

## VLIV ZATÍŽENÍ HNACÍCH NÁPRAV A VÝŠKY ZÁVĚSU NA TAHOVÉ VLASTNOSTI TRAKTORU

T. Šmerda, F. Bauer

**Došlo: 29. ledna 2007**

### Abstract

ŠMERDA, T., BAUER, F.: *Effect of the load of drive axles and high of the curtain on stress-strain properties of the tractor*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2007, LV, No. 4, pp. 77–88

The goal of the experimental measurement was determination of relation among weight load of the tractor together, hitch height changes and drawbar characteristic. The measurement was realized on chassis dynamometer at MUAUF in Brno. The first step consisted of rated speed characteristics measurement in conformity with OECD demands. The drawbar characteristic was measured under two selected gears. Adding 980 kg to the nominal weight of the tractor brought increasing maximal drawbar power and drawbar force together with decreasing of slip. The highest differences were observed during the measurement of fifth gear shifted. The drawbar force grew up to 18.9% as well as the maximal drawbar power (15.2%). The maximal drawbar power at ninth gear gave 62.8 kW. The hitch height was setting to 0.54 m; 0.64 m and 0.74 m. When the hitch height was set from 0.54 m to 0.74 m the drawbar force and power on front axle was lower by reason of load reduction. As can be noticed from the final drawbar characteristics, both curves are identical up to border of maximal drawbar power. Small differences in the area of the highest slips can be ascribed to the rolling resistance.

tractor, test room, load, slip, power

V současné době tvoří finanční náklady na motorovou naftu v českém zemědělství více než 15 mld Kč, což představuje na hektar zemědělské půdy 3500 Kč. Proto je věnována stále větší pozornost energetické náročnosti provozu traktorových souprav, neboť se podílí rozhodující měrou na nákladech vynaložených na spotřebované palivo. Jedna z možností snižování energetické náročnosti je využívání technického a provozního potenciálu traktorů a připojených strojů. Výrobci traktorů poskytují uživatelům možnosti, kterými mohou ovlivňovat tahové vlastnosti např. změnou hmotnosti přídatnými závažími, různými variantami zapojení stroje v tříbodovém závěsu, změnou tlaku v pneumatikách, velikostí styčné plochy atd. a tím také výkonnostně-ekonomické ukazatele. Důležitým zdrojem informací pro hodnocení a efektivní využívání traktoru se tak stává tahová charakteristika, podle které lze posuzovat vliv jednotlivých činitelů na tahové vlastnosti. Podstatou tahových

zkoušek je měření tahové síly, pojezdové rychlosti, prokluzu, spotřeby paliva na jednotlivé převodové stupně. Z naměřených hodnot se vypočítá tahový výkon a měrná tahová spotřeba, průběhy vypočtených hodnot v závislosti na tahové síle dávají uživateli možnost posuzovat tahové vlastnosti traktoru.

Tahové zkoušky se provádějí podle metodik OECD Code 1 a 2, a podle norem ČSN ISO 789-9 a ČSN 30 0415. Zkoušky mohou probíhat na zkušebních drahách s různými povrchy (asfalt, beton, strniště atd.) nebo v laboratorních podmínkách na válcových zkušebnách. Měření v laboratorních podmínkách umožňuje vytvořit stálé podmínky pro vysokou opakovatelnost měření. V laboratorních podmínkách lze rychle a efektivně provádět různé experimenty, které ukazují, jakými prostředky lze ovlivnit tahové vlastnosti traktorů (Sedlák, Bauer; 2004). V našem příspěvku vycházíme z prací Grečenka (1994), Semetka a kol. (1986) a Precela, Semetka, Vernarece (2003).

Cílem příspěvku je na základě provedených tahových zkoušek posoudit význam změny hmotnosti a výšky závěsu na tahové vlastnosti traktoru.

#### MATERIÁL A METODA

Měření tahových vlastností a otáčkové charakteristiky spalovacího motoru bylo provedeno v laboratořích vozidel Ústavu techniky a automobilové techniky na MZLU v Brně s traktorem New Holland 135

TSA, viz obr. 1. Vybrané technické parametry měřného traktoru jsou uvedeny v tab. I. Traktor byl vybaven šestiválcovým vznětovým přeplňovaným motorem s mezichladičem stlačeného vzduchu a objemem válců 6,7 l, 17stupňovou převodovkou s osmi stupni řazenými při zatížení. Podle normy ČSN 30 0415 bylo provedeno měření otisků pneumatik přední a zadní nápravy při tlacích 100, 150, 200 a 250 kPa. Otisky byly převedeny do digitální podoby a pomocí programu pro měření ploch LUCIA – G vyhodnocena jejich plocha.



1: Traktor NH 135 TSA na válcové zkušebně

Pro ověření parametrů motoru uváděných výrobcem byla před vlastním měřením tahových vlastností naměřena otáčková charakteristika motoru přes vývodový hřídel. Měření točivého momentu bylo provedeno vířivým dynamometrem VD 500 při plné dodávce paliva. Výrobce dynamometru MEZ Vsetín, maximální měřitelný výkon 500 kW. Z digitální sběrnice traktoru CAN-Bus byly současně odečítány např. spotřeba paliva, otáčky motoru, teplota paliva a teplota vzduchu před a po stlačení turbokompresorem, zatížení motoru atd. Dále byly měřeny barometrický tlak, relativní vlhkost vzduchu a otáčky dynamometru. Měřené hodnoty byly zaznamenávány s frekvencí 18 Hz a ukládány do paměti počítače.

Tahové charakteristiky byly měřeny na válcovém dynamometru VDU E270T-E150T. Dynamo-

metr umožňuje měření tahových vlastností v rozsahu rychlostí 1–16 km/h. Maximální měřitelný výkon je 420 kW a maximální tahová síla 200 kN. Měřící zařízení se skládá ze čtyř nezávisle řízených elektrických dynamometrů, na které se přenáší tahová síla z každého kola prostřednictvím párových válců. Při zkoušce byly měřeny tahová síla, pojezdová rychlost, prokluz kol, spotřeba paliva a otáčky motoru. Dále byly snímány vybrané parametry z digitální sběrnice traktoru CAN-Bus. Všechny zkoušky proběhly s nastavenou plnou dodávkou paliva v režimu řízení dynamometru  $v = \text{konst}$ , což odpovídá standardní tahové zkoušce. Byly odměřeny tahové charakteristiky, ve kterých se posuzoval vliv změny hmotnosti a vliv změny výšky závěsu na tahové vlastnosti traktoru.

## I: Charakteristika měřeného traktoru New Holland 135 TSA

Parametr	Jednotka	Údaj
Typ	(-)	New Holland 135 TSA
Motor		
Jmenovitý výkon (ISO TR 14396)	(kW)	100
Max. točivý moment	(Nm)	545
Počet válců	(-)	6
Vrtání	(mm)	104
Zdvih	(mm)	132
Kompresní poměr	(-)	17
Objem válců	(dm <sup>3</sup> )	6,7
Chlazení motoru	(-)	kapalinové
Vstřikovací systém		Common Rail bez mezichladiče paliva
Vysokotlaké čerpadlo		BOSCH CE – CP3 SL
Převodovka		
Typ	(-)	SemiPowershift
Počet převodových stupňů	(-)	17/16
Pohon pojezdu	(-)	4K4
Pneumatiky		
Zadní náprava		Goodyear DT 818 600/65 R38
Přední náprava		Continental 380/85 R28
Tlak v pneumatikách		
Zadní	(kPa)	150
Přední	(kPa)	150
Rozvor	(mm)	2760
Zvláštní výbava		
Čelní závaží 16 x 45 kg (720 kg), závaží v zadních kolech nápravy 2 x 2 x 65 kg (260 kg)		

**Vliv změny hmotnosti na tahové vlastnosti**

Cílem měření bylo ověřit vliv hmotnosti traktoru na jeho tahové vlastnosti. Měření proběhlo na převodové stupně 5, 7, 9 a 11. Byly sestrojeny tahové charakteristiky pro traktor se standardním vybavením a pro traktor, na který bylo přidáno závaží o celkové hmotnosti 980 kg.

Tlak v pneumatikách obou náprav byl nastaven na 150 kPa. Výška kotvícího závěsu byla 0,540 m. Měření probíhalo bez automatiky řazení a tempomatu otáček. Zkoušky byly provedeny staticky v režimu regulace dynamometru  $v = \text{konst.}$  Teplota vzduchu

v prostoru zkušebny se pohybovala kolem 22 °C při relativní vlhkosti 50 %.

**Vliv změny výšky závěsu na tahové vlastnosti**

Cílem měření bylo ověřit vliv výšky zadního závěsu na tahové vlastnosti, obr. 2. Měření proběhlo na pátý převodový stupeň s přidávným závažím o celkové hmotnosti 980 kg. Tlak v pneumatikách obou náprav byl 150 kPa. Výška zadního závěsu byla nastavena na 0,54, 0,64 a 0,74 m. Zkoušky byly provedeny staticky v režimu regulace dynamometru  $v = \text{konst.}$  Teplota vzduchu v prostoru zkušebny se pohybovala kolem 23 °C při relativní vlhkosti 53 %.

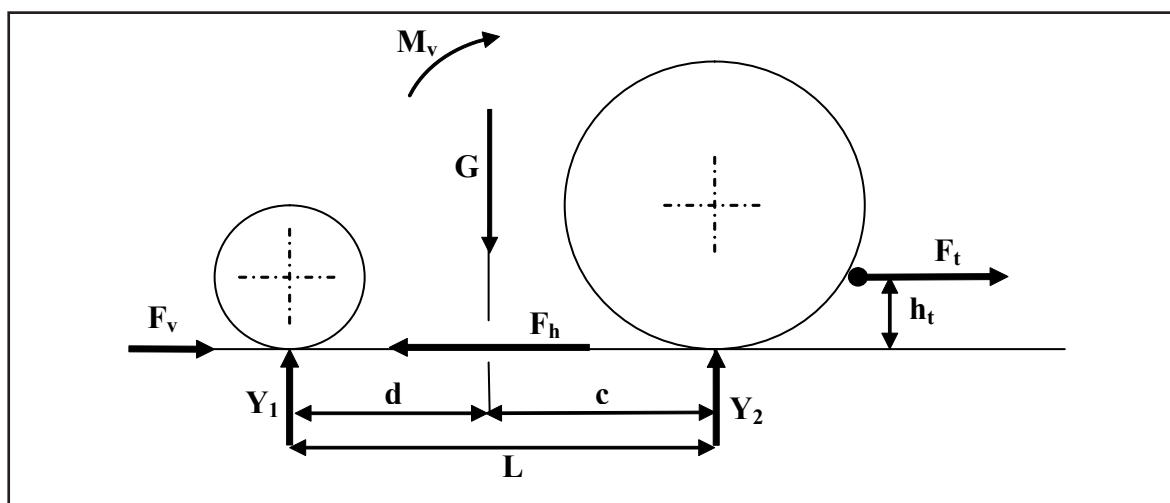




2: Měření tahových vlastností traktoru New Holland 135 TSA při změně výšky závěsu

Při tahových zkouškách jsou hnací kola traktoru zatěžována válcovými dynamometry a v závěsu traktoru působí tahová síla  $F_t$ . S rostoucí tahovou silou

roste moment, který způsobuje odlehčení přední nápravy a dotěžuje zadní nápravu, viz obr. 3.



3: Silové a rozměrové schéma táhnoucího traktoru

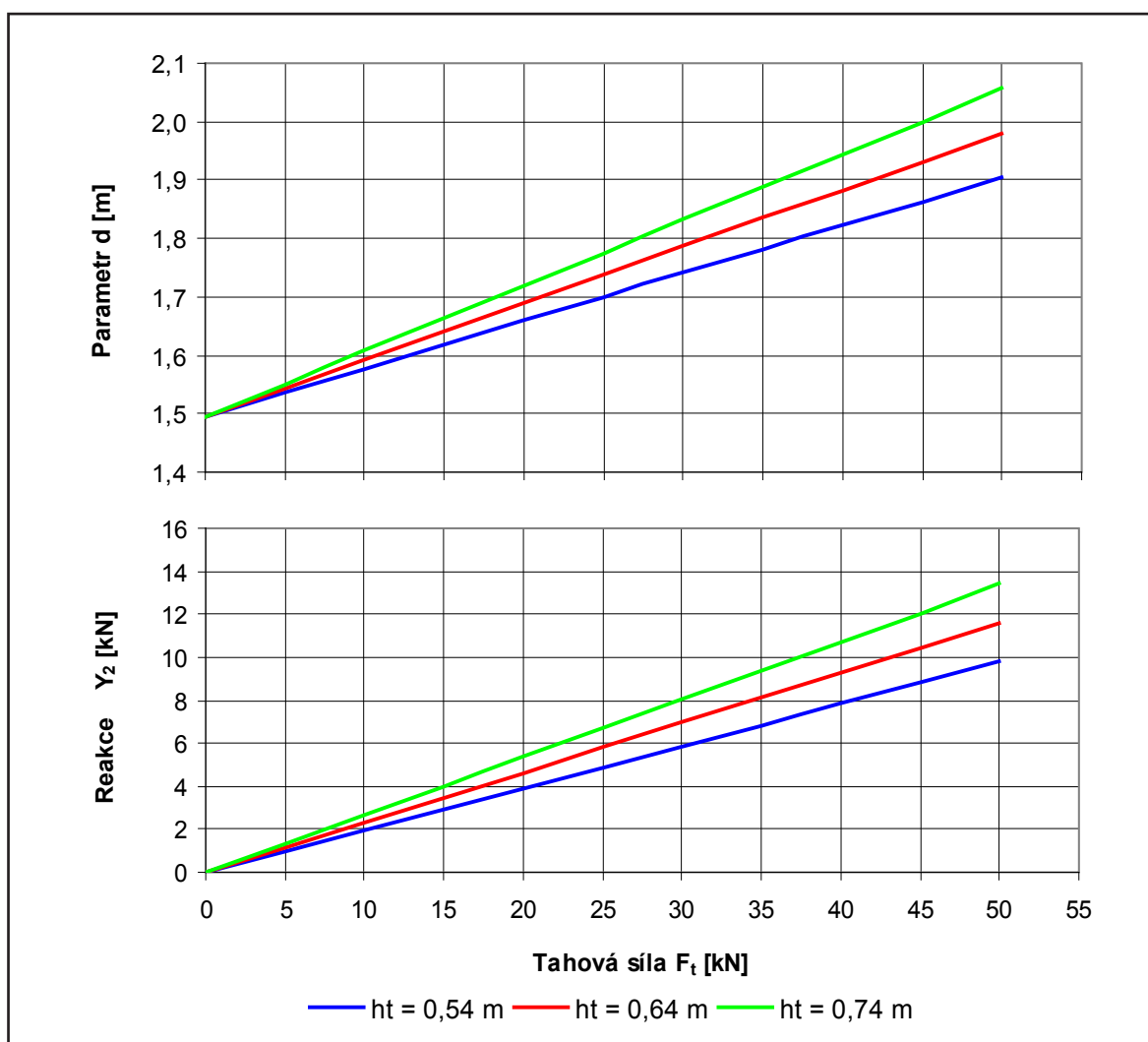
$$Y_2 = \frac{G \cdot d}{L} + \frac{F_t \cdot h_t}{L} + \frac{F_v \cdot r_d}{L} = G \cdot \lambda_d + F_t \cdot \lambda_{ht} + F_v \cdot \lambda_{rd} \text{ [N]} \quad (1)$$

$$Y_1 = \frac{G \cdot c}{L} - \frac{F_t \cdot h_t}{L} - \frac{F_v \cdot r_d}{L} = G \cdot \lambda_c - F_t \cdot \lambda_{ht} - F_v \cdot \lambda_{rd} \text{ [N]} \quad (2)$$

kde:  $Y_1$  – reakce na přední nápravu (N)  
 $Y_2$  – reakce na zadní nápravu (N)  
 $F_t$  – tahová síla (N)  
 $G$  – tíhová síla (N)  
 $M_v$  – moment odporu valení (N.m)  
 $h_t$  – výška závěsu (m)

$L$  – rozvor (m)  
 $d$  – vzdálenost těžiště od osy přední nápravy (m)  
 $c$  – vzdálenost těžiště od osy zadní nápravy (m)  
 $\lambda$  – parametr vyjadřující poměr  $h_t$ ,  $d$  a  $c$  k rozvoru  $L$  (-)  
 $r_d$  – dynamický poloměr kola

Pro měření traktor bylo podle vztahu (1) dopočítáno dotížení zadní nápravy a změna parametru  $d$  pro výšky závěsu, při kterých byly naměřeny tahové charakteristiky, viz obr. 4.



4: Průběh parametru  $d$  a reakce  $\Delta Y_2$  na tahové síle  $F_t$

Jak se změna výšky závěsu promítne v konečném důsledku v tahové charakteristice, lze nejlépe ověřit na válcových dynamometrech, kde lze měřit tahovou sílu a prokluz každé nápravy samostatně. Z odborné literatury (Semetko a kol., 1986) vyplývá, že rozložení hmotnosti při zachování stejné celkové hmotnosti nemá vliv na tahové vlastnosti traktoru 4K4.

Z naměřených hodnot byly dle uvedených vztahů vypočítány:

#### Tahový výkon

$$P_t = F_t \cdot v_p \text{ (kW)}, \quad (3)$$

kde:  $F_t$  – tahová síla na všech hnacích kolech (kN)  
 $v_p$  – pojezdová rychlost – obvodová rychlost válců ( $\text{m.s}^{-1}$ ).

#### Prokluz

$$\delta = \frac{\delta_{n1} + \delta_{n2}}{2} (\%), \quad (4)$$

kde:  $\delta_{n1}, (\delta_{n2})$  – prokluz kol na přední (zadní) nápravě (%).

#### Měrná tahová spotřeba

$$m_{pt} = \frac{V_{ph} \cdot \rho}{P_t} \cdot 10^3 \text{ (g.kW}^{-1}.\text{h}^{-1}\text{)}, \quad (5)$$

kde:  $V_{ph}$  – hodinová spotřeba paliva ( $\text{l/h}$ )  
 $\rho$  – měrná hmotnost paliva ( $\text{kg/l}$ ).

#### Tahová účinnost

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_{PTO}} \cdot 100 (\%), \quad (6)$$

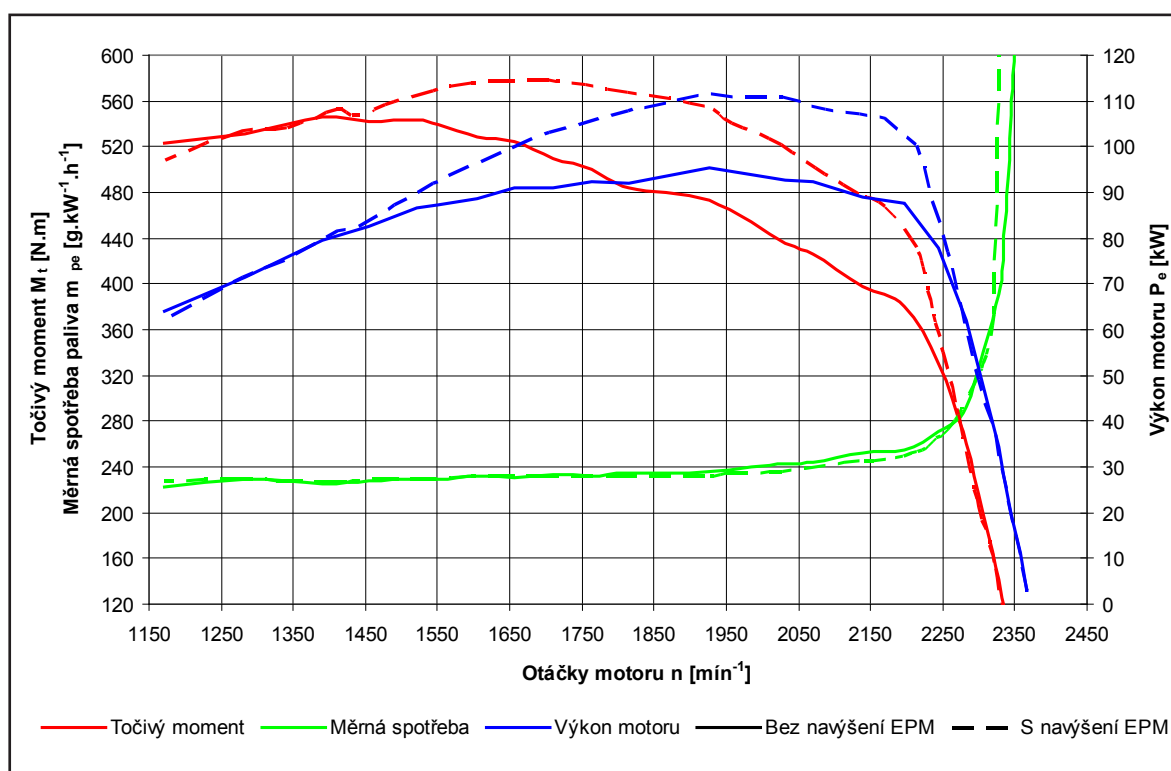
kde:  $P_t$  – tahový výkon (kW)  
 $P_{PTO}$  – maximální výkon motoru naměřený přes vývodový hřídel (kW).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

## Výsledky měření spalovacího motoru

U traktoru NH 135 TSA byla odměřena jmenovitá otáčková charakteristika s navýšením a bez navýšení výkonu EPM (Engine Power Management), při plné dodávce paliva podle metodiky OECD. Naměřené a vypočítané hodnoty jsou vyneseny na obr. 5. Při zkouškách byl naměřen maximální výkon motoru bez navýšení 95 kW při otáčkách 1927 min<sup>-1</sup>. Maximální výkon motoru s navýšením byl 112 kW při otáčkách 1920 min<sup>-1</sup>. Navýšení výkonu bylo v celé zatěžující části otáčkové charakteristiky. Od jmenovitých otáček 2197 min<sup>-1</sup> až k otáčkám při nejvyšším výkonu bylo udržováno stálé navýšení 16,5–18,3 kW. Maximální točivý moment 546 N.m bez navýšení byl naměřen při otáčkách 1391 min<sup>-1</sup>. Velikost převýšení točivého momentu dosáhla 43,4 %, při poklesu otáček

36,6 %. Při navýšení byl naměřen maximální točivý moment 578 N.m při otáčkách 1703 min<sup>-1</sup>. Velikost převýšení točivého momentu se snížil na 23,61 %, při poklesu otáček 21,6 %. Minimální měrná spotřeba 224,5 g.kW<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> bez navýšení byla naměřena při maximálním točivém momentu. Při navýšení byla naměřena minimální měrná spotřeba 231,7 g.kW<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Hodinová spotřeba paliva bez navýšení se během měření pohybovala od 9,9 l.h<sup>-1</sup> až do 27,6 l.h<sup>-1</sup> při teplotě nafty 54–57 °C. Při navýšení se hodinová spotřeba pohybovala od 9,8 l.h<sup>-1</sup> až do 32,5 l.h<sup>-1</sup> při teplotě nafty 56–62 °C. Srovnatelné výkonové parametry byly naměřeny výzkumným ústavem Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Výrobce uváděné hodnoty se odlišují, neboť byly naměřeny podle normy ECE-R24. Účinnost přenosu při max. výkonu motoru přes vývodový hřídel dosáhla 93,5 %.



5: Jmenovitá otáčková charakteristika traktoru New Holland 135 TSA naměřená přes vývodový hřídel

## Výsledky měření hmotnosti a plochy otisků pneumatik

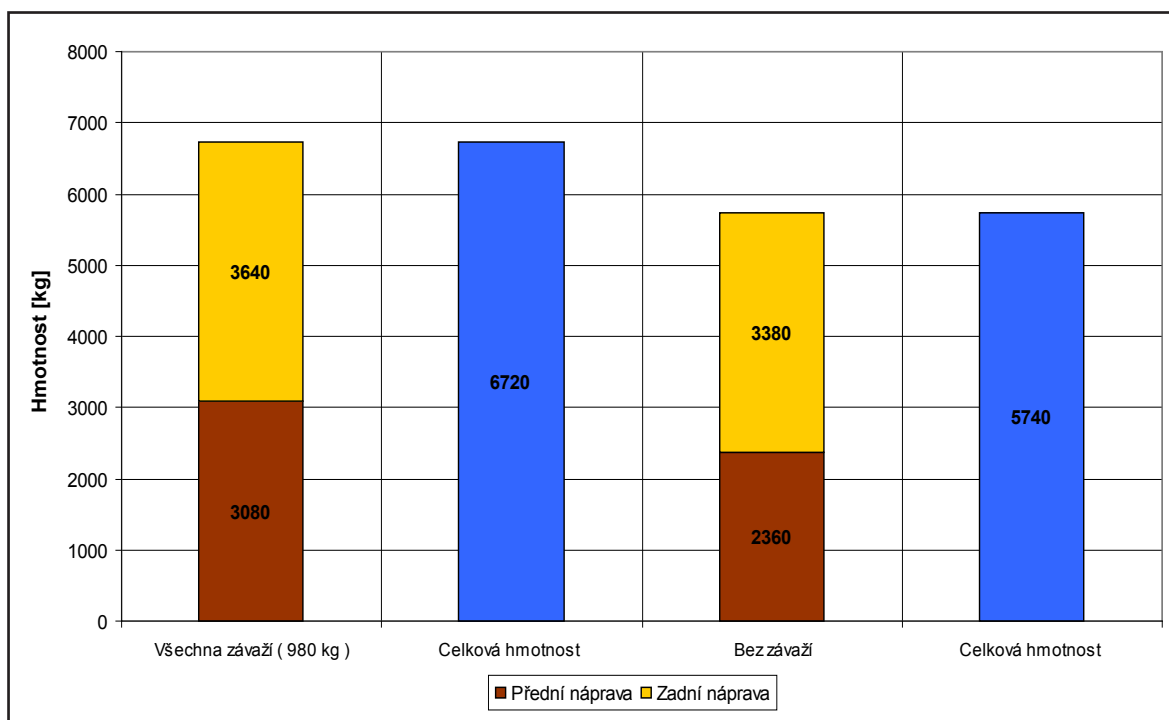
Hmotnost traktoru je graficky zpracována, viz obr. 6. Rozložení hmotnosti bez dotížení bylo v poměru 41,1 % na přední a 58,9 % na zadní nápravu. Těžiště v podélné ose bylo vzdáleno 1,63 m od osy přední nápravy. Dotížením o 980 kg se celková hmotnost zvýšila o 14,5 %. Rozložení hmotnosti bylo v poměru

45,8 % na přední a 54,2 % na zadní nápravu. Těžiště v podélné ose bylo vzdáleno 1,5 m od osy přední nápravy.

Plochy otisků pneumatik zkoušeného traktoru jsou uvedeny v tab. II. Vybrané otisky pneumatik jsou uvedeny na obr. 7. Snížení tlaku v pneumatikách obou hnacích náprav z 250 kPa na 100 kPa se projeví zvýšením plochy otisku o 30,5 % na přední a o 35 % na zadní

nápravě. Celková plocha otisku u obou náprav při tlaku 100 kPa byla 0,84 m<sup>2</sup> a při tlaku 250 kPa byla 0,56 m<sup>2</sup>. Zvýšením plochy otisku se sníží velikost středního kontaktního tlaku. Při hmotnosti traktoru 6720 kg a tlaku

v pneumatikách 100 kPa je střední kontaktní tlak 78,2 kPa. Zvýšením tlaku v pneumatikách na 250 kPa při zachování stejné hmotnosti dosahuje střední kontaktní tlak 117 kPa, což je zvýšení o 33,2 %.



6: Rozložení hmotnosti mezi jednotlivé nápravy

## II: Výsledky měření otisků pneumatik

Měření č.	Náprava	Pneumatika	Plocha otisku (cm <sup>2</sup> )	Tlak (kPa)
1	Přední	Continental 380/85 R28	1722,4	100
2			1523,6	150
3			1491,1	200
4			1197,1	250
5	Zadní	Goodyear DT 818 600/65 R38	2493,2	100
6			1893,3	150
7			1657,2	200
8			1618,2	250

### Výsledky měření tahových vlastností při změně hmotnosti

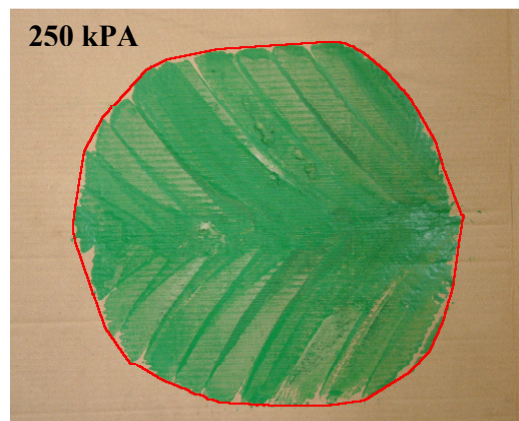
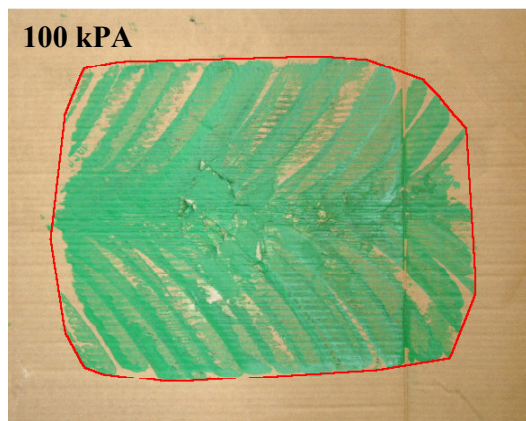
Tahová charakteristika je uvedena na obr. 8. V charakteristice jsou vyneseny závislosti tahového výkonu a prokluzu na tahové síle pro převodové stupně 5, 7, 9 a 11. Z tahové charakteristiky vyplývá, že zvýšení hmotnosti o 980 kg se projevilo nárůstem tahové síly a tahového výkonu od 9. a nižšího převodového stupně. Na 9. převodový stupeň byl naměřen nejvyšší

tahový výkon 62,8 kW, který se změnou hmotnosti nezměnil. Změna hmotnosti způsobila posunutí max. tahového výkonu do oblasti vyšších tahových sil, při nezměněné nejvyšší tahové účinnosti 66,1 %. Průsečík potenciálních výkonů nastal při pojízdné rychlosti 7,46 km.h<sup>-1</sup>. Z její velikosti lze posoudit efektivnost využití přídavných závaží při práci traktoru. Při pojízdných rychlostech do 7,46 km.h<sup>-1</sup> je výhodné použít závaží, neboť se dosáhne lepších tahových



parametrů. Největší nárůst tahové síly a tahového výkonu byl na 5. převodový stupeň. Tahová síla se zvýšila při nejvyšším tahovém výkonu o 18,9 % a nejvyšší tahový výkon o 15,2 %. Při jezdových

rychlostech nad  $7,46 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  se dotížení projeví zvýšením valivého odporu, což způsobí snížení tahového výkonu. Z důvodů snížení síly odporu valení je pak vhodnější závaží odebrat.



7: Otisky pneumatiky přední nápravy Continental 380/85 R28

Během tahových zkoušek byla závažím čtyřikrát změněna hmotnost traktoru. To umožnilo vytvořit závislost optimální tahové síly (optimální tahová síla = tahová síla při dosažení maximálního tahového výkonu) na hmotnosti traktoru  $F_{\text{opt}} = f(m)$ . Na obr. 9 je vynesena funkce pro 5. a 9. převodový stupeň včetně regresních funkcí a koeficientů determinace. Z regresní funkce pro 5. převodový stupeň vyplývá, že zvýšení hmotnosti o 100 kg způsobí nárůst optimální tahové síly o 0,86 kN. U 9 převodového stupně se změna hmotnosti projevila velmi nepatrně, což ukazuje i velikost variačního koeficientu 1,95 %.

Zvýšení hmotnosti se projeví snížením měrné tahové spotřeby od 9. a nižšího převodového stupně, neboť se dosáhne vyššího zatížení spalovacího motoru. Průběh měrné tahové spotřeby u 5. převodového stupně, kde se změna hmotnosti projevila nejvíce, je na obr. 10. Bez dotížení byla měrná tahová spotřeba  $416 \text{ g} \cdot \text{kW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  při nejvyšším tahovém výkonu 46 kW. Zvýšením hmotnosti o 980 kg se měrná tahová spotřeba snížila na  $391 \text{ g} \cdot \text{kW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  při nejvyšším tahovém výkonu 53 kW.

Z uvedených výsledků vyplývá, že dotěžování traktoru závažím nebo např. regulační hydraulikou se snižuje velikost prokluzu, který je v oblasti nejvyšších tahových sil největší ztrátovou složkou výkonu motoru. Zvýšením hmotnosti se docílí u převodových stupňů určených pro tahové práce účinnějšího přenosu výkonu motoru na podložku, což přispěje ke snížení energetické náročnosti provozu traktorové soupravy.

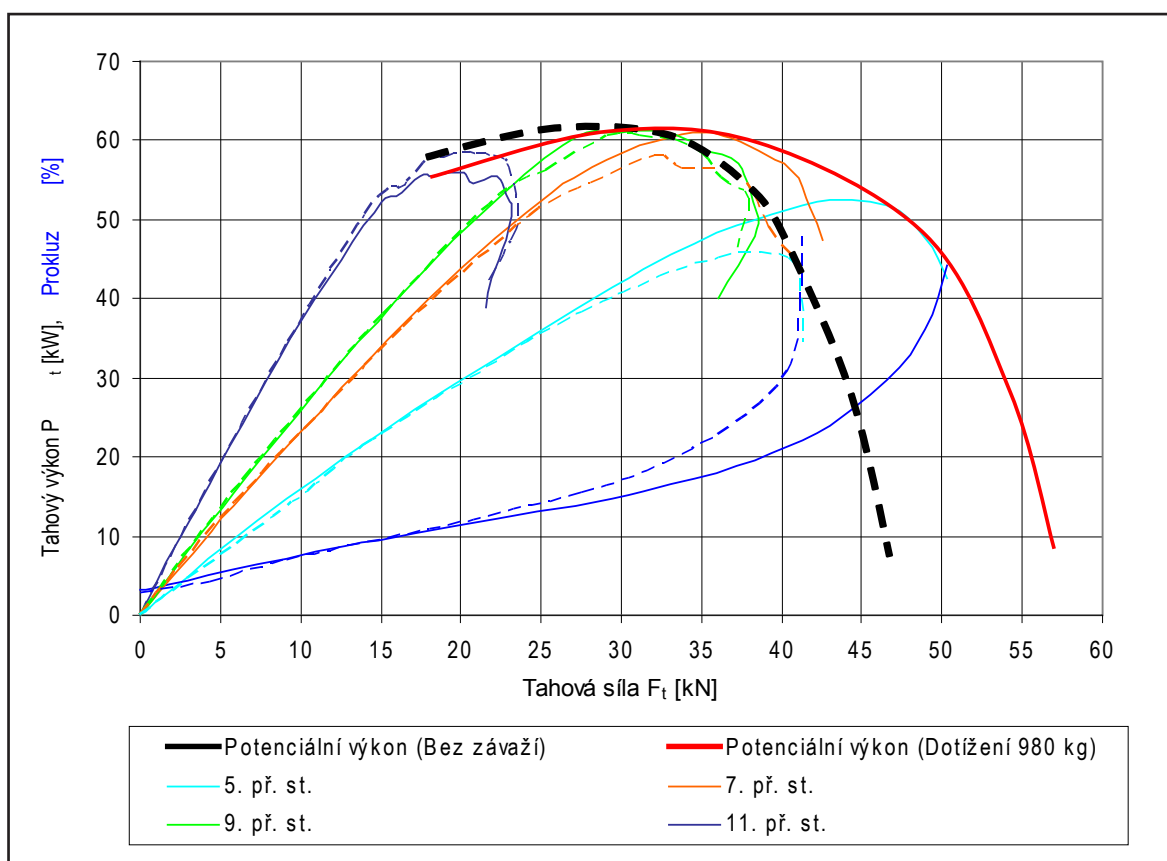
#### Výsledky měření tahových vlastností při změny výšky závěsu

Pro tahové zkoušky byl zvolen 5. převodový stupeň, neboť při něm byla naměřena nejvyšší tahová

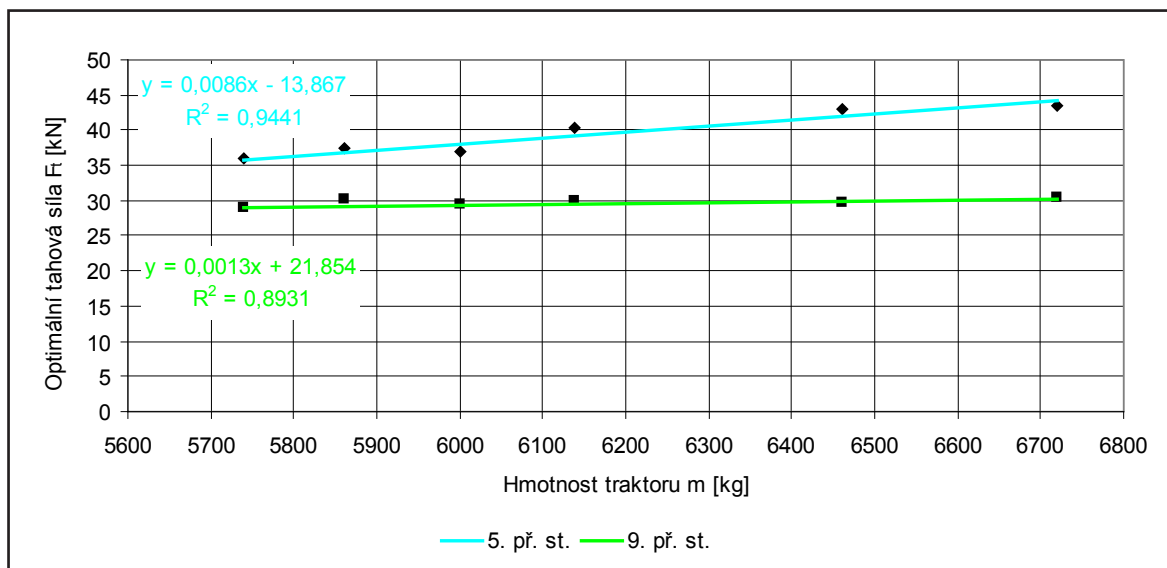
síla. Změnou výšky závěsu tak dojde k většímu odlehčení přední nápravy. Tahové charakteristiky jsou uvedeny na obr. 11 a 12. V charakteristikách jsou vyneseny závislosti tahového výkonu a prokluzu na tahové síle. Z tahové charakteristiky na obr. 12 vyplývá, že změnou výšky závěsu z 0,54 na 0,74 m došlo u přední nápravy ke snížení tahové síly a tahového výkonu v důsledku poklesu zatížení. Při nejvyšším tahovém výkonu byl rozdíl tahové síly 2,76 kN. Vzhledem k tomu že zadní náprava je dotížena o úbytek hmotnosti na přední nápravě, měl by se pokles tahové síly na přední nápravě projevit nárůstem tahové síly na zadní nápravě. Výsledná tahová charakteristika pro obě hnací nápravy je uvedena na obr. 11. Z ní je patrné, že do hranice nejvyššího tahového výkonu se oba průběhy překrývají. V oblasti nejvyšších prokluzů byly naměřeny malé rozdíly tahové síly, které lze přisuzovat ztrátám valení. Rozdíl v dotížení zadní nápravy při výšce 0,54 a 0,74 m v oblasti nejvyšších tahových sil dosahoval 300 až 370 kg.

Odlehčení přední nápravy při zachování stejné celkové tíhy se projevilo v oblasti nejvyšších tahových sil, což lze přisuzovat zvýšení ztrát valením na zadní nápravě. Statické rozložení hmotnosti je vhodné koncipovat tak, aby na přední nápravu připadala větší hmotnost než na zadní nápravu. Při vyšších tahových silách se pak dosáhne obráceného poměru rozložení hmotnosti, což je výhodné z pohledu měrných tlaků na půdu a přenosu hnací síly motoru na podložku. U traktorů vyšší výkonové třídy proto připadá na přední nápravu 55 až 60 % hmotnosti při dotížení čelním závažím.

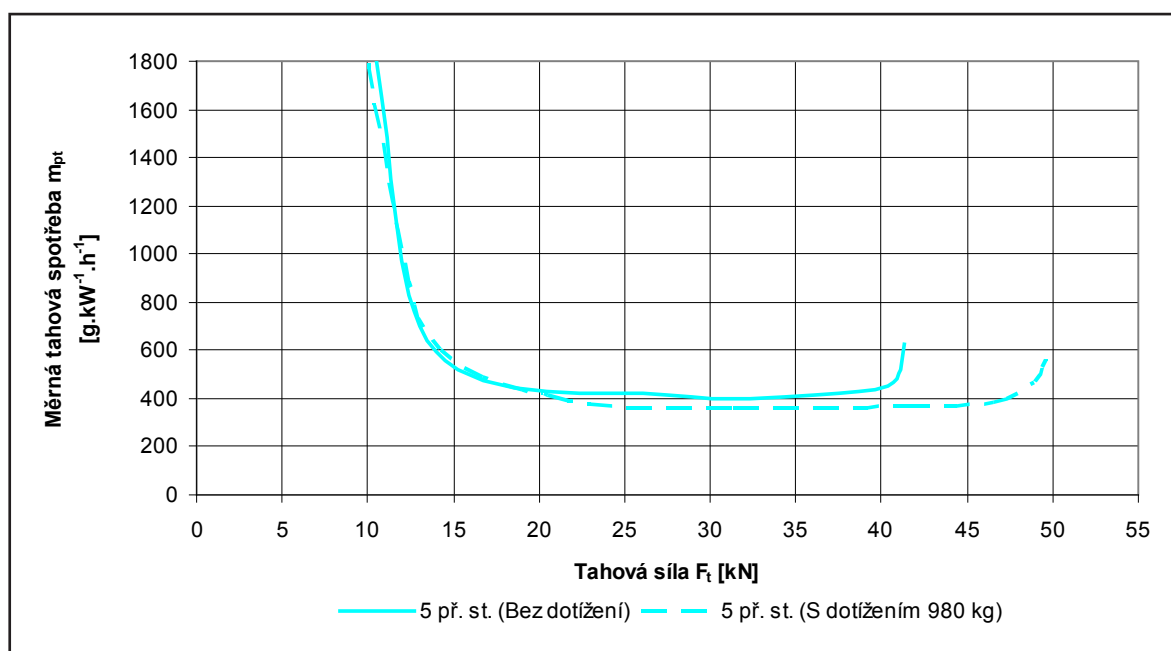




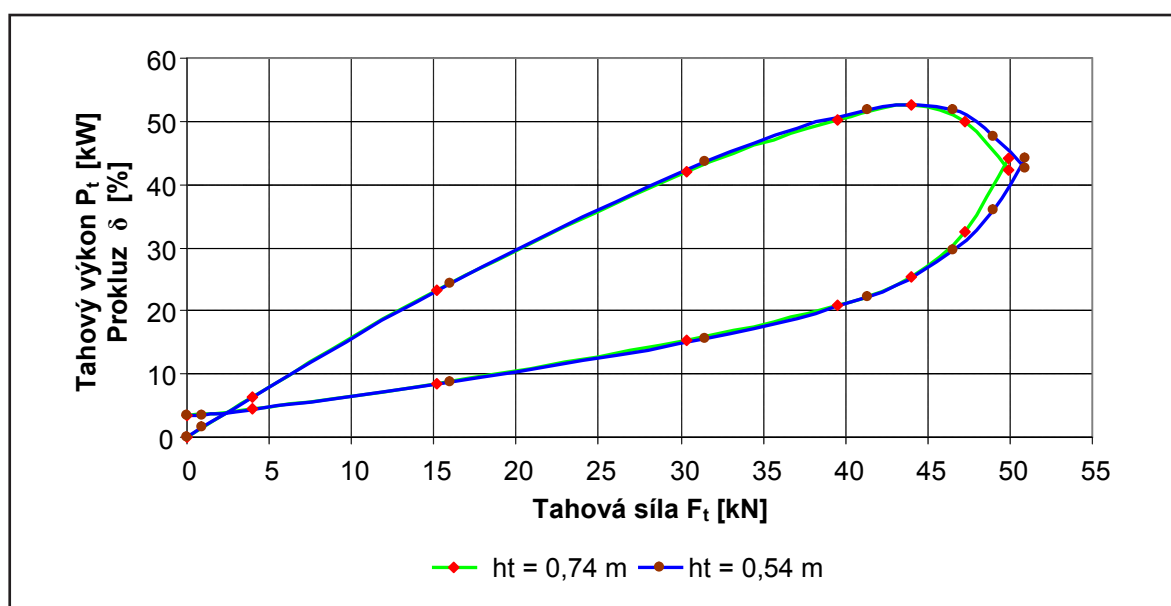
8: Tahová charakteristika traktoru New Holland 135 TSA, plná dodávka paliva, výška zadního závěsu 0,54 m, tlak v pneu obou náprav 150 kPa, dotížení 980 kg



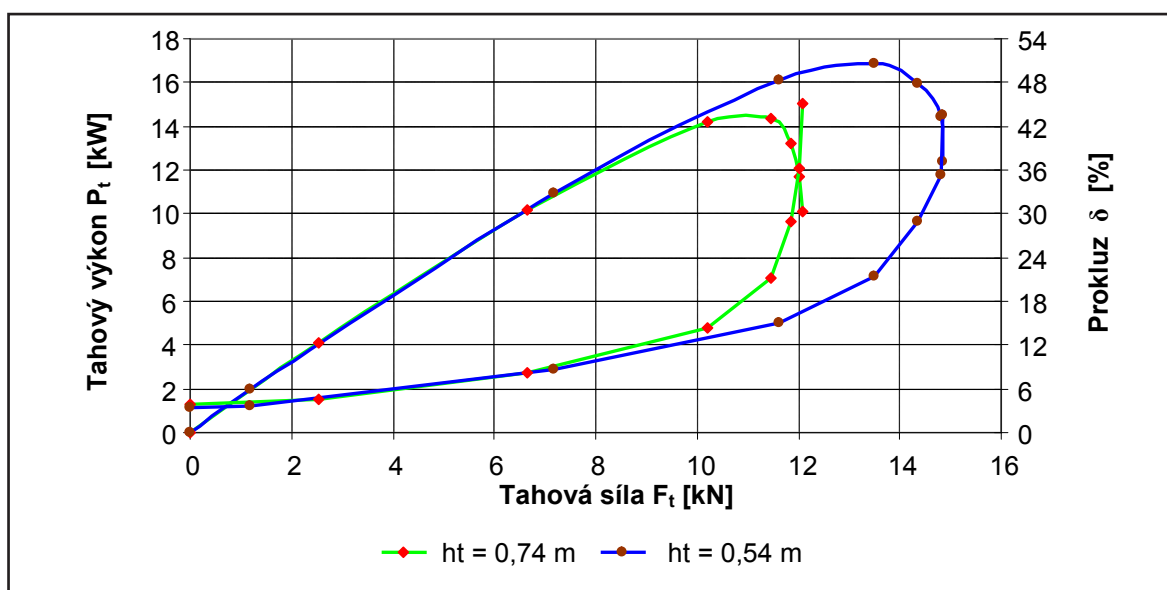
9: Vliv hmotnosti traktoru New Holland 135 TSA na optimální tahovou sílu, plná dodávka paliva, výška zadního závěsu 0,54 m, tlak v pneu obou náprav 150 kPa



10: Průběh měrné tahové spotřeby na 5. převodový stupeň s dotížením a bez dotížení



11: Tahová charakteristika traktoru New Holland 135 TSA, plná dodávka paliva, tlak v pneumatikách obou náprav 150 kPa, 5. př. st., dotížení 980 kg, výška zadního závěsu dle legendy



12: Tahová charakteristika přední nápravy traktoru New Holland 135 TSA, 5. př. st., plná dodávka paliva, tlak v pneumatikách obou náprav 150 kPa, dotížení 980 kg

Z naměřených a vypočtených hodnot vyplývají pro praxi následující závěry:

- Změnou výšky závěsu z 0,54 na 0,74 m, viz obr. 12, došlo u přední nápravy ke snížení tahové síly a tahového výkonu v důsledku poklesu zatížení. Z výsledné tahové charakteristiky, viz obr. 11 vyplývá, že do hranice nejvyššího tahového výkonu se oba průběhy překrývají. V oblasti nejvyšších prokluzů byly

naměřeny malé rozdíly tahové síly, které lze přisuzovat ztrátám valení.

- Dotěžování traktoru např. přidáním závaží nebo u neseného nářadí správnou volbou regulačního systému hydrauliky dochází k poklesu prokluzu v oblasti nejvyšších tahových sil. Při tahových pracích výkon ztracený prokluzem způsobuje nejvyšší ztráty na tahovém výkonu, což snižuje efektivitu přenosu výkonu motoru na podložku.

## SOUHRN

Cílem měření traktoru bylo zjistit vliv změny zatížení jednotlivých náprav a výšky závěsu na tahové vlastnosti. Měření bylo realizováno ve zkušebně MZLU v Brně na válcových dynamometrech. Nejprve byla naměřena jmenovitá otáčková charakteristika přes vývodový hřídel dle metodiky OECD. Měření tahové charakteristiky bylo provedeno na dva převodové stupně s různým zatížením náprav a s různou výškou závěsu. Dotížení traktoru o 980 kg (14,5 % z celkové hmotnosti) se projevilo posunutím maximálního tahového výkonu do oblasti vyšší tahové síly a poklesem prokluzu. Největší změny tahových vlastností byly naměřeny na 5. převodový stupeň. Tahová síla se zvýšila při nejvyšším tahovém výkonu o 18,9 % a nejvyšší tahový výkon se zvýšil o 15,2 % ve srovnání s největším tahovým výkonem bez přídavného závaží. Na 9. převodový stupeň byl naměřen nejvyšší tahový výkon 62,8 kW. Výška závěsu se byla nastavena na 0,54, 0,64 a 0,74 m. Změnou výšky závěsu z 0,54 na 0,74 m došlo u přední nápravy ke snížení tahové síly a tahového výkonu v důsledku poklesu zatížení. Z výsledné tahové charakteristiky pak vyplývá, že do hranice nejvyššího tahového výkonu se oba průběhy překrývají. V oblasti nejvyšších prokluzů byly naměřeny malé rozdíly tahové síly, které lze přisuzovat ztrátám valení.

traktor, zkušebna, zatížení, prokluz, výkon

## LITERATURA

GREČENKO, A.: Vlastnosti terénních vozidel. 1. vyd. Praha: VŠZ, 1994. 118 s. ISBN 80-213-0190-2

SEDLÁK, A., BAUER, F.: Výsledky měření tahových vlastností traktoru na válcovém dynamometru a v polních podmínkách. Acta technologica agriculturae Nitra, 6, 2003, 1: 17–20. ISSN 1335-2555.

SEMETKO, J., A KOL.: Mobilní energetické prostředky. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1986. 453 s.

PRECEL, J., SEMETKO, J., VERNAREC, J.: Teoretické principy přenosu hnacího momentu kola na půdu. Acta technologica agriculturae Nitra, 6, 2003, 2: 44–45. ISSN 1335-2555.

## Adresa

Ing. Tomáš Šmerda, Prof. Ing. František Bauer, CSc., Ústav techniky a automobilové dopravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika