

## Miško darbuotojų ergonominių veiksnių tyrimai

Kristina Navickaitė, Ričardas Butkus

Aleksandro Stulginskio universitetas

Straipsnyje nagrinėjama miško darbuotojo darbo pozų, fizinio darbo sunkumo ir energijos sąnaudų tyrimai. REBA metodu įvertintos skirtingos miško darbuotojų darbo pozos įvairių operacijų (medžių pjovimo ir vertimo, medelių iškasimo, įsodinimo, sodinimo) metu. Fizinis darbo sunkumas vertintas, panaudojant ASUS ir HiVivo įrangą, ir išmatuojant širdies plakimo dažnį bei nustatant energijos sąnaudas dirbant skirtingus darbus. Nustatyta, kad miško darbuotojams sunkiausi ir kenksmingiausi yra krovinių nešimo darbai.

*Miško darbuotojas, darbo poza, REBA metodas, darbo sunkumas, širdies pulsas, energijos sąnaudos*

### Įvadas

Europos saugos ir sveikatos agentūra pabrėžia, kad svarbiausia sveikatos problema darbe, su kuria susiduria Europos Sąjungos šalių narių dirbantieji yra įvairūs su kaulų ir raumenų sistemomis susiję sveikatos sutrikimai. Dažniausiai ES valstybių darbuotojai kenčia nugaros skausmus – 24 %, raumenų skausmus – 22 %, dirba nepatogioje padėtyje jausdami nugaros skausmus 46 %, apie 62 % darbuotojų ketvirtadalį ar daugiau darbo laiko atlieka kartotinius rankų arba plaštakų judesius. Europos saugos ir sveikatos darbe agentūros (OSHA) konstatuota, kad daugelio su darbu susijusių jungiamojo audinio ir skeleto raumenų sistemos ligų galima išvengti, panaudojus ergonomines priemones, keičiant darbą ir darbo vietą, atsižvelgiant į rizikos veiksnių vertinimą (OSHA, 2017).

Daugelyje šalių miškininkystė apibrėžiama kaip sunkus darbas su didele nelaimingų atsitikimų darbe rizika ir rimtais sužalojimais. Dirbant miško ūkiuose darbuotojams dažnai tenka dirbti įtemptą fizinį darbą, naudojama įvairi gamybos įranga, kuri sukelia kenksmingus rizikos veiksnius operatoriaus darbo vietoje. Miško darbuose patiriamos fizinės traumos: apie 15 % traumų įvyksta pjaunant ir nuleidžiant medžius, apie 19 % nuleidžiant įstrigusius medžius ir apie 8 % įvykių susiję su ypatingais medžio pjovimo atvejais (OSHA, 2017).

Užsienio šalių mokslininkai yra atlikę nemažai tyrimų apie kenksmingus ir ergonominius veiksnius miško darbuose. Darbuotojai dirba su įvairia miško apdorojimo įranga, kuri skleidžia didelį triukšmą. Eksperimentiniai rezultatai (pvz., Fonseca, Aghazdeh, 2015) parodė ilgalaikį triukšmo poveikį miško ruošos darbų operatorių klausai. Asmenys, dirbantys su grandininiais pjūklais, nukentčia dažniausiai. Tyrime buvo vertinimas klausos jautrumas ir klausos praradimas 63 – 8000 Hz oktavinėse dažnių juostose. Nustatyta, kad mažiausios girdimumo ribos buvo 500 Hz, 750 Hz ir 1000 Hz juostose, o klausos blogėjimas pasireiškia vyresniems miško operatoriams apie 40–50 dBA lygiu. Kiti tyrimai parodė (Lacerda ir kt., 2014), kad dirbant ilgą laiką su grandininiais pjūklais esant 85 dBA triukšmui 23,8 % miško operatorių turėjo klausos sutrikimų, kai triukšmas kito nuo 85 iki 89,9 dBA klausos sutrikimų turėjo 5,5 % darbuotojų ir veikiamas triukšmas didesnis nei 90 dBA klausos sutrikimų turėjo 1,1 %, darbuotojų. Borowska ir kt. tyrimai (2012) parodė, kad miško operatorių, kurių darbo stažas yra nuo 2 iki 20 metų, apie pusė jau turi kraujagyslių ar neurologinių sveikatos sutrikimų. Tikėtina, kad juos sukelia veikianti vibracija ir

triukšmas. Išmatuota, kad grandininis pjūklų 8 valandų ekvivalentinis vibracijos lygis buvo  $4,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , o 8 valandų ekvivalentinis garso slėgio lygis buvo 99,1 dBA.

Kuo daugiau jėgos reikia eikvoti, dirbant su tam tikrais objektais, tuo stipresnę apkrovą patiria tam tikri kūno raumenys. Kai dirbama rankomis, susitraukia įvairios kaklo, pečių, rankų ir plaštakų raumenų grupės. Tyrimais (Scalise ir kt., 2007) nustatyta, kad darbuotojai dirbdami su grandininiais pjūklais naudoja nuo maždaug 47 N iki 72 N spaudimo jėgas. Dirbant su vibruojančiais įrenginiais tokiu atveju gali padidėti žalingas vibracijos poveikis. Pvz., nustatyta, kad didėjant kontaktinei jėgai tarp vibruojančios darbo priemonės (įrankio) ir rankos piršto nuo 3 N iki 29 N bendroji vibracijos pagreičio vertė ant operatoriaus piršto didėjo nuo  $2,7 \text{ m/s}^2$  iki  $3,7 \text{ m/s}^2$  (Zdanavičiūtė, Butkus, 2014). Grandinio pjūklo vibracijos pagreičio tyrimai parodė (Kraniauskaitė, Vasiliauskas, 2017), kad rankas veikiančio vibracijos pagreičio vertei reikšmingumui įtakos turi darbinė dalių būklė, pjaunant grandininiais pjūklais, kai grandinė atšipusi gali siekti iki  $14,7 \text{ m/s}^2$ , o esant naujai grandinei –  $7,2 \text{ m/s}^2$ .

Darbuotojo darbo pozų vertinimui dažniausiai naudojama REBA (angl. *Rapid Entire Body Assessment*), RULA (angl. *Rapid Upper Limb Assessment*), OWAS (angl. *Ovako Working posture Analysis System*) metodų tyrimai. Italijos mokslininkai Gallo ir Mazzetto (2013) nustatinėjo, kuris metodas yra tikslesnis, vertinant miško darbuose darbo pozas. Jie nustatė, kad REBA vertinimas yra išsamesnis ir tikslesnis.

Kiekvienam darbui energijos sąnaudos priklauso nuo darbo pobūdžio ir jo atlikimo būdo. Esant dideliems krūviams ir darbo tempui žmogaus širdies plakimo dažnis (pulsas) kyla, todėl reikia vertinti ar darbo krūvis neviršija jo galimybių. Miško darbuose naudojamos techninės priemonės, kurios lengvina miško ruošos darbus. Darbo metu galima naudoti moto rankines, dalinai ir visiškai mechanizuotas technologijas. Analizė rodo, kad dauguma miško darbuotojų darbo aplinkos tyrimų susieti su triukšmo ir vibracijos pasireiškimu, jų kenksmingo poveikio analize, tačiau ergonominių darbo procesų tyrimų mažoka.

*Tyrimo tikslas* – atlikti miško darbuotojų darbo pozų (REBA metodu) ir fizinio darbo sunkumo pagal širdies plakimo dažnį ir energijos poreikius vertinimą atliekant įvairius miškininkystės darbus.

## Tyrimų metodika

Tyrimo metu buvo stebimi miško medelyno darbuotojai, kurie atlieka įvairius miško pjovimo, sodinimo, priežiūros ar eglaičių pardavimui reikalingus darbus.

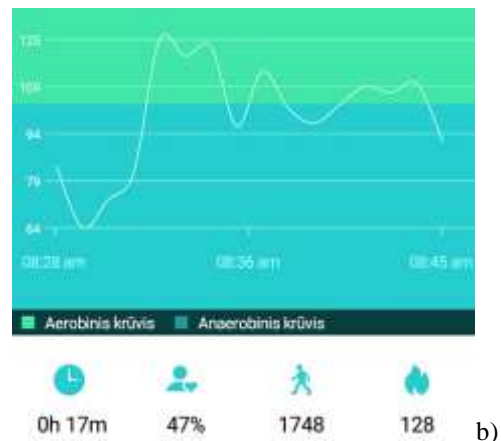
Tiriant darbuotojų darbo pozas buvo taikomas REBA metodas. REBA – metodas įvertina riziką atsirasti su darbu susijusiems raumenų – skeleto pažeidimams, kurie priklauso nuo darbo pozos (Hignett&McAtamney, 2000). Tiriant REBA metodu stebima rankų viršutinės bei apatinės dalies padėtys, riešo padėtis, kaklo, liemens ir kojų padėtys. Šiuo metodu skiriami balai atskiroms kūno dalims įvertinant aktyvumo lygį.

Visos skirtingos kūno dalių padėtys yra suskirstytos į diapazonus pagal atskiras grupes: A, B, C. Grupė A turi iš viso 60 laikysenos kombinacijų. Vertinama liemens, kaklo ir kojų padėtis. Vertinimui naudojami balų sistema iki 9, gavus A rezultatą, pridėjama jėgos-spaudimo balas. B grupė vertina viršutinių ir apatinių rankų, riešo derinius. Iš viso yra iki 36 skirtingų laikysenų. Vertinama iki devynių balų, galutinis rezultatas yra padvigubinamas. C grupę sudaro bendros A ir B grupių laikysenų kombinacijos, kurių gali būti iki 144. Norint gauti galutinį REBA balą, yra sudedami visų grupių balai. REBA balas gali turėti reikšmes nuo 1 iki 15.

Mūsų tyrimo metu visi darbuotojai buvo stebimi kai jie dirbo pagrindinius savo darbus, t.y. vyko medžių iškasimo, nešimo, pjovimo, sodinimo, purškimo, šakų genėjimo darbai. Darbuotojo būdingosios darbo pozos buvo fiksuojamos nuotraukose ir vertinamos pagal REBA metodą tam tikru balu. Kai galutinis balas yra 1 arba 2, tai darbo poza yra priimtina (išskyrus atvejus, kai tokia kūno padėtis nuolat turi būti palaikoma arba kartojasi dažnai). Jeigu galutinis balas 3 arba 4, tai tolimesnio detalesnio tyrimo ir, galbūt, pakeitimų reikalaujanti situacija. Jeigu galutinis balas yra 5 arba 6, tai rodo, kad būtina reikia padaryti tam tikrus pakeitimus. Jeigu galutinis balas yra 7 ar didesnis, tai tokiu atveju būtini neatidėliotini pakeitimai (Ergoplus).

Vertinant fizinio darbo sunkumą pagal širdies susitraukimų dažnį ir energijos poreikius buvo matuojamas darbuotojų širdies plakimo dažnis (pulsas) darbo metu. Pulsui ir energijos sąnaudoms matuoti buvo naudotas elektroninis pulso matuoklis-laikrodis ASUS ir jo programinė įranga *HiVivo* (Pulso tyrimas). Šiame tyrime buvo matuojami miško darbuotojų tam tikri duomenys (pulsas, žingsnių skaičius, bėgimo ar ėjimo greitis, sunaudotų kalorijų skaičius).

Pulsometras ASUS dedamas ant riešo, kuris galinėje dalyje turi įmontuotus optinius jutiklius. Optiniai jutikliai identifikuoja širdies darbą ir pulso duomenis pateikia ekrane (Pulso tyrimas) bei perkeliama į nešiojamąjį kompiuterį ar išmanųjį telefoną, naudojant specialią programą (pvz., šiame tyrime *HiVivo*). Duomenų apdorojimo ir susisteminimo pavyzdys pateikiamas 1 pav.



1 pav. ASUS įrangos matavimo rodmenų pavyzdžiai  
Fig. 1. Examples of ASUS measurement data readings

ASUS ir *HiVivo* įranga pateikia 4 pagrindinius rodiklius: žmogaus aktyviąją dienos dalį („laimės indeksą“), nueitus žingsnius, vidutinį širdies plakimo dažnį (pulsą) ir sunaudotas kalorijas (1a pav.). Žingsnių, pulso ir energijos sąnaudų rodiklių kitimas gali būti pateikiamas ir išsklotinės forma (kas 15 minučių). Matavimo sistema turi ir detalaus pulso pokyčių tyrimo programą, kurios metu gali matyti pulso kitimą visu tiriamuoju periodu (1b pav.). Šio tyrimo metu buvo taikomos visos įrangos galimybės.

Šio tyrimų visi darbų atvejai buvo kartoti su keliais asmenimis (nuo 2 iki 4) ne mažiau kaip tris kartus, o galutiniame rezultate naudojamas aritmetinis rezultatų vidurkis.

## Rezultatai ir aptarimas

Vertinant tiriamųjų darbo pozas, atliekant medelių sodinimo, nešimo, medžių pjovimo ir kitus darbus, vidutiniškai darbuotojas dirba nuo 7 iki 9 skirtingų pozų tame pat darbe, tačiau apibendrintuose tyrimų rezultatuose pateikiama tik ta darbo poza, kuri daugiausia gali susidaryti kenksmingas pasekmes. Darbuotojų darbo pozų ištirtuose darbuose vertinimo rezultatai pateikiami 1 lentelėje.

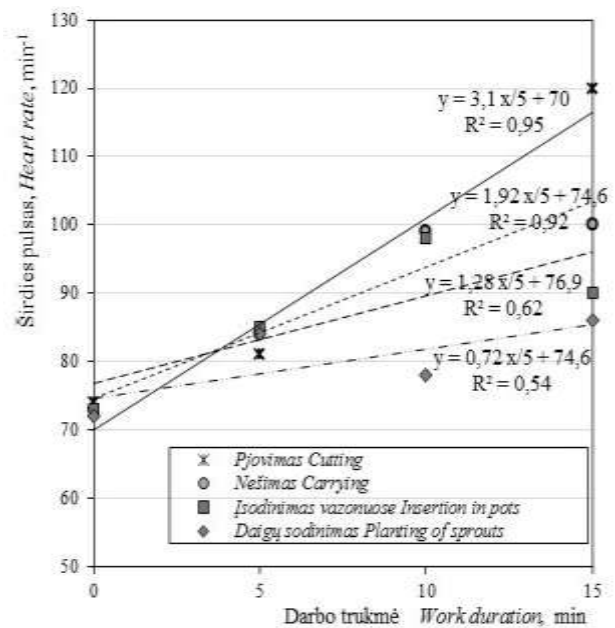
1 lentelė. Darbuotojų darbo pozų vertinimo rezultatai  
Table 1. Results of worker posture evaluation

	Kūno dalys Body parts						
	Kaklas Neck	Liemuo Trunk	Kojos Legs	Viršutinė rankų dalis Upper arm	Apatinė rankų dalis Lower arm	Riešas Wrist	REBA rezultatas REBA scoring
DARBAS WORK	Vertinimo balai Rating scores						
Medžių pjovimas Tree cutting	2	3	1	2	1	3	6
vertimas take down	2	3	1	2	1	1	5
Daigų sodinimas Planting of sprouts	2	2	2	1	1	1	5
Įsodinimas vazonuose Insertion in pots	1	2	1	2	1	2	5
Nešimas Carrying	1	2	1	2	2	2	8

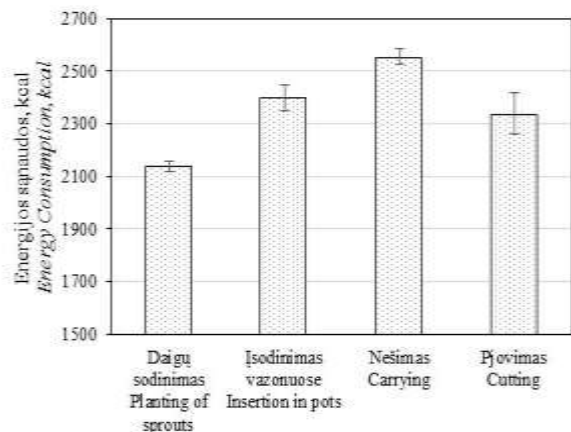
Kaip matyti iš pateiktos 1 lentelės duomenų, netaisyklingiausiai atliekami eglutės nešimo darbai, kurie vertinami 8 balais. Medelių sodinimo, įsodinimo ir vertimo darbai vertinami 5 balais, o pjovimo darbų - 6 balai. Darbo pozas būtina detaliau ištirti ir reikia padaryti pakeitimus.

Kuo sunkesnę fizikinę darbą dirba darbuotojai tuo daugiau jo raumenims reikia deguonies, tuo širdis dirba intensyviau. Fizinis raumenų darbas reikalauja ir daugiau energijos. Ramybės būklėje normalus žmogaus pulsas yra 60 – 70 tvinksnų per minutę. Fiksuojant pulso pokyčius 15 minučių darbo trukmės periodu nustatyta, kad nešant krovinius (tyrimo metu eglų medelius įsodinimui) darbuotojų pulsas vidutiniškai padidėjo iki 100, o medžių pjovimo darbuose iki 120 tvinksnų per minutę (2 pav.). Pagal Tarptautinės darbo organizacijos rekomendacijas (Baublys, Jankauskas, 2003) šiuos darbus galima priskirti vidutinio sunkumo darbams (kai pulsas 100–130 tvinksnų per minutę). Sodinant medelių daigus 15 minučių, darbuotojų pulsas vidutiniškai svyruoja nuo didėja iki 86 tvinksnų per minutę, o įsodinant eglaites į vazonus – 98 kartų per minutę. Kai pulsas darbo metu pasiekia tik iki 100 kartų per minutę toks darbas vertinamas kaip lengvas.

Dirbant skirtingus darbus energijos sunaudojama skirtingai, o fiziniam aktyvumui panaudota energija išreiškiama kilokalorijomis (Janonienė, Sobutienė, Valintėlienė 2014). Miško darbuotojų vidutinių energijos sąnaudų per 5-6 val. darbo laiką tyrimo rezultatai, atliekant įvairius darbus, pateikiami 3 pav. Miško darbuotojų sunaudojamas energijos kiekis mažiausias sodinant medelius (apie 2140 kcal).



2 pav. Darbuotojų pulsas atliekant įvairius darbus  
Fig. 2. Heart rate of employees in various work



3 pav. Darbuotojų vidutinės energijos sąnaudos atliekant įvairius darbus  
Fig. 3. The average energy consumption of employees in various works

Atliekant eglaičių įsodinimo į vazonus darbą, energijos poreikis siekia apie 2400 kcal, pjaunant medžius apie 2340 kcal, o didžiausi energijos poreikiai nustatyti nešant krovinius – 2555 kcal. Galima teigti, kad šie darbai pagal energijos sąnaudas atitinka vidutinio fizinio sunkumo darbus (Baublys, Jankauskas 2003).

Norint pagerinti ergonomines darbuotojų darbo sąlygas darbo vietoje, reikėtų keisti darbo pozas ir pasilenkimo kampus, reikėtų kiek įmanoma mechanizuoti darbo procesus, naudojant krovimą ar krovinių perkėlimą lengvinančias ar nepatogias pozas keičiančias technines priemones, mažinti nešimo atstumus, mechanizuoti darbo įrankius: naudoti medelių kasamąją, sodinamąją, medkirtes. Fizinio darbo metu mažinti darbo krūvį ir širdies apkrovą, darant ilgesnes apie 15min. pertraukas.

## Išvados

1. Darbo pozų vertinimo metu nustatyta, kad miško darbuotojams sunkiausi ir kenksmingiausi yra krovinių nešimo darbai, nes nustatytas REBA balas yra 8 ir rizika per didelė. Medžių pjovimo darbe gauta 6, sodinimo, įsodinimo ir vertimo darbuose – 5 balai, jau reikalaujantys taip pat tam tikrų darbo pozų pakeitimų.

2. Didžiausių energijos sąnaudų reikalauja medelių nešimas, įsodinimas į vazonus ir medžių pjovimas: nuo 2340 kcal iki 2555 kcal. Šių darbų metu vidutiniškai širdies plakimo dažnis buvo, atitinkamai, nuo 98 ir 120 kartų per minutę, o tokie darbai priskirtini vidutinio sunkumo kategorijai.

3. Gerinant miško darbuotojo darbo pozas ir mažinant fizinio darbo apkrovą reikėtų kiek įmanoma mechanizuoti darbo procesus, naudojant krovimą ar krovinių perkėlimą lengvinančias ar nepatogias pozas keičiančias technines priemones.

## Literatūra

1. BAUBLYS, J; JANKAUSKAS, P. Darbų saugos organizavimas ir ergonomikos pagrindai, mokomoji knyga – Vilnius, 2003, 126 p
2. Europos saugos ir sveikatos darbe agentūra. Su darbu susijusių jungiamojo audinio ir skeleto raumenų sistemos ligų prevencija. <[https://osha.europa.eu/lt/publications/factsheets/lt\\_04.pdf](https://osha.europa.eu/lt/publications/factsheets/lt_04.pdf)> (2018 02 01)
3. FONSECA A, AGHAZADEH F ir kt. Effect of noise emitted by forestry equipment on workers' hearing capacity// International Journal of Industrial Ergonomics (2015)

4. GALLO, R.; MAZZETTO, F. Ergonomic analysis for the assessment of the risk of work-related musculoskeletal disorder in forestry operations// Journal of Agricultural Engineering 2013; volume XLIV(s2):e147
5. HIGNETT, S.; MCAATAMNEY L. 2000. Rapid entire body assessment (REBA)//Applied Ergonomics 31 (2000) . P 201-205
6. JANONIENĖ, R.; SOBUTIENĖ, A.; VALINTĖLIENĖ, R. Fizinio aktyvumo matavimo metodai// „Visuomenės sveikata“, 2014. <[http://www.hi.lt/uploads/pdf/visuomenes%20sveikata/2014.3\(66\)/V\\_S%202014%203\(66\)%20LIT%20A%20Fizinis%20aktyvumas.pdf](http://www.hi.lt/uploads/pdf/visuomenes%20sveikata/2014.3(66)/V_S%202014%203(66)%20LIT%20A%20Fizinis%20aktyvumas.pdf)> (2018 02 01)
7. KRANIAUSKAITĖ E., VASILIAUSKAS G. Rankinių mašinų darbinį dalių dėvėjimosi įtaka rankas veikiančiai vibracijai // Žmogaus ir gamtos sauga. – 2017. P. 31–34
8. LACERDA A., QUINTILIANO J ir kt. Hearing Profile of Brazilian Forestry Workers' Noise Exposure. Int Arch Otorhinolaryngol. 2015 Jan; 19(1): 22–29.
9. MALINOWSKA-BOROWSKA J, SOCHOLIK V, HARAZIN B. The health condition of forest workers exposed to noise and vibration produced by chain saws. Med Pr. 2012;63(1):19-29.
10. REBA: A Step-by-Step Guide.< <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA-A-Step-by-Step-Guide.pdf>>(2018 02 01)
11. Tavo sveikata. Pulso tyrimas. < <https://tavosveikata.info/2016/02/pulso-tyrimas/>>(2018 02 05)
12. SCALISE L, CONCETTONI E, DEBOLI R, CALVO A, RAPISARDA V. Simultaneous measurement of acceleration, grip and push force on chain saw for forestry: correlation with hemodynamic parameters// 11<sup>th</sup> International Conference on Hand-Arm Vibration. 2007. p. 465–72.
13. ZDANAVIČIŪTĖ G., BUTKUS R. Per rankas veikiančios vibracijos perdavimo priklausomybė nuo rankos ir darbo priemonės sąlyčio jėgų // Žmogaus ir gamtos sauga 2014: 20-osios tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga = Human and nature safety 2014 : proceedings of the 20th international scientific-practice conference / Aleksandro Stulginskio universitetas, Vytauto Didžiojo universitetas, Lietuvos mokslų akademija. Akademija, 2014. ISSN 1822-1823. D. 1, p. 12-15.

Kristina Navickaitė, Ričardas Butkus

## Research of forest workers ergonomic factors

### Summary

The research investigate about forest worker's work postures, physical labor intensity and energy consumption. Authors evaluates with the REBA method the different work postures of forest workers during various work operations (tree cutting and take down, load carrying, planting of sprouts , insertion in pots). The physical labor intensity was determined by measuring with ASUS system the frequency of heartbeat and energy consumption in different works. It has been determined that the most intensity and harmful work is load carrying.

*Forest worker, work posture, REBA method, work intensity, heartbeat, energy consumption*

*Gauta 2018 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2018 m. balandžio mėn.*

**Kristina NAVICKAITĖ.** Aleksandro Stulginskio universitetas, Žemės ūkio inžinerijos fakultetas, Žemės ūkio inžinerijos ir vadybos studijų programos magistrantė. El. paštas: [kristinanavickaite00@gmail.com](mailto:kristinanavickaite00@gmail.com)

**Ričardas BUTKUS** doc. dr., Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. +370 37 752244 El.paštas: [ricardas.butkus@asu.lt](mailto:ricardas.butkus@asu.lt)

**Kristina NAVICKAITĖ.** Master student at the Faculty of Agricultural Engineering of Aleksandras Stulginskis University. Email: [kristinanavickaite00@gmail.com](mailto:kristinanavickaite00@gmail.com)

**Ričardas BUTKUS**, ass.prof., dr., Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Agricultural Engineering, Institute of Agricultural Engineering and Safety, Address: Studentu str. 15, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Phone: +370 37 752244, e-mail: [ricardas.butkus@asu.lt](mailto:ricardas.butkus@asu.lt)