

## Traktorininkų darbo aplinkos arimo darbų metu tyrimai

Mindaugas Karalius, Ričardas Butkus

Aleksandro Stulginskio universitetas

Straipsnyje analizuojami kenksmingi traktorių operatorius veikiantys veiksniai. Literatūros analizė parodė, kad dažniausiai pasitaikantys kenksmingi veiksniai – triukšmas, vibracija ir dulkės. Atlikus traktorininko darbo aplinkos tyrimus su 5 įvairios galios ir markių bei pagaminimo metų traktoriais arimo darbų metu ir vykimo į laukus žvyruotais keliais tyrimus nustatyta, kad traktorių kabinose ekvivalentinis garso slėgio lygis buvo nuo 71,5 dBA iki 92,3 dBA. Visą žmogaus kūną veikiančios vibracijos pagreitis tirtuose traktoriuose arimo metu kito nuo  $0,96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  iki  $1,48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  (t.y. buvo viršijamos vertės veiksmams pradėti -  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , o dviejuose traktoriuose ir ribinės –  $1,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). Rankas veikiančios vibracijos vertės buvo nuo  $0,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  iki  $2,28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Važiuojant žvyrkeliu vidutinis visuose traktoriuose bendrasis dalelių iki  $10 \mu\text{m}$  dydžio skaičius buvo didesnis negu ariant. Šie tyrimai rodo, kad aktualu juos tęsti, apimant didesnę traktorių, atliekamų operacijų ir veiksmų (pvz., dulkių koncentracijas) kiekius.

*Traktoriai, arimas, darbo aplinka, triukšmas, vibracija, dulkės.*

### Įvadas

Žemės ūkis pasaulyje laikomas vienas pavojingiausių ekonominės veiklos rūšių. Didžiausią traumų, įskaitant ir mirtinas, dalį lemia darbas su traktoriais ir kombainais. Traktoriaus operatorių nepalankiai veikia pavojingi ir kenksmingi darbo aplinkos veiksniai.

Kenksmingiausi ir dažniausiai pasitaikantys traktoriaus kabinoje veiksniai – triukšmas, vibracija ir dulkės.

Spirgio ir Vilkevičiaus tyrimų analizėje nustatyta, kad apie 70 % su tokios technikos naudojimu susijusių nelaimingų atsitikimų darbe įvyksta dėl neteisingų asmenų veiksmų ir netinkamo darbo organizavimo. 73 – 74 % visų profesinių ligų diagnozuojama mobilių mašinų ir kilnojamų mašinų operatoriams, o jas dažniausiai sukelia tokie veiksniai kaip vibracija ir triukšmas (SPIRGYS ir kt., 2008).

Strelkauskio ir Merkevičiaus tyrimų analizėje nustatyta, kad transporto darbuose NVS šalių gamybos traktorių visą žmogaus kūną veikiančios vibracijos važiuojant  $7,5 \text{ km/h}$  greičiu vidutiniškai  $1,38$  kartus (važiuojant žvyrkeliu) didesnės nei Vakarų šalių gamybos traktoriuose (Strelkauskis ir kt., 2012).

Nagano ir kt., pateikiami tyrimų rezultatai apie 10 skirtingų arbatos skynimo mašinų sukeliama viso kūno vibracijų poveikį darbuotojams Japonijoje. Tyrimais nustatyta, kad 68,6% darbuotojų skundžiasi sustingusių pečių skausmais, o likusieji 31,4% darbuotojų skundžiasi nugaros skausmais. (Nagato ir kt., 1998).

Bartin universiteto mokslininkai Melemez ir Tunay atliktų tyrimų apibendrinime pabrėžiama, kad triukšmo lygį traktorininko darbo vietoje labiausiai įtakoja traktoriaus ir jo kabinos konstrukcija, traktoriaus tipas, mašinos naudojimo trukmė bei pagaminimo metai, oro slėgis galinėse padangose ir grunto paviršiaus ypatybės. Tokie veiksniai kaip traktoriaus ir jo kabinos konstrukcijos labiausiai priklauso nuo traktoriaus gaminių technologijos. Tai reiškia, kad kuo labiau gamybos technologijos modernės ir vystysis tuo bus mažesnis ir traktoriaus operatorių veikiantis garso slėgio lygis (Melemez et al., 2010).

Starkaus ir Butkaus atliktuose tyrimuose nurodoma, jog triukšmo lygiai senuose ratiniuose traktoriuose didžiausi ir dažniausiai gerokai viršija ekspozicijos vertės veiksmams pradėti. Šių autorių matavimais buvo nustatyta

jog senesnių traktorių (pagamintų apie 1980 m.) traktorininko darbo vietoje (kabinoje) ekvivalentiniai garso slėgio lygiai siekė net iki 95dBA (Starkus ir kt., 2010).

Lietuvoje triukšmo ekspozicija ir lygiai darbo vietose reglamentuojami pagal darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatus. Šiuose nuostatuose ribinės triukšmo ekspozicijos vertės ir ekspozicijos vertės veiksmams pradėti (darbuotojų apsaugai nuo veikiančio triukšmo užtikrinti) nustatomos pagal kasdieninius veikiančio triukšmo lygius  $L_{EX, 8h}$  ir akimirkinius garso slėgius  $p_{peak}$  (lygius, dBC) ir yra tokios (Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo ..., 2005):

- Ribinė ekspozicijos vertė  $L_{EX, 8h} = 87\text{dBA}$  ir  $p_{peak} = 200 \text{ Pa}$  (arba  $140 \text{ dBC}$  kai pamatinis slėgis  $20 \mu\text{Pa}$ );
- Viršutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti  $L_{EX, 8h} = 85 \text{ dBA}$  ir  $p_{peak} = 140 \text{ Pa}$  ( $137 \text{ dBC}$ );
- Žemutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti  $L_{EX, 8h} = 80 \text{ dBA}$  ir  $p_{peak} = 112 \text{ Pa}$  ( $135 \text{ dBC}$ ).

Norminiai vibracijos dydžiai Lietuvoje yra apibrėžiami pagal darbuotojų apsaugos nuo vibracijos rizikos nuostatus (Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos ..., 2004) ir yra tokie:

*Rankas veikianči vibracija:*

- ribinė kasdienio veikimo vertė, paskaičiuota aštuonių darbo laiko trukmei, neturi viršyti  $5 \text{ m/s}^2$ ;
- vertė veiksmams pradėti neturi viršyti  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

*Visą kūną veikianči vibracija:*

- Ribinė vertė neturi viršyti  $1,15 \text{ m/s}^2$ ;
- Vertė veiksmams pradėti neturi viršyti  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

Ribojant dulkių kiekį darbo aplinkoje, normuojamos ribinės jų koncentracijos vertės. Lietuvoje galiojanti higienos norma HN 23:2011 (HN..., 2011) nustato, kad bendruoju atveju dulkių koncentracijos ilgalaikio poveikio ribinė vertė (IPRV) neturi viršyti  $10 \text{ mg/m}^3$ , o alveolinė frakcija -  $5 \text{ mg/m}^3$ . Kai kurių dulkių atžvilgiu ribinė koncentracija sumažinama net  $10$  kartų.

*Dulkės* – smulkios, lengvos, organinės arba mineralinės kilmės dalelės, vyrojančios ore arba nusėdančios ant įvairių paviršių. Dulkės susidaro skaidantis kietosioms dalelėms. Dulkių poveikis žmogaus sveikatai priklauso nuo dalelių dydžio (plaučių ventilacija), fizikinių (kitų medžiagų absorbavimo galimybės) ir cheminių dulkių medžiagos savybių (Hazard..., 1999). Dulkės dažniausiai pažeidžia kvėpavimo sistemą ir sukelia profesinius bronchitus, asbestozes, silikozes, metalo koniozes, pneumokoniozes. Dėl dulkių ar kitų dalelių poveikio gali kilti ūminis akių ar gerklės

uždegimas. Kartais dėl kvėpavimo sistemos arba širdies veiklos nepakankamumo, kilusio dėl didelių emisijų katastrofų metu, žmogus gali mirti (Ekologijos ..., 2000).

Užmiškio ir Butkaus atliktoje tyrimų analizėje atskleista jog atliekant arimą su traktoriumi New Holland T7060 nustatyta didžiausia vidutinė dulkių koncentracija siekė  $4,6 \text{ mg/m}^3$  (Užmiškis ir kt., 2009)

*Darbo tikslas* - ištirti triukšmo, vibracijos bei dulketumo lygius skirtinguose žemės ūkio traktoriuose arimo darbų metu.

*Uždaviniai:*

- parinkti triukšmo, vibracijų bei užterštumo dulėmis tyrimo objektus;
- atlikti triukšmo, vibracijų bei dulkių dalelių tyrimus žemės ūkio traktoriuose;
- atlikti tyrimų rezultatų analizę.

### Tyrimų metodika

Šio tyrimo matavimai buvo atlikti Viktoro Karaliaus ūkio bei netoliese esančių kitų ūkių eksploatuojamiems traktoriams. Iš ūkių eksploatuojamų traktorių buvo pasirinkti penki įvairių markių, gamintojų ir pagaminimo metų ratiniai traktoriai, tarp kurių buvo Massey Ferguson 6480 (pagaminimo metai – 2008 m., išdirbis – 1900 motoval.), Claas Atlas 926 RZ (2006 m., 2100 motoval.), Belarus 920.4 2012 m., 860 val.), T – 150K V8 (1988 m., 6860 motoval.) ir New Holland 8870 (1999 m., 9200 motoval.) traktoriai.

Triukšmo ekspozicijos ir lygių nustatymas buvo vykdomas pagal Lietuvos standartų LST ISO 1999:2004 ir LST ISO 9612:2009 reikalavimus. Garso slėgio lygis traktoriuose matuotas triukšmo matuokliu DELTA OHM HD 2010. Buvo nustatytas ekvivalentinis nuolatinis A svartinis garso slėgio lygis ( $L_{A,eq}$ ), ekvivalentinis C svartinis garso slėgio ( $L_{C,eq}$ ) bei didžiausias akimirkinis C svartinis garso slėgio lygis ( $L_{C,peak}$ ). Matavimai buvo atliekami uždarytoje traktoriaus kabinoje, garso matuoklio mikrofoną laikant traktorininko ausų lygyje apie 100 mm nuo ausies kanalo. Traktoriaus variklio alkininio veleno sūkliai buvo palaikomi apie 1800 sūkių per minutę. Matavimai buvo atliekami traktoriams važiuojant žvyruotu keliu į laukus bei ariant. Garso slėgio lygių matavimo trukmė buvo ne mažesnė nei 60 s. Kiekvienas traktorius kiekvienoje operacijoje buvo bandomas po 2 kartus. Triukšmo matavimo rezultatai buvo vidurkinami ir galutiniame aptarime rezultatai pateikiami kaip vidurkis. Pagal triukšmo ekspozicijos vertes, nustatyta leistina darbo trukmė (neviršijant 80 dBA). Triukšmo ekspozicijos vertė nustatyta taip:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \lg(T_e/T_0), \text{ dBA}, \quad (1)$$

čia:  $L_{Aeq,Te}$  – ekvivalentinio nuolatinio A svartinio garso slėgio lygio vertė per laikotarpį  $T_e$ , kurio metu matuotas veikiantis žmogų triukšmas;

$T_e$  – laikotarpių trukmė;

$T_0$  – pamainos trukmė (8 valandos).

Vibracija traktoriuose operatoriaus darbo vietoje buvo tiriama remiantis LST ISO 5349 - 2001 ir LST ISO 2631-1 – 2004 standartais. Mechaninių vibracijų matavimui

naudojama firmos „Bruel & Kjaer“ prietaisas 4447 ir jo programinė įranga.

Rankas veikiančios vibracijos buvo matuojamos ant vairo rato, tarp operatoriaus rankos ir vairo pritvirtinant vibrojutiklį-akcelerometrą (B&K 4524) pagal standarto LST ISO 5349 reikalavimus. Buvo išmatuotas rankas veikiančios vibracijos svartinis pagreitis pagal atskiras poveikio ašis x, y, z ir bendrasis atstojamasis  $a_h$ .

Visą kūną veikianči vibracija buvo matuota pagal standarto LST ISO 2631-1 reikalavimus, panaudojant ant traktoriaus sėdynės po operatoriaus sėdmenimis dedamą trijų krypčių akcelerometrą B&K 4524. Matavimais nustatytas visą kūną veikiančios vibracijos svartinis pagreitis pagal atskiras poveikio ašis x, y, z ir bendrasis atstojamasis  $a_w$ . Nustačius vibracijos pagreičius, skaičiuota kasdienio vibracijos veikimo vertė 8 h pamainai taip:

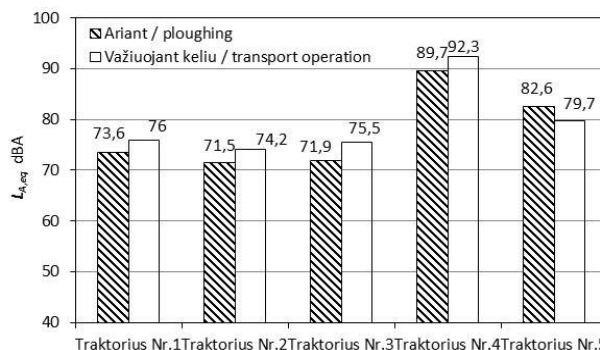
$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wi}^2 T_i}, \quad (2)$$

čia:  $a_{wi}$  – svartinis dažninis efektinio vidurkio (rms) vibracijos pagreitis  $i$ -uoju pamainos tarpsniu;  
 $T_i$  –  $i$ -ojo laikotarpio (operacijos) trukmė sekundėmis;  
 $T_0$  – pamainos trukmė sekundėmis, lygi 28 800s.

Dulkių dalelių tyrimai traktoriuose operatoriaus darbo vietoje atlikti pagal HN 23-2011 reikalavimus. Matavimai kartoti ne mažiau kaip 3 kartus. Dulkių dalelių kiekio tyrimai atlikti prietaisu „Fluke 853“ traktorių kabinų viduje arimo metu.

### Rezultatai ir jų aptarimas

Išmatuoti ekvivalentiniai garso slėgio lygiai  $L_{A,eq}$  traktorių kabinose ariant ir važiuojant į laukus žvyruotu keliu pavaizduoti 1 pav. Iš atliktų matavimų matyti, kad didžiausias ekvivalentinis A svartinis garso slėgio lygis traktorių kabinose gautas traktoriuje Nr. 4, kuris siekė 92,3 dBA važiuojant keliu ir 89,7 dBA ariant. Mažiausias garso slėgio lygis gautas traktoriuje Nr. 2 ir siekė 74,2 dBA važiuojant keliu bei 71,5 dBA arimo metu.



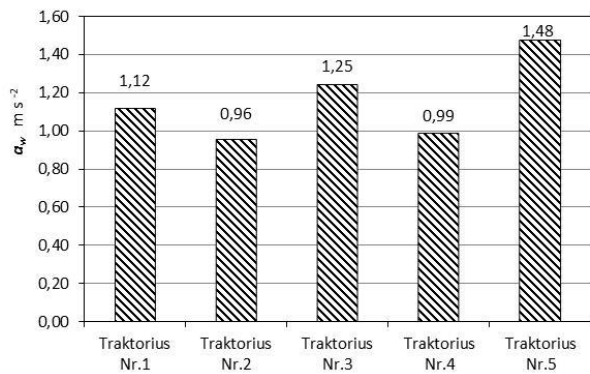
1 pav. Ekvivalentiniai A svartiniai garso slėgio lygiai ( $L_{A,eq}$ , dBA) traktorių kabinose.

Fig.1. Equivalent A weighted sound pressure levels ( $L_{A,eq}$ , dBA) in tractors cabs

Įvertinus, kad triukšmo ekspozicija neviršytų 80 dBA lygio, kai kuriuose traktoriuose reikėtų trumpinti darbo

laiką ir naudoti klausos asmenines apsaugos priemonės (AAP). Ekspozicijos trukmės skaičiavimų duomenys pateikti 1 lentelėje.

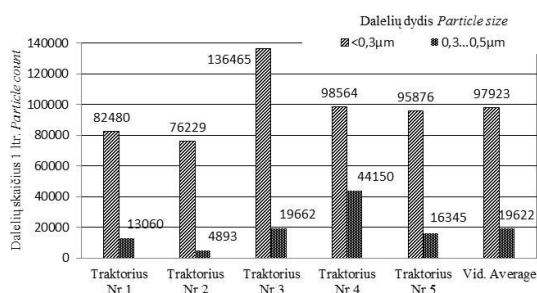
Traktorių kabinose visą žmogaus kūną veikiančios vibracijos (WBV) arimo metu pagreičių vertės pavaizduotos 2 pav.



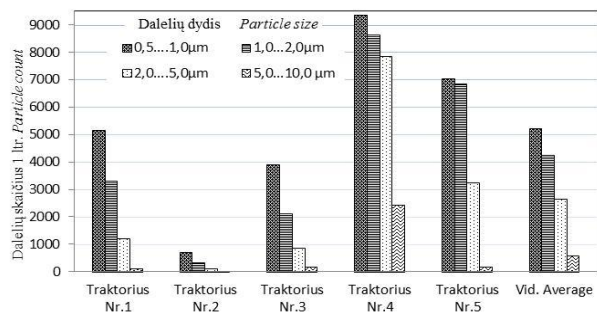
2 pav. WBV pagreičio vertės arimo metu.  
Fig.2. Values of WBV acceleration during ploughing

Atlikus viso kūno vibracijų tyrimą nustatyta, kad didžiausia vibracija yra traktoriuje Nr. 5, kuri buvo daugiau kaip  $1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Kituose pagreičio vertės mažesnės, tačiau jei darbas vyktų 8 val. būtų viršyta žemutinė kasdienio vibracijos veikimo vertė veiksams pradėti, t.y.  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Traktoriuose Nr. 3 ir Nr. 5 jau viršijamos ir ribinės vertės  $1,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , o Nr. 1 labai artima jai. Darbo trukmės apribojimai aprašyti 1 lentelėje.

Šie duomenys rodo, kad neviršijant triukšmo ekspozicijos žemutinės (80 dBA) vertės veiksams pradėti ar vibracijos kasdienio veikimo veiksų pradžios ( $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) vertės darbo trukmę reikėtų trumpinti iki nepilnai 1 val. ar 2 val.



a)



b)

4 pav. Dulkių dalelių iki  $0,5 \mu\text{m}$  (a) ir nuo  $0,5$  iki  $10,0 \mu\text{m}$  (b) dydžio kiekiai traktorių kabinose važiuojant į laukus žvyrkeliu.

Fig.4. Count of PM  $0,5$  (a) and PM  $0,5$ -  $10 \mu\text{m}$  (b) in cab of tractors in transport operation.

Akivaizdu, jog vyrauja mažiausios iki  $0,3 \mu\text{m}$  dalelės, vidutiniškai traktoriuose jų buvo apie 98 tūkst. 1 litre oro, nors traktoriuje Nr. 3 jų buvo net apie 135 tūkst. Bendras vidutinis dalelių iki  $0,5 \mu\text{m}$  kiekis tirtuose traktoriuose buvo apie 110 tūkst. (4 pav.). Didesnių kaip  $0,5 \mu\text{m}$  dalelių (5 pav.) daugiausia buvo traktoriuje Nr. 4 (28 tūkst.), o mažiausiai

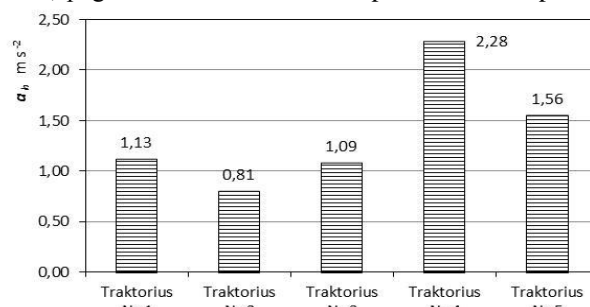
Jei triukšmo poveikį galima efektyviai sumažinti naudojant klausos asmenines apsaugos priemonės (AAP) ir pasiekti toleruotinos rizikos ribas, tai visą kūną veikiančios vibracijos sumažinimo priemonės gana ribotos – viena iš paprastesnių ir efektyvesnių būtų oro slėgio padangose mažinimas.

1 lentelė. Traktorininkų darbo trukmės ( $t$ ) priklausomybė nuo triukšmo lygių  $L_{A,eq}$  / visą kūną veikiančios vibracijos ( $a_w$ ) ariant

Table 1. Duration of working time ( $t$ ) of driver of the tractors dependence on noise and vibration levels  $L_{A,eq}$  /  $a_w$  in ploughing operation

Traktoriaus Nr.	1	2	3	4	5
$L_{A,eq} / a_w$	74/1,12	72/0,96	72/1,25	90/0,99	83/1,48
$t$ , h:min.	8 / 1:30	8 / 2:10	8 / 1:18	0:48 / 2:00	4 / 0:55

Išmatuotos traktorininkų rankas veikiančios vibracijos (HAV) pagreičio vertės arimo metu pavaizduotos 3 pav.



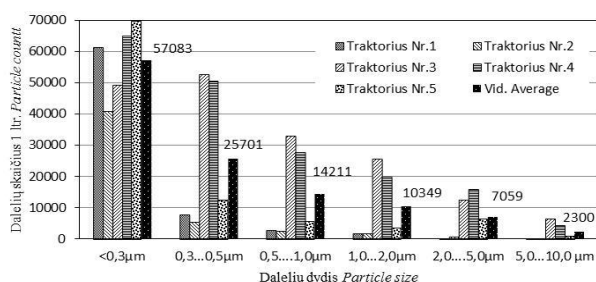
3 pav. Rankas veikiančios vibracijos pagreičiai arimo metu.  
Fig.3. Values of HAV acceleration during ploughing

Atlikus rankas veikiančios vibracijos tyrimą traktoriaus kabinoje matyti, kad didžiausias pagreitis yra ant traktoriaus Nr. 4 vairo, o mažiausias – Nr. 2. Vibracijų pagreičio vertės (nuo  $0,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  traktoriuje Nr. 2 iki  $1,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  traktoriuje Nr. 5) tolimos nuo verčių veiksams pradėti –  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , tačiau traktoriuje Nr. 4 ( $2,28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) jau yra netoli jos.

Išmatuoti dulkių dalelių kiekiai važiuojant žvyrkeliu metu pavaizduoti 4 ir 5 pav. Didžiausias bendrasis dalelių kiekis buvo traktoriuje Nr. 3, o mažiausias - Nr. 2.

traktoriuose gali būti iki  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tęsiant tyrimus numatoma išmatuoti ir dulkių koncentracijas.

Atlikus dulkių dalelių kiekio tyrimus ariant (6 pav.) nustatyta, kad jų yra mažiau negu transporto metu.



6 pav. Dulkių dalelių kiekiai traktorių kabinose ariant.

Fig.6. Count of PM in cab of plowing tractors.

Daugiausiai yra mažesnių negu  $0,5 \mu\text{m}$  dalelių, vidutiniškai visuose traktoriuose apie 80 tūkst., nors traktoriuose Nr. 4 ir Nr. 3 jų buvo gerokai daugiau. Jei transporto metu vidutinis bendrasis iki  $10 \mu\text{m}$  dydžio dalelių skaičius buvo apie 130 tūkst. vnt., tai arimo darbe apie 117 tūkst.

## Išvados

1. Atlikus garso slėgio lygių tyrimus traktorių Massey Ferguson 6480, Claas Atlas 926 RZ, T – 150K, Belarus 920.4 ir New Holland 8870 kabinose ekvivalentinis garso slėgio lygis buvo nuo 71,5 dBA iki 92,3 dBA. Nepažeidžiant triukšmo ekspozicijos žemutinės (80 dBA) vertės veiksmams pradėti 92 dBA ar 83 dBA lygi turinčių traktorių operatoriai be klausos AAP galėtų dirbti tik, atitinkamai, 30 min. ir 4 val.

2. Atlikus visą žmogaus kūną veikiančios vibracijos tyrimus arimo metu nustatyta, kad jos kito tirtuose traktoriuose nuo  $0,96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  iki  $1,48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , t.y. dirbant 8 val.

Mindaugas Karalius, Ričardas Butkus

## Research of tractors driver working environment in ploughing work

### Summary

The article analyses harmful factors that has negative effects on the operators of the tractor. Analysis of the literature showed, that most often harmful factors – noise, vibration and dust. There have been done several tractor - driver's environment investigations with 5 tractors, which are different of brand, have different power and construction year, during the ploughing and driving to fields through gravel road. According to the research of the noise in the cab of tractors determined, that the equivalent sound pressure levels was from 71.5 dBA to 92.3 dBA. Through ploughing WBV acceleration was from  $0.96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  to  $1.48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  (i.e., was exceeded action value –  $0.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , and in two tractors limit value –  $1.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) and HAV acceleration was from  $0.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  to  $2.28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Average for all tractors count of particles (size of up to  $10 \mu\text{m}$ ) was higher when driving at gravel road than in ploughing. These studies suggest that they are important to continue to embrace a greater number of tractors, of operations and factors (eg., concentration of dust).

*Tractors, ploughing, working environment, noise, vibration, dust.*

Gauta 2015 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2015 m. balandžio mėn.

**Mindaugas KARALIUS.** Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos fakulteto Žemės ūkio inžinerijos ir vadybos programos magistrantas. Adresas: Studentų g. 1, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. +370 65816246, el. paštas: [mindaugas029@gmail.com](mailto:mindaugas029@gmail.com).

**Ričardas BUTKUS.** Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos fakulteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto docentas, technikos mokslų daktaras. Adresas: Studentų g. 15b, LT-53362 Akademija, Kauno r. Tel. (8-37) 752 244, el. paštas: [ricardas.butkus@asu.lt](mailto:ricardas.butkus@asu.lt).

**Mindaugas KARALIUS.** Master student of Agricultural Engineering and Management study program at Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Agricultural Engineering. Address: Studentu 1, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel. (+370 65816246), e-mail: [mindaugas029@gmail.com](mailto:mindaugas029@gmail.com)

**Ričardas BUTKUS.** Aleksandras Stulginskis University Faculty of Agricultural Engineering Institute of Agricultural Engineering and Safety, doctor of technology science, assoc. prof. Address: Studentu 15<sup>b</sup>, LT-53362 Akademija, Kaunas distr. Tel. +370 37 752 244, e-mail: [ricardas.butkus@asu.lt](mailto:ricardas.butkus@asu.lt).

darbo pamainą viršijamos vertės veiksmams pradėti ( $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), o traktoriuose Nr. 3 ir Nr. 5 ir ribinės vertės ( $1,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). Rankas veikiančios vibracijos pagreičių vertės traktoriuose kito nuo  $0,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  iki  $2,28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ir neviršijo vertės veiksmams pradėti ( $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ).

3. Atlikus dulkių dalelių kiekio tyrimą ariant nustatyta, kad jų yra mažiau negu važiuojant žvyrkeliu. Jei transporto metu vidutinis visuose traktoriuose bendrasis dalelių iki  $10 \mu\text{m}$  dydžio skaičius buvo apie 130 tūkst. vnt., tai arimo darbe apie 117 tūkst. vnt.

## Literatūra

1. DARBUOTOJŲ apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai, 2005. Nr. A1-103/V-265. [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dopaieska.showdoc?p\\_id=254877](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dopaieska.showdoc?p_id=254877) (2015 01 15).
2. HN 23:2011 “Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai” <<[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc?p\\_id=405920&p\\_que ry=&p\\_tr2=2](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc?p_id=405920&p_que ry=&p_tr2=2)> (2015 01 26).
3. Ekologijos atlasas, Vilnius. Alma litera. 2000, p. 200.
4. FUTATSUKA, M., MAEDA, S., INAOKA, T., NAGANO, M., SHONO, M., MIYAKITA, T. Whole – body vibration and health effects in the agricultural machinery drivers. *Industrial health* 1998, 36, p.127 – 132.
5. Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust. WHO Occupational and Environmental Health Department of Protection of the Human Environment World Health Organization, Geneva. 1999, p. 246.
6. MELEMEZ, K., TUNAY, M. The investigation of the ergonomic aspects of the noise caused by agricultural tractors used in Turkish forestry. *African journal of Agricultural Research*, 2010. P. 243 – 249.
7. SPIRGYS, A., VILKEVIČIUS, G. Mobilios žemės ūkio technikos naudojimo saugos problemų analizė ir jų sprendimo būdai. *Human and nature safety*, 2014, Part 2, p. 91 – 104.
8. STARKUS, T., BUTKUS, R. Traktorininkus veikianti vibroakustinė aplinka ir jos priklausomybė nuo technikos eksploatacijos trukmės. *Žmogaus ir gamtos sauga*, 2010, D. 1, LŽŪU, p. 25 – 28.
9. UŽMIŠKIS, M., BUTKUS, R. Dulkėtumo tyrimai žemės ūkio traktoriuose. *Žmogaus ir gamtos sauga*, 2009, p. 37 – 40.