

Technické řešení traktoru na motorovou naftu a stlačený plyn

Pro přestavbu traktoru na duální systém je zvolen traktor Zetor 10540, se vznětovým motorem s přímým vstřikem paliva, turbodmychadlem a jmenovitým výkonem 75,5 kW. Celkový objem tlakových lahví pro uskladnění 25 kg stlačeného zemního plynu a biometanu, umístěných do upravené střechy, je 163 litrů s ekvivalentem motorové nafty 35 litrů. Zařízení duálního palivového systému motorová nafta – stlačený plyn, instalované bez zásahu do konstrukce motoru, zahrnuje reduktor stlačeného plynu, filtr plynu, snímač tlaku a teploty plynu a vstřikovač plynu do sacího vzduchu. Spojovací potrubí je vybaveno plnicí koncovkou stlačeného plynu a elektromagnetickými a pojistnými ventily. Celý systém je v návaznosti na vstřikování motorové nafty ovládán řídicí jednotkou plynu, která umožňuje rychlý přechod provozu traktoru jen na motorovou naftu. Duální palivový systém traktoru Zetor 10540 ročně uspoří 7500 litrů motorové nafty. Využíváním stlačeného zemního plynu se sníží emise skleníkových plynů o 7 t/rok a biometanu o 20 t/rok.

Klíčová slova: technologie duálního paliva, stlačený zemní plyn, biometan, motorová nafta, snižování emisí

Článek se zabývá technickým popisem a konstrukčním řešením traktoru s vestavěným precizním zařízením a řídicí jednotkou duálního palivového systému motorová nafta – stlačený zemní plyn a biometan (bio) CNG.

Termín duální palivo (dual fuel, popř. duální palivový systém) se používá k označení vznětového pístového motoru, který má schopnost spalovat

zároveň motorovou naftu a zemní plyn nebo biometan. Dva druhy paliva ve směsi jsou zažehnuty vstříknutou dávkou motorové nafty a kompresí ve válcích motoru. Vznětový motor na duální palivo ale může dále pracovat pouze na motorovou naftu, bionaftu a jejich směsi, což nabízí flexibilitu i v případě, že plyn není k dispozici.

Tab. 1 – Vybrané technické parametry spalovacího motoru Zetor 10540 turbo intercooler

Typ vozidla	Zetor Z 10540
Typ motoru	Zetor 1301
Druh motoru	vznětový čtyřdobý s přímým vstřikem paliva
Provedení motoru	řadový, stojatý, chlazený kapalinou
Počet válců/celkový objem motoru (cm ³)	4/4156
Vrtání a zdvih (mm)	105×120
Jmenovité otáčky (ot/min.)	2 200
Kompresní poměr	17 : 1
Max. přeběhové otáčky (ot/min)	2 460
Volnoběžné otáčky (ot/min)	700 ± 50
Výkon při jmenovitých otáčkách, měřeno podle ISO 2288 (kW)	75,5
Specifická spotřeba paliva při uvedeném výkonu (g/kWh)	230
Specifická spotřeba energie při uvedeném výkonu (MJ/kWh)	9,821
Druh rozvodu	OHV
Typ vstřikovacího čerpadla	PP 4M 10K 1f 3195
Typ regulátoru	RV 3M 350/1100-3341
Typ trysky	DOP 150 S 428-4104

Tab. 2 – Parametry tlakových lahví (bio) CNG

Průměr (mm)	Tloušťka stěny (mm)	Hmotnost (kg)	Délka (mm)	Vodní objem (litry)	Objem plynu (m ³)
229	4,2	29,5	965	32,6	6,5

The basic part of functional model is the tractor Zetor 10540 produced in 1998 with direct injection diesel engine, turbo-blower and rated power of 75,5 kWh. The total volume of compressed natural gas and biomethane bottles (25 kg) placed in the modified roof is 163 litres, which is equivalent to 35 litres of diesel fuel. The dual fuel system diesel fuel – compressed gas, installed without any adaptation of engine design, includes a reducer of compressed gas, gas filter, gas sensor and gas injector into the sucked air. The connecting pipe is equipped by a compressed gas filler cap and electromagnetic and safety valves. The whole system is controlled by the gas control unit in relation to the injection of diesel fuel and this control unit enables a quick switch to the diesel fuel operation. The dual fuel system of the tractor Zetor 10540 saves 7 500 litres of diesel fuel annually. By using of compressed natural gas, the greenhouse gas emissions will be reduced by 7 tonnes per year and in case of biomethane by 20 tonnes per year.

Keywords: dual fuel technology, compressed natural gas, biomethane, diesel fuel, reduction of emissions



Obr. 1 – Traktor Zetor 10540 DUÁL s michacím krmičím vozem při zajíždění k pilotní plnicí stanici (bio) CNG CG 17

Přestavba traktoru na duální systém potvrzuje unikátnost traktoru Zetor 10540 DUÁL, který byl testován a umožňuje též použití certifikovaných biopaliv: metylesterů mastných kyselin (FAME), hydrogenačně rafinovaných rostlinných olejů a živočišných tuků (HVO), esterů a mastných

kyselin (HEFA) a jejich směsí s motorovou naftou. Přitom je zachována jeho funkce při použití jen kapalných naftových paliv, na které byl standardně konstruován.

Realizace přestavby traktoru Zetor 10540 na duální systém probíhala současně s návrhem, výstavbou a montáží pilotního zařízení pro lokální distribuci a plnění (bio) CNG v družstvu Pooslaví Nová Ves včetně



Obr. 2 – Plnění traktoru Zetor 10540 DUÁL stlačeným plynem

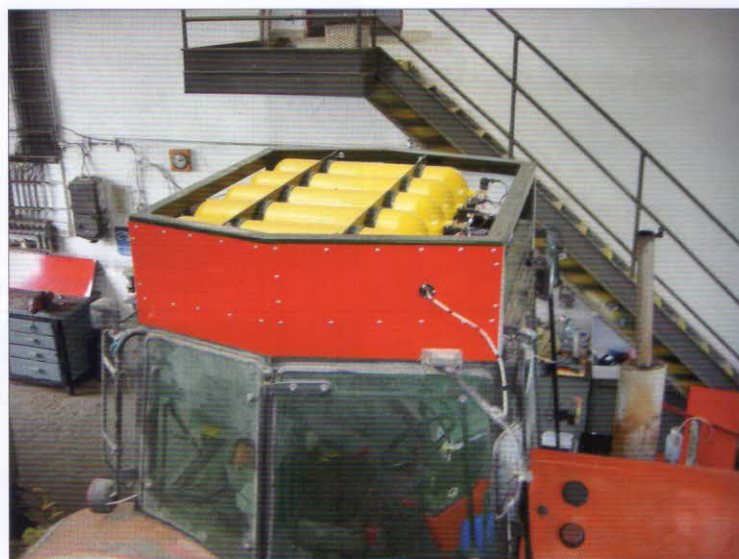
pilotní plnicí stanice CG17 s technologií společnosti GC Gascontrol. Tímto řešením byla zajištěna možnost místního plnění tlakových lahví (bio) CNG, bez které by nebylo možné efektivně testovat a zkoušet přestavěný traktor Zetor 10540 v provozních podmínkách živočišné výroby družstva.

Materiál a metody

Pro realizaci přestavby traktoru na duální pohon byl na začátku řešení projektu vybrán traktor Zetor 10540, uvedený na trh výrobcem v roce 1998. Traktor je vybaven přeplňovaným, vznětovým, čtyřdobým motorem s přímým vstřikem paliva vstřikovací čerpadlem s regulátorem a jmenovitým výkonem 75,5 kW při jmenovitých otáčkách 2200 za minutu. Traktor je každodenně vyživán ke krmení skotu jako energetický zdroj pro pohon po-

jezdu a funkčních orgánů míchacího návěsného krmného vozu (obr. 1 a 2). Montáž a použití systému vstřikování plynu do nasávaného vzduchu v režimu duálního paliva vyžaduje minimální zásahy do konstrukce spalovacího motoru. Jedná se o přídavné zařízení s řídicí jednotkou plynu, která přijímá hodnoty tlaku a teploty plynu, tlaku v sacím potrubí, otáček motoru a teploty spalin ve výfukovém potrubí. Na základě zpracovaných údajů ovládá řídicí plynová jednotka vstřikovací časy trysek, rovnoměrně dávkuje plyn podle zátěžového profilu do sání motoru v prostoru před turbodmychadlem.

Z hlediska bezpečnosti provozu traktoru a maximálního objemu (bio) CNG, minimalizujícího potřeby jeho doplňování, je zásadní dimenzování velikosti a umístění tlakových lahví pro uskladnění.



Obr. 4 – Pohled shora na umístění tlakových lahví ve střešní konstrukci



Obr. 3 – Náčrt traktoru Zetor 10540 jako výchozí podklad střešního umístění tlakových lahví (bio) CNG



Obr. 5a – Pohled zepředu na tlakové lahve s elektromagnetickými ventily

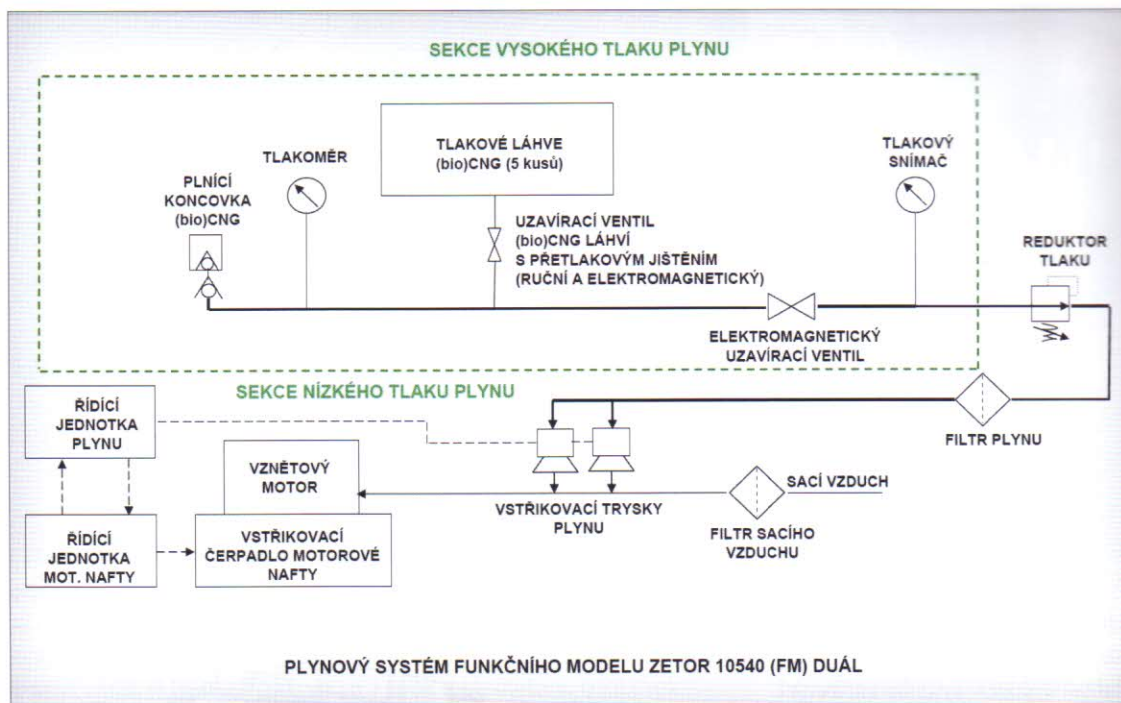


Obr. 5b – Pohled zezadu na tlakové lahve

Výsledky přestavby na duální systém

S ohledem na bezpečnost provozu a průjezdnost stájovými a skladovémi objekty byla zvolena varianta umístění tlakových lahví (bio) CNG do prostoru upravené střešní funkčního vzorku traktoru Zetor 10540. V souladu s náčrtem traktoru (obr. 3), střešní varianta (obr. 4) neomezuje výhled ani průjezdnost traktoru při přípravě a výdeji krmiva.

Půdorys střechy tvoří nepravidelný šestiúhelník s délkou 1340 mm, šířkou 1520 mm, šířkou příde a zadní částí 1280 mm. Společně s dodavatelem Vítkovice Doprava, a. s., byly vybrány

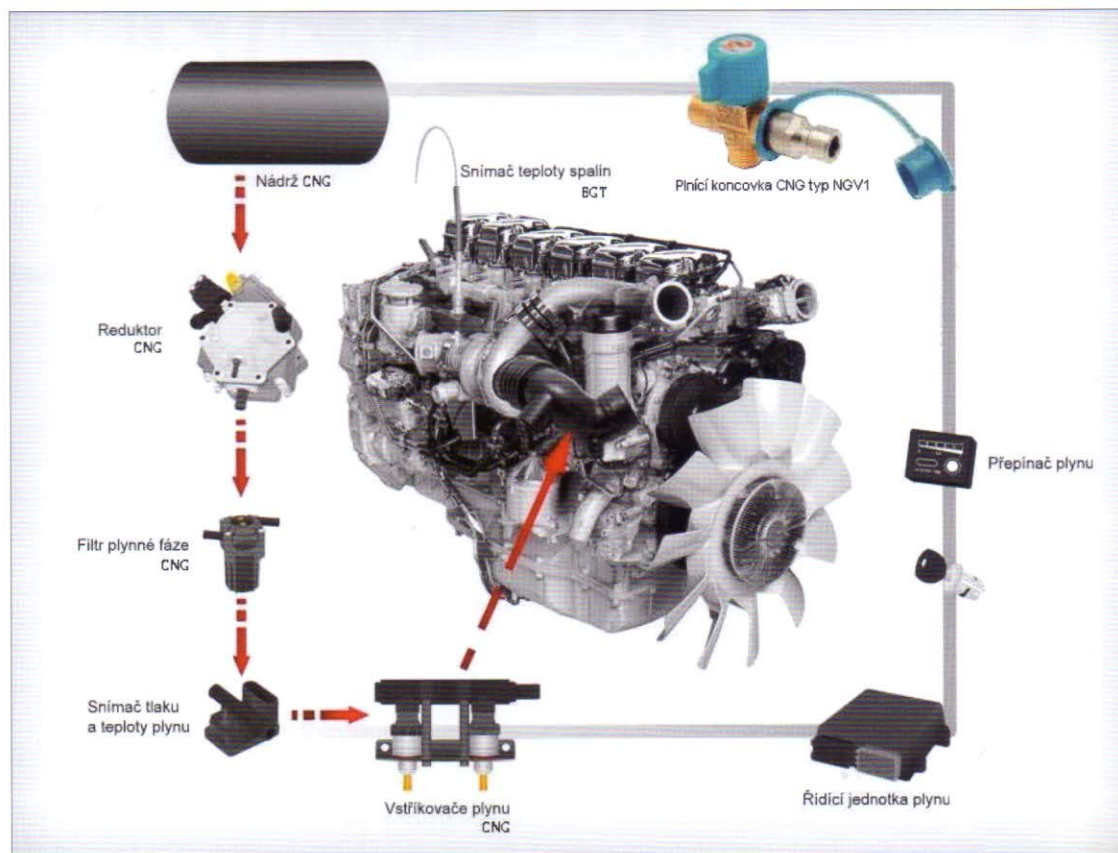


Obr. 6 - Plynový systém funkčního vzorku traktoru Zetor 10540 DUÁL

tlakové lahve (bio) CNG s parametry uvedenými v tab. 2. Rozměry střechy dovolují umístění pěti kusů těchto tlakových lahví. Jejich celkový vodní objem činí 163 litrů. Podle energetických parametrů zemního plynu, biometanu a motorové nafty vyjádřených výhřevností a před-

pokladu shodné účinnosti motoru při spalování těchto paliv je možné stanovit vzájemné ekvivalenty. Jestliže 1 litr motorové nafty má výhřevnost 36 MJ/l (43 MJ/kg) a zemní plyn nebo biometan 50 MJ/kg, potom je 1 kg plynu ekvivalentní asi s 1,4 l nebo 1,2 kg motorové nafty. Při tlaku (bio)

CNG okolo 22 MPa odpovídá jeden litr vodního objemu tlakové lahve přibližně 0,16 kg (bio) CNG. Na obr. 5a a 5b je znázorněna rámová konstrukce pro uchycení tlakových lahví do střechy traktoru. Při této konfiguraci tlakových lahví je uskladněno a k dispozici 26 kg (bio) CNG,



Obr. 7 - Řešení systému duálního paliva u traktoru Zetor 10540 DUÁL

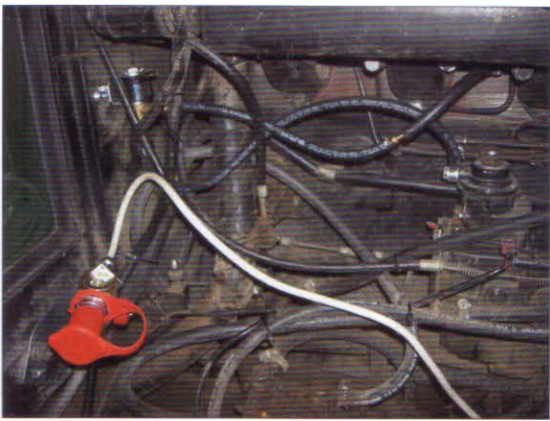
čož odpovídá ekvivalentu asi 36 litrů motorové nafty.

Řešení plynového systému

Plynový systém (bio) CNG je přídatným zařízením, které umožňuje použití jak plynného, tak i kapalného paliva. Na obr. 6 je schéma plynového systému dodatečně osazeného pro zásobování spalovacího motoru zemním plynem nebo biometanem. Na obr. 7 je znázorněno schéma řešení systému duálního paliva traktoru Zetor 10540 DUÁL.

Plynový systém má dvě části. V oblasti vysokého tlaku této palivové soustavy se nachází pět tlakových lahví pro skladování stlačeného plynu (obr. 6). Dále obsahuje plnicí koncovku (bio) CNG se zpětným ventilem (obr. 8 a 9), tlakoměr, uzavírací ruční a elektromagnetické ventily s ovládacím napětím 12 V (obr. 6). Část nízkého tlaku začíná reduktorem tlaku, který upravuje tlak (bio) CNG 22 MPa na tlak cca 200 kPa (obr. 10 a 11). Pro ohřev reduktoru tlaku je využívána voda z chladicího okruhu traktoru. V oblasti nízkého tlaku proudí plyn přes plynový filtr (obr. 11). V sacím potrubí před turbodmychadlem jsou umístěny dvě trysky, kterými se plyn rovnoměrně vstříkuje do nasávaného vzduchu (obr. 12). Směs plynu a vzduchu je pak dodávána do motoru a tam po vstříkávání kapalného paliva spálena. Dávkování plynu je řízeno plynovou jednotkou, která ovládá vstříkovací ventily plynu podle trojrozměrné palivové mapy. To znamená, že v závislosti na zatížení motoru, které se nastavuje pomocí mobilního dynamometru přes PTO, se mění poměr mezi plynem a motorovou naftou (obr. 13), který je řízený pomocí ovládací jednotky. S tímto vestavěným plynovým systémem je spalovací motor traktoru v provozu jako dvojpalivový (duální). Systém umožňuje kdykoliv přepnout provoz motoru z duálního na čistou motorovou naftu a zpět.

Pro realizaci přestavby traktoru na duální systém byl zvolen plynový systém Solaris Diesel Dual Fuel společnosti Gasinsight, s. r. o., Holohlavý, která provedla jeho montáž, nastavení a kalibraci (obr. 7). Montáží rámové konstrukce tlakových lahví (obr. 4) s usku-



Obr. 8 – Plnicí koncovka (bio) CNG



Obr. 9 – Plnění (bio) CNG do traktoru



Obr. 10 – Reduktor tlaku plynu, vlevo umístěna řídicí jednotka plynu



Obr. 11 – Redukční ventil napojený na chladicí okruh traktoru a plynový filtr



Obr. 12 – Vstřikovací jednotky plynu napojené na sací potrubí vzduchu



Obr. 13 – Programování řídicí jednotky pro optimální poměr motorová nafta/(bio) CNG pomocí mobilní výkonové brzdě AW NEB 400

Moment, spol. s r. o. Pro optimální přednastavení motoru v duálním režimu byl použit mobilní dynamometer AW NEB 400, pomocí kterého byly optimalizovány parametry seřízení motoru.

Takto přestavěný traktor na duální palivový systém byl ověřen při střednědobých provozních zkouškách v praxi. Při nich se ověřila funkčnost a spolehlivost celé pracovní soupravy. Následně na traktoru proběhly detailní testy. Zjišťoval se dlouhodobě vliv systému na životnost motoru, detailní měření výkonnostních parametrů a emisí při specifických úpravách a nastavení parametrů motoru. V posledním kroku testování byla pracovní souprava testována z pohledu provozní spolehlivosti, ekonomiky provozu a přínosu pro snížení emisí skleníkových plynů.

Na tento článek, který se zabýval technickým řešením duálního systému, budou navazovat další články. Tyto články budou obsahovat jednotlivé výsledky z měření tak, aby byly uvedeny přínosy a nevýhody tohoto systému, s nimiž seznámíme širokou odbornou veřejnost.

Článek vznikl za podpory grantového projektu QJ1510385 a institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj VÚZT, v. v. i. – RO0619.

Ing. Petr Jevič, CSc, prof. h. c.,
Ing. Radek Pražan, Ph.D.,
Ing. Zdeňka Šedivá

Výzkumný ústav zemědělské techniky
Praha

ZETOR FORTERRA HSX



-  Úsporný 4válnový motor
-  Přední odpružená náprava
-  Převodovka 40 ECO

S ODPRUŽENOU NÁPRAVOU – IDEÁLNÍ V DOPRAVĚ.

Traktor je Zetor. Od roku 1946.



www.zetor.cz