

SLOPINIMO EKRANO OPTIMALAUS AUKŠČIO NUSTATYMO SKAIČIAVIMAS IR MODELIAVIMAS

Raimondas Grubliauskas¹, Donatas Butkus²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹raimondas.grubliauskas@ap.vgtu.lt; ²donatas.butkus@ap.vgtu.lt

Anotacija. Transportas yra vienas pagrindinių triukšmo šaltinių, darantis ypač didelę neigiamą įtaką aplinkai. Daugeliu atvejų miestuose vienas iš tinkamiausių metodų mažinti triukšmo sklaidimą į gyvenamąsias teritorijas yra triukšmo slopinimo sienelės. Straipsnyje pristatoma, kaip triukšmo mažinimo ekranas pritaikomas gyvenvietėje skaičiuojant empirinėmis formulėmis ir modeliuojant triukšmo sklaidą. Triukšmo sklaida modeliuota programa „CadnaA“, leidžiančia modeliuoti triukšmo lygių pokyčius keičiant įvairias sąlygas. Skaičiavimo ir modeliavimo būdu gaunamas triukšmo lygio sumažėjimas vertinamas naudojant tuos pačius kintamuosius. Parenkant skirtingo aukščio triukšmo slopinimo ekranus, skaičiuojami rezultatai 1, 4, 15 m aukščiuose. Triukšmo lygio sumažėjimo gautų duomenų didžiausias nesutapimas skaičiavimo ir modeliavimo būdu siekė apie 10 %.

Reikšminiai žodžiai: triukšmo slopinimo ekranas, triukšmas, triukšmo sklaidos modeliavimas, „CadnaA“.

Įvadas

Transporto keliamas triukšmas yra viena pagrindinių aplinkos kokybės problemų Europoje, susijusi su vis didėjančiu visuomenės nepasitenkinimu esama padėtimi (Gražulevičienė *et al.* 2003; Jaskėlevičius, Užpelkienė 2008).

Ypač su šia problema susiduriama gyvenamojoje teritorijoje prie automobilių magistralių ar geležinkelio linijų (Kindurytė, Oškiniš 2003). Triukšmo plitimas išreiškiamas lygtimis, atsižvelgiant į atstumą tarp analizuojamo taško ir triukšmo šaltinio, teritorijos dangos tipą, triukšmo atspindžius nuo pastatų ir į kitas triukšmo plitimo kelyje pasitaikančias kliūtis (pastatus, želdinius, ekranus) (Baltrūnas, Butkus *et al.* 2007).

Pirmiausia triukšmą sulaikančiais ekranais gali būti negyvenamieji pastatai – parduotuvės, garažai, dirbtuvės ir kiti panašios paskirties žemaaukščiai namai (Gužas *et al.* 2006). Tačiau garažai, sandėliai, gamybinės patalpos tinka ne visur. Daug kur, ypač ankstyvesnio užstatymo zonose tarp važiuojamosios gatvės dalies ir pastatų, reikalaujančių apsaugos nuo triukšmo, yra palyginti maži atstumai. Tokiu atveju geriausiai tinka specialūs triukšmo slopinimo ekranai (Baltrūnas *et al.* 2007; Gudaitytė, Butkus 2007). Tai viena iš efektyvesnių triukšmo slopinimo priemonių (Merkevičius 2004). Ekranai naudojami gamybinėse patalpose darbo vietų apsaugai, taip pat gamyklos teritorijoje, siekiant sumažinti atviro šaltinio keliamo triukšmo poveikį administracinėms patalpoms ir šalia esantiems gyvenamiesiems rajonams (Stauskis, Kunigėlis 1998).

Apsauginiai triukšmo slopinimo ekranai būna gana įvairūs tiek pagal konstrukcines medžiagas, tiek pagal formą (Triukšmo mažinimo... 2005). Pagal jų susietumą su gamtine aplinka ir principinį konstrukcinį sprendimą išskirtini trys tipai:

- specialiųjų medžiagų triukšmo slopinimo ekranai;
- triukšmo slopinimo ekranai, komponuoti su želdiniais;
- gyvatvorės.

Parenkant triukšmo slopinimo ekraną būtina įvertinti jo aukštį, kad jis kuo geriau atspindėtų ir sugertų garso bangas, o už ekrano susidarytų pakankamo aukščio nuslopinto triukšmo zona (Rimovskis, Ramonas 2005; Stauskis, Kunigėlis 1998). Akustinio ekrano efektas priklauso nuo jo aukščio, ilgio ir atstumo iki šaltinio. Norint padidinti akustinį efektą, viršūnė turi būti virš linijos, jungiančios akustinį triukšmo šaltinio centrą su skaičiuojamuoju tašku. Norint sumažinti ekrano aukštį, jo atstumas nuo triukšmo šaltinio turi būti mažiausias (Stauskis 2007).

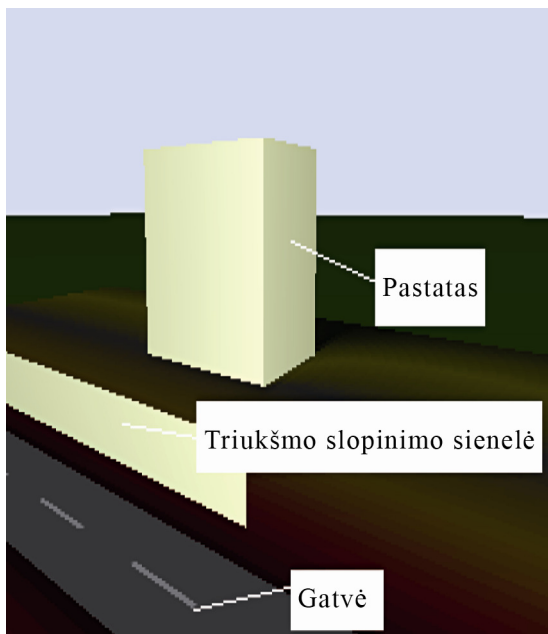
Darbo tikslas – triukšmo slopinimo ekrano efektyvumo ir optimalaus aukščio įvertinimas skaičiuojant empirinėmis formulėmis bei modeliuojant triukšmo sklaidą „CadnaA“ triukšmo sklaidos modeliavimo programa.

Tyrimų metodika

Siekiant įvertinti transporto keliamo triukšmo lygį gyvenamojoje zonoje ir triukšmo slopinimo ekraną, triukšmo

sklaida modeliuota „CadnaA“ programa bei efektyvumas apskaičiuotas empirinėmis formulėmis.

Automobilių transporto keliamo triukšmo sklaida į gyvenvietę modeliuojama siekiant įvertinti triukšmo mažinimo ekrano efektyvumą ir nustatyti jos optimalų aukštį. „CadnaA“ programoje sukuriama nagrinėjamos gyvenvietės situacijos modelis, kuriame vaizduojamas gyvenamasis pastatas, triukšmo slopinimo ekranas bei gatvė (1 pav.). Modeliui sudaryti imamos tokios sąlygos: transporto priemonių, pravažiuojančių gatve per parą, yra 30 000, lengvųjų transporto priemonių važiavimo greitis – 80 km/h, o sunkiasvorių – 50 km/h, sunkiasvorių automobilių skaičius bendrame sraute sudaro 15 %, reljefas gana lygus. Gyvenamieji namai yra nutolę nuo gatvės 20 m atstumu, o siūlomas triukšmo slopinimo ekranas yra įrengiamas 5 m atstumu nuo gatvės važiuojamosios dalies krašto.



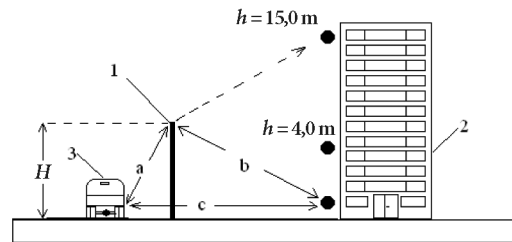
1 pav. Sudarytas gyvenvietės situacijos modelis

Fig. 1. Scheme of situation

Empirinėmis formulėmis įvertinamas triukšmo slopinimo ekrano efektyvumas naudojant 2 pav. pateikiamą schemą. Triukšmo lygio sumažėjimas ΔL nustatomas pagal sąryšį (Евгеньев, Совин 1989):

$$\Delta L = 18,2 + 2,8 \lg(a + b - c + 0,02), \text{ dBA}, \quad (1)$$

čia: a – atstumas nuo triukšmo šaltinio iki triukšmo slopinimo ekrano viršutinio taško, m; b – atstumas nuo triukšmo ekrano viršutinio taško iki skaičiuojamojo taško, m; c – atstumas nuo šaltinio iki skaičiuojamojo taško tiesia linija, m.



2 pav. Triukšmo slopinimo ekrano efektyvumui skaičiuoti naudojama schema: 1 – triukšmo slopinimo sienelė; 2 – gyvenamasis pastatas; 3 – triukšmo šaltinis (automobilių transportas)

Fig. 2. Calculation scheme of noise barrier efficiency: 1 – noise barrier; 2 – residential building; 3 – noise source (transportation)

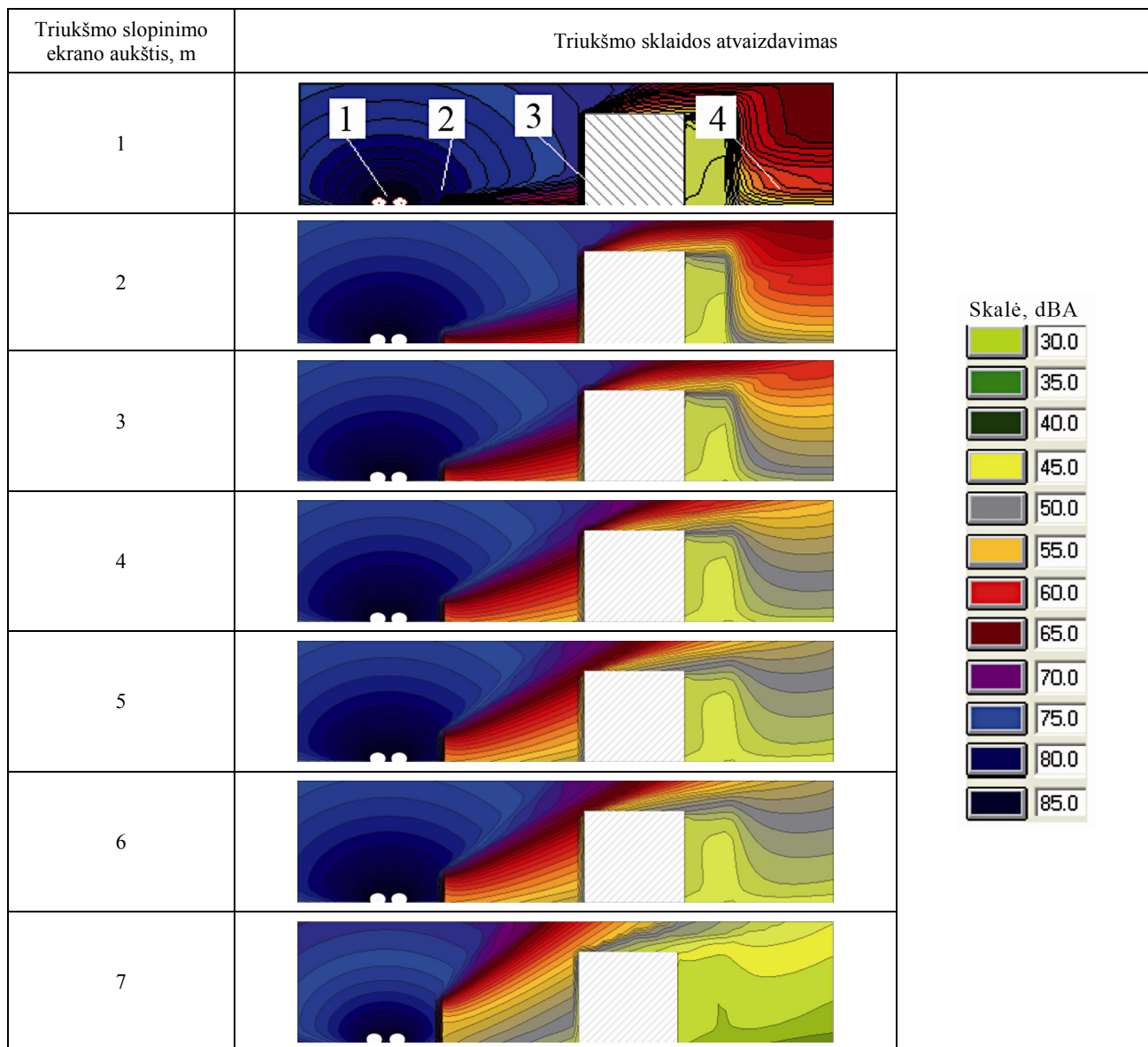
Rezultatai

Modeliuojant „CadnaA“ programa, įvertinta automobilių transporto sukeliama triukšmo sklaida gyvenvietėje. Prie pat automagistralės nustatytas 81 dBA, o prie gyvenamojo namo – 72 dBA. Todėl galima daryti išvadą, kad lyginant su HN33:2007 pateiktais leistinaisiais dydžiais (65 dBA), triukšmo lygis dieną gyvenamojoje teritorijoje yra gerokai viršijamas. Triukšmo mažinimo ekraną siūloma statyti 5 m atstumu nuo gatvės važiuojamosios dalies krašto, nes triukšmo priemonės veiksmingiausias tada, kai įrengiamos kuo arčiau triukšmo šaltinio. Triukšmo mažinimo priemonių efektyvumas, slopinant triukšmo sklaidimą, pateikiamas 3 pav.

Triukšmo lygis prie gyvenamojo namo modeliavimo būdu nustatytas 1, 4 ir 15 m aukščiuose (1 pav.). Gauti rezultatai pateikti 1 lentelėje.

Iš 1 lentelėje pateiktųjų rezultatų matyti, kad triukšmo lygiai 1 m aukštyje prie pastato iki leistinųjų lygių būtų sumažinami įrengiant 2 m aukščio triukšmo slopinimo ekraną. Analizuojant 4 m aukštyje parinktame skaičiuojamame taške nustatomą triukšmo lygį, galima teigti, kad įrengus 3 m aukščio ekraną, triukšmo lygis būtų 62 dBA, o tokio aukščio ekranu triukšmo lygis sumažėtų 13 dBA. Tam įtakos turi tai, kad ekrano aukštis yra didesnis už triukšmo šaltinio aukštį. Už ekrano susidaro akustinis šešėlis, kurio zonoje triukšmo lygis sumažėja labiausiai. Šiuo atveju arti šaltinio pastatomas triukšmo slopinimo ekranas gana veiksmingai slopina triukšmo lygį 4 m aukštyje.

Siekiant sumažinti triukšmą iki leistinojo lygio dieną (65 dBA) 40 m atstumu nuo gatvės, 15 m aukštyje (atitinka viršutinį 5 aukštų pastato aukštą), matyti, kad triukšmo ekrano aukštis turi būti ne žemesnis negu 7 m.



3 pav. Triukšmo sklaidimas į gyvenamąją teritoriją: 1 – triukšmo šaltinis; 2 – triukšmo slopinimo ekranas; 3 – gyvenamasis pastatas; 4 – triukšmo sklaidos izolinijos

Fig. 3. Dispersion of the noise in to the living area: 1 – noise source; 2 – noise barrier; 3 – residential building; 4 – spread of noise

Iš 1 lentelėje pateikiamų duomenų matyti, kad triukšmo slopinimo ekranas, kurio aukštis siekia iki 3 m, nedarytų jokios įtakos triukšmo lygiui 15 m aukštyje esančio skaičiuojamojo taško atžvilgiu.

Analizuojant automobilių transporto keliamam triukšmui slopinti naudojamą triukšmo slopinimo ekraną, skaičiuojama pagal 1 formulę, o gauti rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

Pagal 1 formulę gauti triukšmo lygio sumažėjimai, triukšmui slopinti taikant tuos pačius kintamuosius kaip ir triukšmo sklaidos modeliavimo rezultatams gauti. Parenkant skirtingo aukščio triukšmo slopinimo ekranus,

skaičiuojami rezultatai 1, 4, 15 m aukščiuose. Modeliuojant nustatytas automobilių transporto keliamo triukšmo lygis siekė 81 dBA.

Iš pateikiamų rezultatų matyti, kad triukšmo slopinimo ekrano efektyvumas siekė iki 21 dBA, t. y. triukšmo lygis sumažinamas iki 60 dBA. Su „CadnaA“ triukšmo sklaidos modeliavimo programa gautas triukšmo lygio sumažinimas gyvenamoje teritorijoje už triukšmo barjero buvo apie 29 dBA.

Vertinant optimalaus triukšmo slopinimo ekrano aukštį, siekiant gyvenvietėje prie gyvenamojo pastato (1 m aukštyje) sumažinti automobilių keliamo triukšmo

lygį iki leistinųjų triukšmo lygių (LTL), matyti, kad užtektų 2 m triukšmo slopinimo ekrano. Įrengus 5 m atstumu nuo gatvės važiuojamosios dalies triukšmo slopinimo ekraną, prie pastato 1 m aukštyje modeliuojant nustatytas 62 dBA, o empirinėmis formulėmis – 64 dBA triukšmo lygis.

1 lentelė. Modeliuojant nustatyti triukšmo lygiai prie pastato skirtinguose aukščiuose, dBA

Table 1. Modeled noise level by different height

Triukšmo slopinimo ekrano aukštis, m	1 m aukštyje	4 m aukštyje	15 m aukštyje
0 m	72	75	75
1 m	67	74	75
2 m	62	67	75
3 m	59	62	75
4 m	56	59	73
5 m	54	57	71
6 m	53	55	66
7 m	52	54	62

2 lentelė. Triukšmo lygiai, apskaičiuoti prie pastato skirtinguose aukščiuose, dBA

Table 2. Calculated noise level by different height

Triukšmo slopinimo ekrano aukštis, m	1 m aukštyje	4 m aukštyje	15 m aukštyje
1 m	66	68	71
2 m	64	66	71
3 m	63	64	71
4 m	62	63	68
5 m	61	62	65
6 m	61	61	64
7 m	60	60	63

Analogiškai vertinant triukšmo lygio sumažėjimą gyvenvietėje esančiame 4 m aukščio skaičiuojamame taške, matyti, kad 3 m aukščio triukšmo slopinimo ekranas sumažintų triukšmo lygius iki leistinųjų dydžių (modeliuojant – 62 dBA; skaičiuojant – 64 dBA).

Taip pat artimi rezultatai gaunami, lyginant modeliavimą su skaičiavimu, kai skaičiuojamasis taškas gyvenvietėje pasirenkamas 15 m aukštyje. Naudojantis „CadnaA“ sudarytu modeliu, gaunama, kad 7 m aukščio ekranas sumažins triukšmo lygį iki 62 dBA. Skaičiuojant

nustatyta, kad leistinasis 65 dBA triukšmo lygis bus pasiekiamas įrengus 5 m aukščio ekraną.

Apibendrinant rezultatus, matyti, kad tarp skaičiavimo ir modeliavimo būdu gautų duomenų didžiausias nesutapimas siekė apie 10 %.

Išvados

1. Modeliuojant mobilių triukšmo šaltinių keliamo triukšmo sklaidimą į gyvenamąją aplinką, matyti, kad efektyviai triukšmą slopina triukšmo slopinimo ekranai, kurių efektyvumas priklauso nuo jų aukščio.

2. Prie gyvenamojo pastato įdiegus 2 m aukščio triukšmo slopinimo ekraną 1 m aukštyje modeliavimo būdu nustatytas 62 dBA, o empirinėmis formulėmis – 64 dBA triukšmo lygis.

3. Įrengus 3 m aukščio triukšmo slopinimo ekraną, 4 m aukštyje prie pastato pasirinktame skaičiuojamame taške modeliavimo būdu ir empirinėmis formulėmis nustatytas triukšmo lygis skyrėsi 2 dBA.

4. Modeliavimo būdu nustatyta, kad, siekiant sumažinti triukšmo lygį 15 m aukštyje esančiame skaičiuojamame taške, triukšmo slopinimo ekranas turėtų būti 7 m aukščio.

5. Skaičiavimo ir modeliavimo būdu gautų duomenų didžiausias nesutapimas siekė apie 10 %.

Literatūra

- Baltrėnas, P.; Butkus, D.; Nainys, V.; Grubliauskas, R.; Gudaitytė, J. 2007. Triukšmo slopinimo sienelės efektyvumo įvertinimas, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(3): 125–134.
- Baltrėnas, P.; Frohner, K. D.; Puzinas, D. 2007. Jūrų uostų įrenginių triukšmo sklaidos įmonės ir gyvenamojoje teritorijoje tyrimai, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(2): 85–92.
- Gražulevičienė, R.; Lekavičiūtė, J.; Mozgeris, G.; Merkevičius, S. 2003. Autotransporto srautų keliamas triukšmas ir sergamumas miokardo infarktu Kauno mieste, *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 1(23): 70–75.
- Gudaitytė, J.; Butkus, D. 2007. Garsą sugeriančių konstrukcijų panaudojimo triukšmui mažinti tyrimas, iš *10-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, įvykusios Vilniuje 2007 m. kovo 29 d., pranešimų medžiaga: Aplinkos apsaugos inžinerija*. Vilnius: Technika, 299–307.
- Gužas D.; Klimas R.; Tričys, V. 2006. Construction of acoustic shields and their properties for noise and vibration reduction, in *The 2nd International Conference „Mechatronic Systems and Materials“* [CD]. Poland, Krakow.
- Jaskelevičius, B.; Užpelkienė, N. 2008. Research and assesment of wind turbines noise in Vydmantai, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(2):76–82.
- Kindurytė, R.; Oškinis, V. 2003. Autotransporto triukšmo poveikis gyventojų sveikatai, iš *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.

- Merkevičius, S. 2004. *Inžineriniai ir techniniai saugos metodai ir priemonės fizinei ir technologinei aplinkos taršai mažinti. Vibroakustinė tarša*. Kaunas: LŽŪU. 60 p.
- Rimovskis, S.; Ramonas, Z. 2005. *Apsauga nuo triukšmo*. Šiauliai: ŠU leidykla. 76 p.
- Stauskis, V. J. 2007. *Statybinė akustika*. Vilnius: Technika, 266 p.
- Stauskis, V. J.; Kunigėlis, V. 1998. Įvairių garso šaltinių akustinės charakteristikos, *Journal of Civil Engineering and Management* 4(4): 311–315.
- Triukšmo mažinimo užtvary vadovas* [interaktyvus]. 2005. [žiūrėta 2008 m. lapkričio 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.tkti.lt/Projektai/Noisemanual_lt.pdf>.
- Евгеньев, И. Е.; Совин, В. В. 1989. *Защита природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог*. Москва: Транспорт. 239 p.

OPTIMAL HEIGHT CALCULATION AND MODELLING OF NOISE BARRIER

R. Grubliauskas, D. Butkus

Summary

Transport is one of the main sources of noise having a particularly strong negative impact on the environment. In the city, one of the best methods to reduce the spread of noise in residential areas is a noise barrier. The article presents noise reduction barrier adaptation with empirical formulas calculating and modelling noise distribution. The simulation of noise dispersion has been performed applying the CadnaA program that allows modelling the noise levels of various developments under changing conditions. Calculation and simulation is obtained by assessing the level of noise reduction using the same variables. The investigation results are presented as noise distribution isolines.

The selection of a different height of noise barriers are the results calculated at the heights of 1, 4 and 15 meters. The level of noise reduction at the maximum overlap of data, calculation and simulation has reached about 10 %.

Keywords: noise barrier, noise, modelling noise pollution, CadnaA.