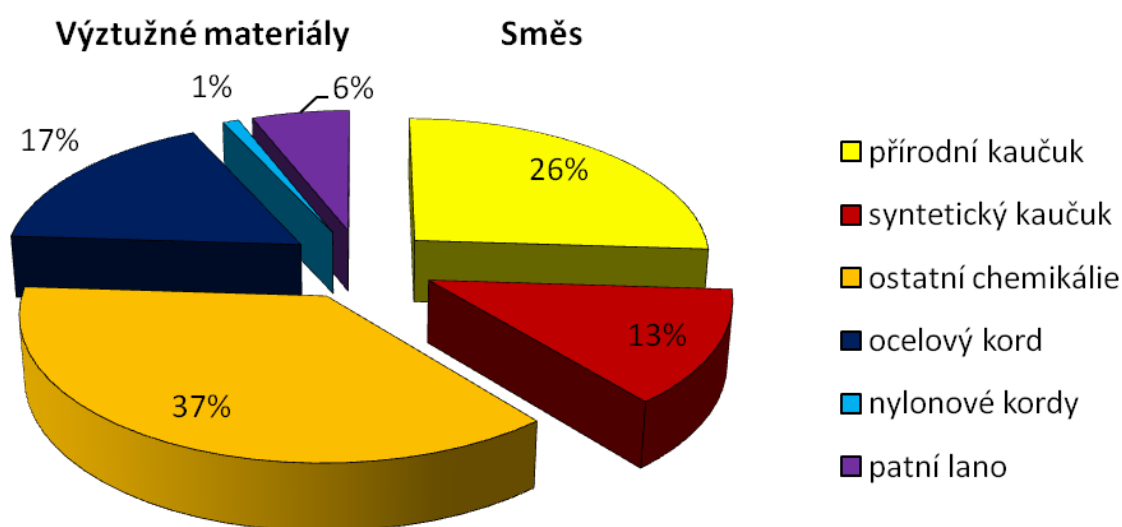
Obrázek 40: Štítkování pneumatik [16]

Na rozdíl od silničních vozidel, u kterých se zohledňuje vnější hlučnost pneumatiky šířící se do okolí při jízdě po asfaltové vozovce, u zemědělských pneumatik je podstatné snížit hlučnost pneumatiky z důvodu přenosu hluku do kabiny obsluhy stroje. Záběr za mokra se u zemědělských pneumatik nevyhodnocuje. Pneumatiky jsou primárně určeny pro jízdu za zhoršených adhezních podmínek.

Rozdíl mezi pneumatikami pro silniční provoz a pneumatikami vozidel užívaných v zemědělství lze nalézt v závěrečné fázi výroby. Vulkanizace a lisování pneumatiky pro osobní automobily trvá 9 až 15 minut, pro nákladní automobily může trvat i více než hodinu. U zemědělské pneumatiky stejný proces trvá dvě hodiny. Doba trvání se odvíjí od rozměru pneumatiky.

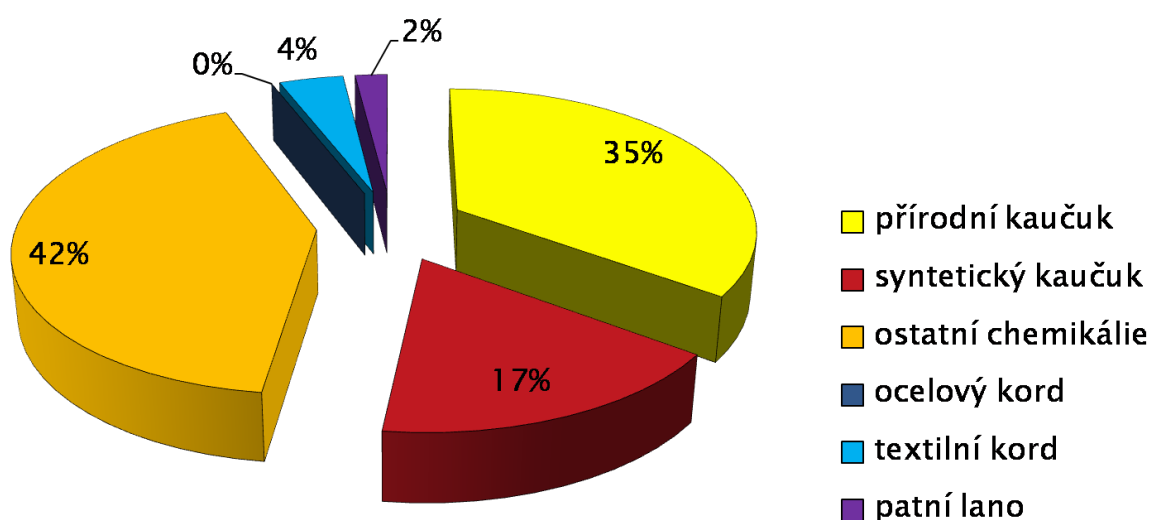
Pod pojmem výstupní kontrola pneumatik pro zemědělské stroje je míněna vizuální kontrola pláště. U rychlostních plášťů, to je u plášťů osobních vozidel, plášťů určených pro vozidla užívaných v dálkové kamionové dopravě a u plášťů pro autobusy, následuje ještě navíc rentgenová kontrola. Rentgenová kontrola odhalí i některé drobné defekty skryté uvnitř pláště. Při uvedení do provozu pneumatik s vnitřními defekty hrozí riziko celkového poškození pneumatiky a způsobení nehody.

Pro vlastní porovnání pneumatik pro silniční vozidla a vozidla užívaná v zemědělství jsem zvolil zástupce obou kategorií. Jako zástupce pneumatik pro silniční provoz jsem zvolil pneumatiky pro nákladní automobily a autobusy. Jedná se o pneumatiky vozidel, která jsou svou hmotností blízké hmotnosti zemědělských strojů na rozdíl od pneumatik pro osobní automobily.



Graf 5: Materiály, které se podílejí na konstrukci pneumatiky pro nákladní vozidla

Pokud by bylo popisováno složení pneumatik napříč celým sortimentem, došlo by vzhledem k mnoha aplikacím k značnému zkreslení výstupních informací. Při výběru pouze jedné vzorové pneumatiky by informace neměly dostatečnou vypovídací schopnost. Pro získání informací o složení zemědělských pneumatik bylo tedy vhodné vybrat několik agro pneumatik o konkrétním rozměru a zjistit jejich složení. Vybral jsem dezény, které jsou určeny pro práci na polích či loukách. Volba rozměru pneumatik padla na průměr ráfku R38. Jedná se totiž o běžnou traktorovou pneumatiku, kterou jsem schopen porovnat napříč aplikacemi. Graf nazvaný „Materiály, které se podílejí na konstrukci agro pláště“ byl sestaven pro vzorek pěti dezénů. Konkrétně se jedná o RD-02 520/70 R38 – pneumatika vyznačující se vysokou nosností, RD-03 540/65 R38 a RD-03 710/70 R38 – široká záběrová pneumatika která méně utužuje půdu, AC70 T 580/70 R38 - pneumatika určená pro těžkou polní práci, AC85 520/85 R38 – všestranná pneumatika pro pohyb na pozemcích. Informace získané o konstrukci agro plášťů byly ve formě hmotnostních podílů. Aby bylo možné vytvořit graf porovnatelný s grafem „Konstrukce pneumatik pro nákladní vozidla a autobusy“, bylo nutné provést tzv. rozpad váhy pneu do hmotnosti surovin. Jelikož jsem nezískal informace kolik, které přísady se skrývá pod pojmem ostatní chemikálie v konstrukci pneumatik pro nákladní vozidla a autobusy bylo nutné i v grafu znázorňujícím složení agro pláště sjednotit jednotlivé komponenty pod společný název a jejich číselné hodnoty sečíst.



Graf 6: Materiály, které se podílejí na konstrukci agro pláště

Při pohledu na oba sestrojené grafy je patrné, že pneumatiky pro silniční provoz jsou tvořeny menším podílem přírodní pryže. Zemědělské pneumatiky jsou kvůli požadavkům na jejich poddajnost, cyklické změny tlaku huštění, tvořeny větším podílem přírodního kaučuku než pneumatiky pro silniční provoz. Pneumatiky silniční jsou naopak tvořeny větším podílem syntetického kaučuku než pneumatiky zemědělské. Tento rozdíl je viditelný především u pneumatik osobních vozidel. U pneumatik pro nákladní vozidla a autobusy je tento rozdíl mezi poměrem syntetického a přírodního kaučuku potlačen, neboť se jedná stejně jako zemědělské pneumatiky o pneumatiky velmi hmotnostně namáhané. Také směs pro výrobu zimních pneumatik obsahuje větší podíl přírodního kaučuku. Pneumatika je tak měkčí a pružnější. Směs, pro výrobu letních pneumatik, je tvořena převážně syntetickým kaučukem. Poměry přírodního a syntetického kaučuku jsou u osobních a nákladních pneumatik opačné. Aby byl rozdíl mezi zemědělskými a silničními pneumatikami názorný, bylo by nutné porovnat agro pneumatiky s pneumatikami pro osobní automobily. Je ovšem otázka, zda by se neporovnávalo neporovnatelné.

V konstrukci pneumatik nákladních vozidel je ve velké míře obsažen ocelový kord. Často jsou pneumatiky nákladních vozidel tzv. celoodelové (ALL STEEL). Pneumatiky jsou tak velmi tuhé, pevné a vyznačují se díky tomu vysokou únosností. Pružnost těchto pneumatik je minimální, což u nákladních vozidel není tak zásadní. Naopak pneumatiky vozidel užívaných v zemědělství obvykle neobsahují ocelový kord. Jsou tvořeny textilním kordem (nylon, polyester), který umožňuje deformaci bočnice při snížení tlaku v pneumatice. Výjimku tvoří pouze pneumatiky pro lesní traktory, u kterých ocel a konstrukce pneumatik zajistí odolnost proti protržení, propíchnutí. Vysoká odolnost bočnice zemědělské pneumatiky je dosažena nikoliv pouze počtem vrstev, ale právě volbou užitých materiálů. Obecně lze říci, že gumárenské směsi pro tvorbu běhounu zemědělské pneumatiky, jsou uzpůsobeny požadavkům odolnosti běhounu proti oděru, jelikož jsou provozovány v různém terénu, který je často velmi nepříznivý. Při konstruování silniční pneumatiky je nutné užít gumárenské směsi s ohledem na výrazný vývin tepla během vysokých rychlostí jízdy po silničních komunikacích. Cílem je snížit valivý odpor při dálkové jízdě po dálnicích a zajistit optimální poměr mezi životností pneumatik a spotřebou paliva. Jízda po regionálních komunikacích vykazuje zvýšené namáhání bočnic pneumatik častým zatáčením vozidla a namáhání běhounu od brzdění vozidla. Z toho vyplývá, že volba pneumatiky je ovlivněna předpokládaným využitím soupravy.

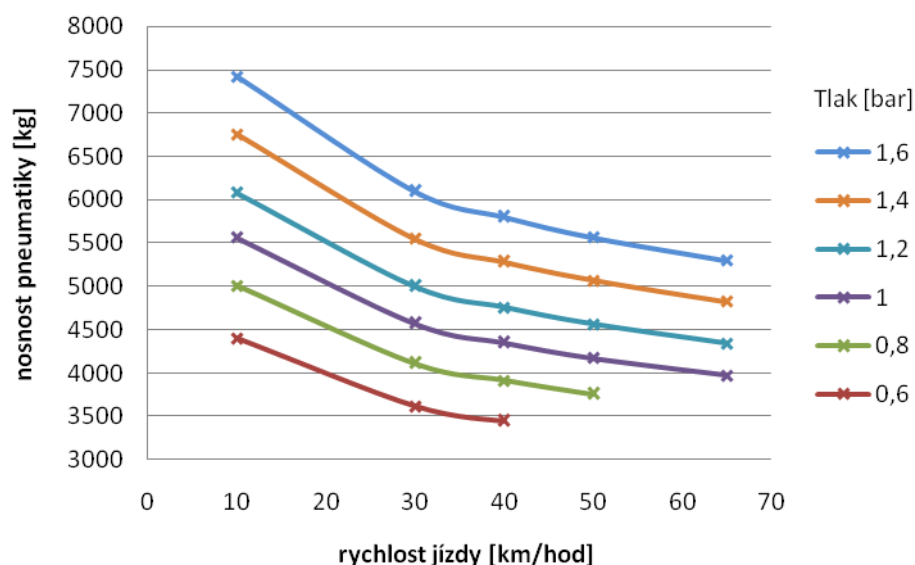
Silniční pneumatiky mají plnější dezén s nízkými výstupky. Plnější dezén zajistí velkou kontaktní plochu ve styku kola s vozovkou. Takovýto dezén by se ovšem v terénu ihned zaplnil blátem a pneumatika by nebyla schopna záběru. Zemědělské pneumatiky mají naopak dezén velmi řídký, s vysokými výstupky. Velké mezery mezi dezénovými bloky zajistí velmi snadné a účinné čištění vzorku. Nečistoty během jízdy odstředivou silou vylétají ven. Vysoké výstupky slouží k záběru v nezpevněném terénu. Tento dezén však nepatří do silničního provozu. Je pro své okolí hlučný a velmi rychle na zpevněném povrchu ubývá.

Historicky starší diagonální konstrukce je dnes u silničních vozidel již zakázána. Provozují se pouze silniční pneumatiky s radiální konstrukcí. Sortiment zemědělských pneumatik se vyrábí v obou variantách (jak v diagonální tak v radiální). Diagonální konstrukce je méně pracná a je tudíž levnější. Což je pro spotřebitele často rozhodující. Diagonální pneumatiky jsou ovšem tuhé, málo poddajné. Pořizovací cena pneumatiky s radiální konstrukcí je oproti diagonální vyšší. Tato pneumatika je ovšem díky nižšímu počtu vrstev oproti diagonální konstrukci méně tuhá, více pruží, což obsluha traktoru ocení, jelikož traktor není nijak jinak odpružen. Pevnost je však zachována.

K dotížení traktorových pneumatik se kromě kovových závaží v kolech a kovových či betonových závaží na přední traktoru využívá plnění pneumatik kapalinou. Výhodou dotížení traktorových pneumatik kapalinou namísto dotížení pomocí závaží je možnost nést těžší nářadí v ramenou hydrauliky. Pneumatiky mají předepsanou nosnost. Pokud je na traktor navěšeno závaží, pneumatiky jsou již částečně zatěžovány. Hmotnost neseného nářadí je o tuto hmotnost nutno snížit aby nebyla překročena povolená nosnost pneumatik.

Jelikož šípový traktorový dezén je opatřen mimořádně vysokými výstupky a konstrukční rychlost traktoru je do 65 km/hod, tak u zemědělských pneumatik odpadá problematika aquaplaningu. Také nižší rychlost jízdy a výrazně větší průměr kol zemědělských strojů zapříčiní nižší otáčky kol v porovnání se silničními vozidly. Běžná nevývaha kola se tedy v zemědělství neprojeví. I u vozidel užívaných v zemědělství se nesprávně nastavená geometrie kol řídící nápravy projeví asymetrickým opotřebením pneumatik, ale to pouze při dlouhodobém používání na zpevněných komunikacích.

Pro názornost jsem zpracoval následující grafy, které vyobrazují nosnost pneumatiky v závislosti na rychlosti jízdy.



Graf 7: Mitas RD 710/70 R38

Uvedený graf 7 byl vytvořen pro pneumatiku Mitas RD 710/70 R38 z dat obsažených v tabulce 3, respektive v Katalogu pneumatik Mitas (příloha č.1). Jedná se o pneumatiku traktorovou, jejíž materiálové složení bylo popsáno v grafu 6.

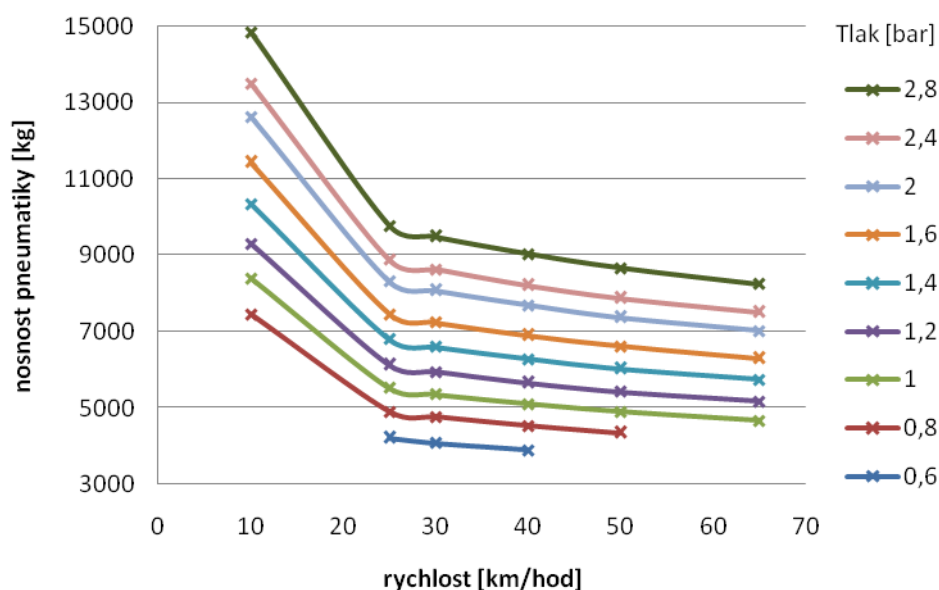
Mitas RD 710/70 R38

Rychlost (km/h)	Nosnost pneumatiky (kg) při hustícím tlaku (bar)							
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
10	3765	4405	5005	5565	6085	6755	7420	8705
30		3620	4110	4570	5000	5550	6095	
40		3445	3915	4350	4760	5280	5800	
50			3755	4175	4565	5065	5565	
65				3975	4345	4825	5300	

Tabulka 3: Mitas RD 710/70 R38 [3]

Jak je z uvedeného grafu zřetelné u pneumatiky se s rostoucí rychlostí snižuje nosnost. Nosnost je významnou vlastností každé pneumatiky. Tato veličina je závislá nejen na rychlosti jízdy, ale i na velikosti pláště, jeho konstrukci a huštění.

Jízda vysokou rychlostí zvyšuje riziko poškození pneumatiky. Pneumatika odvalující se vysokou rychlostí se totiž při kontaktu s překážkou poškodí snáze než pneumatika, která se odvaluje nižší rychlostí. Dalším možným důvodem poklesu nosnosti pneumatiky je, že při rychlé jízdě se pneumatika snáze zahřívá a vlivem roztažnosti plynů se tlak uvnitř pneumatiky zvyšuje. Nárůst tlaku uvnitř pneumatiky může vést až k jejímu nevratnému poškození nebo celkovému zničení s náhlou celkovou ztrátou tlaku. S rostoucí teplotou dochází ke změně mechanických vlastností pryže. Obecně při vyšších rychlostech jízdy, působí na pneumatiku síly vyšších hodnot. Zvětšuje se odstředivá síla, při průjezdu zatáčkou vysokou rychlostí působí na pneumatiku větší boční síly. Pneumatika se více deformuje, konstrukce je více namáhána. Zemědělské pneumatiky jsou specifické tím, že jejich nosnost je udávána nejen v závislosti na rychlosti, ale také pro různé hustíci tlaky.



Graf 8: Mitas CHO 900/60 R38

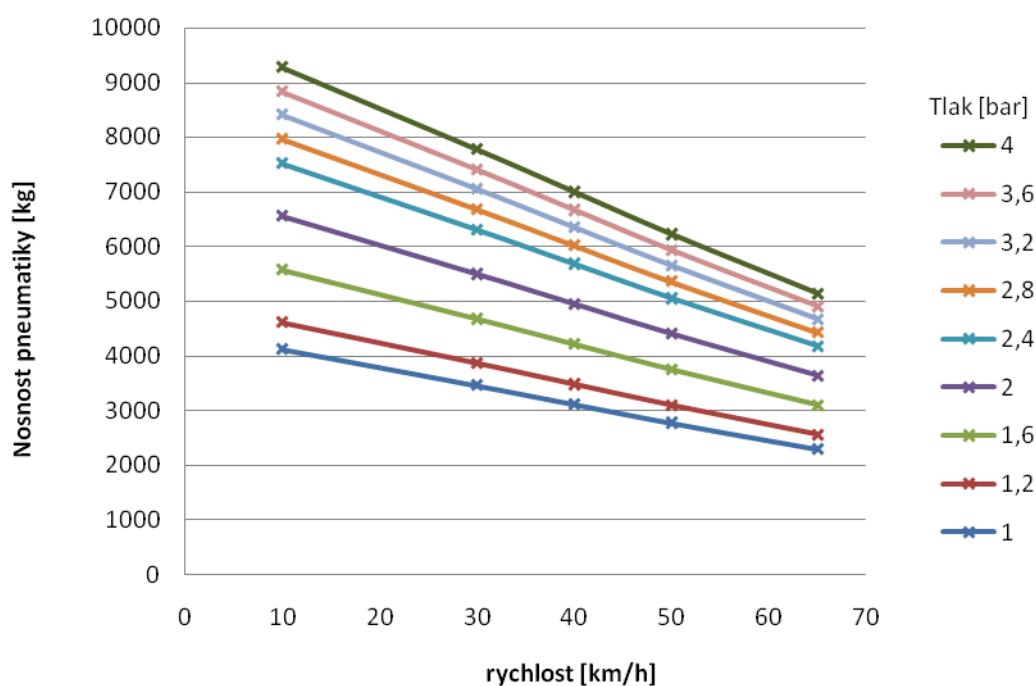
Graf 8, vytvořený z dat obsažených v tabulce 4, respektive v Katalogu pneumatik Mitas (příloha č.2), znázorňuje pneumatiku kombajnovou.

Mitas CHO 900/60 R38

Rychlost (km/h)	Nosnost pneumatiky (kg) při hustícím tlaku (bar)								
	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8
10 CHO		7460	8400	9310	10345	11340	12635	13500	14850
25	4215	4910	5530	6125	6810	7465	8320	8890	9775
30	4090	4765	5365	5945	6605	7245	8075	8625	9490
40	3895	4540	5110	5660	6290	6900	7685	8215	9035
50		4350	4900	5430	6030	6615	7370	7875	8665
65			4665	5170	5745	6300	7020	7500	8250

Tabulka 4: Mitas CHO 900/60 R38 [7]

Z grafu je patrné, že při rychlosti od 10 km/h do 25 km/h nosnost pneumatiky výrazně klesá. Nosnost pneumatiky při rychlosti 10 km/h je totiž tzv. nosnost pro cyklický provoz. Cyklickým provozem se rozumí jízda při sklizni s plným zásobníkem do jeho vyložení. Hodnoty nosnosti pro cyklický provoz lze použít pro přepravní operace při maximální rychlosti 10 km/h pro vzdálenost max. 800 m do vyložení zásobníku a zpáteční cestě bez zatížení. S takto vysokou nosností pneumatiky nelze počítat při přesunu po komunikacích. Při přesunu po komunikacích je však pneumatika běžně zatížena pouze hmotností vozidla (stroje). Graf nosnosti pneumatiky v úseku rychlostí 25 km/h až 65 km/h, jež odpovídají právě jízdě prázdného stroje po zpevněných komunikacích, klesá pozvolna oproti úseku rychlostí 10 km/h až 25 km/h. Jak již bylo popsáno, při práci na poli pneumatika musí nést nejen hmotnost stroje, ale také hmotnost sklizené komodity. Jako příklad mohu uvést sklízecí mlátičky John Deere řady T. Model T670 disponuje zásobníkem zrna o objemu 11 000 litrů. Při sklizni pšenice (až o 88 kg na hektolitr) dosahuje hmotnost sklizené plodiny obsažené v zásobníku $11\,000 \times 0,88 = 9680$ kg. Pohotovostní hmotnost modelu T670 (v závislosti na vybavení) činí 16 500 kg.



Graf 9: Mitas Agriterra 02 600/55 R26.5 IMP

Mitas Agriterra 02 600/55 R26.5 IMP

Rychlost (km/h)	Nosnost pneumatiky (kg) při hustícím tlaku (bar)								
	1	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4
10	4122	4608	5580	6552	7524	7965	8406	8838	9270
30	3458	3866	4681	5496	6312	6682	7052	7414	7777
40	3114	3482	4216	4950	5685	6018	6351	6678	7004
50	2771	3098	3751	4404	5058	5354	5651	5941	6232
65	2290	2560	3100	3640	4180	4425	4670	4910	5150

Tabulka 5: Mitas Agriterra 02 600/55 R26.5 IMP [7]

Graf 9, sestavený pro hodnoty uvedené v tabulce 5, respektive v Katalogu pneumatik Mitas (příloha č.3), reprezentuje pneumatiky určené pro zemědělská přípojná vozidla.

Každá zemědělská pneumatika není stejná. Pro pneumatiky zemědělských přípojných vozidel je charakteristika závislosti nosnosti pneumatiky na rychlosti takřka lineární, na rozdíl od charakteristik nosnosti v závislosti na rychlosti pro pneumatiky hnací nápravy ostatních zemědělských strojů.

Tvar průběhu nosnosti pneumatiky zemědělských přípojných vozidel v závislosti na rychlosti jízdy je opět dán převážně konstrukcí pneumatiky a chemickým složením směsi, ze které je utvořena. Konstrukce pneumatiky a složení směsi je uzpůsobena požadavkům a jízdnímu režimu pneumatik zemědělských přípojných vozidel. Uvažuje se, že zemědělské přípojné vozidlo se provozuje s daným zatížením dlouhodobě.

Graf nosnosti v závislosti na rychlosti u silničních pneumatik pro nákladní vozidla jsem nesestavil. Výrobci totiž neuvádějí hodnoty nosnosti v závislosti na rychlosti pro jednotlivé pneumatiky, jelikož koncoví uživatelé je nevyužívají. Výrobci u silničních pneumatik uvádějí index nosnosti a index rychlosti, tedy pouze jednu konkrétní hodnotu nosnosti v závislosti na rychlosti pro každou pneumatiku.

Na zpevněných komunikacích je potřeba hlavně nosnost při vysoké rychlosti, odpovídající konstrukční rychlosti vozidla, stabilita a nízký valivý odpor. U pneumatik pro silniční vozidla se jedná o jednu konkrétní hodnotu hustíciho tlaku, kterou je pneumatika nahuštěna po celou dobu své jízdy. Pro zvýšení nosnosti se hnací náprava nákladních vozidel a autobusů osazuje tzv. dvojmontáží.

Závěr

V bakalářské práci jsem zpracoval výrobu gumárenských směsí pro pneumatiky určené pro kolová vozidla užívaná v zemědělství. Za tímto účelem jsem navštívil výrobní závod Mitas Praha. Seznámil jsem se s jednotlivými pracovními operacemi při skládání pneumatik. V práci jsem se zabýval vlivem tlaku pneumatik na podložku, značením pneumatik, zásadami údržby a správného užívání pneumatik, skladováním pneumatik. Pneumatiky, užívané v zemědělství, se liší nejen výškou a šířkou pneumatiky, ale také složením směsí a konstrukcí. V práci jsem popisoval i některé speciality výrobního programu jako třeba Mitas AirCell, Mitas PneuTrac a pozvolný přechod na pásové podvozky. Tyto novinky lépe využívají dostupných technologií a znalostí o zatížení na podložku. Pro porovnání s pneumatikami pro silniční vozidla jsem zvolil firmu Continental. Pneumatiky pro silniční vozidla musí splňovat jiné požadavky dané jejich jízdním prostředím. Jejich konstrukce je navržena pro jízdu ve vysokých rychlostech po zpevněném povrchu. Dbá se na snížení valivého odporu, nízké opotřebení a úsporu paliva. Zemědělské pneumatiky by se při takto vysokých rychlostech nadměrně zahřívaly a došlo by k odseparování jednotlivých vrstev.

Pro porovnání složení směsí na výrobu pneumatik jsem zvolil pět zástupců z výrobního programu firmy Mitas a vytvořil jsem graf, který znázorňuje jednotlivé složky gumárenské směsi. Vytvořený graf agro plášťů jsem porovnal se získaným grafem pro nákladní automobily a autobusy. Dále jsem se zajímal o nosnost pneumatik v závislosti na rychlosti jízdy a tlaku huštění.

Po zpracování veškerých poznatků jsem došel k závěru, že pneumatiky pro kolová vozidla užívaná v zemědělství a pneumatiky pro silniční vozidla nelze jednoduše porovnat. Neexistuje jednoduché měřítko, na základě kterého by se dalo porovnat tyto pneumatiky. Důvodem je, že každá má své specifické požadavky a tomu uzpůsobené specifické vlastnosti a udávané parametry.

Seznam použitých zdrojů

- [1] VALA, Miroslav a Miroslav TESAŘ. *Teorie a konstrukce silničních vozidel I*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-719-4503-X.
- [2] Agrojournal: *Charakteristika pneumatiky pro zemědělství* [online]. [cit. 2015-11-03]. dostupné na: <http://www.agrojournal.cz/clanky/charakteristika-pneumatiky-pro-zemedelstvi-38>
- [3] Mitas: *Katalog pneumatik Mitas* [online]. [cit. 2015-11-12] dostupné na: http://mitas-tyres.co.uk.beta.nen.cz/underwood/download/files/mitas_agri_databook_cz_13th-3_2014.pdf
- [4] Storex: *Vývoj zemědělských pneumatik* [online]. [cit. 2015-11-03]. dostupné na: <http://storex.comin.cz/index.php?action=article&id=567>
- [5] Mitas: *Novinky* [online]. [cit. 2015-11-12]. dostupné na: <http://www.mitas-tyres.com/cz/rss/>
- [6] *Pneumatiky značky MITAS návod použití* [online]. [cit. 2015-11-12] dostupné na: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiZ6bO3krTMAhWGDpoKHZHGCXYQFggfMAA&url=http%3A%2F%2Fcgs.eu.epsilon.nen.cz%2Fsoubor.php%3Ffid%3D218&usg=AFQjCNGTb_xGHor5nj7rc4g-kD6vyYAlPQ
- [7] Mitas: *Katalog pneumatik Mitas* [online]. [cit. 2016-03-12]. dostupné na: http://mitas-tyres.co.uk.beta.nen.cz/underwood/download/files/m7_mit_agro_catalogue-14th_2016-2017_a5_cz_v05.pdf
- [8] BAUER, František a kolektiv: *"Traktory."*, 1. Vyd., Praha: Profi Press, 2006, ISBN 80-86726-15-0
- [9] Agrojournal: *Gumové pásy pro minirypadla a smykem řízené nakladače používané v zemědělství* [online]. [cit. 2015-11-03]. dostupné na: <http://www.agrojournal.cz/clanky/gumove-pasy-pro-minirypadla-a-smykem-rizene-nakladace-pouzivane-v-zemedelstvi-41>

- [10] GREPLOVÁ, Kristýna. *Pneumatika jako rozhodující prvek podvozku závodního automobilu*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Vedoucí práce Ing. František Pražák, Ph.D
- [11] Continental: *Technické informace* [online]. [cit. 2016-02-12].
dostupné na: http://www.conti-online.com/www/download/transport_sk_sk/hlavni/technic/download/tirebasics_pdf_sk.pdf
- [12] Oponeo: *Aquaplaning* [online]. [cit. 2016-02-11].
dostupné na: <http://www.oponeo.cz/clanek/aquaplaning>
- [13] Continental: *Technický rádce* [online]. [cit. 2016-02-12].
dostupné na: http://www.conti-online.cz/www/download/transport_cz_cz/misc/technic/download/technical_data_book_pdf_cz.pdf
- [14] Protektory Praha spol. s.r.o.: *Technický rádce* [online]. [cit. 2016-04-08]
dostupné na: <http://www.protektorypraha.cz/pneumatiky/technicky-radce/>
- [15] Continental: *Opotřebení pneumatik jako důsledek nevhodné geometrie* [online]. [cit. 2016-04-16] dostupné na: <http://www.continental-pneumatiky.cz/nakladni/knowhow/visual-alignment-indicator>
- [16] Continental: *Jak číst štítek* [online]. [cit. 2016-04-24]
dostupné na: http://www.conti-online.cz/www/transport_cz_cz/temata/eu-tire-label/how_to_read_new_en.html
- [17] Institut gumárenské technologie a testování: *Formy pneu* [online]. [cit. 2016-02-07].
dostupné na: <http://www.igtt.cz/strojirna/>
- [18] AGRICS: *Axial Flow 9240* [online]. [cit. 2016-02-08].
dostupné na: <http://www.agrics.cz/axial-flow-9230?sid=googlebot>
- [19] AutocentrumRK: *Dezén pneumatiky* [online]. [cit. 2016-02-16].
dostupné na: <http://www.autocentrumrk.cz/dezen-pneumatik-info/>
- [20] Continental: *Pneumatiky vhodné pro použití v zimě* [online]. [cit. 2017-02-26]
dostupné na: <http://www.conti-online.cz/>

Přílohy

Příloha č.1a Pneumatiky Mitas RD-03 - technická data a nosnosti

Rozměr	LI/SS	Ráfek (dovolený)	Šířka (mm)	Vnější průměr (mm)	Statický poloměr (mm)	Učinný obvod (mm)	Index obvodové rychlosti	75% vnitřního objemu (l)
540/65 R 30	150 D (153 A8)	W 16 L W 18 L W 15 L	532 552 522	1 484	667	4 427	700	330
540/65 R 34	145 D (148 A8)	W 16 L W 18 L W 15 L	523 543 513	1 579	710	4 710	750	360
600/65 R 34	151 D (154 A8)	W 18 L DW 18 L W 16 L	587 587 570	1 632	725	4 850	775	465
540/65 R 38	147 D (150 A8)	W 16 L W 18 L W 15 L	522 542 512	1 681	752	5 003	800	420
600/65 R 38	153 D (156 A8)	W 18 L DW 18 L W 16 L	588 588 568	1 742	781	5 212	825	500
650/65 R 38	157 D (160 A8)	W 18 L DW 20 B	626 646	1 829	809	5 410	875	630
710/70 R 38	166 D (169 A8)	DW 23 B	703	1 922	848	5 693	925	800
650/65 R 42	165 D (168 A8)	DW 20 B DW 18 L	635 615	1 926	868	5 767	925	650

Tabulka 6: Mitas RD technická data a nosnosti [3, s. 44]

Příloha č.1b Pneumatiky Mitas RD-03 - technická data a nosnosti

Nosnost pneumatiky (kg) při hustícím tlaku (bar)										Rychlost (km/h)
0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.4	3.0	
2 020		2 010	2 130	2 325	2 545	2 760	3 080	3 350		65
			2 235	2 440	2 675	2 895	3 235	3 520		50
	1 850	2 100	2 330	2 545	2 790	3 020	3 375	3 650		40
	1 940	2 205	2 450	2 675	2 930	3 175	3 545	3 855		30
	2 365	2 680	2 980	3 255	3 565	3 865	4 315	4 690	5 500	10
2 145		2 130	2 255	2 465	2 690	2 900				65
			2 370	2 590	2 820	3 045				50
	1 960	2 225	2 470	2 700	2 945	3 150				40
	2 055	2 335	2 595	2 835	3 090	3 335				30
	2 505	2 845	3 160	3 450	3 765	4 060	4 765			10
2 520			2 650	2 900	3 180	3 450				65
		2 505	2 785	3 045	3 335	3 625				50
	2 300	2 615	2 905	3 175	3 480	3 780				40
	2 420	2 745	3 050	3 330	3 655	3 970				30
	2 945	3 340	3 710	4 055	4 450	4 830	5 665			10
2 260		2 250	2 380	2 600	2 845	3 075				65
			2 500	2 730	2 985	3 230				50
	2 065	2 345	2 605	2 850	3 115	3 350				40
	2 170	2 465	2 765	2 990	3 270	3 535				30
	2 640	3 000	3 330	3 640	3 980	4 305	5 050			10
2 655		2 640	2 795	3 050	3 355	3 650				65
			2 935	3 205	3 525	3 835				50
	2 425	2 755	3 060	3 340	3 675	4 000				40
	2 545	2 890	3 210	3 510	3 860	4 200				30
	3 100	3 520	3 910	4 275	4 695	5 110	5 995			10
3 000		2 985	3 155	3 450	3 790	4 125				65
			3 315	3 625	3 980	4 330				50
	2 740	3 110	3 455	3 780	4 150	4 500				40
	2 880	3 270	3 630	3 970	4 360	4 745				30
	3 505	3 980	4 420	4 830	5 310	5 775	6 775			10
3 765		3 755	3 975	4 345	4 825	5 300				65
			4 175	4 565	5 065	5 565				50
	3 445	3 915	4 350	4 760	5 280	5 800				40
	3 620	4 110	4 570	5 000	5 550	6 095				30
	4 405	5 005	5 565	6 085	6 755	7 420	8 705			10
3 145		3 125	3 310	3 615	3 960	4 290	4 765	5 150		65
			3 475	3 795	4 155	4 505	5 005	5 410		50
	2 875	3 260	3 625	3 960	4 335	4 700	5 220	5 600		40
	3 015	3 425	3 805	4 160	4 555	4 935	5 480	5 925		30
	3 675	4 170	4 635	5 065	5 545	6 005	6 675	7 210	8 460	10

Uvedené hodnoty nosností pro hustící tlak 0.4 bar a 0.6 bar jsou určeny pouze pro užití v dvou nebo trojmontáži.

Pro práci na poli, při nízkých rychlostech a vysokém krouticím momentu, použijte hodnoty uvedené pro 30 km/h.

Při orbě v brázdě s jednoduchou montáží je dovolen minimální hustící tlak 0.8 bar.

Důležité: hustící tlak je odvislý od zatížení na jednu pneumatiku, rychlosti stroje a typu uskutečňovaných prací!

Pro intenzivní silniční provoz při 65/50/40/30 km/h musí být hustící tlak zvýšen o 0.4 bar. Při použití čelního nakladače musí být hustící tlak zvýšen o 0.4 bar. Maximální hustící tlak nesmí být překročen.

Všechny uvedené hodnoty jsou platné pro svah do 20% (11°). Pokud se pohybujete na svahu větším než 20%, kontaktujte výrobce.

Tyto pneumatiky jsou určeny pro běžné zemědělské použití, nikoliv pro nepřetržitý silniční provoz.

Bezdušové pneumatiky mohou být používány i s duší.

Tabulka 7: Mitas RD technická data a nosnosti [3, s. 45]

Příloha č.2a Pneumatiky Mitas CHO pro poháněná kola - technická data a nosnosti

Rozměr	Dezén Typ	LI/SS	Ráfek * (dovolený)	Šířka (mm)	Vnější průměr (mm)	Statický poloměr (mm)	Účinný obvod (mm)	Index obvodové rychlosti
900/60 R 38 CHO	SFT	178 D (181 A8)	DW 27 B DW 30 B	860 890	2 060	918	6 115	975
900/60 R 38 CHO°	SFT	181 D (184 A8)	DW 27 B DW 30 B	860 890	2 060	918	6 115	975
680/80 R 42 CHO	SFT	180 D (183 A8)	DW 21 B DW 23 B DW 20 B	670 690 660	2 190	983	6 500	1025
800/70 R 42 CHO°	SFT	182 D (185 A8)	DW 25 B DW 27 B	774 794	2 160	945	6 320	975
900/60 R 42 CHO°	SFT	183 D (186 A8)	DW 27 B DW 28 B DW 30 B	860 870 890	2 140	965	6 400	1 025

Tabulka 8: Mitas CHO technická data a nosnosti [7, s. 98]

Příloha č.2b Pneumatiky Mitas CHO pro poháněná kola - technická data a nosnosti

Nosnost pneumatiky (kg) při hustícím tlaku (bar)										Rychlost (km/h)
0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	
3 895 4 090 4 215		4 665	5 170	5 745	6 300	7 020	7 500			65
	4 350	4 900	5 430	6 030	6 615	7 370	7 875			50
	4 540	5 110	5 660	6 290	6 900	7 685	7 215			40
	4 765	5 365	5 945	6 605	7 245	8 075	8 625			30
	4 910	5 530	6 125	6 810	7 465	8 320	8 890			25
	7 460	8 400	9 310	10 345	11 340	12 635	13 500			10 CHO
3 895 4 090 4 215		4 665	5 170	5 745	6 300	7 020	7 500	8 250		65
	4 350	4 900	5 430	6 030	6 615	7 370	7 875	8 665		50
	4 540	5 110	5 660	6 290	6 900	7 685	7 215	9 035		40
	4 765	5 365	5 945	6 605	7 245	8 075	8 625	9 490		30
	4 910	5 530	6 125	6 810	7 465	8 320	8 890	9 775		25
	7 460	8 400	9 310	10 345	11 340	12 635	13 500	14 850		10 CHO
3 495 3 670 3 780		4 255	4 785	5 315	5 800	6 415	6 900	7 490	8 000	65
	3 905	4 470	5 025	5 580	6 090	6 735	7 245	7 865	8 400	50
	4 075	4 660	5 240	5 820	6 350	7 025	7 555	8 200	8 760	40
	4 280	4 895	5 505	6 110	6 670	7 375	7 935	8 615	9 200	30
	4 410	5 040	5 670	6 300	6 875	7 600	8 175	8 875	9 480	25
	6 700	7 655	8 610	9 570	10 440	11 550	12 420	13 480	14 400	10 CHO
3 995 4 200 4 325		4 865	5 470	6 080	6 700	7 340	7 750	8 500		50
	4 470	5 110	5 745	6 385	7 035	7 705	8 140	8 925		40
	4 660	5 325	5 990	6 660	7 335	8 035	8 485	9 310		30
	4 895	5 595	6 290	6 990	7 705	8 440	8 915	9 775		25
	5 040	5 765	6 480	7 205	7 940	8 700	9 185	10 075		20
	7 660	8 755	9 850	10 945	12 060	13 210	13 950	15 300		10 CHO
4 060 4 265 4 395		4 875	5 400	6 005	6 700	7 330	8 000	8 750		50
	4 545	5 120	5 670	6 305	7 035	7 695	8 400	9 190		40
	4 740	5 340	5 915	6 575	7 335	8 025	8 760	9 580		30
	4 980	5 605	6 210	6 905	7 705	8 430	9 200	10 065		25
	5 130	5 775	6 400	7 115	7 940	8 685	9 480	10 370		20
	7 795	8 775	9 725	10 805	12 060	13 195	14 400	15 750		10 CHO

* v přípravě

Uvedené hodnoty nosností pro hustící tlak 0,4 bar a 0,6 bar jsou určeny pouze pro užití v dvou nebo trojmontáži.

Pro práci na poli, při nízkých rychlostech a vysokém krouticím momentu, použijte hodnoty uvedené pro 30 km/h.

Při orbě v brázdě s jednoduchou montáží je dovolen minimální hustící tlak 0.8 bar.

Důležité: hustící tlak je odvislý od zatížení na jednu pneumatiku, rychlosti stroje a typu uskutečňovaných prací!

Pro intenzivní silniční provoz při 65/50/40/30 km/h musí být hustící tlak zvýšen o 0.4 bar. Při použití čelního nakladače musí být hustící tlak zvýšen o 0.4 bar. Maximální hustící tlak nesmí být překročen.

Všechny uvedené hodnoty jsou platné pro svah do 20% (11°). Pokud se pohybujete na svahu větším než 20%, kontaktujte výrobce.

Hodnoty nosností pro cyklický provoz použijte pro přepravní operace při nízkém krouticím momentu a maximální rychlosti 10 km/h pro vzdálenost max. 800 m do vyložení zásobníku a zpáteční cestě bez zatížení.

Cyklickým provozem (CHO) se rozumí jízda při sklizni s plným zásobníkem do jeho vyložení.

CFO: CHO: cyklické sklízecí práce (Cyclic Field Operation).

Bezdušové pneumatiky mohou být používány i s duší.

Tabulka 9: Mitas CHO technická data a nosnosti [7, s. 99]

Příloha č.3a Pneumatiky Mitas Agriterra - technická data a nosnosti

Rozměr	Dezén Typ	LI/SS	Ráfek * (dovolený)	Šířka (mm)	Vnější průměr (mm)	Statický poloměr (mm)	Účinný obvod (mm)
500/60 R 22.5 IMP	AGRITERRA 02	161 D	AG 16.00x22.5 15.00x22.5 16.00x22.5 17.00x22.5	524	1 172	543	3 547
560/60 R 22.5 IMP	AGRITERRA 02	165 D	AG 16.00x22.5 AG 20.00x22.5 16.00x22.5 17.00x22.5	567 607	1 247	568	3 743
600/50 R 22.5 IMP	AGRITERRA 02	163 D	AG 20.00x22.5	631	1 173	537	3 530
600/50 R 22.5 IMP	AGRITERRA 02	167 D	AG 20.00x22.5	631	1 173	537	3 530
710/45 R 22.5 IMP	AGRITERRA 02	165 D	AG 24.00x22.5 AG 20.00x22.5	729	1 208	545	3 610
600/55 R 26.5 IMP	AGRITERRA 02	165 D	AG 20.00x26.5	626	1 335	585	4 033
650/55 R 26.5 IMP	AGRITERRA 02	169 D	AG 20.00x26.5	653	1 383	627	4 142
650/65 R 26.5 IMP	AGRITERRA 02	174 D	AG 20.00x26.5	675	1 516	683	4 527

Tabulka 8: Mitas Agriterra technická data a nosnosti [7, s. 120]

Příloha č.3b Pneumatiky Mitas Agriterra - technická data a nosnosti

Nosnost pneumatiky (kg) při husticím tlaku (bar)											Rychlost (km/h)
1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	5,0	6,0	
1 730	1 935	2 335	2 735	3 135	3 320	3 505	3 690	3 875	4 125	4 625	65
2 093	2 341	2 825	3 309	3 793	4 017	4 241	4 465	4 689	4 991	5 596	50
2 353	2 632	3 176	3 720	4 264	4 515	4 767	5 018	5 270	5 610	6 290	40
2 612	2 922	3 526	4 130	4 734	5 013	5 293	5 572	5 851	6 229	6 984	30
3 114	3 483	4 203	4 923	5 643	5 976	6 309	6 642	6 975	7 425	8 325	10
2 065	2 305	2 785	3 265	3 745	3 965	4 185	4 405	4 625	5 150		65
2 499	2 789	3 370	3 951	4 531	4 798	5 064	5 330	5 596	6 232		50
2 808	3 135	3 788	4 440	5 093	5 392	5 692	5 991	6 290	7 004		40
3 118	3 481	4 205	4 930	5 655	5 987	6 319	6 652	6 984	7 777		30
3 717	4 149	5 013	5 877	6 741	7 137	7 533	7 929	8 325	9 270		10
1 950	2 175	2 630	3 085	3 535	3 745	3 955	4 165	4 375	4 875		65
2 360	2 632	3 182	3 733	4 277	4 531	4 786	5 040	5 294	5 899		50
2 652	2 958	3 577	4 196	4 808	5 093	5 379	5 664	5 950	6 630		40
2 945	3 284	3 971	4 658	5 338	5 655	5 972	6 289	6 606	7 361		30
3 510	3 915	4 734	5 553	6 363	6 741	7 119	7 497	7 875	8 775		10
1 950	2 175	2 630	3 085	3 535	3 745	3 955	4 165	4 375	4 875	5 450	65
2 360	2 632	3 182	3 733	4 277	4 531	4 786	5 040	5 294	5 899	6 595	50
2 652	2 958	3 577	4 196	4 808	5 093	5 379	5 664	5 950	6 630	7 412	40
2 945	3 284	3 971	4 658	5 338	5 655	5 972	6 289	6 606	7 361	8 230	30
3 510	3 915	4 734	5 553	6 363	6 741	7 119	7 497	7 875	8 775	9 810	10
2 060	2 310	2 820	3 330	3 840	4 170	4 500	4 825	5 150			65
2 493	2 795	3 412	4 029	4 646	5 046	5 445	5 838	6 232			50
2 802	3 142	3 835	4 529	5 222	5 671	6 120	6 562	7 004			40
3 111	3 488	4 258	5 028	5 798	6 297	6 795	7 286	7 777			30
3 708	4 158	5 076	5 994	6 912	7 506	8 100	8 685	9 270			10
2 290	2 560	3 100	3 640	4 180	4 425	4 670	4 910	5 150			65
2 771	3 098	3 751	4 404	5 058	5 354	5 651	5 941	6 232			50
3 114	3 482	4 216	4 950	5 685	6 018	6 351	6 678	7 004			40
3 458	3 866	4 681	5 496	6 312	6 682	7 052	7 414	7 777			30
4 122	4 608	5 580	6 552	7 524	7 965	8 406	8 838	9 270			10
2 380	2 610	3 074	3 480	4 002	4 524	4 814	5 336	5 800			65
2 880	3 158	3 720	4 211	4 842	5 474	5 825	6 457	7 018			50
3 237	3 550	4 181	4 733	5 443	6 153	6 547	7 257	7 888			40
3 594	3 941	4 642	5 255	6 043	6 831	7 269	8 057	8 758			30
4 284	4 698	5 533	6 264	7 204	8 143	8 665	9 605	10 440			10
2 670	3 000	3 660	4 320	4 980	5 410	5 840	6 270	6 700			65
3 231	3 630	4 429	5 227	6 026	6 546	7 066	7 587	8 107			50
3 631	4 080	4 978	5 875	6 773	7 358	7 942	8 527	9 112			40
4 032	4 530	5 527	6 523	7 520	8 169	8 818	9 468	10 117			30
4 806	5 400	6 588	7 776	8 964	9 738	10 512	11 286	12 060			10

*další možné ráfky na dotaz

Pro intenzivní silniční provoz při 65/50/40/30 km/h musí být husticí tlak zvýšen o 0.4 bar.

Maximální husticí tlak nesmí být překročen.

Důležité: husticí tlak je odvislý od zatížení na jednu pneumatiku, rychlosti stroje a typu uskutečňovaných prací!

Všechny uvedené hodnoty jsou platné pro svah do 20% (11°). Pokud se pohybujete na svahu větším než 20%, kontaktujte výrobce.

Bezdušové pneumatiky mohou být používány i s duší.

Tabulka 8: Mitas Agriterra technická data a nosnosti [7, s. 121]