PROIZVEDENA RAZINA TRAKTORSKIH VIBRACIJA PRI RAZLIČITIM AGROTEHNIČKIM PODLOGAMA KOJE UTJEČU NA TRUP RUKOVATELJA U ODNOSU NA RADNE SATE TRAKTORA

Žanić, Jurica

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:430293

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Jurica Žanić
Preddiplomski studij, smjer Mehanizacija

PROIZVEDENA RAZINA TRAKTORSKIH VIBRACIJA PRI RAZLIČITIM AGROTEHNIČKIM PODLOGAMA KOJE UTJEČU NA TRUP RUKOVATELJA U ODNOSU NA RADNE SATE TRAKTORA

Završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Jurica Žanić
Preddiplomski studij smjer, Mehanizacija

PROIZVEDENA RAZINA TRAKTORSKIH VIBRACIJA PRI RAZLIČITIM AGROTEHNIČKIM PODLOGAMA KOJE UTJEČU NA TRUP RUKOVATELJA U ODNOSU NA RADNE SATE TRAKTORA

Završni rad

Povjerenstvo za obranu završnog rada:

1. doc. dr. sc. Ivan Plaščak, predsjednik
2. Željko Barač, mag. ing. agr. , mentor
3. prof. dr. sc. Tomislav Jurić, član

Osijek, 2016.

Sadržaj

1. UVOD 1

1.1. Frekvencija vibracija 1

1.2. Vrste vibracija 2

1.3. Izvor ekspozicije 3

1.4. Vibracije na traktoru 6

2. MATERIJALI I METODE 8

3. REZULTATI I RASPRAVA 14

3.1. Usporedni statistički prikaz izmjerenih vibracija iz 2015. i 2016. godine 18

4. ZAKLJUČAK 25

5. POPIS LITERATURE 26

6. SAŽETAK 28

7. SUMMARY 29

8. POPIS TABLICA 30

9. POPIS SLIKA 31

10. POPIS GRAFIKONA 32

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA 33

1. UVOD

Vibracije koje djeluju na ljudsko tijelo definiraju se kao utjecaj okoliša na ljudsko tijelo. Tijekom svakodnevnog života izloženi smo različitim izvorima vibracija, na primjer u autobusu, vlaku, automobilu. Mnogi ljudi izloženi su i drugim vrstama vibracija tijekom radnog dana, na primjer, vibracije koje proizvode ručni alati, strojevi i teška vozila.

Poljoprivredni traktori imaju široku primjenu kako na cesti tako i izvan nje, odnosno na poljoprivrednim površinama i makadamima. Prilikom izvođenja različitih operacija u polju i van njega rukovatelj traktora izložen je visokim razinama vibracija cijelog tijela. Vibracije općenito predstavljaju oscilatorno gibanje tijela, a u ovisnosti od oblika putanje po kojoj se odvija gibanje pravocrtne i kutne oscilacije.



Slika 1: Ilustracija širenja vibracija prilikom izvođenja radova (URL 1)

1.1.Frekvencija vibracija

Frekvencija je fizikalna veličina kojom izražavamo broj oscilacija u jedinici vremena. Jedinica za frekvenciju je herc (Hz). Vibracije mogu biti visokofrekventne, srednjefrekventne i niskofrekventne (vibracije ispod 16 Hz). Prema Aranđelović i Jovanović (2009.) ljudsko tijelo percipira i apsorbira vibracije od 1 do 1 000 Hz.

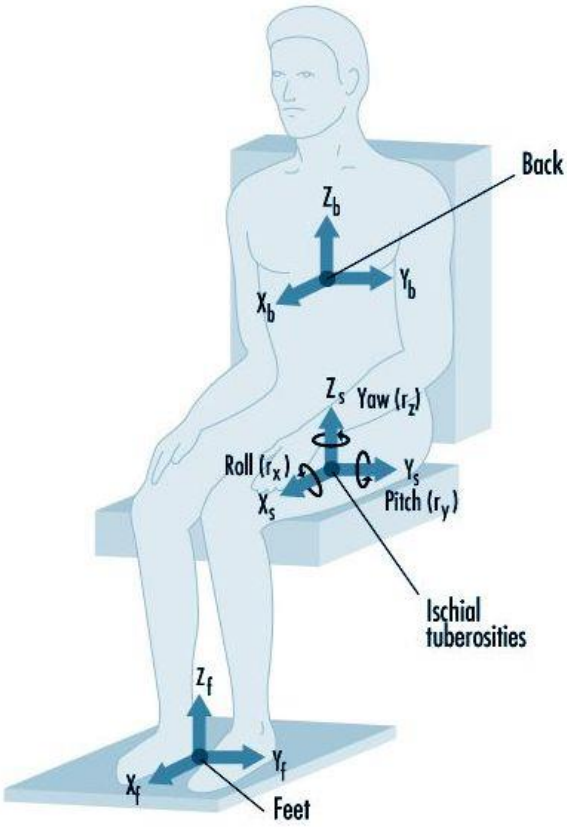
Za bolje razumijevanje frekvencija vibracija potrebno je razumjeti pojam pomaka, brzine i ubrzanja vibracija. Pomaka predstavlja udaljenost tijela od njegovog ravnotežnog položaja, izražava se u metrima i stalno se mijenja. Brzina vibracija je udaljenost koju vibrirajuće tijelo prijeđe u jedinici vremena, a izražava se u m/s. Ubrzanje vibracija je promjena brzina vibracija u jedinici vremena, a jedinica mu je m/s^2.

1.2. Vrste vibracija

Prema Aranđelović i Jovanović (2009.) vibracije možemo podijeliti na periodične i neperiodične te na opće i lokalne.

Periodične vibracije su vibracije kod kojih se oscilatorno gibanje tijela nakon određenog vremenskog intervala ponavlja na identičan način. Najkraći vremenski interval u kome se vibracijsko gibanje ponovi je perioda, a broj perioda u jedinici vremena predstavlja frekvenciju periodične oscilacije. Periodične vibracije mogu biti jednostavne, gdje se oscilatorno gibanje odvija samo jednom učestalošću, i složene, koje se sastoje od više jednostavnih vibracija.

Opće vibracije javljaju se kada se čovjek nalazi u vibrirajućoj sredini. Njihovo djelovanje ima utjecaj na cijelo ljudsko tijelo, a pravci djelovanja ovih vibracija određeni su prema trima anatomskim osima čovjeka koje se sijeku u predjelu srca (X, Y i Z). Za razliku od općih koje djeluju na kompletno ljudsko tijelo, lokalne vibracije djeluju samo na pojedine dijelove ljudskog tijela, a pravac djelovanja ovih vibracija određuje se trima osima.



Slika 2: Djelovanje vibracija u smjerovima osi X,Y i Z osi na ljudsko tijelo u sjedećem položaju (URL 2)

1.3. Izvor ekspozicije

Prema URL 3 vibracije na radnom mjestu pojavljuju se u velikom broju industrijskih djelatnosti, transportu, sportu, radu u šumi, poljoprivredi, građevinarstvu i slično zbog uporabe raznih vibrirajućih alta i uređaja (slika 3).



Slika 3: Vibracije tijekom izvođenja radova u šumarstvu (URL 4)

Prema Aranđelović i Jovanović (2009.) oštećenja izazvana vibracijama najizraženija su na samom mjestu djelovanja. Najosjetljiviji dijelovi tijela na vibracije su periferni dijelovi ekstremiteta te trup. Svako tkivo provodi vibracije te se tako vibracije mogu prenijeti preko ruku do kralježnice i trupa i obrnuto. Najefikasniji prigušivači vibracija u ljudskom tijelu su zglobne i zračne šupljine. Visokofrekventne vibracije najviše utječu na krvožilni i živčani sustav, a niskofrekventne na mišićno-tetivni i koštani sustav, posebno prilikom duže kontinuirane izloženosti.

Općenito kao posljedica izloženosti vibracijama kod čovjeka se mogu pojaviti razni vaskularni, neurološki, mišićni, koštano-zglobni poremećaji, kao i poremećaji osjetila sluha, vida i ravnoteže, sekretorni poremećaji i slično.

Singh (2014.) u radu ističe kako su ozljede kuka, vrata, stražnjice i kralježnice kod rukovatelja traktora posljedica izloženosti vibracijama koje se prenose na cijelo tijelo i nepovoljnim položajem tijekom izvođenja operacija.

Prema URL 3 oboljenja od prevelike razine vibracija mogu se podijeliti u četiri faze:

Prva faza:

- reverzibilna, malo simptoma
- bolovi na dijelovima prstiju (kod vibracije dlan – ruka)

- sniženje praga osjetljivosti na vibracije

Druga faza:

- nedostatak osjećaja bola u koži (kod vibracije dlan – ruka)
- jaki bolovi u mišićima, kostima i zglobovima
- povećanje zahvaćene površine tijela
- liječenje još moguće

Treća faza:

- bjelina kože šake pri najmanjoj hladnoći
- bolovi u kostima
- prestanak osjećaja boli i dodira na koži prstiju
- utjecaj na srce i krvne žile, živčani sustav

Četvrta faza:

- atrofija kože
- nekontrolirane kontrakcije mišića
- vrtoglavice
- srčane smetnje
- neurološke smetnje (naročito tokom noći)
- moguća pojava gangrene

Jedna od učestalijih dijagnoza uzrokovana prekomjernoj izloženosti ljudskog tijela na vibracije je Raynaudov sindrom. Prema URL 5 Raynaudov sindrom jest stanje koje uzrokuje da neka područja tijela poput prstiju na rukama ili nogama, vrh nosa ili uši, postanu hladni ili da otupe na osjet. Manje arterije koje opskrbljuju kožu krvlju postaju uske te samim time ograničavaju cirkulaciju krvi u pogođenim područjima.



Slika 4: Raynaudov sindrom (URL 6)

1.4. Vibracije na traktoru

Brkić i sur. (2005.) utvrdili su da se vibracije na traktoru stvaraju kao posljedica gibanja traktora, rada motora, rada elemenata transmisije te rada priključnog stroja . Osim štetnog djelovanja na elemente pojedinih sustava traktora te vibracije prenose se i na čovjeka te utječu na njegovo zdravlje, trenutnu koncentraciju i slično. Zbog negativnih utjecaja vibracija na trup rukovatelja potrebno je omogućiti što bolje ergonomske uvjete prilikom rada i što bolje ga zaštititi.

Scarllet i sur. (2005.) mjerenjem vibracija koje utječu na trup rukovatelja na četiri različite vrste traktora utvrdili su da uslijed povećanja brzine vožnje dolazi i do povećanja vibracija, dok su Deboli i sur. (2008.) mjerili razinu vibracija također na četiri različite vrste traktora s četiri različite vrste pneumatika na asfaltu, makadamu i kombinaciji asfalta i makadama tako da su se dva kotača nalazila na asfaltu, a druga dva na makadamu. Istraživanje je pokazalo da će bez obzira na tip pneumatika najmanja razina vibracija biti na asfaltnoj podlozi.

Crolla i Dale (2007.) mjerili su povećanje vibracija tokom vuče prikolice opterećene teretom i neopterećene prikolice. Rezultati mjerenja pokazali su da prilikom vuče prikolice opterećene teretom dolazi do povećanja razine vibracije po svim osima (x, y i z).

Ahmadi (2013.) u istraživanju razine vibracija koje utječu na trup rukovatelja tijekom oranja okretnim plugom ističe nisku razinu frekvencije vibracija (0-3 Hz) koje se javljaju u radu što znači da u tom slučaju nema opasnosti po zdravlje rukovatelja.

Cvetanović i Zlatković (2013.) u radu iznose kako je prosječna starost vozila viša od 15 godina što negativno utječe na sigurnost i zdravlje rukovatelja (stara sjedala su ergonomski lošija), ističu i važnost redovnog održavanja traktora u svrhu očuvanja zdravlja rukovatelja.

Cilj istraživanja je utvrditi razinu mehaničkih vibracija koje utječu na trup rukovatelja pri različitim agrotehničkim podlogama u odnosu na radne sate traktora. Hipoteza je da će se razine vibracija koje utječu na trup rukovatelja povećati s povećanjem radnih sati traktora.

2. MATERIJALI I METODE

Mjerenja su kroz dvije godine obavljana u cilju određivanja razine traktorskih vibracija koje utječu na trup rukovatelja pri različitim agrotehničkim podlogama u odnosu na radne sate traktora. Mjerenja su obavljena na traktoru proizvođača Landini tipa Powerfarm 100 (slika 5.). Traktor je 2015. godine imao oko 5800 radnih sati, dok je 2016. godine imao oko 6800 radnih sati.



Slika 5: Traktor Landini Powerfarm 100 (vlastita fotografija)

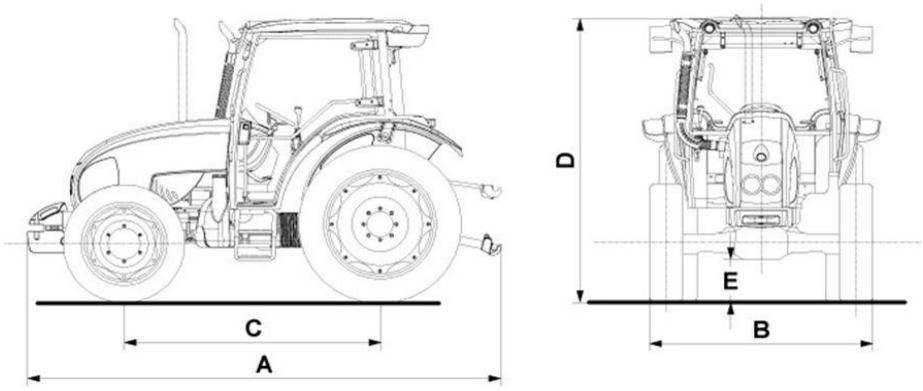
Tehničke karakteristike traktora Landini Powerfarm 100 :

- Maksimalna snaga motora (kW)/(KS) – 68/92,5
- Maksimalni obrtni moment (Nm) – 363
- Broj cilindara/zapremina (komada)/(cm^3) – 4/4400
- Brzine– 12+12
- Kapacitet podizanja (kg) – 2600
- Zapremina rezervoara (l) – 102

Dimenzije traktora Landini Powerfarm 100 (slika 6.):

- Pneumatici – 18,4-R30
- A – dužina (mm) – 4136
- B – širina (mm) – 2063
- C - udaljenost između osovina 2WD/4WD (mm) – 2341/2316

- D – visina s kabinom (mm) – 2550
- E – klirens (mm) – 453
- Masa (bez utega i kabine) u kilogramima – 3330



Slika 6: Dimenzije traktora Landini Powerfarm 100 (URL 7)

Sva mjerenja iz ovog rada obavljena su u eksploataciji, odnosno, za vrijeme rada traktora. Ispitivanja su obavljena na proizvodnim površinama i pristupnim cestama srednje Poljoprivredne i veterinarske škole Osijek. Mjerene su proizvedene vrijednosti traktorskih vibracija koje utječu na trup rukovatelja (u smjerovima osi x, y i z). Vrste podloga na kojima su izvedena mjerenja su makadam, asfalt i trava. Svako mjerenje trajalo je trideset minuta i ponovljeno je tri puta. Na osnovu tri mjerenja izračunata je srednja vrijednost koja je korištena dalje u radu.

Mjerenja su obavljena u skladu s normama HRN ISO 2631-1 i HRN ISO 2631-4 koje su primjenjive na ljude normalnog zdravlja izložene pravocrtnim vibracijama u smjeru njihove x, y i z osi. Najbolja metoda u ISO 2631-1 je mjerenje na sjedištu, tj. mjerenja dok je rukovatelj u sjedećem položaju. Sjedište u ovom slučaju predstavlja izravnu dodirnu točku između strukture vozila i rukovatelja. Mjerni uređaj bio je postavljen na dio sjedišta na koji rukovatelj izravno sjeda. Sva mjerenja su odrađena upravo na taj način.

Uređaj za mjerenje traktorskih vibracija MMF VM 30 korišten je za sva mjerenja jer se u praksi pokazao kao vrlo dobar zbog vodootpornosti, dugotrajne baterije i malih dimenzija. Mjerni opseg za sve osi bio je postavljen na 120 m/s^2.



Slika 7: Uređaj za mjerenje razine traktorski vibracija koje djeluju na trup rukovatelja (vlastita fotografija)

Dana 9. lipnja 2015. godine obavljena su mjerenja proizvedenih traktorskih vibracija koje utječu na trup rukovatelja na asfaltu i makadamu. Izmjerena temperatura zraka iznosila je 31 ^{0}C,a relativna vlažnost zraka 64 %. Utjecaj vjetra bio je zanemariv.

Dana 10. lipnja 2015. godine izmjerena je vrijednost proizvedenih traktorskih vibracija koje utječu na trup rukovatelja na travi. Izmjerena temperatura zraka iznosila je 30 ^{0}C, a relativna vlažnost zraka 65%. Vjetar je kao i u mjerenjima na prethodnim podlogama bio zanemariv.

Dana 15. lipnja 2016. godine obavljena su mjerenja proizvedene razine traktorskih vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora na travi. Temperatura zraka iznosila je 29 ºC, a relativna vlažnost zraka iznosila je 65 %. Utjecaj vjetra bio je zanemariv.

Dana 16. lipnja 2016. godine obavljena su mjerenja proizvedene razine traktorskih vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora na makadamu (slika 8) i asfaltu (slika 9).

Temperatura zraka iznosila je 30 ºC, relativna vlažnost zraka 63 %. Utjecaj vjetra bio je zanemariv.



Slika 8: Mjerenje razine traktorski vibracija na makadamu (vlastita fotografija)



Slika 9: Mjerenje razine traktorski vibracija na asfaltu (vlastita fotografija)

Uređaj za mjerenje bio je postavljen na sjedište tako da su osi mjerene u slijedećim pravcima:

- x os: uzdužno, duž pravca gibanja – naprijed (pozitivno) / natrag (negativno);
- y os: bočno, pod pravim kutom u odnosu na smjer vožnje;
- z os: vertikalno, prema gore (pozitivno) / prema dolje, okomito na pod (negativno).



Slika 10: Prikaz pravca mjerenja za osi x, y i z (vlastita fotografija)

Na slici 10. vidljivi su pravci mjerenja za x, y i z os. Izmjerene vrijednosti vibracija prikazuju ubrzanja. Vibracije su mjerene prema koordinatnom sustavu za određeni dio tijela u sjedećem položaju. Uređaj je mjerio proizvedene traktorske vibracije koje se prenose direktno sa sjedišta na ljudsko tijelo.

Prema europskoj direktivi 2002/44/EC (URL 8) određene su granične vrijednosti za dnevnu izloženost vibracijama, a ona za vibracije na cijelo tijelo iznosi 1,15 m/s^2. Wd i Wk su težinski filtri koji su korišteni u mjerenjima (slika 12. i 13.). Prema Nikolić (2015.) Wd se koristi za x i y os u sjedećem položaju, dok se Wk odnosi na z os.

R.M.S. metoda mjerenja u pokretu uzima u obzir povremene impulsne i prolazne vibracije koristeći kratku integracijsku vremensku konstantu. Veličina vibracija je maksimalna prolazna vrijednost vibracije (MTVV), koja je maksimalna za $a_w(t_0)$.

$$a_w(t_0) = \left\{ \frac{1}{\tau} \int_{t_0-\tau}^{t_0} [a_w(t)]^2 \, dt \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$a_w(t)$ – trenutna frekvencija mjerenog ubrzanja (m/s^2)

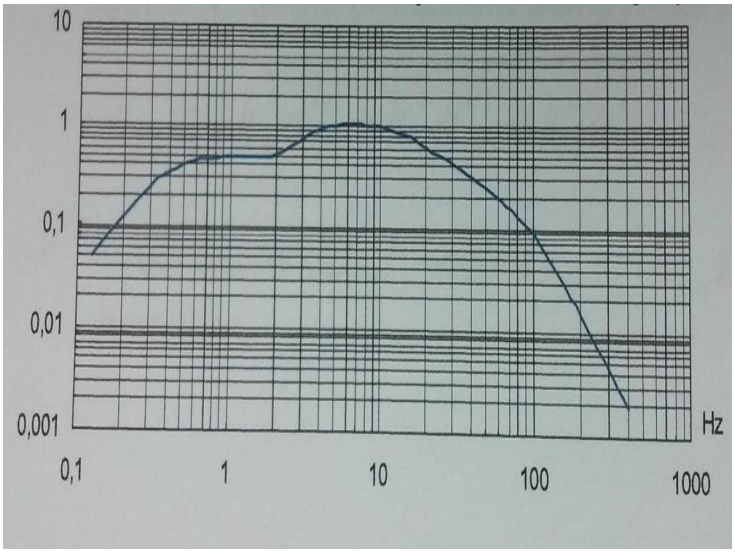
τ – vrijeme integracija za tekuće usrednjavanje(s)

t – vrijeme (s)

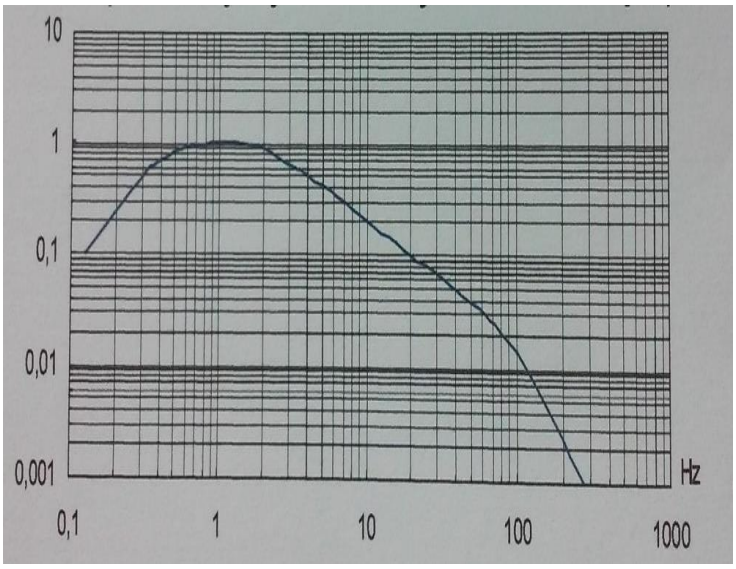
t_0 – vrijeme promatranja (s)

MTVV = max $[a_w(t_0)]$

MTVV - maksimalna prolazna vrijednost vibracije (m/s^2)



Slika 11: Wk težinski filter (HRN ISO 2631-1)



Slika 12: Wd težinski filter(HRN ISO 2631-1)

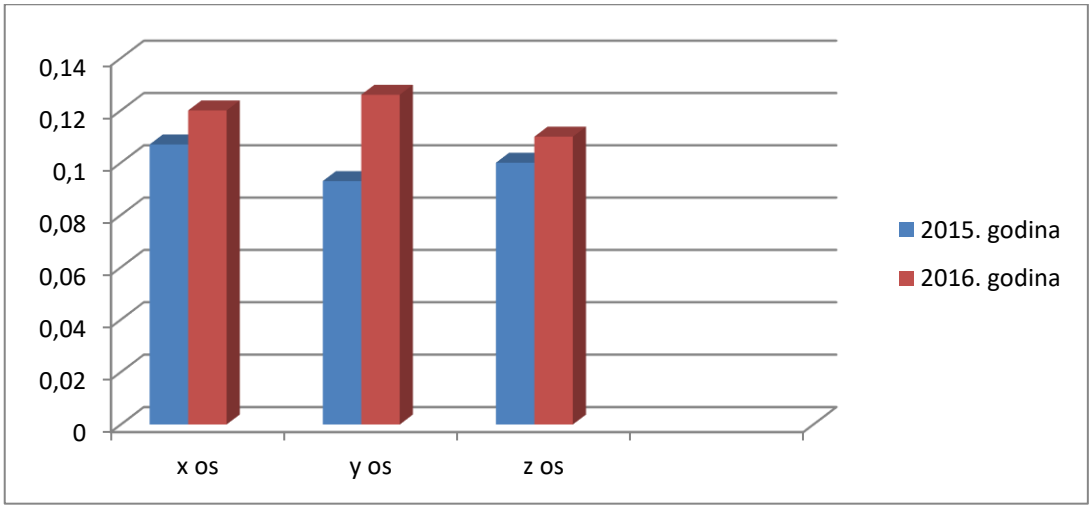
3. REZULTATI I RASPRAVA

Nakon tri mjerenja na određenoj podlozi uočena su manja odstupanja u smjeru osi x, y, i z, isto kao i 2015. godine. Najveća izmjerena vrijednost u smjeru sve tri osi bila je, kao i 2015. godine, u trećem mjerenju. Sve navedene vrijednosti u tablici izražene su u m/s^2.

Tablica 1: Izmjerena i srednja vrijednosti vibracija na asfaltu u 2015. i 2016. godini

Os / Vrsta podloge	x		y		z	
	2015.	**2016.**	**2015.**	**2016.**	**2015.**	**2016.**
Asfalt	0,090	0,08	0,070	0,09	0,080	0,08
	0,100	0,1	0,100	0,1	0,100	0,1
	0,130	0,18	0,110	0,19	0,120	0,15
Srednja vrijednost	0,107	0,12	0,093	0,126	0,100	0,11

Tablicom 1 prikazana su mjerenja traktorskih vibracija koja utječu na trup rukovatelja na asfaltu u 2015. i 2016. godini. Tri mjerenja su odrađena u smjeru osi x, y i z na osnovu kojih je izračunata srednja vrijednost. Uspoređujući srednje vrijednosti mjerenja vibracija na asfaltu 2015. i 2016. (grafikon 1) vidljivo je da se uslijed povećanja radnih sati traktora neznatno povećava i razina vibracija po sve tri osi na asfaltu.

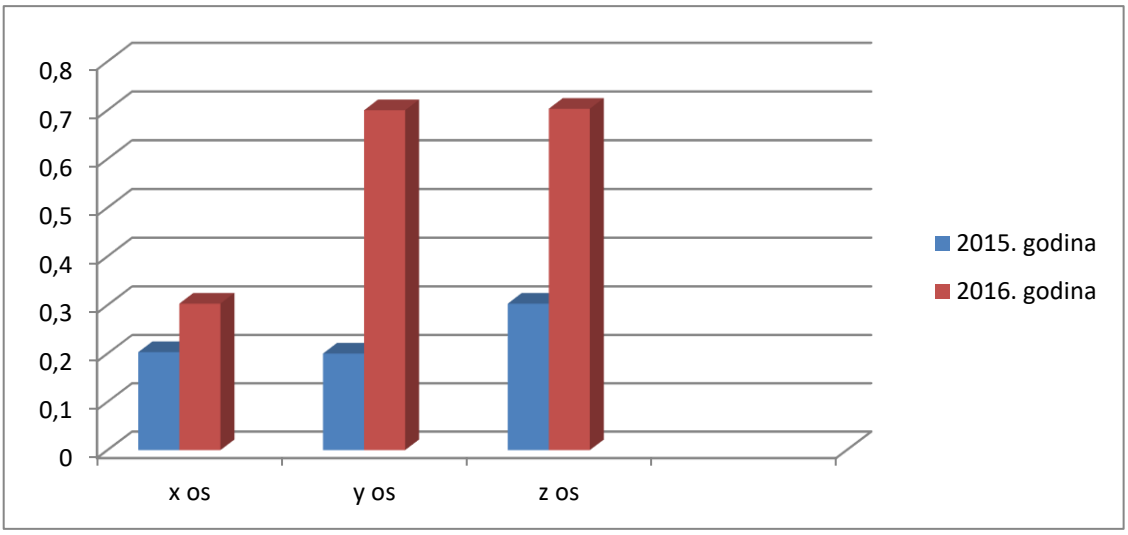


Grafikon 1: Usporedba srednje vrijednosti mjerenja vibracija na asfaltu u 2015. i 2016. godini

Tablica 2: Izmjerena i srednja vrijednost vibracija na makadamu u 2015. i 2016. godini

Os / Vrsta podloge	x		y		z	
	2015.	**2016.**	**2015.**	**2016.**	**2015.**	**2016.**
Makadam	0,190	0,29	0,190	0,68	0,290	0,66
	0,200	0,3	0,200	0,7	0,300	0,7
	0,220	0,32	0,210	0,72	0,320	0,75
Srednja vrijednost	0,203	0,303	0,200	0,7	0,303	0,703

Tablicom 2 prikazani su rezultati mjerenje vibracija koje utječu na trup rukovatelja na makadamu u 2015. i 2016. Isto kao i kod mjerenja na asfaltu, najviše vrijednosti izmjerene su u trećem mjerenju po sve tri osi. Grafikonom 2 prikazana je usporedba srednje vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na trup rukovatelja u 2015. i 2016. godini. Povećanjem radnih sati traktora povećala se i razina vibracija u smjerovima osi x, y i z.

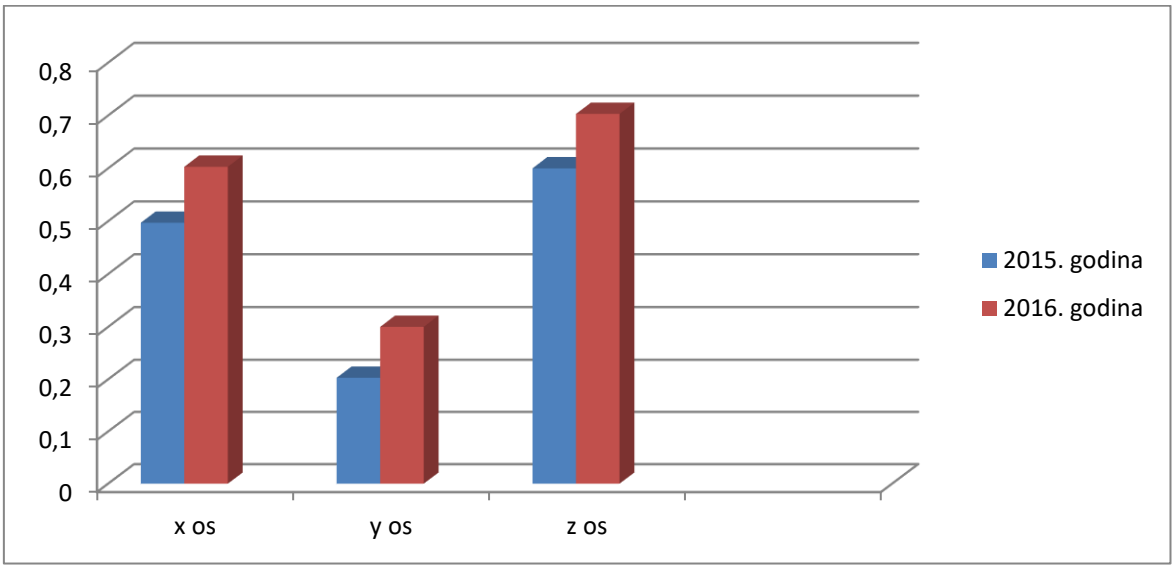


Grafikon 2: Usporedba srednje vrijednosti mjerenja vibracija na makadamu u 2015. i 2016. godini

Tablica 3: Izmjerena i srednja vrijednost vibracija na travi u 2015. i 2016. godini

Os / Vrsta podloge	x		y		z	
	2015.	**2016.**	**2015.**	**2016.**	**2015.**	**2016.**
Trava	0,480	0,58	0,190	0,28	0,580	0,67
	0,500	0,6	0,200	0,3	0,600	0,7
	0,510	0,63	0,220	0,32	0,620	0,74
Srednja vrijednost	0,497	0,603	0,203	0,3	0,600	0,703

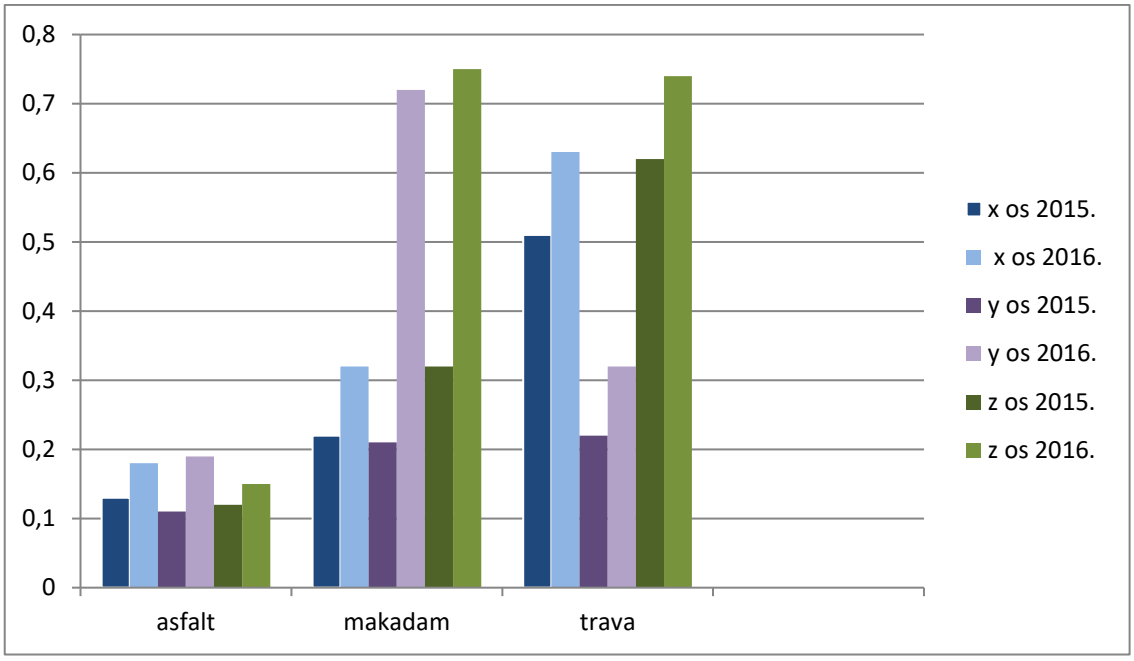
Rezultati mjerenja vibracija koje utječu na trup rukovatelja izmjereni na travi prikazani su u tablici 3. Kao i kod mjerenja na asfaltu i makadamu, najviše izmjerene vrijednosti vidljive su u trećem mjerenju. S obzirom na povećanje broja radnih sati traktora, kao i u prethodna dva grafikona, usporedimo li mjerenja vibracija u 2015. i 2016. godini na travi može se vidjeti povećanje razine vibracija (grafikon 3).



Grafikon 3: Usporedba srednje vrijednosti mjerenja vibracija na travi u 2015. i 2016. godini

Usporedimo li najviše izmjerene vrijednosti u 2015. i 2016. godini za sve tri podloge u smjeru sve tri osi prikazane grafikonom 4 možemo vidjeti kako niti jedna

vrijednost ne prelazi graničnu vrijednosti za dnevnu izloženost vibracijama unatoč povećanju radnih sati, koja za vibracije na cijelo tijelo iznosi 1,15 m/s^2.



Grafikon 4: Najviše izmjerene vrijednosti u smjerovima osi x, y i z za sve tri podloge u 2015. i 2016. godini.

Iz srednjih vrijednosti za osi x, y i z izračunatih na osnovi tri mjerenja za svaku podlogu (asfalt, trava i makadam) u 2015. i 2016. godini vidljiva je najviša razina izmjerene vibracije na makadamu, dok je samo po osi x izmjerena veća vrijednost na travi, za razliku od 2015. godine kada su izmjerene vrijednosti po sve tri osi bile veće na travi. Kao i 2015. godine, najmanje vibracije koje utječu na trup rukovatelja u 2016. godini izmjerene su na asfaltu u smjerovima osi x, y i z. S obzirom na povećanje radnih sati traktora u 2016. je došlo do povećanja razine vibracija na svim podlogama (asfalt, trava i makadam) u smjerovima osi x, y i z.

3.1.Usporedni statistički prikaz izmjerenih vibracija iz 2015. i 2016. godine

Tablica 4: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na asfaltnoj podlozi

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,10667	0,020817	19,56	0,012019	0,05496	0,15838	0,090	0,130
2	3	0,12000	0,052915	44,09	0,030511	-0,01145	0,25145	0,080	0,180
Total	6	0,11333	0,036697	32,38	0,014981	0,07482	0,15184	0,080	0,180

Iz prikazanih rezultata deskriptivne statistike srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na asfaltnoj podlozi (tablica 4) vidljivo je da je standardna pogreška veća u drugoj godini mjerenja (2) u odnosu na prvu godinu mjerenja (1).

Tablica 5: Analiza varijance (ANOVA) za x os na asfaltnoj podlozi

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,000	1	0,000	0,165	0,705
Unutar grupa	0,006	4	0,002		
Ukupno	0,007	5			

Analiza varijance prikazana tablicom 5 pokazuje kako nije utvrđena statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na trup rukovatelja u smjeru osi x na asfaltnoj podlozi.

Tablica 6: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na asfaltnoj podlozi

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,09333	0,020817	22,30	0,012019	0,04162	0,14504	0,070	0,110
2	3	0,12667	0,055076	43,48	0,031798	-0,01015	0,26348	0,090	0,190
Total	6	0,11000	0,041473	37,70	0,016931	0,06648	0,15352	0,070	0,190

Iz prikazanih rezultata deskriptivne statistike srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na trup rukovatelja u smjeru y osi na asfaltnoj podlozi (tablica 6) vidljivo je da je standardna pogreška veća u 2016. godini (2) nego u 2015. (1) isto kao i za os x.

Tablica 7: Analiza varijance (ANOVA) za y os na asfaltnoj podlozi

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,002	1	0,002	0,962	0,382
Unutar grupa	0,007	4	0,002		
Ukupno	0,009	5			

Analiza varijance srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na trup rukovatelja za os y na asfaltnoj podlozi prikazana je tablicom 7.,te je vidljivo kako nije utvrđena statistički značajna razlika između mjerenja u 2015 i 2016. godini .

Tablica 8: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na asfaltnoj podlozi

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,10000	0,020000	20,00	0,011547	0,05032	0,14968	0,080	0,120
2	3	0,11000	0,036056	32,78	0,020817	0,02043	0,19957	0,080	0,150
Total	6	0,10500	0,026646	25,38	0,010878	0,07704	0,13296	0,080	0,150

Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na asfaltnoj podlozi (tablica 8) pokazuje kao i na osima x i y da je standardna pogreška veća u drugoj godini mjerenja, odnosno u 2016. godini, nego u prvoj godini mjerenja, odnosno 2015. godini.

Tablica 9: Analiza varijance (ANOVA) za z os na asfaltnoj podlozi

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,000	1	0,000	0,176	0,696
Unutar grupa	0,003	4	0,001		
Ukupno	0,004	5			

Analiza varijance za os z na asfaltnoj podlozi (tablica 9) prikazuje kako niti kod ove osi nije utvrđena statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na trup rukovatelja.

Tablica 10: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na makadamu

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,20333	0,015275	7,51	0,008819	0,16539	0,24128	0,190	0,220
2	3	0,30333	0,015275	5,03	0,008819	0,26539	0,34128	0,290	0,320
Total	6	0,25333	0,056451	22,28	0,023046	0,19409	0,31257	0,190	0,320

Iz deskriptivne statistike srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na makadamu vidljivo je da je standardna pogreška ista u prvoj i drugoj godini mjerenja, a iznosi 0,008819.

Tablica 11: Analiza varijance (ANOVA) za x os na makadamu

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,015	1	0,15	64,586	0,001
Unutar grupa	0,001	4	0,000		
Ukupno	0,016	5			

Analiza varijance za x os na makadamu prikazana tablicom 11 prikazuje kako je utvrđena statistički značajna razlika za srednju vrijednost izmjerenih vibracija koje utječu na trup rukovatelja.

Tablica 12: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na makadamu

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,20000	0,010000	5	0,005774	0,17516	0,22484	0,190	0,210
2	3	0,70000	0,020000	2,86	0,011547	0,65032	0,74968	0,680	0,720
Total	6	0,45000	0,274226	60,94	0,111952	0,16222	0,73778	0,190	0,720

Analizirajući deskriptivnu statistiku srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija za os y na makadamu prikazanu tablicom 12 vidljiva je veća standardna pogreška u drugoj godini mjerenja (2016.) u odnosu na prvu godinu mjerenja (2015.)

Tablica 13: Analiza varijance (ANOVA) za y os na makadamu

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,375	1	0,375	1500,000	0,000
Unutar grupa	0,001	4	0,000		
Ukupno	0,376	5			

Analiza varijance za y os na makadamu prikazana tablicom 13 prikazuje utvrđenu statistički značajnu razliku za srednju vrijednost izmjerenih vibracija u 2015. i 2016. godini.

Tablica 14: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na makadamu

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,30333	0,015275	5,03	0,008819	0,26539	0,34128	0,290	0,320
2	3	0,70333	0,045092	6,41	0,026034	0,59132	0,81535	0,660	0,750
Total	6	0,50333	0,221149	43,94	0,090284	0,27125	0,73541	0,290	0,750

Tablica 14 prikazuje deskriptivnu statistiku srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru z osi na makadamu iz koje je vidljivo da je i u ovom slučaju standardna pogreška veća u drugoj godini mjerenja u odnosu na prvu godinu.

Tablica 15: Analiza varijance (ANOVA) za z os na makadamu

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,240	1	0,240	211,765	0,000
Unutar grupa	0,005	4	0,001		
Ukupno	0,245	5			

Za z os na makadamu također je napravljena analiza varijance prikazana tablicom 15. Iz tablice je vidljiva statistički utvrđena značajna razlika između mjerenja u 2015. i 2016. godini.

Tablica 16: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na travi

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,49667	0,015275	3,07	0,008819	0,45872	0,53461	0,480	0,510
2	3	0,60333	0,025166	4,17	0,014530	0,54082	0,66585	0,580	0,630
Total	6	0,55000	0,061319	11,14	0,025033	0,48565	0,61435	0,480	0,630

Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na travi prikazana tablicom 16 pokazuje da je i na trećoj vrsti podloge veća standardna pogreška izmjerena u drugoj godini mjerenja.

Tablica 17: Analiza varijance (ANOVA) za x os na travi

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,017	1	0,017	39,385	0,003
Unutar grupa	0,002	4	0,000		
Ukupno	0,019	5			

Analiza varijance za x os na travi prikazana tablicom 17 prikazuje da je statistički utvrđena značajna razlika u mjerenjima kroz dvije godine.

Tablica 18: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na travi

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,20333	0,015275	7,51	0,008819	0,16539	0,24128	0,190	0,220
2	3	0,30000	0,020000	6,66	0,011547	0,25032	0,34968	0,280	0,320
Total	6	0,25167	0,055287	21,96	0,22571	0,19365	0,30969	0,190	0,320

Tablicom 18 prikazana je deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na travi iz koje je vidljivo da je standardna pogreška i u ovom slučaju veća u drugoj godini mjerenja.

Tablica 19: Analiza varijance (ANOVA) za y os na travi

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,014	1	0,014	44,263	0,003
Unutar grupa	0,001	4	0,000		
Ukupno	0,015	5			

Rezultat analize varijance za y os na travi prikazan je tablicom 19 iz kojeg je vidljivo da je statistički utvrđena značajna razlika između dva mjerenja isti je kao i kod analize varijance za x os na travi.

Tablica 20: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na travi

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,60000	0,020000	3,33	0,011547	0,55032	0,64968	0,580	0,620
2	3	0,70333	0,035119	4,99	0,020276	0,61609	0,79057	0,670	0,740
Total	6	0,65167	0,062102	9,53	0,25353	0,58649	0,71684	0,580	0,740

Tablicom 20 prikazana je deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na travi iz koje je vidljiva veća standardna pogreška u drugoj godini mjerenja vibracija koje utječu na trup rukovatelja.

Tablica 21: Analiza varijance (ANOVA) za z os na travi

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,016	1	0,016	19,612	0,011
Unutar grupa	0,003	4	0,001		
Ukupno	0,019	5			

Kod analize varijance za z os na travi prikazane tablicom 21 vidljivo je da je utvrđena statistički značajna razlika između dva mjerenja u 2015. i 2016. Godini.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja u 2015. i 2016. godini uspoređeni su u cilju utvrđivanja razine traktorskih vibracija pri različitim agrotehničkim podlogama koje utječu na trup rukovatelja u odnosu na radne sate traktora.

Uopćeno je, a što prikazuju statističke tablice srednjih vrijednosti razine vibracija, veće su vibracije izmjerene 2016. godine u smjeru sve tri osi i pri svim agrotehničkim podlogama kojima se gibao poljoprivredni traktor, a što je u skladu s postavljenom hipotezom istraživanja.

Na osnovi mjerenja kroz dvije godine na tri različite agrotehničke podloge (asfalt, trava i makadam) u smjeru osi x, y i z vidljivo je da se pri povećanju radnih sati traktora (oko 1 000 radnih sati više) povećava i razina vibracija na svim agrotehničkim podlogama u sve tri osi. U odnosu na 2015. kada je najviša razina vibracija koje utječu na trup rukovatelja izmjerena na travi, u 2016. godini najviša razina vibracija izmjerena je na makadamu, dok je u smjeru osi x viša razina 2016. godine izmjerena na travi, po osi z na travi i makadamu je izmjerena ista razina vibracija u 2016. godini.

Najniža razina vibracija koje utječu na trup rukovatelja 2015. i 2016. godine izmjerena je na asfaltu.

Iako se na različitim agrotehničkim podlogama (asfalt, trava, makadam) uslijed povećanja radnih sati traktora javlja viši intenzitet vibracija koje utječu na trup rukovatelja u 2016. godini u odnosu na 2015. godinu pretpostavka je kako one neće utjecati na zdravlje rukovatelja jer ne prelaze graničnu vrijednost vibracija koje utječu na trup rukovatelja od 1,15 m/s^2.

Iz deskriptivne statistike prikazane u tablicama vidljivo je kako je u većini slučajeva standardna pogreška veća u drugoj godini mjerenja što potvrđuje pretpostavku da će uslijed povećanja radnih sati traktora doći i do povećane razine vibracija koje utječu na trup rukovatelja.

Kako bi se statistički preciznije utvrdilo povećanje razine vibracija koje utječu na trup rukovatelja u odnosu na povećanje radnih sati traktora nužno je povećati broj uzoraka.

5. POPIS LITERATURE

Aranđelović, M., Jovanović, J. (2009.): Medicina rada. Medicinski fakultet u Nišu, Niš.

Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Lukač, P., Kiš, D., Jurić, T., Knežević, D. (2005.): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva. Poljoprivredni fakultet u Osijeku,Osijek.

Crolla D.A. , Dale A.K. (2007.) Ride Vibration Measurements of Agricultural Tractorand Trailer Combinations

Cvetanović B., Zlatković D. (2013.): Evaluation of whole-body vibration risk in agricultural tractor drivers., Niš

Deboli, R., Calvo, A., Preti, C., Paletto, G. (2008.): Whole Body Vibration (WBV) transmitted to the operator by tractors equipped with radialtires. Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfarein Agriculture andAgro-food Systems

DZNM (1999.): Mehaničke vibracije i udari – Ocjenjivanje izloženosti ljudi vibracijama cijeloga tijela – 1. dio: Opći zahtjevi, HRN ISO 2631-1, Zagreb.

DZNM (2010.): Mehaničke vibracije i udari – Procjena izloženosti ljudi vibracijama cijelog tijela – 4. dio: Smjernice za procjenu utjecaja vibracija i rotacijskih gibanja na udobnost putnika i posada u transportnim sustavima s fiksnim vođenjem, HRN ISO 2631-4, Zagreb.

Nikolić, A. (2015.) Proizvedena razina traktorskih vibracija pri različitima agrotehničkim podlogama koje utječu na trup rukovatelja, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.

Scarlett A.J, Price J.S., Semple D.A. (2005.): Whole-bodyvibration on agricultural vehicles: evaluation of emission and estimate dexposure levels

Singh, G. K. (2014.): Effectof Whole-BodyVibration on Vehicle Operators

URL 1 http://www.dewesoft.com/pro/course/human-vibration-33 15.8.2016.

URL 2 http://www.ilocis.org/documents/chpt50e.htm 15.8.2016.

URL 4 http://www.vecernji.ba/bih-europski-rekorder-po-ilegalnoj-sjeci-sume-steta-veca-od-2-mil-km-1021125 16.8.2016.

URL 5 http://www.krenizdravo.rtl.hr/zdravlje/bolesti-zdravlje/raynaudova-bolest-uzroci-simptomi-i-lijecenje 15.8.2016.

URL 6 http://www.teamsoletics.com/raynauds-disease/ 16.8.2016.

URL 7 http://argotractors.com/landini/serie_pages/en-ZA/15723/Dimensions.aspx 14.8.2016.

URL 8 https://osha.europa.eu/hr/legislation/directives/19 17. 8.2016.

URL 9 http://www.hzzzsr.hr/images/documents/smjernice/ISSA%20vodi%C4%8Di/Opasnosti%20od%20vibracija%20koje%20se%20prenose%20na%20cijelo%20tijelo%20i%20na%20%C5%A1ake%20-%20ruke.pdf 20.8.2016.

6. SAŽETAK

U radu su izneseni rezultati istraživanja i usporedba mjerenja proizvedene razine traktorskih vibracija koje utječu na trup rukovatelja u odnosu na radne sate traktora u 2015. i 2016. godini u skladu s propisanim normama HRN ISO 2631-1 i HRN ISO 2631-4. Mjerenja 2015. i 2016. godine obavljena su na traktoru Landini Powerfarm 100 na pristupnim cestama i proizvodnim površinama Poljoprivredne i veterinarske škole u Osijeku. Mjerenja su izvršena uređajem MMF VM30. Rezultati prikazuju usporedbu mjerenja kroz dvije godine iz kojih je vidljivo da uslijed povećanja radnih sati traktora dolazi i do povećanja razine vibracija koje utječu na trup rukovatelja na svim mjernim podlogama (asfalt, trava i makadam). Najviša razina vibracija 2015. godine izmjerena je na travi, dok je u 2016. godini najviša razina vibracija izmjerena na makadamu. Na asfaltnoj podlozi u obje je godine izmjerena najniža razina vibracija.

Ključne riječi: poljoprivredni traktor, vibracije, trup, agrotehnička podloga

7. SUMMARY

The thesis presents the results of research and comparison of measurements and produced levels of tractor vibrations that affect the body of the human operator in relation to the working hours of tractors in year 2015. and 2016. in accordance with the prescribed standards ISO 2631-1 and ISO 2631-4 .

Measurements of the year 2015 and 2016 were carried out on the tractor Landini Powerfarm 100 on access roads and production areas of Agricultural and veterinary school in Osijek. Measurements have been made by MMF VM30 device.

The results show the comparison measurement through two years of which shows that due to increased hours of tractor comes up increasing the level of vibration affecting the body of human operator at all measuring surfaces (asphalt , grass and gravel) . The highest level of vibration in the year 2015. wasmeasured on the grass, while in year 2016 the highest vibration levels are measured on the gravel road. The lowest vibrations level were measured on asphalt in both years.

Key words: tractor, vibration, body, agricultural surfaces

8. POPIS TABLICA

Tablica 1: Izmjerena i srednja vrijednost vibracija na asfaltu u 2015. i 2016. godini (stranica 13)

Tablica 2: Izmjerena i srednja vrijednost vibracija na makadamu u 2015. i 2016. godini (stranica 14)

Tablica 3: Izmjerena i srednja vrijednost vibracija na travi u 2015. i 2016. godini (stranica 14)

Tablica 4: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na asfaltnoj podlozi (stranica 17)

Tablica 5: Analiza varijance (ANOVA) za x os na asfaltnoj podlozi (stranica 17)

Tablica 6: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na asfaltnoj podlozi (stranica 17)

Tablica 7: Analiza varijance (ANOVA) za y os na asfaltnoj podlozi (stranica 18)

Tablica 8: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na asfaltnoj podlozi (stranica 18)

Tablica 9: Analiza varijance (ANOVA) za z os na asfaltnoj podlozi (stranica 18)

Tablica 10: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na makadamu (stranica 19)

Tablica 11: Analiza varijance (ANOVA) za x os na makadamu (stranica 19)

Tablica 12: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na makadamu (stranica 20)

Tablica 13: Analiza varijance (ANOVA) za y os na makadamu (stranica 20)

Tablica 14: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na makadamu (stranica 20)

Tablica 15: Analiza varijance (ANOVA) za z os na makadamu (stranica 21)

Tablica 16: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na travi (stranica 21)

Tablica 17: Analiza varijance (ANOVA) za x os na travi (stranica 21)

Tablica 18: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na travi (stranica 22)

Tablica 19: Analiza varijance (ANOVA) za y os na travi (stranica 22)

Tablica 20: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na travi (stranica 23)

Tablica 21: Analiza varijance (ANOVA) za z os na travi (stranica 23)

9. POPIS SLIKA

Slika 1: Ilustracija širenja vibracija prilikom izvođenja radova (stranica 1)

Slika 2: Djelovanje vibracija u smjerovima osi X,Y i Z osi na ljudsko tijelo u sjedećem položaju (stranica 3)

Slika 3: Vibracije tijekom izvođenja radova u šumarstvu (stranica 3)

Slika 4: Raynaudov sindrom (stranica 5)

Slika 5: Traktor Landini Powerfarm 100 (stranica 7)

Slika 6: Dimnezije traktora Landini Powerfarm 100 (stranica 8)

Slika 7: Uređaj za mjerenje razine traktorski vibracija koje djeluju na trup rukovatelja (stranica 9)

Slika 8: Mjerenje razine traktorski vibracija na makadamu (stranica 10)

Slika 9: Mjerenje razine traktorski vibracija na asfaltu (stranica 10)

Slika 10: Prikaz pravca mjerenja za osi x, y i z (stranica 11)

Slika 11: Wk težinski filtri (stranica 12)

Slika 12: Wd težinski filtri (stranica 12)

10. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1: Usporedba srednje vrijednosti mjerenja vibracija na asfaltu u 2015. i 2016. godini (stranica 13)

Grafikon 2: Usporedba srednje vrijednosti mjerenja vibracija na makadamu u 2015. i 2016. godini (stranica 14)

Grafikon 3: Usporedba srednje vrijednosti mjerenja vibracija na travi u 2015. i 2016. godini (stranica 14)

Grafikon 4: Najviše izmjerene vrijednosti u smjerovima osi x, y i z za sve tri podloge u 2015. i 2016. godini. (stranica 16)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

PROIZVEDENA RAZINA TRAKTORSKIH VIBRACIJA PRI RAZLIČITIM AGROTEHNIČKIM PODLOGAMA KOJE UTJEČU NA TRUP RUKOVATELJA U ODNOSU NA RADNE SATE TRAKTORA

PRODUCED LEVEL OF TRACTOR VIBRATIONS DURING OPERATION ON VARIOUS AGRICULTURAL SURFACES THAT AFFECT THE BODY OPERATOR IN REALATION TO THE WORKING HOURS OF TRACOTR

Jurica Žanić

Sažetak:

U radu su izneseni rezultati istraživanja i usporedba mjerenja proizvedene razine traktorskih vibracija koje utječu na trup rukovatelja u odnosu na radne sate traktora u 2015. i 2016. godini u skladu s propisanim normama HRN ISO 2631-1 i HRN ISO 2631-4. Mjerenja 2015. i 2016. godine izvedena su na traktoru Landini Powerfarm 100 na pristupnim cestama i proizvodnim površinama Poljoprivredne i veterinarske škole u Osijeku. Mjerenja su izvršena uređajem MMF VM30. Rezultati prikazuju usporedbu mjerenja kroz dvije godine iz kojih je vidljivo da uslijed povećanja radnih sati traktora dolazi i do povećanja razine vibracija koje utječu na trup rukovatelja na svim mjernim podlogama (asfalt, trava i makadam). Najviša razina vibracija 2015. godine izmjerena je na travi, dok je u 2016. godini najviša razina vibracija izmjerena na makadamu. Na asfaltnoj podlozi u obje je godine izmjerena najniža razina vibracija.

Ključne riječi: poljoprivredni traktor, vibracije, trup, agrotehnička podloga

Summary:

The thesis presents the results of research and comparison of measurements and produced levels of tractor vibrations that affect the body of the human operator in relation to the working hours of tractors in year 2015. and 2016. in accordance with the prescribed standards ISO 2631-1 and ISO 2631-4 Measurements of the year 2015 and 2016 were carried out on the tractor Landini Powerfarm 100 on access roads and production areas of Agricultural and veterinary school in Osijek. Measurements have been made by MMF VM30 device. The results show the comparison measurement through two years of which shows that due to increased hours of tractor comes up increasing the level of vibration affecting the body of human operator at all measuring surfaces (asphalt , grass and gravel) . The highest level of vibration in the year 2015. wasmeasured on the grass, while in year 2016 the highest vibration levels are measured on the gravel road. The lowest vibrations level were measured on asphalt in both years.

Key words: tractor, vibration, body, agricultural surfaces

Datum obrane: