

Triukšmo ir visą kūną veikiančios vibracijos tyrimas granuliuojant žemės ūkio gamybos atliekas

Karolis Klimaitis, Gediminas Vasiliauskas, Ramūnas Mioldažys

Aleksandro Stulginskio universitetas

Straipsnyje nagrinėjama vibroakustinė operatorių darbo aplinka granuliuojant žemės ūkio gamybos atliekas. Tyrimo objektu pasirinkta pagrindinės atliekinių žaliavų smulkinimo, malimo ir granuliavimo technologinės operacijos. Tyrimo metu atlikta pramoninės ir ūkininkams rekomenduojamos granulių gamybos linijos vertinimas triukšmo ir vibracijų požiūriu įvairiose darbo vietose. Nustatyta, jog didžiausi triukšmo lygiai yra prie pramoninės linijos atliekų smulkinimo įrangos 100,5 dBA ir ūkininkams siūlomo malūno - 92,8 dBA. Tokia triukšminė aplinka darbuotojų saugos ir sveikatos požiūriu vertintina kaip nepriimtina. Visą kūną veikiančios vibracijos matavimų rezultatai rodo, jog 8 valandų vibracijos ekspozicijos vertės A(8) pramoninėje linijoje leistinų normų neviršijo visose darbo vietose, o ūkininko linijoje darbo vietoje prie malūno norminė vertė $0,5 \text{ m s}^{-2}$ buvo viršyta $0,2 \text{ m s}^{-2}$ dydžiu.

Šiaudų granulės, triukšmas, vibracija, ekspozicija

Įvadas

Nuolat senkant iškastinio kuro resursams vis didesnis dėmesys skiriamas biokuro plėtrai. Biokuro gamyba tiek iš žaliosios masės, tiek iš miško ar žemės ūkio atliekų yra didelės galimybės turinti ekonominės veiklos šaka, o vien šiaudų kaip žaliavos potencialas Lietuvoje yra apie 4 mln. tonų (Kalinauskaitė, 2014). Maždaug 60 proc. šio kiekio yra neišsavinama, todėl didėjant pasėlių plotams šiaudų granulių gamybos apimtys auga. Šiaudų granulių gamyba Lietuvoje užsiima tiek specializuotos įmonės, tiek ir pavieniai ūkininkai, o technologinis granulių gamybos procesas darbuotojų saugos požiūriu dėl naudojamų įrenginių ir pačios technologijos sudėtingumo gali sukelti sunkių padarinių dirbančių asmenų sveikatai.

Pagal Valstybinės darbo inspekcijos (VDI) kaupiamus nelaimingų atsitikimų ir profesinių ligų duomenis akivaizdu, jog šiuo požiūriu panašaus pobūdžio gamybinėse įmonėse neužtikrinamos saugios darbo sąlygos. Atlikus statistinių ataskaitų analizę (Ataskaita..., 2014) nustatyta, kad jungiamojo audinio ir skeleto-raumenų sistemos ligos sudarė 59,5%, ausų ligos – 19,4%, o net 57% profesinių ligų užfiksuota įrenginių operatoriams. Granulių gamyba dažnai užsiima ir pavieniai ūkininkai bei smulkios įmonės, kuriose dažniausiai trūksta techninių saugos sprendimų ar organizacinių priemonių darbuotojų saugai ir sveikatai užtikrinti, todėl svarbu tirti su tokiais įrenginiais dirbančių darbuotojų darbo sąlygas.

Mokslinėje literatūroje taip pat nėra daug informacijos apie tokius procesus prižiūrinčių operatorių vibroakustinę aplinką, o tyrimai dažnai apsiriboja vien tik triukšmo (Butkus *et al.*, 2014), vibracijos (Blood *et al.*, 2010; Xiaojing & Schindler, 2014) ar kitų rizikos veiksnių nustatymo rezultatais stacionariose ar mobiliose darbo vietose. Mioldažys, Jasinskas (Mioldažys *et al.*, 2014) nustatė, jog panašiam technologiniame procese smulkinant medienas atliekas, dėl įrenginio apkrovimo nevienodumo visą kūną veikiančios vibracijos lygis gali padidėti iki 7 kartų, o triukšmo lygis ribines vertes gali viršyti net iki 20 dBA.

Vis dažniau pastebimi atvejai, kai mašinų gamintojai nesilaiko *Mašinų direktyvoje* ar techniniame reglamente *Mašinų sauga* (Techninis reglamentas ..., 2000) nustatytų reikalavimų deklaruoti į rinką patenkamų įrengimų vibroakustines charakteristikas. Šios aplinkybės rodo, jog

reikia analizuoti technologinius procesus ir taikyti tinkamas inžinerines, organizacines ar asmens apsaugos priemones darbuotojų saugai ir sveikatai užtikrinti.

Atlikus literatūros apžvalgą nustatyta, kad šiaudų granulių gamybos technologija menkai skiriasi nuo kitų biomasės perdirbimo technologijų (Carroll *et al.*, 2012). Į granuliavimo procesą tiekama masė turi būti džiovinama iki 14-18 proc. drėgmės. Ryšuliuose arba ritiniuose supresuotą biomasę papildomai džiovinti praktiškai nereikia. Pramoninėse linijose supresuotų šiaudų draskymui ir pirminiam smulkinimui naudojamas draskytuvas, kuris skirtas visų rūšių augalinių atliekų pirminiam susmulkinimui. Ūkininko ūkyje pirminiam biomasės smulkinimui gali būti naudojami mažesnio našumo smulkintuvai. Biomasė į smulkintuvą gali būti paduodama rankiniu būdu. Sekančiu etapu susmulkinti šiaudai tiekiami į plaktukinį malūną. Malūnas skirtas visų rūšių stiebų, pjuvenų, drožlių ir kitų atliekų formų galutiniam smulkinimui prieš granuliavimą. Pramoninėje linijoje malūnuose dažniausiai naudojama iki 75 kW, o ūkininko ūkiuose nuo 7,5 kW elektros varikliai.

Granuliavimo presai dažniausiai skirti pašarų, durpių, smulkintų šiaudų ir kitų sumaltų atliekų granuliavimui. Įrenginio našumas gali būti pasirinktas pagal įmonės ar ūkio poreikius ar turimus žaliavos kiekius. Granuliuotos atliekos ar pašarai geriau išsaugo vertingus elementus, efektyviau išnaudojamas transportas pervežant, gaunami mažesni granulių sandėliavimo nuostoliai.

Tokiose granulių gamybos linijose nepalankiausias darbo sąlygos susidaro šalia draskytuvo, taip pat plaktukinio malūno bei granulatoriaus.

Tyrimo tikslas – atlikti šiaudų granuliavimo linijos vertinimą vibroakustiniu darbuotojų saugos ir sveikatos požiūriu.

Tyrimų metodika

Mūsų tyrimo objektu pasirinkta pramoninė AB "Radviliškio mašinų gamykla" smulkinimo ir granuliavimo įrengimų linija ir ūkininkams rekomenduojama mažesnio našumo smulkinimo ir granuliavimo įrenginių linija.

Pramoninės linijos smulkinimo ir granuliavimo įrengimų komplektą sudarė šiaudų smulkinimo linija ŠSL-1, malūnas, dulkių nusodinimo ciklonas, fasavimo linija. Matavimų metu pramoninę liniją sudarė granulių presas

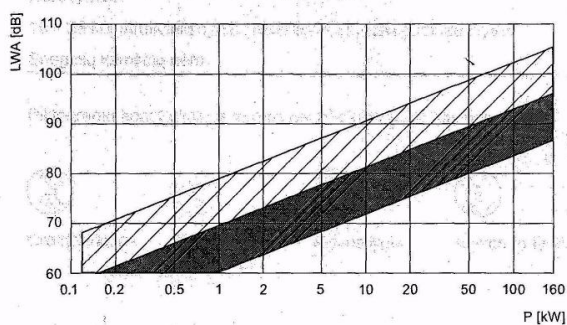
OGM-1,5A, kuris apjungia atskiras savarankiškas funkcijas atliekančius įrenginius; transporterį, bunkerį, dozatorių, priemaišų atskyrėją, noriją, aušintuvą-rūšiuotuvą ir kitus įrenginius. Ūkininkams skirtoje linijoje pasirinkti pigesni ir mažesnio našumo didelę pasiūlą ES rinkoje turintys smulkinimo ir granuliavimo įrenginiai.

Darbuotojus veikiančio triukšmo vertinimas buvo atliktas pagal standartų LST EN ISO 1999:2004 ir LST EN ISO 9612:2009 rekomendacijas. Pagal darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatus (Darbuotojų apsaugos ..., 2005) darbo vietose vertintas triukšmo ekspozicijos lygis.

Triukšmo lygio matavimai buvo atliekami tose vietose, kuriose yra įprastos įrenginių operatorių darbo vietos. Matavimo priemonės mikrofonas buvo nukreipiamas į triukšmą skleidžiantį įrenginį ir laikomas dirbančiojo ausies lygyje – apytiksliai 1,55 m nuo patalpos grindų. Kadangi technologinio proceso metu galimas netolygus įrenginių apkrovimas, matavimai buvo atliekami tris kartus. Matavimo trukmė buvo pasirinkta lygi vienai minutei, nes ekvivalentinis triukšmo lygis ($L_{eq,1min}$) matuojant ilgiau praktiškai nesikeitė.

Triukšmo ekspozicijos darbo vietose vertinimas buvo atliekamas pagal Nuostatų reikalavimus, kuriuose nustatytos norminės operatorių veikiančio triukšmo vertės: *ribinė ekspozicijos vertė* $L_{EX,8h}=87$ dBA; *viršutinė ekspozicijos vertė* veiksmams pradėti $L_{EX,8h}=85$ dBA; *žemutinė ekspozicijos vertė* veiksmams pradėti $L_{EX,8h}=80$ dBA (Darbuotojų apsaugos ..., 2005).

Normaliomis sąlygomis elektros variklių su reduktoriais garso galios lygis dažniausiai yra tamsiai pažymėtoje srityje (1 pav.). Iš esmės skleidžiamas garsas priklauso nuo sūkių skaičiaus, variklio galios ir reduktoriaus perdavimo skaičiaus. Reduktoriai su mažu perdavimų skaičiumi, didele galia ir dideliu pradinių sūkių skaičiumi gali būti užbrūkšniuotoje srityje.



1 pav. Elektros variklių su reduktoriais garso galios lygio (L_{WA}) priklausomybė nuo variklio galios (kW) (pagal gamintojo dokumentaciją)
Fig. 1. Electromotor with reducer sound power level (L_{WA}) dependence on motor power (kW) (according to manufacturer documentation)

Apibūdinant mašinos ar įrenginio akustines savybes garso galios lygis gali būti apytiksliai susietas su ekvivalentiniu garso slėgio lygiu pagal atvirkštinės šaknies taisyklę (Butkus *et al.*, 2005). Šią priklausomybę panaudojome nustatant teorinius ekvivalentinius nuolatinio svertinio garso lygius L_{Aeq} .

Triukšmo lygio matavimai buvo atliekami triukšmo lygių analizatoriumi „DeltaOHM“ HD2010. Matavimų metu buvo fiksuojami $L_{A,eq}$, $L_{C,eq}$, $L_{C,peak}$ triukšmo lygiai ir oktavinis garso spektras $L_{p,oct}$.

Žmogaus kūną veikiančios vibracijos matavimai atlikti pagal standarto LST ISO 2631-1:2004 reikalavimus. Kadangi technologiniame procese nėra operacijų, kuriose darbo priemonės galėtų kelti vibracijos pavojų per rankas, buvo tiriama tik visą kūną veikianti vibracija.

Vibracijos matavimai buvo atliekami matavimo daviklius dedant ant pagrindo ir priminant visu žmogaus svoriu, tokiu būdu užtikrinant parodymų stabilumą. Kadangi šiaudų granuliavimo linijoje naudojamos įrangos virpesiai priklauso nuo apkrovimo, tiekiamos masės drėgnio, vibracijų matavimai buvo kartojami tris kartus. Pagal visą kūną veikiančios vibracijos matavimo metodikos rekomendacijas, vibracijos matavimai buvo atliekami taip, kad matavimo trukmė buvo ne mažesnė nei 3 minutės. Iš šių rezultatų buvo skaičiuojamas aritmetinis vibracijos vertės vidurkis.

Pagal Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatus, visą kūną veikiančios vibracijos kasdienio veikimo vertė veiksmams pradėti aštuonių valandų darbo laiko trukmei neturi viršyti $0,5 \text{ m/s}^2$, o visą žmogaus kūną veikiančios vibracijos ribinė kasdienio veikimo vertė aštuonių valandų darbo laiko trukmei neturi viršyti $1,15 \text{ m/s}^2$ (Darbuotojų apsaugos ..., 2004). Vibracijos kasdienio veikimo vertė $A(8)$, kuri yra pagrįsta ekvivalentine 8 valandų veikimo trukmei efektyviaja pagreičio verte, yra skaičiuojama taip:

$$A(8) = a_{wv,i} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}} \text{ m/s}^2$$

čia: $a_{wv,i}$ – bendroji (v) svertinė (w) pagreičio vertė i -uoju paminimos laikotarpio, m/s^2 ;
 T_i – i -tojo laikotarpio trukmė, s;
 T_0 – pamatinė 8 valandų paminimos trukmė sekundėmis, lygi 28800 s.

Vibracijos matavimai atlikti vibracijų matuokliu *Bruel & Kjaer 4447*, kartu su trijų ašių 4524 tipo „*Bruel & Kjaer*“ akcelerometru. Vibracijų matavimų metu buvo matuojamos suminės vibracijos vertės x , y ir z ašiu kryptimis bei bendroji svertinė pagreičio a_w vertė bei 8 val. ekspozicijos $A(8)$ vertė.

Rezultatai ir aptarimas

Smulkinimo ir granuliavimo įrenginių kompleksas ypatingai sudėtingas įrenginys. Jo paleidimui ir naudojimui būtinas teorinis ir praktinis aptarnaujančio personalo paruošimas. Siekiant užtikrinti saugą ir sveikatą gamintojas nurodo tokias pagrindines apsaugos priemones, kaip operatorių mokymas, instruktavimas, klausos asmeninių apsaugos priemonių naudojimas ir dulkių nusodinimui ir surinkimui naudoti *Eko* filtrus.

Analizuojant gamintojo AB „*Radviliškio mašinų gamykla*“ dokumentaciją nustatyta, kad pagrindiniai kenksmingi ir pavojingi rizikos veiksniai, naudojant smulkinimo ir granuliavimo įrangą yra padidintas triukšmo lygis (iki 90 dBA). Kiti gamintojo numatyti pavojai, kaip padidintas dulkėtumas, šiame tyrime vertintas nebuvo.

Ūkininkams rekomenduojamoje linijoje vibroakustiniai matavimai atlikti prie smulkintuvo *Fermer KR-02* (4,8 kW), plaktukinio malūno *Skiold DM-2* (7,5 kW) ir firmos *Pellet Mill* granuliatorius *ZSLP-200B* (7,5 kW). Analizuojant augalinės biomasės paruošimo granuliavimui

kitų gamintojų dokumentaciją nustatyta, kad tik plaktukinio malūno *Skiold DM-2* gamintojas nurodo savo gaminio triukšmo lygį (iki 85 dBA). Visų kitų įrenginių teorinis skleidžiamo triukšmo lygis nustatytas naudojantis 1 pav. pateikta diagrama.

Atlikus naudojamų įrenginių garso galios matavimą arba grafiniu būdu nustatytas garso galios vertes buvo apskaičiuoti ekvivalentiniai garso lygiai (1 lentelė).

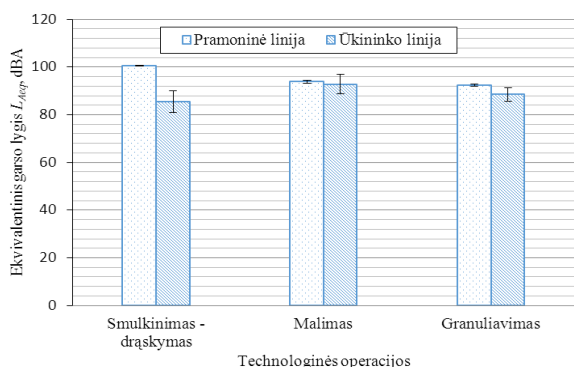
1 lentelė. Teoriniai garso galios L_{WA} ir juos atitinkantys ekvivalentiniai nuolatinio svertinio garso lygiai L_{Aeq}

Table 1. Theoretical noise power (L_{WA}) and adequate equivalent continuous sound levels (L_{Aeq})

Eil. Nr.	Technologinė operacija	Pramoninė linija		Ūkininko linija	
		L_{WA} , dBA	L_{Aeq} , dBA	L_{WA} , dBA	L_{Aeq} , dBA
1.	Smulkinimas – draskymas	97	83	87	81
2.	Malimas	102	88	89	83
3.	Granuliavimas	102	88	89	83
4.	Visa technologinė linija	105,6	91,6	92,5	87,1

Apibendrinant teorinius triukšmo vertinimo rezultatus nustatyta, kad visos pramoninės linijos ribinė triukšmo ekspozicijos vertė viršijama 4,6 dBA, o ūkininkams rekomenduojamos linijos teorinis triukšmas turėtų būti viršijamas tik 0,1 dBA.

Triukšmo matavimai atlikti pagrindinėse visos smulkinimo ir granuliavimo linijos technologinėse operacijose (smulkinimas, malimas ir granuliavimas). Atlikus triukšmo lygio matavimus pagrindinėse technologinėse operacijose nustatyta, kad pramoninės ir ūkininko linijos triukšmas daugiausiai skyrėsi tik smulkinimo operacijose. Matavimo rezultatai pateikti 2 paveiksle.



2 pav. Išmatuoti triukšmo lygiai L_{Aeq} pagrindinėse technologinėse operacijose

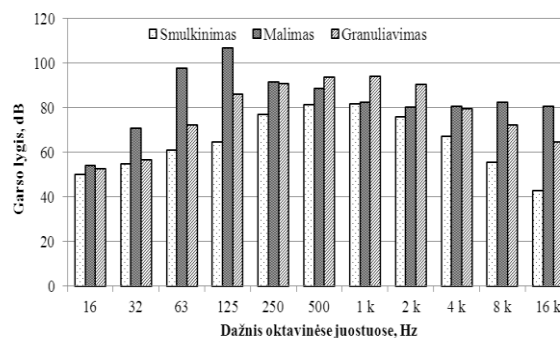
Fig. 2. Measured noise levels (L_{Aeq}) of main technological operations

Palyginus teorinius ir išmatuotus triukšmo lygius nustatyta, kad didžiausias skirtumas (17,5 dBA) gaunamas prie pramoninės linijos smulkintuvo-draskytuvo. Kitose technologinėse operacijose abiejose linijose skirtumas tarp teorinių ir išmatuotų triukšmo lygių svyravo 4–6 dBA ribose.

Apskaičiavus darbo laiką pagal triukšmo ekspozicijos lygį nustatyta, kad pramoninėje linijoje nenaudojant

asmeninių klausos apsaugos priemonių galima būtų dirbti prie smulkintuvo - 22 min., prie malūno - 1 val. ir 40 min., prie granulatoriaus - 2 val ir 15 min., ūkininko linijoje atitinkamai prie smulkintuvo - 2 val. ir 15 min., prie malūno - 25 min., o prie granulatoriaus - 1 val. ir 6 min. Abiem atvejais reikia atlikti garso slėgio lygio matavimus oktavinėse juostose ir pagal tai tinkamai parinkti bei naudoti klausos apsaugos priemones.

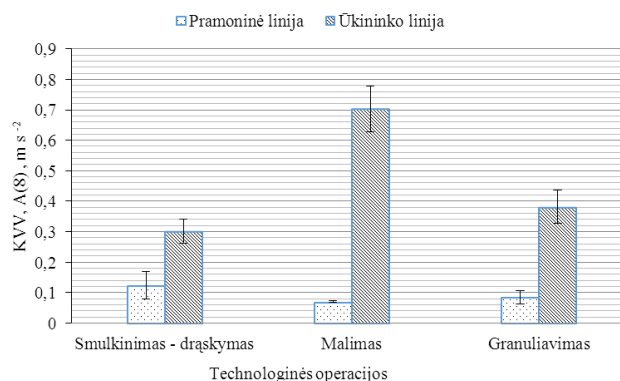
Atlikus garso slėgio lygių matavimus oktavinėse juostose nustatyta, kad pramoninės linijos garso slėgio lygiai visose oktavinėse juostose kinta beveik tolygiai 85–100 dB ribose. Tačiau ūkininko linijoje prie malūno pastebimi žymiai didesni garso slėgio lygio pakitimai 63 ir 125 Hz oktavinėse juostose. Šioje darbo vietoje garso slėgio lygis kinta 98–104 dB ribose (3 pav.).



3 pav. Ūkininko linijos garso slėgio lygiai oktavinėse juostose

Fig. 3. Farmers line sound power levels in octave band

Atlikus pramoninės linijos visą kūną veikiančios vibracijos kasdienio veikimo veiksams pradėti vertinimą nustatyta, kad $0,5 \text{ m/s}^2$ vertė nebuvo viršyta visose technologinėse operacijose (4 pav.). Sąlyginai maži virpesių lygiai operatorių darbo vietose buvo pasiekti pritaikius gana paprastas virpesių mažinimo priemones.



4 pav. Kasdieninio vibracijos veikimo vertės $A(8)$ matavimo rezultatai

Fig. 4. Measurement results of vibration exposure $A(8)$

Draskytuvo-smulkintuvo įrengimui pakako panaudoti vibroizoliacines juostas. Malūno keliamai vibracijai mažinti buvo parinkti tinkami vibroizoliatoriai. Granulatorius OGM-1,5A įrengtas ant atskiro vibroizoliacinio pamato. Tačiau visai kitoks vaizdas gautas matuojant virpesius ūkininko linijos darbo vietose. Kasdieninio vibracijos veikimo (KVV) vertės $A(8)$ matavimo rezultatai keitėsi 0,3 - $0,7 \text{ m/s}^2$ ribose. Prie malūno leistina virpesių vertė buvo viršyta $0,2 \text{ m/s}^2$.

Pagrindinė didesnių virpesių lygių priežastis yra ta, kad ūkininko darbo vietose antivibracinės priemonės matavimų metu taikomos nebuvo.

Išvados

1. Palyginus teorinius ir išmatuotus triukšmo lygius nustatyta, kad didžiausias skirtumas 17,5 dBA gaunamas prie pramoninės linijos smulkintuvo-draskytuvo. Kitose technologinėse operacijose abiejose linijose skirtumas tarp teorinių ir išmatuotų triukšmo lygių svyravo 4-6 dBA ribose.

2. Pramoninės linijos išmatuotas triukšmo lygis ribinę vertę 87 dBA prie smulkintuvo-draskytuvo viršijo 13,5 dBA, prie malūno - 6,9 dBA ir prie granulatoriaus - 5,3 dBA.

3. Ūkininko linijos išmatuotas triukšmo lygis ribinę vertę 87 dBA prie smulkintuvo neviršijo, prie malūno viršijo 5,8 dBA ir prie granulatoriaus – 1,5 dBA.

4. Matuojant visą kūną veikiančias vibracijas nustatyta, kad pramoninėje linijoje kasdieninė veikimo vertė leistinių normų neviršijo visose darbo vietose, o ūkininko linijoje norminė vertė $0,5 \text{ m s}^{-2}$ buvo viršyta $0,2 \text{ m s}^{-2}$ dydžiu darbo vietoje prie malūno. Ūkininko linijos smulkinimo ir granuliavimo įrangos naudojimui reiktų naudoti parankines vibroizoliacines priemones.

Literatūra

1. Ataskaita apie darbuotojų saugos ir sveikatos būklę bei darbo įstatymų vykdymą Lietuvos Respublikos įmonėse, įstaigose ir organizacijose 2013 metais. LR Valstybinė darbo inspekcija, 2014. <<http://www.vdi.lt/PdfUploads/Ataskaita2013.pdf>>

2. BUTKUS, R., ŠARLAUSKAS, A., & VASILIAUSKAS, G. (2014). Prognostication of noise exposure risk on workers' safety and health in Lithuania. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, p. 1–8.

<http://dx.doi.org/10.3846/16486897.2014.919923>

3. BUTKUS R., DEIKUS J., MERKEVIČIUS S., ŠARLAUSKAS A. Praktinės rekomendacijos darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatams taikyti. Vilnius, 2005 <http://www.vdi.lt/get_file.php?file=dmRpl20vbV9maWxlcY93ZmlsZX MvZmlsZTY1Mi5wZGY7NC1FbGVrdHJfdC4uLm9tX3ZlcnNpal8wLn BkZjs7> (2015 01 15).

4. BLOOD R. P., PLOGER J. D., JOHNSON P. W. Whole body vibration exposures in forklift operators: comparison of a mechanical and air suspension seat, *Ergonomics*, 2010. Iss. 53:11, p.1385–1394 <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2010.519053>

6. CARROLL, J. P., & FINNAN, J. (2012). Physical and chemical properties of pellets from energy crops and cereal straws. *Biosystems Engineering*, 112(2), 151-159.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.03.012>

6. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai.- Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804

7. Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai.- Valstybės žinios, 2004, Nr. 41-1350

8. Techninis reglamentas „Mašinų sauga“.- Valstybės žinios, 2000, Nr.23-601

9. KALINAUSKAITĖ S. Environmental and energy efficiency evaluation of straw treatment and conversion technology. Daktaro disertacijos santrauka: Aleksandro Stulginskio universitetas. http://vddb.library.lt/obj/LT-eLABa-0001%3AE.02-2014~D_20141223_145125-20389

10. MIELDAŽYS R., JASINSKAS A., ULOZEVIČIŪTĖ, I. Triukšmo ir vibracijos tyrimas smulkinant medienos atliekas, *Žmogaus ir gamtos sauga* 2014.

11. XIAOJING, Z., SCHINDLER C. Evaluation of whole-body vibration exposure experienced by operators of a compact wheel loader according to ISO 2631-1:1997 and ISO 2631-5:2004, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 44, Issue 6, November 2014, p. 840–850, ISSN 0169-8141,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2014.09.006>.

Karolis Klimaitis, Gediminas Vasiliauskas, Ramūnas Mioldažys

Investigation of noise and whole body vibration in agricultural waste pelleting technology

Summary

Article reviews vibro-acoustic occupational safety in agricultural waste pelleting operations. Investigation object was at main waste milling and pelleting operations. Investigation of sound pressure levels and whole body vibration was carried out at industrial and for farmers suggested pellet production lines in the various workplaces of equipment operators. It was found that highest noise levels are near the industrial line waste milling equipment - 100,5 dBA and for farmers suggested mill - 92,8 dBA. Such noisy environment is not rated as unacceptable in occupational health and safety view. Measurement results of whole body vibration shows that A(8) vibration exposure in industrial line did not exceed the permissible norms in all workplaces, in farmers line permissible

Straw pellets, noise, whole body vibration, exposure

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

Karolis KLIMAITIS, Aleksandro Stulginskio universiteto, Žemės ūkio inžinerijos fakulteto, Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto magistrantas.

Tel. +37069282660 El. paštas: klimaitis.karolis@gmail.com

Gediminas VASILIAUSKAS, lekt., Aleksandro Stulginskio universiteto, Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto lektorius. Adresas: Studentų g. 15b, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. +37068977015, el. paštas gvasiliauskas@gmail.com

Ramūnas MIELDAŽYS, Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos fakulteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto doktorantas, lektorius. Adresas: Studentų g. 15b, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 23 76, el. paštas: ramunas.mieldazys@asu.lt

Karolis KLIMAITIS, Master student at the Faculty of Agricultural Engineering of Aleksandras Stulginskis University. Phone: +37069282660 E-mail: klimaitis.karolis@gmail.com

Gediminas VASILIAUSKAS, lecturer at Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Agricultural Engineering, Institute of Agricultural Engineering and Safety, Address: Studentu str. 15b, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Phone: +37068977015, e-mail: gvasiliauskas@gmail.com

Ramūnas MIELDAŽYS, PhD student. lecturer at Aleksandras Stulginskis University Faculty of Agricultural Engineering Institute of Agricultural Engineering and Safety, Address: Studentu 15 b, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel (+370 37) 75 23 76, e-mail: ramunas.mieldazys@asu.lt