ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS
ŽEMĖS ŪKIO INŽINERIJOS FAKULTETAS
Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas

Lina Saldukaitė

TRIUKŠMO EKSPOZICIJOS TYRIMAS ATLIEKANT ĮVAIRIUS ŪKIO DARBUS

Magistrantūros studijų baigiamasis darbas

Studijų sritis: Technologijos mokslai
Studijų kryptis: Bendroji inžinerija
Studijų programa: Žemės ūkio inžinerija ir vadyba

Akademija, 2017

Magistrantūros baigiamųjų darbų ir egzaminų vertinimo komisija:
(Patvirtinta Rektoriaus 2017-05-03 įsakymu Nr. 133-PA)

Pirmininkas: Doc. dr. Gintas Viselga, Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Mechanikos fakulteto prodekanas.

Nariai:

1. Doc. dr. Rasa Čingienė, Aleksandro Stulginskio universitetas, Žemės ūkio inžinerijos fakulteto dekanas, Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas.
2. Doc. dr. Ričardas Butkus, Aleksandro Stulginskio universitetas, Žemės ūkio inžinerijos fakultetas, Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas.
3. Prof. dr. Rolandas Bleizgys, Aleksandro Stulginskio universitetas, Žemės ūkio inžinerijos fakultetas, Energetikos ir biotechnologijų inžinerijos institutas.
4. UAB „Dotnuvos projektai“ technikos skyriaus vadybininkas Gintaras Sprindžiūnas, socialinis partneris.

Mokslinis vadovas: Doc. dr. Gediminas Vasiliauskas, Aleksandro Stulginskio universitetas, Žemės ūkio inžinerijos fakultetas, Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas.

Recenzentas: Doc. dr. Rasa Čingienė, Aleksandro Stulginskio universitetas, Žemės ūkio inžinerijos fakultetas, Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas.

Instituto direktorius: Prof. dr. Dainius STEPONAVIČIUS, Aleksandro Stulginskio universitetas, Žemės ūkio inžinerijos fakultetas, Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas.

Oponentas: Doc. dr. Raimondas Kreivaitis, Aleksandro Stulginskio universitetas, Jėgos ir transporto mašinų inžinerijos institutas.

ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS
ŽEMĖS ŪKIO INŽINERIJOS FAKULTETAS
ŽEMĖS ŪKIO INŽINERIJOS IR SAUGOS INSTITUTAS
Magistrantūros studijų baigiamasis darbas
TRIUKŠMO EKSPOZICIJOS TYRIMAS ATLIEKANT ĮVAIRIUS ŪKIO DARBUS
Autorius: Lina Saldukaitė
Vadovas: Gediminas Vasiliauskas
Kalba – lietuvių
Darbo apimtis – 56 p.
Lentelių skaičius –8
Paveikslų skaičius – 17
Naudota informacijos šaltinių – 51
Priedų skaičius – 1

Santrauka

Triukšmas darbo vietose yra vienas pagrindinių žmogaus sveikatai pavojų keliančių veiksnių, o žemės ūkyje šios problemos mastas ypač ryškus dėl labai įvairios ir dažnai triukšmingos įrangos bei ilgesnės nei įprasta 8 valandų darbo pamainos trukmės. Su triukšmo poveikiu, dėl dažnai nepakankamų saugos priemonių, dažniausiai susiduria smulkių ūkių darbuotojai. Dažniausiai, dėl žinių trūkumo darbų saugos ir sveikatos klausimais, dauguma darbuotojų nesuvokia galimos triukšmo žalos, o su triukšmu susijusios rizikos mažinimas taip pat yra susijęs su numanomomis išlaidomis šioms problemoms spręsti. Šiame darbe nagrinėjami įvairių tokiuose ūkiuose atliekamų darbų triukšmo lygiai bei šių darbuotojų triukšmo ekspozicijos skaičiavimų bei triukšmo dozės matavimų duomenys. Nustatyta, jog tokiuose ūkiuose darbuotojų gauta triukšmo ekspozicija $L_{EX,8h}$ visada didesnė nei apatinė vertė veiksmams pradėti (80 dB(A)), o darbo dienai esant ilgesnei nei 8 valandos – $L_{EX,8h}$>87 dB(A). Išmatuoti triukšmo lygiai dirbant su motoriniu pjūklu gali siekti iki 108 dB(A), su kampiniu šlifuokliu apdorojant metalo ruošinius apie 100 dB(A), o dirbant su rytų šalių gamybos traktoriais dažnai triukšmo lygis didesnis nei 85 dB(A). Tokių įrenginių skleidžiamo triukšmo poveikiui mažinti būtina taikyti technines, organizacines ar asmenines apsaugines priemones.

Reikšminiai žodžiai: triukšmas, triukšmo ekspozicija, triukšmo dozė, ūkio darbai, žemės ūkis.

ALEKSANDRAS STULGINSKIS UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING AND SAFETY
Master thesis
RESEARCH ON NOISE EXPOSURE OF VARIOUS FARM OPERATIONS
Author: Lina Saldukaitė
Supervisor: Gediminas Vasiliauskas
Language – Lithuanian
No. of pages – 56
Tables – 8
Pictures – 17
Information sources – 51
Annexes – 1

Summary

Occupational noise in the workplaces is one of the main human health risk factors, and the agriculture is one of the most risky sectors of economic activity especially due to the very diverse and often noisy equipment and longer than the usual 8-hour work shifts. The workers of small farms usually face the occupational noise problems, which are mainly caused by insufficient health and safety culture and relatively high costs of the implementation of the noise reducing means. As high noise exposure is mostly faced by small farm workers, the graduation thesis specifically focuses on variety of works such farm noise levels and the measurement results and calculations of worker exposure to noise dose. Noise exposure calculations are based on the individual noise measurement of variety of different operations: assessment of the operation duration and the data of noise dosimetry, collected in the workplaces. The research findings suggest that an 8-hour noise exposure $L_{EX,8h}$ is always greater than lower value exposure for starting the operation (80 dB(A)), and $L_{EX,8h}$>87 dB(A) is higher when the work-shift duration is greater than 8 hours.The data show that the noise level can reach108 dB(A) when working with a chainsaw, using angle grinders – 100 dB(A) and operating the old, CIS made tractors, the noise level can reach 85 dB(A). Noise of such equipment and tools should be reduced by using any of technical, organisational or personal protective solutions.

Keywords: noise, noise exposure, noise dose, farm works, agriculture.

TURINYS

TURINYS 5
SIMBOLIŲ AIŠKINAMASIS ŽODYNAS 6
ĮVADAS 7
1. INFORMACIJOS ŠALTINIŲ ANALIZĖ 8
1.1. Triukšmo paplitimo darbo vietose mastas ir ryšys su darbuotojų saugos ir sveikatos būkle 8
1.2. Pagrindiniai triukšmo parametrai ir matavimuose naudojami rodikliai. Triukšmo vertinimo darbo vietose nuostatos 12
1.3. Triukšmo poveikis sveikatai 15
1.4. Triukšmo mažinimo būdai ir priemonės 19
1.5. Pagrindiniai triukšmo šaltiniai žemės ūkyje 24
1.6. Informacijos šaltinių apžvalgos apibendrinimas 27
2. TYRIMŲ TIKSLAS IR UŽDAVINIAI 29
3. TYRIMŲ METODIKA 30
3.1. Tyrimo objekto aprašymas 30
3.2. Triukšmo darbo vietose vertinimo metodika, darbuotoją veikiančio triukšmo vertinimas 31
3.3 Triukšmo matavimo įranga ir triukšmo ekspozicijos vertinimo neapibrėžties šaltiniai, matavimo rezultatų patikimumo vertinimas 35
4. TYRIMŲ REZULTATAI 39
4.1 Triukšmo dozės matavimų rezultatai 39
4.2 Įvairių žemės ūkio darbų triukšmo ekspozicijos matavimų rezultatai 41
4.3 Rekomendacijos triukšmo ekspozicijai mažinti, atliekant įvairius ūkio darbus 47
4.4 Rezultatų apibendrinimas 49
IŠVADOS 51
INFORMACIJOS ŠALTINIAI 52
MOKSLINIO DARBO APROBACIJA 56

SIMBOLIŲ AIŠKINAMASIS ŽODYNAS

$L_{A,eq}$	-	dB(A)	-	A svertinis garso slėgio lygis
$L_{A,max}$	-	dB(A)	-	didžiausias A svertinis garso slėgio lygis
L_p	-	dB	-	garso slėgio lygis
$L_{p,A}$	-	dB(A)	-	A- svertinis garso slėgio lygis
$L_{p,C}$	-	dB(C)	-	C- svertinis garso slėgio lygis
n	-	vnt.	-	matavimų skaičius
p	-	Pa	-	faktinis garso slėgis
SEL	-	dB(A)	-	triukšmo ekspozicijos lygis
T	-	s	-	laikas
L_p	-	dB	-	garso slėgio lygis
p	-	μPa	-	garso slėgis
P_0	-	μPa	-	mažiausias girdimas garso slėgis
$L_{Aeq,Te}$	-	dB(A)	-	bendroji ekvivalentinio nuolatinio A svertinio garso slėgio lygio vertė per laikotarpį, kurio metu vertintas (matuotas) triukšmas veikiantis žmogų
T_0	-	h	-	standartizuota darbo dienos trukmė, lygi 8 valandoms.
i	-	vnt	-	Laikotarpių skaičius
C_1, C_2, C_n	-	s	-	laikas, kurį veikė tam tikras triukšmo lygis, sekundėmis
T_1, T_2, T_n	-	s	-	laikas, kurį galima būti veikiamam tam tikro triukšmo lygio, sekundėmis

ĮVADAS

Triukšmas darbo vietose yra vienas pagrindinių žmogaus sveikatai pavojų keliančių veiksnių, o žemės ūkyje šios problemos mastas ryškus dėl labai įvairios ir dažnai triukšmingos įrangos bei ilgesnės nei įprasta 8 valandų darbo pamainos trukmės. Tai aiškiai rodo didesnę šio sektoriaus darbuotojų patiriamą riziką netekti klausos, o remiantis mokslinių tyrimų rezultatais galima teigti, jog vidutinis šeimos ūkį turinčių asmenų klausos praradimas ūkyje dirbant 30 metų gali būti nuo 10 iki 20 dB(A). Šie duomenys gali būti papildyti ir Lietuvos Valstybinės darbo inspekcijos (VDI) duomenimis, iš kurių matoma, jog klausos ligos (17 %) pagal dažnumą yra dažniausiai pasitaikančios, kartu su jungiamojo audinio ir skeleto raumenų ligomis (64 %). Daugeliu atvejų tokia statistika susijusi su žemės ūkyje atliekamų darbų specifika, t. y. triukšmo ekspoziciją darbuotojai gauna veikiant dideliam skaičiui įvairių įrenginių ir dirbant skirtingus darbus, dažnai ne visada tiesiogiai susijusius su tiesiogine žemės ūkio gamyba.

Tyrimų apie kompleksinį triukšmo ekspozicijos vertinimą Lietuvoje nedaug, išskyrus tai, jog dažniausiai analizuojami tik tam tikri atskiri darbai (pavyzdžiui traktorininkų, kombainininkų ar panašios darbo vietos), o užsienyje atliktų tyrimų rezultatai dažnai neatitinka situacijos esančios Lietuvos ūkiuose dėl skirtingo techninio lygio (ypač smulkiuose ūkiuose). Tai aiškiai rodo poreikį sukaupti triukšmo matavimų duomenis atliekant įvairias žemės ūkio darbuotojams įprastas veiklas ir įvertinti šių darbuotojų patiriamą triukšmo riziką. Kadangi triukšmo vertinimas darbo vietose dažnai atliekamas taikant atskirų darbų triukšmo lygio ir jų trukmės ekspozicijos skaičiavimą, tikėtina, jog tikroji žemės ūkio darbuotojų triukšmo ekspozicija yra didesnė, nes vertinami ne visi, tačiau tik tiesiogiai su pareigybe susiję darbai. Dėl šių priežasčių kyla pagrįstų abejonių dėl rizikos vertinimo metu pateikiamų duomenų objektyvumo ir tikrosios, su triukšmu susijusios rizikos, vertinimo ūkiuose.

Žemės ūkio sektorius, darbuotojus veikiančio triukšmo požiūriu, yra viena pavojingiausių veiklos sričių, nes dirbama su labai įvairia įranga, kartais nesilaikant darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų, kas ilgainiui sąlygoja dėl triukšmo poveikio sveikatai kylančias problemas. Tai aiškiai rodo prastesnę tokių žmonių gyvenimo kokybę bei tai, jog reikia spręsti problemas, susijusias tiek su triukšmo matavimais, tiek su šių matavimų rezultatų sklaida bei prevencinių priemonių taikymu.

Darbe atliekami eksperimentiniai atskirų darbų triukšmo lygio bei triukšmo dozės, matavimai, kurių rezultatai gali turėti ir didelę praktinę reikšmę. Sukaupus tokius duomenis atsirastų pagrindas efektyviau valdyti dėl triukšmo poveikio kylančią riziką darbo vietose, išsaugoti dirbančiųjų sveikatą ir išvengti profesinių ligų.

1. INFORMACIJOS ŠALTINIŲ ANALIZĖ

1.1. Triukšmo paplitimo darbo vietose mastas ir ryšys su darbuotojų saugos ir sveikatos būkle

Vienas iš pagrindinių rizikos veiksnių, kuris vyrauja kiekvieno darbuotojo darbe yra triukšmas. Dėl nuolat augančio triukšmo šaltinių skaičiaus ir didėjančių visuomenės poreikių gyvenimo kokybei, pastaruoju metu, triukšmo problematika ypač aktuali. Todėl yra svarbu suvokti akustinio triukšmo fizikinę prasmę ir pagrindinius jo poveikį nusakančius rodiklius, o taip pat suprasti, kokią svarbą darbuotojų darbingumo užtikrinimui turi tinkamai valdomas triukšmas darbo vietose.

Visuotinai pripažinta, kad žemės ūkis yra viena pavojingiausių ekonominės veiklos rūšių. Žemės ūkio darbuotojai dažnai veikiami keleto žalingų veiksnių vienu metu, tokių kaip triukšmas, vibracija, dulkėtumas, cheminiai bei biologiniai veiksniai. Nustatyta, kad daugiau nei 40 procentų Europos Sąjungos žemės ūkio darbuotojų darbe jaučiasi nesaugūs dėl juos supančių rizikos veiksnių darbo metu (Rautiainen, 2011). Remiantis tyrimų duomenimis, daugiau nei 60 milijonų Europos darbuotojų yra veikiami per didelio triukšmo ilgiau nei ketvirtadalį savo darbo laiko, o tai vyksta ne tik sunkiosios pramonės šakose, bet ir paslaugų sektoriuje dirbantiems žmonėms. Analizuojant triukšmo problemą žemės ūkio darbuotojų atžvilgiu, nustatyta, kad daugiau nei 20 procentų Europos Sąjungos žemės ūkio darbuotojų kenčia nuo triukšmo poveikio darbe (Rautiainen, 2011).

Lietuvos Respublikos Darbo Kodekse teigiama, kad kiekvienas žmogus turi teisę į tinkamas, saugias ir sveikas darbo sąlygas. Nors įstatymai ir darbo sutartys įpareigoja darbdavius sukurti tokią darbo aplinką, kuri būtų nekenksminga darbuotojui, tačiau labai dažnai šie nuostatai neįgyvendinami, o darbuotojo aplinkoje veikia žalingi veiksniai, kurie ilgainiui gali sukelti rimtų sveikatos problemų ir tapti profesinių ligų atsiradimo pagrindu. Taip pat, dėl nepageidaujamo triukšmo poveikio išauga nelaimingų atsitikimų darbe tikimybė, todėl labai svarbu kontroliuoti triukšmą ir apsaugoti darbuotojus nuo žalingo jo poveikio (Rimovskis ir kt., 2005).

Siekiant išsiaiškinti triukšmo poveikio mastą, analizuota profesinių ligų statistika, kuri pateikiama 1.1 lentelėje. 2006-2012 metais, žemės ūkio darbuotojams nustatytas profesines ligas sukėlė tokie profesinės rizikos veiksniai: cheminiai (0,3 %), fizikiniai (79,2 %), biologiniai (0,1 %), biomechaniniai (ergonominiai) (20,3 %) ir pramoniniai (0,1 %). Dažniausias profesinės rizikos veiksnys (priklausantis fizikiniams) – mechaniniai virpesiai (59,7 %).

1.1 lentelė. 2006–2012 m. Žemės ūkio darbuotojams užregistruotų profesinių ligų struktūra (Lietuvos …, 2014)

Profesinių ligų pasiskirstymas pagal tarptautinę ligų klasifikaciją	Atvejų skaičius	
	Nustatytų ligų skaičius	Procentinė išraiška
Jungiamojo audinio, bei skeleto ir raumenų ligos	499	48,9
Nervų sistemos ligos	316	31,0
Ausies ligos	199	19,5
Kvėpavimo sistemos ligos	2	0,2
Akies ir jų priedinių organų ligos	1	0,1
Kraujotakos sistemos ligos	1	0,1
Odos ir poodžio ligos	1	0,1
Infekcinės ir parazitinės ligos	1	0,1
Iš viso:	**1020**	**100**

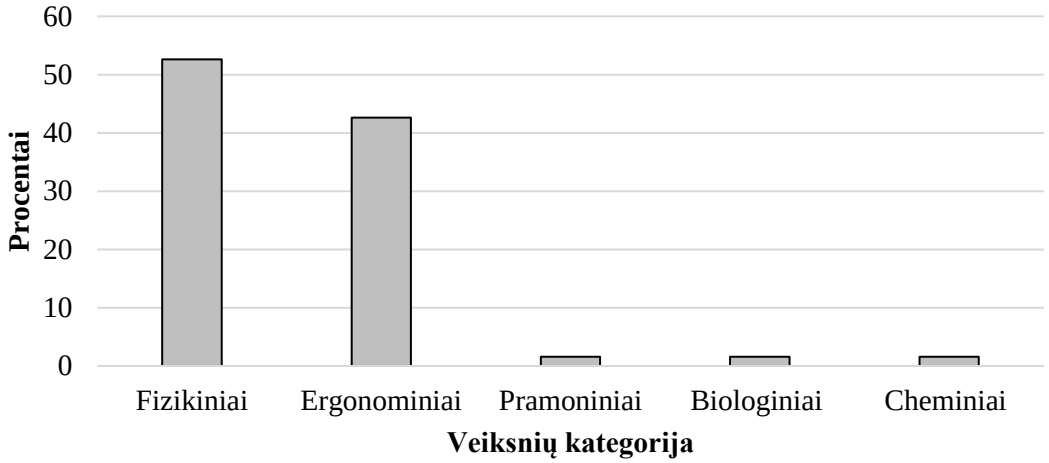
Analizuojant 1.1 lentelėje pateiktas profesines ligas, kurios buvo užregistruotos žemės ūkio darbuotojams per 2006-2012 metus, nustatyta, kad ausies ligos yra trečioje vietoje pagal profesinių ligų nustatymo dažnumą ir sudaro 19,5 procento visų profesinių ligų, kuriomis serga žemės ūkio darbuotojai Lietuvoje. Lyginant skirtingas darbo sritis ir darbuotojams tenkančias darbo sąlygas, teigiama, kad ūkininkavimas – dažniausia profesija, kurios atstovams kyla didžiausia klausos pablogėjimo rizika, nes dirbant paprastai nenaudojamos klausos apsaugos priemonės (Sliwinska-Kowalska ir Davis, 2012).

Remiantis valstybinės darbo inspekcijos registro duomenimis, per 2015 metus Lietuvoje užregistruotos 437 profesinės ligos (toliau - PL). Pagal ekonomines veiklos rūšis, daugiausia profesinių ligų 2015 metais, diagnozuota apdirbamojoje gamyboje – 32 proc. (140 PL), statybose – 24 proc. (105 PL), transporte - 16 proc. (70 PL), žemės ūkyje ir miškininkystėje – 10,1 proc. (44 PL). Šiose keturiose ekonominėse veiklose 2008–2015 metų laikotarpiu buvo nustatoma vidutiniškai 80,1 proc. visų profesinių ligų. Būtent toks profesinių ligų pasiskirstymas parodo, kad šiose ekonominės veiklos rūšyse darbo aplinka ir darbo sąlygos yra pavojingiausios darbuotojų sveikatai bei gyvybei.

Analizuojant darbo inspekcijos duomenis, akivaizdu, jog „pirmaujančiuose“ šiuo požiūriu sektoriuose reikia spręsti problemas dėl apsaugos nuo triukšmo priemonių taikymo, darbuotojų mokymo ir jų sąmoningumo, naudoti asmenines apsaugos priemones, didinimo.

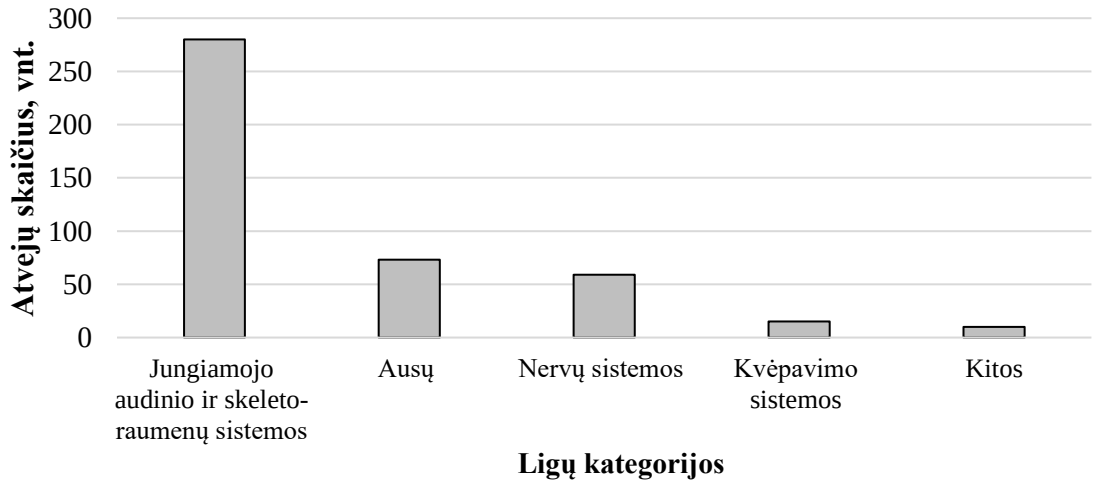
Darbo aplinkoje pasitaiko cheminių, fizikinių, mechaninių, biologinių ir psichosocialinių veiksnių, kurie yra laikomi kenksmingais darbo aplinkoje veikiančiais veiksniais. Daugiausia profesinių ligų 2015 m. lėmė fizikiniai veiksniai (triukšmas ir vibracija). Analizuojant valstybinės darbo inspekcijos duomenis, profesinių ligų pasiskirstyme pagal veiksnius

daugiausia profesinių ligų lėmė fizikiniai veiksniai, kurie sudarė 52,6 procentus (arba 230 atvejus) profesinių ligų, ergonominiai veiksniai 2015 metais lėmė 42,6 procentus, arba 186 profesines ligas (1.1 pav).



1.1 pav. Profesinių ligų pasiskirstymas pagal veiksnius (VDI ataskaita, 2015)

2008-2015 metų laikotarpyje 2,7 karto sumažėjo fizikinių veiksnių sukeltų profesinių ligų (nuo 754 PL iki 230 PL). Tokia tendencija sąlygota kryptingai gerinant darbo įrenginių parametrus (keičiant įrenginius ar mažinant naudojamų įrenginių triukšmo ir vibracijos įverčių reikšmes), užtikrinant atitinkamų asmeninių apsaugos priemonių naudojimą.



1.2 pav. Profesinių ligų pasiskirstymas pagal priežastis (VDI ataskaita, 2015)

Pagal veikiamą sritį, dažniausiai pasitaikančios yra jungiamojo audinio ir skeleto raumenų sistemos ligos, kurios sudarė 64,1 procento visų nustatytų ligų (280 atvejai). 2015 metais ausų

ligos sudarė 16,7 procento visų nustatytų profesinių ligų (1.2 pav.). Atsižvelgiant į šią statistiką, galima daryti išvadą, jog triukšmas yra paplitęs darbo vietose ir tiesiogiai susijęs su darbuotojų sveikatos būkle.

Triukšmo, kaip rizikos veiksnio, poveikis analizuojamas ne tik Lietuvos, tačiau ir pasauliniu mastu. Apžvelgiant įvairių šaltinių duomenis matoma, jog daugelyje šalių taip pat susiduriama su triukšmo problema darbo vietose. Pavyzdžiui, Didžiosios Britanijos žemės ūkio sektoriuje 2013 metais, buvo nustatyta 120 atvejų, kai klausos netekimą įtakojo triukšmas. 2003 metais buvo užfiksuota 340 susirgimų susijusių su triukšmu, 2012 ženkliai mažiau, tik 125 atvejai. Per paskutiniuosius 11 metų, Didžiojoje Britanijoje buvo nustatyta 3320 susirgimų, kuriuos lėmė triukšmas. Šioje statistikoje taip pat atskleidžiama tai, kad klausos netekimas moterims buvo diagnozuotas tik 20 atvejų (apie 1 % nuo visų atvejų), vadinasi potencialiai pavojingiausias šis veiksnys yra vyrams dėl atliekamų darbų pobūdžio ir šių darbų trukmės.

Panašius duomenis pateikia ir tyrimų rezultatai atlikti kitose šalyse. Amerikoje, apie 15 procentų amerikiečių, kurių amžius nuo 20 iki 69 metų, turi klausos sutrikimų, išsivysčiusių dėl triukšmo patiriamo darbe (U.S Department …, 2015). Kartojasi panaši situacija kaip ir Didžiojoje Britanijoje – vyrai klausą praranda dažniau, nei moterys. Šios problemos mastams mažinti veikia įvairios informacinės kampanijos, kuriose akcentuojamas žemės ūkio sektoriaus darbų pavojingumas ir apsaugos priemonės (Ehlers ir Graydon, 2011).

2011 metais JAV atlikto didelės imties triukšmo ekspozicijos tyrimo duomenimis nustatyta, jog 18 augalininkystės ūkių triukšmo ekspozicija kito nuo 78,6 iki 99,0 dB(A) ir dažnai viršijo leistinas ribas, o siekiant mažinti ekspozicijos lygį nepakako spręsti vien tik triukšmingiausių darbų problemos, nes viso tyrimo metu (pamainos metu) nebuvo aiškiai išreikšto triukšmo šaltinio (Humann, 2011).

Šie statistiniai duomenys ir iki šiol atliktų tyrimų rezultatai pagrindžia poreikį analizuoti žemės ūkio darbų triukšmo lygius ir vertinti darbuotojų gaunamą triukšmo ekspoziciją, kadangi kol kas nėra surinkta pakankamai duomenų, kurie leistų tiksliai įvertinti triukšmo ekspoziciją, smulkiuose ūkiuose.

1.2. Pagrindiniai triukšmo parametrai ir matavimuose naudojami rodikliai. Triukšmo vertinimo darbo vietose nuostatos

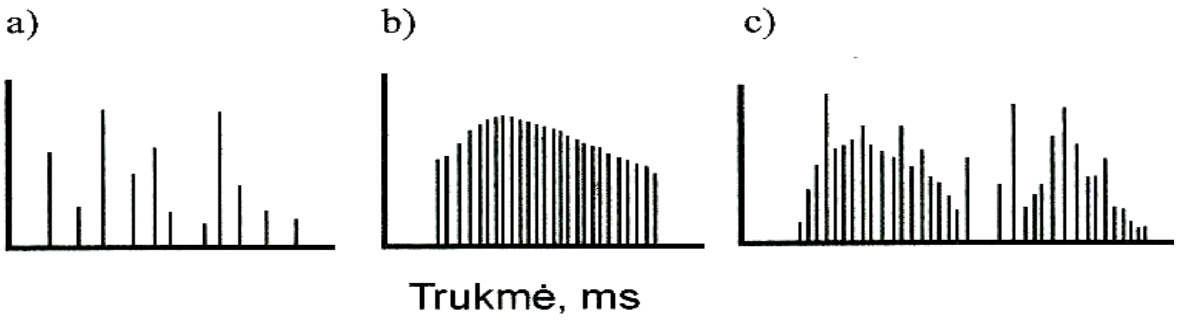
Kaip buvo aptarta 1.1 skyriuje, triukšmas yra viena aktualiausių problemų daugelyje darbo vietų. Norint analizuoti pagrindinius su triukšmu susijusius klausimus, reikia išsiaiškinti pagrindinius triukšmo parametrus, matavimuose naudojamus rodiklius ir poveikio žmogui vertinimo esmines nuostatas.

Bet koks garsas žmogaus ausimis suvokiamas kaip slėgio pokytis ore. Priklausomai nuo to, koks yra slėgio pokytis, žmogaus ausis reaguoja atitinkamai. Žmogaus klausa skirtingai reaguoja į garsų dažnį, virpesių dažnis sąlygoja girdimų garsų aukštį. Vidutiniškai žmogus girdi garsus, kurių dažnis apytikriai yra tarp 20 Hz ir 20 kHz. Žemesnio už 20 Hz dažnio garsai vadinami infragarsu, o aukštesnio kaip 16 kHz – ultragarsu. Jų žmogaus klausa nesuvokia, tačiau didesni infragarso ar ultragarso lygiai sukelia diskomforto jausmą, bei žaloja sveikatą.

Žmogaus klausa labiau reaguoja į santykinį garso slėgio pasikeitimą negu į absoliutinį, todėl garso slėgis išreiškiamas logaritminėje skalėje garso slėgio lygiu L_p decibelais (dB). Garso stiprumui matuoti naudojami slėgio matavimo vienetai (paskaliai). Kai gautas garso stiprumo slėgio paskalių kiekis palyginamas su tam tikra pradine reikšme (20 μPa), apskaičiuojama kiek kartų gautas garsas stipresnis už sutartą mažiausią girdimą garsą, gaunamas triukšmo lygis decibelais.

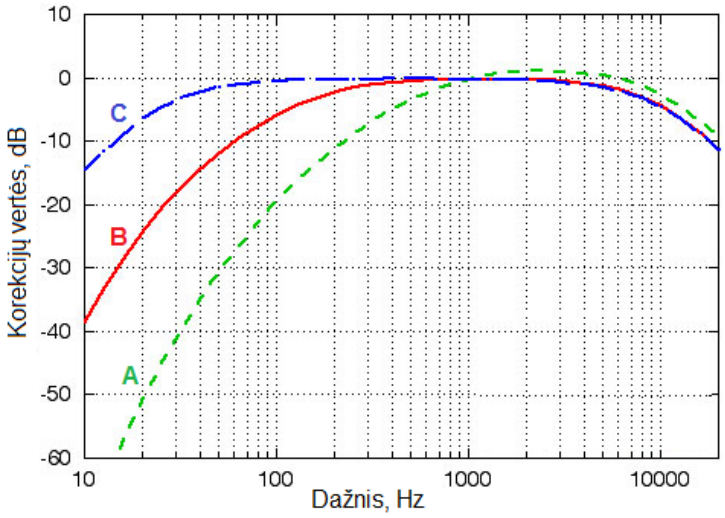
Dėl savo specifiškumo žmogaus ausis skirtingai reaguoja į skirtingus dažnius ir skirtingą garso slėgį išreikštą decibelais. Jeigu garso slėgio lygis pakinta 1 dB žmogus nejaučia garsumo pokyčio, tačiau kaip dvigubai garsesnį garsą žmogus girdi, kai garso lygis yra 10 dB didesnis. Atsižvelgiant į tai, jog ausies jautrumas priklauso nuo dažnio, svarbu analizuoti skirtingo dažnio garso slėgio lygių dažninį pasiskirstymą, arba jo spektrą. Triukšmo spektras parodo kokiems dažniams esant vyrauja intensyviausi ir mažiausiai intensyvūs garsai.

Spektogramos pagalba galima nustatyti kaip sumažėja atskirų dažnių lygis panaudojus garso izoliacijos arba garso sugerties priemones. Spektogramų nustatymui naudojami 1/1 arba 1/3 oktavos juostos centriniai dažniai, kurių tipai pateikti 1.3 paveiksle (atitinkamai 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 ir 16000 Hz).



1.3 pav. Garsų spektrų tipai: a) linijinis b) ištisinis c) mišrus (Stauskis, 2005)

Atsižvelgiant į tai, kad žmogaus ausis į skirtingo lygio garsus reaguoja skirtingai, atliekami tolimesni subjektyvaus garso skaičiavimai, kurie neapsiriboja vien tik garso slėgio lygio nustatymu. Šiuos skirtumus tinkamai atvaizduoja vienodo girdimumo kreivės, rodančios, jog daugiau energijos (t.y. didesnio garso slėgio) reikia žemo lygio triukšmui apdoroti ir suvokti vienodai garsiai lyginant su atraminiu 1000 Hz tonu. Pirmajame Amerikos garso slėgių matuoklių standarte (1936 metais), buvo įteisintos svertinės charakteristikos, vertinti šiam subjektyviam poveikiui. Jose numatyta garsus vertinti pagal tai, kaip juos suvokia žmogaus ausis.

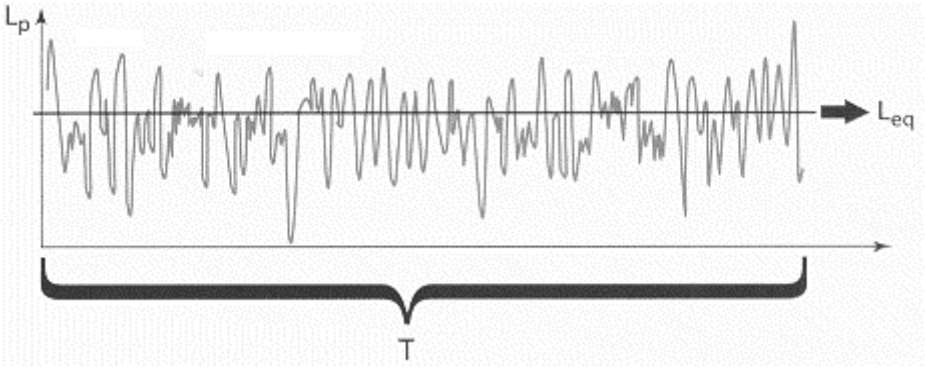


1.4 pav. Svertinių dažninių korekcijų verčių grafikai **(**Praktinės rekomendacijos ..., 2005)

Triukšmomačiu išmatavus garso slėgio lygius skirtinguose dažniuose, apskaičiuojamas bendrasis A svertinis garso slėgio lygis $L_{p,A.}$ Atliekant skaičiavimus, koreguojamos ir sudedamos logaritmiškai atitinkamos kreivių vertės (A, B ar C), kaip pavaizduota 1.4 paveiksle.

Dėl triukšmo nepastovumo, vidutinis laikinis A svertinis garso slėgio lygis $L_{p,A,eq,T}$ matuojamas tam tikrą laiko tarpą. Kai triukšmo lygio matavimas vykdomas tam tikrą laiko tarpą, o išmatuota slėgių vidurinė vertė koreguojama pagal A-svertinę charakteristiką, šis lygis įvardinamas ekvivalentiniu. Toks lygis dažniausiai naudojamas kaip vidutinį garsą nusakantis rodiklis, tačiau šio rodiklio naudojimas turi trūkumų. Vienas iš esminių trūkumų kai matavimo trukmė ilga, o triukšmas kinta laike, lieka nežinomi triukšmingiausi laiko tarpai.

Ekvivalentinio triukšmo lygio pavyzdys pateiktas 1.5 paveiksle. Šio triukšmo apibendrintam vertinimui naudojamas vidutinio laikinio triukšmo lygio parametras $L_{A,eq}$. Jis atitinka tokį pastovaus lygio triukšmą, kuris per įvertintą laiko intervalą T paveikia žmogų tokia pat triukšmo doze, kaip ir realus nepastovaus lygio triukšmas. Suminio triukšmo lygio rezultatai dažniausia naudojami higieniniam darbo vietų vertinimui ar tam tikrų darbų triukšmo lygiams vertinti. Siekiant įvertinti skirtingo dažnio komponenčių kiekį kartu su ekvivalentinio triukšmo lygio matavimo rezultatais pateikiami ir triukšmo spektro lygių rezultatai.



1.5 pav. Triukšmo lygio kitimo ir ekvivalentinio triukšmo lygio prasmė (Environmental ..., 2000)

Bendroji triukšmo ekspozicija darbo vietoje susideda iš triukšmą skleidžiančių šaltinių esančių darbo vietoje ir iš gretimų darbo vietų sklindančio triukšmo. Triukšmo vertinimas atliekamas nustatytose vietose arba darbuotojų darbo vietose darbo metu. Siekiant gauti patikimesnius rezultatus, siūloma taikyti metodą, kurio metu matavimai atliekami šalia darbuotojo. Visą matavimo laiką mikrofonas yra laikomas darbuotojo ausies aukštyje arba arčiausiai ausies ertmės (Butkus ir kt., 2005).

Triukšmo matavimo metu, siekiama gauti duomenis kasdienio veikiančio triukšmo lygiui apskaičiuoti, per vienos darbo pamainos trukmę (8 val.). Matavimo laiko intervalai parenkami taip, kad apimtų visus garso slėgių lygių darbo vietoje, pokyčius.

Triukšmo veikimas į žmogaus organizmą yra energetinis procesas, todėl jo ribojimas turi ir garso slėgio (lygio) ir veikimo trukmės dedamąsias, tai yra ekspoziciją. Garso ekspozicijos A svertinė vertė per trukmės laikotarpį išmatuojama dozimetrais arba nustatoma pagal formules, kai žinomas ekvivalentinis nuolatinis A svertinio garso slėgio lygis ir trukmė, kurią kiekvienas triukšmo lygis veikia darbuotoją.

Ekvivalentinio nuolatinio A-svertinio garso slėgio lygis neparodo didžiausiųjų garso slėgio verčių (keliančių pavojų žmogaus klausai ir klausos organams), todėl kai triukšmas nepastovus, galimiems garso slėgio verčių darbo aplinkoje padidėjimams apriboti naudojamas didžiausiojo akimirkinio C svertinio garso slėgio ppeak arba lygio LC,peak parametras. Kaip matyti 1.5 paveiksle, C dažninės sverties kreivė turi mažesnes pataisos vertes žemų dažnių srityje. Negalima didžiausiojo akimirkinio C svertinio garso slėgio ppeak sutapatinti su didžiausiu garso slėgiu ar lygiu, kurie rodo tam tikrame laiko intervale integruotos slėgio vertės maksimumą. Pagal IEC 60651 ar IEC 61672 reikalavimus prietaisai skirti didžiausiajai akimirkinei garso slėgio (lygio) vertei nustatyti turi trumpesnę negu 100 μs atsako trukmę.

Dažniausiai $L_{C,peak}$ parametras naudojamas impulsiniam triukšmui (kai garsinio signalo ar signalų serijos trukmė trumpesnė kaip 1 sekundė) apibūdinti. Daugeliu atvejų triukšmo impulsiškumas gali būti nustatomas palyginus ekvivalentinio nuolatinio *A* svertinio garso slėgio, išmatuoto naudojant I laikinę svertį, lygį $L_{A,eq}$ su atitinkama, tam pačiam darbo ciklui nustatyta, $L_{A,eq}$ verte.

1.3. Triukšmo poveikis sveikatai

Triukšmas trukdo darbui, poilsiui, neigiamai veikia žmogaus sveikatą ir gali tapti profesinės ligos atsiradimo pagrindu. Nuolat kenčiantys intensyvaus triukšmo poveikį žmonės netenka klausos, dėl nepakenčiamo triukšmo 10-12 metų sutrumpėja jų gyvenimo trukmė (Baltrūnas ir Ščiupačkas, 2007). Nepaisant koks yra triukšmo poveikis organizmui, tai itin kenksmingas veiksnys, kuris įtakoja asmeninį bei socialinį darbuotojų gyvenimą.

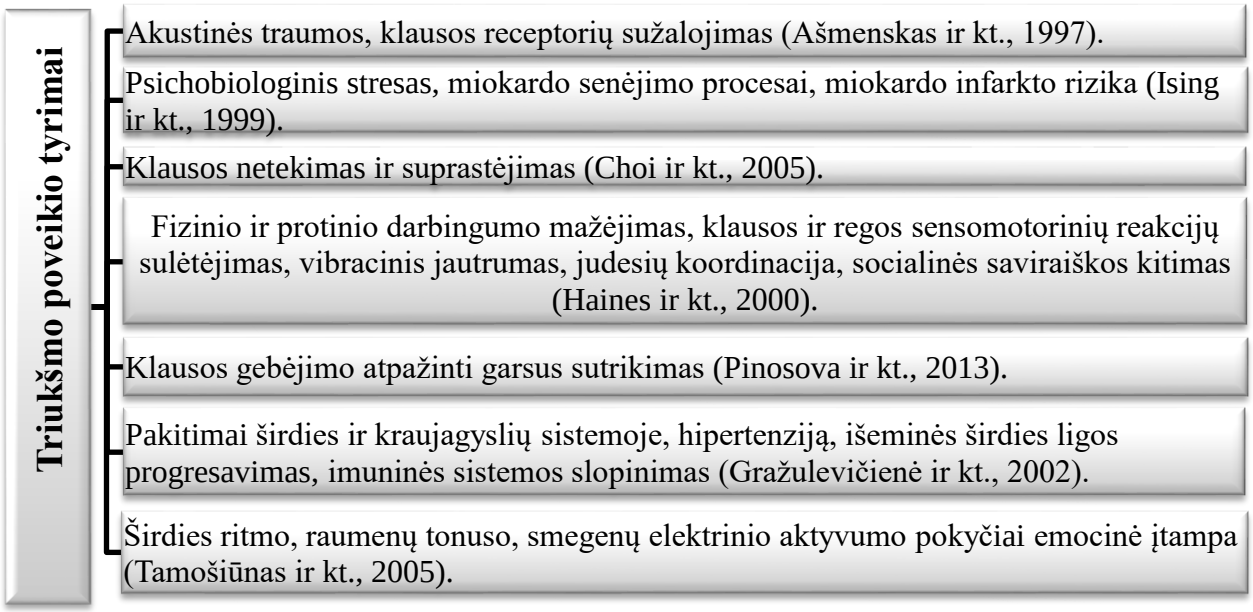
Žalingo triukšmo poveikio žmonėms priežastys dažnai nepakankamai atskleidžiamos ir neaiškios. Poveikio pobūdis dėl susijusių veiksnių apibūdinamas daugialypiu modeliu. Todėl pakankamai sudėtinga atskleisti paprastą priežastinį šių veiksnių ryšį. Staigus akustinės aplinkos pokytis gali suaktyvinti net keletą žmogaus fiziologinių ir funkcinių sistemų.

Triukšmas žmogaus sveikatai gali daryti tiesioginį (specifinį, kai paveikiama klausa, klausos organai) poveikį, kuris pasireiškia akustinėmis traumomis, klausos nuovargiu, kurtumu, bei netiesioginį (nespecifinį, kai triukšmas sukelia tiesiogiai su juo nesisijusius sveikatos

sutrikimus), kuris gali pasireikšti kraujotakos sistemos sutrikimais, nerimu, atminties sutrikimais, bei kitais sutrikimais susijusiais su stresu. Dažnai pasitaiko galvos skausmas ir svaigimas, pykinimas, cypimas ausyse, nemiga, pablogėjusi orientacija, atmintis, sumažėjęs fizinis bei protinis darbingumas, jautrumas vibracijoms, judesių koordinacijos sutrikimai, dėl kurios atsiranda gamybinių traumų rizika.

Nacionalinis Korėjos profesinės saugos ir sveikatos institutas nustatė, kad nuo 1980 metų apie 84 procentai žemės ūkio darbuotojų buvo veikiami didesnio nei 85 dB triukšmo, kuris kaip žinoma, gali sukelti klausos netekimą. Nors daugelyje gamyklų darbuotojai yra veikiami triukšmo, tačiau ši problema daug opesnė žemės ūkyje. Triukšmo ekspozicija gali veikti ne tik darbuotojus, bet ir vaikus, bei asmenis gyvenančius ūkyje, dėl ko klausos netekimas gali prasidėti ankstyvoje vaikystėje (Choi ir kt., 2005).

Remiantis Pasaulinės Sveikatos Organizacijos duomenimis, Europoje 55 decibelų dB(A) triukšmo lygis kasdien veikia 450 milijonų žmonių. 65 dB(A) triukšmas veikia 113 milijonų žmonių, o 75 dB(A) triukšmą patiria net 9,7 milijonai žmonių. Atsižvelgiant į tai, jog neigiamas triukšmo poveikis žinomas pakankamai senai, siekiama įsigilinti ir ištirti triukšmo poveikį ne tik tiesiogiai klausos organams, tačiau ir žmogaus organams ir funkcijoms, kurios nėra triukšmo veikiamos tiesiogiai (1.6 pav.).



1.6 pav. Tyrimai atlikti triukšmo poveikį žmogaus organizmui (įvairių autorių duomenys)

Akustines traumas gali sukelti itin didelio stiprumo (130 dB ir daugiau) trumpalaikis triukšmo poveikis. Tokiu atveju garso energija vidinėje ausies dalyje sukelia mechaninius pažeidimus, tokius kaip kraujo išsiliejimą vidinėje ausies dalyje ir negrįžtamą klausos receptorių sužalojimą. Akustinės traumos metu žmogus staigiai apkursta, smarkiai skauda ausyse, svaigsta galva, dažnai praranda sąmonę (Ašmenskas ir kt., 1997).

Klausos nuovargis yra laikinas klausos jautrumo sumažėjimas, išsivystantis, kai klausos organus intensyvus triukšmas veikia ilgesnį laiką (kelias valandas ar dienas). Klausos nuovargis praeina, tačiau jeigu klausos nuovargis dažnai kartojasi, klausa silpnėja ir pradeda vystytis kurtumas. Vystantis kurtumui klausa susilpnėja aukštų dažnių garsams ir pats žmogus to nejaučia, kadangi pakankamai gerai girdi radijo, pokalbių, televizoriaus garsus, kurie yra žemų-vidutinių dažnių diapazone (vidutiniškai 200–4000 Hz). Prasidėjusį kurtumo procesą gali nustatyti gydytojai, kurie atlieka audiometrinius klausos tyrimus. Jeigu pasitvirtinus diagnozei žmogus toliau būna triukšme, liga progresuoja, žmogus nebegirdi ne tik aukštų, tačiau vidutinių ir žemų dažnių garsų.

Tyrėjai Von Essen ir McCurdy nustatė, jog 65% ūkininkų turi klausos problemų, dėl nuolatinio triukšmo, supančio juos darbo metu su tokia žemės ūkio technika, kaip traktoriai, pašarų smulkintuvai ar pjūklai. Klausos sutrikimai gali būti nustatyti ankstyvoje jaunystėje, nepraėjus metams nuo darbo ūkyje pradžios. Taip pat, to paties tyrimo metu nustatyta, kad triukšmas sukeltas naminių gyvulių, tokių kaip kiaulės ar galvijai gali paveikti klausos organus ir tapti klausos suprastėjimo priežastimi (Von Essen ir McCurdy, 1998).

Sunkiausio laipsnio klausos pažeidimai dažniausiai išsivysto pramonės įmonių triukšmingų cechų darbininkams, žemės ūkio mechanizatoriams bei kitiems darbuotojams, kurių darbo vietose triukšmo lygis yra didesnis nei 85 dB (Passchier-Vermeer, 2000). Kaip teigia mokslininkė Pinsova, dėl dažno, bet trumpalaikio triukšmo poveikio gali išsivystyti funkcinis klausos gebėjimo atpažinti garsus sutrikimas. Ilgalaikio triukšmo poveikis gali iššaukti organinių vidinės ausies jutimo ląstelių pažeidimus, kurie pasireiškia spengimu ausyse (Pinosova ir kt., 2013).

Nespecifinis triukšmo poveikis sveikatai priklauso nuo intensyvumo ir poveikio trukmės. Toks triukšmo poveikis organizmui pasireiškia kaip ilgai veikiantis lėtinis stresorius, kuris veikdamas per centrinę nervų sistemą, sukelia įvairius organizmo neurohumoralinius ir vegetacinius sutrikimus, kurie gali sąlygoti šias ligas: hipertoninę ir išeminę širdies ligą, aterosklerozę, skrandžio ir dvylikapirštės žarnos lėtinius uždegimus, opaliges, neurozes, endokrininės sistemos sutrikimus, kaulų-raumenų sistemos pakitimus.

Palyginus nestiprus apie 60 dB triukšmas jau gali sukelti galvos skausmus, svaigimą, spengimą ausyse, žmogaus kraujotakos sistema apkraunama gerokai daugiau, nei normaliomis sąlygomis. Moksliniai tyrimai rodo, kad apie 42 dB triukšmo lygis jau gali sukelti miego sutrikimus, ilgainiui - nemigą. Triukšmo patologijos laipsnis visų pirma priklauso nuo intensyvumo ir poveikio trukmės. Triukšmo įtakoje 10-25 proc. sumažėja fizinis ir protinis darbingumas, pablogėja žmogaus klausos ir regos sensomotorinių reakcijų greitis, vibracinis jautrumas, judesių koordinacija, didėja gamybinių traumų rizika, sumažėja darbingumas ir pasikeičia socialinė saviraiška (Haines ir kt., 2000).

Nustatyta, kad dėl triukšmo poveikio gali išryškėti vegetacinės nervų sistemos sutrikimai, tokie kaip kraujospūdžio padidėjimas, galvos svaigimas, kvėpavimo sutrikimai pasireiškiantys gilesniu ir greitesniu kvėpavimu, taip pat gali atsirasti nervų sistemos problemų, kurios pasireiškia smegenų žievės silpnėjimu, miego sutrikimais, migrena, jautrumo pakitimais, raumenų traukuliais. Triukšmas gali turėti poveikį ir psichinei organizmo veiklai, kuris pasireiškia sutrikusiomis jutiminėmis reakcijomis, suprastėjusiu spalvų suvokimu, emocinės pusiausvyros nebuvimu (Pinosova ir kt., 2013).

Holland teigia, kad triukšmą derėtų vertinti remiantis bendrosios streso teorijos principais. Ilgai veikiantis triukšmas tampa stresoriumi, kuris aktyvuoja centrinę ir vegetacinę nervų sistemą, sukelia sutrikimus biocheminiame lygmenyje. Toks triukšmo poveikis vadinamas psichobiologiniu stresu, kurio metu kinta endokrininės reakcijos (Holland ir kt., 1999). Nustatyta, kad ilgą laiką triukšmo sąlygomis dirbantys žmonės dažniau serga hipertonine liga, išemine širdies liga bei ateroskleroze (Malinauskienė, 2000).

Mokslinių tyrimų metu nustatyta, kad aplinkoje sklindant mažesniam nei 60 dB(A) triukšmui, nenustatyta jokio miokardo infarkto rizikos padidėjimo. Aplinkoje sklindant didesniam nei 60 dB(A) triukšmui, miokardo infarkto rizika tolygiai didėja, o atvejais, kai aplinkoje dienos metu sklinda 70–80 dB (A) ir didesnis triukšmas, miokardo infarkto rizika padidėja 1,1–1,5 karto (Babisch ir kt., 2005).

Triukšmas, veikdamas bendrą nervų sistemą ir biologiškai aktyvias medžiagas, sukelia pakitimus širdies ir kraujagyslių sistemoje, hipertenziją, skatina išeminės širdies ligos progresavimą, slopina imuninę sistemą (Gražulevičienė ir kt., 2002). Nuolatinis triukšmas sukelia homeostazės pakitimus, dėl kurių atsiranda širdies ritmo, raumenų tonuso, smegenų elektrinio aktyvumo pokyčiai, bei emocinė įtampa (Tamošiūnas ir kt., 2005).

Ilgai veikiantis triukšmas, kaip stresorius, aktyvuoja centrinę ir vegetacinę nervų sistemą, sukelia sutrikimų biocheminiame lygmenyje, didina katecholaminų kiekį kraujyje ir širdies

susitraukimų dažnį, skatina periferinę vazokonstrikciją. Tai vadinama psichobiologiniu stresu, kurio metu kinta endokrininių reakcijų ir intraląstelinio Ca/Mg apykaita (Ising ir kt., 1999).

Triukšmo sukelto pakitimo organizme dydis priklauso nuo triukšmo pobūdžio, poveikio laiko ir trukmės, bei kitų aplinkos veiksnių. Individualus organizmo jautrumas, sveikatos būklė, amžius dažnai lemia sukeliamo poveikio dydį ir miego sutrikimus (Calixo ir kt., 2002). Apibendrinant mokslininkų pateiktą medžiagą ir tyrimus atliktus siekiant išanalizuoti triukšmo poveikį žmogaus organizmui, galima daryti išvadą, kad triukšmas veikia kompleksiškai ir turi įtakos ne tik žmogaus sveikatos būklei, tačiau ir gyvenimo kokybei, bei aplinkos suvokimui.

1.4. Triukšmo mažinimo būdai ir priemonės

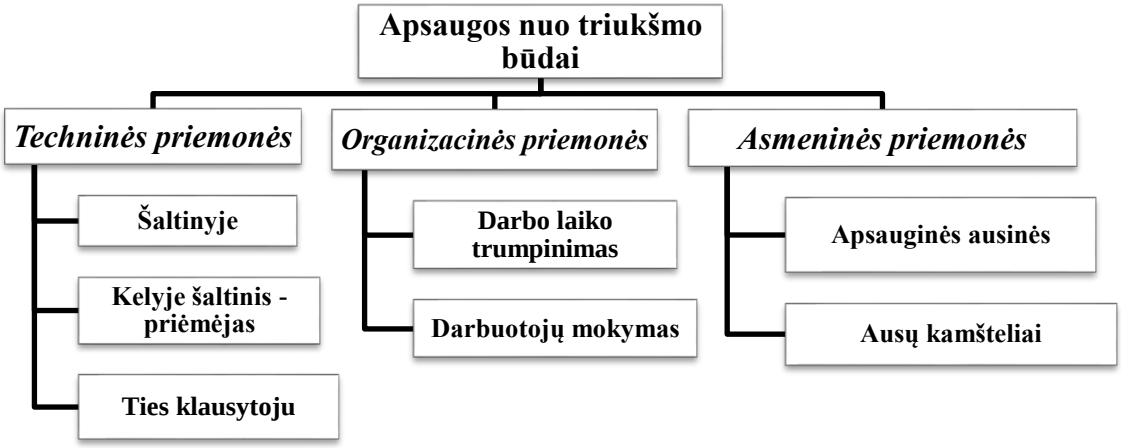
Žemės ūkio technika priskiriama prie pagrindinių triukšminės taršos šaltinių žemės ūkiuose, dėl to triukšmą būtina aktyviai kontroliuoti. Siekiant sumažinti triukšmo riziką darbuotojams, svarbu triukšmo mažinimo priemonėms skirti daug dėmesio. Triukšmui, kuris supa žemės ūkių darbuotojus mažinti, galima pasitelkti keletą pagrindinių triukšmo mažinimo priemonių, kurios yra skirstomos į technines, organizacines, bei klausos apsaugos priemones.

Norint užtikrinti sveikas ir saugias darbo sąlygas svarbu išanalizuoti triukšmo paplitimą. Jeigu triukšmas viršija nustatytas ribas, derėtų vykdyti triukšmo mažinimo prevenciją.

Triukšmo mažinimo procesą galima suskirstyti į atskirus etapus:

1. Rizikos vertinimas (ištiriama triukšmo rizika konkrečioje darbo vietoje, nustatomas triukšmo mažinimo mastas, išanalizuojami triukšmo šaltiniai, įvertinamos savybės ir kiekvieno šaltinio dalis bendrame triukšmo lygyje (HSE, 2004).
2. Triukšmo sumažinimas arba pašalinimas (pasirenkamos triukšmo šalinimo priemonės, pritaikomos darbo vietai, procesui ir darbuotojams arba pašalinami triukšmo šaltiniai).
3. Kontrolė (taikomos triukšmo poveikio prevencijos priemonės, pasitelkiamos visos priemonių rūšys).
4. Priežiūra (nuolatos kontroliuojama ar darbuotojai naudoja triukšmo mažinimo priemones).

Visų pirma atliekant triukšmo mažinimo ir šalinimo darbus, reikia ištirti triukšmo riziką konkrečioje darbo vietoje bei nustatyti triukšmo mažinimo mąstą. Toliau reikia išanalizuoti kiekvieną triukšmo šaltinį ir įvertinti jo dalį bendrame triukšmo lygyje, bei savybes (skleidžiamo garso spektrinę sudėtį). Analizės rezultatai leidžia pasirinkti triukšmo mažinimo priemones, kurių klasifikavimas pateiktas 1.7 paveiksle.



1.7 pav. Apsaugos nuo triukšmo būdų klasifikacija

Įgyvendinant triukšmo mažinimo procesą, triukšmo mažinimo priemonės gali apimti priemones garso sklidimo kelyje, triukšmo šalinimo priemones ties triukšmo šaltiniu ir ties triukšmui jautriais taškais. Renkantis triukšmo mažinimo priemones svarbu atsižvelgti į efektyvumą, įtaką ergonomikai ir darbo aplinkai, bei įsigijimo ir priežiūros kaštus.

Triukšmo spinduliavimo mažinimas techninėmis priemonėmis pritaikomas triukšmo šaltinyje įrengiant slopintuvus ar triukšmo izoliacinius skydus (pavyzdžiui, triukšmo šaltinį įrengiant rūsyje, tunelyje su izoliacija ar arti triukšmo šaltinio įrengiant triukšmo užtvaras). Dažnai įrengimai sukeliantys triukšmą statomi ant specialių paaukštinimų (gumos, oro pagalvių, triukšmo izoliatorių), kurie mažina triukšmą ir vibraciją, o patalpos išklojamos medžiagomis, sugeriančiomis triukšmą.

Evans ir kitų autorių atlikto tyrimo eigoje, buvo analizuojamos skirtingos situacijos, kurių metu triukšmo problema spręsta naudojant technines priemones. 1.8 paveiksle pateiktas triukšmo mažinimo techninėmis priemonėmis pavyzdys traktorių kabinose. Tyrimo metu triukšmo matavimai buvo atliekami kiekviename atnaujinimo proceso etape.

Geriausias rezultatas pasiektas į vairuotojo kabiną įdėjus triukšmą sugeriantį kilimėlį ir atnaujinus apdailą traktoriaus kabinos grindyse ir aplink jas. Triukšmo matavimo rezultatai parodė, jog operatoriaus triukšmo lygį pavyko sumažinti 5 dB(A) (Evans ir kt., 2004).



1.8 pav. Techniniai pakeitimai atlikti traktoriaus kabinoje (Evans ir kt., 2004)

Smulkiuose ūkiuose plačiai naudojami elektra varomi plaktukiniai malūnai (1.9 pav) darbo metu gali skleisti triukšmą, kurio lygis gali siekti nuo 88 iki 93 dB(A). Išanalizavus tokių malūnų konstrukciją, nustatyta, kad plaktukinis malūnas neturi triukšmą sugeriančios dangos, padedančios sumažinti įrengimo skleidžiamą triukšmą. Šiuo tikslu ant malūno buvo sumontuotos triukšmą absorbuojančios medžiagos. Taip, naudojant technines triukšmo mažinimo priemones triukšmo lygis sumažintas 8 dB(A) (Evans ir kt., 2004).



1.9 pav. Plaktukinio malūno triukšmo sumažinimo principas (Evans ir kt., 2004)

Naudojant technines triukšmo mažinimo priemones (vibroizoliavimą, garsą sugeriančias medžiagas ar absorbuojančių medžiagų gaubtus) mažėja į aplinką išskiriamas triukšmas (Liu ir Roberts, 1999). Kai kuriais atvejais triukšmo išvengiama dėl reguliarios priežiūros arba technikos tobulinimo. To pavyzdžiu gali būti variklių detalių keitimas arba technikos detalių

tobulinimas. Kitas variantas sumažinti triukšmą techninėmis priemonėmis - pakeisti turimus triukšmo šaltinius mažiau triukšmingais.

Jungtinės Karalystės darbuotojų saugos ir sveikatos tarnyba atliko tyrimą, kurio rezultatai parodė, jog kasdienį darbuotojų patiriamą triukšmą galima sumažinti nuo 3 iki 6 dB(A), jeigu imamasi triukšmo kontrolės pačiame šaltinyje. Tačiau kartais to neužtenka, todėl reikia naudoti papildomas - organizacines ir asmenines triukšmo mažinimo priemones. Dauguma Europos šalių turi savo triukšmo reguliavimo darbe normas, tačiau jos visos yra daugiau ar mažiau panašios. Svarbu pažymėti tai, kad laikui bėgant buvo nustatytos žemesnės triukšmo ribos, kurių reikia laikytis tam tikroje darbo zonoje ir naudoti efektyvesnius būdus triukšmui mažinti (Evans ir kt., 2004).

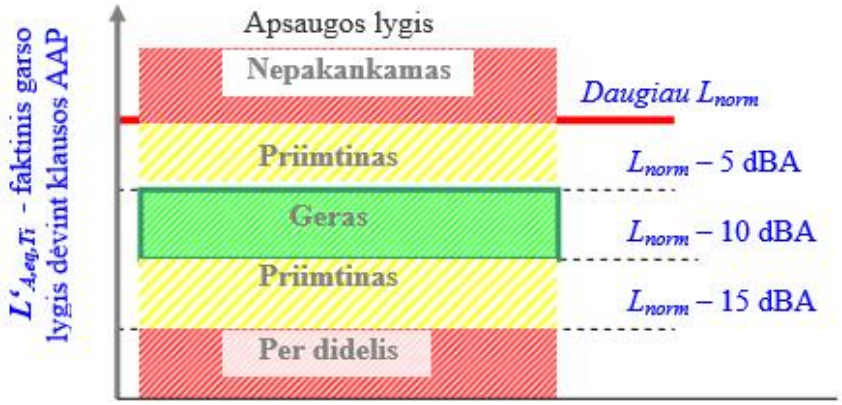
Tais atvejais, kai triukšmo sumažinti techninėmis priemonėmis neina, derėtų imtis organizacinių priemonių. Triukšmo lygis tenkantis darbuotojui per jo darbo pamainą gali būti sumažinamas trumpinant darbo laiko trukmę. Reikia apskaičiuoti koks triukšmo lygis tenka darbuotojui atliekant tam tikrą darbą, ar naudojantis tam tikra technika ir nustatyti laiko tarpą, per kurį klausa nėra pažeidžiamą. Sumažinus darbo laiko trukmę, darbuotojas išvengia žalingo triukšmo poveikio (Practice guide for preventing NIHL, 2014).

Mažinant triukšmą būtina organizuoti mokymus, kurie taip pat priskiriami prie organizacinių triukšmo mažinimo priemonių. Šių mokymų esmė - informuoti darbuotojus koks triukšmo lygis yra patiriamas naudojant tam tikrus mechanizmus darbo metu, pateikti ir apmokyti naudotis asmeninėmis apsisaugojimo priemonėmis, bei apžvelgti triukšmo padarinius, kurių sulaukiama ne tik darbdaviui nekontroliuojant triukšmo patiriamo darbo vietose, bet ir tuo atveju, kai darbuotojas savo noru nenaudoja asmeninių apsaugos priemonių (Eirdreich, 2008).

Asmeninės apsaugos nuo triukšmo priemonės pasitelkiamos tada, kai kiti būdai nėra galimi, arba tuo atveju, kai visos kitos galimybės pašalinti triukšmo šaltinį arba sumažinti jo keliamą triukšmą išnaudotos. Naudojant asmenines apsaugos priemones reikia atsižvelgti į tokias aplinkybes, kaip šių priemonių naudojimo būtinybę, priemonių tinkamumą ir suderinimą, su kitomis darbo priemonėmis, taip pat patogumą ir darbuotojų gebėjimą šiomis priemonėmis naudotis teisingai.

Parenkant ir išduodant asmenines apsaugos priemones svarbu atsižvelgti į šių priemonių slopinimo ir dažnines savybes. Parenkant asmenines apsaugos priemones patartina laikytis esminės taisyklės, kad per aukštas saugos lygis nėra teigiama asmeninių apsaugos nuo triukšmo priemonių savybė (1.10 pav.). Per didelis saugos lygis gali sukelti izoliacijos nuo aplinkos

efektą, bei trukdyti tinkamai girdėti naudojamų darbo priemonių garsus, kurie dažnai leidžia įvertinti ar procesas vyksta leistinose ribose, taip pat išgirsti pavojaus signalus.



1.10 pav. Asmeninių klausos apsaugos priemonių parinkimo pagal slopinimą principinė skalė (Praktinės rekomendacijos ..., 2005)

Klausos apsaugos priemonių parinkimas atliekamas pagal ribinę darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatuose nustatytą ekspozicijos vertę (87 dB(A)). Skaičiuojama faktinė triukšmo ekspozicijos $L_{EX,8h}$ vertė, taip pat įvertinat klausos AAP teikiamą apsaugos efektą. Apskaičiuoti faktinei vertei, naudojant klausos apsaugos priemonę, yra naudojami trys pagrindiniai metodai: SNR, HML ir oktavinių juostų.

SNR metodas (angl. Single Number Rating) – metodas skirtas vertinti klausos apsaugos priemonių efektyvumą, nes nusakomas viena, gamintojo deklaruojama slopinimo verte (SNR), tačiau yra ribotas dėl to, jog sunku įvertinti klausos apsaugos priemonės slopinimą skirtinguose dažniuose. Norint apskaičiuoti darbuotoją veikiantį triukšmo lygį po klausos apsaugos priemone reikia žinoti darbo vietoje išmatuotą garso slėgį $L_{C,eq,Ti}$:

$$L'_{A,eq,Ti} = L_{C,eq,Ti} - SNR \tag{1.1}$$

Apskaičiuota $L'_{A,eq,Ti}$ vertė apvalinama iki artimiausio sveiko skaičiaus ir rodo darbuotoją veikiantį garso slėgio lygį naudojant klausos AAP, jeigu tik ši priemonė tinkamai naudojama.

HML metodas (angl. High, Middle, Low) remiasi gamintojo deklaruojamomis klausos AAP slopinimo vertėmis žemuose (L), vidutiniuose (M) ir aukštuose (H) dažniuose (deklaruojamą gamintojo). Skaičiavimams reikalingi analogiški duomenys kaip ir SNR metodu pagal A ir C svertines charakteristikas.

Oktavinių juostų metodas yra tiksliausias, nes skaičiuojant darbuotoją veikiantį triukšmo lygį po klausos AAP reikia žinoti darbo vietoje veikiančio triukšmo lygius oktavos juostose bei pasirinktų klausos AAP triukšmo slopinimo vertes.

Viena iš ergonomiškiausių triukšmo mažinimo priemonių- ausų kištukai, kurie taip pat kaip ir ausinės, naudojami triukšmingoje aplinkoje. Ausų kištukų garso sulaikymo lygis svyruoja tarp nuo 21 iki 37 dB ir priklauso nuo to iš ko yra pagaminti kištukai. Rankantis apsaugines ausines svarbu atsižvelgti į jų veiksmingumą, bei apsaugos lygį. Parenkant klausos AAP dažniausiai menkai dėmesio kreipiama į šių ausinių ir kištukų slopinimą, todėl dažnai kyla gamybinių traumų rizika, o darbuotojai, dažniausiai dėl menkos darbo kultūros, ar su higienos klausimais susietų priežasčių, ausines ar kamštelius dėvėti atsisako. Šiems klausimams spręsti JAV ir Europos Sąjungos šalyse taikomos įvairios šviečiamosios programos (Farmsafe Australia, 2002).

Ausinių parinkimui praktiniams tikslams galima naudotis įvairiomis skaičiuoklėmis, pavyzdžiui teikiama Jungtinės Karalystės saugos agentūros (HSE, 2015). Triukšmo ekspozicijos skaičiavimui gali būti naudojama VDI pateikiama skaičiuoklė (Kasdienio veikiančio triukšmo skaičiuoklė, 2014).

Klausos apsaugos priemonių derinimas ypač komplikuotas naudojant jas su kitomis asmeninėmis apsaugos priemonėmis (Brueck, 2009), todėl skiriant šias priemones būtina įvertinti skirtingų klausos apsaugos priemonių suderinamumą. Ūkininkai turėtų dėti daugiau pastangų, kurios padėtų ne tik kontroliuoti triukšmo šaltinius, kurių žemės ūkyje yra labai daug, bet ir vykdyti mokymus, bei aprūpinti darbuotojus asmeninėmis apsisaugojimo priemonėmis (Evans ir kt., 2004).

1.5. Pagrindiniai triukšmo šaltiniai žemės ūkyje

Analizuojant literatūrą ir tyrimus nagrinėjančius triukšmo ekspoziciją iškyla problema, jog dauguma tyrimų atlikti pakankamai senai. Daugelis tyrimų orientuoti į vieną konkrečią sritį (pavyzdžiui, traktorius) ir nėra duomenų visumos, kuri leistų išanalizuoti triukšmo problemos klausimą plačiuoju atžvilgiu.

Nors lyginant ankstesnių ir dabartinių tyrimų rezultatus, matyti, jog technikos tobulėjimas, keičia triukšmo masto situaciją žemės ūkiuose, tačiau problema, kai darbuotojai triukšmą patiria darbe išlieka itin aktuali. Pastaruoju laikotarpiu atliekami tyrimai daugiausiai orientuoti į atskiras sritis, ar techniką, bei triukšmo sklindančio juose analizę.

Pavyzdžiui, 2015 metais buvo atliktas tyrimas, kurio metu analizuota traktorininko darbo aplinka su 5 įvairios galios ir markių bei pagaminimo metų traktoriais arimo darbų metu ir vykimo į laukus žvyruotais keliais. Tyrimų metu nustatyta, kad traktorių kabinose ekvivalentinis garso slėgio lygis buvo nuo 71,5 dB(A) iki 92,3 dB(A) (Karalius ir Butkus, 2015).

Jungtinėse Amerikos Valstijose, 1981 metais buvo atliktas tyrimas, kurio rezultatai parodė, kad 10 procentų iš 3,6 milijonų JAV ūkininkų kasdien patiria triukšmą, kurio vidutinis lygis viršija leistiną 85 decibelų ribą. Taip pat triukšmas veikia ir ūkininkų šeimos narius, bei darbuotojus, kurie ūkiuose dirba ne pilną darbo dieną.

Puskunigis ir Butkus nustatė, kad kabinoje esanti akustinė aplinka priklauso nuo traktoriuje esančių triukšmo šaltinių (variklio, transmisijos) bei nuo laisvai sklisti triukšmui neleidžiančių triukšmo barjerų (kabinos, variklio bei transmisijos akustinių dangalų). Atliktų tyrimų metu nustatyta, jog kai kuriuose traktoriuose (jei traktorininkai dirbtų 8 valandas per pamainą), būtų viršyta žemutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti (80 dB(A)). Šiuo atveju reali galimybė ekspozicijai apriboti būtų darbo trukmės mažinimas (Puskunigis ir Butkus, 2014).

1.2 lentelė Įvairių žemės ūkyje naudojamų įrenginių triukšmo spektrai (Liu ir kt, 1999)

Pavadinimas/Aprašymas	**1/1 oktavos juostos centriniai dažniai, Hz**								$L_{A,eq}$ **dB(A)**
	63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	
Pagrindinė darbo vieta	104	97	90	84	81	79	80	82	90
Šildytuvai	99	92	85	79	76	74	75	77	85
Siurbliai	94	97	80	80	79	79	74	68	85
Varikliai	94	74	74	81	81	78	74	73	85
Turbinos	94	78	69	70	75	83	75	61	85
John Deere 630	82	91	88	85	82	79	76	78	85
Class Dominator 88 C	97	85	78	75	72	65	57	52	85
Kompresoriai	84	74	70	71	81	80	73	65	85
Ventiliatoriai	99	92	85	79	76	74	75	77	85
Mašinos	94	74	74	81	81	78	74	73	85
Dyzeliniai varikliai	77	78	79	80	80	79	77	72	85

Aukščiau pateikti rezultatai bei kitų mokslininkų tyrimų analizė (1.2 lentelė) parodė, jog trūksta triukšmo tyrimų rezultatų visumos, kurie būtų orientuoti į darbų kompleksiškumą ir triukšmas būtų tiriamas ne tik traktorių ar kombainų kabinose, tačiau ir atliekant įvairius ūkio darbus, tokius kaip gyvulių priežiūra, žemės ūkio technikos priežiūra ir remontas, taip pat kiti gerbūvio tvarkymo darbai. Žemiau pateikiu mokslininkų atliktų tyrimų pagrindu sudarytą lentelę (1.2 lentelė), kurioje matyti, kur yra vyraujantys triukšmo ekspozicijos lygiai.

Atsižvelgiant į tai, kad kai kurie ūkininkai ir imasi veiksmų, kurie sumažina triukšmą, tačiau žemės ūkyje iškyla kita problema susijusi su triukšmo vertinimu. Dirbant skirtingus žemės ūkio darbus, nėra vertinamas triukšmo tenkančio žmogui per darbo pamainą kompleksiškumas, todėl galutinis triukšmo įvertinimas nėra visiškai tikslus.

Preliminariai apžvelgiant žemės ūkio darbuotojo 8 valandų trukmės darbo pamainą, galima pastebėti, jog darbuotojas ne visą darbo dieną atlieka tą pačią darbinę situaciją. Ganėtinai dažnai žemės ūkyje tenka dirbti įvairius ūkio darbus, bei tokius, kurie tiesiogiai nėra nesusiję su žemės ūkiu.

Vadinasi, labai svarbu žinoti kokio lygio triukšmas veikia darbuotoją atliekant kiekvieną iš atliekamų darbų. Lentelėje pateikiami duomenis, kurie neatspindi visų galimų darbų atliekamų žemės ūkyje, todėl iškyla tolimesnių tyrimų reikalingumas, kurie leistų įvertinti triukšmo ekspoziciją, kai yra atliekami įvairūs žemės ūkio darbai.

1.3 lentelė. Triukšmo lygių, atliekant žemės ūkio darbus pavyzdžiai (Europos .., 2015)

Žemės ūkio technika	**Triukšmo lygis dB(A)**
Grūdų džiovykla	93,4 dB(A)
Žaliosios masės džiovykla	89,8 dB(A)
Volas (smulkintuvas) pašarams gaminti	92,3 dB(A)
Grūdų valymo mašina	93,9 dB(A)
Burokų derliaus nuėmimo mašina	91,7 dB(A)
Grandininis pjūklas	103,9 dB(A)
Traktorius su diskine šienapjove	91,1 dB(A)
Traktorius su šiaudų smulkintuvu	90,4 dB(A)
Traktorius su kabina	68-90 dB (A)
Traktorius be kabinos	91-99 dB(A)

Lentelės duomenys rodo, jog daugeliu atvejų žemės ūkio technika ir traktoriai viršija leistiną 85 dB(A) ribą. Tačiau nėra surinkta pakankamai duomenų, kurie apimtų plačiausiai naudojamą žemės ūkio techniką ir įrengimus, bei veiklą, kuri nėra tiesiogiai susijusi su žemės ūkiu. Duomenys, kuriuose atsispindėtų žemės ūkio darbuotojo patiriamas triukšmas dirbant su skirtinga technika skirtingą laiko tarpą, leistų pasiūlyti išeitį ūkininkas, kurie yra suinteresuoti sukurti nežalingas darbo sąlygas savo darbuotojams.

Apžvelgus naujausias ūkininkavimo praktikos ir mašinų tobulėjimo tendencijas galima teigti, kad su triukšmu susijusios problemos žemės ūkio srityje tebėra aktualios, nors pastaraisiais metais nuolatos didėjo galimybė įsigyti triukšmo kontrolės medžiagų ir įrangos. Akivaizdus žemės ūkio sektoriaus dalyvių nenoras pradėti taikyti šiuos triukšmo mažinimo metodus yra veikiausiai bent iš dalies susijęs su numanomomis išlaidomis. Kita problema trukdanti apsaugoti darbuotojus nuo triukšmo poveikio yra žinių trūkumas darbo saugos ir sveikatos klausimais, dėl kurio dauguma darbuotojų nesuvokia galimos triukšmo žalos.

1.6. Informacijos šaltinių apžvalgos apibendrinimas

Pagal statistinius tiek Lietuvos tiek ir kitų šalių duomenis galima teigti, jog triukšmas dirbant su įvairia įranga yra vienas kenksmingiausių rizikos veiksnių ir darbuotojams dažnai sukelia profesines ligas. Dėl šių priežasčių dažnai patiriamos išlaidos ir sužalojama žmonių sveikata, todėl darbo sąlygų gerinimui būtina skirti didelį dėmesį tiek įmonių (ūkių) tiek ir šalies mastu. Tai ypač aktualu mažuose ir šeimos ūkiuose, kuriuose turima techninė bazė triukšmo sklaidos požiūriu yra nepriimtina, o tokių ūkių skaičius šalyje sudaro daugiau nei 75 procentus visų Lietuvos ūkių (VIC, 2016).

Triukšmas iš esmės yra šalutinis žmogaus veiklos rezultatas, kuris ne tik žaloja sveikatą, tačiau ir trukdo ilsėtis, dirbti, bei yra sveikatos pakenkimų priežastimi. Tyrimais įrodyta, jog ilgainiui pažeidžiama klausa, atsiranda kitų organizmo reakcijų, o svarbiausia, jog šių problemų mastas iki galo nesuprastas. Įvairių šalių, tokių kaip JAV, Australija, Didžioji Britanija ir kitų pavyzdžiai rodo, jog būtina imtis priemonių ir skleisti informaciją apie triukšmo žalą bei didinti dirbančiųjų sąmoningumą.

Atlikus literatūros šaltinių apžvalgą, taip pat nustatyta, jog techninės triukšmo mažinimo priemonės yra efektyvios, tačiau dažnai brangios. Pavyzdžiui, net ir nesudėtingi apsauginių gaubtų ar sienučių su absorbuojančios vatos užpildu sprendiniai triukšmo lygį gali sumažinti 5–10 dB(A), o traktorių kabinose tinkamai panaudotos garsą sugeriančios ir virpesius mažinančios priemonės net iki 20 dB(A). Visgi darbuotojai nuo triukšmo dažniausiai apsaugomi naudojant asmenines apsaugos priemones. Tačiau dažnai triukšmo žala nesuvokiama ir darbuotojai

atsisako dėvėti ausines argumentuodami tuo, jog ausinės trukdo dirbti. Dėl žemės ūkio veikla užsiimančių asmenų aplinkos ir darbų specifikos išskirtinumo, rizikos vertinimo specifiškumo ar informacijos trūkumo, dažnai jokios apsaugos priemonės nenaudojamos, naujos technikos smulkiuose ūkiuose taip pat nėra daug, todėl tikėtina, jog besiskundžiančių triukšmo sukeltais sveikatos pakenkimais ateityje nemažės.

Siekiant išanalizuoti triukšmo ekspozicijos lygį atliekant įvairius ūkio darbus, atlikti triukšmo ekspozicijos tyrimai smulkiuose ūkiuose. Šiam tikslui naudotos standartinėmis triukšmo matavimų metodika bei triukšmo matavimo įranga. Vertinimas apėmė ne tik darbus tiesiogiai susijusius su žemės ūkio gamyba, tačiau ir veiklas susijusias su gerbūvio tvarkymo darbais, kurie dažnai turi nemažą įtaką skaičiuojant darbuotojus veikiančią triukšmo ekspoziciją.

Tyrimų hipotezė: smulkių ūkių darbuotojus veikiančio triukšmo ekspozicija dėl su triukšmo rizikos vertinimu susijusių priežasčių yra didesnė, nei nustatoma rizikos vertinimo metu.

2. TYRIMŲ TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Darbo tikslas – atlikti įvairių smulkiuose ūkiuose atliekamų darbų triukšmo lygio matavimus ir nustatyti darbuotojų triukšmo ekspoziciją bei pateikti rekomendacijas triukšmo poveikiui mažinti.

Tikslui pasiekti reikalinga įgyvendinti šiuos **darbo uždavinius**:

1. Parinkti ir sudaryti triukšmo vertinimo metodiką skirtą triukšmo dozei ir ekspozicijai vertinti;
2. Atlikti triukšmo lygių ir dozės matavimus bei triukšmo ekspozicijos skaičiavimus atliekant įvairius ūkio darbus;
3. Atlikti gautų rezultatų analizę ir pateikti tipinės darbo dienos triukšmo ekspozicijos vertes bei triukšmo mažinimo organizacinėmis ir asmeninėmis priemonėmis modelius.
4. Pateikti pasiūlymus dėl triukšmo keliamos rizikos darbo vietose mažinimo ir valdymo galimybių.

3. TYRIMŲ METODIKA

3.1. Tyrimo objekto aprašymas

Triukšmo matavimai buvo atliekami dešimtyje smulkių Lietuvos ūkių. Kadangi tyrimuose aktualiausi yra smulkūs ūkiai, pasirinktų ūkių vidutinis dydis buvo nuo 10 iki 20 ha dirbamos žemės. Žemiau esančioje lentelėje (3.1 lentelė) pateikiami ūkių, kuriuose buvo tirtas darbuotojus darbo metu supantis triukšmas.

3.1 lentelė. Ūkių, kuriuose atlikti triukšmo ekspoziciijos tyrimai, struktūra

Veiklos sritis	Ūkių skaičius	Gyvulių skaičius	Valdomos žemės plotas
Gyvulininkystė	3	6-16	10-25 ha
Augalininkystė	2	-	10-20 ha
Mišrūs	5	5-10	10-15 ha

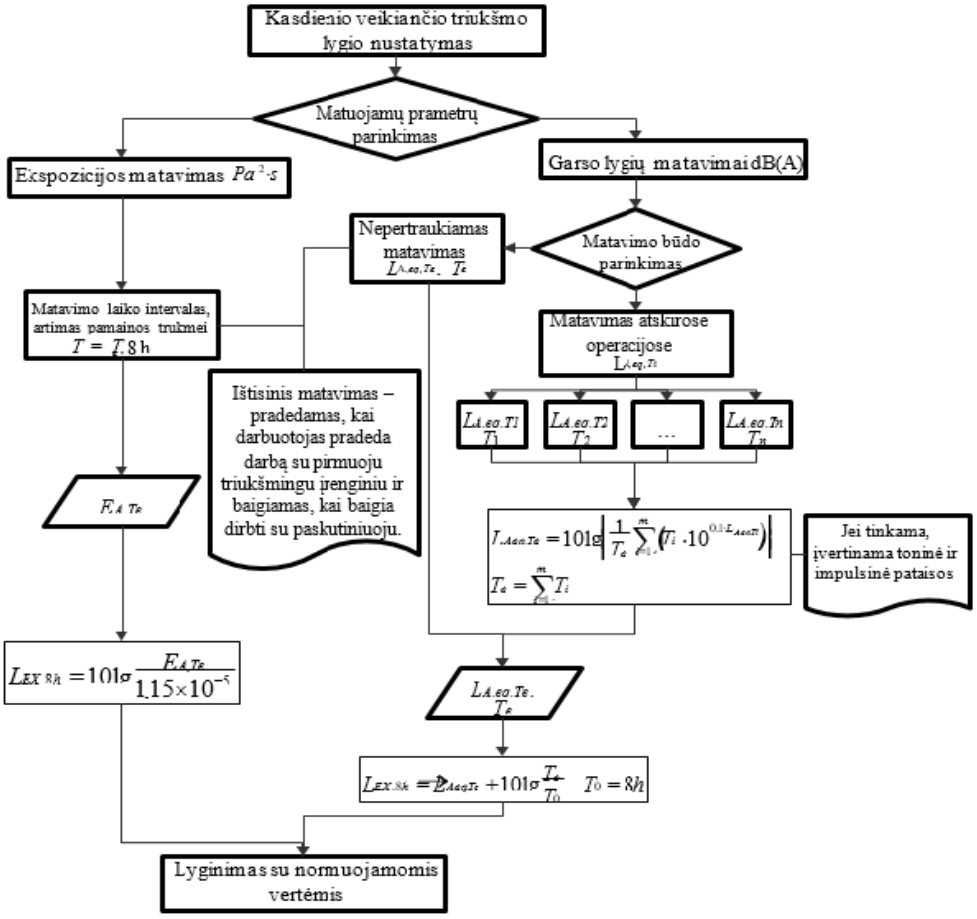
Visuose iš analizuotų ūkių, dirba šeimos nariai ir samdomi pagalbiniai darbininkai. Sezono metu, augalininkystės ūkiuose dirba po tris-penkis pagalbinius darbininkus, ne sezono nuo vieno iki dviejų. Mišriuose ir gyvulininkystės ūkiuose darbuotojų skaičius vasaros metu nuo dviejų iki keturių, žiemos nuo dviejų iki trijų. Kadangi tokiuose ūkiuose naudojama daug ir įvairios technikos, svarbu pastebėti, kad smulkių ūkių darbuotojai dažnai atlieka ne tik tiesiogiai su žemės ūkiu susijusias funkcijas, tačiau ir darbus gerbūviui palaikyti, namų ūkiui prižiūrėti.

Triukšmo tyrimams buvo pasirinkti ūkiai esantys Marijampolės savivaldybėje. Matavimai ir skaičiavimai vykdyti pagal standarto LST ISO 9612:2009 tvarką. Pagal ekvivalentinio slėgio lygio matavimus atliekant skirtingus ūkio darbus ir skirtingą tam tikro darbo atlikimo trukmę buvo nustatytas darbuotoją veikiančio triukšmo ekspozicijos lygis $L_{Ex,\,8h}$ darbo pamainai. Vėliau įvertinta kiek laiko konkretus darbas truko visos darbo pamainos metu. Apskaičiuotas triukšmas, kuris darbuotoją veikė atliekant konkretų darbą, nustatytą laikotarpį ir įvertintas visas triukšmas, kuris darbuotoją veikė darbo pamainos metu.

Atliekant triukšmo rizikos vertinimą dažnai, darbai tiesiogiai nesusiję su žemės ūkiu, kurių triukšmo lygis itin aukštas, lieka neištirti ir neįvertinti, todėl šio tyrimo metu siekta ištirti smulkaus ūkio darbuotoją veikiančią triukšmo ekspoziciją. Tyrimo metu analizuota kokie įrengimai, technika ar kitos darbo priemonės skleidžia daugiausiai triukšmo, įvertintas darbuotojui tenkantis triukšmas ir numatytos prevencines priemones triukšmui mažinti.

3.2 Triukšmo darbo vietose vertinimo metodika, darbuotoją veikiančio triukšmo vertinimas

Atsižvelgiant į bendrą sudėtingą situaciją dėl triukšmo darbe, Europos parlamentas ir Taryba 2003 m. vasario 6 d. priėmė direktyvą 2003/10/EC dėl būtiniausių sveikatos ir saugos reikalavimų, susijusių su fizikinių veiksnių (triukšmo) keliama rizika darbuotojams (septynioliktoji atskiroji direktyva kaip apibrėžta Direktyvos 89/391/EEC 16 straipsnio 1 dalyje), taikoma veiklai, kurią atliekant darbuotojai patiria arba gali patirti triukšmo keliamą riziką (Praktinės ..., 2005).



3.1 pav. Bendroji kasdienio veikiančio triukšmo lygio matavimų ir nustatymo schema (Praktinės rekomendacijos ..., 2005)

3.1 paveiksle pateikta principinė triukšmo matavimo schema, kuria naudojantis ir buvo atliekami triukšmo matavimai. Paskutinėje schemos grafoje, nurodyta, kad išmatuoti rezultatai lyginami su normuojamomis vertėmis. Kaip buvo minėta skyriaus pradžioje, triukšmo poveikis sveikatai vertinamas pagal direktyvą 2003/10/EC.

Remiantis šiuo dokumentu, ribinės triukšmo ekspozicijos vertės ir ekspozicijos vertės veiksmams pradėti (darbuotojų apsaugai nuo veikiančio triukšmo užtikrinti) nustatomos pagal kasdienius veikiančio triukšmo lygius ir akimirkinius garso slėgio lygius (pikus) yra tokios:

ribinė ekspozicijos vertė: $L_{EX,\,8h}$ = 87 dB(A) ir atitinkamai:

p_{peak} = 200 Pa (140 dB(C), kai pamatinis slėgis 20 μPa);

viršutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti: $L_{EX,\,8h}$ = 85 dB(A) ir atitinkamai:

p_{peak} = 140 Pa(137 dB(C), kai pamatinis slėgis 20 μPa);

žemutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti $L_{EX,\,8h}$ = 80 dB(A) ir atitinkamai:

p_{peak} =112 Pa(135 dB(C), kai pamatinis slėgis 20 μPa) (ES direktyva, 2003/10EC).

Ribinė kasdienio veikiančio triukšmo lygio (ekspozicijos lygio) vertė $L_{EX,8h}$ neturi viršyti 87 dB(A) ir didžiausiasis akimirkinis C svertinis garso slėgis p_{peak} neturi būti didesnis kaip 200 Pa arba 140 dB(C) (kai pamatinis slėgis 20μPa). Nustatant, ar darbuotojo neveikia triukšmas, viršijantis ribines vertes, tikrasis tai yra faktinis triukšmo veikimas darbuotojui yra vertinamas atsižvelgiant į triukšmo veikimo sumažinimą, kai naudojamasi asmeninėmis klausos apsaugos priemonėmis (klausos AAP).

Darbuotojams kylanti rizika dėl įvairių rizikos veiksnių vertinama ir įforminama vadovaujantis profesinės rizikos vertinimo nuostatais. Remiantis šiuose nuostatuose pateiktais rizikos vertinimo principais, darbuotojams kylanti rizika yra nepriimtina, kai darbo vietose išmatuotos faktinės rizikos veiksnio vertės yra didesnės nei numatyta teisės aktuose.

Ruošiantis tyrimams svarbu atlikti teisingą triukšmo vertinimą, bei pasirinkti tinkamas priemones, kurios gali ir turi būti naudojamos tyrimams atlikti, bei naudotis tinkama metodika triukšmo ekspozicijos tyrimų atlikimui. Atliekant triukšmo matavimus, juos galima išskirstyti į keletą skirtingų etapų, kuriuos vykdant vieną po kito gaunamas galutinis rezultatas. Triukšmo matavimas ir vertinimas buvo vykdomas pagal žemiau pateiktus etapus:

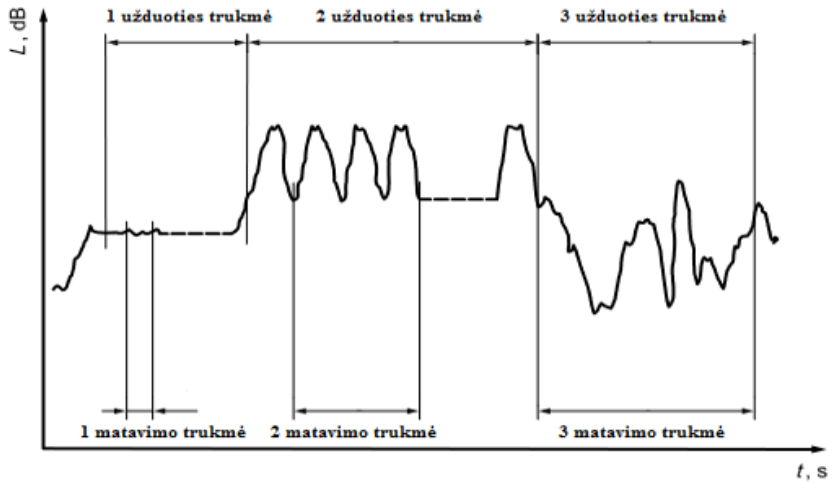
1. Matavimo metodų ir vertinamų parametrų pasirinkimas.
2. Matavimo priemonių parinkimas ir paruošimas.
3. Matavimo laikotarpių parinkimas.
4. Triukšmo matavimo neapibrėžties šaltinių numatymas.
5. Matavimo duomenų registravimas.
6. Matavimo duomenų analizė.
7. Matavimo duomenų pateikimas.

Remiantis aukščiau pateiktais triukšmo vertinimo etapais, buvo atliekami triukšmo ekspozicijos matavimai. Nustatant triukšmo ekspozicijos lygį (tiek matuojant garso lygius, tiek

ekspozicijos vertes) iš esmės taikomi du metodai (3.1 pav.): nepertraukiamas matavimas per visą darbo dieną, įskaitant ir tarpsnius kai triukšmo nėra arba matavimas pasirinktais darbo tarpsniais arba atskirose operacijose, nustatant triukšmą kiekvienos operacijos (ar jos dalies) metu ir fiksuojant tų operacijų (jų dalių) trukmes. Ištisiniai matavimai pradedami tada, kai darbuotojas pradeda darbo pamainą. Visą tolimesnį laiką matavimo priemonė neišjungiama iki paskutinės operacijos, kurioje darbuotoją veikia triukšmas, pabaigos. Tokiu būdu gaunama Te laiką atitinkanti ekspozicijos vertė *EA,Te* arba ekvivalentinio nuolatinio A svertinio garso slėgio lygis $LA_{,eq,Te}$. Panaudojant šias vertes skaičiuojama ekspozicijos vertė, atitinkanti 8 h darbo pamainą $L_{EX,8h}$.

Atliekant matavimus pasirinktais laiko tarpsniais, išanalizuotos darbuotojų atliekamos operacijos, jų režimai ir trukmės. Matavimo laiko intervalai parenkami taip, kad tyrimai parodytų būdingąją darbo vietos triukšmo ekspoziciją.

Triukšmo ekspozicijos lygis nustatytas atliekant ekvivalentinio nuolatinio A svertinio garso slėgio lygių matavimus įvairius ūkio darbų metu. Vykdant triukšmo vertinimą svarbu, kad matavimų laiko intervalai būtų parenkami taip, kad matavimai apimtų visus reikšmingus garso slėgio lygių darbo vietoje pokyčius. Parinkti matavimo intervalai buvo tokie, kad pakartotinai matuojant matavimo rezultatai praktiškai nesiskyrė.



3.2 pav. Trijų skirtingų darbų matavimų palyginimas atliekant ištisinius matavimus ir matuojant atskirai kiekvieną atliekamą darbą (ISO 9612, 2009).

Trijų skirtingų triukšmo matavimų palyginimas pateikiamas 3.1 paveiksle. Analizuojami triukšmo matavimai, kai atliekamas ištisinis matavimas ir kai kiekviena iš atliekamų operacijų matuojama atskirai. Paveiksle pateikti trys tam tikros užduoties laikotarpiai ir trys matavimo

laikotarpiai. Pirmasis matavimo laikas apima triukšmą, kuris yra artimas pastoviam triukšmui. Antrasis matavimo laikas apima ciklišKai pasikartojantį triukšmą, trečiasis matavimo laikotarpis apima atsitiktinai kintantį triukšmą. Kaip galime matyti iš šio paveikslo, siekiant kuo tikslesnių matavimo rezultatų, labai svarbu matavimų laikus parinkti tinkamai taip, kad jie apimtų ir reprezentuotų triukšmingiausius darbus ir operacijas, bei darbo metu vyraujantis triukšmas būtų išmatuotas tiksliai.

Atliekant apklausą arba surenkant duomenis apie tipinius triukšmo šaltinius (pvz., darbo procesai, mašinos, veiksmai darbo vietoje ir jos aplinkoje) buvo įvertinta atskirų darbo operacijų trukmė, o vėliau nustatyta kiekvieno tokio laiko intervalo įtaka į bendrą vidutinį garso slėgio lygį. Siekiant išvengti galimos paklaidos dėl ne visų darbų įvertinimo buvo naudojamas taip vadinamas ištisinis matavimas panaudojant triukšmo dozimetrą bei po to iš gautos triukšmo dozės skaičiuojant triukšmo ekspozicijos lygį.

Kasdienio veikiančio triukšmo lygio (normuotosios ekspozicijos lygio) vertės nustatymas 8 valandų darbo pamainai buvo skaičiuojamas taip:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10\lg\left(T_e / T_0\right), \text{dBA} , \tag{3.1}$$

čia: $L_{Aeq,Te}$ – bendroji ekvivalentinio nuolatinio A svertinio garso slėgio lygio vertė per laikotarpį Te, kurio metu vertintas (matuotas) triukšmas veikiantis žmogų;
T_0- standartizuota darbo dienos trukmė, lygi 8 valandoms. T0 ir Te išreiškiami tais pačiais vienetais (valandomis, minutėmis ar sekundėmis).
T_e – darbo su įrengimu trukmė.

Kai darbo procesuose ar operacijose triukšmas turi aiškius laikotarpius ir nustatytas ekvivalentinio nuolatinio A svertinio garso slėgio lygio vertes, kasdienio veikiančio triukšmo lygio vertę galima apskaičiuoti taip:

$$L_{EX,8h} = 10\lg\left[\frac{1}{T_n}\sum_{i=1}^{n} t_i \cdot 10^{0,1L_{Aeq,i}}\right], \text{dBA} , \tag{3.2}$$

čia: $L_{Aeq,Te}$ – bendroji ekvivalentinio nuolatinio A svertinio garso slėgio lygio vertė per laikotarpį T_e, kurio metu vertintas (matuotas) triukšmas veikiantis žmogų;
i – laikotarpių kiekis. Laikotarpių bendroji trukmė lygi T_e, tačiau neviršija T_0.

Lietuvoje ne taip plačiai naudojama reikšmė gaunamam triukšmui apskaičiuoti yra triukšmo dozė. Triukšmo dozė, tai integralinė vertė, apibrėžianti akustinę energiją, veikiančią žmogų

nustatytą laiko trukmę. Reikšmė gaunamam triukšmui apskaičiuoti yra triukšmo dozė. Triukšmo dozė skaičiuojama taip:

$$D = 100 \times \left(\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + ... + \frac{C_n}{T_n} \right), \% \quad (3.3)$$

čia: C1, C2, Cn – laikas, kurį veikė tam tikras triukšmo lygis, s;

T1, T2, Tn – laikas, kurį galima būti veikiamam tam tikro triukšmo lygio, s.

Pagal 3.3 formulę apskaičiuota triukšmo dozė rodo, per kokį laiko tarpą darbuotojas gaus nustatytą triukšmo dozę. Gauti tyrimų duomenys iliustruoja kokia triukšmo dozė veikia žmogų, tam tikrą laiko tarpą pabuvus atitinkamo intensyvumo triukšme (Breysse ir Lees, 2006).

3.3 Triukšmo matavimo įranga ir triukšmo ekspozicijos vertinimo neapibrėžties šaltiniai, matavimo rezultatų patikimumo vertinimas

Ruošiantis triukšmo ekspozicijos matavimams septynis kartus, skirtinguose ūkiuose buvo matuojama triukšmo dozė, kuri tenka darbuotojui per darbo pamainą, tai yra per 8 valandas, kadangi dažnai mažos trukmės ir aukšto lygio triukšmingi darbai lieka neįvertinti. A-svertinis triukšmo lygis ir triukšmo dozė buvo matuojamas dozimetru Bruel&Kjaer 4428, o atskirų darbų triukšmo ekspozicija skaičiuojama išmatavus triukšmo lygius triukšmo lygio matuokliais Bruel&Kjaer 2270, bei DeltaOHM HD-2010.

Pradiniams triukšmo ekspozicijos matavimams naudotas triukšmo dozimetras 4428 atitinkantis IEC 61252 reikalavimus. Triukšmo dozė matuota atliekant standartinius ūkio darbus: gyvulių priežiūrą, pašarų ruošimą, medžių genėjimą, medienos tvarkymą, traktoriaus vairavimą, derliaus nuėmimą, dirvos įdirbimą, sėją. Matavimai vykdyti prietaisą laikant atvirą, pritvirtinus arčiausiai darbuotojo ausies. Matavimų pradžioje užfiksuotas matavimų pradžios laikas, baigus darbus- matavimų pabaigos laikas ir visų darbų trukmė. Matavimų metu dozimetras fiksuoja ir kaupia triukšmo lygius ir iš išsaugotų triukšmo lygių apskaičiuoja triukšmo dozę, bei indikuoja pikinį triukšmo lygį.

Atlikus visos darbo pamainos matavimus, kiekvieną kartą buvo atliekami darbuotojo darbo pamainos analizė. Aprašomi atlikti darbai ir operacijos, įvertinamas laikas kiek truko kiekviena iš atliktų operacijų ir įvertinama per dieną surinkta triukšmo dozė, bei jos atitiktis triukšmo ekspozicijai.

Įvairių ūkio darbų triukšmo ekspozicijai išmatuoti buvo naudojamas pirmos klasės tikslumo triukšmo lygio analizatorius “Bruel&Kjaer” 2270, kuris yra pritaikytas atlikti aplinkos akustinio triukšmo matavimus bei higieninio darbo vietų stovio vertinimą. Šis prietaisas atitinka triukšmo

matavimo standartus IEC 61672-1:2002 ir IEC 61260:1995, IEC 60651:1979, DIN 45657 bei ANSI S1.43-1997. Triukšmomatis Bruel & Kjaer 2270 atlieka laikinį duomenų kaupimą ir nustato statistinius parametrus. Bruel&Kjaer 4189 tipo mikrofonais turi funkciją registruoti bendrus garso slėgio lygius (A, B, C charakteristikomis), atlikti 1/1 (8–16000 Hz), 1/3 (6,3–20000 Hz) oktavos juostų bei dažninę 1/n (4,2–22400 Hz) analizę išsamiems garso spektro tyrimams.

Siekiant rezultatų tikslumo, svarbu atlikti prietaisų kalibravimą kuris padeda išvengti paklaidų kylančių dėl prietaiso veikimo ir gauti būtent tokius rezultatus, kurie yra tiriamoje aplinkoje. Kalibravimas atliktas naudojant 1 klasės kalibratorių atitinkantį IEC reikalavimus, kalibravimas atliktas netriukšmingoje aplinkoje tyrimų pradžioje ir tyrimų pabaigoje. Tyrimų pabaigoje atliktas kalibravimas patvirtino, jog matavimams naudotas prietaisas, jų metu buvo sukalibruotas tinkamai ir neatitikčių dėl šios priežasties nėra. Tais atvejais, kai atlikus triukšmo matavimo tyrimus, vykdant kalibravimą prietaiso rodmenys skiriasi 0,5 dB dažnio skaitymo, visi matavimų rezultatai laikomi kaip negaliojantys ir netikslūs.

Matavimų metu fiksuotas $L_{A,eq}$, $L_{C,eq}$, $L_{C,peak}$ triukšmo lygiai ir oktavinis garso spektras $L_{p,oct}$. Atliekant matavimus kiekvieno matavimo numeris ir operacijos ar įrenginio pavadinimas buvo žymimas lentelėje. Atliekant trumpalaikius matavimus, triukšmomatis laikytas darbuotojo ausies lygyje ir matavimo trukmė siekė nuo 20 iki 30 sekundžių atsižvelgiant į operacijos metu sklindančio triukšmo tolygumą ir kitas neapibrėžtis. Ilgalaikių matavimų metu, išanalizavus galimus operacijų pasikeitimus triukšmas matuotas iki 50 minučių, triukšmomatį laikant arčiausiai darbuotojo ausies landos.

Įtakos matavimų rezultatams gali turėti neapibrėžtys, kurios gali atsirasti dėl specifinių klaidų ir natūralaus aplinkos poveikio. Pagrindinės priežastys dėl kurių matavimuose atsiranda neapibrėžtys yra šios:

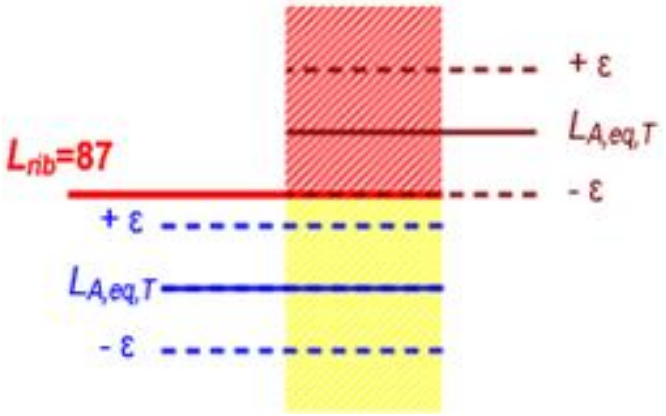
Kasdienio darbo procesų ir operacijų pokyčiai, netikslus procesų ir operacijų sąrašas;

Skirtingos įrengimų ir technikos eksploatavimo sąlygos, netinkama mikrofono pozicija (priklauso nuo to, kur mikrofonas yra pritvirtintas ir kokios tikslumo klasės prietaisai yra naudojami);

Pašaliniai garsai (mikrofono kontaktas su darbo drabužiais, vėjo srauto poveikis ir kt.);

Vertinant neapibrėžčių įtaką, ekspozicijos $L_{EX,8h}$ vertė apskaičiuojama atsižvelgiant į didesniąją neapibrėžties vertę, t.y. ($L_{A,eq},T,\ i\ +\ \varepsilon$). Jei gauta vertė yra mažesnė už ribinę ekspozicijos lygio L_{rib} vertę ar lygi jai, rizika priimtina. 3.3 paveiksle pateiktame pavyzdyje, (tuo atveju kai darbas vyksta 8 valandas ir $L_{A,eq},T = L_{EX,8h}$) kairėje pusėje pažymėtas $L_{A,eq},T$ lygis ir

matavimo rezultato neapibrėžtis + ε ribinio ekspozicijos lygio (87 dB(A)) neviršys ir rizika bus priimtina. Dešinėje pusėje pavaizduotas atvejis rodo, kad bet kokiu atveju ribinė triukšmo ekspozicijos lygio vertė yra viršijama ir rizika nepriimtina.



3.3 pav. Matavimo neapibrėžties įtaka vertinant rezultatus (Praktinės rekomendacijos ..., 2005)

Esminės neapibrėžtys identifikuotos matavimų ir rezultatų analizės metu. Jeigu aptinkama esminė neapibrėžtis, matavimas buvo atmetamas arba pakartojamas. Išmatuoti triukšmo lygiai ir su jais susijusios neapibrėžtys tiesiogiai priklauso nuo matavimams atlikti pasirinkto metodo. Triukšmo matavimo prietaisas gali apimti ir neapibrėžtis kylančias dėl kalbos, radijo, televizoriaus, šios neapibrėžtys gali įtakoti išmatuotus triukšmo lygius.

Rankinio matuoklio naudojimas užtikrino, kad tokių neapibrėžčių, kurios kyla dėl garsaus kalbėjimo ar radijo buvo išvengta (tokiu atveju matavimai buvo stabdomi arba kartojami), taip pat atliekant triukšmo matavimo tyrimus, matavimai nebuvo atliekami, kai vėjo greitis buvo >5m/s, kadangi tai taip pat galėjo turėti įtakos gautiems rezultatams.

Vertinant ribinių verčių atitiktis, matavimų rezultatai buvo pateikti įvertinus matavimų neapibrėžtis. Išmatuotų garso slėgių lygių neapibrėžtis priklauso nuo garso šaltinio ir matavimo trukmės, atstumo iki šaltinio, oro sąlygų, bei matavimo metodo ir įrangos. Matavimo neapibrėžtis turi būti įvertinama vadovaujantis GUM („Guide to the expression of uncertainty on measurement“). Matavimo neapibrėžtis buvo vertinama pagal 3.1 lentelėje pateiktą tvarką (tik ekvivalentiniam nuolatiniam A svertiniam garso slėgio lygiui).

3.2 lentelė. Matavimo neapibrėžčių įvertinimas (*Triukšmo ..., 2013)*

Standartinė neapibrėžtis				**Sudėtinė standartinė neapibrėžtis *σt***	**Išplėstinė matavimo neapibrėžtis**
Dėl įrangos	Dėl veikimo sąlygų	Dėl mikrofono pozicijos	Dėl kitų matavimo metu esančių triukšmų	$\sqrt{1{,}0^2X^2 + Y^2 + Z^2}$	± 2,0 *σt*
1,0 dB	*X* dB	*Y* dB	*Z* dB		

Išplėstinė neapibrėžtis apskaičiuota suminę standartinę neapibrėžtį padauginus iš apibrėžties daugiklio k=2, kuris, esant normaliam skirstiniui, atitinka 95% pasikliovimo lygmenį. Didesnės neapibrėžties galima tikėtis nustatant didžiausius lygius, dažnių juostų lygius ir toninio triukšmo komponenčių lygius. Standartinė neapibrėžtis dėl įrangos taikoma 1 klasės prietaisams (IEC 61672-1:2002) .

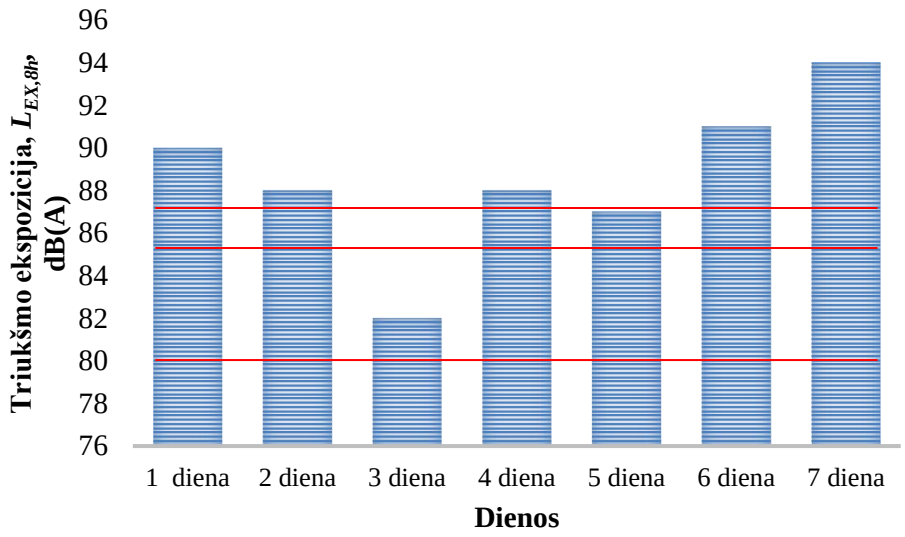
Atliekant triukšmo matavimus, darbuotojui buvo nurodyta laikytis nustatytų matavimo sąlygų, tai yra nekeisti darbinių operacijų, kai nėra būtina. Visi triukšmo matavimai buvo kartojami mažiausiai tris kartus, o rezultatuose pateikiami šių matavimų aritmetiniai vidurkiai ir jų 95% pasikliauties intervalai. Kai trijų matavimų rezultatai skyrėsi mažiau nei 3 dB, apskaičiuotas A-svertinis ekvivalentinis garso slėgio lygis, kaip vidurkis iš trijų matavimų. Jei trijų matavimų rezultatai skyrėsi 3 dB arba daugiau, buvo atlikti du papildomi matavimai ir apskaičiuojamas A-svertinis ekvivalentinis nuolatinis garso slėgio lygis, kaip visų matavimų vidurkis.

4. TYRIMŲ REZULTATAI

4.1 Triukšmo dozės matavimų rezultatai

Tyrimų rezultatų analizė pradėta nuo triukšmo dozės matavimo rezultatų atliekant įvairius žemės ūkio darbus. Siekiant nustatyti, ar dienos triukšmo ekspozicija iš tikrųjų didesnė nei ribinės vertės, buvo atlikti triukšmo matavimai, kurių metu matuota triukšmo dozė tenkanti darbuotojui vienos darbo dienos metu.

Atlikus tyrimą ir visą darbo dieną matuojant darbuotoją veikiantį triukšmo lygį triukšmo dozimetru triukšmo dozės reikšmė procentais buvo perskaičiuota į triukšmo ekspoziciją. Perskaičiavus septynių dienų matavimų rezultatus nustatyta, jog 72 procentai triukšmo dozės tyrimų ir triukšmas veikęs darbuotoją viršijo ribinę ekspozicijos vertę (87 dB(A) veiksmams pradėti ir tik vienas procentas visų rezultatų buvo mažesnis nei viršutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti.



4.1 pav. Septynių dienų triukšmo dozės matavimų rezultatų perskaičiavimas į triukšmo ekspoziciją

Pavyzdžiui, analizuojant antrąjį matavimą, kurio metu žemės ūkio darbuotojo darbo pamainos trukmė truko 8 valandas, triukšmo dozė siekė 133 % triukšmo ekspozicija buvo 88 dB(A). Darbo pamaina prasidėjo 8 valandą ryto ir truko iki 16 valandos. Darbo metu darbuotojas šėrė gyvulius, atliko įvairius lauko darbus (žolės pjovimas, malkų pjovimas savadabiu įrenginiu, metalo pjovimas). Nuo 11 iki 14 valandos, darbuotojas perkėlė gyvulių aptvarą, pervežė pašarus, pervarė gyvulius į naują aptvarą. Darbo pamainos pabaigoje

darbuotojas pašėrė gyvulius ir melžė karves. Darbuotoją veikusi triukšmo ekspozicija viršijo tiek žemutinę (80 dB(A)) tiek ribinę (87 dB(A)) ekspozicijos vertes veiksmams pradėti. Tai rodo, jog ir triukšmo dozė ir iš triukšmo dozės apskaičiuota triukšmo ekspozicija, matavimus atliekant visą dieną, viršija leistinas ribas ir triukšmas veikęs darbuotoją visos darbo pamainos metu yra nepriimtino lygio.

Analizuojant triukšmo dozės matavimus (4.1 pav., 1 diena), kurie buvo atlikti javapjūtės metu, triukšmo ekspozicija siekė 90 dB(A). Darbuotojo darbo pamainos trukmė truko 8 valandas. Darbo pamainos metu ūkio darbuotojas atliko įvairius lauko darbus, kurie truko 3 valandas ir likusį dienos laiką vairavo trijų skirtingų modelių traktorius, bei vežė grūdus į supirkimo punktą. Kadangi triukšmo ekspozicijos lygis siekė 90 dB(A) ir viršijo visas leistinas ribas, tai rodo, kad reikia imtis veiksmų, kurie padėtų sumažinti triukšmo lygį iki toleruotino.

Triukšmo ekspozicijos skaičiavimuose ir darbuotojų gautoje triukšmo dozėje reikšmingiausi yra intensyviausią triukšmo lygį skleidžiantys įrenginiai. 4.1 lentelėje pateikiami tokių darbų (įrenginių) išmatuoti triukšmo lygiai, kurie buvo atliekami lygiagrečiai su triukšmo dozės matavimais.

4.1 lentelė. $L_{A,eq}$ triukšmo lygio matavimo rezultatai dirbant su įvairiais ūkio įrenginiais

Įrenginio (darbo) numeris ir pavadinimas	**Triukšmo lygis, $L_{A,eq}$ dB(A)**
1. Traktorius Zetor 7211	74,0
2. Traktorius MTZ-82.1	87,5
3. Traktorius T-25 (be kabinos)	89,5
4. Kombainas Claas Senator	88,0
5. Grandininis pjūklas, 2,5 kW:	108,0
6. Plaktukinis grūdų malūnas, 7,7 kW	91,8
7. Savadarbis diskinis malkų pjovimo įrenginys, 4 kW	101,4
8. Kampinis šlifuoklis, 2,5 kW	100,0
9. Kampinis šlifuoklis 0,9 kW	94,3
10. Metalo tekinimo staklės	83,6
11. Galandimo staklės	90,9
12. Savaeigė vejapjovė	87,4

Iš šių matavimo rezultatų galima daryti atitinkamas išvadas apie darbuotojo gautą triukšmo dozę. Pavyzdžiui, darbuotojui dirbant be asmeninių apsaugos priemonių grandininiu pjūklu,

kurio skleidžiamas triukšmo lygis yra 108 dB(A), dienos triukšmo dozę darbuotojas gauna per mažiau nei 4 minutes, o žemutinė ekspozicijos vertė (80 dB(A)) viršijama per mažiau nei minutę. Kitu atveju, pavyzdžiui atliekant metalo pjovimo ar šlifavimo darbus, dienos triukšmo ekspozicija pasiekiama mažiau nei per 25 minutes.

Atlikti triukšmo dozės matavimai įrodė, jog matuojant nepertraukiamai, žemės ūkio darbuotojo gaunama triukšmo dozė viršija leistinas vertes ir siekia daugiau nei 87 dB(A). Todėl iš 4.1 lentelėje pateikiamų duomenų, taip pat visų tyrimų metu surinktų triukšmo ekspozicijos duomenų, bei naudojantis triukšmo ekspozicijos apskaičiavimo lygtimis atliekama tolimesnė įvairių žemės ūkio darbų triukšmo ekspozicijos matavimų rezultatų analizė.

4.2 Įvairių žemės ūkio darbų triukšmo ekspozicijos matavimų rezultatai

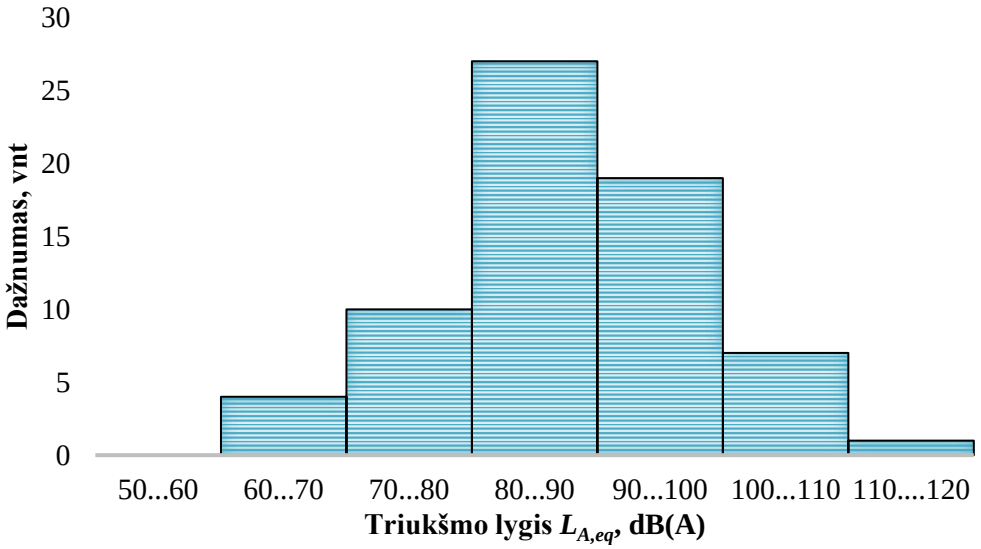
Atlikus triukšmo dozės matavimus ir nustačius, jog smulkių ūkių darbuotojus dažnai veikia didesnis nei leistinas triukšmo lygis (72 procentai rezultatų viršijo leistiną 87 dB(A) ribą) identifikuota atskirų darbų įtaką į bendrą triukšmo ekspoziciją. Tęsiant tyrimus, pagal iš anksto pasiruoštą metodiką, buvo atliekami triukšmo tyrimai, kurie apėmė įvairius darbus atliekamus smulkiuose ūkiuose.

Tyrimo metu išmatuotas darbas su įvairių modelių traktoriais, darbai susiję su augalininkyste ir gyvulininkyste, triukšmas gerbūvio tvarkymo darbų atlikimo metu, gyvulių ir paukščių šėrimas, karvių melžimas tvartuose ir laukuose, įvairūs technikos taisymo darbai angaruose ir garažuose, bei kiti darbai, kuriuos atlieka ūkio darbuotojai, tačiau jie nėra tiesiogiai susiję su žemės ūkiu.

Iš visų atliktų tyrimų rezultatų matyti, jog smulkiuose ūkiuose vyrauja labai įvairūs darbai, kurių triukšmingumo lygis yra pakankamai skirtingas. Analizuojant gerbūvio tvarkymo darbus, galima pastebėti, jog šie darbai taip pat pakankamai triukšmingi ir turi didelę įtaką bendram triukšmo lygiui tenkančiam darbuotojui per darbo pamainą.

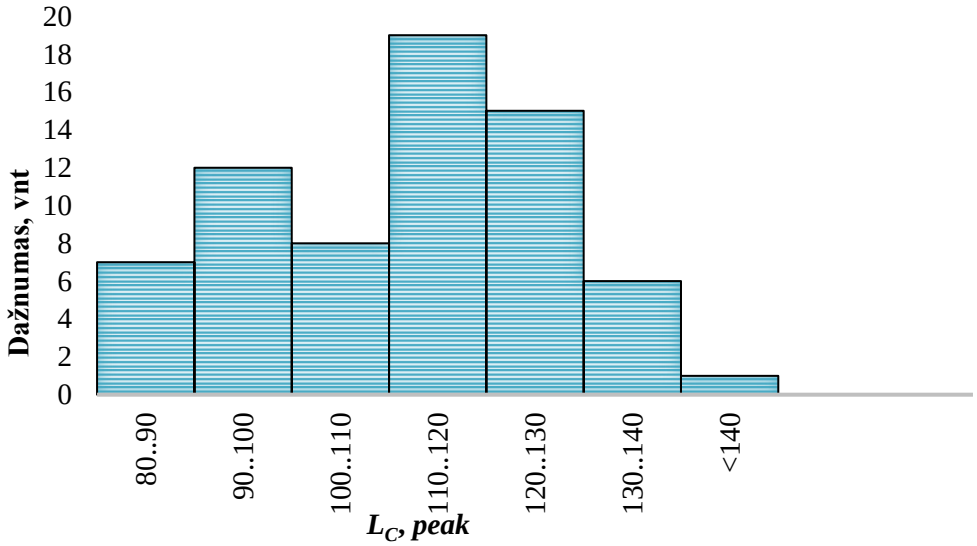
Siekiant įvertinti kuo daugiau darbų, triukšmas matuotas atliekant skirtingus žemės ūkio darbus, arba tą patį darbą atliekant su skirtingais įrengimais, technika ar prietaisais. Tarp visų rezultatų labiausiai išsiskyrė 4 kW savadarbis diskinis malkų pjovimo įrenginys (101,4 dB(A) arba 128,7 (p_{peak})), 2400 W betono pjaustyklė Makita (103,8 dB(A) arba 128,1 (p_{peak})) ir 3,5 kW grandininis pjūklas (120 dB(A) arba 142,8 (p_{peak})). Kaip mažiausiai triukšmingus darbus galima išskirti traktorius Zetor 7211 vairavimą, karvių melžimą rankomis laukuose, bei šieno krovimą.

Analizuojant skirtingų darbų tyrimų rezultatus skaičiuota kiek rezultatų iš visų atliktų tyrimų patenka į ribas nuo 80 iki 90 dB(A), kiek gautų rezultatų nesiekia 80 dB(A) ir koks skaičius rezultatų yra didesnis nei 90 dB(A).



4.2 pav. Skirtingų darbų triukšmo lygių pasiskirstymo dažnumas

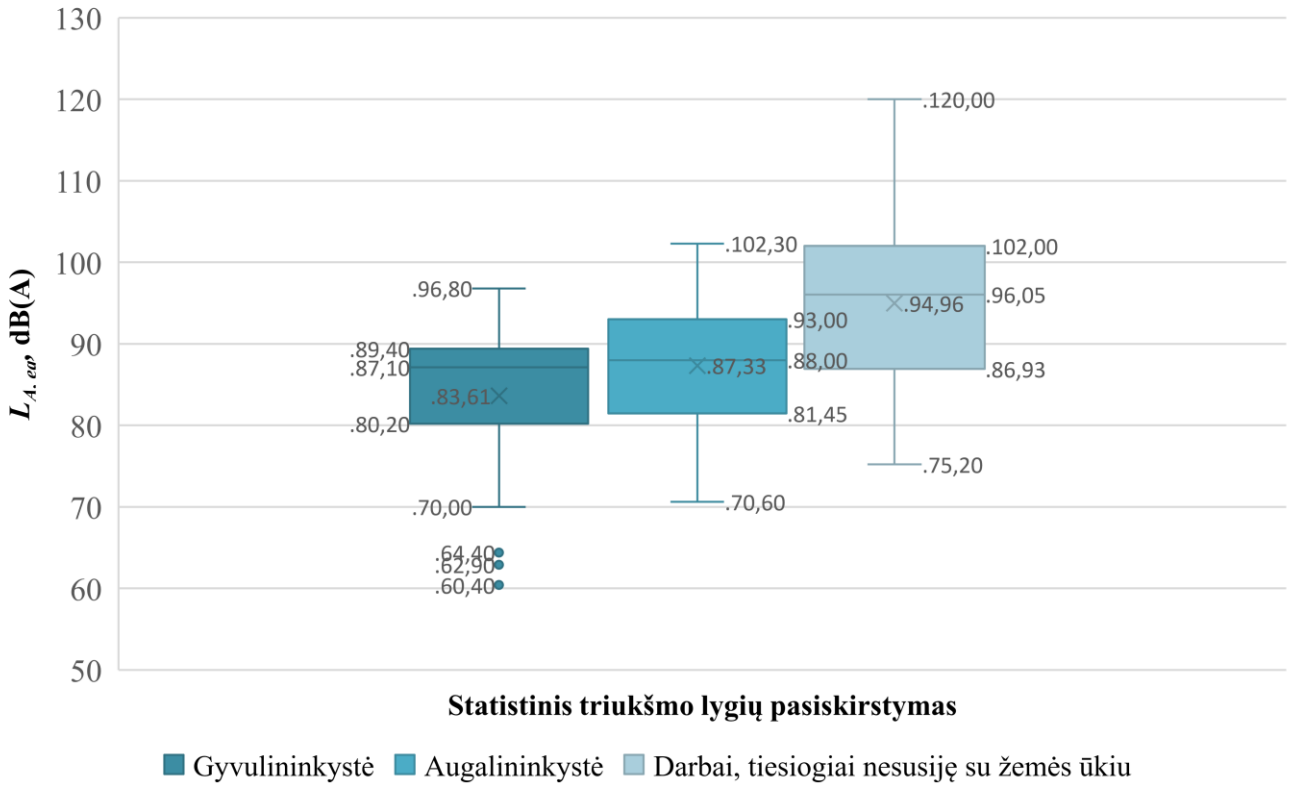
Skirstant gautų tyrimų rezultatus pagal tai kiek šių rezultatų patenka į ribas kas 10 dB(A), matyti, jog dauguma rezultatų (24 matavimai) siekia nuo 80 iki 90 dB(A) ir daugiau. Mažiausiai gauta tokių rezultatų, kurių triukšmo lygis buvo nuo 110 iki 120 dB(A). Rezultatų, kurių triukšmo lygis buvo daugiau nei 100 dB(A) nustatyta 11. Svarbu pastebėti tai, jog didžioji dalis, 30 % visų rezultatų viršija viršutinę ekspozicijos vertę ir yra didesni nei 85 dB(A).



4.3 pav. Didžiausių akimirkinių garso slėgių $L_{C,peak}$ pasiskirstymo dažnumas

Analizuojant tyrimų rezultatus pagal tai, kiek atvejų nustatyta pagal akimirkinį garso slėgio lygį, kuris viršija žemutinę ribą, matyti, jog tik 6 iš matuotų atvejų viršija nustatytą 135 dB(C) vertę. Ir tik vienas tyrimų rezultatas viršija ribinę reikšmę lygią 140 dB(C). Išanalizavus atliktų tyrimų rezultatus pagal triukšmo lygius dB(A) ir didžiausius akimirkinius garso slėgio lygius dB(C), aktualiau triukšmo tyrimų rezultatų analizę tęsti pagal ekvivalentinį triukšmo lygį, kadangi šie rezultatai rodo tai, jog dauguma gautų duomenų patenka į ribas nuo 80 iki 87 dB(A), kurie yra vertinami kaip riba veiksmams apsaugai nuo triukšmo pradėti.

Siekiant išsiaiškinti, kurios žemės ūkio veiklos srities darbai triukšmingiausi ir turi didžiausią neigiamą poveikį darbuotojams, visi gauti rezultatai suskirstyti į tris skirtingas kategorijas. Tai yra: gyvulininkystę, augalininkystę ir darbus, tiesiogiai nesusijusius su žemės ūkiu (darbai gerbūviui palaikyti, ūkio aplinkos tvarkymo darbai) (4.4 pav.).



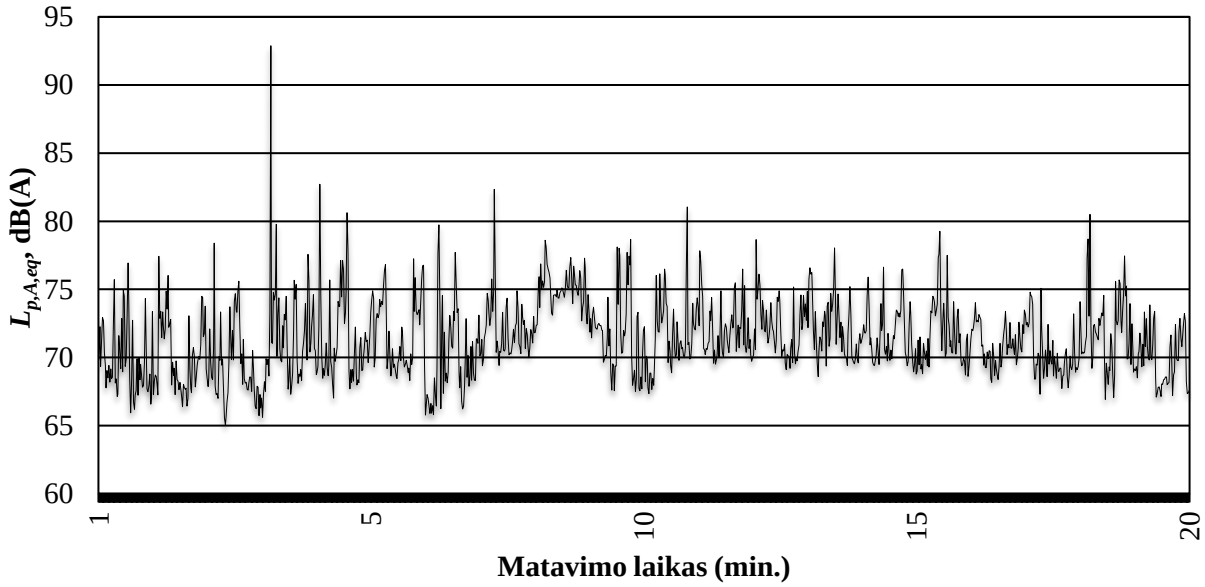
4.4 pav. Tyrimų rezultatų paskirstymas kitimo ribos (pagal darbų priskyrimą kategorijoms)

Analizuojant tyrimų rezultatų, priskirtų skirtingoms veiklos kategorijoms kitimo ribas (4.4 pav.), naudotos bendrosios vidutinės svertinės ašių vertės matavimo laikotarpiu. Pagal gautus rezultataus, galima matyti, jog žemutinė (80 dB(A)) ekspozicijos vertė veiksmams pradėti

atliekant ūkio darbus, tiesiogiai nesusijusius su žemės ūkiu viršijama apie 87 % atvejų, o ribinė ekspozicijos vertė siekianti 87 dB(A), viršijama daugiau nei 80 % atvejų. Pagal gautus rezultatus, galima daryti išvadą, jog darbuotojo, visos darbo pamainos metu atliekančio tik tokius darbus, kurie nėra tiesiogiai susiję su žemės ūkiu, triukšmo ekspozicijos lygis ženkliai viršytų leistinas ribas (ir ribinę ekspozicijos vertę lygią 87 dB(A)) ir turėtų tiesioginį poveikį darbuotojo sveikatai.

Apibendrinant rezultatus, matyti, jog triukšmingiausi darbai vyravo atliekant operacijas, kurios nėra tiesiogiai susiję su žemės ūkiu. Tai remonto ir gerbūvio tvarkymo darbai, bei darbai atliekami su smulkiu inventoriumi (tokiu kaip grandininiai pjūklai ar savadarbiai malkų pjovimo įrenginiai) ar aplinkos priežiūra.

Siekiant išanalizuoti triukšmo pokyčius laiko atžvilgiu, vykdyti ilgalaikiai matavimai. Vieno iš jų analizė pateikta 4.5 paveiksle.



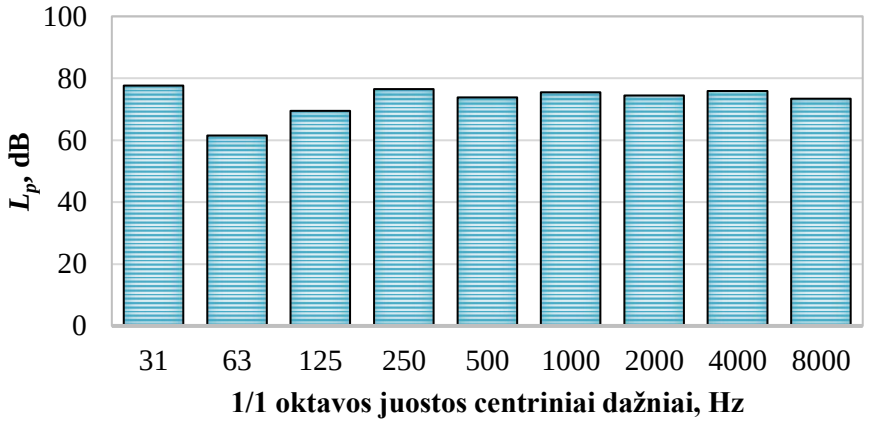
4.5 pav. Triukšmo lygio kitimas laike, mechanziuoto karvių melžimo metu

Grafike pateikiami triukšmo lygio stebėjimo rezultatai, kai darbuotoją supantis triukšmas matuotas 40 minučių, tai yra visos darbinės operacijos- mechanizuoto melžimo metu. Kadangi esminių pokyčių per visą matavimo laikotarpį (40 minučių) nenustatyta, paveiksle pateikiamas vaizdinis triukšmo kitimas laike per dvidešimt minučių.

Matome, jog per pirmąsias 5 minutes, užfiksuota vienas reikšmingesnis triukšmo pokytis, kuris siekė 93,1 dB(A), tačiau jis truko tik vieną sekundę, todėl žymios įtakos galutiniam

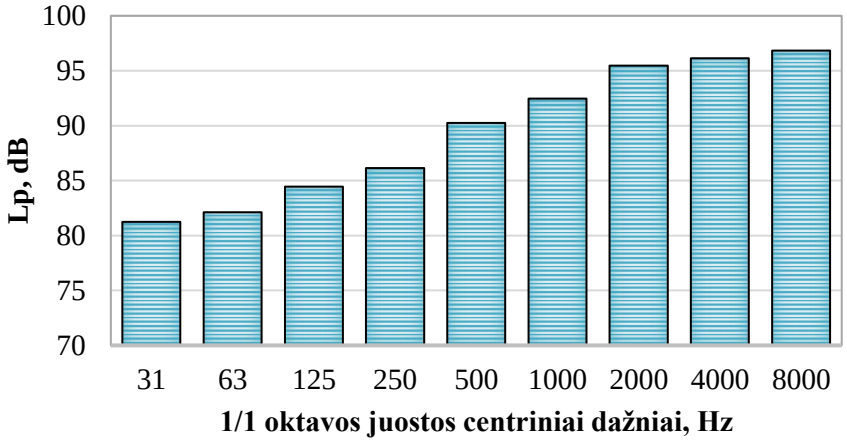
matavimo rezultatui neturėjo. Tęsiant matavimus, triukšmo lygis išliko pastovus ir esminių triukšmo pokyčių nustatyta nebuvo. Matavimo metu nustatytas triukšmo lygis nebuvo didesnis nei 80 dB(A), vadinasi neviršijo žemutinės 80 dB(A) ekspozicijos vertės veiksmams pradėti.

4.6, 4.7 ir 4.8 paveiksluose pateikiama ištirtų darbų triukšmo spektrų analizė. Šiuose spektruose matyti, koks triukšmas atliekant tam tikrą darbą buvo vyraujantis ir kokiuose spektruose asmeninių apsaugos priemonių naudojimas duotų didžiausią poveikį.



4.6 pav. Remonto darbų dirbtuvėse triukšmo spektro matavimo rezultatai ($L_{A,eq}$ = 87 dB(A))

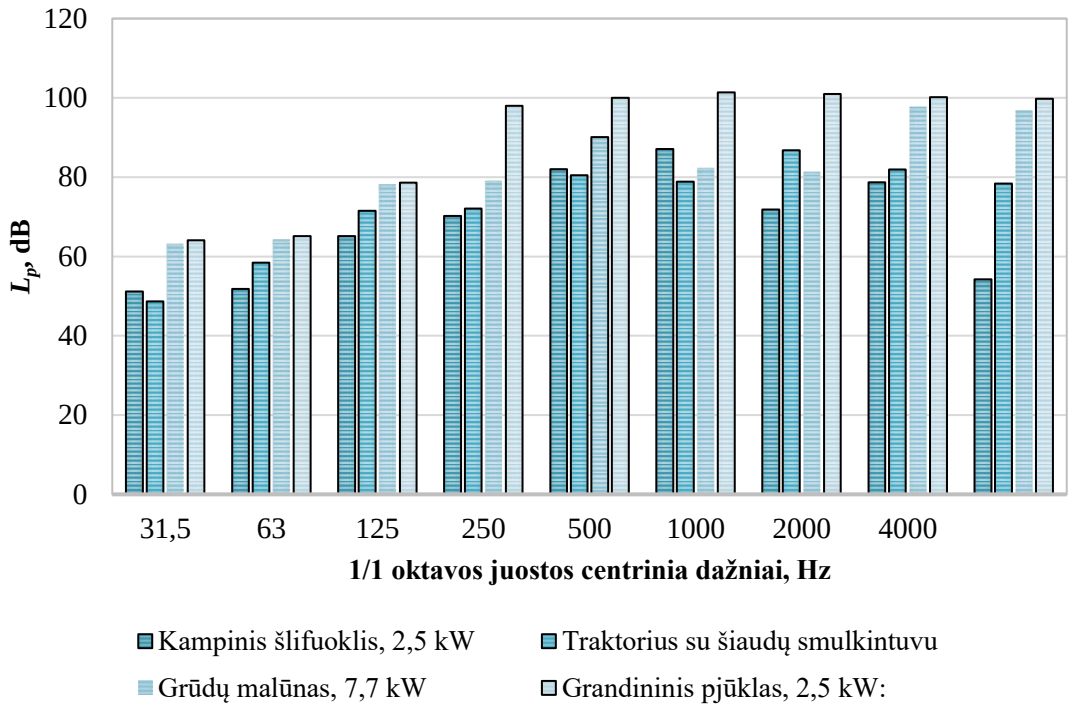
4.6 paveiksle pateiktas triukšmo spektras, kai tyrimo metu $L_{A,eq}$ buvo lygus 87 dB(A)), o dirbant su traktoriumi ir šieno presu (4.6 pav.) išmatuotas $L_{A,eq}$ siekė 96,8 dB(A). Atliekant remonto darbus, triukšmas buvo lygus ribinei ekspozicijos vertei, vadinasi, jeigu tokie darbai būtų dirbami visą darbo pamainą, ribinė triukšmo ekspozicijos vertė nebūtų viršyta. Šiuo atveju būtų viršyta žemutinė ir viršutinė ekspozicijos vertės veiksmams pradėti.



4.7 pav. Traktoriaus su šieno presu triukšmo spektro matavimo rezultatai ($L_{A,eq}$ = 96,8 dB(A))

Analizuojant traktoriaus su šieno presu triukšmo matavimus, ribinė triukšmo ekspozicijos vertė viršyta 11,8 dB(A). Tai rodo, jog dirbant su šiuo traktoriumi visą darbo dieną, ūkio darbuotojui tenkantis triukšmo ekspozicijos lygis ženkliai viršytų leistinas ribas. Atliekant šį darbą, vyrauja vidutinių ir aukštų dažnių garsai, kuriuose asmeninės klausos apsaugos priemonės efektyviausios

Triukšmo lygiui sumažinti iki toleruotinos rizikos ribos, t. y. iki $L_{EX,8h}$<85 dB(A) reikėtų parinkti asmenines apsaugines priemones, kurių slopinimo SNR vertė 25 dB. Tokiu būdu darbuotojo gauta triukšmo ekspozicija būtų sumažinta iki 71,8 dB(A).



4.7 pav. Darbų su skirtingais įrengimais skleidžiamų triukšmo spektrų palyginimas

Siekiant palyginti keletą tyrimo metu gautų triukšmo spektrų rezultatų, 4.8 paveiksle pateikiama keturių triukšmingiausių darbų spektrų analizė. Palyginimui pasirinkti šie darbai: darbas su kampiniu šlifuokliu (matavimo metu triukšmo lygis buvo lygus 100,0 dB(A)), darbas su traktoriumi ir šiaudų smulkintuvu (triukšmo lygis 83,6 dB(A)), pašarų ruošimas su grūdų malūnu (triukšmo lygis 90,9 dB(A)) ir medienos pjovimas su grandininiu pjūklu (triukšmo lygis 108,1 dB(A)). Atliekant šių darbų triukšmo matavimus, vyravo vidutinių ir aukštų dažnių dedamosios. Todėl kaip ir aukščiau analizuotame 4.7 ir 4.8 paveiksluose, triukšmą svarbu mažinti aukštuose dažniuose.

Svarbu pastebėti tai, jog labai dažnai reali darbų trukmė ypač sezono metu būna ilgesnė ir apima dar daugiau triukšmingų operacijų, dėl kurių triukšmo ekspozicijos (dozės) vertė gali padidėti dar labiau.

Skaičiavimai rodo, jog, pavyzdžiui, vos 10 minučių darbas su grandininiu pjūklu be klausos apsaugos įtakoja tai, kad triukšmas, kurį darbuotojas gavo per 12 valandų darbo ūkyje viršija ribinę ekspozicijos vertę. Jeigu iš pamainos darbų eliminuotume šį 10 minučių triukšmingiausią laikotarpį gautume, jog darbuotoją veikiantis kasdienis triukšmas būtų lygus 82,2 dB(A), vadinasi toleruotinos rizikos ribose.

Atsižvelgiant į šiuos rezultatus būtų galima kitaip organizuoti darbą ir aprūpinti darbuotojus asmeninėmis apsaugos nuo triukšmo priemonėmis. Šios priemonės padėtų išvengti aukšto triukšmo lygio, dėl kurio ilgainiui išsivysto klausos, bei kitų organų sutrikimai ir padidėja profesinių ligų rizika, kylanti dėl nekontroliuojamo triukšmo vyraujančio darbo aplinkoje.

4.3 Rekomendacijos triukšmo ekspozicijai mažinti, atliekant įvairius ūkio darbus

Siekiant sumažinti triukšmą supantį smulkių ūkių darbuotojus, kai atliekami įvairūs ūkio darbai, svarbu numatyti tinkamas priemones ir prevenciją, kurių pagalba triukšmas tenkantis darbuotojui būtų sumažintas ir jo poveikis nesiektų žalingos, įtakos sveikatos būklei turinčios, ribos.

Dažnai žmonėms trūksta informacijos apie triukšmo žalą, todėl darbuotojai turi būti informuojami apie triukšmą ir jo daromą poveikį sveikatai, vystomas sąmoningumas, kuris leistų suprasti su triukšmu susijusią riziką ir padėtų jos išvengti.

Jeigu pašalinti triukšmo šaltinių ir sumažinti darbuotoją supančio triukšmo nėra įmanoma (kai tam nėra lėšų, ar pagrindo, nes įrengimas tinkamai funkcionuoja), galima vykdyti darbo organizavimą, kuris leistų sumažinti triukšmą tenkantį darbuotojui arba naudoti asmenines apsaugos priemones.

Triukšmo tenkančio darbuotojui mažinimą galima vykdyti taikant tam tikrų specifinių žemės ūkio darbų normavimą, kai vienas darbas pakeičiamas kitu, arba darbo trukmė padalinama pusiau, kad darbo pamainos metu nebūtų viršyta ribinė ekspozicijos vertė, kuri siekia 87 dB(A). Žemiau esančioje lentelėje pateikiu pavyzdį, kaip būtų galima vykdyti darbų planavimą ir organizavimą atsižvelgiant į triukšmo ekspozicijos lygį tam tikrų darbų metu.

Iš 4.2 lentelės duomenų matyti, kad per 8 valandų laikotarpį, atlikus 4 skirtingas operacijas, darbuotojui tenkanti triukšmo ekspozicija siekia 87,8 dB(A). Tai rodo, jog pagal ES direktyvą, 2003/10EC tiek žemutinė tiek ribinė reikšmė veiksmams pradėti yra viršytos. Siekiant sumažinti

triukšmo poveikį, vykdant darbo organizavimą, aktualiausia yra triukšmingiausius darbus paskirti keliems darbuotojams, arba darbų trukmę padalinti kelioms dienoms.

4.2 lentelė. Triukšmo mažinimas taikant darbo organizavimo metodą

Operacija	**$T_{e,\ faktinis}$**		**$L_{p,A}$, dB(A)**	**$T_{e,\ skaičiuotas}$**		**$L_{EX,\ 8h}$**
	(HH)	(MM)		(HH)	(MM)	
Traktorius MTZ-82.1	5	0	87,5	5	35	86,9
Galandimo staklės	0	30	90,9	0	10	
Kiti darbai	1	0	75,0	1	15	
Savaeigė vejapjovė	2	30	87,4	1	0	
	Suminė trukmė		$L_{EX,\ 8h}$	Suminė trukmė po laiko koregavimo		
	8,00		87,8	8,00		

Analizuojant 4.2 lentelėje pateiktus duomenis, matyti, jog prieš darbo organizavimo vykdymą, darbas su galandinimo staklėmis truko 30 minučių, darbas su vejapjove truko 2 valandas 30 minučių. Po darbo organizavimo darbas su galandinimo staklėmis truko 10 minučių ir darbas su savaeige vejapjove 1 valandą. Šiuo atveju, triukšmingiausių darbų trukmės perorganizavimas, leido triukšmo ekspoziciją sumažinti iki 86,9 dB(A), kurie neviršija žemutinės vertės veiksmams pradėti.

Išmatuoti įvairių žemės ūkio darbų triukšmo rezultatai parodė, kad dauguma gautų rezultatų viršija leistinas ribas, todėl būtina naudoti apsaugos priemones. Kaip apsaugą nuo triukšmo pasirenkant vieną iš plačiausiai naudojamų asmeninių apsaugos priemonių- ausines, svarbu pasirinkti tinkamas, su tinkamu slopinimo lygiu.

4.3 lentelėje, pateikti atliktų tyrimų rezultatai, tai yra operacijos ar įrengimo pavadinimas, išmatuoti triukšmo lygiai, operacijos ar darbo su tam tikru įrengimu trukmė, bei triukšmo lygis, kai darbuotojas naudoja ausines “Peltor“, kurių triukšmo slopinimo lygis 38 dB.

Pagal 4.3 lentelės duomenis, matyti, jog ūkio darbuotojo darbo pamaina truko 8 valandas. Išmatuotas triukšmo ekspozicijos lygis siekė 99.4 dB(A) ir viršijo visas leistinas ribas. Jeigu triukšmingiausiems darbams: kombaino vairavimui ir gyvulių šėrimui būtų panaudotos ausinės, net nekoreguojant darbinių operacijų trukmės, šį rodiklį būtų galima sumažinti iki 74.2 dB(A).

4.3 lentelė. Asmeninių apsaugos priemonių panaudojimo galimybės

Operacijos ar įrengimo pavadinimas	Išmatuotas triukšmo lygis $L_{c,eq,\ Ti}$	Operacijos trukmė (val:min)	$L_{C,eq,Ti}$-SNR
Kombaino Dronningborg T7500 vairavimas	*102.3*	*4:00*	*64.3*
Traktoriaus MTZ-82.1 vairavimas	*87.5*	*2:00*	*49.5*
Gyvulių šėrimas	*92.6*	*0:30*	*54,6*
Grūdų sėmimas	81.2	1:30	81.2
$L_{EX,8h}$	**99.4**	**8:00**	**74.2**

Pasirenkant asmenines apsaugos priemones dažnai iškyla tokių sunkumų kaip, netinkamas ausinių pritaikymas, todėl itin svarbu parinkti tokias, kurios netrukdytų darbui, būtų komfortabilios, jų slopinimo dažnis nebūtų per aukštas. Naudojant asmenines apaugos priemones būtina įsitikinti, kad pasirinktos priemonės yra tinkamos, įvertinus triukšmo pobūdį ir trukmę – jos taip pat turi būti suderintos su kitomis apsaugos priemonėmis ir vienos kitoms netrukdyti atlikti savo funkcijų. Siekiant geriausios apsaugos nuo triukšmo, rekomenduojama derinti įvairias priemones skirtas sumažinti žmogų supantį triukšmą. Tai gali būti darbo organizavimo ir asmeninių apsaugos priemonių naudojimas.

4.4 Rezultatų apibendrinimas

Atlikus triukšmo dozės, kai matavimai vyko visą darbuotojo darbo pamainą ir apėmė visus galimus darbus bei operacijas, rezultatų analizę, nustatyta, jog smulkių ūkių darbuotojus dažnai veikia didesnis nei leistinas triukšmo lygis. Triukšmo dozės matavimai įrodė, jog matuojant nepertraukiamai, žemės ūkio darbuotojo gaunama triukšmo dozė viršija leistinas vertes ir net 72 procentai triukšmo dozės tyrimų metu gautų rezultatų, viršijo ribinę 87 dB(A) ekspozicijos vertę. Identifikuojant atskirų darbų įtaką į bendrą triukšmo dozę arba ekspoziciją , nustatyta, kad dažniausiai triukšmo ekspozicija viršijama atliekant darbus, kurie nėra tiesiogiai susiję su žemės ūkiu ir 20 minučių darbo su įrengimu, kuris skleidžia triukšmą siekiantį 98,8 dB(A) gali duoti pagrindą viršyti visos dienos triukšmo ekspoziciją.

Skirtingų darbų tyrimų rezultatų analizė pagal ekvivalentinį triukšmo lygį ir akimirkinį garso slėgio lygį parodė, jog dauguma rezultatų (24 matavimai) siekia nuo 80 iki 90 dB(A) ir daugiau ir tik 6 iš matuotų atvejų viršija nustatytą 135 dB(C) vertę. Svarbu pastebėti tai, jog didžioji dalis, 30 % visų rezultatų viršijo viršutinę ekspozicijos vertę ir buvo didesni nei 85 dB(A) pagal ekvivalentinį triukšmo lygį. Todėl tolimesnė triukšmo analizė ir valdymas vykdytas pagal ekvivalentinio triukšmo lygio matavimų rezultatus, nes šie rezultatai parodė, jog dauguma

gautų duomenų patenka į ribas nuo 80 iki 87 dB(A), kurios yra vertinamos kaip ribos veiksmams apsaugai nuo triukšmo pradėti.

Išskirsčius visus rezultatus į kategorijas: gyvulininkystė, augalininkystė ir darbai, tiesiogiai nesusiję su žemės ūkiu, nustatyta, jog žemutinė (80 dB(A)) ekspozicijos vertė veiksmams pradėti atliekant ūkio darbus, tiesiogiai nesusijusius su žemės ūkiu viršijama apie 87 % atvejų, o ribinė ekspozicijos vertė siekianti 87 dB(A), viršijama daugiau nei 80 % atvejų. Pagal gautus rezultatus, galima daryti išvadą, jog darbuotojo, visos darbo pamainos metu atliekančio tik tokius darbus, kurie nėra tiesiogiai susiję su žemės ūkiu, triukšmo ekspozicijos lygis ženkliai viršytų leistinas ribas (ir ribinę ekspozicijos vertę lygią 87 dB(A)) ir turėtų tiesioginį poveikį sveikatai.

Lyginant triukšmo spektrų rezultatus, nustatyta, kad įvairių ūkiuose atliekamų darbų, metu dažniausiai vyrauja vidutinių ir aukštų dažnių dedamosios. Todėl triukšmą patartina mažinti aukštuose dažniuose, kuriuose asmeninės apsaugos priemonės, tokios kaip ausinės yra efektyviausios. Siekiant įrodyti asmeninių apsaugos priemonių triukšmui mažinti naudą, pateiktos rekomendacijos, kuriose taikytos organizacinės ir asmeninės apsaugos priemonės triukšmui mažinti. Pateiktos situacijos įrodė, jog organizacinėmis priemonėmis, koreguojant atliekamų operacijų trukmė triukšmą galima sumažinti nuo 87,8 iki 86,9 dB(A), o naudojant ausines, kurių SNR 38 dB net iki 74.2 dB(A), kas rodo, jog ribinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti viršyta nebus.

IŠVADOS

1. Atlikus triukšmo lygio matavimus nustatyta, kad smulkiuose ūkiuose vyrauja triukšmo lygiai, kurių vertės yra didesnės nei apatinė ekspozicijos vertė ($L_{EX,8h}$) veiksmams pradėti (80 dB(A)) dirbant 8 darbo valandas (~87 proc. visų darbų), o ribinė ekspozicijos vertė (87 dB(A)) – 80 proc. tirtų atvejų.
2. Atlikus įvairių ūkio darbų triukšmo dozimetriją nustatyta, jog darbuotojus veikiantis triukšmo lygis per darbo dieną, visais atvejais didesnis nei apatinė vertė veiksmams pradėti, o vidutinė savaitės triukšmo ekspozicija gali siekti 88,6 dB(A).
3. Darbo metu naudojamų darbo priemonių požiūriu mažiausią triukšmo riziką kelia įrenginiai naudojami gyvulininkystės sektoriuje. Vidutinis A-svertinis triukšmo lygis juose siekia 83,6 dB(A), augalininkystės ūkiuose (87,3 dB(A)), o didžiausią riziką kelia mašinos ir įrenginiai, kurie naudojami ūkiuose bet nėra tiesiogiai susiję su žemės ūkio gamyba ($L_{A,eq}$=95 dB(A)).
4. Siekiant sumažinti darbuotojų, besiskundžiančių problemomis, susijusiomis dėl triukšmo poveikio skaičių, svarbu ugdyti sąmoningumą darbo saugos ir sveikatos klausimais, bei aprūpinti ir skatinti darbuotojus naudoti asmenines apsaugos priemones. Kadangi triukšmingiausiems darbams naudojant apsaugines ausines, triukšmo ekspoziciją galima sumažinti nuo 99.4 dB(A) iki rekomenduotinų mažiau nei 80 dB(A).

INFORMACIJOS ŠALTINIAI

1. Ašmenskas J. Baubinas A. Obelenis V. Šimkūnienė B. 1997. *Aplinkos medicina*. Vilnius: Avicena.
2. Babisch W. Beule B. Schust M. Kersten N. Ising H. 2005. *Traffic noise and risk of myocardial infarction*. Epidemiology, 16(1):33–40.
3. Baltrūnas, P. Ščiupakas D. 2007. *Technogenezė ir visuomenės sveikata*. Vilnius: VGTU leidykla Technika.
4. Breysse P. Lees P. 2006. *Environmental Health and Engineering*. The Johns Hopkins University of public health.
5. Brueck W. S. Chamberlain D. Hallman E. May J. Hwang SA. Gomez M. Eberly S. Cox C. Stark A. 2000. *Hearing conservation for farmers: source apportionment of occupational and environmental factors contributing to hearing loss*. J Occup Environ Med 42(8): 806-13.
6. Butkus R. Deikus J. Markevičius S. Šarlauskas A. 2005. *Praktinės rekomendacijos darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatams taikyti*. Vilnius, 20-35 p.
7. Calixo A. Diniz FB. Ferreira JA. Schuhli RB. 2002. *Annoyance caused by urban noise to the cities of Curitiba, Brazil*. Rev. Sauda Publica. vol.36 no.4 São Paulo.
8. Chairman DS. 2002. *Noise Injury Prevention Strategy for the Australian Farming Community*. [Žiūrėta 2017-02-23]. Prieiga per: <http://www.farmsafe.org.au/resources/content/1392883351_Final%20Strategy%2029-10-02.pdf>.
9. Choi S. Peek-Asa C. Sprince N. Rautiainen R. Donham K. Flamme G. Whitten P. Zwerling C. 2005. *Hearing loss as a risk factor for agricultural injuries*. Am J Ind Med. Vol, 48 P. 298-301.
10. Čyras P. Girnius V. Kaminskas K. Nainys V. Šukys R. Tartilas J. 2003. *Profesinė sauga ir sveikata. Ergonomikos principai.* Vilnius: Technika, 404 p.
11. *DSS būklės ataskaitos.* 2015. [Žiūrėta 2017 03 21]. Prieiga per: <https://www.vdi.lt/Forms/Tekstas1.aspx?Tekstai_ID=114>.
12. Ehlers J. Graydon PS. 2011. *Noise-induced hearing loss in agriculture: Creating partnerships to overcome barriers and educate the community on prevention*. US National Library of Medicine: National Institutes of Health. Vol, 13 P. 142-146.
13. Eirdreich J. 2008. *Hearing protection. Noise and vibration control.* 3M occupational health and environmental safety division. [Žiūrėta 2017 01 13]. Prieiga per internetą:<http://multimedia.3m.com/mws/media/711107O/3m-hearing-protection-brochure.pdf?fn=Hearingcatalogue.pdf>.
14. Europos saugos ir sveikatos darbe agentūra. 2015. *Triukšmas žemės ūkyje ir miškinkystėje*.

[Žiūrėta 2017 02 10]. Prieiga per: <https://osha.europa.eu/lt/sector/agriculture/noise>.

15. *Environmental Noise*. [Žiūrėta 2017 03 27]. Prieiga per:http://www.nonoise.org/library/envnoise/.
16. Ewans J. Whyte R. Price S. 2004. *Practical solutions to noise problems in agriculture*. RMS Vibration Test Laboratory. [Žiūrėta 2017 02 21]. Prieiga per: http:<//www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr212.pdf Evans ir kt. 2004>.
17. Gražulevičienė R. Azaravičienė A. Dulskienė V. Malinauskienė V. 2002. *Socialinių ir psichologinių veiksnių įtaka sveikatai*. Kaunas: Medicina, 34 p.
18. Grakauskas D. Vasiliauskas G. 2015. *Garsų kokybės traktorių kabinose tyrimas*. ISSN 1822-1823. Žmogaus ir gamtos sauga, ASU.
19. Gražulevičienė R. 2002. *Žmogaus ekologija*. Kaunas: VDU leidykla, 225 p.
20. Gražulevičienė R., Gražulevičius R. *Aplinkos triukšmo įtaka arterinės hipertenzijos rizikai*. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, 2002, Nr.4 (14), p. 34–40.
21. Hassall JR. Zaveri K. 1979. *Acoustic noise measurements*. Nærum: Brüel & Kjær. 4. ed.
22. Health and safety executive. 2009. *Calculators for three different methods of estimating the performance of hearing protection*. [Žiūrėta 2017 01 11]. Prieiga per: <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.hse.gov.uk%2Fnoise%2Fhearingcalc.xls&ei=c99ZVZnIKcexygOxoDwBg&usg=AFQjCNETYVWjbYJ1L0Zz0yM8TS5k9y8iEQ&sig2=u3G9pY6h9Yj6fTipTWlFOw&bvm=bv.93564037,d.bGQ>.
23. Holand S. Girard A. Meyer Bisch C. Elghozi JL. 1999. *Effects of an auditory startle stimulus on blood pressure and heart rate in normal men*. Arch Mal Coeur Vaiss. Vol, 92 P. 27-31.
24. Humann M. 2011. *Hearing loss and task-based noise exposures among agricultural populations*. University of Iowa: Doctoral thesis. P. 147-155.
25. Ising H. Babisch W. Kruppa B. 1999. *Noise-induced endocrine ef- fects and cardiovascular risk*. Noise Health. 1(4):37-48.
26. ISO 1996-2:2008 *Akustika- Aplinkos triukšmo aprašymas, matavimas ir įvertinimas*. International Standards Organization, 2008.
27. ISO 9612. Acoustics Determination of occupational noise exposure. Engineering method. 2009.
28. Kasdienio veikiančio triukšmo lygio skaičiuoklė. [Žiūrėta 2017 03 02]. Prieiga per internetą*:* <www.vdi.lt/PdfUploads/TR1.xls>.

29. Karalius M. Butkus R. 2015. *Traktorininkų darbo aplinkos arimo darbų metu tyrimai.* ISSN 1822-1823 Žmogaus ir gamtos sauga, ASU.
30. Liu D. Roberts H. 1999. *Noise pollution*. [Žiūrėta 2017 02 23]. Prieiga per:<http://ftp.energia.bme.hu/pub/hullgazd/Environmental%20Engineers%27%20Handbook/Ch06.pdf>.
< http://www.hse.gov.uk/Statistics/causdis/deafness/index.htm>.
31. Lusk SL. 1997. *Noise exposures. Effects on hearing and prevention of noise induced hearing loss*. AAOHN J; 45:397– 408.
32. Malinauskienė V. Gražulevičienė R. 2000. *The effect of noise annoyance at the workplace on the risk of myocardial infarction*. Proceedings of the 1st International Conference BALTIK – ACOUSTIC. Vilnius. P. 151–154.
33. McCurdy S. *Health and safety risks in production agriculture*.1998. 169(4): 214–220.
34. *Noise induced hearing loss in Great Britain*. 2015. [Žiūrėta 2017 04 02].
Prieiga per: http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/deafness/index.htm.
35. *Occupational Safety & Health Administration. Noise and hearing conservation*. [Žiūrėta 2017 04 12]. Prieaiga per internetą: www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/index.html.
36. Passchier-Vermeer W. Passchier WF. 2000. *Noise exposure and public health. Environ Health Perspect*. 108(Suppl 1):123-31 p.
37. Pilipavičienė L. Krisiulevičienė D. 2014. *Lietuvos žemės ūkio darbuotojų profesinis Sergamumas 2006–2012 m. Ir jį sukėlę profesinės rizikos veiksniai*. Higienos institutas: Visuomenės sveikata. 2014/2(65)
38. Puskunigis T. Butkus R. 2014. *Traktorininką veikiančių triukšmo lygių ir ekspozicijos tyrimai.* Akademija, D. 1. p. 16-19. Žmogaus ir gamtos sauga.
39. Pinosova M. Andrejova M. Lumnitzen E. 2013. *Analysis of clinical signs of noise exposure on human health in plants with high exposure to noise*. ISSN 1584 – 2665 Annals of faculty engineering hunedoara – International Journal Of Engineering.
40. *Practical solutions to noise problems in agriculture*. 2004. Research report. Silsoe Research Institute and RMS Vibration Test Laboratory for the Health and Safety Executive.
41. Rautiainen R. 2011. *International Comparisons and Evaluations in OHS*. Irish Meeting 2011 on Agricultural Occupational health and safety. Dublin, Ireland.
42. Rimovskis S. Ramonas Z. 2005. *Apsauga nuo triukšmo*. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 50 p.

43. Rutkovienė M.S. Sabienė N. 2008. *Aplinkos tarša*. Kaunas: Lietuvos žemės ūkio universitetas, 27-30 p.
44. Sliwinska-Kowalska M. Davis A. 2012. *Noise-induced hearing loss. Noise Health*. Nov-Dec;14(61):274-80.
45. Stansfeld S. Haines M. Brown B. 2000. *Noise and health in the urban environment*. Rev Environ Health;15:43-82.
46. Stauskis V. 2005. *Statybinė akustika.* Vilnius: Technika, 34 p.
47. Tamošiūnas A. Rėklaitienė R. Domarkienė S. 2005. *Prevalence of risk factors and risk of mortality in relation to occupational group*. Medicina. 41(8):705-12.
48. *Triukšmo poveikis*. Valstybinis aplinkos sveikatos centras. [Žiūrėta 2017 02 21]. Prieiga per: <http://ec.europa.eu/environment/basics/health-wellbeing/noise/index_lt.htm>.
49. *U.S Department of Health and Human services*. 2015. National institutes of health. [Žiūrėta 2017 03 21]. Prieiga per: < https://www.nidcd.nih.gov/health/statistics/quick-statistics-hearing>.
50. Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras. Ūkininkų ūkių registras. VIC LT. [Žiūrėta 2017 03 19]. Prieiga per: https://www.vic.lt/?mid=213.
51. Work safe. 2014. *Practice guide for preventing noise induced hearing loss in farms*. New Zeland. [Žiūrėta 2017 03 03]. Prieiga per: http://www.business.govt.nz/worksafe/about/who-we-work-with/consultation/closed-for-consultation-reports-under-development/consultation-on-agriculture-guidelines/preventing-noise-induced-hearing-loss-on-farms.pdf>.

MOKSLINIO DARBO APROBACIJA

Tyrimų rezultatai paskelbti mokslinėse konferencijose:

Saldukaitė L. Triukšmo ekspozicijos tyrimas atliekant įvairius ūkio darbus. *Tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija "Žmogaus ir gamtos sauga"*, Akademija 2016.

Tyrimų rezultatai paskelbti mokslo leidinyje:

Saldukaitė L. Triukšmo ekspozicijos tyrimas atliekant įvairius ūkio darbus. *Žmogaus ir gamtos sauga*. 2016, Nr. 16, P. 25-28.

Mokslinio straipsnio kopija pateikta 1 priede.