

# TRIUKŠMO POVEIKIO DARBO APLINKOJE NAUJOS ĮVERTINIMO IR VALDYMO GALIMYBĖS

KAZYS ALGIRDAS KAMINSKAS<sup>1</sup>, ALEKSANDRAS JAGNIATINSKIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos fakultetas, <sup>2</sup>Teriozoliacijos mokslo institutas

**Raktažodžiai:** darbo aplinka, triukšmas, ekspozicijos lygio vertė, svertinis garso slėgio lygis.

## Santrauka

Triukšmas pramonės įmonėse yra pakankamai didelė problema, daranti įtaką nelaimingų atsitikimų ir profesinių ligų skaičiui. Triukšmo detalus tyrimas ir jo vertinimas pramonės įmonėse gana sudėtingas, brangus darbas, reikalaujantis kruopštumo ir specialių žinių. Šiame darbe eksperimentiniais tyrimais buvo siekiama patikslinti triukšmo ekspozicijos lygio įvertinimą pagal garso slėgio lygį ir jo poveikio trukmę priklausomai nuo cecho darbuotojų funkcijų pasiskirstymo. Triukšmo lygio matavimams buvo naudojamas 1 tikslumo klasės garso lygio matuoklis Larson-David LD-824 su laisvojo lauko mikrofonu G.R.A.S. AF 40 su stiprintuvu 26 AK. Kiekvienos zonos triukšmo lygis buvo nustatomas daugkartiniais matavimais. Darbo dienos ekspozicijos lygis ( $L_{EX,8h}$ ) buvo gaunamas taip, pirma, įvertinamas energinis garso slėgio lygio vidurkis ( $L_{p,AeqT,m}$ ), po to vertinamas kiekvienos atliekamos užduoties laikotarpio indėlis į bendrą ekspozicijos lygį ( $L_{EX,8h,m}$ ). Buvo nustatyta, kad mažiausias darbuotojus veikiančio triukšmo ekspozicijos lygis šioje įmonėje yra 79 dB(A), didžiausias 87 dB(A). Kiekvieno darbuotojo garso ekspozicijos lygio ištyrimas leido sumažinti triukšmo poveikį darbo organizavimo priemonėmis.

## IVADAS

Nauji technologiniai procesai padeda verslininkams stiprinti savo lyderystę pasaulinės ekonomikos plotmėje, inovatyvios technologijos padeda žmogaus kasdieninėje būtyje, tačiau šių technologinių procesų galingumo ir spartos augimo pasekmė dažnai yra didėjantis triukšmas. Triukšmas yra vienas iš kenksmingiausių ir dažniausiai pasireiškiančių neigiamų veiksnių darbo aplinkoje. Milijonai Europos Sąjungos (ES) gyventojų skundžiasi praleidžiantys daugiau kaip 25 % savo darbo laiko trukmės triukšmingoje aplinkoje. Kiekvieną dieną beveik 30 % darbingo amžiaus žmonių susiduria su padidintu triukšmo poveikiu, o didelė dalis profesinėms ligoms skirtų lėšų

yra išmokama triukšmo pažeistiesiems darbuotojams [1].

Pastaraisiais dešimtmečiais techniškai išsivysčiusiose šalyse vyksta triukšmo poveikio žmogui intensyvus valdymas. ES Tarybos 1989 metais buvo priimta su darbuotojų darbo sauga triukšmingose patalpose susijusi direktyva 89/391/EEB, kuri apibrėžė darbuotojus veikiančio triukšmo ekspozicijos lygių ribas. Jos buvo naudojamos darbdavių kaip rodiklis, kad reikia vykdyti triukšmo darbo vietoje prevenciją. Šios direktyvos nuostatų įgyvendinimo privalumai ir trūkumai paskatino Europos Sąjungos šalis ją atnaujinti ir iki 2006 metų vasario 15 dienos įgyvendinti naują Europos Parlamento bei Tarybos direktyvą 2003/10/EB, parengtą 2003 metų vasario 6 dieną. Ši direktyva aprašo mažiausius reikalavimus sveikatos bei darbo saugos srityse, susijusius su fizinių veiksnių (triukšmo) keliami rizika darbuotojų atžvilgiu [2,3]. Direktyvoje nustatyti būtinausi reikalavimai apsaugai nuo rizikos, kurią kelia ar gali sukelti triukšmas darbuotojų sveikatos ir saugumo atžvilgiu. Šie reikalavimai taikomi, kai darbuotojai patiria arba gali patirti triukšmo poveikio pasekmes, ypač riziką klausos atžvilgiu. Lietuvoje jos reikalavimai perkelti į darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatus (toliau Nuostatai) [4].

Pagrindinė naujos direktyvos ypatybė yra nustatymas aiškios ir nuoseklios prevencijos, kuri turėtų užtikrinti sveikatos apsaugą darbininkams, susiduriantiems su padidintu triukšmu darbo aplinkoje [2]. Tam tikslui direktyvoje ir Nuostatuose yra nustatytos skirtingos triukšmo ekspozicijos lygio vertės. Ribinė ekspozicijos lygio vertė yra  $L_{EX,8h} = 87$  dB(A). Taip pat direktyvoje ir Nuostatuose yra nustatytas apatinis ir viršutinis slenkstis prevencijos veiksmams pradėti: viršutinė ekspozicijos lygio vertė  $L_{EX,8h} = 85$  dB(A), žemutinė ekspozicijos lygio vertė  $L_{EX,8h} = 80$  dB(A) [2;4].

Laikantis Nuostatų draudžiama viršyti ribinę triukšmo ekspozicijos lygio vertę. Darbininkas neturi gauti didesnę nei numatytą garso ekspozicijos lygį. Kai viršijamos žemutinės triukšmo ekspozicijos lygio vertės, darbdavys privalo aprūpinti darbuotojus asmeninėmis klausos apsaugos priemonėmis. Kai yra viršijama viršutinė ekspozicijos lygio riba, asmeninės klausos apsaugos priemonės naudojamos privalomai. Jeigu nepaisant priemonių, kurių buvo imtasi, išsiaiškinama, kad ir toliau viršijamos triukšmo poveikio

ribos, darbdavys privalo nustatyti priežastis, dėl kurių poveikio vertės yra viršijamos ir taikyti pakeitimus saugos ir prevencijos formų atžvilgiu [4].

Vadovaujantis Nuostatų 12 p. [4] triukšmo ekspozicijos lygis nustatomas pagal naują tarptautinio standarto LST ISO 9612:2009 „Akustika. Darbo vietų triukšmo ekspozicijos nustatymas. Ekspertinis metodas. (Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method (ISO 9612:2009)“ [5] versiją. Standarte yra pateiktos trys skirtingos strategijos, kurios naudojamos nustatyti triukšmo ekspoziciją dirbantiems jo poveikio aplinkoje. Šiame darbe eksperimentiniais tyrimais buvo siekiama patikslinti triukšmo ekspozicijos lygio įvertinimą pagal garso slėgio lygį ir jo poveikio trukmę priklausomai nuo cecho darbuotojų funkcijų pasiskirstymo.

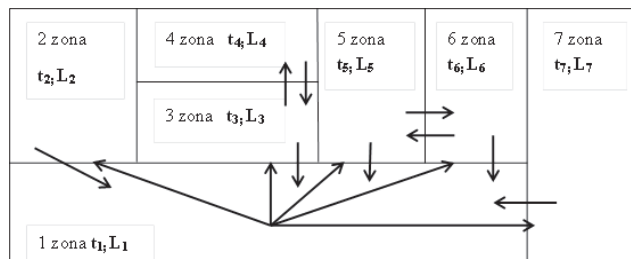
**Darbo tikslas** - eksperimentiniais tyrimais patikslinti triukšmo ekspozicijos lygio įvertį pagal realiose sąlygose išmatuotą garso slėgio lygį ir jo poveikio trukmę.

#### TYRIMO OBJEKTAS IR METODIKA

Darbo vietų triukšmo tyrimams atlikti buvo pasirinkta pramonės įmonė Vilniaus miesto pakraštyje. Matavimai bei skaičiavimai buvo atliekami griežtai vykdant visas standarte LST ISO 9612:2009 [5] nurodytas procedūras. Pagal ekvivalentinio garso slėgio lygio matavimus skirtingose cecho zonos ir darbininkų atliekamų funkcijų bei tam skirto laiko pasiskirstymą kiekvienam darbuotojui buvo nustatytas jį veikiančio triukšmo 8 valandų garso ekspozicijos lygis  $L_{EX,8h}$ .

Atsižvelgiant į gamykloje darbo organizavimo ypatumus, kai darbuotojai visą savo darbo dieną (8 h) praleidžia skirtingose triukšmo zonos, tyrimams pagal standarto LST ISO 9612:2009 10 p. pasirinkta antra triukšmo poveikio laiko trukmės įvertinimo strategija, vadinama kiekvieno atliekamo darbo įvertinimu.

1 paveiksle parodytos įmonės zonos, kurios pažymėtos nuo 1 iki 7. Šiame paveiksle nuo  $t_1$  iki  $t_7$  pažymėtas laiko tarpas, reikalingas konkrečiam darbuotojui atlikti darbo užduotį atitinkamoje zonoje. Turi būti įvykdyta sąlyga:  $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 = 8h$ . Nuo  $L_1$  iki  $L_7$  pažymėti A sver-



1 pav. Gamyklos darbuotojų judėjimo schema

tinių garso slėgio lygių vidurkiai kiekvienoje zonoje.

Įgyvendinant šią strategiją įmonė (1 pav.) buvo suskirstyta į 7 matavimo zonas, kurios charakterizuoja ten atliekamus darbus (operacijas) bei ten vyraujančią triukšmo lygį. Teisingam įvertinimui būtina žinoti darbuotojų laiko trukmės pasiskirstymą vienos minutės tikslumu kiekvienoje darbo zonoje. Šiam tikslui buvo vykdomas atsitiktinai pasirinktos pamainos (iš viso 20 darbuotojų) darbo laiko trukmės chronometražas per visą darbo pamainą (8 darbo valandas). Kiekvienam darbuotojui individualiai buvo nustatoma laiko trukmė, praleidžiama kiekvienoje darbo zonoje. Siekiant užtikrinti teisingą darbuotojų identifikavimą, jiems iš abiejų kūno pusių buvo prikabinamos kortelės su identifikacijos numeriu.

Sudarius darbuotojų laiko trukmės, praleistos kiekvienoje iš darbo zonų, aprašą buvo nustatomas kiekvienos darbo zonos ekvivalentinis A svertinis garso lygis. Triukšmo matavimams buvo taikoma mikrofono pozicija pagal LST ISO 9612:2009 standarto 12.4 p., kuris teigia, kad stovintioje pozicijoje dirbančiam darbuotojui matavimai turi būti atliekami 1,55 m ± 0,075 m aukštyje nuo darbuotojo atramos taško (grindų). Matuojamosios vietos buvo pasirinktos 0,1 m - 0,4 m atstumu nuo darbuotojo galvos ausies kanalo toje pusėje kur triukšmas didesnis.

Triukšmo lygio matavimams buvo naudojamas 1 tikslumo klasės garso lygio matuoklis Larson-Davis LD-824 su laisvojo lauko mikrofonu G.R.A.S. AF 40 ir stiprintuvu 26 AK.

Kiekvienos zonos triukšmo lygis buvo nustatomas daugkartiniais matavimais. Darbo ekspozicijos lygis ( $L_{EX,8h}$ ) buvo gaunamas prieš tai įvertinus energinį garso slėgio lygio vidurkį ( $L_{p,AeqT,m}$ ) bei kiekvieno atliekamo darbo laikotarpio indelį į bendrą ekspozicijos lygį ( $L_{EX,8h,m}$ ).

Triukšmo lygis buvo nustatomas kaip energinis matavimų rezultatų vidurkis, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L_{pAeq,T,m} = 10 \lg \left[ \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{L_{p,AeqT,m,i}/10} \right] \text{ dB(A)} \quad (1)$$

čia:

$L_{p,AeqT,m,i}$  – triukšmo lygis i-ame tiriamos zonos taške;

i – atlikto matavimo numeris;

I – visų atliktų matavimų skaičius.

Apskaičiavę energinį garso slėgio lygio vidurkį toliau galime skaičiuoti garso ekspozicijos lygį, atitinkantį kiekvienos darbo operacijos laikotarpio indeliui į visos dienos triukšmo ekspozicijos lygį. Jis skaičiuojamas atsižvelgiant į laiko sandą pagal formulę:

$$L_{EX,8h,m} = L_{pAeq,T,m} + 10 \lg \frac{T_m}{T_0} \text{ dB(A)} \quad (2)$$

čia:  $L_{EX,8h,m}$  – darbuotojo  $m$  darbo zonos ekspozicijos lygis;

$T_m$  – laiko intervalas kurį darbuotojas praleidžia  $m$  zonoje per 8 h pamainą;

$T_0$  – atskaitos trukmė (8 h).

Darbuotojo per visą darbo pamainą gaunamas triukšmo ekspozicijos lygis apskaičiuojamas pagal zonų ekspozicijų lygių energinį sumavimą:

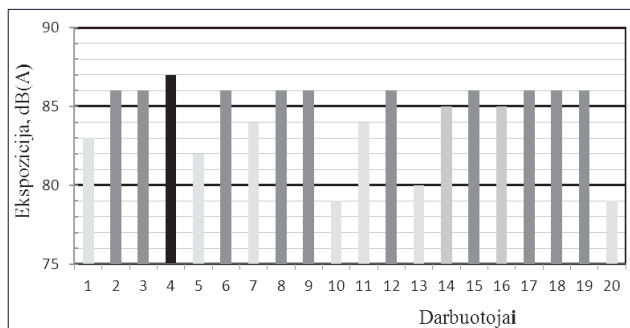
$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[ \sum_{m=1}^M 10^{L_{EX,8h,m}/10} \right] \text{ dB(A)} \quad (3)$$

### TYRIMO REZULTATAI

Nagrinėjamos įmonės teritorijos 7 zonų tyrimo rezultatų suvestinė pateikta 1 lentelėje. Ekvivalentinis triukšmo lygis keičiasi nuo 89 dB(A) iki 53 dB(A), skirtumas tarp triukšmingiausios ir tyliausios zonos sudaro net 36 dB(A). Pagal atliktą judėjimo grafiką nustatyta, kad vidutiniškai visa grupė kartu sudėjus 55 % savo darbo laiko praleidžia

**1 lentelė. Kiekvieno pamainos darbuotojo darbo trukmės pasiskirstymas per 8 h pamainą (minutėmis) pagal zonas ir atitinkantis ekvivalentinis A svertinis garso slėgio lygio vidurkis (dB(A))**

Darbuotojas	1 zona 89,2 dB(A)	2 zona 60,0 dB(A)	3 zona 64,0 dB(A)	4 zona 61,0 dB(A)	5 zona 53,2 dB(A)	6 zona 78,3 dB(A)	7 zona 64,1 dB(A)
1	187	0	0	107	121	65	0
2	354	54	7	65	0	0	0
3	345	26	12	97	0	0	0
4	423	5	5	47	0	0	0
5	127	0	0	353	0	0	0
6	315	0	1	159	1	0	4
7	226	3	18	211	0	22	0
8	386	0	0	94	0	0	0
9	322	0	19	139	0	0	0
10	82	0	81	317	0	0	0
11	214	7	4	236	14	0	5
12	355	8	6	63	0	48	0
13	59	0	254	167	0	0	0
14	308	6	51	115	0	0	0
15	337	32	32	79	0	0	0
16	299	7	29	141	2	0	2
17	301	29	20	130	0	0	0
18	319	5	2	80	0	74	0
19	348	5	11	116	0	0	0
20	75	71	34	300	0	0	0



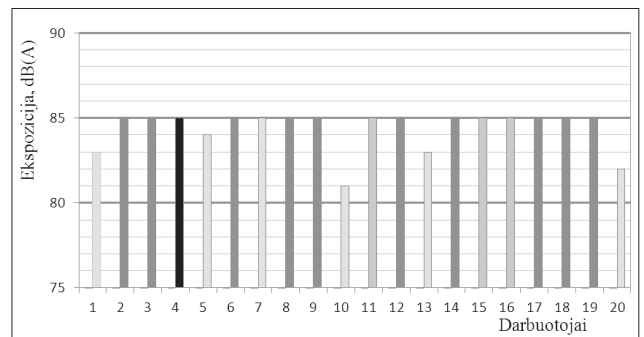
**2 pav. Visos pamainos darbuotojus veikiančio triukšmo dienos (8 h) ekspozicijos lygiai priklausomai nuo vykdomų užduočių (skaičiais pažymėtas darbuotojo identifikavimo numeris)**

padidinto triukšmo zonoje, 13 asmenų iš 20 apie 65 % ir daugiau darbo trukmės praleidžia padidinto triukšmo zonoje ir tik 3 iš 20 asmenų didžiausią darbo trukmės dalį praleidžia neveikiami padidinto triukšmo. Mažiausią pamainos dalį padidinto triukšmo zonoje praleidžiantis darbuotojas beveik 7 kartus trumpiau būna pagrindiniame ceche, lyginant su tais, kurie ilgiausiai dirba padidinto triukšmo zonoje. Pastovaus triukšmo šaltiniai įmonės pagrindiniame ceche aptarnaujami trumpai ir jų skleidžiamo garso slėgio lygių skirtumas buvo beveik 7 dB(A).

Atlikus skaičiavimus pagal (1-3) formules nustatyta visos dienos triukšmo ekspozicija, t.y. koks garso energijos kiekis veikia kiekvieną 8 valandas dirbantį pamainos darbuotoją. Visų nagrinėjamų darbuotojų triukšmo ekspozicijos lygių pirminiai rezultatai yra pavaizduoti 2 paveiksle. Iš pateiktų rezultatų galime spręsti, kad vidutinis darbuotojus veikiančio triukšmo ekspozicijos lygis yra 84 dB(A). Mažiausia darbuotojus veikiančio triukšmo ekspozicija šioje įmonėje yra 79 dB(A), didžiausia 87 dB(A). Skirtumas tarp didžiausio ir mažiausio ekspozicijos lygių buvo beveik 9%.

Kaip matome, yra darbuotojų, kurių 8 h triukšmo poveikio ekspozicijos lygis viršija 85 dB(A). Tačiau yra darbuotojų, atliekančių panašias funkcijas, o jiems nustatytas ekspozicijos lygis yra mažesnis nei 85 dB(A). Todėl keičiant atliekamų darbo užduočių grafiką ir funkcijų pasiskirstymą tarp darbuotojų galima perskirstyti triukšmo poveikio trukmę taip, kad pamainoje neliktų nepriimtiniomis triukšmo sąlygomis dirbančių darbuotojų. Atitinkamas darbuotojų triukšmo ekspozicijos lygių išsidėstymas po atliktų organizacinių priemonių yra pateiktas 3 pav.

Atitinkamas darbuotojų darbo savaitės grafikas buvo pateiktas įmonei ir po atliktų gamyklos administracijos organizacinių pertvarkymų buvo suderintas su darbuotojais. Taip pat buvo atliktas kiekvieno pamainos darbuotojo (20 asmenų) darbo laiko trukmės pasiskirstymas per 40 valandų darbo savaitę ir atlikti skaičiavimai pagal (1-3) formules



**3 pav. Triukšmo ekspozicijos lygių pasiskirstymas po darbo dienos funkcijų koregavimo (skaičiais pažymėtas darbuotojo identifikavimo numeris)**

[5], siekiant nustatyti visos darbo savaitės triukšmo ekspoziciją, t. y. koks garso energijos kiekis veikia kiekvieną 40 valandų dirbančią darbuotoją, taip pat triukšmo ekspozicijos neapibrėžtis  $U$ , apskaičiuotas pagal standarto LST EN ISO 9612:2009 C priedo formules. Skaičiavimai parodė, kad viršutinės ekspozicijos lygio vertės nėra didesnės už  $L_{EX,40h}=85$  dB(A). Įvertinus ir išplėstinę neapibrėžtį  $+U$  nei vienam darbuotojui praktiškai neviršijama ribinė ekspozicijos lygio vertė  $L_{EX,40h}=87$  dB(A). Tačiau, siekiant iki mažiausio lygmens sumažinti riziką darbuotojų klausos pakenkimui, buvo rekomenduota visiems darbuotojams dėvėti klausos organų apsaugines priemones.

### IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Įmonės ceche atlikti matavimai parodė, kad triukšmo lygis skirtingo darbo zonose keičiasi nuo 53 iki 89 dB(A). Įrenginių spinduliuojamo A-svertinio garso slėgio lygio skirtumo diapazonas sudarė beveik 7 dB(A).
2. Skirtingas operacijas atliekančius darbuotojus veikia skirtingo ekspozicijos lygio  $L_{EX,8}$  triukšmas ir priklausomai nuo darbo funkcijų pasiskirstymo jis kito nuo 79 dB(A) iki 87 dB(A).
3. Įmonės skirtingose zonose chronometražo pagalba nustatytas darbuotojų padidinto triukšmo zonose praleidžiama laiko trukmė skyrėsi beveik 7 kartus, kuris gali būti optimizuotas pagal triukšmo ekspozicijos lygio analizės rezultatus.
4. Kiekvieno darbuotojo garso ekspozicijos lygio ištyrimas leido sumažinti triukšmo poveikį darbo organizavimo priemonėmis. Keičiant atliekamų darbo užduočių grafiką ir funkcijų paskirstymą darbo pamainoje galima perskirstyti triukšmo poveikio laiko trukmę taip, kad pamainoje neliktu nepriimtiniomis triukšmo sąlygomis dirbančių darbuotojų.
5. Siekiant iki mažiausio lygmens sumažinti riziką darbuotojų klausos pakenkimui rekomenduotina visiems darbuotojams pastoviai dėvėti klausos organų apsaugos priemones.

### Literatūra

1. EU-15 figures. Reported in Eurostat. Work and health in the EU: a statistical portrait. 2002, ISBN 92-894-7006-2.
2. Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva 2003/10/EB „Dėl būtiniausių sveikatai ir saugai taikomų reikalavimų, susijusių su fizinių veiksmų (triukšmo) keliamo rizika darbuotojų atžvilgiu“. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2003.
3. De Sagastuy J. B. A new directive on noise. Magazine of the European Agency for Safety and Health at Work, 2005, 8/EN:3 – 5.
4. Lietuvos Respublikos Socialinės Apsaugos ir Darbo ministro ir Lietuvos Respublikos Sveikatos apsaugos ministro Įsakymas. „Dėl darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo“. Valstybės žinios, 2005-04-26; 53-1804.
5. LST ISO 9612:2009. Akustika „Darbo vietų triukšmo ekspozicijos nustatymas. Ekspertinis metodas“ (Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method (ISO 9612:2009)).

### A NEW EVALUATION AND MANAGEMENT OPTIONS OF NOISE EXPOSURE EFFECT IN WORKING ENVIRONMENT

Kazys Algirdas Kaminskas, Aleksandras Jagniatinskis

#### Summary

*Key words: working environment, noise, value of exposure level, weighted sound pressure level*

*Noise in industry is a big problem that affects occupational accidents and diseases. Noise analysis and a detailed assessment in the industry rather is complicated, expensive job that requires diligence and expertise. In this paper, experimental study was carry out to clarify the level of noise exposure evaluation from the sound pressure level and duration of exposure, depending on the distribution of plant staff functions. For noise level measurements have been used of class 1 sound level meter Larson - David LD-824 with the free-field microphone G.R.A.S. AF 40 with amplifier 26 AK. Noise level in each area was determined by multiple measurements. Working day exposure level ( $L_{EX,8h}$ ) was obtained as follows, first, evaluating the average of energetic sound pressure level ( $(L_{p,eqT,m})$ , then was performed assessment of sound pressure level contribution for each task period to the overall exposure level ( $L_{EX,8h,m}$ ). It was found that the minimum level of noise exposure for the employee in this plant is 79 dB(A), maximum of 87 dB(A). The examination of sound exposure level for each employee allowed reduction the noise impact by work organization.*

*Correspondence to: algirdas.kaminskas@vgtu.lt*

Gauta 2012-04-12