Utjecaj različitih agrotehničkih zahvata na proizvedene mehaničke vibracije koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja u odnosu na radne sate traktora

Kovačević, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:151:144599

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

Marko Kovačević

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

Utjecaj različitih agrotehničkih zahvata na proizvedene mehaničke vibracije koje utječu na sustav ruka- šaka rukovatelja u odnosu na radne sate traktora

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marko Kovačević

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

Utjecaj različitih agrotehničkih zahvata na proizvedene mehaničke vibracije koje utječu na sustav ruka- šaka rukovatelja u odnosu na radne sate traktora

Završni rad

Povjerenstvo za obranu završnog rada:

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

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Mehanizacija
Marko Kovačević

Završni rad

Utjecaj različitih agrotehničkih zahvata na proizvedene mehaničke vibracije koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja u odnosu na radne sate traktora

Sažetak:

U radu su prikazani rezultati mjerenja istraživanja rukovatelja strojem s obzirom na broj radnih sati istog stroja tijekom dvije agrotehničke sezone mjerenja. Izmjerene su razine traktorskih vibracija koje djeluju na sustav ruka - šaka rukovatelja pri različitim agrotehničkim podlogama u skladu s propisanim normama HRN ISO 2631-1, HRN ISO 5349-1 i HRN ISO 5349-2. Sva mjerenja su obavljena na traktoru proizvođača LANDINI tipa POWERFARM 100 na proizvodnim površinama i pristupnim cestama srednje Poljoprivredne i veterinarske škole Osijek. Mjerenja su obavljana uređajem za mjerenje vibracija MMF VM30 koje utječu na sustav ruka - šaka. Rezultati istraživanja ne prelaze dopuštene vrijednosti vibracija koje utječu na sustav ruka – šaka rukovatelja poljoprivrednog traktora niti će ugroziti njegovo zdravlje.

Ključne riječi: vibracije, agrotehnički zahvati, ruka-šaka, traktor

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Jurja Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Mehanizaction

BSc Thesis

Impact of different agricultural operations on produced mechanical vibrations that affect the operator hand-arm system in relation to the working hours of tractor

Summary:

The paper presents the results of the survey of the operator of the machine according to the number of working hours of the same machine during the two agro-seasonal measurements. The levels of traction vibrations measured on the arm system of handlers are measured at different agrotechnical surfaces in accordance with the prescribed standards HRN ISO 2631-1, HRN ISO 5349-1 and HRN ISO 5349-2. All measurements were made on the tractor of the LANDINI type POWERFARM 100 on production areas and access roads of the Central Agricultural and Veterinary School Osijek. The measurements were performed by an IMF VM30 vibration measuring device which affects the hand - arm system. The results of the research do not exceed the permissible vibration values which affect the hand - arm of the operator of the agricultural tractor or will jeopardize its health.

Key words**:** vibrations, agrotechnical operations, hand-arm, tractor

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

Sadržaj

1. UVOD 1
2. MATERIJAL I METODE 6
3.REZULTATI I RASPRAVA 12
3.1. Rezultati mjerenja vrijednosti vibracija za vrijeme rada 12
3.2. Razlike između najviših izmjerenih vrijednosti vibracija pri radu raspršivača i malčera 14
3.3. Razlike između srednjih vrijednosti vibracija pri radu raspršivača i malčera 15
3.4. Usporedni statistički prikaz izmjerenih vibracija iz 2015. i 2016. Godine 17
4. ZAKLJUČAK 22
5. POPIS LITERATURE 23

1. UVOD

Svako gibanje koje se ponavlja u nekom vremenskom intervalu nazivamo vibracijom. Uzroci vibracija mogu biti različiti. Obično se radi o vibracijama uzrokovanim ljudskom aktivnošću (hodanje, skakanje, ples, vježbanje i slično). Uzrok može biti i rad mehaničke opreme: grijanje, ventilacija, klima-uređaji, ako nisu dobro izolirani, mogu dovesti do ozbiljnih poteškoća. Vibracije na strojevima imaju nekoliko uzroka. Prije svega su to vibracije motora koje se prenose na sam stroj. Vibracije često ukazuju na problem prilikom montaže, tako one mogu biti uzrok labavog vijčanog spoja za montažu motora ili labavog remenskog prijenosa. (Grubišić i sur., 2010.; Guljaš, 2010.)

Dewangan i sur. (2015.) navode vibracije koje se prenose na tijelo sjedeći na sjedalu bez i sa naslonjača, na tri različita elastična sjedala (ravno, od oblikovane poliuretanske pjene (PUF) i zračni jastuk) i krutom sjedalu. Utvrdili su kako je manja razina vibracija prenesena na sjedalu od poliuretanske pjene u odnosu na sjedalo sa zračnim jastukom, osim pri nižim frekvencijama. Nadalje, razine vibracija znatno su se smanjile pri uporabi sjedala sa naslonom u odnosu na sjedalo bez naslona.

Brkić i sur. (2005.) su utvrdili da je jedan od vrlo značajnih čimbenika koji negativno utječu na rukovatelja tijekom njegova rada jesu mehaničke vibracije. Mehaničke vibracije javljaju se kao posljedica gibanja traktora, rada motora, rada elemenata transmisije, rada priključnog stroja (poglavito vučnog otpora). Radna brzina traktora također značajno utječe na nastanak mehaničkih vibracija.

Prema Poplašen i Kerner (2013.) utvrđeno je da oštećenja zdravlja vibracijama nastaju pri rukovanju alatima na komprimirani zrak i rotirajućim alatom (upotreba motornih pila, industrijska sječa drva, zakivanje metala, rudarski radovi itd.).

Cvetanović i sur. (2014.) navode gdje pojedine studije ukazuju kako je oko 10% svih vozača traktora, tijekom osmosatnog radnog vremena, izloženo razinama iznad dnevne granične vrijednosti izloženosti. Ukoliko je slučaj da je prekoračeno radno vrijeme od navedenog taj postotak raste na 27%. Djelovanja vibracija na zdravlje čovjeka su brojna, ali se često zbog udruženosti vibracija sa drugim profesionalnim opasnostima i štetnostima, ne može, potpuno jasno, uspostaviti uzročno-posljedična veza između djelovanja vibracija i oštećenja zdravlja.

Izloženost vibracijama visokih frekvencija tijekom godina može dovesti do poremećaja krvotoka u prstima, pa radnici mogu patiti od povremenih napadaja u kojima prsti pobijele i obamru (bijeli prsti ili vibracijski sindrom sustava šaka-ruka). Vibracije sustava šaka-ruka su mehaničke vibracije koje se prenose preko ruku i djeluju samo ili uglavnom na sustavu šaka-ruka. (Izvor: http://test.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Opasnosti-od-vibracija-koje-se-prenose-na-cijelo-tijelo-i-na-%C5%A1ake-ruke.pdf (27.5.2017.))

Isti autori navode kako vibracije nastaju kao:

- Vibracije koje se prenose na šake i ruke – Vibracija šaka-ruka

Za vrijeme rada s vibrirajućim ručnim alatima kao što su kutne brusilice, pneumatski čekići, vibracijski nabijači, bušilice, drobilice, lančane pile, kosilice, itd.

- Vibracije koje se prenose na cijelo tijelo – Vibracije cijelog tijela

Na pokretnim strojevima i opremi kao što su kamioni, strojevi u šumarstvu, utovarivači, traktori, sjedeći strojevi za održavanje okoliša. Vibracije također mogu nastati na stacionarnim radnim mjestima uz teške strojeve, kao što su kontrolne platforme kompresora ili udarnih preša.

Ovaj je poremećaj prepoznat još početkom 20. stoljeća kao industrijska ozljeda. Obolijevaju radnici koji rade sa udaračkim i/ili vibracijskim alatima. Zbog prekinute cirkulacije prsti postaju bijeli i plavkasti, ili jednostavno samo bijeli. Moguć je gubitak osjećaja u prstima te je stanje nepovratno i progresivno. Ukoliko se to dogodi nužno je da odmah prekinite sa poslom koji obavljate ukoliko vam je dijagnosticirano ovo stanje. (Grubišić i sur., 2010.)



Slika 1. Bijeli prsti ili vibracijski sindrom sustava šaka-ruka

izvor : https://lh6.googleusercontent.com/proxy/;

Vibracijski sindrom predstavlja ozbiljan zdravstveni problem i u Republici Hrvatskoj, a poznato je i da većina profesionalnih sjekača u šumarstvu ima problema s nekom od posljedica vibracijskog sindroma.

Prema Anđelović i Jovanović (2009.) oštećenja izazvana vibracijama najizraženija 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.

Singh (2014.) u istraživanju navodi 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.

Bogadi-Šare (1993.) ukazuje kako se bolest koštano-zglobnog sustava može pojaviti kod rukovatelja koji su izloženi vibracijama. U općoj populaciji dobi od 55 do 60 godina u 90% slučajeva mogu se rendgenološki naći promjene na slabinskoj kralježnici, a kod osoba izloženih vibracijama već u dobi od 45 do 50 godina u 100% slučajeva. Prema tome, kod mladih osoba s izraženim promjenama kralježnice i 3 kliničkom slikom bolnih sindroma te dugodišnjeg izlaganjem općim vibracijama može se s visokim stupnjem vjerojatnosti govoriti o promjenama uzrokovanim radnim uvjetima.

Palmer i sur. (2003.) koristeći industrijska vozila zaključili su da nije došlo do pojave boli u donjem dijelu leđa uzrokovana putem vibracija kod muškaraca. Kod žena su rezultati bili malo drugačiji jer su se pojavili simptomi poremećaja uzrokovani vibracijama od industrijskog stroja kao također i mala bol u donjem dijelu leđa. Međutim pojava je bila kod malog broja žena i stoga nema nikakve dokazane povezanosti da bi vibracije drugačije utjecale na spol čovjeka.

Shinde i Jadhav (2016.) navode da primarni uzrok povećanja vibracija koje utječu na rukovatelja je rezonancija tijekom rada stroja. Isto tako ukazuju kako je najprikladnije rješenje elastomerni prigušivač vibracija, također i korištenje aksijalnih prigušivača koji smanjuju ukupnu količinu vibracija i do 33%.

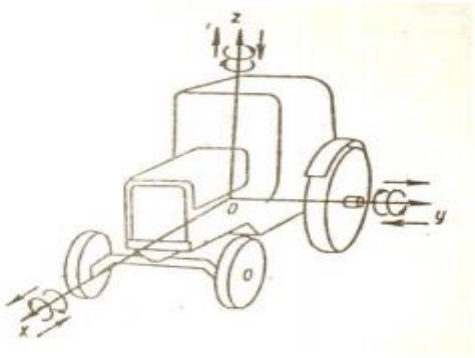
Almeida i sur. (2015.) uspoređujući traktore s kabinom i bez kabine utvrđeno je kako se vibracije bolje apsorbiraju unutar kabine nego kod traktora bez kabine. Nadalje, navode kako je kabina izuzetno važan element kod traktora iz razloga što štiti rukovatelja od vibracija, unatoč tome što čuva i od vremenskih nepogoda, prašine i mogućih objekata koji bi mogli ozlijediti pri obavljanju agrotehničkih operacija.

Intenzivne vibracije niskih frekvencija koje se prenose na šake i ruke mogu također uzrokovati degenerativne promjene u kostima šake, zglobovima prstiju i ručnog zgloba, kao i u području lakta i ramena.

Također su Anđelović i Jovanović (2009.) utvrdili da se opće vibracije javljaju kada se rukovatelj nalazi u vibrirajućoj sredini, a njihovo djelovanje ima utjecaj na cijelo tijelo. Pravci djelovanja ovih vibracija određeni su prema trima anatomskim osama 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.

Ovisno o trajanju i intenzitetu izloženosti vibracijama koje se prenose na šake i ruke treba poduzeti sljedeće mjere:

Brkiću i sur. (2005.) su utvrdili mehaničke vibracije se javljaju u smjeru tri koordinatne osi (x, y i z) – translacijske vibracije ili oko koordinatne osi – rotacijske vibracije (slika 2.).



Slika 2. Rotacijske i translacijske vibracije traktora u koordinatnim osima

Izvor : Brkić i sur. 2005.

Prema Crolla i Dale (2017) mjerene su razine vibracija tijekom vuče prikolice opterećene teretom i neopterećene prikolice. Utvrđeno je kako prilikom vuče prikolice opterećene teretom dolazi do većih izmjerenih vrijednosti vibracija u smjeru sve tri osi (x, y i z) u odnosu na vrijednosti izmjerene kod vuće prikolice bez tereta.

Cvetanović i Zlatković (2013.) u istraživanju navode kako prosječna starost vozila viša od 15 godina negativno utječe na sigurnost i zdravlje rukovatelja (stara sjedala su ergonomski lošija), te ukazuju na važnost redovnog održavanja traktora u svrhu očuvanja zdravlja rukovatelja.

Cilj istraživanja je utvrditi razinu vibracija koje utječu na sustav ruka – šaka rukovatelja stroja pri utjecaju različitih agrotehničkih zahvata u odnosu na radne sate. Hipoteza je kako će se s povećanjem broja radnih sati povećati i razina mehaničkih vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja traktora.

2. MATERIJAL I METODE

Istraživanje je obavljano 2015. i 2016. godine u svrhu utvrđivanja razine vibracija koje utječu na sustav ruka – šaka pri različitim agrotehničkim zahvatima u odnosu na radne sate traktora. S povećanjem broja radnih sati povećava se i razina mehaničkih vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja traktora. Mjerenje razine vibracija obavljeno je na traktoru proizvođača LANDINI, tipa POWERFARM DT 100. (Slika 3.). Traktor je prve godine imao 5800 radnih sati, a druge godine 6800 radnih sati.

Osnovne tehničke karakteristike traktora LANDINI:

- snaga motora - 68 (kW)
- zakretni moment - 363 (Nm)
- broj cilindara; zapremina - 4; 4400 (No;)
- brzine - 12 naprijed + 12 unazad
- kapacitet podizanja - 2600 (kg)
- zapremina spremnika - 102 (l)
- pneumatici – 18,4-R30
- dužina traktora - 4136 mm
- širina traktora - 2063 mm
- razmak osovina - 2341 mm
- masa (bez utega i kabine) - 3330 kg

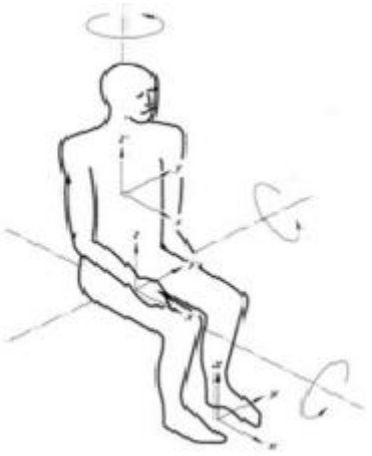


Slika 3. Traktor LANDINI, tipa POWERFARM DT 100 (vlastita fotografija)

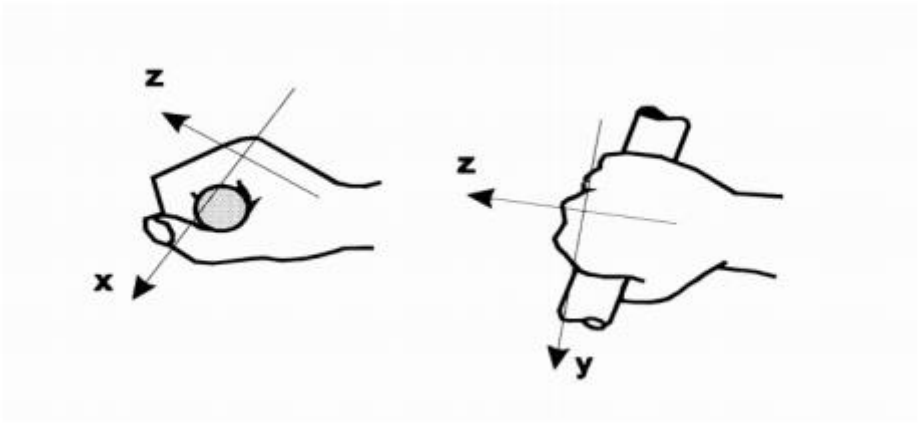
Mjerenja razine vibracija su obavljena u skladu prema propisanim normama HRN ISO 5349-2 i HRN ISO 2631-1 u kojima su ograničenja izlaganja vibracijama i njihov učinak na zdravlje rukovatelja. Mjerenje je obavljeno prema smjernicama za mjerenje na radnome mjestu koje se nalaze u normama HRN ISO 5349-2. Mjerenja su obavljena s pripadajućim senzorom za mjerenje vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka MMF VM 30.

Istraživanje je obavljeno na proizvodnim površinama i pristupnim cestama Poljoprivredne i veterinarske škole Osijek. Mjerenja vibracija koja utječu na sustav ruka - šaka su obavljena pri radu malčera i raspršivača u smjeru x, y i z osi. Svako mjerenje je ponovljeno 3 puta po 30 minuta (za vrijeme svakog mjerenja sam uređaj pravi srednju vrijednost) i na osnovu 3 mjerenja izrađena je srednja vrijednost.

Sva mjerenja obavljena su u skladu sa normama HRN ISO 2631-1 i HRN ISO 5349-1 koje su primjenjive na ljude normalnog zdravlja izložene pravocrtnim vibracijama po njihovoj x, y i z osi (slika 4.).



Slika 4. Prikaz pravaca djelovanja vibracija na određene dijelove tijela u sjedećem položaju (HRN ISO 2631-1)



Slika 5. Shematski prikaz koordinatnog sustava vezanog za sustav ruka – šaka (HRN ISO 5349-1)

Prema normi HRN ISO 5349-1 razina vibracija iskazuje se akceleracijom ponderiranom s obzirom na frekvenciju, izmjerenom na površini ručke alata ili predmetu rada, koji su u izravnom doticaju sa šakom, a mjerna jedinica u kojima se ista izražava jesu metri po sekundi na kvadrat (m/s^2). Istraživanje je obavljeno na priključnim strojevima raspršivču i malčeru. Prema Europskoj direktivi 2002/44/EC dnevna granična vrijednost profesionalne izloženosti je u osmosatnom odgovarajućem razdoblju standardizirana na 5 m/s^2.

Istraživanje je obavljeno na nošenom traktorskom raspršivaču marke AGROMEHANIKA AGP250 (slika 6.).

Raspršivač je po konstrukciji kratak i nizak tako da je rukovanje sa njim olakšano. Na leđnoj strani je namješten rezervoar za čišćenje raspršivača poslije završenog prskanja i rezervar sa čistom vodom za pranje ruku. U tablici 1. imamo nekolicinu karakteristika raspršivača marke AGROMEHANIKA AGP250.

Tablica 1. Prikaz karakteristika raspršivača marke AGROMEHANIKA AGP250

Tip raspršivača	Zapremina rezervoara (l)	Jačina crpke (l/min)	Promjer ventilatora (mm)	Ukupan broj dizni
AGP 250 TN, TEN	250	65	ø585	10

(Izvor : http://agrotrade.rs/267/noseni-raspršivači-agromehanika-kranj)



Slika 6. Nošeni traktorski raspršivač Agromehanika AGP 250 (vlastita fotografija)

Malčeri se poljoprivredni strojevi koji se koriste u vinogradarstvu i voćarstvu te u ratarstvu i povrtlarstvu. Malčeri imaju veliku obodnu brzinu noževa što rezultira, da kod orezivanja voćnjaka, vinograda ili maslinika, grane debljine jednogodišnje rezidbe se mogu pobacati po redovima i izmalčirati te ih ostaviti za kompost. U tablici 2. spomenute su neke od karakteristike malčera VOGER modela TFZ 160.

Koristili smo malčer VOGER model TFZ 160. Kod njega je visina obrade podesiva pomoću klizača na bočnim stranama ili kotača ili valjka sa stražnje strane. (Slika 7.).



Slika 7. Malčer VOGER model TFZ 160 (vlastita fotografija)

Tablica 2. Karakteristike malčera VOGER modela TFZ 160

Model	Radna širina (cm)	Broj YS noževa (kom)	Broj čekića (kom)	Usmjerivači usitnjene mase (kom)	Plivajući noževi (kom)	Potrebna snaga (KS)	Masa stroja (kg)
TFZ 1600	160	40	20	3+3	15	40 – 50	410

(Izvor : http://www.voger.hr/node/182)

Senzor uređaja za mjerenje razine vibracije mora biti postavljen u smjeru x u pravcu gibanja traktora y bočno okomito na pravac gibanja i z vertikalno gore dolje osi (Slika 8).



Slika 8. Senzor uređaja za mjerenje razine vibracija (vlastita fotografija)

3. REZULTATI I RASPRAVA

Nakon obavljenog istraživanja izmjerene vrijednosti u smjeru x, y, i z osi su pri svakoj brzini izvođenja agrotehničkog zahvata različite, tj osciliraju. Izmjerene, te srednje izračunate vrijednosti i usporedbe istih za različite brzine obavljanja agrotehničke operacije prikazane su pomoću pripadajućih tablica i grafikona.

3.1. Rezultati mjerenja vrijednosti vibracija za vrijeme rada

U tablici 3. prikazane su vrijednosti koje su provedene mjerenjem vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja tijekom rada na raspršivaču. Obavljeno je mjerenje po x, y, z osi na temelju kojih je određena srednja vrijednost.

Tablica 3. Izmjerene vrijednosti vibracija prilikom rada raspršivača

Godina	**1.**	**2.**	**1.**	**2.**	**1.**	**2.**
Operacija	**x**		**y**		**z**	
Raspršivač	0,58	0,70	0,19	0,70	0,029	0,10
	0,60	0,80	0,20	0,70	0,03	0,09
	0,61	**0,76**	**0,22**	**0,70**	**0,031**	**0,10**
Srednja vrijednost	0,59	0,76	0,20	0,70	0,03	0,09

Najviše izmjerene vrijednosti su sljedeće:

- Za os x – 0,76 m/s^2
- Za os y – 0,70 m/s^2
- Za os z – 0,10 m/s^2

U tablici 4. prikazane su vrijednosti izmjerene mjerenjem vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja tijekom rada na malčeru. Obavljeno je mjerenje po x, y, z osi na temelju kojih je određena srednja vrijednost.

Tablica 4. Izmjerene vrijednosti vibracija prilikom rada malčera

Godina	**1.**	**2.**	**1.**	**2.**	**1.**	**2.**
Operacija	**x**		**y**		**z**	
Malčer	0,59	0,8	0,68	0,80	0,038	0,08
	0,60	0,80	0,70	0,72	0,04	0,06
	0,62	**0,80**	**0,71**	**0,75**	**0,042**	**0,09**
Srednja vrijednost	0,60	0,80	0,69	0,76	0,04	0,077

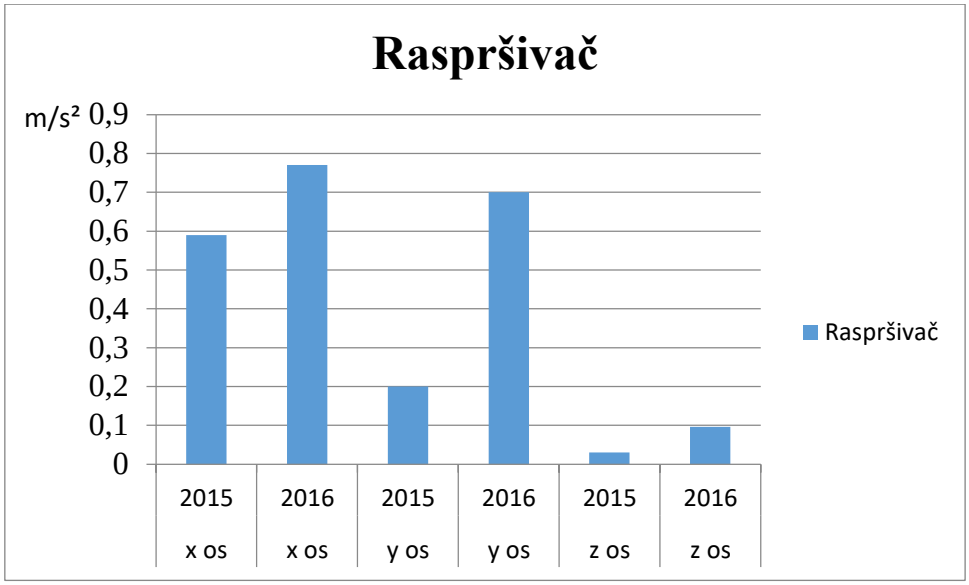
Najviše izmjerene vrijednosti su sljedeće:

- Za os x – 0,80 m/s^2
- Za os y – 0,75 m/s^2
- Za os z – 0,042 m/s^2

3.2. Mjerenje srednjih vrijednosti vibracija pri radu raspršivača za dvije godine

Europska direktiva 2002/44/EC definira upozoravajuću i graničnu vrijednost, kako slijedi: vibracije ruka-šaka:

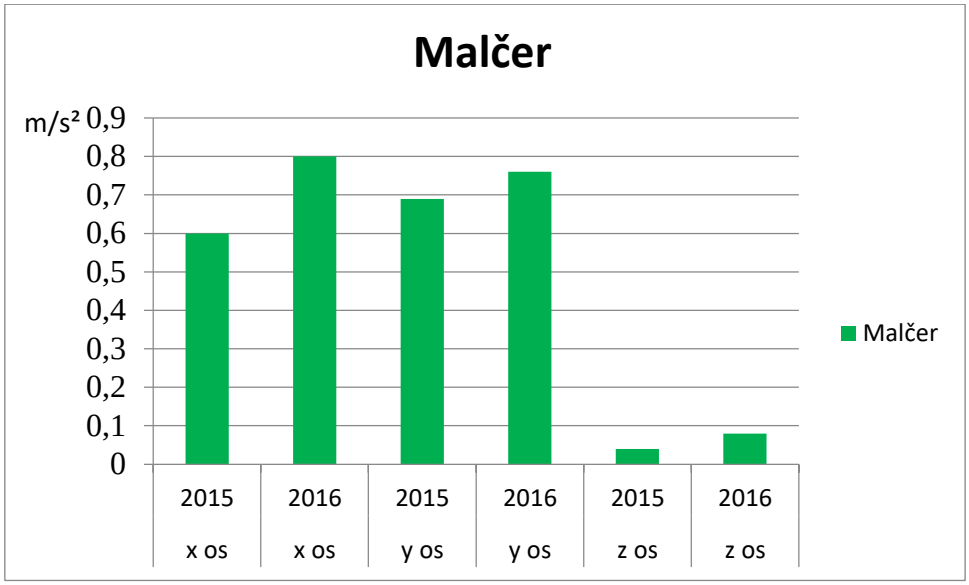
- Granična vrijednost izloženosti A(8) = 5 m/s^2
- Upozoravajuća vrijednost izloženosti A(8) = 2,5 m/s^2



Grafikon 1. Srednje vrijednosti izmjerenih vibracija prilikom rada raspršivača za 2015. godinu i 2016. godinu

Grafikon 1. prikazuje srednje izmjerene rezultate sva tri mjerenja u smjeru osi x, y, i z pri radu raspršivača za dvije godine. Iz ovog grafikona vidljivo je kako s povećanjem broja radnih sati traktora povečavaju se i mehaničke vibracije koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja.

3.3. Mjerenje srednjih vrijednosti vibracija pri radu malčera za dvije godine



Grafikon 2. Usporedba srednjih vrijednosti mjerenja vibracija koje se prenose sa upravljača traktora na sustav ruka - šaka rukovatelja pri radu raspršivača i malčera

Iz grafikona 2. vidljivo je kako se s povećanjem broja radnih sati traktora povečavaju i mehaničke vibracije koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja.

Cheng i sur. (2015.) mjerili su razinu vibracija koja utječe na rukovatelja, kao i koliku količinu vibracija hidraulični sustav apsorbira. Utvrđeno je kako prilikom rada s traktorom na kojem je agregatiran nošeno oruđe količina vibracija se povećala, ali ostala u dopuštenim granicama kao u ovome istraživanju. Isto tako navedeno je kako se opterećenje prednjih pneumatika povećalo i rezultiralo lošijim upravljanjem traktora.

Tanković i sur. (2015.) navode kako Europska zajednica smatra da je rizik oštećenja zdravlja zanemariv tijekom osmosatnog izlaganja vibracijama ubrzanja do 1 m/s^2 , a ako je ubrzanje 2,5 - 5 m/s^2 predložen je zdravstveni nadzor zbog otkrivanja ranih znakova djelovanja vibracija, dok kod vrijednosti ubrzanja iznad 5 m/s^2 mogu se očekivati jasna oštećenja zdravstvenog stanja. Isti autori navode kako radnici smiju biti izloženi djelovanju vibracija ubrzanja 20 m/s^2 i više samo tijekom nekoliko minuta i uz sve raspoložive zaštitne mjere.

Almeida i sur. (2015) navode kako su mjerene razine vibracija koje utječu na rukovatelja u dva različita traktora. Prvi je bio starije izvedbe (1997.) bez kabine, a drugi je bio novije izvedbe (2014.) sa kabinom i došli do zaključka kako količina vibracija ne prelazi dopuštenu

granicu kojoj rukovatelj smije biti izložen kao u ovom istraživanju. Isto tako navode kako je količina vibracija smanjena kod traktora sa kabinom nego kod traktora bez kabine.

Griffin i Howarth (2002.) su obavljali mjerenje razine vibracija na nekoliko tipova traktora. Izmjerena vrijednost vibracija koje proizvodi poljoprivredni traktor je između 0,6 i 0,8 m/s^2 . Izmjerena vrijednost vibracija koje proizvodi šumski zglobni traktor iznosi između 0,4 i 0,6 m/s^2. Iz rezultata je vidljivo kako niti jedna vrijednost ne prelazi dopuštene granične vrijednosti kao i u ovome istraživanju.

3.4. Usporedni statistički prikaz izmjerenih vibracija iz 2015. i 2016. Godine

Tablica 5: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na sustav ruka-šaka za malčer

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,603	0,015	2,53	0,0088	0,56539	0,64128	0,590	0,620
2	3	0,800	0,000	0	0,0000	0,80000	0,80000	0,800	0,800
Total	6	0,701	0,108	15.41	0,0441	0,58817	0,81561	0,590	0,800

Iz prikazanih rezultata deskriptivne statistike srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na sustav ruka-šaka za malčer (tablica 5) vidljivo je da je standardna pogreška manja u drugoj godini mjerenja (2) u odnosu na prvu godinu mjerenja (1).

Tablica 6: Analiza varijance (ANOVA) za x os sustava ruka-šaka za malčer

	Suma kvadrata	Df	Srednja vr. Kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,058	1	0,058	467,286	0,000
Unutar grupa	0,000	4	0,000		
Ukupno	0,058	5			

Analiza varijance prikazana tablicom 6 pokazuje kako je utvrđena statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja u smjeru osi x prilikom rada s malčerom.

Tablica 7: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na sustav ruka-šaka za malčer

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,696	0,015	2,19	0,0088	0,65872	0,73461	0,680	0,710
2	3	0,756	0,040	5,34	0,0233	0,65627	0,85706	0,720	0,800
Total	6	0,726	0,042	5,88	0,0174	0,68181	0,77152	0,680	0,800

Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka u smjeru y osi pri radu s malčerom (tablica 7) vidljivo je da je standardna pogreška veća u 2016. godini (2) nego u 2015. (1) različito od osi x.

Tablica 8: Analiza varijance (ANOVA) za y os sustava ruka-šaka za malčer

	Suma kvadrata	Df	Srednja vr. Kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,005	1	0,005	5,786	0,074
Unutar grupa	0,004	4	0,001		
Ukupno	0,009	5			

Analiza varijance srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka za os y pri radu s malčerom prikazana je tablicom 8 ,te je vidljivo kako nije utvrđena statistički značajna razlika između mjerenja u 2015 i 2016. godini

Tablica 9: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na sustav ruka-šaka za malčer

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,040	0,002	5	0,0011	0,03503	0,04497	0,038	0,042
2	3	0,076	0,015	19,92	0,0088	0,03872	0,11461	0,060	0,090
Total	6	0,058	0,022	38,27	0,0091	0,03491	0,08176	0,038	0,090

Statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z za sustav ruka-šaka pri radu s malčerom pomoću deskriptivne tablice (tablica 9) pokazuje da je standardna pogreška veća u drugoj godini mjerenja, odnosno u 2016. godini, nego u prvoj godini mjerenja, odnosno 2015. godini.

Tablica 10: Analiza varijance (ANOVA) za z os sustava ruka-šaka za malčer

	Suma kvadrata	Df	Srednja vr. Kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,002	1	0,002	16,994	0,015
Unutar grupa	0,000	4	0,000		
Ukupno	0,002	5			

Analiza varijance za os z pri radu s malčerom (tablica 10) prikazuje kako kod ove osi je utvrđena statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka.

Tablica 11: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na sustav ruka-šaka za raspršivač

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,596	0,015	2,56	0,0088	0,55872	0,63461	0,580	0,610
2	3	0,766	0,057	7,53	0,0333	0,62324	0,91009	0,700	0,800
Total	6	0,681	0,100	14,74	0,0410	0,57622	0,78712	0,580	0,800

Iz deskriptivne statistike srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi x na sustav ruka-šaka za raspršivač vidljivo je da je standardna pogreška veća u drugoj godini mjerenja, odnosno u 2016. godini, nego u prvoj godini mjerenja, odnosno 2015. godini.

Tablica 12: Analiza varijance (ANOVA) za x os sustava ruka-šaka za raspršivač

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,043	1	0,043	23,308	0,008
Unutar grupa	0,007	4	0,002		
Ukupno	0,050	5			

Analiza varijance za x os sustava ruka-šaka pri radu s raspršivačem prikazana tablicom 12 prikazuje utvrđenu statistički značajnu razliku za srednju vrijednost izmjerenih vibracija u 2015. i 2016. godini.

Tablica 13: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na sustav ruka-šaka za raspršivač

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,203	0,015	7,51	0,0088	0,16539	0,24128	0,190	0,220
2	3	0,700	0,000	0	0,0000	0,70000	0,70000	0,700	0,700
Total	6	0,457	0,272	59,48	0,1111	0,16600	0,73733	0,190	0,700

Iz prikazanih rezultata deskriptivne statistike srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi y na sustav ruka-šaka za raspršivač (tablica 13) vidljivo je da je standardna pogreška manja u drugoj godini mjerenja (2) u odnosu na prvu godinu mjerenja (1).

Tablica 14: Analiza varijance (ANOVA) za y os sustava ruka-šaka za raspršivač

	Suma kvadrata	df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,370	1	0,370	3171,571	0,000
Unutar grupa	0,000	4	0,000		
Ukupno	0,370	5			

Analiza varijance za y os sustava ruka-šaka pri radu s raspršivačem prikazana tablicom 14 prikazuje da je statistički utvrđena značajna razlika u mjerenjima kroz dvije godine.

Tablica 15: Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na sustav ruka-šaka za raspršivač

	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Koef. varijacije	Std. pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min.	Max.
						Niža granica	Viša granica		
1	3	0,030	0,001	3,33	0,0005	0,02752	0,03248	0,029	0,031
2	3	0,096	0,005	5,97	0,0033	0,08232	0,11101	0,090	0,100
Total	6	0,063	0,036	57,95	0,0149	0,02482	0,10185	0,029	0,100

Iz deskriptivne statistike srednjih vrijednosti izmjerenih vibracija u smjeru osi z na sustav ruka-šaka za raspršivač vidljivo je da je standardna pogreška veća u drugoj godini mjerenja, odnosno u 2016. godini, nego u prvoj godini mjerenja, odnosno 2015. godini.

Tablica 16: Analiza varijance (ANOVA) za z os sustava ruka-šaka za raspršivač

	Suma kvadrata	Df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,007	1	0,007	388,350	0,000
Unutar grupa	0,000	4	0,000		
Ukupno	0,007	5			

Analiza varijance za z os sustava ruka-šaka pri radu s raspršivačem prikazana tablicom 16 prikazuje da je statistički utvrđena razlika u mjerenjima kroz dvije godine.

4. ZAKLJUČAK

Vidljivo je, a što i prikazuju statističke tablice srednjih vrijednosti vibracija, veće vibracije koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja su izmjerene 2016. godine u smjeru sve tri osi (x, y i z) pri radu oba agrotehnička zahvata, a što je u skladu s postavljenom hipotezom.

Na osnovi mjerenja kroz dvije godine pri obavljanju dva različita agrotehnička zahvata (malčer i raspršivač) u smjeru osi x, y i z vidljivo je da se pri povećanju radnih sati traktora povećava i razina vibracija pri svim agrotehničkim zahvatima u sve tri osi.

Uspoređujući agrotehničke zahvate (malčer i raspršivač) vidljivo je kako je u smjeru x i y osi veća razina vibracija koja utječe na sustav ruka-šaka rukovatelja izmjerena pri radu malčera 2015. i 2016. godine. Dok je u smjeru z osi veća razina vibracija izmjerena 2016. godine pri radu raspršivača, a za razliku od 2015. godine gdje je veća izmjerena pri radu malčera.

Iako se na različitim agrotehničkim zahvatima (malčer i raspršivač) uslijed povećanja radnih sati traktora javlja viši intenzitet vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka 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 sustav ruka-šaka rukovatelja od 5 m/s^2.

5. POPIS LITERATURE

1. AGROTRADE: Nošeni atomizeri Agromehanika Kranj od 100, 250 i 400 litara tip TN i TEN, http://agrotrade.rs/267/noseni-atomizeri-agromehanika-kranj; 27.6.2017.
2. Almeida i sur. (2015.) : Analysis of vibration levels in agricultural tractor with and without cabin. Engeharia Rural Department, Faculty od Agricultural Sciences, University Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Brazil.
3. Anđelović, M., Jovanović, J., Medicina rada, Medicinski fakultet u Nišu, 2009. Niš
4. Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Lukač, P., Kiš, D., Jurić, T., Knežević, D., (2005.): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
5. Bogadi-Šare A., (1993): Djelovanje općih vibracija: nedovoljno poznat zdravstveni problem. Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska.
6. Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Lukač, P., Kiš, D., Jurić, T., Knežević, D., Eksploatacija poljoprivrednih strojeva, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 2005. Osijek
7. Cardinale, M., Wakeling, J., Whole body vibration exercise: are vibrations good for you, Aberdeen, 2005. Scotland
8. Cheng J., Chi R., Mao E. (2015.): Influence of hanging farm implement on vibration of tractor with electro-hydraulic hitch system, Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering.
9. Crolla D.A., Dale A.K. (2007.): Ride Vibration Measurements of Agricultural Tractorand Trailer Combinations
10. Cvetanović B., Zlatković D. (2013.): Evaluation of whole-body vibration risk in agricultural tractor drivers., Niš
11. Dewangan, K.N., Rakheja, S., Marcotte, P. i Shahmir A. (2015.): Ergonomics, Volume 58, 2015- Issue 7, Whole-Body Vibration Injuries
12. Directive (2002.): 2002/44/EC of the European parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibrations)
13. DZNM (1999.): Mehaničke vibracije i udari - Ocjenjivanje izloženosti ljudi vibracijama cijeloga tijela – 1. dio: Opći zahtjevi, HRN ISO 2631-1, Zagreb.

14. DZNM (2008.): Mehaničke vibracije - Mjerenje i ocjena izloženosti ljudi vibracijama koje se prenose preko ruku - 1. dio: Opći zahtjevi, HRN ISO 5349-1, Zagreb
15. DZNM (2008.): Mehaničke vibracije – Mjerenje i ocjena izloženosti ljudi vibracijama koje se prenose preko ruku – 2. dio: Praktične smjernice za mjerenje na radnome mjestu, HRN ISO 5349-2, Zagreb
16. DZNM (2008.): Reakcije ljudi na vibracije – Mjerni instrumentarij HRN ISO 8041, Zagreb.
17. Griffin, M. J., Howarth H.V.C. (2002.): EU vodič dobre prakse: Vibracije koje se prenose na ruke - šake.
18. Grubišić, A., Gugljaš I., (2010.): Uzajamni utjecaj aktivnosti ljudi i vibracija međukatnih konstrukcija, Građevinski fakultet u Osijeku, 2010. Osijek
19. OPASNOST OD VIBRACIJA KOJE SE PRENOSE NA CIJELO TIJELO I NA ŠAKE RUKE http://test.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Opasnosti-od-vibracija-koje-se-prenose-na-cijelo-tijelo-i-na-%C5%A1ake-ruke.pdf 27.6.2017.
20. Palmer, A. J. (Ed.) (2003.): Fifty major thinkers on education: from Confucius to Dewey. London—New York: Routledge.
21. Poplašen, D., Kerner, I., Vibracije koje se prenose na šake i ruke, Sigurnost, 2013. Zagreb.
22. RSI FAKTOR RIZIKA: Vibracijski bijeli prst https://lh6.googleusercontent.com/proxy/; 28.6.2017.
23. Shinde A.,Jadhav S. G. (2016.): Vibration measurement and vibration reduction of steering wheel of an agricultural tractor. Veermata Jijabai Technologiacl Institute, Matunga, Mumbai.
24. Singh, G. K. (2014.): Effectof Whole-BodyVibration on Vehicle Operators
25. Tanković A., Suljić-Beganović F., Talajić M., Lutvica S., Lutvica E., Goletić A., (2015.): Utjecaj vibracija na ljudski organizam. Zavod za medicinu rada i sportsku medicinu Zeničkodobojskog kantona. Bulevar Kralja Tvrtka I 4, Zenica, Bosna i Hercegovina
26. VOGER: Zanon vinogradarsko-voćarski, ratarski malčer model TFZ http://www.voger.hr/node/182; 27.6.2017.