

# UTJECAJ RADNE BRZINE NA PROIZVEDENE RAZINE VIBRACIJA KOJE UTJEČU NA TRUP SADITELJA PRI STROJNOJ SADNJI DUHANA

---

Cader, Edi

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:151:816992>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**



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](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

**Edi Cader**

Preddiplomski studij, smjer Mehanizacija

**UTJECAJ RADNE BRZINE NA PROIZVEDENE RAZINE VIBRACIJA KOJE**  
**UTJEČU NA TRUP SADITELJA PRI STROJNOJ SADNJI DUHANA**

**Završni rad**

Osijek, 2016.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

**Edi Cader**

Preddiplomski studij, smjer Mehanizacija

**UTJECAJ RADNE BRZINE NA PROIZVEDENE RAZINE VIBRACIJA KOJE  
UTJEČU NA TRUP SADITELJA PRI STROJNOJ SADNJI DUHANA**

**Završni rad**

Povjerenstvo za ocjenu i 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  |
| 2. MATERIJAL I METODE .....            | 5  |
| 3.REZULTATI I RASPRAVA.....            | 13 |
| 4. ZAKLJUČAK.....                      | 18 |
| 5. POPIS LITERATURE.....               | 19 |
| 6. SAŽETAK.....                        | 21 |
| 7. SUMMARY .....                       | 22 |
| 8. POPIS TABLICA.....                  | 23 |
| 9.POPIS SLIKA .....                    | 23 |
| 10. POPIS GRAFIKONA.....               | 23 |
| TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA ..... | 24 |

## 1. UVOD

Znanstvena disciplina kojoj je zadatak istraživanje ljudskog organizma i ponašanja, te pruža podatke o prilagođenošću predmeta s kojima čovjek dolazi u kontakt naziva se „ergonomija“. Dakle, „ergonomija“ proučava anatomske, fiziološke i druge parametre ljudskog tijela. To nije neovisna znanost nego se koristi podacima svih disciplina koje se bave čovjekom (medicinom, psihologijom, matematikom, optikom, akustikom, itd.) (URL1) Riječ „ergonomija“ dolazi od dvije grčke riječi „ergon“ što znači rad, i „nomos“ što znači zakon. (URL2)

Gomozi (2002.) navodi da je „ergonomija“ sustavna primjena znanja o psihološkim, fizičkim i socijalnim svojstvima ljudskih bića pri oblikovanju svega što djeluje na osobne radne uvjete: opreme i strojeva, radne okoline i radnog mjesta, radnih zadataka, izobrazbe i organizacije rada, a s ciljem poboljšanja učinkovitosti, udobnosti, sigurnosti i dobrog osjećanja pri radu. „Ergonomija“ se bavi prilagodbom radnih mjesta, postupaka i okoliša psihofizičkim sposobnostima čovjeka. Razumijevanjem i primjenom ergonomije čovjek može raditi udobnije i učinkovitije i povoljno utjecati na zdravlje, zadovoljstvo pri radu i osobni razvoj.

Prema Brkić i sur. (2005.) 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. Promatrajući konstrukciju poljoprivrednog traktora, čvrsta veza osovina za traktor poglavito je nepovoljna obzirom na prenošenje mehaničkih vibracija na radno mjesto rukovatelja. Mehaničke se vibracije na samog rukovatelja prenose preko sjedala, poda traktorske kabine, upravljača, ručica i komandi za upravljanje. Negativno djelovanje mehaničkih vibracija na rukovatelja očituje se u smanjenju njegove koncentracije, djeluju na središnji živčani sustav rukovatelja te mogu izazvati profesionalna oboljenja (kralješnica, želudac).

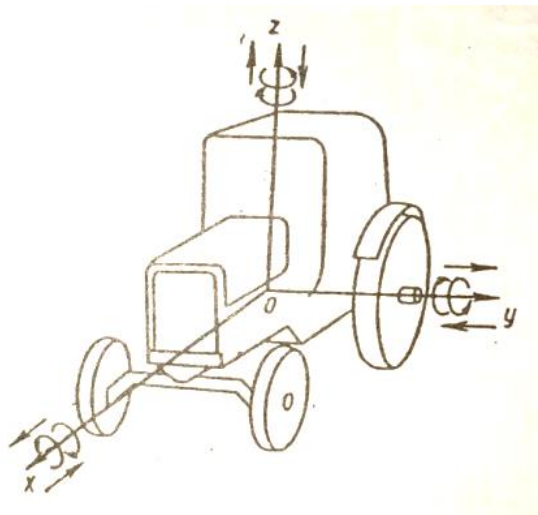
Anđelović i Jovanović (2009.) tvrde kako su oštećenja izazvana djelovanjem vibracija najizraženija na samom mjestu djelovanja. Dijelovi tijela koju su najosjetljiviji na djelovanje vibracije jesu periferni dijelovi ekstremiteta i trup. Vibracije se prenose kroz tkivo te se tako vibracije preko ruku i ostalih ekstremiteta mogu prenijeti na kralježnicu i obrnuto. Najefikasniji prigušivači vibracija u ljudskom tijelu su zračne i zglobne šupljine. Visokofrekventne vibracije najviše djeluju na krvožilni i živčani sustav, dok nisko frekventne vibracije djeluju na mišićni i koštani sustav.

Gomez-Gil i sur. (2014.) navode kako su moderni traktori često opremljeni raznim komponentama kako bi smanjili vibracije koje se prenose na rukovatelja. Npr. moderni pneumatici niskoga tlaka, kako se smanjuje tlak u pneumaticima, smanjuje se i razina vibracija, zatim zračni sustav ovjesa sjedala i kabine, te suspenzija prednje osovine, koja je od svih mjera najučinkovitija u smanjenjenju vibracija prenesenih na rukovatelja, čak do 30 %.

Isti autori navode kako su proveli istraživanje s ciljem utvrđivanja povezanosti visine kabine i sjedala traktora u odnosu na razinu prenesenih vibracija na trup rukovatelja. Utvrdili su kako se razina prenesenih vibracija na trup rukovatelja linearno povećava s povećanjem visine sjedala, te kako se smanjenjem visine sjedala traktora u odnosu na tlo znatno mogu smanjiti prenesene vibracije, čak do 20 %.

Vieira de Almeida i sur. (2015.) obavljali su istraživanje o razini vibracija koja se javlja kod traktora sa i bez kabine, te su izmjerene vibracije u sustavu ruka - šaka manje kod traktora s kabinom. Također na traktoru s kabinom je došlo do manjeg prenošenja vibracija na trup rukovatelja putem sjedala, te su zaključili kako je kabina vrlo bitan element pri smanjenju vibracija koje se prenose na rukovatelja, jer preuzima jedan dio vibracija.

Mehaničke vibracije djeluju u smjeru tri koordinatne osi ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) – translacijske i rotacijske vibracije (slika 1.).



Slika 1. Rotacijske i translacijske vibracije traktora u koordinatnim osima  
(Brkić i sur., 2005.)

Nadalje, mehaničke vibracije imaju negativno djelovanje na pojedine elemente sustava, te uzrokuju njihovo intenzivnije trošenje i skraćuju im vijek trajanja. Opasnost vibracija koje se prenose sa stroja na trup rukovatelja jest u poticanju vibracija unutarnjih organa rukovatelja. Kada dođe do podudaranja frekvencija unutarnjih organa rukovatelja i stroja dolazi do pojave rezonancije što ima za posljedicu narušavanje njihovog normalnog funkcioniranja.

Kada promatrano ocjenu opasnosti izlaganja vibracijama u obzir uzimamo slijedeće parametre; frekvencija, razine ili intenzitet vibracija te vrijeme izloženosti vibracijama.

Prema Servadio i sur. (2007.) tranzicija prema povećanjima brzine obavljanja agrotehničkih operacija u poljoprivredi dovodi do novih problema vezanih uz dinamičko ponašanje strojeva i izloženosti rukovatelja vibracijama trupa tijela, iz razloga što se samim povećanjem brzine obavljanja operacija povećava se i razina mehaničkih vibracija koje djeluju na rukovatelja.

Isti autori navode kako se pomoću ogibljena sjedala može postići smanjenje mehaničkih vibracija koje djeluju na trup rukovatelja.

Cvetanović i sur. (2014.) navode kako su djelovanja vibracija na čovjeka 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. Ipak brojna istraživanja, pokazuju da kraća, ali konstantna izloženost viskom vrijednostima vibracija, može izazvati bol u stomaku i grudima, nedostatak zraka, mučninu i vrtoglavicu, dogotrajna i konstanta izloženost može dovesti do poremećaja psihomotoričkog, fiziološkog i psihološkog sustava rukovatelja.

Goglia i sur. (2012.) ukazuju kako posljedice pretjeranoj izloženosti vibracijama ne samo da nisu male, već su po svojoj učestalosti u sveukupnim profesionalnim bolestima zabrinjavajuće. Iz statističkih godišnjaka vidljivo je kako su u Engleskoj 2,2 milijuna radnika imali zdravstvenih problema kao posljedica radnih uvjeta, od čega se tri četvrtine odnosilo na muskulo-skeletne poremećaje koji nastaju kao posljedica izloženosti vibracijama (Health and safety statistics in UK. 11/2007). Prema istom izvoru 14 % problematičnih radnih uvjeta povezuje se s vibrirajućim alatima, što odgovara oštećenjima izazvanim vibracijama koja su u Republici Hrvatskoj zastupljena s 13 % u sveukupnim profesionalnim bolestima.

S obzirom na visoku štetnost vibracija koje se prenose sa strojeva na rukovatelja, one se nastoje ograničiti. Tako je u nastojanju da se mjere zaštite na radu prilagode europskim standardima donesen je nacionalni “Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu“ (NN55/2008.) Za područje poljoprivrede i šumarstva primjena spomenutog Pravilnika obvezujuća je od 01.01.2012. godine.

Prema istom Pravilniku granična vrijednost dnevne izloženosti, normirana na referentno razdoblje od osam sati, je  $1,15 \text{ m/s}^2$ , upozoravajuća vrijednost dnevne izloženosti, normirana na referentno razdoblje od osam sati, je  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Kada vrijednosti vibracija prijeđu graničnu poslodavac je dužan postaviti i uvesti program tehničkih i organizacijskih mjera, koje moraju svesti izloženost rukovatelja vibracijama na minimum. (URL3)

Cilj ovog istraživanja je utvrditi razinu vibracija koje izravno utječu na trup saditelja pri strojnoj sadnji duhana, a pri različitim brzinama gibanja traktora te pojedinom radnom mjestu na priključnom stroju (sadilici).

## 2. MATERIJAL I METODE

Istraživanje je obavljeno s ciljem mjerenja utjecaja radne brzine na proizvedene razine vibracija koje utječu na trup rukovatelja stroja. Vibracije su mjerene na traktoru JOHN DEERE 2140, traktor je u vrijeme mjerenja imao 6000 radnih sati. Sadilica koja je korištena pri ispitivanju je TERMOPLIN „SKR“ poluautomatska rotacijska sadilica.

Osnovne tehničke karakteristike traktora JOHN DEERE 2140 (URL4):

|                                                     |         |
|-----------------------------------------------------|---------|
| - Max. snaga motora (kW)/(KS)                       | 61,1/82 |
| - Max. zakretni moment (Nm)                         | 82,3    |
| - Broj cilindara/zapremina (kom)/(cm <sup>3</sup> ) | 4/3900  |
| - Kapacitet podizanja (kg)                          | 3560    |
| - Zapremina spremnika (l)                           | 84,8    |

Dimenzije traktora JOHN DEERE 2140 (URL5):

|                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| - Pneumatici                       | 13.6-24 prednji<br>16.9-34 zadnji |
| - Dužina (cm)                      | 393                               |
| - Međuosovinski razmak kotača (cm) | 229                               |
| - E-klirens (cm)                   | 51                                |
| - Radius okretanja (m)             | 4.2                               |
| - Masa (kg)                        | 3946                              |

Osnovne tehničke karakteristike sadilice TERMOPLIN „SKR“

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| - Broj elemenata             | 4                                     |
| - Širina (cm)                | 370                                   |
| - Dužina (cm)                | 180                                   |
| - Visina (cm)                | 110                                   |
| - Težina (kg)                | 630                                   |
| - Minimalna vučna snaga (KS) | 40-54                                 |
| - Učinak                     | 5000-6000 sadnica na sat po segmentu. |



Slika 2. Traktor JOHN DEERE 2140

(vlastita fotografija)

Istraživanje je eksploatacijskog tipa, odnosno mjerenja su obavljena pri izvođenju agrotehničke operacije. Mjerenja proizvedenih vibracija koje utječu na trup rukovatelja po x, y i z osi ispitivana su pri izvođenju agrotehničke operacije sadnje duhana. Prvo mjerenje obavljeno je prvi brzini rada od 1,65 km/h, drugo pri 1,85 km/h, te treće pri brzini od 2,05 km/h. Ispitivanje je obavljeno na privatnoj poljoprivrednoj površini u Romanovcima. Mjerenje je obavljano tako da su pri svakoj pojedinoj brzini obavljana operacije (1,65/1,85/2,05 km/h) mjerene vibracije za svako pojedino sjedalo, trajanje jednog mjerenja iznosilo je 3 minute, svako mjerenje ponovljeno je 3 puta. Prema izmjenjenim vrijedostima tijekom 3 ponavljanja izračunata je srednja vrijednost, koja je dalje upotrebljavana u radu. Sva tri mjerenja obavljena su istoga dana, 5. srpnja 2016. godine, temperatura toga dana iznosila je 30°C, a relativna vlaga 63 %.



Slika 3. Mjerenje vibracija na trup rukovatelja sadilicom duhana  
(vlastita fotografija)

Sva mjerenja obavljena su u skladu s normama HRN ISO 2631-1 i HRN ISO 2631-4 koje su primjenjive na ljude normalnog zdravlja izložene pravocrtnim vibracijama po njihovoj x, y i z osi. Najbolja metoda u HRN 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.



Slika 4. Uređaj za mjerenje razine vibracija  
(vlastita fotografija)

Uređaj za mjerenje bio je postavljen na sjedište tako da su osi orijentirane na sljedeći način:

- 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).

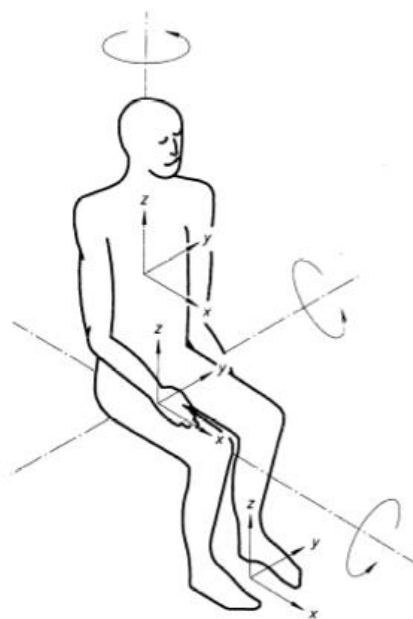
Na slici 5. prikazana je mjerna sonda sa pravilnom orijentacijom x, y, i z osi po kojima se mjeri. Vibracije su izmjerene prema koordinatnom sustavu za određeni dio tijela. Uređaj je mjerio vibracije koje su direktno preko sjedala prenošene na trup rukovatelja vozila.



Slika 5. Prikaz pravaca osi koje se mjere  
(vlastita fotografija)

Prema europskoj direktivi 2002/44/EC određene su granične vrijednosti za dnevnu izloženost vibracijama, a ona za vibracije na trup rukovatelja iznosi  $1,15 \text{ m/s}^2$ .  $W_d$  i  $W_k$  su

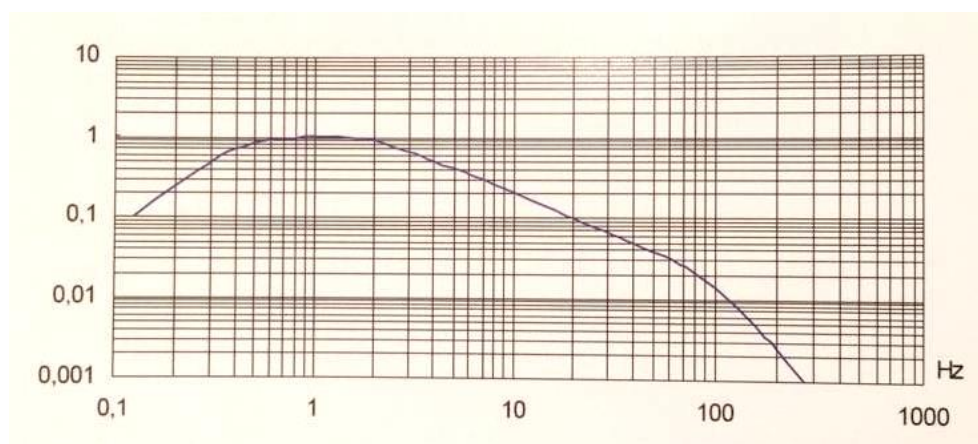
težinski filteri koji su korišteni u mjerenjima.  $W_d$  se koristi za x i y os u sjedećem položaju, dok se  $W_k$  odnosi na z os.



Slika 6. Prikaz pravaca djelovanja vibracija

(HRN ISO 2631-1)

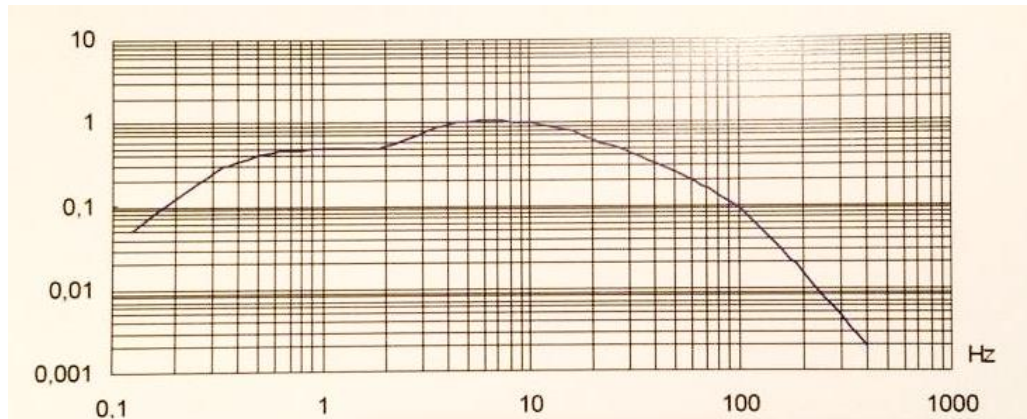
Težinski filter  $W_d$  se koristi za mjerenje horizontalnih vibracija koje trpi trup rukovatelja u smjeru x/y osi (pod pravim kutom na kičmeni stup) u sjedećem, stojećem ili ležećem položaju prema standardu HRN ISO 2631-1. (slika 7.)



Slika 7. Težinski filter  $W_d$

(HRN ISO 2631-1.)

Težinski filter  $W_k$  se koristi za mjerenje vibracije koje utječu na trup rukovatelja u smjeru kičmenog stupa u sjedećem i stojećem položaj, za mjerenje duž vertikalne osi u ležećem položaju i za mjerenje vibracija koje djeluju na stopala u sjedećem položaju duž x, y i z osi prema standardu HRN ISO 2631-1. (Slika 8.)



Slika 8. Težinski filter  $W_k$   
(HRN ISO 2631-1.)

R.M.S. metoda mjerenja u pokretu uzima u obzir povremene impulsne i prolazne vibracije koristeći kratku integracijsku vremensku konstantu. Veličina vibracija definirana je kao 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 ( $m/s^2$ ),

$\tau$  – vrijeme integracija za tekuće usrednjavanje,

$t$  – vrijeme (s),

$t_0$  – vrijeme promatranja (s).

$$MTVV = \max [a_w(t_0)]$$

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

Mjerenje je obavljeno s uređajem za mjerenje vibracija proizvođača MMF tipa VM30-H (slika 9. i slika 10.)

Uređaj VM30-H služi za mjerenje vibracija koje trpi ljudsko tijelo, mehaničke vibracije. Uređaj se koristi i za mnoga druga polja mjerenja vibracija kao što su vibracije na motorima, vibracije građevina ili za kontrolu kvalitete. Procjena razine izloženosti vibracijama se temelji na izračunavanju dnevne izloženosti. Dnevna izloženost vibracija opisana je kao ekvivalentno neprekidno ubrzanje tijekom osmosatnog radnog vremena. Za određivanje dnevne izloženosti nije neophodno mjerenje tijekom svih osam sati rada. Dovoljno je napraviti kratkotrajna mjerenja za vrijeme agrotehničkih operacija. Rezultat se normalizira na osam sati. (Uputstvo za upotrebu)



Slika 9. Uređaj za mjerenje vibracija MMF VM30-H

(URL6)



Slika 10. Uređaj za mjerenja vibracija  
(vlastita fotografija)

### 3.REZULTATI I RASPRAVA

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

Tablica 1. Izmjerene vrijednosti vibracija pri brzini od 1,65 km/h.

| Brzina (km/h)      | Sjedalo | Ponavljjanje | x                      | y                      | z                      |
|--------------------|---------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1,65               | 1.      | 1.           | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 2.      | 1.           | 0.1 m/s <sup>2</sup>   | 0.2 m/s <sup>2</sup>   | 0.2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 3.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 4.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
| Srednja vrijednost |         |              | 0,108 m/s <sup>2</sup> | 0,166 m/s <sup>2</sup> | 0,183 m/s <sup>2</sup> |

U tablici 1. prikazane su vrijednosti izmjerene provedenim mjerenjem vibracija koje utječu na trup rukovatelja tijekom rada na sadilici duhana pri brzini od 1,65 km/h. Obavljeno je mjerenje po x, y, z osi na temelju kojih je određena srednja vrijednost. Najviše izmjerene vrijednosti su sljedeće:

- Za os x – 0,2 m/s<sup>2</sup>
- Za os y – 0,2 m/s<sup>2</sup>
- Za os z – 0,2 m/s<sup>2</sup>

Tablica 2. Izmjerene vrijednosti vibracija pri brzini od 1,85 km/h.

| Brzina (km/h)      | Sjedalo | Ponavljjanje | x                      | y                      | z                      |
|--------------------|---------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1,85               | 1.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 2.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 3.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 4.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
| Srednja vrijednost |         |              | 0,100 m/s <sup>2</sup> | 0,108 m/s <sup>2</sup> | 0,150 m/s <sup>2</sup> |

U tablici 2. prikazane su vrijednosti izmjerene provedenim mjerenjem vibracija koje utječu na trup rukovatelja tijekom rada na sadilici duhana pri brzini od 1,85 km/h. Nakon izvedenih mjerenja u tri ponavljanja te prikazanih vrijednosti izračunate su i srednje vrijednosti, a najveće vrijednosti za osi iznose:

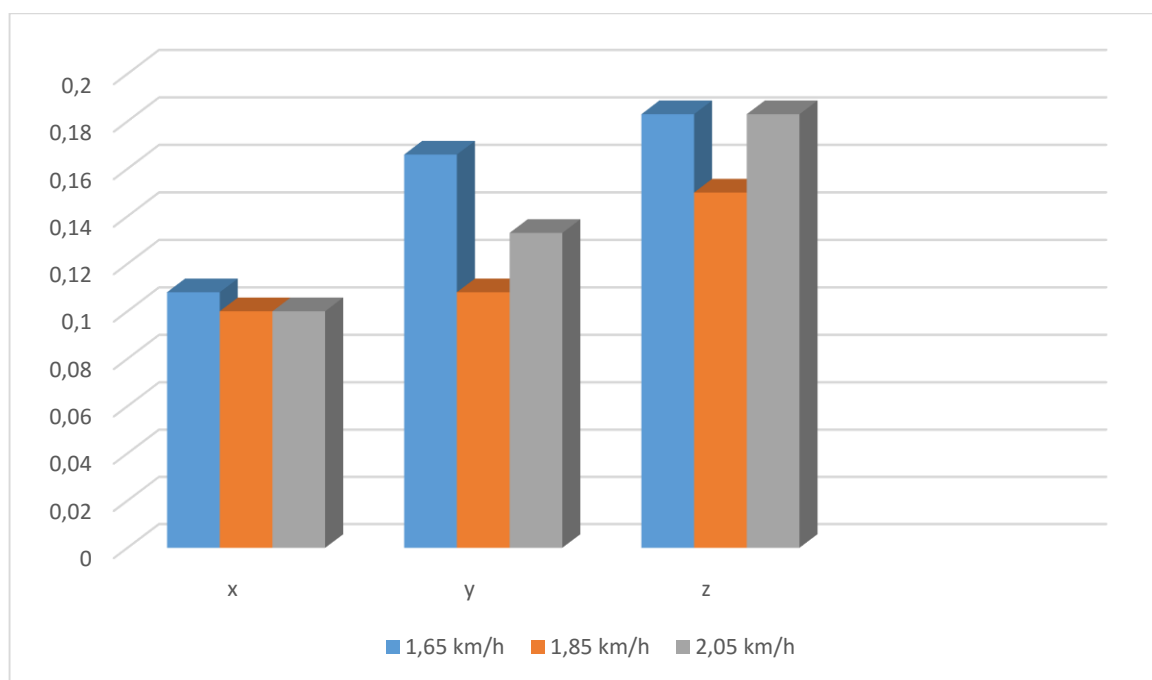
- Za x os – 0,1 m/s<sup>2</sup>
- Za y os – 0,2 m/s<sup>2</sup>
- Za z os – 0,2 m/s<sup>2</sup>

Tablica 3. Izmjerene vrijednosti vibracija pri brzini od 2,05 km/h.

| Brzina (km/h)      | Sjedalo | Ponavljjanje | x                      | y                      | z                      |
|--------------------|---------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 2,05               | 1.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 2.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 3.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    | 4.      | 1.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 2.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
|                    |         | 3.           | 0,1 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   | 0,2 m/s <sup>2</sup>   |
| Srednja vrijednost |         |              | 0,100 m/s <sup>2</sup> | 0,133 m/s <sup>2</sup> | 0,183 m/s <sup>2</sup> |

U tablici 3. prikazane su vrijednosti izmjerene provedenim mjerenjem vibracija koje utječu na trup rukovatelja tijekom rada na sadilici duhana pri brzini od 2,05 km/h. Nakon izvedenih mjerenja u tri ponavljanja te prikazanih vrijednosti izračunate su i srednje vrijednosti, a najveće vrijednosti za osi iznose:

- Za x os – 0,1 m/s<sup>2</sup>
- Za y os – 0,2 m/s<sup>2</sup>
- Za z os – 0,2 m/s<sup>2</sup>



Grafikon 1. Srednje izračunate vrijednosti za svaku brzinu obavljanja

Srednje izračunate vrijednosti vibracija koje utječu na trup rukovatelja prilikom obavljanja operacije strojne sadnje duhana pri različitim brzinama obavljanja prikazane su grafikonom 1. Iz grafikona je uočljivo kako su najviše razine vibracija po x, y i z osi pri brzinama od 1,65 i 2,05 km/h, a najmanja pri brzini od 1,85 km/h.

Lings i Leboeuf-Yde (1999.) mjerili su povezanost između vibracija koje djeluju na trup i boli u donjem dijelu leđa. Od sedam mjerenja, jedan je ukazivao na povećanu učestalost lumbalnog prolapsa kod profesionalnih rukovatelja, dok su ostalih šest ukazivali kako je bol u donjem dijelu leđa znatno češća kod osoba koje su izložene vibracijama trupa. Na kraju teksta ističu kako su svjesni problema izloženosti radnika vibracijama, ali također navode kako će se s nadolazećim tehnologijama smanjiti vibracije koje se prenose na rukovatelje.

Đukić i sur. (2007.) mjerili su vibracije pri radu jarmača i tračnih pila trupčara, utvrđeno je kako izmjerena razina vibracija ne utječe na zdravlje radnika na kolicima jarmače ni nakon osmosatnog dnevnog izlaganja, ali nakon jednosatnog izlaganja smanjuje se komfor rada, što može utjecati na udobnost radnika, te na njihov radni učinak.

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.

Rezultati mjerenja vibracija koje utječu na rukovatelja sadilicom duhana pri različitim brzinama (1,65, 1,85, 2,05 km/h), mogu se usporediti s navodima drugih autora. Pretpostavka je kako razine vibracija tijekom obavljanja strojne sadnje duhana neće štetno utjecati na rukovatelja, ali će se svakako u osmosatnom radnom vremenu smanjiti udobnost radnika, što može rezultirati njegovom smanjenom produktivnosti.

#### 4. ZAKLJUČAK

Istraživanje je obavljeno u cilju utvrđivanja utjecaja radne brzine na proizvedene razine vibracija koje utječu na trup saditelja pri strojnoj sadnji duhana. Mjerenje je obavljeno pri brzinama od 1,65, 1,85, 2,05 km/h, također mjerenje je obavljeno za sva četiri sjedala sadilice.

Na osnovu tablica 1, 2, i 3 koje prikazuju razine vibracija za svako sjedalo pri svim navedenim brzinama i grafikonu 1. koji uspoređuje srednje vrijednosti vibracija po x, y i z osi pri svim navedenim brzinama, uočljivo je kako su najviše razine vibracija koje djeluju na trup rukovatelja izmjerene pri brzinama od 1,65 km/h i 2,05 km/h, dok su najmanje vibracije po svakoj osi prisutne pri brzini od 1,85 km/h. Nije utvrđeno zašto su najmanje vibracije pri brzini od 1,85 km/h a ne pri 1,65 km/h, no to je slučaj za neka daljnja istraživanja.

Prema grafikonu 1. uočljivo je kako najveća je razina vibracija zabilježena pri brzini od 2,05 km/h, dok je najmanja razina vibracija pri brzini od 1,85 km/h. Što ukazuje na to da je ovu agrotehničku radnju najbolje obavljati pri brzini od 1,85 km/h, zbog najmanje razine vibracija koje se prenose na trup saditelja.

Što se tiče pozicije sjedala, ne može se uočiti nikakva jasna razlika između vibracija na prvom, drugom, trećem ili četvrtom sjedalu, odnosno vibracije su podjednake. Pretpostavlja se kako mjesto sjedenja neće utjecati na razinu vibracija koje djeluju na trup rukovatelja.

Nadalje, Prema obavljenim mjerenjima može se pretpostaviti kako razine vibracije koje su izmjerene u našem slučaju neće bitno utjecati na saditelja niti ugroziti njegovo zdravlje, tek je moguće da nakon određenog vremena pod utjecajem vibracija dođe do smanjenja komfora saditelja.

## 5. POPIS LITERATURE

- Arandžević, 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.
- Cvetanović, B., Cvetković, M., Cvetković, D. (2014.): Procjena rizika po zdravlje vozača, od vibracija nastalih pri eksploataciji traktora, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Niš
- Dewangan, K.N., Rakheja, S., Marcotte, P. i Shahmir A. (2015.): Ergonomics, Volume 58, 2015- Issue 7, Whole-Body Vibration Injuries
- Directive 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)
- DZNM (1999.): Mehaničke vibracije i udari – procjena izloženosti ljudi vibracijama cijelog 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.
- Đukić, I., Goglia, V. (2007.): Buka i vibracije pri radu jarmača i tračnih pila trupčara, Zagreb.
- Goglia, V., Suchomel, J., Žgela, J., Đukić, I. (2012): Izloženost vibracijama šumarskih radnika u svijetu Directive 2002/44/EC. Šumarski list, Vol.136 No.5-6 Lipanj 2012.
- Gomez-Gil, J., Gomez-Gil, F.J. i Martin-de-Leon, R. (2014): The Influence of Tractor-Seat Height above the Ground on Lateral Vibrations, department of Signal Theory, Communications and Telematics Engineering, University of Valladolid, Valladolid 47011, Spain , Department of Electromechanical Engineering, University of Burgos, Burgos 09006, Spain.
- Gomozi, M. (2002): Medicina rada i okoliš. Medicinska naklada, Biblioteka sveučilišni udžbenici, Zagreb.

Lings, S. & Leboeuf-Yde, (2000): C. Int Arch Occup Environ Health.

Servadio, P., Marsili, A., Belfiore, N.P. (2007.): Analysis of driving seat vibrations in high forward speed tractors, Agricultural Mechanisation Research Institute, Council for the Research and Experimentation in Agriculture, Via della Pascolare 16, 00016 Monterotondo (Roma), Italy

Vieira de Almeida, S., Spneski Sperotto, F.C., da Silva Doimo, L., Pereira da Silva Correia, T., Guarnetti dos Santos, J.E. i Silva, P. R. A. (2015): Analysis of vibration levels in agricultural tractor with and without cabin, African journal of agricurtular research.

URL1: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Ergonomija> 05.09.2016. godine

URL2: <http://ergo.human.cornell.edu/DEA3250Flipbook/DEA3250notes/ergorigin.html>  
05.09.2016. godine

URL3: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008\\_12\\_155\\_4248.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_12_155_4248.html) 09.15.2016.  
godine

URL4: <http://www.tractordata.com/farm-tractors/001/8/0/1802-john-deere-2140.html>  
09.15.2016. godine

URL5: <http://www.tractordata.com/farm-tractors/001/8/0/1802-john-deere-2140-dimensions.html> 09.18.2016. godine

URL6: [http://img.directindustry.com/images\\_di/photo-g/69226-4534197.jpg](http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/69226-4534197.jpg) 09.18.2016.  
godine

## 6. SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati mjerenja utjecaja brzine na razinu vibracija koje utječu na saditelja tijekom strojne sadnje duhana u skladu s propisanim normama HRN ISO2631-1 i HRN ISO 2631-4. Mjerenja su obavljena na traktoru JOHN DEERE 2140 agregatiranim sadilicom TERMOPLIN „SKR“, vibracije su mjerene uređajem MMF VM30, Ispitivanje je obavljeno na privatnoj poljoprivrednoj površini u Romanovcima. Sveukupno je trajalo 36 minuta, pri svakoj od navedenih brzina za svako sjedalo po 3 minute, to je ponovljeno 3 puta. Iz rezultata možemo vidjeti kako brzina utječe na proizvedenu razinu vibracija koje djeluju na trup saditelja, te kako se najmanja razina vibracija po x y i z osi javlja pri brzini od 1,85 km/h, dok se najveća razina pri najvećoj brzini 2,05 km/h.

Ključne riječi: ergonomija, vibracije, utjecaj brzine, traktor, sadilica

## 7. SUMMARY

This paper shows the results of measuring impact of working speed on level of produced vibrations that affect the planter body during machine tobacco planting in accordance with prescribed norms HRN ISO 2631-1 i HRN ISO 2631-4. Measurements were carried out on the tractor JOHN DEERE 2140 aggregated with planter TERMOPLIN „SKR“, the vibrations are measured by means of the IMF VM30. Research was carried out on private agricultural area in Romanovci. Overall it lasted 36 minutes, at each speed for each seat for 3 minutes, that is repeated three times. From the results we can see that working speed make impact on level of produced vibrations that affect the planter body, also we can see that lowest level of vibrations on x y and z axis was at the working speed of 1,85 km/h, respectively the highest level of vibrations was at the highest working speed 2,05 km/h.

Key words: ergonomics, vibrations, impact of speed, tractor, planter

## **8. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Izmjerene vrijednosti vibracija pri brzini od 1,65 km/h.

Tablica 2. Izmjerene vrijednosti vibracija pri brzini od 1,85 km/h

Tablica 3. Izmjerene vrijednosti vibracija pri brzini od 2,05 km/h

## **9. POPIS SLIKA**

Slika 1. Rotacijske i translacijske vibracije traktora u koordinatnim osima

Slika 2. Traktor JOHN DEERE 2140

Slika 3. Mjerenje vibracija na trup rukovatelja sadilicom duhana

Slika 4. Uređaj za mjerenje razine vibracija

Slika 5. Prikaz pravaca osi koje se mjere

Slika 6. Prikaz pravaca djelovanja vibracija

Slika 7. Težinski filter  $W_d$

Slika 8. Težinski filter  $W_k$

Slika 9. Uređaj za mjerenje vibracija MMF VM30-H

Slika 10. Uređaj za mjerenje vibracija

## **10. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Srednje izračunate vrijednosti za svaku brzinu obavljanja

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

UTJECAJ RADNE BRZINE NA PROIZVEDENE RAZINE VIBRACIJA KOJE UTJEČU NA TRUP  
SADITELJA PRI STROJNOJ SADNJI DUHANA

IMPACT OF WORKING SPEED ON LEVEL OF PRODUCED VIBRATIONS THAT AFFECT THE  
PLANTER BODY DURING MACHINE TOBACCO PLANTING

Edi Cader

Sažetak

U radu su prikazani rezultati mjerenja utjecaja brzine na razinu vibracija koje utječu na saditelja tijekom strojne sadnje duhana u skladu s propisanim normama HRM ISO2631-1 i HRN ISO 2631-4. Mjerenja su obavljena na traktoru JOHN DEERE 2140, vibracije su mjerene uređajem MMF VM30. Iz rezultata možemo vidjeti kako brzina utječe na proizvedenu razinu vibracija koje djeluju na trup saditelja, te kako se najmanja razina vibracija po x y i z osi javlja pri najmanjoj brzini (1,65 km/h), odnosno najveća razina pri najvećoj brzini (2,05 km/h).

Ključne riječi: ergonomija, vibracije, utjecaj brzine, traktor, sadilica

Summary:

This paper shows the results of measuring impact of working speed on level of produced vibrations that affect the planter body during machine tobacco planting in accordance with prescribed norms HRN ISO 2631-1 i HRN ISO 2631-4. Measurements were carried out on the tractor JOHN DEERE 2140, the vibrations are measured by means of the IMF VM30. From the results we can see that working speed make impact on level of produced vibrations that affect the planter body, also we can see that lowest level of vibrations on x y and z axis was at the lowest working speed (1,65 km/h), respectively the highest level of vibrations was at the highest working speed (2,05 km/h).

Key words: ergonomics, vibrations, impact of speed, tractor, planter

Datum obrane