

THE TRACTOR'S TIRESTAMP INFLUENCE ON THE ENERGY- AND PERFORMANCE PARAMETERS OF TRACTOR TRAIN

VLIV PLOCHY OTISKU PNEUMATIKY NA ENERGETICKO VÝKONNOSTNÍ PARAMETRY TRAKTOROVÉ SOUPRAVY

Šmerda T., Bauer F.

Ústav techniky a automobilové dopravy, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: Smerda.T@seznam.cz, Bauer@mendelu.cz

ABSTRACT

The analysis of driving force with using Coloumb's theory brings the results describing slip decrease in case of tirestamp length increasing and falling of contact pressure providing that the tractor weight is constant. In fact, the slip is the biggest loss of engine power in range of working speed between 4-12 kph, increasing of tirestamp leads to more effectively engine power transmission and fuel consumption reduction. The measurement proved the fact that better drawbar efficiency can be reached with tirestamp enlargement. Moreover, the fuel consumption can be reduced as well as pollution.

Key words: tirestamp, tractor, fuel consumption, drawbar efficiency, tire

ABSTRAKT

Z rozboru přenosu hnací síly na podložku s využitím Coulombovy teorie je zřejmé, že se zvětšující délkou plochy otisku pneumatiky a snižujícím kontaktním tlakem dochází k poklesu prokluzu při zachování neměnné hmotnosti. Jelikož prokluz tvoří v pásmu pracovních rychlostí 4 – 12 km.h⁻¹ největší ztrátovou složku výkonu motoru, vede zvětšení plochy otisku k efektivnějšímu přenosu výkonu motoru a tím úspoře paliva. Měřením bylo prokázáno, že zvětšením plochy otisku dochází k poklesu prokluzu a zvýšení tahové účinnosti, která charakterizuje účinnost přenosu výkonu motoru na podložku. Z toho důvodu se snížila měrná tahová spotřeba.

Klíčová slova: plocha otisku, traktor, spotřeba, tahová účinnost, pneumatika

ÚVOD

Pneumatika tvoří spojovací článek mezi podložkou a traktorem. Přenáší hmotnost traktoru a agregovaného nářadí, hnací a brzdící momenty a boční síly na podložku. Z pohledu účinnosti přenosu výkonu motoru na podložku má významnou úlohu plocha otisku pneumatiky, neboť ovlivňuje velikost smykového napětí v půdě, vyvolaného přenosem

hnacího momentu. Jak vyplývá z Coulombovy teorie porušení materiálů je smyková pevnost půdy charakterizována kohezí, vnitřním třením a normálovým napětím Šimák a kol.(1990). Z rozboru přenosu hnací síly na podložku s využitím Coulombovy teorie je zřejmé, že se zvětšující délkou plochy otisku a snižujícím kontaktním tlakem dochází k poklesu prokluzu při zachování neměnné hmotnosti. Jelikož prokluz tvoří v pásmu pracovních rychlostí 4 – 12 km.h⁻¹ největší ztrátovou složku výkonu motoru, vede zvýšení plochy otisku k efektivnějšímu přenosu výkonu motoru a tím úspoře paliva.

Se zvětšující plochou otisku dochází také k poklesu kontaktního tlaku mezi traktorem a podložkou, který ovlivňuje nežádoucí zhutnění půdy. Nízký kontaktní tlak je důležitý zejména při jízdě po nakypřené půdě nebo půdě s vyšší hmotnostní vlhkostí, která je na zhutnění nejcitlivější. Vzhledem ke skutečnosti, že je v ČR zhutněním ohroženo 40 až 45 % všech půd Novák (2000), je třeba věnovat této problematice zvýšenou pozornost.

Problematikou snižování kontaktního tlaku se zabývají také vývojová oddělení výrobců pneumatik pro zemědělské stroje, jehož výsledkem jsou nové typy pneumatik, které umožňují pracovat při minimálním tlaku huštění až 40 kPa. Nejnovějším zástupcem ze skupiny nízkotlakých pneumatik je Michelin Xeobib. Uvedený typ pneumatiky se stal také zájmem rozsáhlého terénního měření, ve kterém se sledoval vliv velikosti plochy otisku a tlaku huštění pneumatiky na tahové vlastnosti traktoru John Deere 6920S a energeticko výkonnostní ukazatele traktorové soupravy John Deere 6920S + Lemken VariDiamant10. Problematice přenosu výkonu motoru na podložku se zabývala řada autorů např. Grečenko (1963 a 1994), Semetko a kol. (1986) a Bauer, Sedlák (2004).

Smyková pevnost zemin je popsána Coulombovým zákonem:

$$\tau_{\max} = c + q_s \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad [\text{Pa}] \quad (1)$$

kde: c ... koheze [Pa]

q_s ... střední kontaktní tlak [Pa]

φ ... úhel vnitřního tření v půdě [°]

Jelikož je smyková pevnost τ_m také rovna podílu:

$$\tau_{\max} = \frac{F_{h\max}}{S_0} \quad [\text{Pa}] \quad (2)$$

kde: $F_{h\max}$... maximální hnací síla [N]

S_0 ... plocha otisku pneumatiky [m²]

může se ze vztahů (1) a (2) vypočítat hnací síla přenesená na podložku:

$$F_{h\max} = S_0 \cdot c + G \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad [\text{N}] \quad (3)$$

Z rovnice (3) je zřejmé, že se zvětšující se plochou otisku narůstá hnací síla. Rovnice (3) ovšem nepostihuje vliv plochy otisku na velikost prokluzu, který je nositelem ztrátového výkonu. Proto je nutné analyticky vyjádřit závislost prokluzu na součiniteli záběru pomocí kritérií vyplývajících z průběhu funkce $\tau = f(j)$. Pro tyto účely se používá bilineární aproximace. Vzhledem k tomu, že je bilineární aproximace nespojitá, musí se výpočet rozdělit pro oblast elastickou a plastickou. Přitom se vychází z vyjádření elementární hnací síly ve styčné ploše:

$$F_h = b \cdot \int_0^l \tau(j) \cdot dx \quad [\text{N}] \quad (4)$$

kde: b ... šířka plochy otisku [m]

τ ... smykové napětí [Pa]

l ... délka plochy otisku [m]

φ ... úhel vnitřního tření v půdě [°]

- Pro přímkovou část prokluzový křivky, kdy $j_{\max} < j_k$, zemina se chová jako elastický materiál

$$\delta = \frac{2 \cdot j_k \mu}{1 \cdot \mu_m} [-] \quad (5)$$

kde: j_k ... charakteristický posuv zeminy [m]

μ ... součinitel záběru [-]

l ... délka plochy otisku [m]

μ_m ... maximální součinitel záběru [-]

- Pro hyperbolickou část prokluzový křivky, kdy $j_{\max} = j_k$, zemina se chová jako plastický materiál

$$\delta = \frac{j_k}{2 \cdot j} \cdot \frac{\mu_m}{\mu_m - \mu} [-] \quad (6)$$

Ze vztahu (5) a (6) vyplývá, že prodloužením délky plochy otisku se prokluz zmenšuje v obou částech prokluzový křivky a tím se zvyšuje účinnost přenosu výkonu motoru na podložku.

MATERIÁL A METODIKA

1. Měření tahových vlastností

Měření vlivu plochy otisku pneumatik na tahovou charakteristiku traktoru John Deere 6920S bylo provedeno při použití dvou typů pneumatik s různou šířkou pláště. Jednalo se o pneumatiky:

I. Pneumatiky s úzkým pláštěm (standardní)

Přední náprava: 14.9 R28 Agribib, tlak huštění 250 kPa

Zadní náprava: 18.4 R28 Agribib, tlak huštění 255 kPa

II. Pneumatiky s širokým pláštěm (nízkotlaké)

Přední náprava: Michelin 520/60 R28 Xebib, tlak huštění 75 kPa

Zadní náprava: Michelin 650/60 R38 Xebib, tlak huštění 65 kPa

Dále bylo provedeno pro variantu s úzkým a širokým pláštěm měření energeticko-výkonnostních parametrů orební soupravy traktoru John Deere 6920S agregovaného s pluhem Lemken Vari Diamant10. Charakteristika traktoru a návěsného pluhu je uvedena v Tab. 1.

Tab. 1 Technické parametry měřeného traktoru a pluhu

<i>Charakteristika traktoru</i>	
Výrobce	John Deere (D)
Typ	6920S Autopowr
Druh	Vznětový-Common Rail s turbodmychadlem a mezichladičem stlačeného vzduchu (vzduch/chladičí kap.)
Válců	6
Palivová nádrž	250 l
Jmenovitý výkon	118 kW (ECE R24)
Jmenovité otáčky	2100 min ⁻¹
Počet mth	2092
Převodovka	Autopowr, Diferenciální hydrostatická, Jeden jízdní rozsah.
<i>Charakteristika pluhu</i>	
Výrobce	Lemken (D)
Rok výroby	2004
Výrobní označení	VariDiamant10
Typ	návěsný, oboustranný otočný, orební tělesa s výměnným dlátem a hrudí odhrnovačky, péro na křídle odhrnovačky, zahrnovač rostlinných zbytků.
Počet orebních těles	6+1
Teoretický celkový pracovní záběr	180 – 385 cm

Při měření bylo dbáno norem ČSN ISO 789-7 a ČSN 30 0415. Měření bylo realizováno na pozemku Březí v katastru obce Týn nad Vltavou. Na pozemku byly vyměřeny tři 30 m měřící úseky. Mezi každým měřícím úsekem byla 40 m dráha pro nastavení a ustálení měřených parametrů. Výška spojovacího ocelového lana mezi traktory byla nastavena u všech měření na 1 m. Při měření překonával traktor John Deere 6920S odpor traktoru John Deere 7810 jehož velikost se pro každý úsek postupně zvyšovala až do oblasti nejvyšších prokluzů. Měření probíhalo na tři pojezdové rychlosti 5, 8 a 10 km.h⁻¹ při plné dodávce paliva. V každém měřícím úseku byla změřena tahová síla, spotřeba paliva, otáčky motoru, čas na projetí úseku a dráha ujetá na 5 otočení hnacích kol obou náprav pro výpočet prokluzu. Měřená data byla ukládána s frekvencí 20 Hz na jednotnou časovou osou.

Pro každou pojezdovou rychlost a typ pneumatiky byl naměřen valivý odpor. Pro výpočet prokluzu byla naměřena teoretická dráha při jízdě traktoru bez zatížení tahovou silou a při vlečení jiným traktorem u každé ze zkoušených pneumatik.

Z naměřených údajů byl pro sestavení tahové charakteristiky vypočten tahový výkon, měrná tahová spotřeba, prokluz a tahová účinnost.

Tahový výkon

$$P_t = F_t \cdot v_p \quad [\text{kW}] \quad (7)$$

kde: F_t ... tahová síla [kN]

v_p ... pojezdová rychlost [m.s⁻¹]

Prokluz

$$\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} \cdot 100 \quad [\%] \quad (8)$$

kde: δ ... celkový prokluz

δ_1 ... prokluz kol přední nápravy

δ_2 ... prokluz kol zadní nápravy

Měrná tahová spotřeba

$$m_{pt} = \frac{V_{ph} \cdot \rho}{P_t} \cdot 10^3 \quad [\text{g.kW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (9)$$

kde: V_{ph} ... hodinová spotřeba paliva [l.h⁻¹]

ρ ... hustota paliva [kg.l⁻¹]

Hustota paliva se vypočítala podle rovnice (10).

$$\rho = -0,67786 \cdot t + 844,5807 \quad [\text{kg.m}^{-3}] \quad (10)$$

Tahová účinnost

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_e} \cdot 100 \quad [\%] \quad (11)$$

kde: P_t ... maximální tahový výkon [kW]

P_e ... maximální výkon motoru [kW]

2. Měření energeticko-výkonnostních parametrů traktorové soupravy

Pro účely zkoušky byly použity stejné pneumatiky jako v případě měření tahových vlastností. Tlak huštění byl vzhledem k dotížení traktoru od návěsného pluhu odlišný než při měření tahových vlastností. Velikost tlaku huštění byla vždy v souladu s dovolenými hodnotami uváděnými výrobcem.

Při měření byly nastaveny tyto tlaky:

I. Pneumatiky s úzkým pláštěm

Přední náprava: 14.9 R28 Agribib 250 kPa

Zadní náprava: 18.4 R28 Agribib 255 kPa

II. Pneumatiky s širokým pláštěm

Přední náprava: Michelin 520/60 R28 Xebib 75 kPa

Zadní náprava: Michelin 650/60 R38 Xebib 100 kPa

Měření probíhalo na stejném pozemku jako v případě tahových zkoušek. Orební soupravu tvořil John Deere 6920S a šestiradličný návěsný pluh Lemken Vari Diamant10. Před měřením proběhlo seřízení a nastavení záběru pluhu, které se již během zkoušek neměnilo. Regulační hydraulika byla nastavena potenciometrem na pozici 5 (silová regulace). Traktor měl stále zapnutý pohon přední nápravy a uzávěrku zadní nápravy. Ručním akcelerátorem byla nastavena plná dodávka paliva. Na pozemku byly vyměřeny tři 30 m měřicí úseky. Mezi každým měřícím úsekem byla 40 m dráha pro nastavení a ustálení měřených parametrů. V každém měřícím úseku byla v 5 místech změřena hloubka, pracovní záběr a dráha ujetá na 5 otočení hnacích kol obou náprav pro výpočet prokluzu. Dále se měřil čas na projetí úsekem, otáčky motoru a spotřeba paliva. Měřená data byla ukládána s frekvencí 20 Hz na jednotnou časovou osou. Pro výpočet prokluzu byla naměřena teoretická dráha při jízdě traktoru v brázdě s vyhloubeným pluhem u každé ze zkoušených pneumatik.

Z naměřených údajů byl vypočten průměrný záběr pluhu, průměrná pracovní hloubka, výkonnost soupravy a spotřeba paliva.

Průměrný pracovní záběr pluhu

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{n} \quad [\text{m}] \quad (12)$$

kde: n - počet měření [-]

b_i - i-té měření záběru pluhu

Průměrná hloubka orby

$$h = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} \quad [\text{m}] \quad (13)$$

Efektivní výkonnost soupravy

$$W_1 = \frac{S}{T_1} \quad [\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (14)$$

kde: S – zoraná plocha [ha]

T_1 – čas na projetí úseku [h]

Hektarová spotřeba

$$Q_{\text{ha}} = \frac{Q}{S} \quad [\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (15)$$

Kde: Q – spotřeba paliva na projetí úseku [l]

Hodinová spotřeba

$$Q_h = \frac{Q}{T_1} \quad [\text{l} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (16)$$

Měrná spotřeba

$$Q_m = \frac{Q}{S \cdot h} \cdot 1000 \quad [\text{ml} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (17)$$

3. Metodika vytváření otisku pneumatik

U měřených pneumatik byly sejmuty jejich otisky pro výpočet středního kontaktního tlaku. Podle normy ČSN 30 0415 a ČSN 30 0523 byl otisk pneumatiky získán vícenásobným zvednutím a spuštěním kola bez posunu traktoru ve vodorovné rovině až do úplného vykreslení otisku. Přitom se po každém spuštění pootočí o úhel odpovídající šířce výstupku

desěnu pneumatiky . Výsledná plocha byla změřena v biometrické laboratoři LDF na MZLU Brno.

System terénního měření byl navržen modulárně a zahrnoval tři základní části:

1. sběr dat analogových veličin realizovaných měřicím systémem Spider8 od společnosti HBM (tahová síla, okamžitá rychlost)
2. sběr dat z interní komunikační sítě CAN přes PCMCIA kartu společnosti National Instruments (spotřeba paliva, teplota paliva, zatížení motoru atd.)
3. snímání polohy a ostatních údajů modulem GPS společnosti Garmin.

VÝSLEDKY A DISKUZE

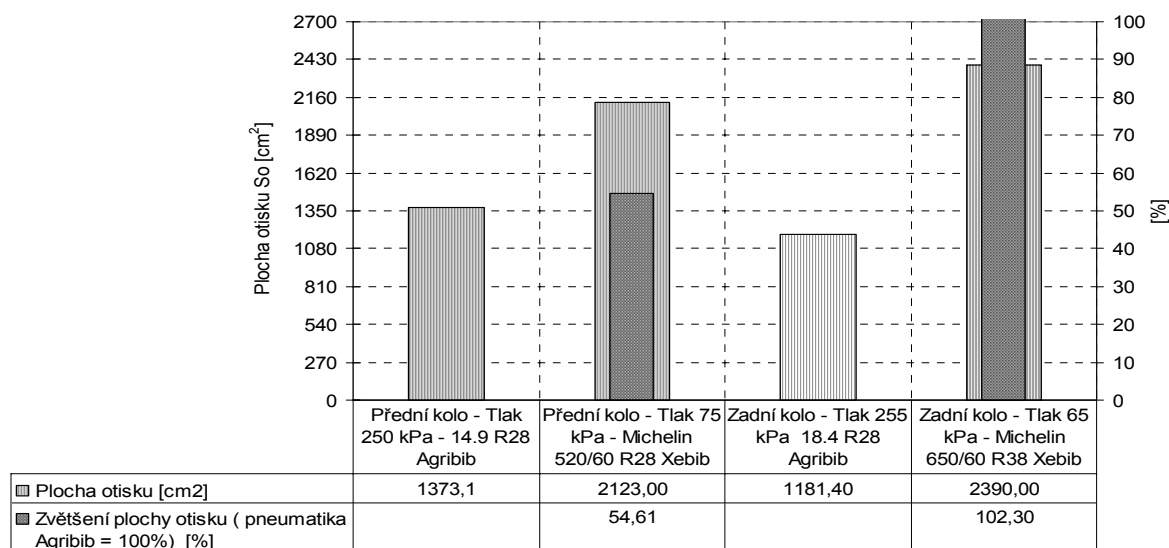
Vzhledem k počtu 124 měření a frekvenci snímání dat 20 Hz jsou uvedeny pouze vybrané hodnoty, které byly statisticky a graficky zpracovány do tabulek a grafů.

Výsledky měření plochy otisků a středních kontaktních tlaků jsou uvedeny v Tab.2 a na Obr.1. Ze srovnání standardní pneumatiky Agribib a nízkotlaké pneumatiky Michelin je zřejmé, že použitím nízkotlaké pneumatiky dochází ke zvýšení plochy otisku a tím poklesu středního kontaktního tlaku. U kola přední nápravy při použití nízkotlaké pneumatiky došlo ke zvětšení plochy otisku o 54,6 % a u kola zadní nápravy o 102,3 % oproti standardní pneumatice Agribib. Velikost plochy otisku se projevila na hodnotě středního kontaktního tlaku, která se snížila u nízkotlaké pneumatiky pod 100 kPa limitující hranici utužení půdy Grečenko (1994).

Tab.2 Výsledky měření otisků pneumatik při tahových zkouškách

Náprava	Pneumatika	Plocha otisku (cm ²)	Tlak huštění p [kPa]	Střední kontaktní tlak q _s [kPa]	
				na kolo	pro traktor
Přední kolo	14.9 R28 Agribib	1373,1	250	162,36	149,33
Zadní kolo	18.4 R28 Agribib	1181,4	255	134,47	
Přední kolo	Michelin 520/60 R28 Xebib	2123,0	75	104,85	84,52
Zadní kolo	Michelin 650/60 R38 Xebib	2390,0	65	66,46	

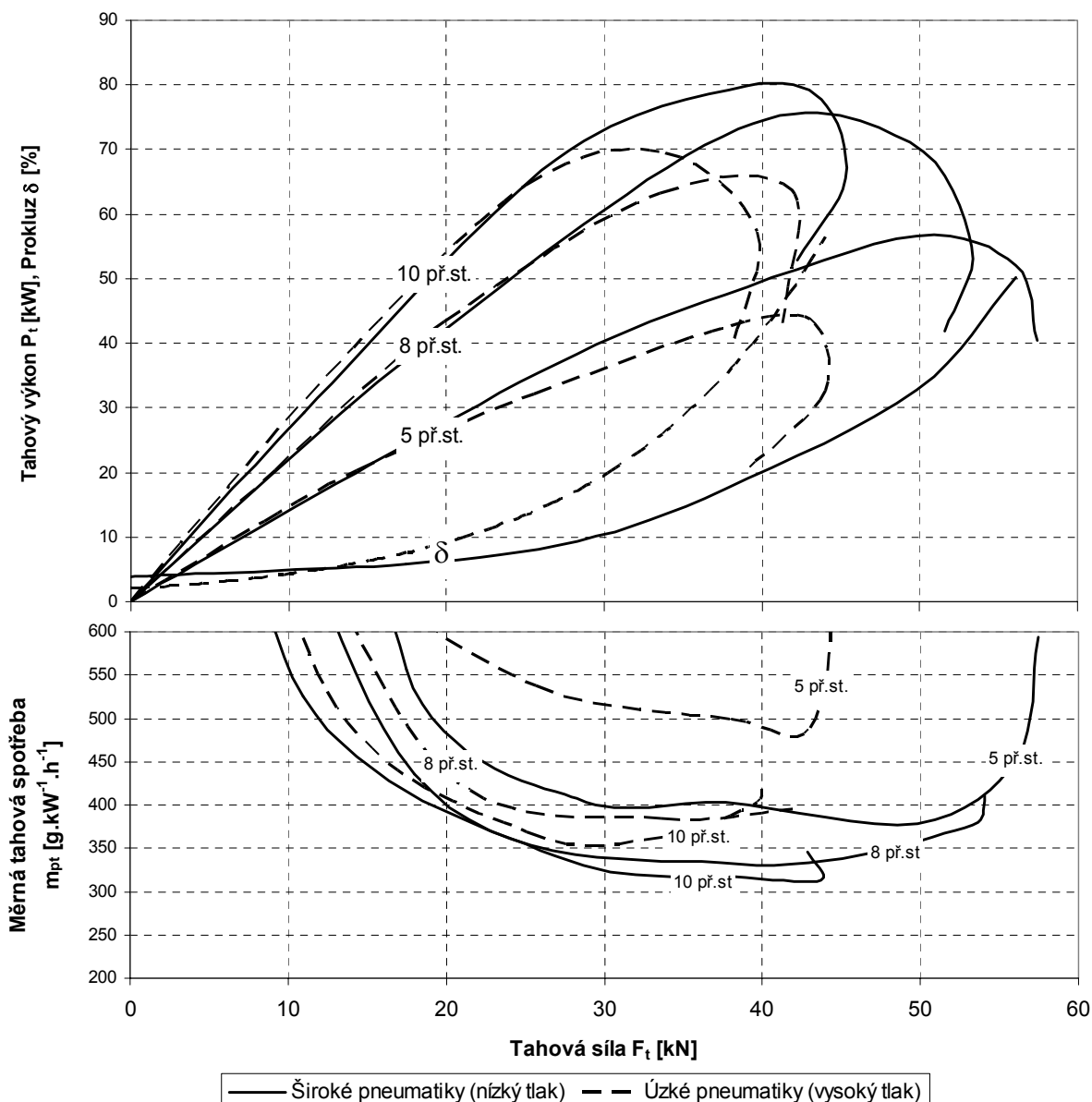
Obr.1 Srovnání plochy otisku mezi přední pneumatikou Agribib a Michelin



Pro zjištění vlivu velikosti plochy otisku na trakční vlastnosti traktoru byly použity standardní pneumatiky Agribib a nízkotlaké pneumatiky Michelin, které jsou charakterizovány v Tab.2. Za tímto účelem byla naměřena tahová charakteristika při jezdových rychlostech 5, 8 a 10 km.h⁻¹ uvedená na Obr. 2. Při jezdové rychlosti 10 km.h⁻¹ byla u nízkotlakých pneumatik naměřena o 14,7 % vyšší tahová účinnost při poklesu měrné tahové spotřeby o 12,7 % ve srovnání se standardními pneumatikami. Rozdíl ve spotřebě tak činí 0,57 l za hodinu provozu. Při jezdové rychlosti 5 km.h⁻¹ byla u nízkotlaké pneumatiky naměřena o 29,2 % vyšší tahová účinnost při poklesu měrné tahové spotřeby o 22,3 %. Rozdíl ve spotřebě tak činí 1,66 l za hodinu provozu. Z tahové charakteristiky vyplývá, že zvětšením plochy otisku je výkon motoru přenášen s vyšší tahovou účinností, neboť se sníží velikost ztrátového výkonu prokluzem a valením. Tato skutečnost se projevila nárůstem tahové síly a tahového výkonu. Vyšší tahová účinnost znamená ve výsledku snížení měrné tahové spotřeby. Rozdíly tahových vlastností se zvyšují s klesající jezdovou rychlostí ve prospěch nízkotlaké pneumatiky. Výsledné parametry tahové charakteristiky při nejvyšším tahovém výkonu jsou uvedeny v Tab. 3.

Tab. 3 Vybrané parametry tahové charakteristiky

Standardní pneumatiky (Agribib)					
Parametry při nejvyšším tahovém výkonu					
Pojezdová rychlost v [km.h ⁻¹]	Tahový výkon P_t [kW]	Tahová síla F_t [kN]	Tahová účinnost η_t [%]	Měrná tahová spotřeba m_{pt} [g.kW ⁻¹ .h ⁻¹]	Nejvyšší tahová síla F_t [kN]
10	69,57	33,90	60,50	355,60	39,60
8	67,80	38,50	58,96	384,86	41,93
5	43,79	42,70	38,08	487,80	44,90
Nízkotlaké pneumatiky (Michelin)					
10	79,82	38,90	69,40	315,73	45,30
8	75,60	43,40	65,74	331,11	53,32
5	56,61	52,00	49,23	378,28	57,48



Obr. 2 Tahová charakteristika traktoru JD 6920S při použití úzkých a širokých pneumatik naměřená na pozemku zpracovaném talířovým podmiřáčem a válením.

Poslední skupina měření se zaměřila na ověření výsledků tahových zkoušek při zpracování půdy. Z agrotechnických operací byla vybrána orba, neboť patří k energeticky nejnáročnějším operacím v rostlinné výrobě a dochází při ní také k největším ztrátám výkonu motoru prokluzem. Vzhledem k tomu, že zadní náprava traktoru byla dotížena o 1020 kg od návěsného pluhu, muselo dojít ke zvýšení tlaku huštění této nápravy na 100 kPa. Tlak přední nápravy zůstal na hodnotě jako při tahových zkouškách. Nastavení orební soupravy zůstalo pro zkoušené pneumatiky stejné, především se to týkalo záběru pluhu, hloubky a regulační hydrauliky. Pro vyhodnocení vlivu plochy otisku pneumatik na výkonnostně energetické

parametry bylo použito testování průkaznosti rozdílu mezi dvěma průměry. Nulová hypotéza byla vždy zvolena tak, aby směřovala proti předpokládaným pozitivním účinkům zvětšené plochy otisku. Pro testování byly zvoleny efektivní hektarová výkonnost, efektivní hektarová spotřeba a prokluz traktoru.

- $H_0 \equiv$ Větší plocha otisku pneumatik nemá vliv na snížení velikosti prokluzu

Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu		
	Úzké	Široké
	pneumatiky	pneumatiky
Průměr [%]	24,73	18,68
Rozptyl	15,51	4,19
Pozorování	6	6
t stat	6,56	
t krit	2,57	$\alpha = 0,05$
t krit	4,03	$\alpha = 0,01$

Nulová hypotéza se zamítá na hladině významnosti $\alpha = 0,01$, takže rozdíl mezi průměry je vysoce průkazný a tedy větší plocha otisku pneumatik s vysokou průkazností působí na snížení prokluzu.

- $H_0 \equiv$ Větší plocha otisku pneumatik nemá vliv na zvětšení efektivní výkonnosti

Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu		
	Úzké	Široké
	pneumatiky	pneumatiky
Průměr [ha.h ⁻¹]	1,17	1,28
Rozptyl	0,009	0,018
Pozorování	6	6
t stat	4,47	
t krit	2,57	$\alpha = 0,05$
t krit	4,03	$\alpha = 0,01$

Nulová hypotéza se zamítá na hladině významnosti $\alpha = 0,01$, takže rozdíl mezi průměry je vysoce průkazný a tedy větší plocha otisku pneumatik s vysokou průkazností působí na zvětšení efektivní výkonnosti.

$H_0 \equiv$ Větší plocha otisku pneumatik nemá vliv na snížení hektarové spotřeby paliva

Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu		
	Úzké	Široké
	pneumatiky	pneumatiky
Průměr [l.ha ⁻¹]	27,12	24,70
Rozptyl	3,78	3,80
Pozorování	5	5
t stat	6,22	
t krit	2,78	$\alpha = 0,05$
t krit	4,60	$\alpha = 0,01$

Nulová hypotéza se zamítá na hladině významnosti $\alpha = 0,01$, takže rozdíl mezi průměry je vysoce průkazný a tedy větší plocha otisku pneumatik s vysokou průkazností působí na snížení hektarové spotřeby paliva.

Výsledky statistického testování v uvedených případech prokázaly, že větší plocha otisku s vysokou průkazností působí na snížení prokluzu, zvýšení efektivní hektarové výkonnosti a snížení efektivní hektarové spotřeby. Pokud budeme brát parametry naměřené s úzkou pneumatikou jako 100%, potom došlo při použití široké pneumatiky ke snížení prokluzu o 24,5 %, zvýšení efektivní výkonnosti o 9,4 % a snížení hektarové efektivní spotřeby o 8,9 %.

ZÁVĚR

Cílem měření bylo zjistit vliv plochy otisku na tahové vlastnosti traktoru a na energeticko výkonnostní parametry orební soupravy. Za tímto účelem byly naměřeny tahové charakteristiky se standardní (úzkou) a nízkotlakou (širokou) pneumatikou. Dále bylo provedeno se stejnými pneumatikami měření orební soupravy, kde se sledovaly výkonnostně ekonomické parametry. Z výsledků vyplývá, že použitím nízkotlakých pneumatik dochází ke snížení prokluzu hnacích kol traktoru, což se projevilo zvětšením tahového výkonu a tahové síly. Rozdíly tahových vlastností se zvyšují s klesající pojezdovou rychlostí ve prospěch nízkotlaké pneumatiky. Při pojezdové rychlosti 5 km.h⁻¹ byla u nízkotlaké pneumatiky naměřena o 29,2 % vyšší tahová účinnost při poklesu měrné tahové spotřeby o 22,3 %. Rozdíl ve spotřebě tak činil 1,66 l za hodinu provozu. Při vyhodnocení vlivu plochy otisku pneumatiky na energeticko výkonnostní parametry orební soupravy se využilo statistického testování průměru. Výsledky statistického testování prokázaly, že větší plocha otisku s vysokou průkazností působí na snížení prokluzu, zvýšení efektivní hektarové výkonnosti a snížení efektivní hektarové spotřeby. Pokud budeme brát parametry naměřené s úzkou

pneumatikou jako 100%, potom došlo při použití široké pneumatiky ke snížení prokluzu o 24,5 %, zvýšení efektivní výkonnosti o 9,4 % a snížení hektarové efektivní spotřeby o 8,9 %.

Z uvedených výsledků vyplývá, že za podmínek ve kterých proběhlo měření se pneumatika s větší plochou otisku pozitivně projevila ve sledovaných parametrech, které ve výsledku znamenají snížení energetické náročnosti traktorových souprav.

Příspěvek vznikl při řešení výzkumného projektu NAZV MZe ČR QF 4080 s názvem „Výzkum energeticky méně náročných technologií rostlinné výroby“.

LITERATURA

GREČENKO, A. (1963): Kolové a pásové traktory. SZN Praha 1963, 402 s

GREČENKO, A. (1994): Vlastnosti terénních vozidel. Praha: VŠZ, 1994, 118 s

NOVÁK, P., (2000): Kategorizace zpracovatelnosti půd podle půdních podmínek, Praha 2000, Farmář č.2, Vydavatelství Martin Sedláček, ISSN 1210-9789

SEDLÁK, A., BAUER, F. (2004): Vliv styčné plochy pneumatik na tahové vlastnosti traktoru. Acta Univ. agric. et silvic. Mendel. Brun (Brno) 2004. 52,1,209 216 ISSN 1211 8516

SEMETKO, J., A KOL. (1986): Mobilné energetické prostriedky 3. Bratislava 1986, Príroda, SZN, 457 s

ŠIMÁK, J., JESENÍK, J., EICHLER, J., VANÍČEK, I. (1990): Mechanika zemin. Praha 1990, Nakladatelství technické literatury, 387 s, ISBN 80-03-00428-4