

TRIUKŠMO RIZIKOS VEIKSNIO VERTINIMAS EKSPLOATUOJANT ORAPŪTĘ NUOTEKŲ VALYKLOJE – ATVEJO ANALIZĖ

Gintautas Gančėrius, Ingrida Pliopaitė Bataitienė

*Utenos kolegija,
Maironio g. 7, Utena, Lietuva*

Anotacija

Straipsnyje pristatomas triukšmo rizikos veiksnio, eksploatuojant rotacinę orapūtę „AERZEN GM35S“ vertinimas, naudojant mobiliąją programėlę „dB Meter“. Nors nagrinėjama orapūtė yra sumontuota triukšmą slopinančiame gaubte, orientaciniai triukšmo matavimai parodė, kad darbuotojų funkcinėse zonose lygiavertis triukšmo lygis (L_{Aeq}) siekia 76–84 dB(A) ir viršija (80 dB(A)) žemesniąją veiksmų vertę. Analizuotu atveju pagrindinė triukšmo lygio padidėjimo priežastis yra ne įrenginio techninis gedimas, o reverberacija, atsirandanti dėl kietų, garsą atspindinčių patalpos paviršių, parinktų prioritizuojuojant technologinius bei priešgaisrinės saugos reikalavimus. Taikant organizacinę triukšmo valdymo priemonę – darbo laiko ribojimą – kasdienė triukšmo ekspozicija ($L_{ex,8h}$) sumažinama iki 67 dB(A), tačiau momentiniai pikai (L_{Amax}) siekiantys iki 93 dB(A) išlieka pavojingi.

Reikšminiai žodžiai: triukšmo rizika, rotacinė orapūtė, reverberacija, nuotekų valykla.

Įvadas

Triukšmas yra vienas iš dažniausiai pasitaikančių fizinių profesinių rizikos veiksnių, darantis tiesioginį poveikį darbuotojų klausai ir bendrai sveikatos būklei (World Health Organization, 2021). Ilgalaikė ekspozicija padidinto triukšmo aplinkoje gali lemti negrįžtamą klausos pažeidimą, nuovargį, dėmesio koncentracijos sumažėjimą ir nelaimingų atsitikimų rizikos augimą. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas įpareigoja darbdavį identifikuoti triukšmą kaip profesinės rizikos veiksni, vertinti jo poveikį ir įgyvendinti prevencines priemones (Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas 2003 m. liepos 1 d., Nr. IX-1672).

Nuotekų valymo įrenginiuose eksploatuojamos rotacinės orapūtės yra technologinio proceso komponentai, užtikrinantys aeracijos sistemos veikimą, tačiau kartu generuojantys nuolatinį, santykinai aukšto lygio triukšmą. Atvejo analizės objekte naudojama AERZEN GM serijos rotacinė orapūtė GM35S, pasižymi aukšta technologine kokybe ir gamintojo deklaruojamais saugiais akustinio slėgio parametrais. Tačiau praktinė eksploatacija rodo, kad triukšmo prevencija dažnai „iškrenta“ iš bendro projektavimo konteksto: projektuojant ar modernizuojant inžinerinius statinius, griežtai laikomasi Statybos techninių reglamentų (STR) bei priešgaisrinės saugos reikalavimų, renkantis ugniai atsparias, kietas ir lengvai prižiūrimas medžiagas.

Tyrimo objektas. Triukšmo rizika eksploatuojant rotacinę orapūtę „AERZEN GM35S“ nuotekų valyklos aplinkoje ir patalpos akustinių savybių įtaka šiai rizikai.

Tyrimo problema. Darbo patalpoms parenkant ugniai atsparias, kietas ir lengvai prižiūrimas medžiagas, tokie paviršiai tampa garso atšvaitais, sukuriančiais intensyvų aido efektą, kuris eliminuoja įrenginių gaubtų efektyvumą ir suformuoja pavojingą difuzinį triukšmo lauką. Ši situacija generuoja mokslinį ir praktinį poreikį įvertinti, ar deklaratyvus technologijų diegimas be kompleksinio akustinio patalpos vertinimo yra pakankamas darbuotojų saugai užtikrinti pagal Europos Parlamento ir Tarybos direktyvą 2003/10/EB.

Tyrimo tikslas. Įvertinti triukšmo riziką eksploatuojant orapūtę ir pateikti rekomendacijas, kaip sumažinti poveikį darbuotojams

Tyrimo metodai. Norminių dokumentų ir literatūros analizė, techninės dokumentacijos analizė, įmonės DSS dokumentų analizė, darbo vietos stebėjimas ir aprašomasis vertinimas.

1. Triukšmo rizikos vertinimas

Reglamentavimas. Triukšmas apibrėžiamas kaip nepageidaujami ar dirginantys garsai, galintys neigiamai veikti žmogaus sveikatą, darbingumą ir savijautą. Pagrindiniai triukšmo vertinimo rodikliai:

- A svertinis garso slėgio lygis L_A ;
- lygiavertis triukšmo lygis L_{Aeq} ;
- T_e , kasdienės triukšmo ekspozicijos lygis $L_{ex,8h}$;
- maksimalus triukšmo lygis L_{Amax} (LR DSS, įst. 2003. Nr. IX-1672).

Ilgalaikė triukšmo ekspozicija, viršijanti leistinus lygius, gali lemti profesinės kilmės klausos pažeidimus ir bendrą sveikatos būklės blogėjimą (Rotacinės orapūtės „Delta Blower GM 35S“ eksploatavimo ir techninių duomenų instrukcija. 2019). Triukšmas tiesiogiai įtakoja darbuotojų gebėjimą reaguoti į pavojus, sunkiau girdėti išpėjamuosius signalus ir kolegų perspėjimus.

Triukšmo rizikos valdymas Lietuvoje reglamentuojamas Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos Nuostatais (LR DSS, įst. 2003. Nr. IX-1672), kurie perkelia Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2003/10/EB (Direktyva 2003/10/EB) reikalavimus. Ši direktyva įtvirtina šias ekspozicijos veiksmų ir ribines vertes:

- Žemesnioji veiksmų vertė - $L_{ex,8h} = 80$ dB(A);
- Aukštesnioji veiksmų vertė - $L_{ex,8h} = 85$ dB(A);
- Ribinė vertė - $L_{ex,8h} = 87$ dB(A) (atsižvelgiant į klausos apsaugos priemonių slopinimą) (įsak. Nr. A1-103/V-265 Nuostatai, 2005).

Papildomai, triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose pastatuose reglamentuojami Lietuvos higienos norma HN 33:2011 (HN 33:2011. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje, 2011).

Triukšmo rizikos valdymas paremtas bendrąja profesinės rizikos mažinimo hierarchija:

- prevencija triukšmo šaltinyje (tylesnė įranga);
- techninės (kolektyvinės) priemonės (gaubtai, akustika);
- organizacinės priemonės (darbo laiko optimizavimas);
- individualios apsaugos priemonės (AAP) (LR DSS, įst. 2003. Nr. IX-1672).

Tiriamasis objektas. Atvejo analizei pasirinktas objektas yra vieno iš Lietuvoje regionų nuotekų valykla, kurioje triukšmo rizikos veiksnių vertinimas atliekamas orapūčių patalpoje. Tai modernizuotas objektas, kurio rekonstrukcija sėkmingai užbaigta 2024 metais, siekiant užtikrinti aukštos kokybės biologinį nuotekų valymą. Ši nuotekų valykla yra tipinis mažo/vidutinio dydžio nuotekų valymo objektas Lietuvoje, todėl gauti triukšmo vertinimo rezultatai ir rekomendacijos yra aktualios ir gali būti pritaikomos kitoms panašioms infrastruktūros vietoms (Vandentvarkos įmonės duomenys, 2024a).

Kaip triukšmo šaltinis nagrinėjamas rotacinis įrenginys – orapūtė AERZEN GM serijos GM35S. Šis įrenginys nuolat tiekia orą į aeracijos baseiną (bioreaktorių), kur vyksta organinių teršalų skaidymas aerobinių mikroorganizmų pagalba (Vandentvarkos įmonės duomenys, 2025; Aerzener Maschinenfabrik GmbH, 2019). Orapūtė įrengta po mechaninio valymo etapų, užtikrindama deguonies tiekimą biologinei grandžiai. Dėl nuolatinio (dažnai 24/7) darbo režimo, orapūtės generuojamas triukšmas yra pastovus, o tai kelia aukštą riziką darbuotojų klausai, nepaisant buvimo patalpoje trukmės (WHO, 2021).

Orapūtės AERZEN GM serijos GM35S Gamintojo dokumentacijoje deklaruojamas A svertinis garso slėgio lygis orapūtės gaubto ribose yra 77 dB(A) (± 2 dB(A)) (AERZEN, 2019). Ši vertė, nors ir yra kontroliuojama, yra itin artima 80 dB(A) žemesniajai triukšmo veiksmų vertei (įsak. Nr. A1-103/V-265 Nuostatai, 2005), o tai reikalauja, kad darbdavys imtųsi prevencinių priemonių, įskaitant individualios apsaugos priemonių (AAP) naudojimą.

Orapūčių patalpa yra izoliuota techninė patalpa, kurioje sumontuota aeracijai reikalinga įranga. Pagrindinis triukšmo šaltinis yra pati orapūtės sistema (rotoriai, diržinė pavara, elektros variklis ir aušinimo ventiliatorius), tačiau papildomą riziką sukelia patalpos akustika. Patalpa yra apdirbta lygiomis, kietos konstrukcijos plokštėmis, kurios neturi reikšmingų garso sugėrimo savybių. Dėl šios priežasties atvejo analizės objekte gali susidaryti aukštas reverberacijos (garsų atspindėjimo) lygis. Reverberacija gali turėti įtakos tam, kad triukšmas, sklindantis iš orapūtės gaubto, nėra absorbuojamas, bet atsispindės nuo sienų ir lubų, sukuriant beveik vienalytį, difuzinį triukšmo lauką, kuris gali žymiai padidinti foninį triukšmo lygį visoje patalpoje (WHO, 2021). Šioje patalpoje nėra nuolatinių darbo vietų, todėl triukšmo ekspozicija operatoriui yra epizodinė ir trumpalaikė.

Organizaciniu požiūriu tiriamajame objekte, rizika gali būti valdoma laiko apribojimu: bendra buvimo trukmė triukšmingoje zonoje per dieną yra minimali (tipiškai apie T_e 60 min.). Prieš įeidamas, darbuotojas privalo užsidėti AAP, kurios laikomos prie pat įėjimo. Šios organizacinės priemonės gali sumažinti $L_{ex,8h}$ rodiklį, tačiau galimai susidarantis aukštas momentinis triukšmo lygis reikalauja nuolatinės kontrolės.

Triukšmo rizikos vertinimas. Triukšmo rizikai įvertinti buvo atlikti orientaciniai garso slėgio lygio matavimai orapūčių patalpoje, kurioje eksploatuojama rotacinė orapūtė AERZEN Delta Blower GM 35S. Triukšmo lygis buvo matuojamas išmaniuoju telefonu „iPhone“ su įdiegta garso lygio matavimo mobiliąja programėle „dB Meter“. Gauti rezultatai vertinami kaip orientaciniai, taikant $\pm 2-3$ dB(A) intervalo paklaidą. Matavimams pasirinktas šis įrenginys, nes jame naudojamas standartizuotas MEMS (angl. Micro-Electro-Mechanical Systems) tipo mikrofonas. Skirtingai nei tradiciniai mikrofonai, MEMS jutikliai pasižymi itin stabilium jautrumu, mažu triukšmo lygiu ir plačiu, tolygiu dažniniu diapazonu, kas yra kritiškai svarbu fiksuojant pramoninį triukšmą. Mokslinėje literatūroje išmanieji įrenginiai su MEMS jutikliais vis dažniau pripažįstami kaip tinkama priemonė orientaciniams (skreningo) tipo triukšmo matavimams darbo vietose atlikti, siekiant nustatyti bendras tendencijas ir pagrįsti tolesnių, akredituotų matavimų poreikį. Naudota programinė įranga leido fiksuoti energetinį triukšmo vidurkį (L_{Aeq}) ir momentinius pikus (L_{Amax}), o gauta $\pm 2-3$ dB(A) paklaida laikoma priimtina tokio pobūdžio atvejo analizei.

Matavimai buvo atlikti orapūtei dirbant nominaliu aeracijos režimu, patalpos durims uždarytomis, 1,5 m aukštyje nuo grindų, imituojant darbuotojo ausų aukštį. Triukšmo lygio matavimai atlikti keturiuose matavimo taškuose:

T1 – prie orapūtės gaubto aptarnavimo pusėje (apie 1 m atstumu nuo gaubto).

T2 – patalpos centras, tarp orapūtės ir priešingos sienos.

T3 – prie orapūčių patalpos durų iš vidaus.

T4 – prie valdymo spintos / darbuotojo dažniausios buvimo vietos (funkcinė zona).

Triukšmo rizika darbuotojams vertinama pagal kasdienės triukšmo ekspozicijos lygį $L_{ex,8h}$, kuris parodo vidutinį triukšmo lygį, patiriamą per standartinę 8 valandų darbo dieną. Šis rodiklis atsižvelgia į buvimo triukšmingoje zonoje trukmę. $L_{ex,8h}$ apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L_{ex,8h} = L_{Aeq} + 10 \log_{10} \left(\frac{T_e}{8h} \right), \quad (1)$$

kur: L_{Aeq} – matuotas lygiavertis triukšmo lygis, T_e – realus buvimo laikas per dieną (valandomis).

Tipinio darbo dienos scenarijus – operatoriaus buvimo trukmė orapūčių patalpoje – $T_e \approx 60$ min. 1 val.).

2. Triukšmo rizikos vertinimo rezultatai

Atliktų triukšmo lygio matavimų, eksploatuojant tiriamąją rotacinę orapūtę AERZEN Delta Blower GM 35S, rezultatai pateikiami 1 lentelėje. Pagrindinėse darbuotojo buvimo vietose nustatyti lygiaverčiai triukšmo lygiai $L_{Aeq} = 76\text{--}84$ dB(A) ir maksimalūs momentiniai lygiai $L_{Amax} = 89\text{--}93$ dB(A).

1 lentelė. Triukšmo lygio matavimo rezultatai orapūčių patalpoje (Šaltinis: sudaryta autorių)

Matavimo taškas	Vieta patalpoje	L_{Aeq} , dB(A)	L_{Amax} , dB(A)	Pastaba
T1	1 m nuo orapūtės gaubto (aptarnavimo pusė)	84	93	Didžiausias triukšmas
T2	Patalpos centras, tarp orapūtės ir priešingos sienos	82	89	Difuzinis triukšmo laukas
T3	Prie durų, iš patalpos vidaus	79	92	Arčiau išėjimo
T4	Prie valdymo spintos / darbuotojo funkcinė zona	76	93	Tipinė darbuotojo zona

Matavimų rezultatai rodo, kad faktinis triukšmo lygis viršija gamintojo deklaruojamą vertę (77 dB(A) ties gaubtu) ir artėja prie normatyvinių veiksnių verčių:

- **T1 taškas** (prie gaubto). $L_{Aeq} = 84$ dB(A) ir $L_{Amax} = 93$ dB(A). Tai viršija gamintojo deklaruojamą vertę. Patalpoje vyrauja stipriai atspindintis triukšmo laukas, todėl triukšmo lygis operatoriaus ausų aukštyje yra didesnis nei deklaruojamas laboratorinėmis sąlygomis.
- **T2 taškas** (patalpos centras). Nustatytas $L_{Aeq} = 82$ dB(A) ir $L_{Amax} = 89$ dB(A). Tai patvirtina, kad orapūčių patalpoje susiformuoja beveik vienalytis difuzinis triukšmo laukas – triukšmo lygis reikšmingai nesumažėja net ir nutolus nuo triukšmo šaltinio.
- **T3 taškas** (prie durų, iš patalpos vidaus). Nustatytas $L_{Aeq} = 79$ dB(A), tačiau $L_{Amax} = 92$ dB(A). Nors lygiavertis triukšmo lygis yra šiek tiek mažesnis už ribą, aukšti maksimalūs piko rodmenys rodo, kad durų zonoje darbuotojas vis tiek patiria stiprius triukšmo impulsus (pvz., dėl vožtuvų ar vamzdinių darbo).
- **T4 taškas** (funkcinė zona). Darbuotojo funkcinėje zonoje prie valdymo spintos fiksuojamas $L_{Aeq} = 76$ dB(A), tačiau maksimalus $L_{Amax} = 93$ dB(A). Tai reiškia, kad net tipiškoje darbuotojo buvimo vietoje fiksuojamas reikšmingas foninis triukšmas, o pavieniais momentais (piko metu) triukšmo lygis pasiekia tokią pačią reikšmę kaip ir ties orapūtės gaubtu.

Esant tipiniam darbo režimui, reali kasdienė triukšmo ekspozicija operatoriui, vertinta pagal 1 formulę, yra 67 dB(A) – tai yra žemesnė už žemesniąją triukšmo veiksnių vertę (80 dB(A)). Vis dėlto, aukštas momentinis triukšmo lygis L_{Amax} iki 93 dB(A) rodo intensyvaus triukšmo impulsus, galinčius neigiamai veikti klausą ir dėmesio koncentraciją. Atsižvelgiant į tai, triukšmas klasifikuojamas kaip kontroliuojamas, bet nuolatinio dėmesio reikalaujantis profesinės rizikos veiksnys. 2 lentelėje pateikiama analizė tiriamajame objekte taikomų triukšmo prevencijos priemonių.

2 lentelė. Taikomų triukšmo prevencijos priemonių atitikties Nuostatams analizė (Šaltinis: sudaryta autorių)

Vertinamas elementas	Vertinimas ir efektyvumas	Atitikimas reikalavimams
Techninės priemonės (Kolektyvinė apsauga)	Orapūtė sumontuota triukšmą slopinančiame gaubte. Faktinis 84 dB(A) viršija deklaruojamas 77 dB(A). Trūkumas. Metalinės/betoninės konstrukcijos sukelia reverberaciją.	Iš dalies veiksmingos

Vertinamas elementas	Vertinimas ir efektyvumas	Atitikimas reikalavimams
Organizacinės priemonės (Ekspozicijos kontrolė)	Nėra nuolatinės darbo vietos; buvimo laikas griežtai ribojamas $T_e \approx 1$ val.), kas sumažina $L_{ex,8h}$.	Aukšta atitiktis
Individualios apsaugos priemonės (AAP)	Privalomas AAP naudojimas prie įėjimo yra teisiškai pagrįstas, nes matavimai viršija 80 dB(A žemesniąją veiksmų vertę.	Visiška atitiktis
Instruktavimas ir atsakomybė	AAP nenaudojimas laikomas darbuotojo asmenine atsakomybe ir instrukcijos pažeidimu.	Visiška atitiktis

Apibendrinant matavimų duomenis, galima išskirti du pagrindinius veiksnius, galimai lėmusius triukšmo lygio padidėjimą: patalpos akustika (reverberacija dėl kietų, garsą atspindinčių paviršių) ir darbo režimas (faktinė apkrova gali būti didesnė nei kataloge nurodytas nominalas). Triukšmo lygis orapūčių patalpoje yra padidintas ir viršija žemesniąją veiksmų vertę (80 dB(A)). Dėl efektyvaus organizacinio darbo laiko ribojimo ir privalomo AAP naudojimo, kasdienė darbuotojo triukšmo ekspozicija $L_{ex,8h}$ yra kontroliuojamo lygio ir formaliai neviršija 80 dB(A). Tačiau svarbu atsižvelgti ir į tai, kad matavimai atlikti naudojant mobiliąją programėlę „dB Meter“. Nors moksliniuose šaltiniuose teigiama, kad iOS platformoje esančios programos yra pranašesnės už tas, kurios veikia Android platformoje ir mobilieji telefonai gali būti naudingos triukšmo matavimo priemonės, tačiau svarbus yra jų kalibravimas bei triukšmo lygio vertinimas sertifikuotais prietaisiais (Murphy and Kingas, 2016; Celestina et al., 2021).

3. Rekomendacijos triukšmo rizikos valdymo tobulinimui

Remiantis orientacinių matavimų rezultatais ir atliktu rizikos veiksnių vertinimu, nustatyta, kad, nepaisant kontroliuojamos kasdienės ekspozicijos ($L_{ex,8h}$), pagrindinė rizika kyla dėl nepakankamos patalpos akustikos (reverberacijos) ir didelio momentinio triukšmo lygio (L_{Amax}). Siekiant užtikrinti aukštesnį darbuotojų saugos lygį, siūlomos šios rekomendacijos:

Techninės (kolektyvinės) priemonės:

- *Optimizuoti patalpos akustiką.* Patalpa yra didelio reverberacijos lygio zona, dėl kurios foninis triukšmas pasiekia aukštesnes reikšmes, nei deklaruoja gamintojas. Ant lubų ir/arba sienų rekomenduojama įrengti garso sugėrimo koeficientą didinančias akustines plokštes (pvz., mineralinės vatos plokštes) (įsak. Nr. A1-103/V-265 Nuostatai, 2005).
- *Periodiškai vertinti gaubto ir duslintuvų efektyvumą.* Rekomenduojama į techninės priežiūros grafikus įtraukti reguliarią orapūtės gaubto sandarumo ir amortizacinių elementų būklės patikrą, taip pat duslintuvų efektyvumo (ypač išmetimo angos) kontrolę (AERZEN, 2019).
- *Vibracijos kontrolė.* Atlikti variklio ir orapūtės mazgų vibracijos patikrinimą. Vibracija, perduodama per grindis ir sienas, gali prisidėti prie bendro triukšmo lygio didinimo.

Organizacinės priemonės ir matavimų standartizavimas:

- *Atlikti oficialius triukšmo matavimus.* Būtina organizuoti akredituotoje laboratorijoje triukšmo matavimus, kad būtų parengtas formalus protokolas pagal Lietuvos Respublikos Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatų reikalavimus (įsak. Nr. A1-103/V-265 Nuostatai, 2005). Tai užtikrintų teisinę atitiktį ir leistų tiksliai įvertinti $L_{ex,8h}$ bei AAP poreikį.
- *Tikslinti darbo organizavimo principus.* Išlaikyti ir tikslinti operatoriaus buvimo laiko apribojimą orapūčių patalpoje, užtikrinant, kad ekspozicijos trukmė neviršytų ribos, kuri leistų $L_{ex,8h}$ viršyti 80 dB(A).
- *Akustinių rizikų vertinimo integravimas į inžinerinių statinių projektavimo procesą.* Rekomenduojama inžinerinės paskirties statinių projektuotojams bei vystytojams į technines užduotis įtraukti privalomą akustinės aplinkos vertinimą dar ankstyvose projektavimo

stadijose. Analizuojamo objekto pavyzdys atskleidė sisteminę spragą: modernizuojant objektus, ypatingas dėmesys skiriamas Statybos techninių reglamentų bei priešgaisrinės saugos reikalavimų įgyvendinimui, tačiau triukšmo prevencija dažnai vertinama tik per įrenginių techninių pasų prizmę. Nors pasirenkama pažangi technologinė įranga su gamintojo deklaruojamais saugiais parametrais, neįvertinama, kaip ši įranga sąveikaus su specifine patalpos architektūra. Siekiant užtikrinti realią, o ne deklaratyvią darbuotojų saugą, būtina dar projektavimo etape parinkti akustines medžiagas, kurios užkirstų kelią reverberacijos efektui, užtikrinant, kad suminis triukšmo lygis neviršys ribinių verčių.

Individualios apsaugos priemonės ir sveikatos stebėseną:

- *Nuosekliai užtikrinti ir kontroliuoti AAP naudojimą.* Kadangi L_{Aeq} lygis prie gaubto ir momentinis lygis funkcinėje zonoje viršija 80 dB(A) ribą, privaloma nuosekliai kontroliuoti AAP (ausinių, kištukų) naudojimą (įsak. Nr. A1-103/V-265 Nuostatai, 2005).
- *Organizuoti periodinius darbuotojų mokymus ir sveikatos stebėseną.* Periodiškai atnaujinti darbuotojų žinias apie triukšmo riziką ir organizuoti periodinius sveikatos tyrimus (audiometrija), siekiant anksti aptikti klausos pažeidimus, atsirandančius dėl profesinės ekspozicijos (Vandentvarkos įmonės duomenys, 2004b).

Išvados

1. Nustatyta, kad nuotekų valykloje naudojama AERZEN Delta Blower GM35S orapūtė yra nuolatinio veikimo triukšmo šaltinis. Nors gamintojo deklaruojamas triukšmo lygis prie gaubto (77 dB(A)) yra formaliai saugus, jis yra artimas 80 dB(A) ribai, o tai sukuria prielaidas rizikos padidėjimui dėl išorinių veiksnių.
2. Triukšmo lygio matavimo rezultatai parodė, kad lygiavertis triukšmo lygis L_{Aeq} prie orapūtės gaubto siekė 84 dB(A), o maksimalūs momentiniai lygiai L_{Amax} – 93 dB(A). Dėl efektyvaus organizacinio darbo laiko ribojimo (buvimo trukmė ≈ 1 val.) kasdienė ekspozicija $L_{ex,8h}$ (67 dB(A)) neviršija leistinų normų, tačiau aukšti momentiniai rodikliai išlieka pavojingu veiksniu darbuotojų koncentracijai ir sveikatai.
3. Siekiant ilgalaikio analogiškose įmonėse tvarumo darbų saugos požiūriu, būtina ne tik diegti akustines plokštes bei atlikti akredituotus laboratorinius matavimus, bet ir integruoti akustinių rizikų vertinimą į inžinerinių statinių projektavimo užduotis. Tai leistų parinkti tinkamas akustines medžiagas dar iki įrangos diegimo ir išvengti reverberacijos sukeliama triukšmo padidėjimo būsimuose infrastruktūros objektuose.
4. Profesinės rizikos vertinimui naudotinos matavimo priemonėmis, kurios turi būti kalibruotos, todėl šiame darbe surinkti matavimo duomenys, naudojant mobiliąją programėlę, gali būti naudojami tik problemos indikacijai, kuri toliau turėtų būti detaliau nagrinėjama atliekant profesinės rizikos vertinimą.

Literatūros sąrašas

1. Aerzener Maschinenfabrik GmbH. Rotacinės orapūtės „Delta Blower GM 35 S“ eksploataavimo ir techninių duomenų instrukcija. 2019. Aerzen, Vokietija.
2. Celestina, M., Kardus, C. A., Trošas, A. (2021). Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of directional response. *Applied Acoustics*, 171, 107673. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107673>
3. Europos Parlamento ir Tarybos 2003 m. vasario 6 d. direktyva 2003/10/EB dėl būtiniausių sveikatos ir saugos reikalavimų, susijusių su fizinių veiksnių (triukšmo) keliama rizika darbuotojams (Septynioliktoji atskira direktyva, kaip apibrėžta Direktyvos 89/391/EEB 16 straipsnio 1 dalis). // OL L 42, 2003 2 15, p. 38–44. Prieiga internetu: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX:32003L0010>.
4. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas 2003 m. liepos 1 d., Nr. IX-1672. // Valstybės žinios. 2003. Nr. 70-3170. Prieiga internetu: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.215253/asr>.

5. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2005 m. balandžio 15 d. įsakymu Nr. A1-103/V-265 patvirtinti „Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai“. //Valstybės žinios. 2005. Nr. 53-1804. Prieiga internetu: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.254877/asr>.
6. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2011 m. birželio 13 d. įsakymas Nr. V-604 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ patvirtinimo“. // Valstybės žinios. 2011. Nr. 75-3638. Prieiga internetu: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.402074/asr>.
7. Murphy, E., King, E. A. (2016). Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. *Applied Acoustics*, 106, 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.12.012>
8. Vandentvarkos įmonės duomenys. *Darbuotojų saugos ir sveikatos instrukcija darbui nuotekų valykloje ir orapūčių patalpoje*. 2024 b.
9. Vandentvarkos įmonės duomenys. *Nuotekų valyklos rekonstrukcija*. 2024 a.
10. Vandentvarkos įmonės duomenys. *Nuotekų valymas*. 2025.
11. World Health Organization (WHO), International Labour Organization (ILO). “*WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury, 2000–2017: Global Monitoring Report*”. 2021. Prieiga internetu: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034945>.

NOISE RISK ASSESSMENT OF BLOWER OPERATION IN A WASTEWATER TREATMENT PLANT - A CASE STUDY

Gintautas Gančėrius, Ingrida Pliopaitė Bataitienė

*Utena Higher Education Institution,
Maironio str. 7, Utena, Lithuania*

Summary

This article presents a case study focusing on the assessment of occupational noise risk assessment associated with the operation of a rotary blower (AERZEN GM35S) in a modernized wastewater treatment facility. The aim of the research is to evaluate the noise exposure levels experienced by maintenance personnel and propose corrective actions based on the analysis of technical data and national legislation (EU Directive 2003/10/EC and Lithuanian "Regulations on the Protection of Workers from Risks Related to Exposure to Noise").

The research utilized a case study method, analyzing legal documents, manufacturer specifications, and conducting preliminary *in situ* noise measurements in four functional zones within the blower room using MEMS technology characterized by stable sensitivity. Key results indicate that despite the blower being installed in a noise-reducing enclosure, the measured equivalent sound pressure level (L_{Aeq}) ranged from 76 dB(A) to 84 dB(A). This indicates that noise levels in the room are close to or exceed the lower action value of 80 dB(A), necessitating mandatory preventive measures. The maximum instantaneous sound level (L_{Amax}) in the functional zone reached up to 93 dB(A).

The analysis confirmed that the primary cause of the increased noise level throughout the room is reverberation. This occurs due to hard room surfaces selected by prioritizing Construction Technical Regulations (STR) and fire safety requirements, without evaluating the acoustic environment's compatibility with the equipment. Due to organizational measures – specifically strict limitation of presence time $T_e \approx 1$ hour per day) – the calculated daily noise exposure level ($L_{ex,8h}$) is 67 dB(A), which formally remains below the 80 dB(A) threshold. The main conclusions emphasize that although the ($L_{ex,8h}$) level is managed organizationally, the acoustic environment poses a significant risk due to high L_{Aeq} and L_{Amax} values, which could have been avoided during the design stage.

The primary recommendations focus on the following:

1. Installing acoustic absorption panels on ceilings and walls to reduce reverberation and the overall L_{Aeq} level.
2. Conducting official measurements by an accredited laboratory to ensure legal compliance.
3. Strict control over the use of Personal Protective Equipment (PPE).
4. Integrating acoustic risk assessment into design tasks to ensure infrastructural sustainability.

Key words: noise risk assessment, rotary blower, reverberation, design-based prevention, occupational safety.