

THE EFFECT OF THE LOAD OF A COMBUSTION ENGINE ON ENERGETIC AND PERFORMANCE PARAMETERS OF TRACTOR AGGREGATE

Tatíček M., Bauer F., Sedlák P., Čupera J.

Department of Engineering and Automobile Transport, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemedelska 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xtaticek@node.mendelu.cz

ABSTRACT

Through increasing price of propellant, the fuel consumption becomes the main factor which influences economy of the tractor aggregates running. The paper shows influence of load combustion engine and his operational mode to effective feature of tractor aggregates. The measurement was realized with a tractor New Holland T7050, aggregate with 5-furrow reversible plough. Data such as engine load, engine revolution, diesel fuel consumption, diesel fuel temperature, were got from CAN Bus network during the measurement. Then were measured following parameters total time of ploughing, depht of ploughing, time of turning and swath of tractor aggregate. The specific consumption of diesel fuel and the efficiency of the aggregate were calculated using the aforementioned parameters. The measurements were made in different engine operational mode. The speed gears were shifted automatically and manually. The results were then confront

Key words: tractor aggregate, efficienci, specific fuel consumption, loading of engine

Acknowledgements: These measurements were performed on the base of results obtained within the framework of an research and development project EU COST 356 „Agricultural transportation and its environmental effects“. The presented study was supported by the Research plan No. MSM6215648905 "Biological and technological aspects of the sustainability of controlled ecosystems and their adaptability to climate change" financed by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

ÚVOD

Stále rostoucí ceny energií a nízké výkupní ceny zemědělských produktů nutí zemědělce snižovat výrobní náklady zemědělských komodit. S tímto požadavkem úzce souvisí zvyšování kvality a produktivity zpracování půdy. Proto se v rostlinné výrobě stále více prosazují traktory s vyššími výkony, které jsou vybaveny moderními elektronickými systémy pro řízení motoru, převodového ústrojí a regulační hydrauliky. Aby však byl využit veškerý potenciál této techniky, je velice důležitým prvkem obsluha stroje, která nejen tento stroj řídí, ale musí být schopna celou pracovní soupravu vhodně seřídit. Prováděné polní zkoušky ukázaly vliv nastavení pracovního režimu spalovacího motoru resp. převodovky na výkonnostní a ekonomické parametry traktorové soupravy.

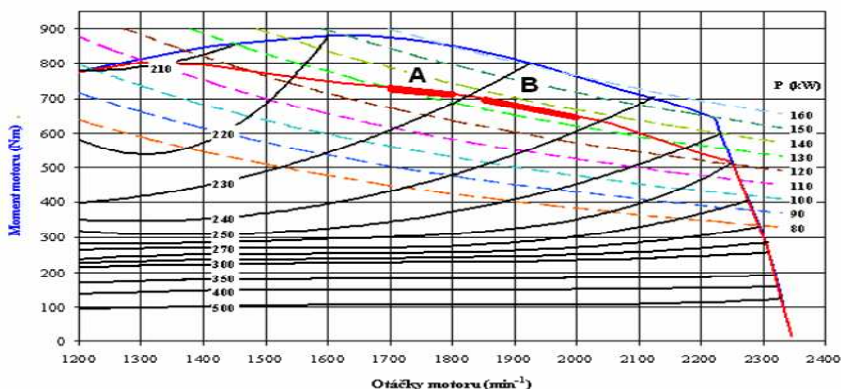
MATERIÁL A METODY

Polní měření proběhlo v katastru obce Rakvice na honu Dílce. Vlhkost půdy se během měření pohybovala mezi 14 – 16 % hm. K vlastnímu měření byl použit traktor New Holland T7050, který byl agregován s neseným pluhem HUARD VM 150 5 NS.

Technické parametry traktoru New Holland T7050

Kolový traktor s pohonem 4K4 typ New Holland T7050. Motor: řadový šestiválcový kapalinou chlazený vznětový se vstřikováním Common Rail, přepřehňovaný turbodmychadlem s mezichladičem stlačeného vzduchu. Zdvihový objem 6728 cm³. Jmenovitý výkon: 145 kW, při navýšení výkonu 172 kW (ECE R120). Jmenovité otáčky: 2200 min⁻¹. Maximální výkon: 156 kW, při navýšení výkonu 177 kW. Maximální točivý moment/otáčky: 860 Nm / 1400 min⁻¹, při navýšení výkonu: 965 Nm / 1600 min⁻¹. Převýšení točivého momentu: 37 %, při navýšení: 30 %. Na obr. 1 je zobrazena úplná charakteristika motoru bez a s navýšením výkonu. Měření bylo provedeno v laboratoři vozidel Ústavu techniky a automobilové dopravy MZLU v Brně, přes vývodový hřídel dle metodiky OECD. Převodovka: PowerShift a PowerShuttle plně řazená pod zatížením mokřými lamelovými spojkami. Počet převodových stupňů 19 vpřed / 6 vzad. Možnost automatického řazení s nastavením poklesu otáček. Pneumatiky: Přední náprava: Michelin Multibib 540/65 R 30, zadní náprava: Michelin Multibib 550/65 R 42. Hmotnost traktoru při zkouškách: 7560 kg, maximální celková hmotnost traktoru: 12000kg.

Obr. 1 Úplná charakteristika motoru bez navýšení a s navýšením výkonu



Obr. 2 Souprava traktoru NH T7050 s pluhem HUARD Variomaster 150



Charakteristika pluhu

Výrobce: HUARD. Model: VM 150 5 NS. Typ: Variomaster 150.

Jedná se o pětiradličný nesený otočný pluh s plynule měnitelnou šířkou záběru. Změna záběru je prováděna přes vnější hydraulický okruh traktoru. Záběr jednoho orebního tělesa je stavitelný v rozmezí 14' - 20'. Orební tělesa jsou opatřena dlátovou čepelí s výměnným dlátom a výměnnou hruď odhrnovačky. Konec křídla je opatřen přestavitelným perem. Orební tělesa jsou jištěny hydro-pneumatickými pojistkami se stavitelnou silou na vyhloubení.

METODIKA POLNÍHO MĚŘENÍ

Během celého měření byl motor provozován v základním režimu bez navýšení výkonu. Při práci traktoru na pozemku, byl k síti CAN Bus traktoru připojen měřicí počítač, do kterého se ukládala potřebná data. Jednalo se zejména o okamžité zatížení motoru, spotřebu paliva, teplotu paliva a další parametry motoru. Současně byly zaznamenávány s využitím externích snímačů ještě další veličiny. Pro měření skutečné pojezdové rychlosti soupravy byl na traktoru namontován radar RDS TGSS, viz. obr. 3. Pro měření teoretické rychlosti soupravy byl na disku zadního kola traktoru na pomocném rámu umístěn snímač otáček, viz. obr. 4.

Obr. 3 Radar RDS TGSS pro měření skutečné rychlosti, namontovaný na traktoru NH T7050



Obr. 4 Snímač otáček zadního kola traktoru



Mimo uvedené hodnoty byly ještě měřeny parametry orby jako hloubka, záběr pluhu a údaje potřebné pro stanovení výkonnosti orební soupravy. Pracovní záběr pluhu byl měřen podle ON 47 0166. Průměrný pracovní záběr pluhu se z vypočte podle vztahu:

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

kde:

- n - počet měření [-]
- b_i - i – té měření záběru stroje [m]
- z - počet jízd soupravy [-]

Měření hloubky orby bylo prováděno podle oborové normy ON 47 0169. Ve stejných místech kde byl měřen záběr byla měřena i hloubka orby. Měření bylo prováděno po každé jízdě soupravy. Pracovní hloubka byla měřena hloubkoměrem jako kolmá vzdálenost roviny povrchu pole a dna brázdy. Průměrná hloubka orby se vypočte pomocí vztahu:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} \quad [\text{m}] \quad (2)$$

kde:

- n - počet měření [-]
- h_i - okamžitá hloubka orby [m]

Kolisání pracovního záběru a hloubky orby bylo hodnoceno pomocí variačního koeficientu vypočteného ze vztahu.

$$V = \frac{s}{x_s} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3)$$

kde:

- s - směrodatná odchylka (záběru, hloubky) [m]

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_s)^2}{n - 1}} \quad [\text{m}] \quad (4)$$

- x_i - i-tá hodnota (záběru, hloubky) [m]
- x_s - průměrná hodnota sledovaného faktoru [m]

Pro stanovení energetických a výkonnostních parametrů soupravy pro byl měřen celkový čas na zpracování parcely tzv. operativní čas T_{02} a celkový čas otáček na souvrati T_{21} (čas vedlejší). Na základě těchto údajů byl dopočítán čas hlavní T_1 , který charakterizuje délku samotné orby.

$$T_1 = T_{02} - T_{21} \quad [\text{s}] \quad (5)$$

kde:

- T_{02} - čas operativní [s]
- T_{21} - čas vedlejší [s]
- T_1 - čas hlavní na zoraní měřící parcely [s]

Z naměřených hodnot byla vypočtena zoraná plocha. Z časového snímku a plochy následně podle vztahu (6) plošná efektivní a podle vztahu (7) operativní výkonnost.

$$W_I = \frac{S}{T_I} \cdot 3600 \quad [\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (6)$$

$$W_{02} = \frac{S}{T_{02}} \cdot 3600 \quad [\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (7)$$

kde:

- S - zoraná plocha [ha]
- T_I - čas hlavní na zorání měřící parcely [s]
- T₀₂ - čas operativní [s]
- W_I - výkonnost efektivní [ha.h⁻¹]
- W₀₂ - výkonnost operativní [ha.h⁻¹]

Spotřeba paliva traktoru na zorání parcely, včetně otáček na souvratí, byla odečítána ze sítě traktoru. Okamžitá spotřeba udávaná v litrech za hodinu je ze sítě snímána s frekvencí 20 Hz. Dosažená průměrná operativní hodinová spotřeba se stanoví pomocí vztahu (8) a průměrná efektivní hodinová spotřeba podle vztahu (9).

$$Q_{h02} = \frac{\sum q_i}{T_{02} \cdot f} \quad [\text{l} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (8)$$

$$Q_{hI} = \frac{\sum q_i}{T_I \cdot f} \quad [\text{l} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (9)$$

kde:

- q_i - okamžitá spotřeba paliva při orbě [l/h]
- T_I - čas hlavní na zorání měřící parcely [s]
- T₀₂ - čas operativní [s]
- f - frekvence odpočtu spotřeby ze sítě [Hz]

Operativní a efektivní spotřeba nafty na hektar zoraného pozemku byla vypočtena podle vztahů (10) a (11).

$$Q_{02} = \frac{Q_{h02} \cdot T_{02}}{3,6 \cdot S} \cdot 10^{-3} \quad [\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (10)$$

$$Q_I = \frac{Q_{hI} \cdot T_I}{3,6 \cdot S} \cdot 10^{-3} \quad [\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (11)$$

kde:

- Q_{h02} - operativní hodinová spotřeba nafty [l/h]
- Q_{hI} - efektivní hodinová spotřeba nafty [l/h]
- T₀₂ - čas operativní [s]
- T_I - čas hlavní na zorání měřící parcely [s]
- S - zoraná plocha [ha]

Měrná operativní spotřeba orby je dána vztahem (12). Pro objektivnější porovnání s vyloučením vlivů časových ztrát na souvratích byla vypočtena také měrná efektivní spotřeba paliva dle vztahu (13).

$$Q_{02m} = \frac{Q_{02}}{h} \cdot 10 \quad [\text{ml} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (12)$$

$$Q_{1m} = \frac{Q_1}{h} \cdot 10 \quad [\text{ml} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (13)$$

kde:

Q_{02} - operativní spotřeba nafty na hektar zoraného pozemku [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$]

Q_1 - efektivní spotřeba nafty na hektar zoraného pozemku [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$]

h - hloubka orby [m]

Výpočet teoretické hodinové spotřeby paliva z parametrů odečtených z úplné charakteristiky motoru byl proveden podle následujícího vztahu.

$$Qt_h = \frac{m_{pe} \cdot p_e}{10^3 \cdot \rho_{nafta}} \quad [\text{l} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (14)$$

kde:

m_{pe} - měrná efektivní spotřeba motoru [$\text{g} \cdot \text{kW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$]

p_e - efektivní výkon motoru [kW]

ρ_{nafta} - měrná hmotnost nafty [$\text{kg} \cdot \text{l}^{-1}$]

Při zkouškách orební soupravy bylo provedeno celkem 10 měření. Motor byl provozován v běžném režimu bez navýšení výkonu. Při prvních čtyřech měřeních byly pracovní otáčky motoru udržovány v rozmezí 1700 – 1800 min^{-1} , tato oblast práce motoru je označena jako A. Další skupina měření byla realizována při otáčkách motoru 1850 – 2000 min^{-1} , tento režim motoru je dále označen jako B. Každé měření sestávalo ze čtyř jízd po parcele se třemi otáčkami na souvratích. Ve střední části délky jízdy byl vyměřen úsek na kterém probíhalo měření parametrů orby. Při každém průjezdu soupravy byl měřen prokluz kol přední a zadní nápravy, všechny zkoušky proběhly se sepnutou uzávěrkou diferenciálu. Dále byla po každém průjezdu soupravy měřena hloubka orby, minimálně v 10 místech. Po čtyřech jízdách byla změněna šířka zorané parcely pro výpočet pracovního záběru pluhu. Při orbě byl také měřen celkový čas na zorání parcely a časy otáček soupravy na souvratích. Během celé doby orby parcely, byly do paměti měřicího počítače s frekvencí 20 Hz ukládány údaje snímané ze sítě traktoru, především okamžitá hodinová spotřeba paliva, teplota paliva, otáčky motoru, rychlost jízdy, zatížení motoru, teploty olejových náplní, tlak mazacího oleje v motoru, otáčky ventilátoru chlazení, teplota chladicí kapaliny a další hodnoty. Na základě zjištěných průměrných otáček motoru při jednotlivých měřeních, byly do úplné charakteristiky motoru vyneseny body charakterizující jeho pracovní režim. Jelikož byl motor vhodným řazením převodových stupňů dotěžován, lze předpokládat provoz motoru s téměř plnou dávkou paliva. Tento předpoklad byl dále ověřen i pomocí integrovaného snímače zatížení motoru, který je sériově montován na setrvačniku motoru. U tohoto snímače byla pro zpřesnění naměřených hodnot provedena kalibrace v laboratoři MZLU. Zatížení motoru se během orby pohybovalo mezi 90 – 100 %.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní naměřené a vypočtené parametry orební soupravy včetně hodnot odečtených z úplné charakteristiky jsou pro jednotlivé pracovní oblasti uvedeny v tab.1 a tab.2. Následně byly potřebné parametry vyneseny do grafů.

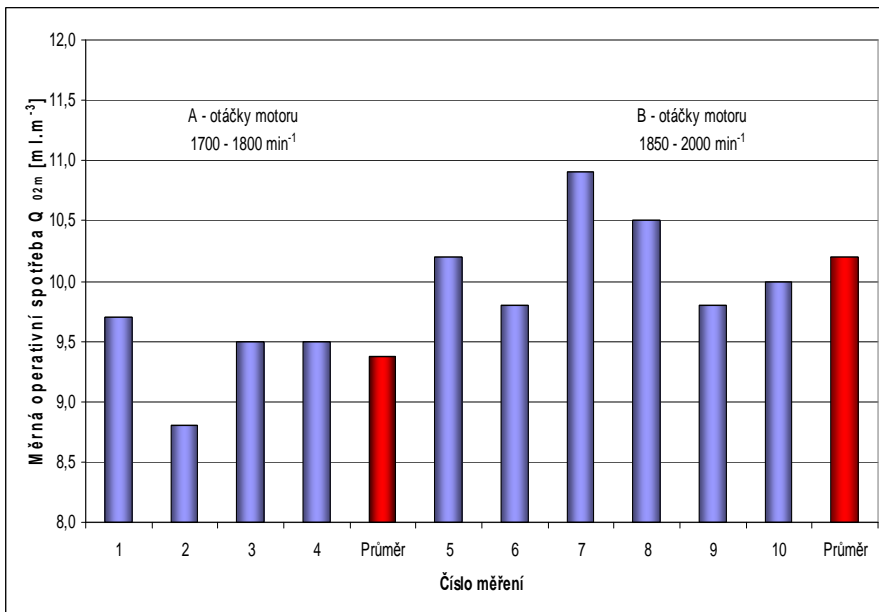
Tab. 1 Tabulka vypočtených parametrů z naměřených hodnot orební soupravy

Pracovní oblast A					
Měření	1	2	3	4	Průměr
Ø Otáčky motoru n [min ⁻¹]	1794	1736	1709	1732	1743
Ø Hodinová spotřeba paliva Q _h [l.h ⁻¹]	34,0	32,4	31,8	32,4	32,7
Ø Záběr B [m]	2,11	2,17	2,10	2,00	
Ø Hloubka h [cm]	28,3	27,6	25,1	25,6	
Variační koeficient - záběr Vz [%]	0,84	0,72	0,45	1,53	
Variační koeficient - hloubka Vh [%]	4,68	4,16	8,72	6,33	
Zoraná plocha S [m ²]	2591	2767	2863	2763	2746
Objem zpracované půdy V [m ³]	732,1	763,6	717,1	705,9	729,7
Měrná operativní spotřeba Q _{02m} [ml.m ⁻³]	9,7	8,8	9,5	9,5	9,4
Měrná efektivní spotřeba Q _{1m} [ml.m ⁻³]	8,3	7,6	8,2	8,2	8,1
Operativní výkonnost W ₀₂ [ha.h ⁻¹]	1,24	1,33	1,33	1,34	1,31
Efektivní výkonnost W ₁ [ha.h ⁻¹]	1,46	1,55	1,55	1,56	1,53
Parametry odečtené z úplné charakteristiky motoru					
Výkon motoru p _e [kW]	133	131	130	131	131,3
Měrná efektivní spotřeba m _{pe} [g.kW ⁻¹ h ⁻¹]	228	226	226	227	226,8
Vypočtená hodinová spotřeba paliva Q _{th} [l.h ⁻¹]	37,0	36,1	35,8	36,3	36,3

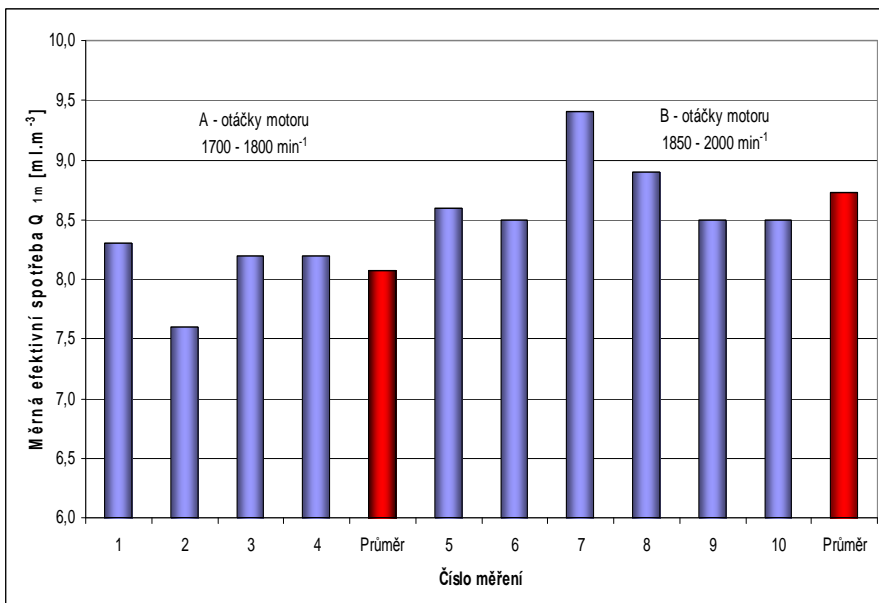
Tab. 2 Tabulka vypočtených parametrů z naměřených hodnot orební soupravy

Pracovní oblast B							
Měření	5	6	7	8	9	10	Průměr
Ø Otáčky motoru n [min ⁻¹]	1867	1865	1925	1908	1863	1901	1888
Ø Hodinová spotřeba paliva Q _h [l.h ⁻¹]	34,3	35,3	34,8	34,3	34,3	33,1	34,4
Ø Záběr B [m]	2,07	2,10	1,97	2,06	2,12	2,00	
Ø Hloubka h [cm]	27,8	28,7	27,2	27,0	25,9	25,2	
Variační koeficient - záběr Vz [%]	0,57	0,82	0,91	0,99	1,25	1,23	
Variační koeficient - hloubka Vh [%]	4,78	4,42	3,92	5,46	5,79	9,43	
Zoraná plocha S [m ²]	2515	2648	2578	2719	2830	2706	2666
Objem zpracované půdy V [m ³]	698,0	760,1	701,1	734,9	734,3	681,2	718,3
Měrná operativní spotřeba Q _{02m} [ml.m ⁻³]	10,2	9,8	10,9	10,5	9,8	10,0	10,2
Měrná efektivní spotřeba Q _{1m} [ml.m ⁻³]	8,6	8,5	9,4	8,9	8,5	8,5	8,7
Operativní výkonnost W ₀₂ [ha.h ⁻¹]	1,21	1,25	1,17	1,22	1,35	1,32	1,25
Efektivní výkonnost W ₁ [ha.h ⁻¹]	1,43	1,45	1,36	1,43	1,55	1,55	1,46
Parametry odečtené z úplné charakteristiky motoru							
Výkon motoru p _e [kW]	136	136	137	137	136	137	136,5
Měrná efektivní spotřeba m _{pe} [g.kW ⁻¹ h ⁻¹]	231	231	235	234	232	234	232,8
Vypočtená hodinová spotřeba paliva Q _{th} [l.h ⁻¹]	38,3	38,3	39,3	39,1	38,5	39,1	38,8

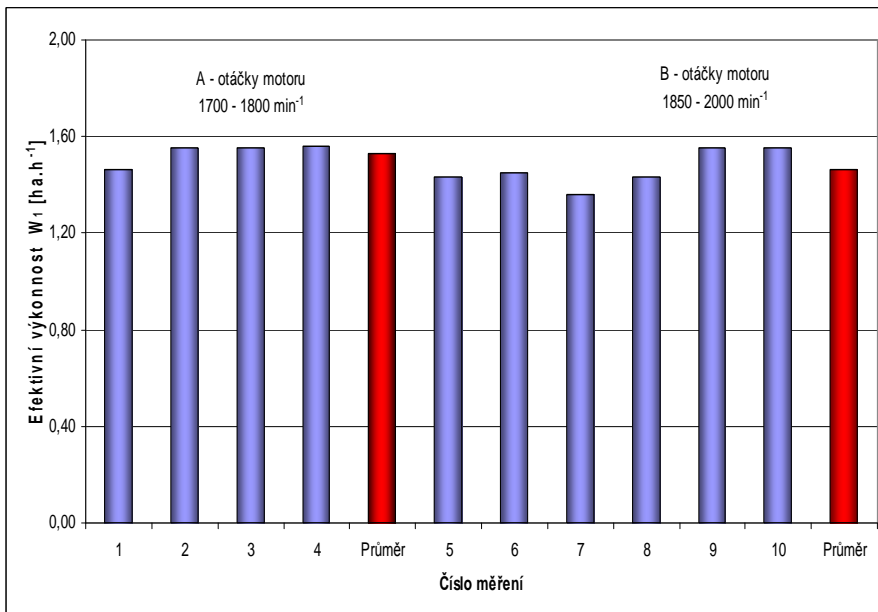
Obr. 5 Výsledky měření operativní spotřeby paliva při orbě



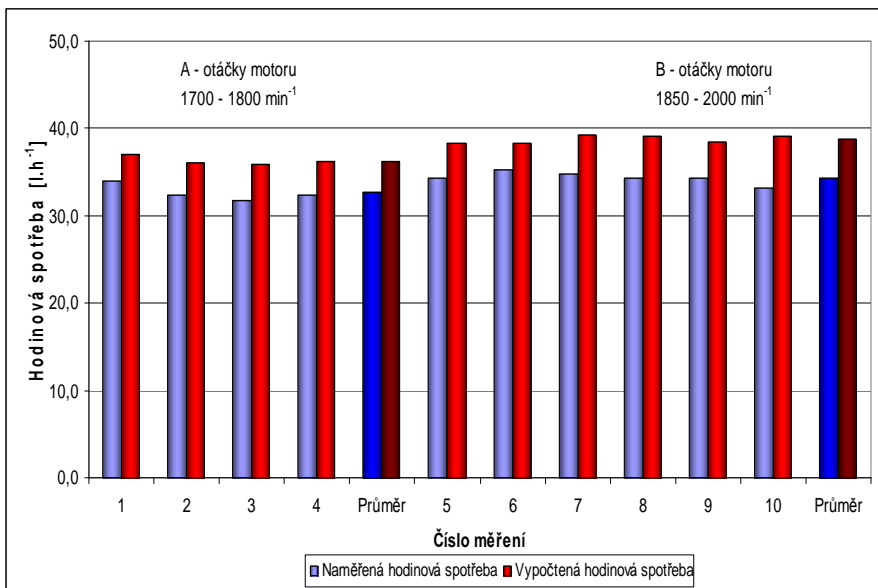
Obr. 6 Výsledky měření měrné efektivní spotřeby paliva při orbě



Obr. 7 Výsledky měření efektivní výkonnosti při orbě



Obr. 8 Porovnání naměřené a vypočtené hodinové spotřeby paliva při orbě



Na základě porovnání naměřených a vypočtených hodnot je zřejmé jaký vliv má zvolený pracovní režim motoru na ekonomiku jeho provozu. Při udržování motoru v pracovním režimu A, tedy v intervalu otáček $1700 - 1800 \text{ min}^{-1}$ při plné dávce paliva, bylo dosaženo průměrné měrné operativní spotřeby $9,4 \text{ ml.m}^{-3}$. Naproti tomu pokud motor pracoval v režimu B při otáčkách $1850 - 2000 \text{ min}^{-1}$ s velkou rezervou točivého momentu, byla naměřena průměrná měrná operativní spotřeba $10,2 \text{ ml.m}^{-3}$. Nárůst spotřeby v režimu B oproti režimu A činí $0,8 \text{ ml.m}^{-3}$, což představuje $8,5 \%$. Pro objektivnější porovnání výsledků je vhodnější porovnávat měrnou efektivní spotřebu, protože tato veličina charakterizuje samotnou pracovní činnost soupravy a nezahrnuje otáčky soupravy na úvratích. V pracovním režimu A byla naměřena průměrná měrná efektivní spotřeba $8,1 \text{ ml.m}^{-3}$ naproti tomu v pracovním režimu B byla dosažena průměrná měrná efektivní spotřeba $8,7 \text{ ml.m}^{-3}$. Je tedy zřejmé, že při provozu motoru v režimu B dochází k nárůstu spotřeby o $0,6 \text{ ml.m}^{-3}$, což představuje přírůstek $7,4 \%$ oproti režimu A.

Pro porovnání výkonnostních parametrů orebních souprav byla zvolena efektivní výkonnost, která charakterizuje samotnou pracovní činnost soupravy. V pracovním režimu A byla dosažena efektivní výkonnost $1,53 \text{ ha.h}^{-1}$, naproti tomu při práci motoru v oblasti B došlo ke snížení efektivní výkonnosti o $0,07 \text{ ha.h}^{-1}$ na $1,46 \text{ ha.h}^{-1}$, což představuje pokles výkonnosti o $4,6 \%$. Tato skutečnost je dána snížením pojzdové rychlosti v důsledku zařazeného nižšího převodového stupně.

Jako další možné srovnávací kritérium lze použít naměřenou průměrnou hodinovou spotřebu paliva, která byla v režimu A $32,7 \text{ l.h}^{-1}$, kdežto v režimu B $34,4 \text{ l.h}^{-1}$. Přírůstek je v tomto případě $1,7 \text{ l.h}^{-1}$ respektive $5,2 \%$.

K podobným výsledkům lze dojít také na základě teoreticky určené spotřeby z hodnot odečtených z úplné charakteristiky motoru. Ze známých průměrných otáček motoru a na základě předpokladu, že motor pracuje s plnou dávkou paliva, lze určit pracovní bod v úplné charakteristice. V tomto bodě byl dopočítán efektivní výkon motoru a z grafu odečtena měrná efektivní spotřeba paliva. Z těchto parametrů byla stanovena teoretická hodinová spotřeba. V pracovním režimu A byla tato průměrná spotřeba $36,3 \text{ l.h}^{-1}$, v režimu B byl zjištěn nárůst spotřeby o $2,5 \text{ l.h}^{-1}$, což představuje relativní přírůstek $6,9 \%$. Porovnání naměřené a teoreticky určené hodinové spotřeby je zobrazeno na obr.8. Ačkoli je průměrná teoretická hodinová spotřeba vyšší o $3,6 \text{ l.h}^{-1}$ resp. $11,0 \%$ v pracovním režimu A a o $4,4 \text{ l.h}^{-1}$ resp. $12,7 \%$ v pracovním režimu B oproti průměrné naměřené hodinové spotřebě, je nutné zdůraznit, že teoreticky určený nárůst hodinové spotřeby je $6,9 \%$, zatímco naměřené zvýšení hodinové spotřeby je $5,2 \%$. Je tedy zřejmé, že teoretický výpočet hodinové spotřeby, resp. její přírůstek, vykazuje relativně malou odchylku od naměřené hodinové spotřeby, a tudíž lze konstatovat, že teoretický výpočet spotřeby je správný.

Při udržování otáček motoru v oblasti A ($1700 - 1800 \text{ min}^{-1}$) pracuje motor v ekonomickém režimu a vykazuje menší měrnou efektivní spotřebu, $225 - 230 \text{ g.kW}^{-1}.\text{h}^{-1}$, a tudíž i menší měrnou orební spotřebu. Průměrná měrná efektivní spotřeba byla $8,1 \text{ ml.m}^{-3}$. Průměrná hodinová spotřeba dosahovala $32,7 \text{ l.h}^{-1}$. Průměrná efektivní výkonnost v tomto režimu byla $1,53 \text{ ha.h}^{-1}$. Provoz je však náročnější pro obsluhu, protože motor má v této oblasti malou zálohu točivého momentu a obsluha musí rychle reagovat na změnu jízdních odporů soupravy vhodným přefazením převodového stupně. Proto je výhodné a v poslední době také stále častější využití automatického řazení.

Naproti tomu pracuje-li motor v oblasti B s velkou rezervou točivého momentu ($1850 - 2000 \text{ min}^{-1}$), je tento provoz sice méně náročný pro obsluhu, protože není nutná tak častá změna převodového stupně, ale motor dosahuje poměrně vysoké měrné efektivní spotřeby, $230 - 240 \text{ g.kW}^{-1}.\text{h}^{-1}$, a tudíž i měrná orební spotřeba je vyšší. Při zkouškách byla průměrná měrná efektivní spotřeba v tomto pracovním režimu $8,7 \text{ ml.m}^{-3}$, což představuje nárůst o 7,4 % oproti režimu A. Obdobně se zvýšila také hodinová spotřeba a to o $1,7 \text{ l.h}^{-1}$ na $34,4 \text{ l.h}^{-1}$. Navíc ještě v důsledku poklesu pojezdové rychlosti pracovní soupravy došlo ke snížení průměrné efektivní výkonnosti soupravy na $1,46 \text{ ha.h}^{-1}$, což představuje pokles o $0,07 \text{ ha.h}^{-1}$, respektive 4,6 %. Touto problematikou se zabývali též autoři DUŽÁK., PETRANSKÝ (2002) a SYROVÝ (1997) a dosáhli podobných výsledků. Z těchto poznatků vyplývá, že pokud má být traktorová souprava pro tahové práce provozována ekonomicky, musí být sestavena tak, aby pracovní rychlost a odpor stroje odpovídaly maximálnímu tahovému výkonu traktoru pro danou pojezdovou rychlost.

Důležitým zjištěním je také skutečnost, že velikost nárůstu hodinové spotřeby lze při dostupné úplné charakteristice motoru poměrně přesně zjistit i teoreticky. Takovou analýzou je tudíž možné určit pracovní oblast motoru, ve které by měl být převážně provozován, aby bylo dosaženo nejmenších provozních nákladů. Případně lze takto i vyčíslit možnou úsporu paliva, v různých pracovních režimech motoru.

Závěrem lze konstatovat, že pokud je obsluha traktoru schopna udržet motor v oblasti nejvyššího točivého momentu, kde motor vykazuje nejmenší měrnou efektivní spotřebu, lze docílit snížení spotřeby paliva až o 6,9 % za současného zvýšení efektivní výkonnosti až o 4,6 %. Tato úspora je jistě velice zajímavá nejen z hlediska ekonomického, ale i z hlediska ekologického.

ZÁVĚR

Cílem příspěvku je poukázat na možnosti snižování spotřeby nafty a zvyšování výkonnosti traktorových souprav. Zde konkrétně se jednalo o traktor New Holland T7050, který byl agregován s otočným neseným pětiradličným pluhem HUARD VM 150 5 NS. Během měření byly zaznamenávány do měřícího počítače ze sběrnice CAN Bus otáčky, okamžitá spotřeba a zatížení spalovacího motoru. Dále byl měřen celkový čas, čas na otáčku, hloubka orby a záběr pluhu. Z naměřených hodnot byla vypočtena měrná operativní a efektivní spotřeba nafty a efektivní výkonnost traktorové soupravy. Traktor byl během měření vhodně dotěžován a pracoval tudíž s plnou dávkou paliva. Měření se provádělo nejprve v ekonomické oblasti otáček motoru $1700 - 1800 \text{ min}^{-1}$, oblast A, a v oblasti maximálního výkonu motoru při otáčkách $1850 - 2000 \text{ min}^{-1}$, oblast B. Z naměřených hodnot je zřejmé, že v oblasti B došlo oproti oblasti A k nárůstu měrné efektivní spotřeby o $0,6 \text{ ml.m}^{-3}$ na $8,7 \text{ ml.m}^{-3}$, což představuje zvýšení spotřeby o 7,4 %. Naproti tomu v oblasti A byla zjištěna efektivní výkonnost $1,53 \text{ ha.h}^{-1}$ a v oblasti B $1,46 \text{ ha.h}^{-1}$, což představuje snížení výkonnosti o 4,6 %. Dalším cílem tohoto příspěvku bylo také ukázat, že úsporu paliva v jednotlivých pracovních režimech, lze poměrně přesně dopočítat na základě úplné otáčkové charakteristiky motoru. Kdy naměřené zvýšení průměrné hodinové spotřeby paliva bylo 5,2 %, zatímco vypočítaný nárůst hodinové spotřeby paliva dosahoval 6,9 %.

LITERATURA

Syrový, O a kol., 1997: Orientační hodnoty měrné spotřeby paliva a energie v zemědělství. Metodiky pro zemědělskou praxi. Praha, ÚZPI,č. 7: 45-47.

Dud'ák, J., Petranský, I., 2002: Vplyv pracovných podmienok a režimov práce na energetickú náročnosť traktorových orbových súprav. Acta Techn. Agric. Univ. Agric. Nitra, č. 4: 90-95.