Brzina gibanja i agrotehnička operacija kao čimbenici pojave vibracija koje utječu na trup rukovatelja poljoprivrednog traktora

Bosak, Petar

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:411210

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

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Petar Bosak

Diplomski studij Mehanizacija

BRZINA GIBANJA I AGROTEHNIČKA OPERACIJA KAO ČIMBENICI POJAVE VIBRACIJA KOJE UTJEČU NA TRUP RUKOVATELJA POLJOPRIVREDNOG TRAKTORA

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Petar Bosak

Diplomski studij Mehanizacija

BRZINA GIBANJA I AGROTEHNIČKA OPERACIJA KAO ČIMBENICI POJAVE VIBRACIJA KOJE UTJEČU NA TRUP RUKOVATELJA POLJOPRIVREDNOG TRAKTORA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

Osijek, 2018.

Sadržaj

1. UVOD……..1
2. PREGLED LITERATURE……..2
2.1 Utjecaj vibracija na rukovatelja traktora……4
2.2 Načini smanjenja vibracija koje se prenose na rukovatelja……5
3. MATERIJALI I METODE……..7
4. REZULTATI I RASPRAVA…….14
4.1 Statistički prikaz izmjerenih vibracija……..22
5. ZAKLJUČAK……25
6. POPIS LITERATURE……...26
7. SAŽETAK…….27
8. SUMMARY……...28
9. POPIS TABLICA……..29
10. POPIS SLIKA……..30
11. POPIS GRAFIKONA……..31
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA…….32
BASIC DOCUMENTATION CARD…….33

1. UVOD

Budući da vibracije imaju velik niz negativnih utjecaja na rukovatelja traktora, koji će biti prikazani u daljnjem tekstu rada, na ovu temu provedena su mnoga mjerenja i istraživanja u svrhu poboljšanja uvjeta između čovjeka, radnog stroja te njegove okoline. Znanost koja se bavi ovom tematikom naziva se Ergonomija. Definicija vibracija može biti opisana kao nepravilno naizmjenično gibanje čestica.

Podjela vibracija koje se javljaju u poljoprivredi definirane su kao vibracije na sustavu ruka-šaka te vibracije trupa.

Brkić i sur. (2005.) navode da se mehaničke vibracije javljaju kao posljedica gibanja traktora, ali i kao posljedica rada motora, rada elemenata transmisije te priključnog stroja.

Griffin i sur. (2006.) navode da su vibracije cijelog tijela uzrokovane vibracijama koje se prenose kroz sjedalo ili noge prilikom rada strojeva i vozila na radnom mjestu. Izloženost visokim razinama vibracije cijelog tijela mogu predstavljati rizike za zdravlje i sigurnost te se navodi da uzrokuju ili mogu pogoršati ozljede leđa. Rizici su najveći kada je veličina vibracije visoka a trajanje izloženosti dugo.

Scarlett i sur: (2017) navode da su razine vibracija na trup rukovatelja traktora vrlo ovisne o vrsti izvedene agrotehničke operacije, ali isto tako i o izvedbi sustava ovjesa vozila

2. PREGLED LITERATURE

Prema NN (155/2008.), članak broj 2. pravilnika o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu navodi definicije na koje se zakon odnosi : a) »vibracije šaka-ruka«: mehaničke vibracije, koje pri prenošenju na šaku i ruku predstavljaju rizik za sigurnost i zdravlje radnika, posebice rizik od nastanka poremećaja krvnih žila, živaca, kostiju, zglobova i mišića;

b) »vibracije trupa«: mehaničke vibracije, koje se pri prenošenju na cijelo tijelo predstavljaju rizik za zdravlje i sigurnost radnika, posebice rizik od razvoja bolesti donjeg dijela kralježnice.

U istom zakonu pod člankom broj 4, navedene su sljedeće granične te upozoravajuće vrijednosti izloženosti vibracijama na trup rukovatelja:

a) granična vrijednost dnevne izloženosti, normirana na referentno razdoblje od osam sati, je 1,15 m/s^2;

b) upozoravajuća vrijednost dnevne izloženosti, normirana na referentno razdoblje od osam sati, je 0,5 m/s^2.

Singh i sur. (2018.) u istraživanju o razini vibracija rukovatelja traktora u Indiji mjerili su razinu vibracija pri različitim okretajima motora traktora. Brojevi okretaja prilikom testiranja iznosili su 1500, 2000 te 2500 okretaja u minuti. Pri svakom od mjerenja izmjerene su vrijednosti veće od graničnih te isti navode kako frekvencije i vibracije ovih vrijednosti mogu izazvati nelagodu tijela.

Sandi i sur. (2018.) navode da mehaničke vibracije mogu dovesti do zdravstvenih problema radnika tijekom obavljanja svoje profesionalne djelatnosti. Također su proveli istraživanje u kojem je cilj bio procijeniti razinu vibracija na trup rukovatelja poljoprivrednog traktora na standardnoj stazi pod različitim težinama utega i brzinama kretanja traktora. Brzina je bila najutjecajniji faktor u generirane vibracije. U kombinaciji su pronađene najniže vrijednosti srednje vrijednosti ubrzanja i vrijednosti vibracija od najnižih brzina s najvećom težinom traktora, dok su najveće vrijednosti ostvarene u kombinaciji većih brzina s manjom težinom utega.

Rajeshkumar i sur. (2016.) navode da je vibracija mehanička oscilacija objekta u ravnotežnoj točki. Uobičajeno, poljoprivredni traktor proizvodi niske frekvencije vibracija i to utječe na ljudsko tijelo. Te vibracije ovise o različitim parametrima kao što su tip tla, agrotehnička operacija, raspodjela mase traktora, brzinu motora i brzinu gibanja.

Cilj ovog mjerenja i istraživanja je utvrđivanje utjecaja brzine gibanja sa različitim priključnim strojevima, na pojavu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora, te analizirati dobivene vrijednosti i odrediti prelaze li one dozvoljene granične vrijednosti izloženosti istima.

2.1 Utjecaj vibracija na rukovatelja traktora

Cvetanović i sur. (2014.) navode da su vozači poljoprivrednih traktora izloženi, tijekom rada, mnogobrojnim štetnim faktorima, među kojima se nalaze i vibracije. U pitanju su vibracije koje nastaju u motoru, pri radu traktora i prenose se preko sjedala, poda i komandi traktora do trupa rukovatelja. Izloženost ovim vibracijama, u dužem periodu, može dovesti do ozbiljnih zdravstvenih problema rukovatelja. Isti navode kako pojedine studije ukazuju da je oko 10% svih vozača traktora, tijekom osmosatnog radnog vremena, izloženo vrijednostima iznad dnevne granične vrijednosti izloženosti, dok u slučaju dužeg radnog dana taj prosjek raste na 27%. Čak 95% svih vozača traktora tijekom radnog dana od 8 sati izloženo je razinama iznad dnevne upozoravajuće vrijednosti izloženosti.

Srećković (1987.) navodi kako se za promatranje negativnog utjecaja vibracija moraju uzeti u obzir frekvencija, intenzitet vibracija te vrijeme izloženosti.

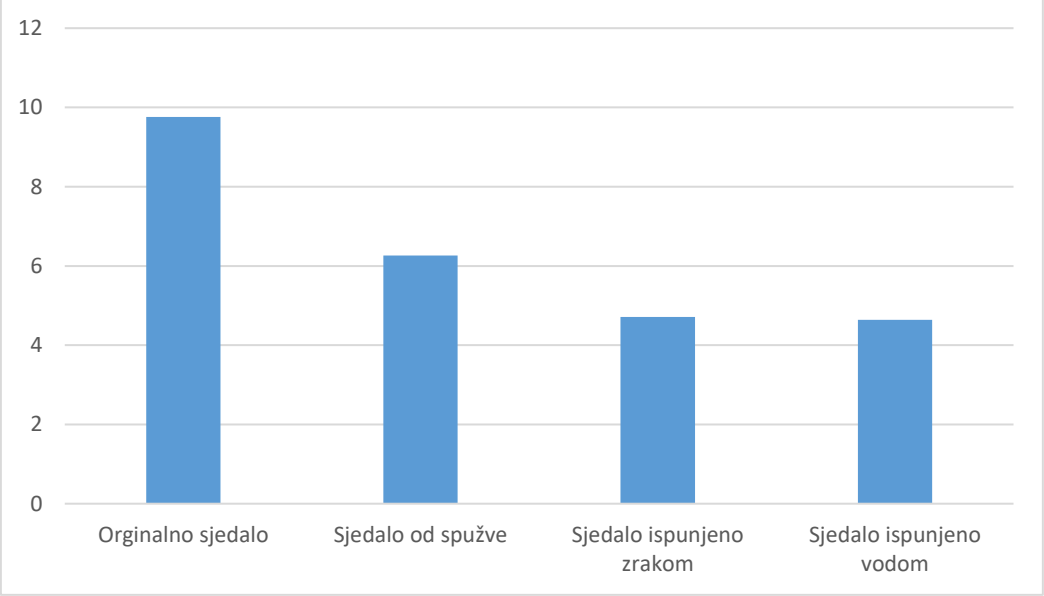
Griffin i sur. (2006.) navode da vibracije kojima je izložen rukovatelj radnog stroja, mogu izazvati nelagodnost, utjecati na radne performanse, pogoršati postojeće ozljede leđa ili izazvati nove, te predstavljaju rizik za zdravlje i sigurnost. Isti navode kako je moguće da vibracije mogu izazvati poremećaj u probavnom sustavu, no za sada to isto nije dokazano.

Kim i sur. (2018.) navode da profesionalni rukovatelji vozila pate od poremećaja mišićno-koštanog sustava povezanog s radom, najviše se žale na bol u donjem dijelu leđa. Vibracija cijelog tijela je poznati vodeći faktor rizika među profesionalnim rukovateljima vozila. Biomehanička i biološka istraživanja pokazala su da izloženost vibracijama cijelog tijela može povećati spinalno opterećenje, uzrokovati umor mišića i povezan je s degeneracijom kralježaka.

2.2 Načini smanjenja vibracija koje se prenose na rukovatelja

Christian Brinkmann (2016.) navodi da samo optimiziran dizajn i kombinacija komponenti vozila mogu smanjiti vibracije i poboljšati udobnost vožnje. Isti navodi u istraživanje da je za smanjenje vibracija vrlo važan izbor odgovarajuće vrste pneumatika te razina tlaka u istima, a ovisno o vrsti podloge kojom se traktor giba.

B. Cvetanović i sur. (2017.) promatrali su utjecaj različitog tipa sjedalice te njegovom utjecaju na razinu vibracija. Traktor na kojem je obavljeno testiranje bio je Ursus C-355. U grafikonu 1. prikazali su razinu vibracija na : orginalnom sjedalu traktora, sjedalici od spužve, sjedalica ispunjena zrakom, te sjedalica ispunjena vodom. Najveće vibracije izmjerene su na originalnom sjedalu, dok su najmanje vibracije zabilježene na sjedalici ispunjenom vodom.



Grafikon 1. Prikaz razine vibracija na različitim vrstama sjedalica traktora

(Izvor : Cvetanović i sur. (2017): An analysis of the impact of agricultural tractor seat cushion materials to the level of exposure to vibration)

Lyashenko i sur. (2016.) navode da se kod traktora najčešće koriste gumeni vibracijski prigušnici koji su jeftini i ne zahtjevaju postavljanje u radu. No ova vrsta prigušnika ne pruža dovoljno dobre karakteristike smanjena vibracija za ugodan rad rukovatelja.

Isti navode kako kod se kod novijih traktora upotrebljavaju automatski kontrolni sustavi za elastično prigušenje vibracija. Sustav pruža bolje prigušivanje vibracija no složeniji je i skuplji u odnosu na klasične prigušnike.

3. MATERIJALI I METODE

Mjerenje je obavljeno strojnim agregatom kojeg su činili traktor " IMT 539 " te priključni strojevi : malčer, raspršivač te bočna freza.

Istraživanje je obavljeno na privatnoj površini trajnog nasada u mjestu Duzluk pokraj Orahovice. Pravac kretanja bio je na travnatoj neravnoj površini, kakva je i uobičajena kod trajnog nasada voćaka.

Prvo mjerenje obavljeno je agregatiranjem traktora i malčera, zatim traktora i raspršivača i na kraju traktora i bočne freze. Duljina površine kojom se agregat kretao i na kojoj su obavljena ispitivanja iznosila je 150 metara. Brzina kretanja agregata iznosila je 1 km/h, 2 km/h te 3 km/h pri radu s malčerom i bočnom frezom, a 2 km/h , 3 km/h te 4 km/h pri radu s raspršivačem. Za svaku brzinu i priključni stroj obavljena su po 3 mjerenja zbog dobivanja srednje vrijednosti i statističke vjerodostojnosti.

Mjerenje vibracija koje utječu na trup rukovatelja obavljeno je na način da se na sjedalo traktora postavio uređaj za mjerenje razine vibracija (Slika 7.). HRN ISO 2631-1 nalaže da se uređaj za mjerenje vibracija na trup rukovatelja, mora nalaziti ispod donjeg dijela zdjelične kosti. Uređaj mjeri razinu vibracija u tri osi : x , y i z os, u odnosu na smjer kretanja i položaj tijela. X os – uzdužno, u smjeru gibanja, y os – bočno, pod pravim kutem u odnosu na smjer gibanja, te z os – vertikalno.

Mjerenje i pohranjivanje razine vibracija u digitalni zapis obavljeno je uređajem koji se nalazio unutar kabine traktora (Slika 6.) (model uređaja : MMF VM30-H).

Postoji matematička formula pomoću koje je moguće izračunati dnevnu izloženost vibracijama :

$$A(8)= a_{hv}\sqrt{\frac{T}{To}}$$

T - je ukupno dnevno trajanje izloženosti vibracijama

To - je referentno trajanje od 8 h (28 800 s).

Mjerenja su obavljena u skladu s normama koja su propisana za ovakav vid testiranja, odnosno u skladu s normom HRN ISO 2631-1.

HRN IS0 2631 definira metode za mjerenje periodične vibracije cijelog tijela. To ukazuje na glavne čimbenike koji utječu na vibracije kako bi se utvrdilo u kojoj je mjeri izloženost vibracijama prihvatljivo. Dodatci pokazuju trenutno mišljenje i daju smjernice o mogućim posljedicama vibracija na zdravlje, udobnost i percepcije i određenih bolesti.

Statističke tablice napravljene su pomoću računalnog programa SAS 9.4.



Slika 1. Položaj tijela i pravac dijelovanja vibracija prilikom testiranja

(Izvor: HRN ISO 2631-1)

Osnovne tehničke karakteristike traktora „IMT 539“ (Slika 2.) (Priručnik za rukovanje i održavanje trakotra IMT 539)

- Godina proizvodnje: 1987
- Širina traktora: 1625mm
- Ukupna dužina : 2972 mm
- Ukupna visina: 1372mm
- Razmak između osovina: 1830
- Visina poteznice : 502 mm
- Ukupna težina 1440 (kg)
- Radna zapremina 2500 m^3
- Zapremina rezervoara 35 (l)
- Broj cilindara 3
- Stupanj kompresije 17, 4:1
- Snaga motora na zamašnjaku pri 2000 min^{-1} : 28,7kW
- Snaga motora na priključnom vratilu pri 2000 min^{-1} : 26,5 kW
- Maksimalni okretni moment pri 1300 min^{-1}: 15,3 daNm



Slika 2. IMT 539

(Izvor: vlastita fotografija)

Osnovne tehničke karakteristike malčera Gramip GS 45 – 160 (Slika 3.)

- Radni broj okretaja 540 o/min
- Vanjska širina 173 cm
- Radna širina 160 cm
- Masa stroja 281 kg
- Broj radnih organa (čekića) 24
- Potrebna snaga traktora 34 – 55 ks
- Max. debljina Ø do 3,5 cm



Slika 3. Malčer Gramip GS 45 – 160

(Izvor: vlastita fotografija)

Osnovne tehničke karakteristike raspršivača agromehanika (Slika 4.)

- Godina proizvodnje: 2010
- Tip raspršivača: AGP
- Model : 440 U
- Radni broj okretaja 540 o/min
- Zapremina spremnika (l): 440
- Masa stroja (kg): 188
- Prečnik ventilatora (mm) Ø: 825
- Ukupan broj mlaznica: 10
- Količina zraka (m^3/h) * 1000: 15 – 45
- Izlazna brzina (m/s): 12 – 38
- Broj okretaja ventilatora: 1500
- Tip crpke: BM 65/30
- Širina (cm): 120
- Visina (cm): 140
- Dubina (cm): 133



Slika 4. Raspršivač agromehanika

(Izvor: vlastita fotografija)

Osnovne karakteristike bočne freze (Slika 5.)

- Radna širina (cm): 80
- Ukupna širina (cm): 215
- Radni broj okretaja: 540 o/min
- Masa stroja: 180 kg
- Broj radnih organa 5



Slika 5. Bočna freza

(Izvor: vlastita fotografija)



Slika 6. Mjerni uređaj MMF VM30-H

(Izvor : vlastita fotografija)



Slika 7. Položaj uređaja za mjerenje vibracija

(Izvor: vlastita fotografija)

4. REZULTATI I RASPRAVA

Nakon obavljenih mjerenja i obrade podataka, u sljedećim tablicima navedene su dobivene vrijednosti. Svaka tablica sadrži podatake o razini vibracija ovisno o brzini kretanja i obavljanju različite radne operacije.

Tablica 1. Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini od 1 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	y	z
1km/h	1.	0,20 m/s^2	0,20 m/s^2	0,20 m/s^2
	2.	0,10 m/s^2	0,10 m/s^2	0,20 m/s^2
	3.	0,10 m/s^2	0,10 m/s^2	0,20 m/s^2
Srednja vrijednost		0,13 m/s^2	0,13 m/s^2	0,20 m/s^2

Tablica 1. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s malčerom brzinom od 1 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini kretanja traktora od 1 km/h su:

- Za x os 0,20 m/s^2
- Za y os 0,20 m/s^2
- Za z os 0,20 m/s^2

Tablica 2. Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini od 2 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	Y	z
2km/h	1.	0,20 m/s^2	0,20 m/s^2	0,20 m/s^2
	2.	0,30 m/s^2	0,10 m/s^2	0,30 m/s^2
	3.	0,20 m/s^2	0,10 m/s^2	0,20 m/s^2
Srednja vrijednost		0,23 m/s^2	0,13 m/s^2	0,23 m/s^2

Tablica 2. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s malčerom brzinom od 2 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini kretanja traktora od 2 km/h su:

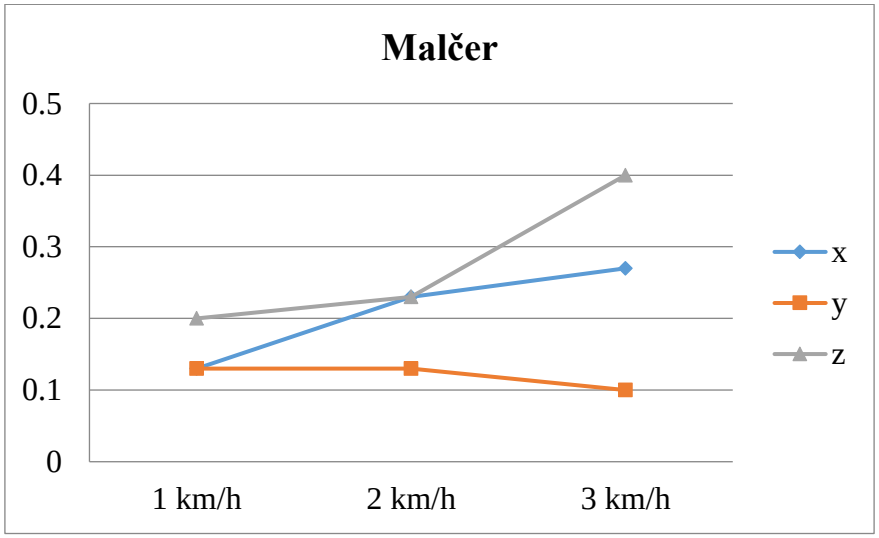
- Za x os 0,30 m/s^2
- Za y os 0,20 m/s^2
- Za z os 0,30 m/s^2

Tablica 3. Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini od 3 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	Y	z
3km/h	1.	0,20 m/s^2	0,10 m/s^2	0,40 m/s^2
	2.	0,30 m/s^2	0,10 m/s^2	0,30 m/s^2
	3.	0,30 m/s^2	0,10 m/s^2	0,50 m/s^2
Srednja vrijednost		0,27 m/s^2	0,10 m/s^2	0,40 m/s^2

Tablica 3. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s malčerom brzinom od 3 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini kretanja traktora od 3 km/h su:

- Za x os 0,30 m/s^2
- Za y os 0,10 m/s^2
- Za z os 0,50 m/s^2



Grafikon 2. Prikaz srednjih izračunatih vrijednosti vibracija pri radu s malčerom

Iz grafikona je vidljivo da vibracije koje se javljaju na z te x osi, povećavaju s povećanjem brzine. Vibracije na y osi s povećanjem brzine sa 1 km/h na 2 km/h ostaju iste, te se smanjuju povećanjem brzine s 2 km/h na 3 km/h.

Tablica 4: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s raspršivačem pri brzini od 2 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	y	z
2 km/h	1.	1,70 m/s^2	1,80 m/s^2	2,80 m/s^2
	2.	4,90 m/s^2	2,90 m/s^2	4,20 m/s^2
	3.	6,80 m/s^2	3,10 m/s^2	3,90 m/s^2
Srednja vrijednost		4,47 m/s^2	2,60 m/s^2	3,63 m/s^2

Tablica 4. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s raspršivačem brzinom od 2 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s raspršivačem pri brzini kretanja traktora od 2 km/h su:

- Za x os 6,80 m/s^2
- Za y os 3,10 m/s^2
- Za z os 4,20 m/s^2

Tablica 5: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s raspršivačem pri brzini od 3 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	y	z
3 km/h	1.	5,70 m/s^2	2,30 m/s^2	3,50 m/s^2
	2.	7,40 m/s^2	4,00 m/s^2	5,90 m/s^2
	3.	7,40 m/s^2	4,70 m/s^2	5,40 m/s^2
Srednja vrijednost		6,83 m/s^2	3,67 m/s^2	4,93 m/s^2

Tablica 5. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s raspršivačem brzinom od 3 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s raspršivačem pri brzini kretanja traktora od 3 km/h su:

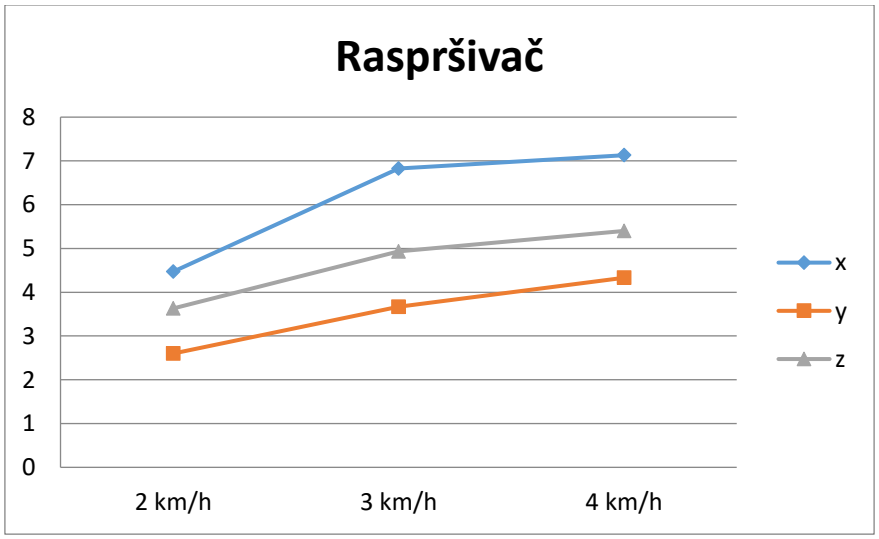
- Za x os 7,40 m/s^2
- Za y os 4,70 m/s^2
- Za z os 5,90 m/s^2

Tablica 6: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu sa raspršivačem pri brzini od 4 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	y	z
4 km/h	1.	6,00 m/s^2	3,80 m/s^2	4,50 m/s^2
	2.	7,90 m/s^2	5,60 m/s^2	5,60 m/s^2
	3.	7,50 m/s^2	3,60 m/s^2	6,10 m/s^2
Srednja vrijednost		7,13 m/s^2	4,33 m/s^2	5,40 m/s^2

Tablica 6. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s raspršivačem brzinom od 4 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini kretanja traktora od 4 km/h su:

- Za x os 7,90 m/s^2
- Za y os 5,60 m/s^2
- Za z os 6,10 m/s^2



Grafikon 3. Prikaz srednjih izračunatih vrijednosti vibracija pri radu s raspršivačem

Iz grafikona je vidljivo da vibracije pri radu s raspršivačem rastu s povećanjem brzine gibanja za sve tri osi. Najveće izmjerene vrijednosti su zabilježene prilikom gibanja brzinom od 4 km/h.

Tablica 7: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini od 1 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	y	z
1km/h	1.	5,50 m/s^2	3,80 m/s^2	6,50 m/s^2
	2.	2,70 m/s^2	2,00 m/s^2	3,00 m/s^2
	3.	2,70 m/s^2	2,00 m/s^2	3,10 m/s^2
Srednja vrijednost		3,63 m/s^2	2,60 m/s^2	4,20 m/s^2

Tablica 7. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s bočnom frezom brzinom od 1 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini kretanja traktora od 1 km/h su:

- Za x os 5,50 m/s^2
- Za y os 3,80 m/s^2
- Za z os 6,50 m/s^2

Tablica 8: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini od 2 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	y	z
2 km/h	1.	4,30 m/s^2	2,40 m/s^2	3,90 m/s^2
	2.	4,60 m/s^2	2,30 m/s^2	3,60 m/s^2
	3.	5,70 m/s^2	2,70 m/s^2	4,10 m/s^2
Srednja vrijednost		4,87 m/s^2	2,47 m/s^2	3,87 m/s^2

Tablica 8. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s bočnom frezom brzinom od 2 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini kretanja traktora od 2 km/h su:

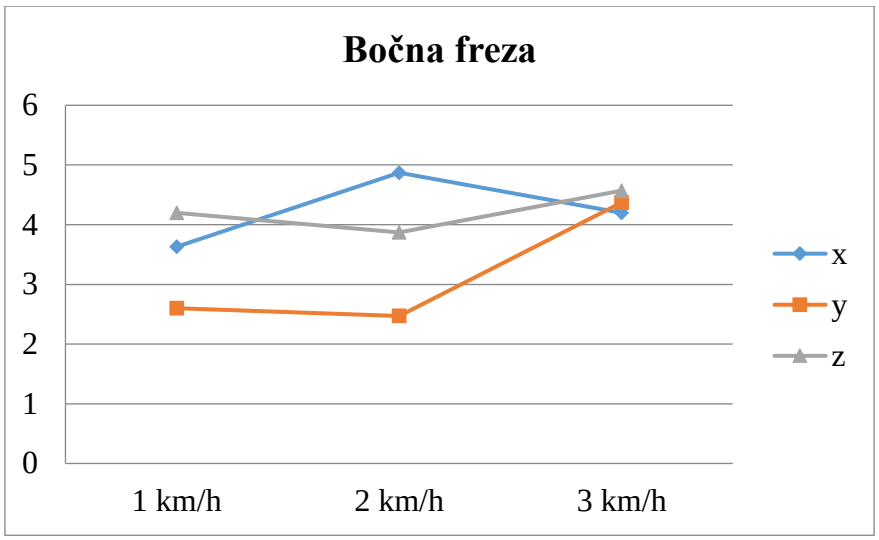
- Za x os 5,70 m/s^2
- Za y os 2,70 m/s^2
- Za z os 4,10 m/s^2

Tablica 9: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini od 3 km/h

Brzina	Ponavljanje	x	y	z
3 km/h	1.	3,80 m/s^2	3,80 m/s^2	3,30 m/s^2
	2.	4,30 m/s^2	3,40 m/s^2	4,20 m/s^2
	3.	4,50 m/s^2	5,90 m/s^2	6,20 m/s^2
Srednja vrijednost		4,20 m/s^2	4,37 m/s^2	4,57 m/s^2

Tablica 9. prikazuje izmjerene vrijednosti za proizvedenu razinu vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora prilikom rada s bočnom frezom brzinom od 3 km/h. Najveće izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini kretanja traktora od 3 km/h su:

- Za x os 4,50 m/s^2
- Za y os 5,90 m/s^2
- Za z os 6,20 m/s^2



Grafikon 4. Prikaz srednjih izračunatih vrijednosti vibracija pri radu s bočnom frezom

Iz grafikona je vidljivo da rezultati ne odgovaraju hipotezi postavljenoj prije mjerenja, odnosno razina vibracije se ne povećava s povećanjem brzine. Pa tako za x os s povećanjem brzine s 2 km/h na 3 km/h dolazi do pada vrijednosti razine vibracije s 4,87 m/s^2 na 4,20 m/s^2. Kod z osi, dogodio se pad vrijednosti razine vibracije pri povećanju brzine s 1 km/h na 2 km/h.

Barač i sur. (2016.) obavili su mjerenje razine vibracija na trupu rukovatelja pri kretanju traktora različitim površinama. Površine na kojima su obavljena mjerenja su asfalt, trava te makadam. Nakon obavljenih mjerenja, razine vibracija nisu prelazile dozvoljenu graničnu vrijednost od 1,15 m/s^2. Najmanje vrijednosti vibracija zabilježene su pri kretanju traktora na asfaltu, dok je najveća vrijednost zabilježena pri kretanju traktora na makadamu.

4.1 Statistički prikaz izmjerenih vibracija

Tablica 10. Statistički prikaz vrijednosti za x os

X OS								
Izvor	Zbrojevi kvadrata	df	Prosječni kvadrat	F	**Statistiška značajnost**	Djelomični kvadrat	Veličina učinka	Statistička snaga
Korigirani model	180,223	8	22,528	17,028	0,000	0,883	136,227	1,000
Prekid	336,374	1	336,374	254,258	4,61564E-12	0,934	254.258	1,000
Brzina	8,739	2	4,189	3,167	0,066	0,260	6,333	0,533
Agrotehnička operacija	165,105	2	82,553	62,400	0,000	0,874	124,800	1,000
Brzina* agrotehničke operacije	6,739	4	1,685	1,274	0,317	0,221	5,094	0,317
Greška	23,813	18	1,323					
Ukupno	540,410	27						
Ukupno korigirano	204,036	26						

Iz prikazane tablice možemo vidjeti kako brzina izvođenja radne operacije nije statistički značajna za pojavu vibracija na osi x (vrijednost je veća od 0.05). Agrotehnička operacija kao izvor pojave vibracije je visoko signifikatna. Odnos brzine i agrotehničke operacije je također značajan, budući da je vrijednost manja od 0.05.

Tablica 11. Statistički prikaz vrijednosti za y os

Y OS								
Izvor	Zbrojevi kvadrata	df	Prosječni kvadrat	F	**Statistiška značajnost**	Djelomični kvadrat	Veličina učinka	Statistička snaga
Korigirani model	74,100	8	9,262	13,533	0,000	0,857	108,263	1,000
Prekid	138,720	1	138,720	202,675	3,07971E-11	0,918	202,675	1,000
Brzina	6,436	2	3,218	4,701	0,023	0,343	9,403	0,714
Agrotehnička operacija	62,762	2	31,381	45,849	0,000	0,836	91,698	1,000
Brzina* agrotehničke operacije	4,902	4	1.226	1,791	0,175	0,285	7,162	0,438
Greška	12,320	18	0,684					
Ukupno	225.140	27						
Ukupno korigirano	86,420	26						

Tablica 11. prikazuje vrijednosti po y osi. Iz tablice je vidljivo da je brzina statistički značajna za pojavu vibracija (vrijednost je manja od 0.05). Agrotehnička operacija kao izvor pojave vibracija je visoko signifikantna. Odnos brzine i agrotehničke operacije kao izvor pojave vibracija je također značajan.

Tablica 12. Statistički prikaz vrijednosti za z os

Z OS								
Izvor	Zbrojevi kvadrata	df	Prosječni kvadrat	F	**Statistiška značajnost**	Djelomični kvadrat	Veličina učinka	Statistička snaga
Korigirani model	110,334	8	13,792	13,690	0,000	0,859	109,523	1,000
Prekid	250,863	1	250,863	249,018	5,50124E-12	0,933	249,018	1,000
Brzina	2,741	2	1,370	1,360	0,282	0,131	2,721	0,255
Agrotehnička operacija	104,501	2	52,250	51,866	0,000	0,852	103,732	1,000
Brzina* agrotehničke operacije	3,093	4	0,773	0,767	0,560	0,146	3,070	0,200
Greška	18.133	18	1,007					
Ukupno	379,330	27						
Ukupno korigirano	128,467	26						

Tablica 12. prikazuje vrijednosti za z os. Iz tablice je vidljivo da je brzina statistički značajna za pojavu vibracija (vrijednost je manja od 0.05). Agrotehnička operacija kao izvor pojave vibracija je visoko signifikantna. Odnos brzine i agrotehničke operacije kao izvor pojave vibracija nije značajan.

5. ZAKLJUČAK

Prilikom rada s malčerom, vibracije koje se javljaju u pravcu kretanja (x os) te vibracije koje se javljaju bočno na smjer kretanja (y os) se povećavaju s povećanjem brzine kretanja agregata što odgovara hipotezi koju smo postavili prije testiranja, dok vibracije koje djeluju vertikalno na smjer kretanja (z os) ostaju iste ili se smanjuju s povećanjem brzine.

Kod drugog testiranja, odnosno rada s raspršivačem, vidljivo iz grafikona 2. imamo povećanje vibracija s povećanjem brzine kretanja u x, y i z osi u odnosu na smjer kretanja. Izmjereni podaci također odgovaraju hipotezi postavljenjoj prije testiranja.

Agregatiranjem traktora i bočne freze dobiveni rezultati testiranja bili su neočekivano različiti za svaku brzinu kretanja. Primjerice za os x, vidljivo iz grafikona 3. povećanje brzine s 1 km/h na 2 km/h uzrokovalo je povećanje vibracija, dok je povećanje brzine s 2 km/h na 3 km/h uzrokovalo smanjenje vibracija.

Izmjerene razine vibracija koje utječu na trup rukovatelja prilikom rada s malčerom su ispod granične vrijednosti od 1,15 m/s^2 , te nemaju negativan utjecaj na zdravlje rukovatelja osim što mogu u osmosatnoj smjeni izazvati smanjenje koncentracije. Izmjerene vrijednosti vibracija prilikom agregatiranja traktora i raspršivača, te traktora i bočne freze prelaze graničnu vrijednost od 1,15 m/s^2 . Najveća vrijednost vibracija izmjerena je pri radu s raspršivačem pri brzini od 4 km/h te ona iznosi 7,90 m/s^2 za x os. Navedeno govori da vibracije ovih vrijednosti, prilikom duže izloženosti istima, mogu izazvati bol u donjem dijelu leđa te ostale popratne bolesti.

6. POPIS LITERATURE

1. Barač i sur. (2016.): Produced Levels of Mehanical Vibration on Cabin of Agricultural Tractor by Different Agrotechnical Surfaces
2. Brkić i sur. (2005.): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva. Poljoprivredni fakultet u Osijeku,Osijek,
3. Cvetanović i sur. (2017): An analysis of the impact of agricultural tractor seat cushion materials to the level of exposure to vibration
4. Dipl.-Ing. Christian Brinkmann (2016): Experimental Investigations on Tractor Tire Vibration Properties
5. Kim i sur. (2018): The effect of a multi-axis suspension on whole body vibration exposures and physical stress in the neck and low back in agricultural tractor applications.
6. N.N 155/2008 Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu
7. Rajeshkumar Dharnatbhai Bandhiya, Kundan Kumar Jain (2016.): Evaluation of Whole-body-vibration Among Tractor (41 kW) Drawn Subsoilers
8. Sandi i sur. (2018): Insalubridade vibracional em trator agrícola: lastragem e velocidade de deslocamento
9. Scarlett i sur. (2017) Whole-body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors
10. Singh i sur. (2018): Investigation of occupational whole-body vibration exposure among Indian tractor drivers
11. Uputstva za rukovanje i održavanje traktora „IMT 539“. Industrija traktora i mašina – Beograd 019455
12. Uputstva za upotrebu malčera GS 45
13. Uputstva za upotrebu nošenih traktorskih raspršivača AGP 200 – AGP 500
14. Mehaničke vibracije i udari: Ocjenjivanje izloženosti ljudi vibracijama cijeloga tijela: Opći zahtjevi (ISO 2631-1:1997)

Računalni program: SAS Institute Inc. 2002. Version 9.4. SAS Institute, cary, NC.

7. SAŽETAK

Cilj ovog mjerenja, bio je utvrditi vrijednosti vibracija koje se prenose na trup rukovatelja prilikom obavljanja agrotehničkih operacija s malčerom, raspršivačem i bočnom frezom. Za svaki pojedini radni stroj primjenjene su različite brzine, kako bi se utvrdio i utjecaj brzine kretanja kao čimbenik pojave vibracija na trup rukovatelja. Rukovatelj se u ovom slučaju nalazio u sjedećem položaju, te su se vibracije na njega prenosile putem okvira, kabine i sjedala traktora.

Nakon obavljenog testiranja, podaci su obrađeni te se računala srednja vrijednost istih. Nakon obrade podataka, utvrđena je razina vibracija za svaki pojedini radni stroj i brzinu. Granična vrijednost vibracija koja je prihvatljiva prilikom rukovanja određenim radnim strojem iznosi 1,15 m/s^2 .

Prilikom rada s malčerom, izmjerene vrijednosti nalaze se ispod granične vrijednosti. Najveća vrijednost izmjerena je pri brzini od 3 km/h te iznosi 0.50 m/s^2 .

U radu s raspršivačem pri svakoj od brzina izmjerene su vrijednosti vibracija veće od granične. Najmanja izmjerena vrijednost zabilježena je na osi x pri brzini od 2 km/h te iznosi 1,70 m/s^2 . Najveća izmjerena vrijednost zabilježena je također na osi x te iznosi 7,90 m/s^2 .

Pri radu bočne freze, vrijednosti vibracija su također bile iznad granične. Najmanja izmjerena vrijednost iznosila je 2,00 m/s^2 pri brzini od 1 km/h izmjerena na y osi. Najveća vrijednost vibracija iznosila je 6,50 m/s^2 izmjerena na z osi, pri brzini od 1 km/h.

Zaključno testiranjem, utvrđeno je da s povećanjem brzine dolazi do povećanja vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora kao i različite agrotehničke operacije. Izmjerene vrijednosti za malčer i bočnu frezu, iznad su graničnih, te mogu prilikom dugotrajnog izlaganja istima, dovesti do oboljenja određenih dijelova tijela i sustava.

8. SUMMARY

The aim of this test was to determine the vibrations that are transmitted to the body of the operator when performing agrotechnical operations with flail mower, sprayer and side milling machine. Each individual work machine is applied at different speeds to determine the influence of motion velocity as a factor of vibration on the operator's body. In this case, the handler was in a sitting position, and the vibrations on it were transmitted over the frame, cabin and tractor seat.

After the test has been performed, the data are processed and calculated. After data processing, vibration level for each individual work machine and speed was determined. The vibration limit that is acceptable when handling certain machines is 1.15 m / s2.

When working with a flail mower, the measured values are below the limit value. The highest value is measured at a speed of 3 km/h and it was 0.50 m/s^2.

In the work with the sprayer at each speed the measured vibration values are greater than the limit one. The lowest measured value is recorded on the x axis at a speed of 2 km/h and it was 1.70 m/s^2. The highest measured value is also recorded on the x axis and it was 7.90 m/s^2.

At side milling machine operation, vibration values were also above the limit. The lowest measured value was 2.00 m/s^2 at 1 km/h speed. The highest vibration value is 6.50 m/s^2 measured at z axis at speed of 1 km/h.

By concluding testing, it has been found that the increase in speed results in an increase in vibration affecting the tractor hull and various agrotechnical operations. Measured values for mulcher and side milling machine are above the limits and may, during prolonged exposure, cause diseases of certain parts of the body and system.

9. POPIS TABLICA

Tablica 1. Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini od 1 km/h

Tablica 2. Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini od 2 km/h

Tablica 3. Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s malčerom pri brzini od 3 km/h

Tablica 4: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s raspršivačem pri brzini od 2 km/h

Tablica 5: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s raspršivačem pri brzini od 3 km/h

Tablica 6: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s raspršivačem pri brzini od 4 km/h

Tablica 7: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini od 1 km/h

Tablica 8: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini od 2 km/h

Tablica 9: Izmjerene vrijednosti vibracija u radu s bočnom frezom pri brzini od 3 km/h

Tablica 10. Statistički prikaz vrijednosti za x os

Tablica 11. Statistički prikaz vrijednosti za y os

Tablica 12. Statistički prikaz vrijednosti za z os

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Položaj tijela i pravac djelovanja vibracija prilikom testiranja

Slika 2. IMT 539

Slika 3. Malčer Gramip GS 45 – 160

Slika 4. Raspršivač agromehanika

Slika 5. Bočna freza

Slika 6. Mjerni uređaj MMF VM30-H

Slika 7. Položaj uređaja za mjerenje vibracija

11. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz razine vibracija na različitim vrstama jastučića postavljenih na sjedalo traktora

Grafikon 2. Prikaz srednjih izračunatih vrijednosti vibracija pri radu s malčerom

Grafikon 3. Prikaz srednjih izračunatih vrijednosti vibracija pri radu s raspršivačem

Grafikon 4. Prikaz srednjih izračunatih vrijednosti vibracija pri radu s bočnom frezom

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij smjera Mehanizacije

Brzina gibanja i agrotehnička operacija kao čimbenici pojave vibracija koje utječu na trup rukovatelja poljoprivrednog traktora

Petar Bosak

Sažetak: Cilj ovog mjerenja, bio je utvrditi vrijednosti vibracija koje se prenose na trup rukovatelja prilikom obavljanja agrotehničkih operacija s malčerom, raspršivačem i bočnom frezom. Za svaki pojedini radni stroj primjenjene su različite brzine, kako bi se utvrdio i utjecaj brzine kretanja kao čimbenik pojave vibracija na trup rukovatelja. Nakon obavljenog testiranja i obrade podataka, utvrđena je razina vibracija za svaki pojedini radni stroj i brzinu. Prilikom rada s malčerom, izmjerene vrijednosti nalaze se ispod granične vrijednosti od 1,15 m/s^2. U radu s raspršivačem pri svakoj od brzina izmjerene su vrijednosti vibracija veće od granične..Pri radu bočne freze, vrijednosti vibracija su također bile iznad granične. Zaključno testiranjem, utvrđeno je da s povećanjem brzine dolazi do povećanja vibracija koje utječu na trup rukovatelja traktora kao i različite agrotehničke operacije. Izmjerene vrijednosti za malčer i bočnu frezu, iznad su graničnih, te mogu prilikom dugotrajnog izlaganja istima, dovesti do oboljenja određenih dijelova tijela.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: doc. dr. sc. Ivan Plaščak

Broj stranica: 31

Broj grafikona i slika: 11

Broj tablica: 12

Broj literaturnih navoda: 15

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: brzina, agrotehnička operacija, vibracija, ergonomija, traktor,

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

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

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

University Graduate Studies, course Mehanization

Speed of motion and agrotechnical operation as factors of vibration that affect the body of the operator of the agricultural tractor

Petar Bosak

Summary: The aim of this test was to determine the vibrations that are transmitted to the body of the operator when performing agrotechnical operations with flail mower, sprayer and side milling machine. Each individual work machine is applied at different speeds to determine the influence of motion velocity as a factor of vibration on the operator's body. After data processing, vibration level for each individual work machine and speed was determined. When working with a flail mower, the measured values are below the limit value. In the work with the sprayer at each speed the measured vibration values are greater than the limit one. At side milling machine operation, vibration values were also above the limit. By concluding testing, it has been found that the increase in speed results in an increase in vibration affecting the tractor hull and various agrotechnical operations. Measured values for flail mower and side milling machine are above the limits and may, during prolonged exposure, cause diseases of certain parts of the body.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: doc. dr. sc. Ivan Plaščak

Number of pages: 31

Number of figures: 11

Number of tables: 12

Number of references: 15

Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words : speed, impact, agrotechnical operation, vibration, ergonomics, tractor

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. prof. dr. sc. Tomislav Jurić, president
2. doc. dr. sc. Ivan Plaščak, mentor
3. Željko Barač, mag. ing. agr., member of the commission

Thesis deposited at: Library Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1