

Bibliid: 0350-2953 (2012) 38(1): 65-76
UDK: 321.979:633.31

Originalni naučni rad
Original scientific paper

INTENZITET OPŠTIH VIBRACIJA KOD VOZAČA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA PRI RAZLIČITIM REŽIMIMA RADA

INTENSITY OF WHOLE BODY VIBRATIONS AT TRACTOR DRIVERS UNDER DIFFERENT OPERATING MODES

Prokeš B, Mačvanin N¹, Simikić M², Savin L², Lomen I¹

¹Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika, Novi Sad, Futoška 121

²Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8,

E-mail: prokes@eunet.rs

SAŽETAK

Posledica nepovoljne starosne strukture traktora je postojanje znatnog uticaj, ne samo na troškove proizvodnje i životnu sredinu, već i na zdravlje vozača tih mašina.

Merenje intenziteta opštih vibracija na sedišu traktora John Deere 6820 vršeno je tokom vuče dve prikolice napunjene žitom, prilikom vuče tih istih, ali praznih, prikolica, u oba slučaja i po zemljanom i po asfaltnom putu, unapred zadatim brzinama. Prilikom ovakvog načina rada prisutan je rizik po zdravlje vozača traktora prilikom kretanja po zemljanom putu – i sa praznim i sa punim prikolicama i pri svim zadatim brzinama.

Utvrđeno je da rizik po zdravlje vozača traktora postoji i pri kretanju po asfaltnom putu sa praznim prikolicama pri svim zadatim brzinama, i pri kretanju sa punim prikolicama po asfaltnom putu pri najvećoj zadatoj brzini.

Opšte vibracije merene su i na sedišu traktora John Deere 8320 prilikom oranja plugom Lemken vari-dijamant sa 7 plužnih tela, unapred definisanim brzinama.

Pri brzinama u oranju od 8 – 9 km/h i 9 – 10 km/h ne postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba, a pri brzini oranja od 11 -12 km/h postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba.

Oba traktora proizvedena su 2002 godine, sa prisutnih 12.000 (John Deere 6820), odnosno, 4084 (John Deere 8320) radna sata.

Na intenzitet vibracija traktora utiče veći broj činilaca -podloga po kojoj se kreće, brzina, vrsta agregatirane priključne mašine itd.

Ključne reči: traktori, opšte vibracije, uticaj na zdravlje.

1. UVOD

Uslovi za rad vozača traktora zavise od mnogo faktora kao što su mikroklima, ergonomija, buka i vibracije. Ovi parametri menjaju se tokom vremena u zavisnosti od intenziteta korišćenja traktora. Na savremenim poljoprivrednim traktorima, kvalitet radnih uslova vozača je na zavidnom nivou sa stanovišta zdravlja i bezbednosti. Međutim, to nije slučaj kada su u pitanju stari traktori. Prema popisu koji je obavljen krajem 2012. godine Republika Srbija raspolaže sa 408.734 traktora svih kategorija (Prostran, 2013). Od toga je

na privatnom sektoru više od 386.000 traktora, odnosno više od 97% od ukupnog broja. Starosna struktura je veoma nepovoljna i prelazi 10 godina na društvenom – državnom i 15 godina na privatnom sektoru, odnosno preko 35% traktora starije je od 15 godina. Tokom 2012. godine u domaću poljoprivredu uvedeno je 2.624 traktora i to 2.341 novih i 283 polovna traktora, što je znatno manje nego što je potrebno (Nikolić et al, 2013). Zbog nedostataka novih i savremenih traktora, domaća poljoprivreda trpi brojne posledice, koje se ogledaju pre svega u većim troškovima proizvodnje i smanjenju ekonomske moći poljoprivrednih proizvođača. Jedna od posledica je i uticaj starih traktora na bezbednost i zdravlje ljudi. Sve poljoprivredne mašine sa pokretnim delovima stvaraju u većoj ili manjoj meri, pored buke i vibracije (Verma and Kahn, 2011). Traktori kao vučno-pogonske jedinice namenjeni su za agregatiranje sa brojnim priključnim mašinama i značajan su izvor vibracija. Vibracije koje se prenose na vozača traktora dolaze od samog traktora ali se značajan deo prenosi i od agregatirane priključne mašine (Abdullah and AL-Mafraji, 2011). Vibracije na traktoru zavise od mnogo činilaca: vrste i konfiguracije podloge, stanja traktora, brzine kretanja itd. Vibracije koje su javljaju na traktoru često su iznad nivo koji je dozvoljen standardom, naročito kod operacija transporta i oranja (Collins, 1991). Niranjana Prasad et al, (1995) navode dokaze o bolestima i onesposobljenosti za rad vozača traktora, kao posledicama uticaja vibracija. Oni ističu da je frekventni opseg od 2-6 Hz najštetniji. Vibracije koje se preko sedišta (opšte vibracije) i komandi (lokalne vibracije) prenose na rukovaoca izazivaju zamor kod vozača traktora i mogu da ostave posledice na njegovo zdravstveno stanje. Mnogo studije koje su sprovedene, pokazale su da prema standardu ISO 2631-1:1997 postoji visok nivo vibracija koje dolaze od traktorskog sedišta (Salakhe, 2007; Serudio, 2007; Muzammil, 2004). Butkus and Vasiliauskas (2013) navode da je preko 50% od ukupnog broja traktora u Litvaniji proizvedeno devedesetih godina ili ranije. Oni ističu da su opšte vibracije premašile vrednost od $0,5 \text{ m/s}^2$ na preko 80% traktora, dok je granična vrednost izloženosti $1,15 \text{ m/s}^2$ premašena u 35% slučajeva. Lokalne vibracije veće od $2,5 \text{ m/s}^2$ na preko 33% traktora, dok je granična vrednost izloženosti 5 m/s^2 premašena u 10% slučajeva. Isti autori navode da su u 2011. godini bolesti mišićno-koštanog sistema bile dominantne (76,1%) kada su u pitanju profesionalna oboljenja u Litvaniji. Pri čemu je najveći broj profesionalnih bolesti zabeležen kod rukovaoca ručnih alata i mobilne opreme i kod vozača traktora. Brojni istraživači bavili su se ovom temom i utvrdili značajan uticaj vibracija na zdravlje ljudi. To pokazuje da se ovom problemu u svetu posvećuje veliki prostor jer vibracije imaju dalekosežne posledice po društvo. Obzirom na starosnu strukturu naše mehanizacije, sigurno je da su vibracije na poljoprivrednim traktorima tema koja zahteva veću pažnju i kod nas. Stoga, autori u ovom radu žele da pokažu uticaj opštih vibracija na vozača traktora u domaćim proizvodnim uslovima, pri obavljanju agrotehničkih operacija transporta i osnovne obrade zemljišta.

2. CILJ RADA

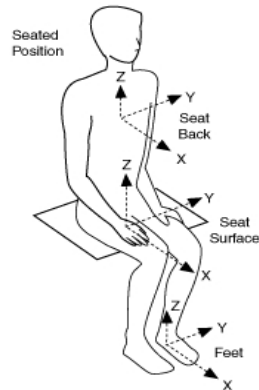
Cilj rada je da se prikaže intenzitet opštih vibracija koje se pojavljuju na sedištima poljoprivrednih traktora prilikom obavljanja agrotehničkih operacija transporta na različitim podlogama i osnovne obrade zemljišta, kao i prikaz mogućeg rizika po zdravlje vozača tih traktora.

3. UTICAJ OPŠTIH VIBRACIJA NA TELO IZLOŽENIH OSOBA

Vibracije predstavljaju oscilatorno kretanje tela, ili dela tela, pri čemu se to telo naizmenično kreće u dva suprotna smeru u odnosu na svoj ravnotežni položaj.

Uticao vibracija na ljudsko telo zavisi od njenog intenziteta.

Intenzitet vibracija predstavlja tok oscilacione energije u jedinici vremena i jedinici površine upravne na pravac širenja vibracija u datoj materiji.



Sl. 1. Pravci merenja ubrzanja na sedištu (www.ni.com/white-paper/6957/en)

Fig.1. The directions of the acceleration measurements on the seat

(www.ni.com/white-paper/6957/en)

Merenje vibracija se vrši radi njihovog otkrivanja i upoznavanja sa njihovim karakteristikama, a u cilju sprovođenja mera bezbednosti i zdravlja na radu. One se, u slučaju opštih vibracija, mere u pravcima gde je brzina oscilacija najveća, odnosno, u osama X, Y i Z (slika 1).

Prema vrsti vibracija, odnosno uticaju na telo izloženih osoba, razlikujemo opšte i lokalne vibracije.

Uticao opštih vibracija na telo javlja se kada se čovek nalazi na- ili u- medijumu koji vibrira i one tada deluju na celo telo npr. kada sedi, leži ili stoji na nekoj vibrirajućoj potpornoj površini (platforme, sedišta vozila, poljoprivrednih mašina itd.). (Prokeš i dr, 2012).

Rezultati takvog uticaja vibracija na zdravlje izloženih osoba jesu raznoliki poremećaji njihovog zdravstvenog stanja, koji se, gotovo po pravilu, razvijaju postepeno, neprimetno, i, pogotovo u svojim početnim stadijumima, retko bivaju povezani sa radom na radnim mestima gde su radnici izloženi opštim vibracijama.

Mnogi autori ističu da nastanak i razvoj vibracione bolesti nije u potpunosti razjašnjen, i da na pojavu i razvoj te bolesti utiču kako fizičke karakteristike vibracija (frekvencije, amplitude, brzine i ubrzanje), pravac širenja vibracija (vertikalne, horizontalne, rotatorne), mesta neposrednog kontakta i prenošenja kroz tkivo (lokalne i opšte), tako i individualne karakteristike organizma. (Mikov, 2007)

Obzirom na prethodno, Standard ISO 2631-1:1997 (Mehaničke vibracije i udari – Evaluacija izlaganja ljudi vibracijama na celo telo) propisuje, za osmočasovno izlaganje,

granične vrednosti ubrzanja za pojavu nekih od opisanih zdravstvenih efekata kod radnika izloženih opštim vibracijama. Te granične vrednosti izračunavaju se na osnovu rezultata merenja efektivnih vrednosti ubrzanja (RMS), kao i maksimalnih vrednosti ubrzanja (Peak), i koje za osmočasovno izlaganje iznose: do 0.5 m/s^2 – "nema rizika po zdravlje"; $0.5-1.15 \text{ m/s}^2$ – "postoji rizik po zdravlje"; preko 1.15 m/s^2 – "zdravstveni rizik je verovatan"

4. MATERIJAL I METODE

4.1. Materijal

Merenje opštih vibracija obavljeno je 06. jula 2013. godine, na parcelama Poljoprivrednog dobra „Panonija“. Vremenski uslovi bili su povoljni, temperatura vazduha $20,7^\circ\text{C}$; relativna vlažnost vazduha 61,2 %; brzina vetra 0,13-1,14 m/s.

Opšte vibracije merene su na volanu poljoprivrednih traktora John Deere 6820 i John Deere 8320. Traktor John Deere 6820 proizveden je 2002. godine, u trenutku merenja imao je 12000 radnih časova, tokom merenja broj obrtaja motora iznosio je 2200 – 2300 o/min. Traktor John Deere 8320 proizveden je 2002. godine, u trenutku merenja imao je 4084 radnih časova, tokom merenja broj obrtaja motora iznosio je 2240 – 2270 o/min.

Ispitivani traktori imaju mehaničko oslanjanje prednjeg mosta i mehaničko vezivanje kabine za šasiju pomoću četiri elastična elementa.

Ispitivani traktor John Deere 6820 opremljen je sa sedištem tipa Comfort Comand Seat. Sedište je sa pneumatskim prigušenjem, umesto opruga za prigušenje oscilacija koristi vazdušni jastuk, napajan u središte integrisanim kompresorom. Podešavanje sedišta omogućava elektronska upravljačka jedinica. Podešavanje prema težini rukovaoca obavlja se automatski. Ispitivani traktor John Deere 8320 opremljen je sedištem tipa Activ Seat, gde se ublažavanje vibracija tela rukovaoca ostvaruje sa upravljanim hidropneumatskim sistemom. Sedište je potpuno podesivo, s devet mogućnosti za podešavanje. Na sedištu se nalaze dva senzora, senzor za merenje ubrzanja vertikalnih oscilacija i senzor položaja sedišta u odnosu na postolje vezano za pod kabine. Senzori šalju signale do elektronske upravljačke jedinice koja upravlja sedištem.

Traktor John Deere 6820 ispitivan je u operaciji transporta u agregatu sa dve dvoosovinske prikolice Zmaj. Nosivosti jedne prikolice je 8000 kilograma.

Ispitivani transportni agregat prevezio je ovršeno žito sa parcele do silosa i kretao se po suvom zemljanom i asfaltnom putu, pri čemu su za potrebe merenja korišćena tri dijapazona brzina kretanja: 3-5 km/h, 12-15 km/h i 19-23km/h. Uticaj vibracija na rukovaoca meren je i na punom (od parcele do silosa) i na praznom (od silosa do parcele) transportnom agregatu.

Traktor John Deere 8320 ispitivan je u operaciji oranja, u agregatu sa polunošenim plugom obrtačom Lemken vari-dijamant sa 7 plužnih tela, pri čemu su korišćene sledeće radne brzine: 8-9 km/h, 9-10 km/h i 11-12 km/h. Dubina oranja iznosila je 20 cm, predusev je bila pšenica. Tip zemljišta je černoziem. Vlažnost zemljišta po dubini iznosila je 13,07%, na dubini 10 cm i 15,25% na dubini 10-20 cm.

4.2. Metoda merenja vibracija i izračunavanje dnevne ekspozicije vibracijama

Merenja opštih vibracija u ovom radu vršeno je aparatom za merenje humanih vibracija firme Brüel & Kjær tip 4447, sa akcelerometrom tip 4524-B integrisanim u podlogu za sedenje Seat Pad tip 4515-B-002 (slika 2).



Sl. 2. Instrument za merenje humanih vibracija firme Brüel & Kjær tip 4447

Fig.2. An Instrument for human vibration measurements firme Brüel & Kjær type 4447

Merenje vibracija vršeno je, u skladu sa standardom ISO 2631-1:1997, tako što su vozači navedenih traktora, sedeći na svom sedištu – praktično sedeći na podlozi - akcelerometru, vozili svoje mašine u skladu sa navedenim uslovima.

Merenjem su određivani sledeći parametri: ubrzanje (RMS) a_{wx} (m/s^2); ubrzanje (RMS) a_{wy} (m/s^2) i ubrzanje (RMS) a_{wz} (m/s^2)

Vreme izloženosti vozača posmatranih poljoprivrednih mašina je bilo osam sati.

Nakon merenja izračunavana je dnevna ekspozicija vibracijama, odnosno, $A(8)$, koje

se odnosi na osmočasovno radno vreme. $A(8)$ se definiše kao:
$$A(8) = a_w \sqrt{\frac{T_e}{T_0}}$$

gde je a_w ukupna vrednost ubrzanja, računata na osnovu ISO-standarda (ISO 2631-1:1997), T_e vreme ekspozicije, T_0 - 8 sati.

Izračunavanje dnevne ekspozicije vibracijama ($A(8)$) praktično je vršeno pomoću računara i softverskog paketa Vibration Explorer tip 4447.

Za osmočasovno izlaganje vibracijama celog tela, granične vrednosti ubrzanja za različite zdravstvene efekte su: do $0.5 m/s^2$ – ne postoji rizik po zdravlje; $0.5-1.15 m/s^2$ – postoji rizik po zdravlje i preko $1.15 m/s^2$ – zdravstveni rizik je verovatan (ISO 2631-1:1997).

5. REZULTATI I DISKUSIJA

Na tabeli 1 prikazana je izračunata dnevna ekspozicija opštim vibracijama ($A(8)$) na osnovu rezultata sprovedenih merenja takvih vibracija na sedištima posmatranih poljoprivrednih traktora (ubrzanje (RMS) a_{wx} (m/s^2); ubrzanje (RMS) a_{wy} (m/s^2) i ubrzanje

RMS a_{wz} (m/s^2)), tokom navedenih radnih aktivnosti tih traktora, i data je ocena rizika po zdravlje njihovih rukovaoca.

Tab. 1. Rezultati merenja opštih vibracija na sedištima poljoprivrednih traktora

Tab.1. Results of whole-body vibrations measurements on the seats of specified agricultural tractors

Izvor vibracija Vibrations source	Ubrzanje Acceleration (RMS)			A(8) (m/s^2)	Rizik po zdravlje Health risk
	a_{wx} (m/s^2)	a_{wy} (m/s^2)	a_{wz} (m/s^2)		
Traktor John Deere 6820, u transportu, vuča dve pune prikolice žita, zemljani put					
v = 3-5 km/h	0.558	0.659	0.418	0.659	postoji
v = 12-15 km/h	1.005	0.668	0.868	1.005	postoji
v = 19-23 km/h	1.060	0.768	1.043	1.060	postoji
Traktor John Deere 6820, u transportu, vuča dve pune prikolice žita, asfaltni put					
v = 3-5 km/h	0.257	0.275	0.184	0.275	ne postoji
v = 12-15 km/h	0.296	0.302	0.367	0.367	ne postoji
v = 19-23 km/h	0.786	0.614	0.731	0.786	postoji
Traktor John Deere 6820, u transportu, vuča dve prazne prikolice, zemljani put					
v = 3-5 km/h	0.460	0.545	0.283	0.545	postoji
v = 12-15 km/h	0.894	0.669	1.278	1.278	verovatan
v = 19-23 km/h	0.914	0.717	1.345	1.345	verovatan
Traktor John Deere 6820, u transportu, vuča dve prazne prikolice, asfaltni put					
v = 3-5 km/h	0.515	0.700	0.456	0.700	postoji
v = 12-15 km/h	0.498	0.585	0.504	0.585	postoji
v = 19-23 km/h	0.721	0.521	0.858	0.858	postoji
Traktor John Deere 8320, u oranju					
v = 8-9 km/h	0.258	0.483	0.289	0.483	ne postoji
v = 9-10 km/h	0.339	0.481	0.392	0.481	ne postoji
v = 11-12 km/h	0.349	0.498	0.507	0.507	postoji

Prilikom vožnje traktora (John Deere 6820) za koga su bile zakačene dve pune prikolice žita (nosivost jedne prikolice je 8.000 kilograma), po zemljanom putu (u transportu), unapred zadatom brzinom kretanja, uočava se da je njegov vozač bio izložen „dnevnoj ekspoziciji vibracijama“ (A(8)) čije su granične vrednosti ubrzanja opštih vibracija bile u rasponu od $0,659 m/s^2$ pri brzini od 3 – 5 km/h, do $1,060 m/s^2$ pri brzini od 19 – 23 km/h. Interesantno je da je pri brzini kretanja traktora od 3 – 5 km/h najveće ubrzanje vibracija registrovano u pravcu y-ose (osa bočno u odnosu na pravac kretanja vozila), dok je pri brzinama kretanja traktora od 12 – 15 km/h i 19 – 23 km/h najveće ubrzanje registrovano u pravcu x-ose (osa u pravcu kretanja vozila). Rezultati ukazuju da, u datim uslovima eksploatacije traktora, pri svim zadatim brzinama, kod vozača postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba, odnosno, postoji rizik od pojavljivanja nekih posledica izloženosti opštim vibracijama.

Prilikom vožnje istog traktora (John Deere 6820), pod istim uslovima ali po asfaltnom putu, uočava se da je njegov vozač bio izložen „dnevnoj ekspoziciji vibracijama“ (A(8)) čije su granične vrednosti ubrzanja opštih vibracija bile u rasponu od $0,275 m/s^2$ pri

brzini od 3 – 5 km/h, do 0,786 m/s² pri brzini od 19 – 23 km/h. Pri brzini kretanja traktora od 3 – 5 km/h najveće ubrzanje vibracija registrovano je u pravcu y-ose, pri brzini od 12 – 15 km/h najveće ubrzanje vibracija registrovano je u pravcu z-ose, dok je pri brzini kretanja traktora od 19 – 23 km/h najveće ubrzanje ponovo registrovano u pravcu x-ose. Rezultati ukazuju da, u datim uslovima eksploatacije traktora, pri zadatim brzinama od 3 – 5 km/h i 12 – 15 km/h, kod vozača ne postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba – posledica izloženosti opštim vibracijama, a pri brzini od 19 – 23 km/h postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba, odnosno, postoji rizik od pojavljivanja nekih posledica izloženosti opštim vibracijama.

Izloženost vozača traktora John Deere 6820 „dnevnoj ekspoziciji vibracijama“ praćena je i pri vuči dve prazne prikolice (iste koje su prethodno bile napunjene požnjevenim žitom), po zemljanom putu i po asfaltnom putu, istim unapred zadatim brzinama ($v = 3 - 5$ km/h; $v = 12 - 15$ km/h i $v = 19 - 23$ km/h)

Tako je utvrđeno da prilikom vožnje tog traktora po zemljanom putu (u transportu), unapred zadatom brzinom kretanja, uočava se da je njegov vozač bio izložen „dnevnoj ekspoziciji vibracijama“ (A(8)) čije su granične vrednosti ubrzanja opštih vibracija bile u rasponu od 0,545 m/s² pri brzini od 3 – 5 km/h, do 1,345 m/s² pri brzini od 19 – 23 km/h. Interesantno je da je pri brzini kretanja traktora od 3 – 5 km/h, ponovo, najveće ubrzanje vibracija registrovano u pravcu y-ose (osa bočno u odnosu na pravac kretanja vozila), dok je pri brzinama kretanja traktora od 12 – 15 km/h i 19 – 23 km/h najveće ubrzanje registrovano u pravcu z-ose. Rezultati ukazuju da, u datim uslovima eksploatacije traktora, pri zadatoj brzini od 3 – 5 km/h, kod vozača postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba – posledica izloženosti opštim vibracijama, dok pri brzinama kretanja od 12 – 15 km/h i 19 – 23 km/h rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba je čak dosegao nivo „verovatan“, odnosno, pri izmerenim vibracijama ne samo da postoji rizik od pojavljivanja nekih posledica izloženosti opštim vibracijama, nego će se oni, verovatno, čak i pojaviti.

Prilikom vožnje istog traktora (John Deere 6820), pod istim uslovima ali po asfaltnom putu, uočava se da je njegov vozač bio izložen „dnevnoj ekspoziciji vibracijama“ A(8) čije su granične vrednosti ubrzanja opštih vibracija iznosile pri brzini od 12 – 15 km/h 0,585 m/s²; brzini od 3 – 5 km/h – 0,700 m/s² i brzini 19 – 23 km/h – 0,786 m/s². Pri brzini kretanja traktora od 3 – 5 km/h i 12 – 15 km/h najveće ubrzanje vibracija registrovano je u pravcu y-ose, dok je pri brzini kretanja traktora od 19 – 23 km/h najveće ubrzanje ponovo registrovano u pravcu z-ose. Rezultati ukazuju da, u datim uslovima eksploatacije traktora, pri svim zadatim brzinama, kod vozača postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba, odnosno, postoji rizik od pojavljivanja nekih posledica izloženosti opštim vibracijama.

Analizom dobijenih rezultata zapaža se da su najveće vibracije prilikom transporta žita sa punim prikolicama, registrovane u pravcu x-ose (osa u pravcu kretanja vozila), što je za očekivati. Ukupna masa dve pune prikolice je oko 20.000 kilograma. Ova masa je značajna u odnosu na masu samog traktora koja je oko 6.200 kilograma, tako da pri većim brzinama kretanja dolazi do jakog cimanja traktora (napred-nazad) od strane prikolice. To se manifestuje u vidu jačih vibracija na traktoru, koje se registruju u pravcu x ose. Prilikom kretanja traktora sa praznim prikolicama najveće vibracije su registrovane u pravcu z-ose (vertikalne vibracije) što se može objasniti uticajem pritiska u pneumaticima prikolica. Naime, pneumatici na traktorskim prikolicama se naduvavaju na pritisak koji je u skladu sa očekivanim opterećenjem prikolice (u našem slučaju ukupno oko 10.000 kg) i koji omogućava amortizovanje vertikalnih vibracija na prikolici. Međutim, prilikom kretanja

traktora sa praznim prikolicama ostaje isti pritisak u penumaticima i on je sada značajno veći od potrebnog (masa jedne prazne prikolice je oko 2.000 kg). To izaziva poskakivanje prikolice, što se prenosi na traktor u vidu vertikalnih vibracija koje se registruju u pravcu z-ose i naročito je izraženo prilikom kretanja po neravnoj podlozi.

Rezultate merenja opštih vibracija na sedištu traktora, odnosno, ubrzanja opštih vibracija na pojedinim osama (a_{wx} (m/s^2); a_{wy} (m/s^2) i a_{wz} (m/s^2)) traktora veoma slične našim merenjima dobili su Servadio i saradnici (2007), doduše mereći vibracije na traktoru koji se kretao različitim brzinama ($v = 40$ km/h i $v = 50$ km/h) na različitim tipovima guma (gume A i B) i bez vuče prikolice, na asfaltnom putu.

Scarlett i saradnici (2007) su utvrdili da je ubrzanje opštih vibracija na sedištu traktora prilikom vuče prikolice na asfaltnom drumu najveća u pravcu x – ose.

Opšte vibracije merene su i na sedištu traktora John Deere 8320 koji je bio u agregatu sa plugom Lemken vari-dijamant sa 7 pluznih tela. Prilikom oranja različitim, unapred definisanim brzinama ($v = 8 - 9$ km/h; $v = 9 - 10$ km/h i $v = 11 - 12$ km/h) uočava se da je njegov vozač bio izložen „dnevnoj ekspoziciji vibracijama“ (A(8)) čije su granične vrednosti ubrzanja opštih vibracija bile u rasponu od $0,483$ m/s^2 pri brzini od $8 - 9$ km/h, do $0,507$ m/s^2 pri brzini od $11 - 12$ km/h. Pri brzinama u oranju od $8 - 9$ km/h i $9 - 10$ km/h ne postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba – posledica izloženosti opštim vibracijama, a pri brzini oranja od $11 - 12$ km/h postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba – posledica izloženosti opštim vibracijama. Pri toj najvećoj brzini traktora u oranju najveće ubrzanje opštih vibracija registrovano je u pravcu z – ose (gore – dole) što je posledica kretanja traktora takvom brzinom po neravnom terenu - oranici.

Kareem Abdullah M. i sar (2011) koji su ispitivali vrednosti ubrzanja opštih vibracija na sedištu traktora New Holland 66 – S 80 2WD, pri različitim dubinama oranja (15 cm i 20 cm) i pri različitim brzinama ($v = 2$ km/h, $v = 3,5$ km/h i $v = 6,8$ km/h) utvrdili su višestruko veće granične vrednosti ubrzanja opštih vibracija po sve tri ose (x – osa od $10,5$ m/s^2 do $14,6$ m/s^2 , y – osa od $2,8$ m/s^2 do čak $7,7$ m/s^2 i z – osa od $10,5$ m/s^2 do $14,6$ m/s^2). Autori nisu izračunavali „dnevnu ekspoziciju vibracijama“ (A(8)).

Kumar i sar (2000) ispitivali su kretanje traktora različite snage na različitim podlogama, različitim brzinama i utvrdili su da su se vrednosti „dnevne ekspozicije vibracijama“ (A(8)) kretale od $2,91$ do $4,73$ m/s^2 .

I Kumar i sar (2000) i Kareem Abdullah M. i sar (2011) su naveli da su se vozači traktora na kojima su vršena merenja opštih vibracija učestalije žalili na bolove u predelu krsne kičme, kao i na osećaj diskonfora, umora i bolova u koštano-mišićnom sistemu tela, u odnosu na odgovarajuće kontrolne grupe.

6. ZAKLJUČAK

Traktori kao vučno-pogonske mašine namenjene su za agregatiranje sa brojnim priključnim mašinama i značajan su izvor vibracija. Vibracije koje se prenose na vozača traktora dolaze od samog traktora, ali se značajan deo prenosi i od agregatirane priključne mašine. Vibracije na traktoru zavise od velikog broja činilaca, vrste i konfiguracije podloge, brzine kretanja traktora, tehničko stanja traktora, itd.

Merenje intenziteta opštih vibracija na sedištu traktora John Deere 6820 vršeno je tokom vuče dve prikolice napunjene ovršenim žitom, zatim prilikom vuče tih istih, ali praznih, prikolice, u oba slučaja i po suvom zemljanom i po suvom asfaltnom putu, unapred

zadatim brzinama. Utvrđeno je da prilikom ovakvog načina rada, sa navedenom kompozicijom vozila, postoji rizik po zdravlje vozača traktora prilikom kretanja po zemljanom putu – i sa praznim i sa punim prikolicama i pri svim zadatim brzinama. Čak je rizik po zdravlje vozača traktora za stepen viši (»verovatan«) prilikom kretanja opisane kompozicije vozila sa praznim prikolicama po zemljanom putu, brzinama od 12 – 15 km/h i većim. Takođe je utvrđeno da rizik po zdravlje vozača traktora postoji i pri kretanju navedene kompozicije po asfaltnom putu sa praznim prikolicama pri svim zadatim brzinama, i pri kretanju sa punim prikolicama po asfaltnom putu pri najvećoj zadatoj brzini. Razlog pojave ovakvih vibracija je cimanje traktora (napred-nazad) prilikom vuče punih prikolica, nezavisno od podloge po kojima se kreće. Kao razlog pojave utvrđenih vibracija prilikom vuče praznih prikolica može se smatrati prevelik pritisak u pneumaticima prikolica čija visina je prilagođena njihovom punom opterećenju.

Opšte vibracije merene su i na sedištu traktora John Deere 8320 prilikom oranja plugom Lemken vari-diamant sa 7 plućnih tela, unapred definisanim brzinama ($v = 8,4 - 8,5$ km/h; $v = 9,6 - 9,7$ km/h i $v = 11 - 11,2$ km/h). Pri brzinama u oranju od 8,4 – 8,5 km/h i 9,6 – 9,7 km/h ne postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba, a pri brzini oranja od 11,0-11,2 km/h postoji rizik od pojavljivanja zdravstvenih tegoba. Pri najvećoj brzini traktora u oranju najveće ubrzanje opštih vibracija registrovano je u pravcu z – ose (gore – dole) što je posledica kretanja traktora takvom brzinom po neravnom terenu - oranici.

Na intenzitet vibracija traktora, osim podloge po kojoj se kreće i režima opterećenja traktora, najveći uticaj ima njegovo tehničko stanje, a na koje značajno utiče dužina eksploatacije.

Interesantno je zapaziti da su oba posmatrana traktora proizvedena 2002 godine, što znači da su stari po 11 godina, sa prisutnih 12.000 (John Deere 6820) , odnosno, 4084 (John Deere 8320) radna sata.

7. LITERATURA

[1] Butkus R, Vasiliauskas G, (2013): Research of vibro-acoustic environment in cabs of agricultural tractors, Engineering for rural development, Jelgava, 23.-24.05.2013.

[2] Collins T S, (1991): Loads in tractor linkages when transporting rear-mounted implements: Development of modeling and measurement techniques, J. Agric. Eng. Research 49: 165-188.

[3] ISO 2631-1:1997 Standarda - Mehaničke vibracije i udari-Evaluacija izlaganja ljudi vibracijama na celo telo.

[4] Kareem Abdullah M, Abd Ali Hamid Al-Mafraji A. (2011). Measurement of transmitted vibration to tractor seat. Journal of Engineering. 5(17): 1260 - 1268

[5] Kumar A, Mahajan P, Mohan D, Varghese M, (2000). Tractor Vibration Severity and Driver Health: a Study from Rural India. http://tripp.iitd.ernet.in/publications/paper/injury/tract_vibra_JAER.pdf

[6] Mikov M, (2007) Vibracije i vibraciona bolest. U: Mikov M. Medicina rada. Ortomedics, Novi Sad , 56-65.

- [7] Muzammil M, Saad S, Siddiqui and Faisal Hasan (2004): Physiological Effect of Vibration on Tractor Drivers under Variable Ploughing Conditions, *Journal Occupational Health*, 46:403-409.
- [8] Nikolčić R. i saradnici (2013): Motori i traktori – stanje i potrebe, *Traktori i pogonske mašine*, 18(1):20-27.
- [9] Prasad N, Tewari V K and Yadav R, (1995): Tractor ride vibration – a review, *Journal of Terramechanics*, 32 (4): 205-219.
- [10] Prostran M, (2013): Stanje i potencijali u proizvodnji hrane u Republici Srbiji, *Traktori i pogonske mašine*, 18(1):6-11.
- [11] Salakhe V, M T Niyamapa and Hiroshi Nakashima (2007): Vibration Effects on the Performance of a Single-Shank Subsoiler, *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal. Manuscript PM 07018. Vol.9.*
- [12] Scarlett A J Price S, Stayner RM, (2007): Whole-body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors *Journal of Terramechanics* 44: 65–73
- [13] Seruadio P, Belfiore N P, (2007): Analysis of driving seat vibration in high forward speed tractor, *Journal Biosystems Engineering* 97(2):171- 180.
- [14] Servadio P, Marsilia A, Belfiore N P, (2007): Analysis of driving seat vibrations in high forward speed tractors. *Biosystems engineering* 97:171–180
- [15] Verma D K and Khan A A, (2011): Vibration transmissibility from seat to human operator head during tractor driving in vertical direction, *International Journal of Advances in Engineering Research*, 2(6). ISSN: 2231-5152.

INTENSITY OF WHOLE BODY VIBRATIONS AT TRACTOR DRIVERS UNDER DIFFERENT OPERATING MODES

Prokeš B, Mačvanin N¹, Simikić M², Savin L², Lomen I¹

¹Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika, Novi Sad, Futoška 121

²Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8,

E-mail: prokes@eunet.rs

SUMMARY

Consequence of the unfavorable age structure of the tractor's is of significant impact, not only on the cost of production and the environment, but as well as on the health of the drivers of this machines.

The aim of this paper is to show the intensity of whole body vibration that occur on tractors seats during the performance of various agricultural operations like transport on diferent type of roads (surfaces) and during primary tillage, and review of the possible risks on the tractor drivers health.

Measurement of the intensity of whole body vibration on the seat of tractor John Deere 6820 was conducted while towing two trailers loaded with grain, also during the towing of the same, but empty trailers in both cases, on the country road and the asphalt road, in pre-defined speeds.

During this type of work there is a risk to the health of tractor drivers when they are driving on a country road, with empty and full trailers, and in all the given speeds.

It was determined that there is a risk on the health of the tractor drivers during the

Prokeš B, et al. (2013): Intenzitet opštih vibracija kod vozača poljoprivrednih traktora pri različitim režimima rada. *Savremena poljoprivredna tehnika 39(1)*: 65-76.

movement on the asphalt road with an empty trailer at the given all speeds, and during the movement of full trailer on the asphalt road at the given maximum speed.

Whole body vibrations were measured at the seat of John Deere 8320 tractor when plowing with Lemken vari-diamant plow (7-plow bodies), at pre-defined speeds.

At speeds in plowing of 8 to 9 km/h and 9 to 10 km/h there is no risk of health problems but at the speed of plowing of 11 to 12 km/h there is a risk of health problems.

Both tractors were produced in year 2002, with, respectively, 12000 working hours, and 4084 working hours.

A number of factors affects on the vibration of tractors: surface on which they moves, speed, type of auxiliary machines etc.

Keywords: tractors, whole body vibrations, impact on health.

<p>Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektu „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“ evidencioni broj TR 31046, koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije</p>
--

Primljeno:24.01.2013

Prihvaćeno: 12.02.2013

