
INFLUENCE OF CONSTRUCTION OF TRANSMISSION ON ECONOMIC PARAMETERS OF TRACTOR SET TRANSPORT

Vykydal P., Žák M.

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

E-mail: petr.vykydal@centrum.cz

ABSTRACT

The aim of this paper is compared on economic parameters of tractor set for transport, depending on the selected gear. For measure were selected two tractors with the same engine, but with a different transmission. It was a NH T7050 tractor AutoCommand with variable hydromechanical transmission and NH T7050 tractor PowerCommand with full powershift transmission. Measured circuit measuring 21.8 km. For tractor AutoCommand was chosen 10 measurement modes with different speeds and with two degrees of aggressiveness changes the gear ratio. The tractor was selected PowerCommand automatic mode. The final evaluation was performed sets of traffic from all over the track. From the measured values it was found that tractor AutoCommand reached a lower average of consumption, in the rev range 1700 min⁻¹ to 1770 min⁻¹ to 1.5 l.h⁻¹, which represents fuel savings of 6.5% for the combination with the T7050 tractor geared AutoCommand. Similar results were also observed at 1814 min⁻¹ to 1830 min⁻¹, where fuel economy was 2.8 l.h⁻¹, i.e. 11.5% for the combination with a tractor with the transmission T 7050 AutoCommand.

Key words: tractor, transmission, traffic, consumption

Acknowledgement: The article was prepared with the support of the project's internal grant agency IGA Mendel University in Brno, TP1/2011 - Monitoring of performance parameters of tractor engine.

ÚVOD

Moderní zemědělství přináší řadu nových technologií a konstrukčních inovací v oblasti strojů, které by měly svým příchodem na trh umožnit zvýšení produktivity a snížení energetické náročnosti zejména snížení spotřeby pohonných hmot a s tím spojené snížení množství nežádoucích emisí. A právě náklady spojené s nákupem pohonných hmot představují jednu z největších položek, vezmeme-li v úvahu, že traktor, který je základní energetický prostředek v zemědělství, běžně odpracuje 1500 – 1800 hodin. Výrobci jsou tak nuceni hledat nová řešení, která by zajistila energetickou úsporu. Jedna z možností snížení spotřeby traktorů je také volba převodovky. U dnešních traktorů vyšších výkonových tříd lze volit již standardně mezi převodovkou s plynulou změnou převodového poměru nebo převodovkou plně řazenou při zatížení. Cílem tohoto příspěvku bylo na základě terénního měření porovnat ekonomické parametry traktorových souprav v dopravě. Jednalo se o traktory se stejným motorem, ale s odlišnou konstrukcí převodovky. U traktoru NH T7050 AutoCommand umožňovala řídicí elektronika motoru a převodovky nastavovat různé režimy práce. Traktor NH T7050 PowerCommand pracoval s převodovkou řazenou pod zatížením v automatickém režimu.

MATERIÁL A METODIKA

Samotnému terénnímu měření v dopravě, předcházelo měření motorů zkoušených traktorů v laboratořích Ústavu techniky a automobilové dopravy na Mendelu v Brně. Zkoušky na Mendelu probíhaly v traktorové zkušebně, kde byly měřeny parametry motoru přes vývodový hřídel. Hlavní část traktorové zkušebny tvoří vířivý dynamometr VD 500, který je možno připojit na zadní vývodový hřídel traktoru. Při všech zkouškách byly dodržovány všeobecné požadavky dané normou ČSN ISO 789-1. Měření traktorových souprav v dopravě bylo realizováno mezi obcemi Hustopeče a Nikolčice. Trasa mezi těmito obcemi měřila 21,8 km. Soupravy vyjízděly z Hustopečí a směřovaly přes obce Velké Němčice a Křepice do Nikolčic, kde se otočily a vrátily se stejnou cestou zpět do Hustopečí. Měřicí trasa byla rozdělena na 8 dílčích úseků, mezi obcemi. Trasa traktorové soupravy je znázorněna na obr. 1 a charakteristiky jednotlivých úseků jsou znázorněny v tab. 1.



Obr. 1 Trasa traktorové soupravy

Tab. 1 Charakteristika jednotlivých úseků

| Úsek | Dráha [m] | Nadmořská výška [m] | |
|--------|--------------|------------------------|------|
| | | Min. | Max. |
| 1 | 5720 | 206 | 246 |
| 2 | 2628 | 206 | 271 |
| 3 | 1020 | 245 | 266 |
| 4 | 1562 | 258 | 279 |
| 5 | 1562 | 258 | 279 |
| 6 | 1020 | 245 | 266 |
| 7 | 2628 | 206 | 271 |
| 8 | 5720 | 206 | 246 |
| Celkem | 21866 | | |

Protože traktory byly vybaveny rozdílnými převodovkami, byly také nastavení režimů rozdílné. Řídící elektronika motoru a převodovky umožňovala nastavit různé režimy práce. Traktor NH T7050 AutoCommand, byl vybaven plynulou hydromechanickou převodovkou s možností nastavení agresivity změny převodového poměru 1-3. Stupeň agresivity 1 znamená pomalejší změnu převodového poměru v závislosti na změně zatížení traktoru, naopak nastavení agresivity na třetí stupeň znamená změnu převodového poměru v kratším čase. Díky elektronice řízení motoru bylo dále možné nastavení v širokém rozmezí omezení otáček motoru. Proto bylo pro testování traktoru AutoCommand zvoleno 10 režimů omezení otáček motoru a agresivity řazení:

| | | |
|-----|-------------------------------|--|
| 1. | Otáčky 1450 min ⁻¹ | agresivita 1, (v grafu je označena jako Agg.) |
| 2. | Otáčky 1450 min ⁻¹ | agresivita 3 |
| 3. | Otáčky 1580 min ⁻¹ | agresivita 1 |
| 4. | Otáčky 1580 min ⁻¹ | agresivita 3 |
| 5. | Otáčky 1800 min ⁻¹ | agresivita 1 |
| 6. | Otáčky 1800 min ⁻¹ | agresivita 3 |
| 7. | Otáčky 1900 min ⁻¹ | agresivita 1 |
| 8. | Otáčky 1900 min ⁻¹ | agresivita 3 |
| 9. | Otáčky 2200 min ⁻¹ | agresivita 1 |
| 10. | Otáčky 2200 min ⁻¹ | agresivita 3. |

Uvedené režimy byly nastaveny vždy před započítím každé dílčí zkoušky a během jízdy po trase nebyly měněny. U traktoru NH 7050 PowerCommand, který disponoval stupňovitou převodovkou řazenou při zatížení, byl zvolen automatický režim řazení, kde elektronika řízení převodovky neumožňovala nastavit omezení otáček motoru. Automatika řazení udržovala otáčky v oblasti maximálního výkonu.

Technické parametry traktoru New Holland T7050 PowerCommand

Motor: číslo motoru: 000757052*, číslo traktoru: *ZAB641763*, rok výroby 2010, počet motohodin: 4,4, jmenovitý výkon: 145 kW, max. výkon bez navýšení: 156 kW, jmenovitý výkon s navýšením: 172 kW, max. výkon s navýšením: 177 kW, jmenovité otáčky 2200 min⁻¹, maximální točivý moment: 860 Nm/1400 min⁻¹, maximální točivý moment s navýšením: 965 Nm/1600 min⁻¹, převýšení točivého momentu bez/s navýšením: 37/30 %, počet válců: 6, celkový objem motoru: 6728 cm³, počet ventilů: 24, pohon ventilátoru chlazení: visko spojka, přepřívání: turbodmychadlo, vstřikovací systém: vysokotlaký Common Rail s plně elektronickým řízením. Převodovka: typ: Powershift, počet převodových stupňů 19F/6R. Rozměry pneumatik: výrobce: Continental Contract AC 65, přední – 540/65 R30, zadní: 650/65 R42. Hmotnost: 8 610 kg.

Technické parametry traktoru New Holland T7050 AutoCommand

Motor: číslo motoru: 000750214*, číslo traktoru: *ZAB607941*, rok výroby 2010, počet motohodin: 6,7, jmenovitý výkon: 145 kW, max. výkon bez navýšení: 156 kW, jmenovitý výkon s navýšením: 172 kW, max. výkon s navýšením: 177 kW, jmenovité otáčky 2200 min⁻¹, maximální točivý moment: 860 Nm/1400 min⁻¹, maximální točivý moment s navýšením: 965 Nm/1600 min⁻¹, převýšení točivého momentu bez/s navýšením: 37/30 %, počet válců: 6, celkový objem motoru: 6728 cm³, počet ventilů: 24, pohon ventilátoru chlazení: visko spojka, přepřívání: turbodmychadlo, vstřikovací systém: vysokotlaký Common Rail s plně elektronickým řízením.

Převodovka: typ: plynulá hydromechanická. Rozměry pneumatik: výrobce: Michelin Multibib, přední – 540/65 R30, zadní: 650/65 R42. Hmotnost: 8 874 kg.

Technické parametry použitého návěsu WTC Písečná BIG 18/3

Typ: BIG 18/3, výrobní číslo: 6794-06, číslo rámu: 18T20100001, rok výroby: 2010, nejvyšší povolená hmotnost: 25 000 kg, provozní hmotnost: 7 000 kg, užitečná hmotnost: 18 000 kg, objem/bočnice 980/1600 mm: 15,5 m³, 25,5 m³. Rozměry – celková šířka: 2 480 mm, celková délka: 9 020 mm, celková výška: 2 655 mm, max. povolená rychlost: 40 km/h.

Použitá měřicí zařízení: GPS modul – Přesná poloha soupravy a také skutečná rychlost byla zjišťována GPS přijímačem s datarate 5 S/s. Přijímač byl do měřícího notebooku připojen přes sběrnici RS232.



Obr. 2 Měřené traktory a návěs

VÝSLEDKY A DISKUZE

Naměřené hodnoty byly vyneseny do grafů podle jednotlivých úseků. V grafu na obr. 3 je vynesena hodinová spotřeba traktorových souprav měřená na úseku 2, kde je patrný vliv nastavení omezení otáček. Jednalo se kopcovitý terén, tedy nejvyšší zatížení z celého okruhu. Nejnižší hodinové spotřeby zde dosahoval traktor AutoCommand s nastavením otáček 1450 min⁻¹. Podobné výsledky byly naměřeny i na ostatních úsecích zkušební dráhy. Rozdíly hodinové spotřeby v závislosti na nastavení agresivity změny převodového poměru jsou velice malé. Při nastavení stupně agresivity 3 docházelo jen k malému zvýšení otáček a to maximálně o 30 min⁻¹, což mohlo být způsobeno rychlejší změnou převodového poměru. Dále bylo monitorováno zatížení motoru a aktuální moment motoru. Jedná se o údaje snímány ze sítě CAN Bus měřených traktorů. Vzhledem k tomu, že průběh aktuálního momentu kopíruje průběh skutečného momentu motoru je tento údaj významnější než zatížení motoru. Při práci s plnou dodávkou paliva na nižší otáčky se motor pohybuje v oblasti s vyšším aktuálním momentem, tedy v oblasti s nižší měrnou spotřebou paliva.

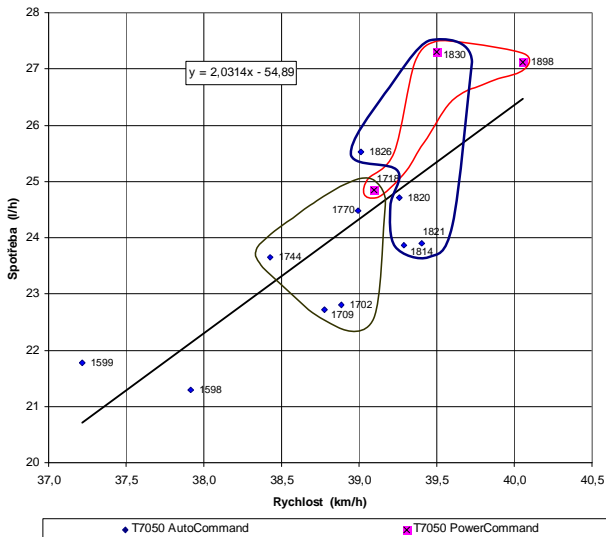
Závěrečné hodnocení dopravních souprav bylo provedeno z celé zkušební dráhy tj. z délky 21,8 km, s celým profilem tratě (klesání, stoupání) a při různých otáčkách motoru. Základním kritériem pro závěrečné hodnocení byly rozhodující výstupní parametry a to dosažená přepravní rychlost a spotřeba paliva. Pro objektivní hodnocení byly vybrány poměrně úzké rozsahy rychlostí a úzké rozsahy otáček motoru. Naměřené hodnoty byly vyneseny do grafu na obr.4 .

Úsek : 2

Vyhodnocený parametr: Hodinová spotřeba paliva



Obr. 3 Hodinová spotřeba traktorových souprav na úseku 2 (Agg – agresivita řazení)



Obr. 4 Závislost hodinové spotřevy traktorů na rychlosti při jízdě souprav na celém okruhu.

Z grafického znázornění vyplývá, že při rozsahu otáček motoru 1700 min^{-1} až 1770 min^{-1} - soupravy dosahovaly přepravní rychlost 38,4 až $39,1 \text{ km.h}^{-1}$. V uvedených parametrech dosáhla nejmenší spotřeby souprava s traktořem T7050 s převodovkou AutoCommand a to $23,4 \text{ l.h}^{-1}$, zatímco souprava s traktořem T7050 s převodovkou PowerCommand dosáhla průměrné spotřeby $24,9 \text{ l.h}^{-1}$. Rozdíl je $1,5 \text{ l.h}^{-1}$, což činí téměř 6,5 % úspory paliva pro soupravu s traktořem T7050 s převodovkou AutoCommand.

Další volený rozsah byl při otáčkách motoru 1814 min^{-1} až 1830 min^{-1} - soupravy dosahovaly přepravní rychlost 39,1 až $39,5 \text{ km.h}^{-1}$. V uvedených parametrech měla souprava s traktořem T7050 s převodovkou PowerCommand spotřebu $27,3 \text{ l.h}^{-1}$, zatímco souprava s traktořem T7050 s převodovkou AutoCommand dosáhla průměrné spotřeby $24,5 \text{ l.h}^{-1}$. Rozdíl je $2,8 \text{ l.h}^{-1}$, což činí 11,5 % úspory paliva pro soupravu s traktořem T7050 s převodovkou AutoCommand.

ZÁVĚR

Ze závěrečného hodnocení traktorové soupravy v dopravě je patrné, že traktor disponující plynulou hydromechanickou převodovkou vykazoval na celé zkušební dráze (tj. 21,8 km) nižší hodinovou spotřebu při stejném rozsahu otáček a stejné pojezdové rychlosti než traktor s převodovkou řazenou při zatížení s automatickým režimem řazení. Pro porovnání byly zvoleny dva rozsahy otáček, a to $1700 - 1770 \text{ min}^{-1}$, kde traktor AutoCommand dosáhl nižší spotřeby paliva o 6,5% než traktor PowerCommand. Druhý volený rozsah otáček byl v rozmezí $1814 - 1830 \text{ min}^{-1}$, v tomto režimu vykazoval nižší hodinovou spotřebu opět traktor AutoCommand a to o 11,5% než traktor PowerCommand. Z toho plyne, že při vyšších průměrných otáčkách je úspora paliva výraznější. Z naměřených výsledků je patrné, že modernější konstrukce převodovky může mít také vliv na spotřebě paliva.

LITERATURA

1. Bauer, F., a kol.: *Traktory*, Profi Prees, Praha, 2006, 1.vydání, 192 s.,
2. *Nepublikované materiály Mendelu Brno*