



JŪRŲ UOSTO TERITORIJOS IR GYVENAMOSIOS ZONOS TRIUKŠMO SKLAIDOS MODELIAVIMAS TAIKANT PROGRAMĄ *CadnaA*

Pranas Baltrėnas¹, Dainius Puzinas²

^{1,2}*Aplinkos apsaugos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva*

²*UAB „Mars Lietuva“, Statybininkų g. 2, Gargždai, Lietuva*

El. paštas: ¹pbalt@ap.vgtu.lt; ²dainius.puzinas@eu.ffmpeg.com

Įteikta 2008 09 08; priimta 2008 12 30

Santrauka. Įvertinamas triukšmo lygis ir jo sklaida Klaipėdos valstybinio jūrų uosto kompanijoje AB KLASCO. Ekvivalentinio triukšmo tyrimai atlikti 24 matavimo vietose, išdėstytose zonomis įmonės teritorijoje ir 6 matavimo vietose gyvenamojoje aplinkoje. Sukūrus triukšmo sklaidos nuo geležinkelio transporto į gyvenamąją aplinką modelį pasiūlyta apsaugos priemonė – automobilių transporto, laivų ir geležinkelio keliamo triukšmo sklaidimą mažinančios sienelės. Pagal pateiktą metodiką *CadnaA* programa gaunami triukšmo lygių viršijimai įmonės ir gyvenamojoje teritorijoje. Matavimų ir *CadnaA* programos rezultatai skiriasi apie 10–15 %. Rezultatai pateikiami triukšmo sklaidą sumodeliavus pagal *CadnaA* programą.

Reikšminiai žodžiai: triukšmo tyrimai, ekvivalentinis triukšmas, higienos norma.

1. Įvadas

Triukšmo sklaidai modeliuoti ir prognozuoti taikoma kompiuterinė programa *CadnaA* (Computer Aided ... 2006).

Triukšmas daro didelę tiesioginę įtaką žmonių sveikatai bei gyvenamosios ir poilsio aplinkos kokybei. Ypač didelis transporto kaip dinaminio triukšmo šaltinio poveikis. Triukšmo poveikis žmogui skirstomas, tai:

- triukšmo įtaka klausai;
- triukšmo poveikis visam organizmui, žmogaus veiklai (Baubinas, Vainauskas 1998).

Triukšmo poveikis žmonėms pasireiškia klausos susilpnėjimu, kai ilgą laiką žmogus veikiamas nuolatinio triukšmo šaltinio. Žmogaus ausis skirtingai reaguoja į įvairių dažnių triukšmo šaltinius (Kindurytė 2003).

Paprasčiausias būdas įvertinti aplinkos akustinę taršą – išmatuoti aplinkos triukšmo garso slėgio lygius, tačiau matavimų metodą ne visada galima taikyti. Yra daugybė priežasčių, kai tai atlikti neįmanoma arba ekonomiškai nenaudinga: situacijos, kai foninis aplinkos triukšmo lygis yra artimas vertinamo šaltinio triukšmui; prognozuojant aplinkos triukšmo lygius prieš įgyvendinant aplinkos pakeitimus; lyginant aplinkos triukšmo mažinimo problemų sprendimo alternatyvas; sunkiai prieinamose vietose (Žeromskas 1998).

Dauguma aplinkoje pasitaikančių atvejų taikomos standartizuotos aplinkos triukšmo lygių skaičiavimo metodikos, priklausančios nuo konkrečios situacijos, siekiamo tikslo ir pan. Dauguma tokių standartų yra nelankstūs, nes susiję su konkrečiais triukšmo šaltiniais ir žinomomis jų akustinėmis savybėmis (Vasarevičius, Graudinytė 2004).

Triukšmas yra visuotinė problema, apimanti visas žmogaus gyvenimo ir darbo sritis. Triukšmo žala turi būti įvertinama patofiziologiniu, ekonominiu bei sociologiniu aspektais, remiantis naujaisiais mokslo laimėjimais (Grubliauskas 2005; Gruzulevičienė *et al.* 2005).

Žmonės vargina triukšmas ne tik darbo vietoje, bet ir gatvėse, butuose. Triukšmas veikia ne tik klausą, bet ir visą organizmą (Stansfeld *et al.* 2000).

Triukšminga aplinka darbo ir poilsio metu erzina, sukelia nuovargį, silpnina dėmesį, lėtina psichines reakcijas, vargina nervų sistemą. Triukšmingoje aplinkoje sunku ne tik bendrauti, bet ir išgirsti garsinius signalus, išiminti svarbią informaciją, susikaupti (Puzinas 2006; Transportinio triukšmo ... 2003; Jaskelvičius, Užpelkienė 2008).

CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) – tai kompiuterinė programa, skirta apskaičiuoti ir pavaizduoti, įvertinti ir prognozuoti sukeliama triukšmą bei oro taršą. Nesvarbu, norima įvertinti pramonės gamyklų, ar parduotuvės su stovėjimo aikštele, gatvės ar geležinkelio, o gal ir viso miesto keliamą triukšmą (Aplinkos būklė ... 2003).

Labai svarbu tiksliai nustatyti pradinius triukšmo duomenis, kuriuos pritaikę galėtume modeliuoti triukšmo lygių programą. Triukšmo lygis pavieniuose teritorijų taškuose matuojamas integruojamais skaitmeniniais triukšmamačiais. Beje, šis metodas turi didelį trūkumą – negalima prognozuoti triukšmo lygio dar projektavimo tarpsniu, negalima įvertinti skirtingų triukšmo šaltinių atskirai (Armolaitis, Bartkevičius 2002; Vaišis, Januševičius 2008).

Pastaruoju metu gyventojams susirūpinimą kelia Klaipėdos uosto šiaurinėje dalyje vykdomi krovos darbai. Viena iš opių problemų yra įmonės teritorijoje biriųjų

trašų terminale sklindantis triukšmas. Šalia terminalo įrengtas triukšmą slopinantis ekranas nėra pakankamai efektyvus dėl nepakankamo aukščio ir sienos ilgio (Grubliauskas 2006; Baltrėnas ir kt. 2007a, 2007b).

Darbo tikslas – parinkti matavimo vietas įmonėje ir šalia jos gyvenamojoje teritorijoje ir gavus triukšmo duomenis sumodeliuoti triukšmo sklaidą programa *CadnaA* (Triukšmo mažinimo ... 2000).

2. Darbo metodika

Triukšmo tyrimų tikslas – išanalizuoti įmonės teritorijoje ekvivalentinio triukšmo lygį ir atlikti triukšmo sklaidos modeliavimą jūrų uosto įmonės ir gyvenamojoje teritorijoje.

Triukšmo lygiai įvertinami matavimo rezultatus palyginant su leidžiamosiomis triukšmo lygio vertėmis, nurodytomis Lietuvos higienos normoje HN 33:2007. Gyvenamojoje teritorijoje dieną maksimalus garso lygis neturi būti didesnis kaip 70 dBA, vakare – 65 dBA, naktį – 60 dBA. Gyvenamojoje teritorijoje dieną ekvivalentinis garso lygis neturi būti didesnis kaip 55 dBA, vakare – 50 dBA, naktį – 45 dBA.

Prieš atliekant triukšmo lygio matavimus, pirmiausia nustatomos meteorologinės oro sąlygos: santykinis oro drėgnis, oro temperatūra bei vėjo greitis. Nematuojama, kai sniega, lyja, yra rūkas arba vėjo greitis didesnis kaip 5 m/s. Kai vėjo greitis 5 m/s, mikrofonas apgaubiamas specialiu ekranu. Prieš atliekant matavimus ir po jų prietaisai kalibruojami pagal prietaiso naudojimo instrukcijas. Jeigu kalibravimo rezultatai skiriasi daugiau kaip 2 dB, triukšmo matavimai pakartojami.

Teritorijose prie gyvenamųjų namų triukšmas matuotas vietoje, esančioje 1–2 m atstumu nuo pastato sienos, 1,5 m aukštyje nuo teritorijos paviršiaus, ne mažesniu kaip 0,5 m atstumu nuo asmens, atliekančio matavimus, mikrofoną nukreipiant į triukšmo šaltinio pusę.

Triukšmas matuotas *Bruel&Kjaer mediator 2260* triukšmo ir vibracijų matuokliu. Triukšmo lygį matuojant *Bruel&Kjaer mediator 2260*, santykinė matavimo paklaida yra $\pm 1,5\%$. Tai vienas iš naujausių šios firmos gamintų prietaisų. Jis gali matuoti ekvivalentinio bei plačiajuosčio triukšmo parametrus bei turi papildomą išorinį priedą, skirtą vibracijai matuoti. Prietaisu registruojamas nuo 6,3 Hz iki 20 kHz dažnio triukšmas. Galima matuoti efektyvų triukšmo lygį, apibrėžiamą A, B arba C charakteristikomis, arba pavienių oktavų, kurios išskiriamos standartizuotais filtrais. Matuojant triukšmo dažninį spektrą, pradedama nuo mažiausio dažnio ir atliekami matavimai viso dažnio tarpsnio (31,5–8 000 Hz).

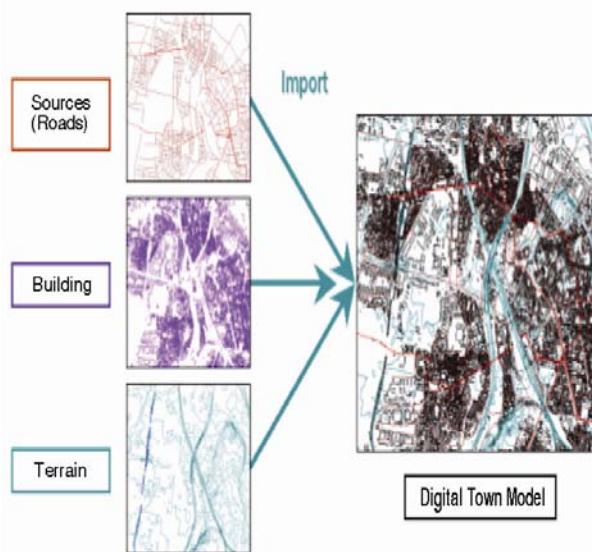
Čia detalai įvertinamas teritorijos reljefas, vietovės apstatymas, pastatų akustinės savybės, transporto srautai, maksimalūs greičiai, meteorologinės sąlygos ir kt.

Programoje gali būti įvertinta ir aprašyta iki 16 mln. objektų. Triukšmas normuojamas pagal ES direktyvas. Gauti triukšmo sklaidos rezultatai gal būti pavaizduojami trimačiu vaizdu. Darbo metu galima remtis esamais triukšmo žemėlapiais.

Naudojamos įvairios triukšmo lygio skaičiavimo ir modeliavimo programos: EKOL (Vilniaus Gedimino

technikos universitetas), LAERM (Karlsruhės technikos universitetas), MELU.COM, CADNA-A ir t. t. Pavyzdžiui, MELU.COM PROGRAMA (co-NORDIC triukšmo lygių skaičiavimo metodas) sėkmingai įvertintas projektuojamų tarp miestinių kelių triukšmo poveikis aplinkai; CADNA-A programa atliekami triukšmo pakeitimo miesto sąlygomis skaičiavimai ir modeliuojamos įvairios situacijos. Pagal šią programą buvo apskaičiuoti triukšmo lygiai Kaune, Klaipėdoje, Panevėžyje ir Šiauliuose.

CadnaA programa siūlo paprastus būdus, reikiamam metodui išsirinkti ir pritaikyti. Visų objektų duomenys įvedami arba importuojami. Pasirinkus reikiamą standartą, įvedamų objektų duomenų langai rodo tikslius parametrus, kurie būtini dirbant.



1 pav. *CadnaA* programos modeliavimo proceso eiga
Fig. 1. Modeling process of *CadnaA* program

1 pav. pateikiama supaprastinta apibendrintoji triukšmo lygių aplinkoje prognozavimo metodika. Joje atsižvelgiama tik į svarbiausius aplinkos veiksnius, turinčius įtakos bangos sklidimui.

Skaičiavimo metodą gali nusistatyti vartotojas. Pavyzdžiui, vartotojas sprendžia, koku atstumu nuo taško – gavėjo ar nuo triukšmo šaltinio bus skaičiuojamas triukšmo sklaidimo modelis ir kokia tvarka. Nustačius laiko intervalus (diena, vakaras, naktis) ir parametrų ribines reikšmes, gali būti taikoma visokių rūšių triukšmo šaltinių reguliavimas.

CadnaA programa išskiria šiuos triukšmo šaltinius: taškinį šaltinį, triukšmo galios lygis PWL ,

$$PWL = PWL_{Pr} + 10 \lg \frac{Q}{(h^{-1})} + 10 \lg \frac{l}{(m)} - 10 \lg \frac{v}{(km/h)} - 30 \text{ dB}; (1)$$

linijinį šaltinį: triukšmo galios lygis PWL , triukšmo galios lygis iš vieneto ilgio PWL' arba judančio taškinio šaltinio triukšmo galios lygis $PWL-Pt$;

ploto šaltinį: triukšmo galios lygis PWL , triukšmo galios lygis iš ploto vieneto PWL' arba judančio taškinio šaltinio triukšmo galios lygis $PWL-Pt$,

$$PWL = PWL_{Pt} + 10 \lg \frac{Q}{(h^{-1})} + 10 \lg \frac{S}{(m^2)}. \quad (2)$$

Kuriant judančio šaltinio modelį įvedamas taškinio šaltinio PWL , įvykių skaičius per valandą Q ir greitis (km/h). Šių duomenų pagrindu apskaičiuojamas bendras triukšmo lygis, įvertinus linijinius ir ploto triukšmo šaltinius.

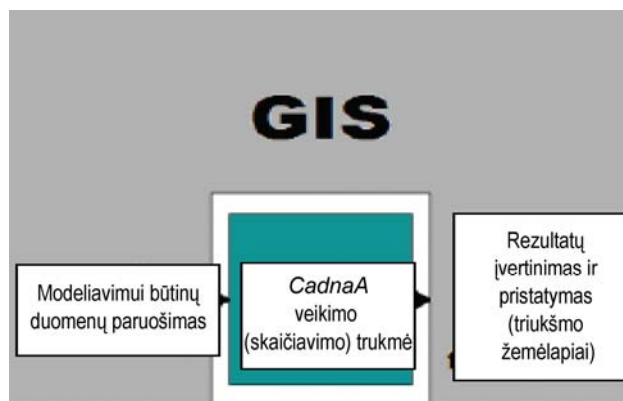
CadnaA programa skiria triukšmo lygius bet kuriose vietose ar taškuose, esančiuose horizontaliose ar vertikaliose plokštumose arba ant pastatų fasadų. Kai kurių specialių šaltinių – kelių, geležinkelių transporto, oro uostų – akustinis emisijų kiekis išskiriamas iš techninių parametrų. Tai gali būti atrinkta iš daugelio nacionalinių ir tarptautinių standartų.

Kaip ir kitos modeliavimo programinės įrangos *CadnaA* programos modeliavimo proceso eiga susideda iš trijų pagrindinių etapų (2 pav.):

I etapas – duomenų, reikalingų modeliui sukurti, įvedimas.

II etapas – įvestų duomenų apdorojimas ir modelio skaičiavimo procesas.

III etapas – skaičiavimo rezultatų išvedimas ekrane.



2 pav. *CadnaA* programos modeliavimo proceso su GIS eiga

Fig. 2. Modeling process with GIS of *CadnaA* program

Modeliuojant triukšmo sklaidą, programoje *CadnaA* pirmiausia yra nubrėžiamos modeliuojamos vietovės ploto ribos, suvedami kiekvieno būdingo taško duomenys (altitudės ir koordinatės), t. y. reljefas, tada būtina suvesti duomenis apie triukšmo šaltinius. Šiuo atveju pagrindinis triukšmo šaltinis yra terminalo ir kranų sukeliama garsai. Nurodomas didžiausias užfiksuotas triukšmo lygis, įvedami kelio dangos parametrai: jos plotis, ilgis, – ir interpoliuojama vietovės taškų koordinatės ir aukščiai.

Triukšmo šaltinio poveikio aplinkai skaičiavimai pradami paties triukšmo šaltinio modelio sudarymu. Galima išskirti dvi dideles triukšmo šaltinių rūšis: transporto srautai ir nuostovieji objektai. Skiriasi jų akustinių savybių įvertinimo būdai. Transporto srautą aplinkoje apibūdinti nėra sunku – pakanka žinoti jo intensyvumą, kokybinę sudėtį ir pagal žinytus galima įvertinti jo spinduliuojamo triukšmo garso galios lygį ar garso slėgio lygius atskaitos taške. Nuostoviųjų triukšmo šaltinių matmenys gali siekti nuo kelių iki šimto ar daugiau metrų.

3. Tyrimo rezultatai

Triukšmo sklaida įmonės teritorijoje pavaizduota *CadnaA* programa. Vaizduojamos triukšmo sklaidos dydžių izolinijos. Tai padeda nustatyti triukšmo sklaidos tarpinių verčių pasiskirstymą tarp matavimo taškų. Vaizdavimo tikslumui pagerinti remtasi Klaipėdos AB KLASCO teritorijoje ir už jos ribų atliktų tyrimų informacija.

Tada sumodeliuojamas vietovės apstatymas. Lentele pastatai aprašomi nurodant jų koordinatas, aukštį, žemės altitudę, aukštų skaičių ir kt.

Sumodeliuotą vietovės maketą galima pažiūrėti trimatnio vaizdo būdu (3D VIEW).

Rezultatai pateikiami grafiškai, t. y. gaunamas vietovę atitinkantis triukšmo sklaidos žemėlapis.

Triukšmo sklaida įmonės teritorijoje ir už jos ribų modeliuojama siekiant įvertinti esamų triukšmo šaltinių birijų trąšų iškrovimo terminale įtaką gyvenamajai teritorijai Švyturio gatvėje. Į *CadnaA* triukšmo sklaidos modeliavimo programą įkeliami įmonės teritorijos rytinėje dalyje esantys pastatai, birijų trąšų krovos terminalas, triukšmo slopinimo sienelė, Švyturio gatvėje esantys gyvenamieji namai (3 pav.).

CadnaA programa triukšmo žemėlapiu kuriami išskiriant triukšmo lygius, taškus, išsidėsčiusius vietovėje. Jie gali būti reikiamame arba absoliučiajame aukštyje. Triukšmo žemėlapiu gali būti kuriami pasirenkant reikiamą žingsnį.

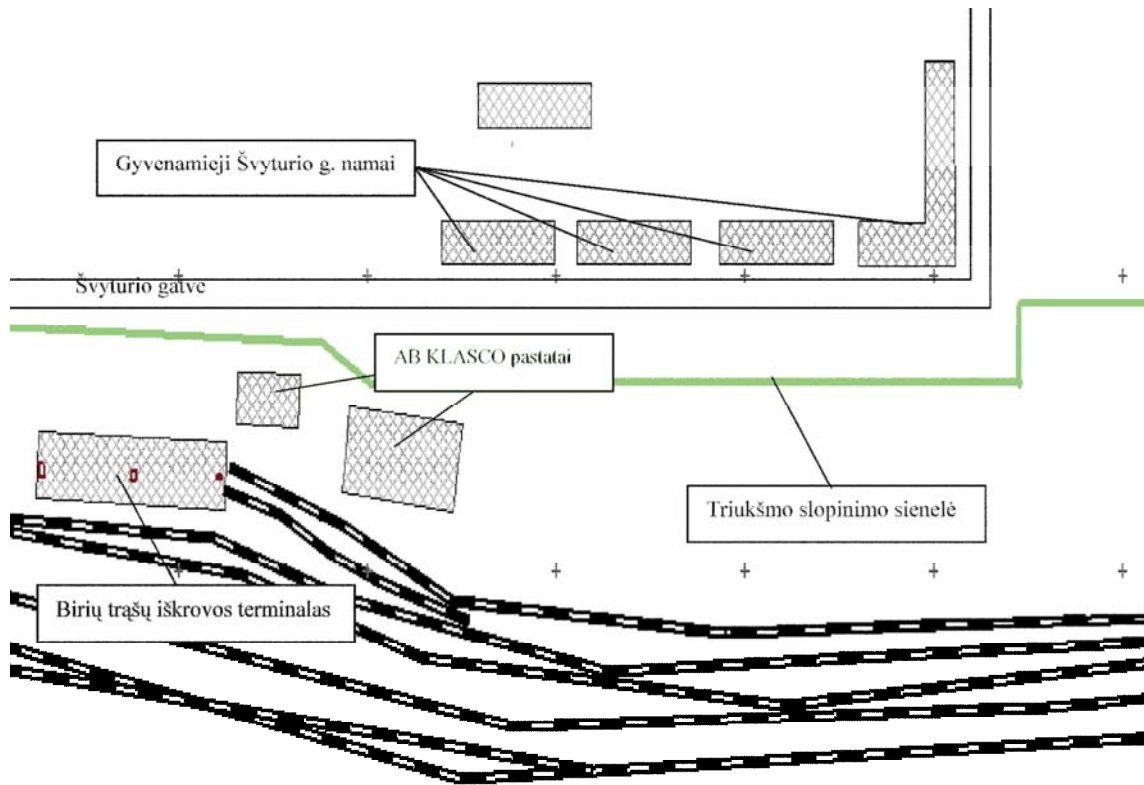
Triukšmo sklaida gali būti pateikiama izolinijomis (pvz., kas 5 dBA) arba spalviniu pavyzdžiu. Galima išskirti dienos ir nakties triukšmo sklaidą.

Birijų trąšų krovos terminale esančių triukšmo šaltinių (vibracinių įrenginių *Junets*) skleidžiamo triukšmo sklaida atvaizduota 4 pav. Šis modelis sudarytas įvertinant dviejų vibracinių įrenginių skleidžiamą triukšmo lygį. Matome, kad didžiausi triukšmo lygiai yra arti birijų trąšų krovos terminalo ir siekia per 75 dBA. Triukšmo sklaidimas iš terminalo beveik tolygiai pasiskirstęs į visas puses, tai reiškia kad terminalo sienos, dengtos gofruotos skardos lakštais, nepakankamai riboja triukšmo sklaidimą. Kiek toliau nuo terminalo triukšmo lygis mažėja. Ties terminalu, prie triukšmo slopinimo sienelės, jis sumažėja iki 65 dBA, o tostant nuo terminalo į įmonės teritoriją, triukšmo lygis sumažėja iki 60 dBA.

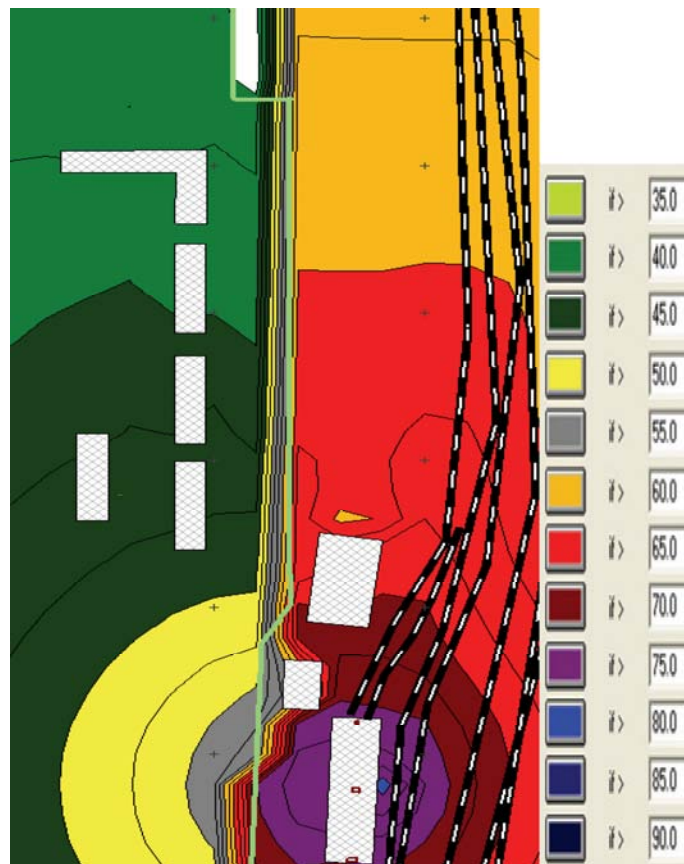
Taip pat nesunku pastebėti, jog už pastato, esančio dešiniau nuo birijų trąšų krovos terminalo, triukšmo lygis sumažėja. Tai pavyzdys, kaip statiniai atlieka triukšmo ekrano funkciją.

Pagal pateiktą metodiką matyti, kad *CadnaA* programa gaunami triukšmo lygių viršijimai įmonės ir gyvenamojoje teritorijoje.

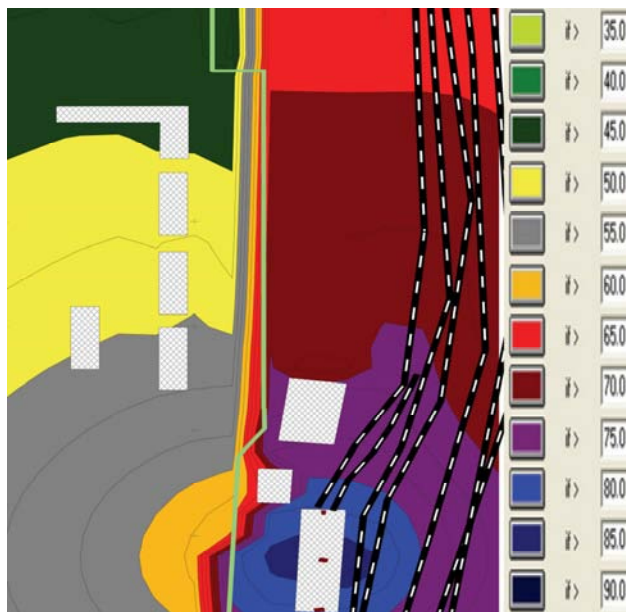
Už triukšmo slopinimo sienelės didžiausias triukšmo lygis (50–60 dBA) yra ties birijų trąšų krovos terminalu. Toliau nuo terminalo esančioje Švyturio gatvės gyvenamųjų namų teritorijoje triukšmo lygis didesnis nei 45 dBA. Dar toliau nuo terminalo, Švyturio gatvės namų Nr. 14 ir Nr. 12 teritorijose, triukšmo lygis dar mažesnis – per 40 dBA. Pavyzdžiui, naktį triukšmo lygis, didesnis nei 40 dBA, viršija HN 33-1:2003 pateiktą gyvenamųjų namų poilsio aikštelėse ir teritorijose leidžiamą triukšmo



3 pav. AB KLASCO įmonės teritorija ir gyvenamieji namai Švyturys gatvėje
 Fig. 3. JSC KLASCO enterprise territory and housing in Švyturys street



4 pav. Triukšmo sklaidos į gyvenamąją teritoriją naktį modeliavimas
 Fig. 4. Modeling of noise dispersion into residential zone at night



5 pav. Triukšmo sklaidos į gyvenamąją teritoriją dieną modeliavimas

Fig. 5. Modeling of noise dispersion into residential zone in the daytime

lygį, tad pageidautina krovos darbus vykdyti dieną, kai leidžiamieji triukšmo lygiai yra didesni nei vakare ar naktį.

Pagal šį modelį triukšmo mažinimo sienelės efektyvumas yra apie 10–15 %.

Taip pat triukšmo sklaidos modelis įmonės teritorijoje ir už jos ribų sudarytas įvertinant septynių vibracinių įrenginių skleidžiamą triukšmo lygį (5 pav.). Didžiausi triukšmo lygiai yra prie biriųjų trąšų krovos terminalo ir siekia per 85 dBA. Iki triukšmo slopinimo sienelės triukšmas sumažėja iki 70–75 dBA.

Už triukšmo slopinimo sienelės didžiausias triukšmo lygis (65–60 dBA) yra ties biriųjų trąšų krovos terminalu. Toliau nuo terminalo, esančioje Švyturio gatvės gyvenamoje teritorijoje triukšmo lygis svyruoja apie 50–55 dBA. Toks triukšmo lygis viršija HN 33-1:2003 pateiktus leidžiamuosius triukšmo lygius gyvenamųjų namų poilsio aikštelėse ir teritorijose vakare ir naktį. Taigi svarbu atsižvelgti į rezultatus ir triukšmingus iškrovos darbus vykdyti dieną, kai higienos normose leidžiamasis triukšmo lygis didesnis nei vakare ar naktį.

4. Išvados

1. Klaipėdoje Švyturio gatvės gyvenamųjų namų teritorijoje triukšmo lygis yra didesnis nei 45 dBA.

2. IV zonoje išmatuoti ekvivalentinio triukšmo lygiai pagal HN 33-1:2003 didinami po 5 dBA, nes triukšmo lygių matavimai atlikti Klaipėdos šiaurinėje dalyje, kuri užstatyta pastatais seniau nei 1984 m. Tuomet IV zonoje, gyvenamoje teritorijoje, ekvivalentinis LTL dieną yra 60 dBA, vakare – 55 dBA, naktį – 50 dBA.

3. Matuojant triukšmo lygius nustatyta, kad triukšmo lygiai įmonės teritorijoje, arti biriųjų trąšų krovos terminalo, svyruoja nuo 78 iki 90 dBA.

4. Toliau nuo terminalo, už triukšmo slopinimo sienelės, triukšmo lygiai kinta nuo 59 iki 65 dBA.

5. Gyvenamoje teritorijoje, prie Švyturio gatvėje esančių namų, išmatuotas triukšmo lygis buvo apie 50 dBA.

6. Lyginant sumodeliuotą triukšmo lygį su išmatuotu, gaunamas apie 10 % nesutapimas, nes modeliuojant *CadnaA* programa nėra įvertinami visi faktoriai, turintys įtakos triukšmo sklaidai.

Literatūra

- Aplinkos būklė. 2002 [Environmental condition 2002. 2003]. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Vilnius, 14–20.
- Armolaitis, K.; Bartkevičius, E. 2002. Dispersion of some motor transport pollutants in Lithuania [Vienodų variklių automobilių teršalų pasiskirstymas Lietuvoje], *Aplinkos inžinerija* [Environmental Engineering] 10(4): 145–148.
- Baubinas, A.; Vainauskas, S. 1998. Gyvenamosios aplinkos įtaka moksleivių sveikatai [Influence of Living Environment on Schoolchildren's Health], *Aplinkos inžinerija* [Environmental Engineering] 6(1): 4–8.
- Baltrėnas, P.; Butkus, D.; Nainys, V.; Grubliauskas, R.; Gudaitytė, J. 2007a. Triukšmo slopinimo sienelės efektyvumo įvertinimas, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(3): 125–134.
- Baltrėnas, P.; Fröhnes, K. D.; Puzinas, D. 2007b. Jūrų uosto įrenginių triukšmo sklaidos įmonės ir gyvenamojoje teritorijoje tyrimai, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(2): 85–92.
- Computer Aided Noise Abatement. 2006. Prieiga per internetą: <<http://www.datakustik.de>>.
- Grubliauskas, R. 2005. Investigation of transport noise near Lithuania highways during the periods of winter and summer [Transporto triukšmo Lietuvos automagistralėse tyrimai žiemos ir vasaros metu], in *Environmental Engineering. Proc. of the 6th International Conference, 2005*. Vilnius: Technika, 306–310.
- Grubliauskas, R. 2006. Triukšmo mažinimo priemonių tyrimas kameriniais eksperimentais, iš *Aplinkos apsaugos inžinerija: 8-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“*, įvykusios Vilniuje 2005 m. kovo 24 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 81–87.
- Gruzulevičienė, R.; Lekavičiūtė, J.; Deikus, J.; Mozgeris, G.; Merkevičius, S. 2005. Urban traffic noise and myocardial

- infarction risk [Miesto eismo triukšmas ir miokroinfarkto rizika], in *6th International Conference Environmental Engineering, 26–27 May 2005, Vilnius, Lithuania*, 84–89.
- HN 33:2007 *Akustinis triukšmas. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje*. Vilnius, 2007.
- HN 33-1:2003 *Akustinis triukšmas, leidžiami lygiai gyvenamojoje ir darbo aplinkoje. Matavimo metodikos bendrieji reikalavimai*. Vilnius, 2003.
- Jaskelevičius, B.; Užpelkienė, N. 2008. Research and assessment of wind turbine noise in Vydmantai, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(2): 76–82. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.76-82
- Kindurytė, R. 2003. Autotransporto triukšmo poveikis gyventojų sveikatai, iš *Aplinkos apsaugos inžinerija* [Environment protection engineering]: 6-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“, įvykusios Vilniuje 2003 m. kovo 30 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 322–326.
- Puzinas, D. 2006. AB „KLASCO“ teritorijos triukšmo tyrimai ir poveikis aplinkai, iš *Aplinkos apsaugos inžinerija* [Environment protection engineering]: 9-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“, įvykusios Vilniuje 2006 m. kovo 30 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 81–87.
- Stansfeld, S.; Haines, M.; Brown, B. 2000. Noise and health the urban environment [Triukšmas ir miesto aplinkos sveikata], *Rev. Environ. Health* 15: 43–82.
- Transportinio triukšmo problemos ir jų sprendimo būdai* [interaktyvus]. 2003. Prieiga per internetą: <http://www.vilniausvc.lt/aplinka/transportinio_triukšmo_problemos.htm>.
- Triukšmo mažinimo užtvarų vadovas* [interaktyvus]. 2000. Prieiga per internetą: <http://www.tkti.lt/Projektai/Noisemanual_lt.pdf.2000.24>.
- Vasarevičius, S.; Graudinytė, J. 2004. Investigation and evaluation of noise level at motorway and railway crossings, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 12(priedas I): 19–24.
- Vaišis, V.; Januševičius, T. 2008. Investigation and evaluation of noise level in the northern part of Klaipėda city, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(2): 89–96. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.89-96
- Žeromskas, R. 1998. Lietuvos kelių transporto svarbiausios aplinkosauginės charakteristikos, *Aplinkos inžinerija* [Environmental Engineering] 6(4): 140–145.

MODELING OF NOISE DISPERSION IN THE SEAPORT TERRITORY AND RESIDENTIAL ZONE USING *CadnaA* PROGRAM

P. Baltrėnas, D. Puzinas

Abstract

The level of noise and its dispersion was evaluated at Klaipėda State Seaport enterprise of JSC KLASCO. Investigation was carried out at 24 measuring points located in the enterprise territory and at 6 measuring points in a residential area. Sources of noise are evaluated. Reasons of a higher noise level than that presented in the hygienic norms and possible causes of its occurrence in the territory of the enterprise and in the neighbouring residential zone. Noise-decreasing means are suggested. From the proposed methods one can see that with *CadnaA* program, excessive noise levels are obtainable for the enterprise territory and residential zone. The achieved measuring results differ from those received with *CadnaA* program by 10–15%. The investigation results are presented as noise distribution determined with *CadnaA* program.

Keywords: noise investigation, reciprocal noise, hygienic norms.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ШУМА НА ТЕРРИТОРИИ МОРСКОГО ПОРТА И ЖИЛОЙ ЗОНЫ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММЫ „CadnaA“

П. Балтрėнас, Д. Пузинас

Резюме

Представлена оценка уровня шума, а также его распространение на предприятии Клайпедского государственного морского порта АО «КЛАСКО». Исследования шума проводились в 24 местах, расположенных по зонам, на территории предприятия, а в 6 местах на территории окружной жилой зоны были проведены измерения эквивалентного шума.

При помощи моделирования предложено средство, уменьшающее распространение шума от железнодорожного транспорта и морских судов в жилую среду. Это барьеры. Используя на основании предложенной методики программу “CadnaA”, были получены данные о превышении уровня шума на предприятии и в жилой зоне.

Ключевые слова: исследование шума, эквивалентный шум, гигиенические нормы.

Pranas BALTRĖNAS. Dr Habil, Prof and head of Dept of Environmental Protection, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU).

Doctor Habil of Science (air pollution), Leningrad Civil Engineering Institute (Russia), 1989. Doctor of Science (air pollution), Ivanov Textile Institute (Russia), 1975. Employment: Professor (1990), Associate Professor (1985), senior lecturer (1975), Vilnius Civil Engineering Institute (VISI, now VGTU). Publications: author of 13 monographs, 24 study-guides, over 320 research papers and 67 inventions. Honorary awards and membership: prize-winner of the Republic of Lithuania (1994), corresponding member of the Ukrainian Academy of Technological Cybernetics, full member of International Academy of Ecological and Life Protection Sciences. Probation in Germany and Finland. Research interests: air pollution, pollutant properties, pollution control equipment and methods.

Dainius PUZINAS. Environmental coordinator, JSC “Mars Lietuva”.

Bachelor of Science (environmental engineering), VGTU, 2005–2007. Publications: author of 3 research papers. Research interests: environmental protection, noise level, pollution prevention.