

Može li se komercijalni sustav upravljanja vozilima (FMS) koristiti u praćenju rada i istraživanjima forvardera?

Zdravko Pandur, Dubravko Horvat, Marijan Šušnjar, Zoran Šarac

Nacrtak – Abstract

U ovom je radu dan prikaz kako se komercijalni sustav upravljanja vozilima, tzv. Fleet Management System (FMS), može koristiti u praćenju rada i istraživanjima forvardera. FMS najčešću primjenu ima kod cestovnih vozila (automobila i kamiona), ali je primjenu našao i na nekolicini šumarskih strojeva kao što su forvarderi (RJ Osijek) i skideri (RJ Đurđevac). Sustav je u ovom slučaju bio ugrađen na forvarder Valmet 840.2 zajedno s mjeračem potrošnje goriva. Računalo forvardera, koje bilježi podatke s već postojećih mjernih pretvornika na forvarderu, također je bilo povezano na mobilnu jedinicu FMS-a. Svi su dobiveni podaci slani uz pomoć veze GPRS u nadzorni centar u kojem se generira izvješće i šalje krajnjemu korisniku. Veličine koje su u ovom istraživanju mjerene bile su: koordinate položaja forvardera (kretanje forvardera), kumulativna potrošnja goriva, broj okretaja pogonskoga motora, detekcija rada dizalice te prijeđeni put forvardera. Uz poteškoće koje su se javljale prilikom ugradnje navedenoga sustava svi dobiveni rezultati istraživanja zadovoljavaju osim koordinata položaja forvardera zato što je bila otkinuta antena GPS-a s kabine forvardera.

Ključne riječi: forvarder, Fleet Management System (FMS), mjerni pretvornici, GPS

1. Uvod – Introduction

U današnje vrijeme naprednih tehnologija postoje zanimljiva i veoma korisna rješenja praćenja rada strojeva te povećanje njihove učinkovitosti i proizvodnosti uz istodobno smanjenje troškova rada. Jedno je od takvih rješenja Fleet Management System (skraćeno FMS) koji u gospodarstvu primjenu uglavnom nalazi u poduzećima koja u vlasništvu imaju veći broj vozila. Na tom području FMS najčešće omogućuje vlasniku voznoga parka uvid u kretanje i nadzor, odnosno precizno određivanje položaja vozila preko prijarnika GPS koji je sastavni dio FMS-a. Međutim, osim uvida u kretanje vozila, odnosno kontrole da li se vozilo nalazi na putu koji je vozaču zadani, FMS daje mogućnost i nadogradnje s različitim sensorima, kao što su mjerenje broja okretaja pogonskoga motora, potrošnje goriva i maziva, brzine kretanja vozila, detekcije rada dizalice radnoga stroja, mjerenje broja okretaja pogonskih kotača, prijeđenih kilometara... Osim tih raznih mjerenja FMS nadzire i omogućuje upravljanje određenim dijelovima

vozila, npr. upravljanje blokadom motora i kontrolu središnjega zaključavanja.

U javnom poduzeću »Hrvatske šume«, točnije u RJ Šumatrans Osijek, takav sustav za upravljanje i praćenje rada vozila koriste od 2004. godine. U prvoj fazi uvođenja sustava ugrađene su proširive hardverske platforme (*on-board* računala) VDO FM 200+ i VDO EDM za mjerenje potrošnje goriva na 3 kamiona i 2 forvardera. Svaki se vozač prilikom početka rada identificirao pomoću ključa vozača, bez kojega se ne može pokrenuti motor. Podaci s vozila na računalnu aplikaciju (VDO Fleet Manager 8) prenosi su se putem ključa za prijenos podataka koji ujedno služi i za postavljanje parametara. Takav način prijenosa podataka bio je najlošiji dio sustava, osobito od forvardera koji su uglavnom na terenu te zato nije moguće svakodnevno preuzimanje podataka. Upravo zbog toga 2005. godine na 2 forvardera Valmet 860 ugrađen je modul GSM/GPRS za daljinski prijenos podataka.

Sljedećih nekoliko godina prilikom nabave novih vozila odmah je ugrađivana istovjetna hardverska platforma pojačana s modulima GSM/GPRS i GPS,

ovisno o tipu stroja. Cijelo je to vrijeme pasivno praćen rad vozila i vozača. Velik broj generiranih izvješća (dnevna, tjedna, mjesečna i godišnja) u većem su dijelu zadovoljavala zahtjeve RJ.

Krajem 2008. godine standardizirana je platforma na svim vozilima (FM 200+, EDM, GSM/GPRS, GPS) te se prešlo na FM-Web sustav, odnosno aktivno praćenje rada vozila u realnom vremenu. To znači da su trenutačno 5 kamiona i 4 forvardera (svi Valmet 860) objedinjeni u sustav u kojem se s vozila podaci putem GPRS-a šalju na server. Podacima se pristupa putem mrežnoga sučelja, koje je zaštićeno korisničkim imenom i lozinkom. Prilikom pristupa podacima može se izabrati trenutačno praćenje u prostoru i vremenu ili bilo koje od izvješća koja se generiraju iz baze podataka.

Ovakvim sustavom i načinom rada posljednjih nekoliko godina pokazale su se mnoge korisne značajke njegova uvođenja. Prva je bila ona financijska, tj. sama se investicija otplatila u godinu dana na uštedi u potrošenom gorivu. Puno je korisnija stvar podizanje učinkovitosti i bolja iskoristivost rada stroja i radnoga vremena rukovatelja strojem, što se u konkretnom slučaju RJ Šumatrans Osijek najbolje vidi po ostvarenim radnim satima stroja u proteklih nekoliko godina.

U šumarskoj je znanosti FMS također našao svoju primjenu, a to potvrđuje nekolicina radova. Holzleitner (2009) upotrebljava komercijalni FMS ugrađen na sedam kamiona u studiju vremena, analizirajući na temelju prikupljenih podataka brzinu kretanja kamiona po različitim kategorijama cesta u Austriji, udio vremena po pojedinim sastavnicama rada i konačno proizvodnost pretpostavljajući da se u jednoj turi prevozi nazivnih 25 ili 30 m³ trupaca ovisno o tipu kamionskoga skupa. McDonald i dr. (2000) razvili su sustav automatskoga studija vremena za skidere koristeći se samo podacima o poziciji skidera preko GIS-a i GPS-a. Suvinen i Saarilahti (2006) služe se računalom na forvarderu koje im omogućuje mjerenje obodne snage i teorijske brzine na kotačima, a stvarna brzina i putanja kretanja forvardera mjerena je preko GPS-a koji je sastavni dio FMS-a. Dobiveni podaci poslije služe za izračunavanje otpora kretanja i klizanje kotača forvardera prilikom kretanja na različitim uvjetima podloge. Suvinen (2006) pomoću računala, GPS-a i uređaja za mjerenje potrošnje goriva na forvarderu uspoređuje ekonomičnost primjene guma, lanaca i polugusjenica prilikom izvoženja drva. Velika je primjena napredne tehnologije i u poljoprivredi, npr. Scarlet (2001) navodi da takva tehnologija u velikoj mjeri olakšava upravljanje poljoprivrednim traktorom i priključnom mehanizacijom te povećava njihovu učinkovitost. U posljednje vrijeme bogato opremljeni poljoprivredni traktori imaju

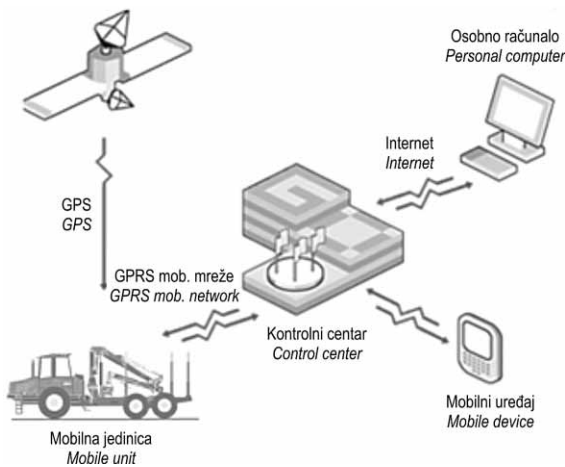
vlastiti upravljački sustav koji im omogućuje povećanje učinkovitosti uz istodobno smanjenje troškova rada. Georgsson i dr. (2005) govore o razvoju forvardera koji će se samostalno kretati po šumskim putovima i koji će biti opremljeni različitim senzorima i uređajima kojima upravlja računalo odgovarajućom programskom podrškom.

U ovom je radu dan prikaz upotrebe jednoga od komercijalnih sustava upravljanja vozilima koji je ugrađen na forvarder Valmet 840.2. Neposredno prije istraživanja na terenu sustav je bio montiran u kabinu forvardera, a forvarder je bio opremljen mjernim pretvornicima kako bi se prilikom istraživanja moglo prikupiti što više korisnih podataka o radu stroja.

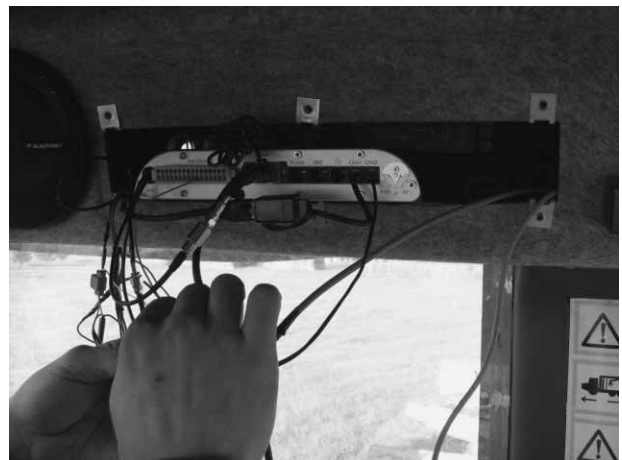
Cilj je ovoga istraživanja bio dobiti uz pomoć komercijalnoga FMS-a pregled potrošnje goriva forvardera prilikom izvoženja oblovine i prilikom izvoženja šumskoga ostatka iz iste sastojine, zatim putanje kretanja forvardera u objema sastavnicama rada izvoženja drva, broja okretaja pogonskoga motora stroja, opterećenosti hidraulične dizalice također u objema sastavnicama rada i na kraju klizanja kotača.

2. Fleet Management Sustav – *Fleet Management System*

Princip rada Fleet Management Sustava temelji se na telematici, a telematika je sustav koji povezuje komponente navigacije i komunikacije (slika 1). Osnovna je komponenta FMS-a mobilna jedinica (slika 2) koja se ugrađuje u vozilo i u svakom trenutku omogućuje praćenje položaja preko uređaja GPS (navigacijske komponente) koji je njezin sastavni dio. Što se tiče same komunikacije vozila s nadzornim centrom, mobilna jedinica ima ugrađen i modem GPRS koji predstavlja komunikacijsku komponentu. U ovom sustavu navigacijska i komunikacijska komponenta imaju zasebne antene. Najveća je prednost mobilne jedinice što se na nju mogu priključiti različiti mjerni pretvornici preko kojih je moguće pratiti rad stroja. Jedan od glavnih takvih mjernih pretvornika u ovom je slučaju bio uređaj za mjerenje potrošnje goriva. Nadalje, s mobilnom je jedinicom povezan i elektroventil hidraulične instalacije preko kojega se upravlja dizalicom stroja te računalo forvardera. Prilikom ugradnje mobilne jedinice u forvarder, uza sve te sastavnice, nastojalo se povezati mobilnu jedinicu s mjernim pretvornikom koji mjeri okretaje pogonskoga vratila na samom izlazu iz razvodnika pogona transmisije forvardera, no zbog promjene otpora koji se javlja u električnom sustavu prilikom priključivanja stranih komponenti na računalni sustav stroja tu veličinu nije bilo moguće mjeriti.



Slika 1. Osnovna arhitektura FMS-a
Fig. 1 Basic architecture of FMS



Slika 2. Ugradnja mobilne jedinice u kabinu forvardera
Fig. 2 Mounting of mobile unit in forwarder cabin

Sustav, dakle, funkcionira tako da mobilna jedinica registrira sve veličine koje su prethodno navedene i te veličine preko modema GPRS šalje u nadzorni centar. Korisnik podataka preko računala ili mobilnoga uređaja koji je spojen na internet ima mogućnost trenutnoga uvida preko korisničkoga por-

tala nadzornoga centra u položaj vozila (slika 3), radi li vozilo i pri kojem broju okretaja, kolika mu je potrošnja goriva itd. Djelatnici nadzornoga centra na kraju određenoga razdoblja, koje je u našem slučaju bilo jedan radni dan rada stroja, generiraju tablično izvješće (slika 4) koje elektroničkom poštom ša-

	Datum i Vrijeme	Položaj X	Položaj Y	Potrošnja goriva [L]	Okretaji motora [okr/min]	Kontakt [0/1]	Vrijeme	H	I	J	K	L	M	N
21597	24.02.2009 13:22:18	18,93399	45,064792	66,2	1416	1	13:22							
21598	24.02.2009 13:22:19	18,93399	45,064792	66,2	1416	1	13:22							
21599	24.02.2009 13:22:20	18,93399	45,064792	66,2	1416	1	13:22							
21600	24.02.2009 13:22:21	18,93399	45,064792	66,2	1416	1	13:22							
21601	24.02.2009 13:22:22	18,93399	45,064792	66,2	1416	1	13:22							
21602	24.02.2009 13:22:23	18,93399	45,064792	66,2	1416	1	13:22							
21603	24.02.2009 13:22:24	18,93399	45,064792	66,2	1416	1	13:22							
21604	24.02.2009 13:22:25	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21605	24.02.2009 13:22:26	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21606	24.02.2009 13:22:27	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21607	24.02.2009 13:22:28	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21608	24.02.2009 13:22:29	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21609	24.02.2009 13:22:30	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21610	24.02.2009 13:22:31	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21611	24.02.2009 13:22:32	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21612	24.02.2009 13:22:33	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21613	24.02.2009 13:22:34	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21614	24.02.2009 13:22:35	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21615	24.02.2009 13:22:36	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21616	24.02.2009 13:22:37	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21617	24.02.2009 13:22:38	18,93399	45,064792	66,3	1416	1	13:22							
21618	24.02.2009 13:22:39	18,932928	45,065148	66,3	1416	1	13:22							
21619	24.02.2009 13:22:40	18,932928	45,065148	66,3	1710	1	13:22							
21620	24.02.2009 13:22:41	18,932928	45,065148	66,3	1710	1	13:22							
21621	24.02.2009 13:22:42	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21622	24.02.2009 13:22:43	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21623	24.02.2009 13:22:44	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21624	24.02.2009 13:22:45	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21625	24.02.2009 13:22:46	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21626	24.02.2009 13:22:47	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21627	24.02.2009 13:22:48	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21628	24.02.2009 13:22:49	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21629	24.02.2009 13:22:50	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21630	24.02.2009 13:22:51	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21631	24.02.2009 13:22:52	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							
21632	24.02.2009 13:22:53	18,932928	45,065148	66,4	1710	1	13:22							

Slika 3. Tablično izvješće za radni dan stroja
Fig. 3 Table report of machine working day

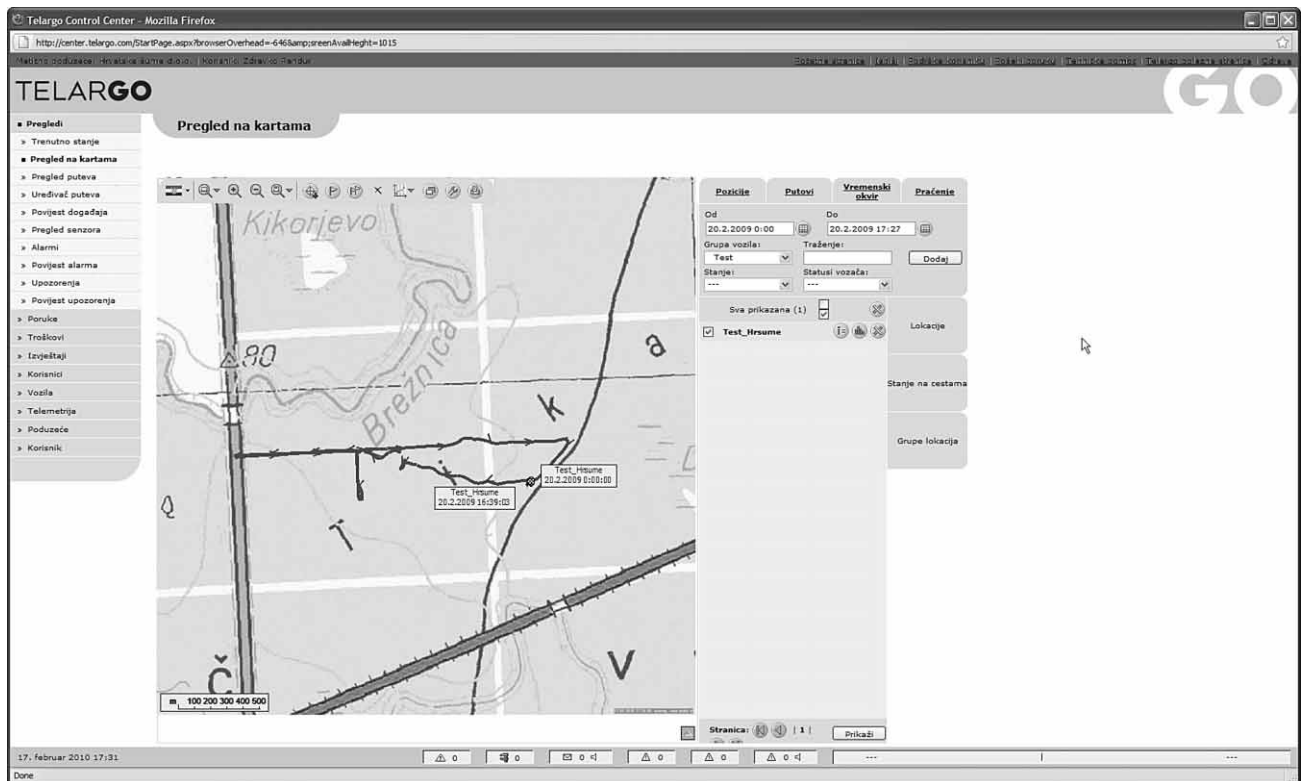
lju korisniku. Takvo izvješće sadrži razdoblje rada stroja s frekvencijom uzimanja uzoraka od jedne sekunde i ostale mjerene veličine u zavisnosti od vremena. Da bi se vidjelo trenutačno stanje vozila preko korisničkoga portala, vozilo se treba nalaziti na području koje je pokriveno mrežom GPRS. U protivnom se mjerene veličine pohranjuju u internu memoriju mobilne jedinice i šalju u nadzorni centar kada vozilo dođe na područje koje je signalom pokriveno tako da ne postoji mogućnost gubitka snimljenih podataka.

Sve sastavnice, odnosno svi mjerni pretvornici FMS-a s mobilnom su jedinicom povezani preko sabirnice CAN (engl. *Controller Area Network*). Sabirnica CAN je naziv za mrežni protokol podataka koji omogućuje digitalnu razmjenu podataka između mjernih pretvornika, izvršnika te procesora i osigurava da više procesora može obrađivati informacije jednoga mjernoga pretvornika te odgovarajuće upravljati svojim izvršnicima. Pored smanjenja broja vodova posebna je prednost sabirnice CAN da u slučaju kvara jedne sastavnice preostali sustav i dalje radi, pa se time značajno smanjuje rizik općega kvara cijeloga sustava.

Razni su se problemi javljali prilikom ugradnje i tokom korištenja FMS-a. Jedan od prvih problema

bio je s uređajem za mjerenje potrošnje goriva koji je u početku bio postavljen preblizu ispušnog sustava motora forvardera i smatralo se da je tada temperatura utjecala na mjerni uređaj. Međutim i poslije kada je uređaj bio premješten, opet su se javljali problemi u samom radu pogonskoga motora stroja, te se na kraju zaključilo da je gorivo koje je stroj upotrebljavao bilo puno nečistoća. Nečistoće su bile u obliku sitnih vlaknaca (slika 5) koje bi pritom začepile sito na ulazu goriva u uređaj i onemogućile normalan protok goriva preko mjerila do pumpe visokoga pritiska. Iako je uređaj bio montiran iza glavnoga filtra goriva, čini se da je gradacija pora filtra ipak bila prekrupna za takva vlaknaca. Rješenje toga problema bilo je u postavljanju dodatnoga filtra (slika 6) sa sitnijom gradacijom pora ispred uređaja za mjerenje potrošnje goriva.

Sljedeći problem bio je u samom povezivanju mobilne jedinice na računalni sustav forvardera. Naime prilikom navedenoga povezivanja sustav je forvardera otkrio otpor u svom strujnom krugu te se na njem uključivao alarm koji je signalizirao da računalni sustav ne radi dobro. Ta je greška otklonjena ugradnjom dodatnoga elektroničkoga sklopa koji je smanjio otpore prouzrokovane ugradnjom mobilne jedinice FMS-a.



Slika 4. Izgled korisničkoga sučelja za nadzor vozila

Fig. 4 View of user interface for vehicle survey



Slika 5. Nečistoća na standardnom filtru goriva i vlakanca koja su onemogućila protok goriva kroz uređaj za mjerenje

Fig. 5 Dirt on standard fuel filter and fibres which blocked fuel flow through measuring sensor

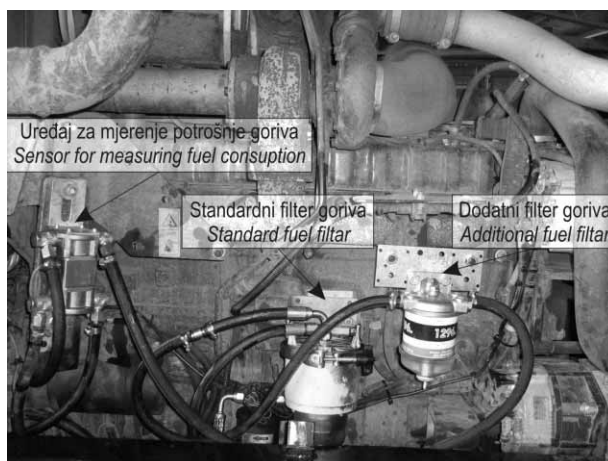
Treći je problem nastao pri pokušaju povezivanja mobilne jedinice FMS-a sa senzorom koje računalo forvardera koristi za mjerenje puta jer se uključio alarm forvardera. To nije bilo riješeno jer je ostalo premalo vremena do početka istraživanja, već su vrijednosti prijednoga puta uzimane neposredno s računala forvardera.

3. Rezultati mjerenja – Measurement Results

Dobiveni rezultati u ovisnosti o vremenu bili su:

- ⇒ koordinate položaja kretanja forvardera [x, y]
- ⇒ kumulativna potrošnja goriva [l]
- ⇒ broj okretaja pogonskoga motora [min⁻¹]
- ⇒ logička signalizacija rada hidraulične dizalice [0 i 1]
- ⇒ prijedena duljina puta forvardera [1/100 km].

Svi su dobiveni rezultati mjerenja zadovoljili uvjete postavljene prije istraživanja, osim mjerenja trenutne pozicije kretanja forvardera. Naime, uređaj GPS ima svoju zasebnu antenu koja je bila postavljena na krov kabine forvardera. Prvih nekoliko tjedna pokusnoga rada FMS-a, odnosno GPS-a, dobivene koordinate trenutne pozicije stroja i njegove putanje kretanja zadovoljavale su te se stoga prilikom istraživanja tomu nije pridavala velika važnost. Međutim, nekoliko dana prije samoga istraživanja prilikom kretanja forvardera po sastojini oštećena je i otkinuta antena s krova kabine, što se primijetilo



Slika 6. Uređaj za mjerenje potrošnje goriva i dodatni filter goriva ugrađeni na motor forvardera

Fig. 6 Sensor for measuring fuel consumption and additional fuel filter mounted on forwader engine

tek prilikom demontaže cijeloga sustava. Budući da nije bilo antene, snimljene koordinate nisu zadovoljavale, odnosno premalo ih je da bi se pomoću njih odredila stvarna putanja kretanja forvardera po sastojini te na temelju toga stvarna površina gaženja tla u sastojini.

4. Rasprava sa zaključcima – Discussion with conclusions

Sustav upravljanja vozilima u budućnosti će sigurno imati sve veću primjenu u znanstvenoistraživačkim projektima jer takav sustav omogućuje jednostavan prijenos mjerenih podataka sa stroja putem veze GPRS. Sustav se jednostavno povezuje preko sabirnice CAN s računalom stroja, mjernim pretvornicima koji su već ugrađeni i s mjernim pretvornicima koji se mogu dodatno ugraditi na stroj. Budući da je ovo bio, u znanstvenoistraživačke svrhe, prvi pokušaj primjene komercijalnoga FMS-a, koju je proveo Laboratorij za tehničke i tehnološke izmjere u šumarstvu pri Zavodu za šumarske tehnike i tehnologije Šumarskoga fakulteta u Zagrebu, uočeni problemi ne iznenađuju pa se tako primjerice treba paziti na dodatnu zaštitu antene GPS-a.

Da bi se izbjegao problem nečistoća goriva, ono se do forvardera treba dopreмати specijalnim minicisternama te se treba izbjegavati dobava goriva u bačvama.

Ostali dobiveni rezultati mjerenja zadovoljavaju i takav način mjerenja karakteristika strojeva sigurno će se i ubuduće koristiti. Postoje razmišljanja da se navedeni sustav još dodatno opremi radarom za

mjerjenje stvarne brzine kretanja forvardera čije će mjerjenje biti točnije od onoga koje se dobije preko GPS-a. Da bi se izračunalo klizanje kotača, izmjereni brzina kretanja (stvarna, dobivena pomoću radara) stavlja se u odnos s teorijskom koja se dobije preko izmjerenoga puta (dobivenoga preko senzora koji mjeri broj okretaja pogonskoga vratila) u jedinici vremena.

Da bi se izbjegli problemi primjene FMS-a koji su u ovom radu navedeni, proizvođač forvardera nudi mogućnost opremanja stroja vlastitim mjernim pretvornicima. Na tako opremljen forvarder dodatno se ugrađuje komercijalni FMS pomoću kojega se podaci s vozila prijenosom preko GPRS-a šalju na server, a krajnji korisnik tim podacima ima pristup preko mrežnoga sučelja.

Rezultati se istraživanja obrađuju i bit će objavljeni u sklopu opsežnijega znanstvenoga rada.

Zahvala – Acknowledgment

Ovo je istraživanje obavljeno u okviru znanstveno-istraživačkih zadataka »Strojne metode uspostave šumskoga reda« (voditelj: prof. dr. sc. Dubravko Horvat) i »Okolišno prihvatljive šumarske tehnike« (voditelj: doc. dr. sc. Marijan Šušnjar) poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. te prema planu istraživanja znanstveno-istraživačkoga projekta MZOŠ-a Republike Hrvatske »Ekološko, energijsko i ergonomsko vrednovanje šumskih strojeva i opreme« (voditelj: prof. dr. sc. Dubravko Horvat).

5. Literatura – References

- Anon. 2006: Opis Portala FMS Telargo. Ultra d.o.o., Zagreb.
- Anon. 2006: Opis sustava Telargo. Ultra d.o.o., Zagreb.
- Holzleitner, F., 2009: Analyzing Road Transport of Roundwood with a Commercial Fleet Manager. Proceedings: FORMEC 2009, Prague, 173–181.
- Georgsson, F., T. Hellström, T. Johansson, K. Prorok, O. Ringdahl, U. Sandström, 2005: Development of an Autonomous Path Tracking Forest Machine- a status report. Technical Report UMINF 05.08, Department of Computing Science, Umeå University SE-901 87 Umeå, Sweden.
- Horvat, D., 1993: Prilog proučavanju prohodnosti vozila na šumskom tlu. Disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, 1–234.
- McDonald, T. P., S. E. Taylor, R. B. Rummer, 2000: Deriving Forest Harvesting Machine Productivity from Positional Data. Presented at the 2000 ASAE Annual International Meeting, Paper No. 005011, ASAE.
- Scarlet, A. J., 2001: Integrated control of agricultural tractors and implements: a review of potential opportunities relating to cultivation and crop establishment machinery. Computers and Electronics in Agriculture, 30(2001): 167–191.
- Suvinen, A., 2006: Economic Comparison of the Use of Tyres, Wheel Chains and Bogie Tracks for Timber Extraction. Croatian Journal of Forest Engineering, 27(2): 81–102.
- Suvinen, A., Saarilahti, M., 2006: Measuring the Mobility Parameters of Forwarders using GPS and CAN Bus Techniques. Journal of Terramechanics, 43(2): 237–252.
- Šušnjar, M., 2005: Istraživanje međusobne ovisnosti značajki tla traktorske vlake i vučne značajke skidera. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–146.

Abstract

Can a Commercial Fleet Management System Be Used for Research and Survey of Forwarder?

This paper gives a survey of how a Fleet Management System may be used in monitoring the operation and research of forwarders. FM System is most frequently used in road vehicles (cars and trucks), but it has also found its application in some forestry machines such as forwarders (BU Osijek) and skidders (BU Đurđevac). In this case the system was installed in the forwarder Valmet 840.2 together with a fuel consumption meter. The forwarder computer, which inputs data from the existing measurement converters provided with the forwarder, was also connected to the mobile unit of FM System. By GPRS connection, all obtained data were sent to the control centre, where the report is generated and sent further to the end user. The parameters measured in this research were as follows: coordinates of the forwarder position (forwarder travel), cumulative fuel consumption, number of engine revolutions, detection of crane operation and forwarder travel path. Apart from difficulties we had during the installation of the above said system, all research results are satisfactory except the coordinates of the forwarder position and the cause of this poor result lies in the fact that the GPS antenna was disconnected from the forwarder cabin so that additional protection must be provided in future.

In order to avoid problems related to the application of FMS presented in this paper, the manufacturer of forwarders offers the possibility of equipping the machine with its own measurement converters. Commercial FMS is installed subsequently in the forwarder equipped as described above and it is used for transmitting data by GPRS from the vehicle to the server, and the end user can access these data through a web interface.

Key words: forwarder, Fleet Management System (FMS), measurement converters, GPS

Adresa autorâ – *Authors' addresses:*

Zdravko Pandur, dipl. inž. šum.
e-pošta: pandur@sumfak.hr
Prof. dr. sc. Dubravko Horvat
e-pošta: horvat@sumfak.hr
Doc. dr. sc. Marijan Šušnjar
e-pošta: susnjar@sumfak.hr
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR – 10 000 Zagreb

Zoran Šarac, dipl. inž. šum.
e-pošta: zoran.sarac@hrsume.hr
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
Uprava šuma Podružnica Osijek
RJ Šumatrans
Jablanova 13
HR – 31 000 Osijek

Primljeno (*Received*): 1. 6. 2009.
Prihvaćeno (*Accepted*): 7. 12. 2009.