

# PNEUMATIKY PRO ZEMĚDĚLSKOU TECHNIKU

## TIRES FOR AGRICULTURAL MACHINERY

Petr Jilek<sup>1</sup>, Ivo Šefčík<sup>2</sup>, Lukáš Dušák<sup>3</sup>

---

*Anotace: Článek pojednává o pneumatikách, které jsou používány u zemědělské techniky. V článku jsou zmíněny specifika pneumatik používaných v zemědělství oproti pneumatikám pro silniční vozidla. Současně je krátce zpracována problematika kolového a pásového podvozku traktoru.*

*Klíčová slova: pneumatika, traktor, zemědělský stroj.*

*Summary: The article discusses about the tires that are used in agriculture machinery. The article discussed specifics of tires used in agriculture compared to tires for road vehicles. At the same time briefly analyzes the problem of wheeled and tracked tractor chassis of agriculture machinery*

*Key words: tire, tractor, agriculture machinery.*

### ÚVOD

Přesto, že v zemědělství se stále stupňují požadavky na minimální zhutnění půdy od zemědělské techniky, tak stále jsou nejrozšířenější kolové zemědělské stroje. V současné době vlivem různých podpůrných dotačních systémů se v zemědělství technika modernizuje. Proto je možné se setkávat v silničním provozu se stále modernějšími a výkonnějšími traktory. Každé přemístění zemědělské techniky po pozemní komunikaci způsobí snížení propustnosti dané komunikace. Proto moderní zemědělská technika je konstruována nejen za účelem zvýšení výkonosti při svém poslání mimo pozemní komunikaci, ale také na za účelem maximalizace rychlosti přemístění po pozemní komunikaci s dodržением požadované bezpečnosti.

Při valení pružného kola v plastickém terénu je hloubka koleje menší než při odvalování tuhého kola v témže 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. Při valení pružného kola po pružně plastickém terénu vznikají ztráty energie způsobené deformací kola a podložky, po které se kolo pohybuje.

---

<sup>1</sup> Ing. Petr Jilek, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravních prostředků a diagnostiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 486, Fax: +420 466 036 361, E-mail: [petr.jilek@upce.cz](mailto:petr.jilek@upce.cz)

<sup>2</sup> Ing. Ivo Šefčík, Ph.D. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravních prostředků a diagnostiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 418, Fax: +420 466 036 361, E-mail: [ivo.sefcik@upce.cz](mailto:ivo.sefcik@upce.cz)

<sup>3</sup> Lukáš Dušák, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Student oboru dopravní prostředky, se zaměřením na silniční vozidla, Studentská 95, 532 10 Pardubice, E-mail: [lukas.dusak@student.upce.cz](mailto:lukas.dusak@student.upce.cz)

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 radiální síly, co nejmenší negativní vliv na utužení půdy. V neposlední řadě je požadována dobrá samočistící schopnost pneumatiky od částic půdy.

## 1. KONSTRUKCE PNEUMATIK

### 1.1 Radiální pneumatiky

U pneumatik radiální konstrukce (Obr. 1) jsou kordová vlákna v kostře uložena pod úhlem 90° vzhledem ke směru otáčení pneumatiky. Vlákna jsou ukotvena kolem patkových lan. Kostra je obvodově vyztužena téměř neroztažitelným pásem. Pneumatiky s kordovými vložkami uspořádanými radiálně vykazují větší flexibilitu oproti diagonální konstrukci. Ta se projeví lepší přilnavostí pneumatik k nerovnostem a také větší absorpcí nežádoucích vibrací. Flexibilita zajistí větší styčnou plochu mezi pneumatikou a podložkou, která umožní snížit zhuštění 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 poškození, snížit vnitřní tlak v pneumatice. Nevýhodou radiálních pneumatik kolových vozidel užívaných v zemědělství je jejich nižší odolnost proti mechanickému poškození.

### 1.2 Diagonální pneumatiky

V kostře diagonální pneumatiky (Obr. 2) jsou vlákna kordu kladena 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.



Zdroj: (2)

Obr. 1 – Radiální pneumatika



Zdroj: (2)

Obr. 2 – Diagonální pneumatika

Diagonální pneumatiky mají své přednosti především u traktorů s nižším výkonem. Jejich výhodou je vysoká tuhost bočnic. Jsou tedy velmi odolné proti poškození a umožňují přenést velká radiální zatížení. Tyto pneumatiky mají ale také mnoho nevýhod a s rostoucím výkonem traktorů bylo zapotřebí přejít na použití větších pneumatik s větší záběrovou plochou. Hlavními nevýhodami diagonálních pneumatik jsou velké utužení zemědělské půdy,

špatné kopírování povrchu, po kterém se odvalují. 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.

## 2. 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. Šířkový tvar drážek dezénu se snaží eliminovat prokluz a zajistit tak přenos síly vycházející z motoru stroje na podložku. Na pneumatiky určené pro přední kola nápravy bez náhonu jsou kladeny zcela jiné požadavky a to v podobě 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 obutých na zadní nápravě (Obr. 3).

Pro traktory s náhonem na přední kola je tvar vzorku pneumatiky shodný s tvarem vzorku pneumatiky na zadních kolech. Traktory, které jsou primárně určeny pro dopravu zemědělských produktů po zpevněných komunikacích, mají obuty pneumatikami s výrazně nižším vzorkem (Obr. 4). Pneumatiky navíc disponují výstupky vzorku ve tvaru stříšek. 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.



Zdroj: (5)

Obr. 3 – Pneumatika pro přední nepoháněná kola



Zdroj: (5)

Obr. 4 – Pneumatika s komunálním dezénem

Zemědělská technika, která je určena pro údržbu trvalých travních ploch, je opatřena pneumatikami, které mají nízký široký vzorek (Obr. 5). Pneumatiky s nízkým širokým vzorkem zajistí jízdu po travním porostu bez jakéhokoliv rizika poškození vrchní travní vrstvy.



Zdroj: (5)

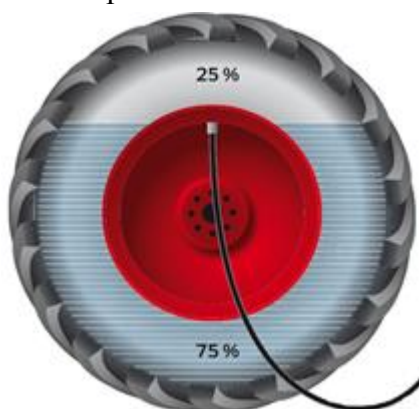
Obr. 5 – Nízko profilový dezén vhodný pro provoz na travnatých plochách

### 3. SPRÁVNÉ POUŽÍVÁNÍ PNEUMATIK

Při zatížení pneumatiky je třeba brát v úvahu souvislosti mezi rychlostí, nosností pneumatiky a hustícím tlakem. 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 a praskání vložek pneumatik. Naopak přehuštění způsobuje nárůst celkové tvrdosti pneumatik a snižuje tak jejich odolnost proti nárazům a vzrůstá náchylnost pneumatiky k proražení. Kontrolu tlaku vzduchu je doporučeno provádět minimálně každé dva týdny a vždy na studených.

### 4. DOTÍŽENÍ TRAKTOROVÝCH PNEUMATIK TEKUTINOU

V některých případech je pro zlepšení trakčních vlastností nezbytné zvýšit radiální zatížení pneumatik. Kromě dotížení pneumatik pomocí závaží v kolech či v ramenou hydrauliky lze pneumatiky dotěžovat také tekutinou naplněnou v kolech traktoru (Obr 6). Maximální přípustný objem kapaliny je do 75 % celkového objemu pneumatiky. V zimním období musí být tekutina vhodně ošetřena proti zamrznutí.



Zdroj: (2)

Obr. 6 – Dotížení pneumatiky kapalinou

Při dotížení pneumatiky 18.4 – 38 TD-19 (dušová TT) nemrznoucí směsí  $CaCl_2$  pro teplotu do  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  je možné dosáhnout nárůstu radiální reakce kola o cca. 4000 N.

Výhodou dotížení traktorových pneumatik kapalinou namísto dotížení pomocí závaží je možnost nést těžší nářadí v ramenu hydrauliky. Pneumatiky mají předepsanou nosnost. Pokud na traktor navěsíme závaží, již částečně zatěžujeme pneumatiky. Hmotnost neseného nářadí je o tuto hmotnost nutno snížit, aby nebyla překročena povolená nosnost pneumatik.

## 5. PÁSOVÝ PODVOZEK

Kolové traktory mají poměrně velký měrný tlak na půdu, větší prokluz a menší tahovou sílu. Tyto provozní nevýhody mohou eliminovat pásové podvozky traktorů. Pásové traktory měly v minulosti výhradně ocelové pásy, které jsou v současné době vytlačovány pryžovými pásy.

Pásový podvozek je jedním z řešení, jak účinněji přenést výkon motoru na podložku a současně jsou pásy 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. Dnes jsou na pásech nejen traktory ale také sklízecí mlátičky a jiné sklízeče polních plodin, překládací vozy a další stroje včetně samojízdných či tažených postřikovačů.

V současné době se používá dvou odlišných koncepcí pásového podvozku (Obr. 7). Jedná se buď o koncepci se dvěma, nebo se čtyřmi pásy. Hnací síla motoru je přenášena na hnací kolo pásu a po té na pás. Dále pásovou jednotku tvoří vodící a napínací kladky společně s mechanismem jejich uchycení.



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

Zdroj: (6,8)

Obr. 7 – Pásové jednotky zemědělské techniky

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.

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.

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.

## **6. VLASTNÍ POROVNÁNÍ PNEUMATIK PRO SILNIČNÍ VOZIDLA A VOZIDLA UŽÍVANÁ V ZEMĚDĚLSTVÍ**

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. Číselným kódem LI se značí tzv. index nosnosti, který přesně stanoví nosnost pneumatiky. Kód SI se nazývá rychlostní index a udává, pro jakou maximální rychlost je pneumatika zkonstruována.

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 SS - Speed Symbol (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 údaje – hodnoty nesmí být překračovány.

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.

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 v měkčí a pružnější. Směs, pro výrobu letních pneumatik, je tvořena 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.

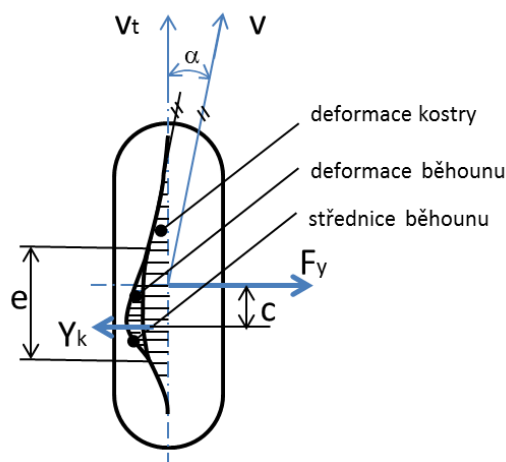
V konstrukci pneumatik nákladních vozidel je ve velké míře obsažen ocelový kord. Často jsou pneumatiky nákladních vozidel tzv. celoocelové (ALL STEEL). Pneumatiky jsou tak velmi tuhé, pevné a vyznačují se díky tomu vysokou únosností. Pružnost těchto pneumatik je minimální, což u nákladních vozidel není tak zásadní. Naopak pneumatiky vozidel užívaných v zemědělství 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 zajistí odolnost proti protržení, propíchnutí. Vysoká odolnost bočnice zemědělské pneumatiky je dosažena nikoliv 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 hustý dezén s drobnými výstupky. Hustý 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 zabrat. 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.

Sortiment zemědělských pneumatik se vyrábí v obou variantách (jak v diagonální tak v radiální). Diagonální konstrukce je méně pracná a je tudíž levnější. Diagonální pneumatiky jsou ovšem tuhé, málo poddajné. Radiální pneumatika je ovšem díky nižšímu počtu vrstev oproti diagonální konstrukci méně tuhá, více pruží, což obsluha traktoru ocení, jelikož traktor není jinak odpružen. Pevnost je však zachována.

Legislativa udává, že měrný tlak mezi vozovkou a otiskem dezénu pneumatiky nápravy se statickým zatížením do 10 tun včetně, nesmí překročit hodnotu 1 MPa a u nápravy se statickým zatížením přesahujícím 10 tun, nesmí překročit hodnotu 0,8 MPa. Celková hmotnost u dvounápravového vozidla nesmí být vyšší než 18 tun, se u třínápravového vozidla, nesmí překročit 25 tun a je-li hnací náprava vybavena dvoumontáží, pak to nesmí být více jak 26 tun.

U silničních vozidel je dominantní vlastností pneumatiky, její dostatečná tuhost, která zajišťuje, že při jízdě automobilu za působení boční síly  $F_y$  vzniká na kole minimální směrová úchylka  $\alpha$  (Obr. 8).



Zdroj: (Autoři)

$e$  – délka kontaktní plochy,  $Y_k$  – boční reakce kola,  $\alpha$  – směrová úchylka kola,  
 $c$  – vzdálenost osy rotace kola a těžiště kontaktní plochy

Obr. 8 – Vliv boční tuhosti pneumatiky

Při vzniku minimálních směrových úchylek na kolech je ovladatelnost automobilu na vysoké úrovni. Pak platí, že při změně velikosti boční síly  $F_y$  není třeba, nebo jen minimální, korekce volantem, aby vozidlo kopírovalo zamýšlenou dráhu. Tím, že automobilové pneumatiky mají vysokou radiální tuhost, dochází pouze k minimálnímu zvětšení kontaktní plochy.

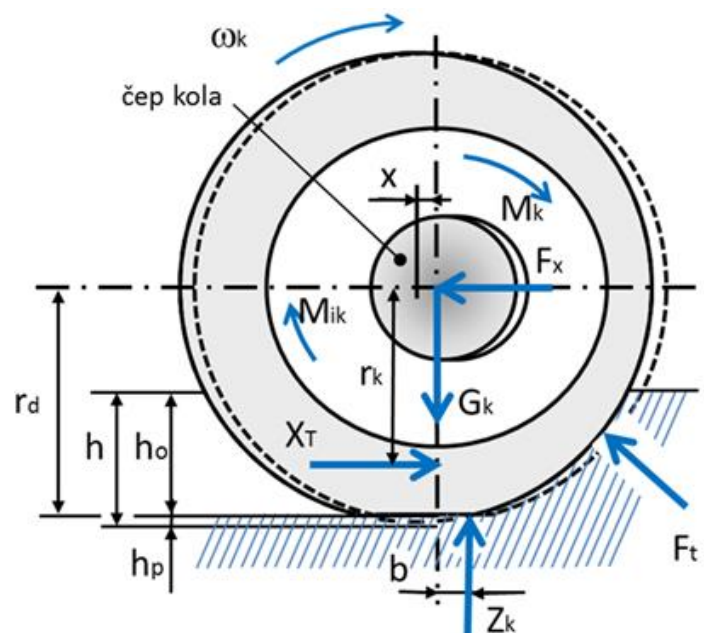
Dominantním požadavkem na pneumatiky pro zemědělskou techniku je jejich minimální vliv na zhutnění podkladu. K omezení tlaku dochází tak, že bočnice pneumatiky se snadno deformují při změně tlaku, takto je také dosaženo maximálního kontaktu pneumatiky s povrchem zeminy. Tato skutečnost má za následek, že na kolech vznikají velké směrové úchylky  $\alpha$  při působení boční síly. Vzhledem k nízké jízdě rychlosti zemědělských strojů, tato směrová úchylka kola nemá významný vliv na bezpečnost.

Podstata rozdílu pneumatik pro silniční vozidla a pro zemědělskou techniku je patrná z podstaty odvalování plastického kola po plasticko-elastické podložce. Kola zemědělské techniky odpovídají podobě, kdy kolo je v radiálním směru více elastické, než je tomu u silničního vozidla. Tedy lze obecně říci, že pneumatiky určené pro zemědělské stroje mají větší styčnou plochu a tedy dochází ke snížení zhutnění podkladu, než by odpovídalo stejnému kolu určenému pro provoz po komunikacích, samozřejmě při stejném radiálním zatížení.

Odpor valení kola vlivem terénu (Obr. 9) je reprezentován silou  $F_t$ . Kdy tuto sílu je možné rozdělit na dvě navzájem kolmé složky. První složka  $F_{ty}$  reprezentuje snížení radiální reakce kola a je s ní rovnoběžná. Druhá složka  $F_{tx}$  je rovnoběžná s rovinou terénu. Právě tato složka síly  $F_{tx}$  udává nárůst odporu valení. Čím je větší zhutnění půdy  $h$ , resp  $h_o$ , tím je také vyšší odporová složka síly odporu terénu.



S nárůstem styčné plochy mezi pneumatikou a vozovkou, úměrně dojde ke snížení tlaku ve stopě a tedy k nižšímu stupni zhutnění zeminy.



Zdroj: (Autoři)

$Z_k$  – radiální reakce kola,  $G_k$  – tíha přenášená kolem,  $\omega_k$  – uhlová rychlost,  $M_k$  – hnací moment kola,  $M_{ik}$  – setrvačný moment kola,  $F_x$  – dopředná síla,  $F_t$  – odporová síla terénu,  $X_T$  – tečná reakce,  $b$  – rameno odporu valení kola,  $r_d$  – dynamický poloměr kola,  $r_k$  – rameno působení reakce vozovky,  $x$  – posun čepu kola vlivem vůlí,  $X_T$  – reakce vozovky,  $h$  – celková deformace terénu,  $h_o$  – plastická deformace terénu,  $h_p$  – elastická deformace terénu

Obr. 9 – Vliv boční tuhosti pneumatiky

## ZÁVĚR

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.

Radiální pneumatiky kolových vozidel užívaných v zemědělství lépe rozkládají tlak na půdu a chrání tak kořenový systém rostlin, poskytují lepší komfort při jízdě, mají delší životnost a snižují spotřebu paliva. Jejich nevýhodou je nižší odolnost proti mechanickému poškození.

Diagonální pneumatiky kolových vozidel užívaných v zemědělství mají výhodu především ve vysoké tuhosti bočnic a v nízké pořizovací ceně. Jejich hlavními nevýhodami jsou velké utužení zemědělské půdy a vyšší tendence pneumatik k prokluzování.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) VALA, M., TESAŘ, M. : *Teorie a konstrukce silničních vozidel I*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-719-4503-X.
- (2) 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](http://mitas-tyres.co.uk.beta.nen.cz/underwood/download/files/mitas_agri_databook_cz_13th-3_2014.pdf)
- (3) Storex: *Vývoj zemědělských pneumatik* [online]. [cit. 2015-11-03], dostupné na: <http://storex.comin.cz/index.php?action=article&id=567>
- (4) Mitas: *Novinky* [online]. [cit. 2015-11-12], dostupné na: <http://www.mitas-tyres.com/cz/rss/>
- (5) 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](http://mitas-tyres.co.uk.beta.nen.cz/underwood/download/files/m7_mit_agro_catalogue-14th_2016-2017_a5_cz_v05.pdf)
- (6) BAUER, František a kolektiv: *Traktory*, 1. Vyd., Praha: Profi Press, 2006, ISBN 80-86726-15-0
- (7) 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>
- (8) AGRICS: *Axial Flow 9240* [online]. [cit. 2016-02-08], dostupné na: <http://www.agrics.cz/axial-flow-9230?sid=googlebot>