

APLINKOS VEIKSNIŲ ĮTAKA AUTOMOBILIŲ KELIAMAM TRIUKŠMUI

Rasa Akelaitytė¹, Tomas Januševičius²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹rasa.akelaityte@gmail.com; ²tomas.janusevicius@vgtu.lt

Santrauka. Vis sparčiau Lietuvoje besivystant pramonei ir transporto sektoriui, per pastaruosius kelerius metus mūsų keliuose žymiai padaugėjo automobilių. Tiek lengvieji, tiek sunkieji automobiliai ne tik teikia ekonominį pelną, bet kartu su nauda lemia ir ekologines bei socialines problemas – kelia triukšmą, didėja avaringumas ir aplinkos tarša. Siekiant sumažinti avaringumą, daugelyje vietų yra įrengiami greičio ribojimo kalneliai. Triukšmas, keliamas automobiliams važiuojant per juos, prisideda prie bendro triukšmo. Pateikiami skaičiavimai, kaip nustatyti įvairių veiksnių įtaką automobilių triukšmo mastui. Garso atspindžiai, kelio danga, atmosfera, kliūtys garso bangų kelyje – visa tai gali padidinti arba sumažinti garsų sklaidimą. Atliekant triukšmo matavimo tyrimus į šiuos veiksnius būtina atsižvelgti.

Reikšminiai žodžiai: triukšmas, automobiliai, pataisos, garsas, autotransportas, greičio ribojimo kalneliai.

Įvadas

Triukšmas – tai bangos, sklindančios ore. Jos ne tik sukelia žmogui garso pojūtį, bet ir juntamos kūnu kaip vibracija.

Triukšmą galima apibrėžti fizikiniu ir fiziologiniu požiūriais. Pirmuoju atveju – tai netvarkingi skirtingo dažnio ir stiprio garsai. Antruoju – garsai, kurie trukdo žmogui normaliai dirbti ir ilsėtis (Macijauskienė 2010). Triukšmas ne tik sklinda aplinkoje visomis kryptimis, bet ir turi savąją sklaidimo trukmę. Tam tikri triukšmo parametrai – dažnis, sklaidimo kryptis ir trukmė, lemia neigiamą triukšmo poveikį žmogui ir aplinkai.

Triukšmas, kaip ir oro užterštumas, netinkamas maistas, žmonių sveikatai yra neigiamas veiksnys. Šiais laikais, ypač miestuose, žmonės su juo susiduria kiekvieną dieną.

Žmogus, nuolat būdamas triukšme, prie jo pripranta, t. y. prisitaiko prie aplinkos sąlygų, nes triukšmas suteikia ir daug informacijos apie aplinkoje vykstančius reiškinis, – žmogus komfortiškai jaučiasi tik tuomet, jei girdi tam tikrą triukšmą. Ilgainiui, gyvenant, dirbant per didelio triukšmo lygio zonoje, kyla sveikatos sutrikimų.

Triukšmą dažniausiai lemia ar apibūdina šie rodikliai (Macijauskienė 2010):

- garso stipris,
- garso dažnis, dažnio pasiskirstymas,
- foninis garso slėgio lygis,
- teritorijos tarp triukšmo šaltinio ir priėmėjo savybės,

triukšmo suvokimą – priėmėjo prigimtis.

Lietuvos miestuose didžioji dalis (apie 80 %) sklindančio triukšmo lemiamas transporto, tačiau nuo to, kaip funkcionuoja transporto sistema, priklauso viso Lietuvos ūkio sėkmė (Tamošiūnas 2004). Dėl vis didėjančių transporto srautų mūsų keliuose daugėja ir neigiamų padarinių – sunkiasvoriai vilkikai keliuose išspaudžia vėžes, o tai didina avarijų riziką, nes tokiais kelio ruožais važiuoti nėra saugu. Remiantis statistikos departamento duomenimis, bendras kelių transporto priemonių skaičius 2011 m. buvo 1 986 050, iš jų 1 713 277 – lengvieji automobiliai, 113 452 – krovininiai. Palyginti su 2001 m. duomenimis (bendras kelių transporto priemonių skaičius 1 298 836, iš jų 1 133 477 – lengvieji automobiliai ir 89 373 krovininiai), akivaizdi transporto priemonių skaičiaus augimo tendencija.

Analizė rodo, kad Lietuvos gyvenamosiose teritorijose žūsta apie 42 % bendro visų žūstančiųjų autoįvykių metu skaičiaus, o užmiesčio keliuose – apie 58 %, nors daugiau eismo įvykių užregistruojama miestuose ir miesteliuose (Tamošiūnas 2004).

Atsižvelgiant į šiuos statistinius rodiklius imtasi įvairių saugumo priemonių – įrengiamos miestų apylankos, griežtinama greičio kontrolė, miestuose įrengiami greičio ribojimo kalneliai. Beje, čia vėl susiduriama su triukšmo miestuose problema – tyrimų metu nustatyta, kad automobiliai, važiuojantys per greičio ribojimo kalnelius, sukelia daugiau triukšmo nei važiuodami lygiu keliu. Šis skirtumas svyruoja nuo 5 iki 10 dB.

Kritiškai vertinant gaunamus triukšmo matavimo rezultatus būtina atsižvelgti į esamą situaciją matavimo vietoje – kelio dangą, užstatymą, apželdinimą, temperatūrą ir kitus veiksnius. Automobilių skleidžiamo triukšmo (žmonių, esančių netoli girdimo, juntamo triukšmo) lygis gali priklausyti nuo daugybės veiksnių, (Macijauskienė 2010):

- objekto, skleidžiančio triukšmą, savybių bei vietos, kur jis stovi, aukščio ir pan.,
- atstumo tarp skleidėjo ir priėmėjo,
- oro savybių (vėjo greičio, temperatūros ir pan.),
- paviršinių efektų (garso atspindžių, absorbcijos),
- netoliese esančių kliūčių, kurios gali blokuoti triukšmą,
- paviršiaus reljefo.

Šie veiksniai įvertinti pagal įvairias formules, pateiktas Lietuvos standarte LST ISO 9613-2 „Akustika. Atviroje erdvėje sklindančio garso silpninimas. 2 dalis. Bendrasis skaičiavimo metodas“.

Skaičiavimo metodika

Triukšmo šaltinius galima suskirstyti kaip taškinius, linijinius, išplitusius po tam tikrą plotą ir pan. Skaičiavimams supaprastinti linijiniai šaltiniai gali būti padalyti į tam tikras linijines atkarpas, po tam tikrą plotą išplitę šaltiniai – į mažesnio ploto ruožus, kur kiekvienam priskiriamas taškinis šaltinis, esantis ruožo ar atkarpos centre ir atspindintis situaciją.

Kai taškinių šaltinių daug, juos visus galima priskirti vienam ekvivalentiniam taškiniam šaltiniui, jei atitinka šias sąlygas:

- visi taškiniai šaltiniai iš to paties aukščio skleidžia vienodo stiprumo triukšmą,
- kiekviename šaltinyje yra tokios pačios garso plitimo sąlygos,
- atstumas d nuo ekvivalentinio taškinio šaltinio iki imtuvo yra dvigubai didesnis už didžiausią gabaritinį šaltinio matmenį H_{\max} ($d > 2H_{\max}$).

Jeigu atstumas d yra mažesnis ($d \leq 2H_{\max}$), arba sklaidos sąlygos skiriasi (pvz., dėl ekranavimo), visas triukšmo šaltinis bus skirstomas į taškinius šaltinius.

Atliekant pataisų skaičiavimus, svarbu atsižvelgti ir į tyrimų metu buvusias atmosferines sąlygas, konkrečiai – vėją. Matavimus atliekant pavėjui, vėjo kryptis turėtų būti $\pm 45^\circ$ nuo tiesės, jungiančios šaltinį ir priėmėją, o vidutinis vėjo greitis 3–11 m aukštyje 1–5 m/s.

Pateikiamos formulės tinka ir esant temperatūrinei inversijai, kuri neretai pasitaiko giedromis, ramiomis naktimis.

Geometrinis nukrypimas, nusakantis sferinį garso sklidimą nuo triukšmo šaltinio (didėjant geometriniam

nukrypimui garsas slopsta), apskaičiuojamas pagal formulę

$$A_{div} = \left[20 \cdot \lg \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \right], \text{ dB}, \quad (1)$$

čia d – atstumas nuo šaltinio iki imtuvo, m; d_0 – etaloninis atstumas, $d_0 = 1$ m.

Lygties (1) konstanta susieja garso galios lygį etaloniui 1 m atstumu nuo įvairiakrypčio garso šaltinio.

Garso slopinimas dėl atmosferinės absorbcijos A_{atm} garso sklidimo metu nustatomas iš lygties (2) ir skaičiuojamas kiekvieno oktavos dažnių juostos vidurinės dalies dažnio:

$$A_{atm} = \frac{\alpha \cdot d}{1000}, \text{ dB}, \quad (2)$$

čia α – atmosferinės absorbcijos koeficientas, dB/km.

Atmosferinės absorbcijos koeficientas priklauso nuo garso dažnio, aplinkos temperatūros ir santykinės oro drėgmės ir yra skaičiuojamas kiekvienos vidutinės dažnių juostos reikšmės atskirai.

Kadangi tyrimų metu yra atliekami keli matavimai ir skirtingu laiku, skaičiavimams dėl skirtingų atmosferinių sąlygų matavimų metu yra naudojami vidutiniai drėgmės, temperatūros duomenys.

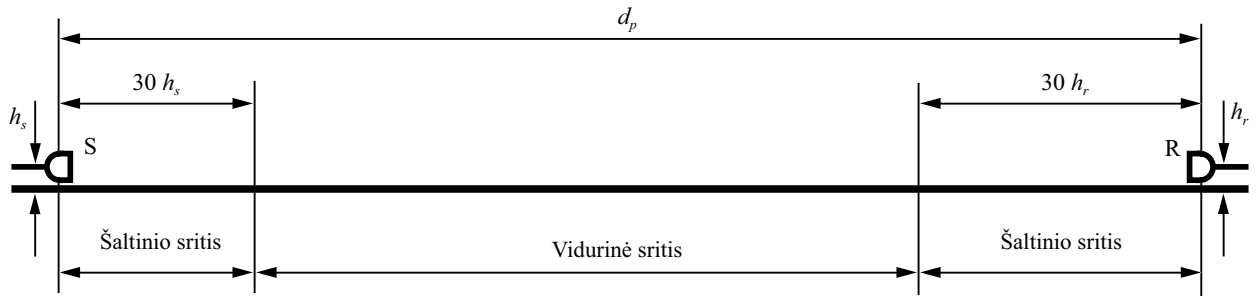
Kelio dangos garso slopinimas (A_{gr}) susidaro dėl kelio dangos atspindėto garso interferencijos su garsu, sklindančiu tiesiai iš šaltinio. Skaičiuojant kelio dangos garso slopinimo koeficientą išskiriamos 3 sritys:

- a) šaltinio sritis, apimanti atstumą nuo šaltinio iki imtuvo, t. y. $30h_s$ ir maksimalų atstumą d_p (h_s – šaltinio aukštis, d_p – atstumas nuo šaltinio iki imtuvo);
- b) imtuvo sritis, apimanti atstumą nuo imtuvo iki šaltinio, t. y. $30h_r$ ir didžiausią atstumą d_p (h_r – imtuvo aukštis);
- c) vidurinė sritis, apimanti erdvę tarp šaltinio ir imtuvo; jei $d_p < (30h_s + 30h_r)$, tai šaltinio ir imtuvo sritys sutampa, ir vidurinės srities nėra.

Kelio dangos slopinimo koeficientas nepadidėja nuo vidurinės srities dydžio, bet labiausiai priklauso nuo šaltinio ir imtuvo sričių savybių. Kiekvienos srities akustinės savybės įvertinamos dangos koeficientu G (1 pav.)

Išskiriamos 3 atspindinčių paviršių kategorijos:

- kietoji danga (grindinys, vanduo, ledas, visos kitos mažaporės dangos), $G = 0$;
- porėtoji danga (žolė, medžiai, kita augalija, danga, tinkama augalams augti), $G = 1$;
- įvairiūršė danga (susideda iš porėtosios ir kietosios dangos), $G = 0-1$.



1 pav. Trys sritis, apibūdinančios grindinio garso sugerties koeficientą, čia S – šaltinis; R – imtuvas; d_p – atstumas nuo šaltinio iki imtuvo; h_s – šaltinio aukštis; h_r – imtuvo aukštis (ISO 9613-2:1996)

Fig. 1. Three distinct regions determining ground attenuation: d_p – distance from a source to a receiver; h_s – source heights; h_r – receiver height (ISO 9613-2:1996)

Kelio dangos garso slopinimo koeficientas esant bet kuriai dažnių juostos reikšmei skaičiuojamas atskirai. Pirmiausia apskaičiuojami šaltinio srities garso slopinimo koeficientas A_s , priklausantis nuo dangos koeficiento G_s (tos srities), imtuvo srities garso slopinimo koeficientas A_r , priklausantis nuo tos srities kelio dangos koeficiento G_r , ir vidurinės srities garso slopinimo koeficientas A_m , priklausantis nuo kelio dangos koeficiento G_m . Tuomet randamas bendras kelio dangos garso slopinimo koeficientas:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m. \quad (3)$$

Skirtingoms dažnio reikšmėms apskaičiuoti pagal šaltinio, imtuvo ir vidurinės sričių garso slopinimo koeficientus taikomos šios formulės:

$$A_{s,r}^{63\text{Hz}} = -1,5 \text{ dB}, \quad (4)$$

$$A_{s,r}^{125\text{Hz}} = -1,5 + G \times a', \text{ dB}, \quad (5)$$

$$A_{s,r}^{250\text{Hz}} = -1,5 + G \times b', \text{ dB}, \quad (6)$$

$$A_{s,r}^{500\text{Hz}} = -1,5 + G \times c', \text{ dB}, \quad (7)$$

$$A_{s,r}^{1000\text{Hz}} = -1,5 + G \times d', \text{ dB}, \quad (8)$$

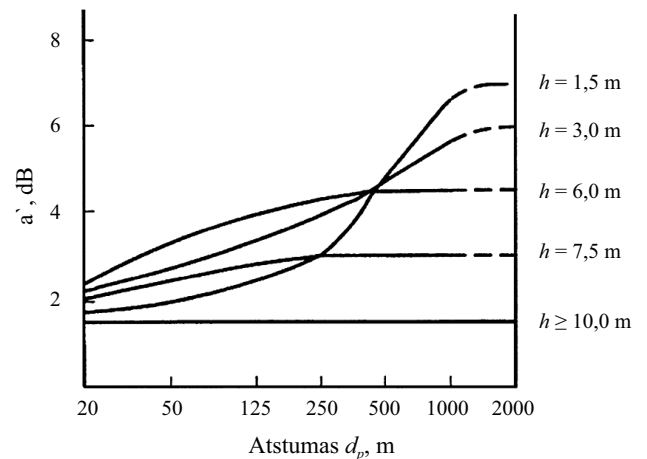
$$A_{s,r}^{2000,4000,8000\text{Hz}} = -1,5 \cdot (1 - G), \text{ dB}. \quad (9)$$

Funkcijų a' , b' , c' ir d' reikšmės gali būti apskaičiuojamos arba imamos iš grafikų (2 ir 3 pav.):

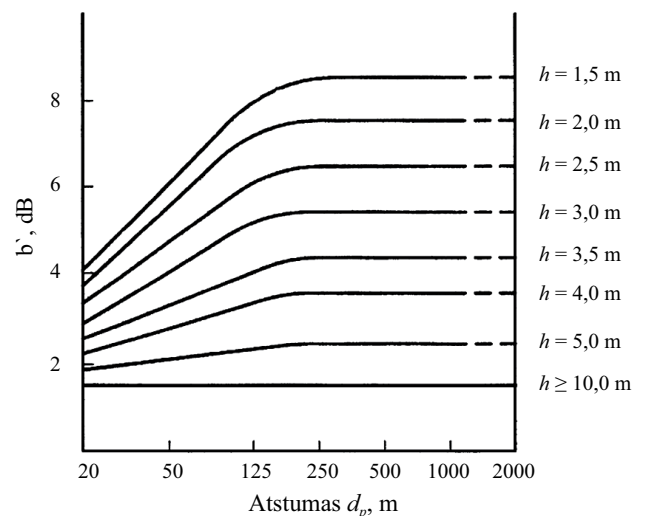
$$a' = 1,5 + 3,0 \times e^{-0,12 \cdot (h-5)^2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right) + 5,7 \times e^{-0,09 \cdot h^2} \times \left(1 - e^{-2,8 \times 10^{-6} \times d_p^2} \right), \quad (10)$$

$$b' = 1,5 + 8,6 \times e^{-0,09 \cdot h^2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right), \quad (11)$$

a) 125 Hz



b) 250 Hz



2 pav. Funkcijų a' , b' priklausomybė nuo atstumo tarp šaltinio ir imtuvo d_p ir šaltinio ar imtuvo aukščio h (ISO 9613-2:1996)

Fig. 2. Functions a' and b' representing the influence of source-to-receiver distance d_p and the source or receiver height h (ISO 9613-2:1996)

$$c' = 1,5 + 14,0 \times e^{-0,46 \cdot h^2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right), \quad (12)$$

$$d' = 1,5 + 5,0 \times e^{-0,9 \cdot h^2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right), \quad (13)$$

$$A_m^{63\text{Hz}} = -3 \cdot q, \text{ dB}, \quad (14)$$

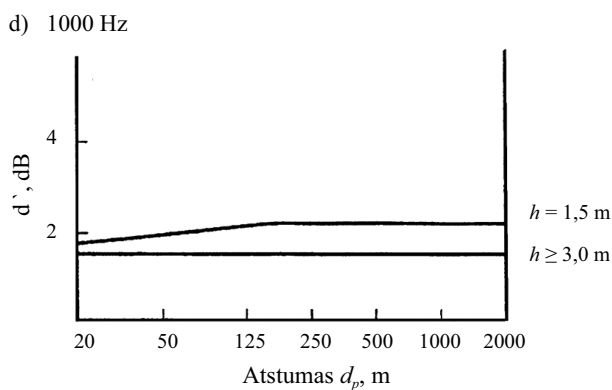
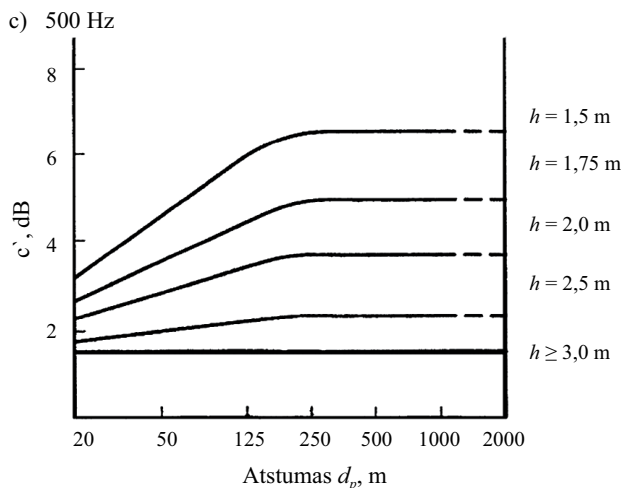
$$q = 0, \text{ kai } d_p \leq 30 \cdot (h_s + h_r),$$

$$q = 1 - \frac{30 \cdot (h_s + h_r)}{d_p}, \text{ kai } d_p > 30 \cdot (h_s + h_r), \quad (15)$$

$$A_m^{125-8000\text{Hz}} = -3 \cdot q, \text{ dB}. \quad (16)$$

Galimas alternatyvus šio koeficiento skaičiavimas:

- jei domina tik A svertinio vidurkio dažninė charakteristika;
- garsas sklinda virš porėtiosios arba įvairiarūšės dangos, kurios didžioji dalis sudaryta iš porėtiosios;
- garsas nėra grynasis tonas.



3 pav. Funkcijų c' ir d' priklausomybė nuo atstumo tarp šaltinio ir imtuvo d_p ir šaltinio ar imtuvo aukščio h (ISO 9613-2:1996)

Fig. 3. Functions c' and d' representing the influence of source-to-receiver distance d_p and the source or receiver height h (ISO 9613-2:1996)

Atsižvelgiant į šias sąlygas, kelio dangos garso sugerties koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę

$$A_{gr} = 4,8 - \left(\frac{2 \cdot h_m}{d} \right) \cdot \left[17 + \left(\frac{300}{d} \right) \right] \geq 0 \text{ dB}, \quad (17)$$

čia h_m – sklidimo kelias virš žemės, m; d – atstumas nuo šaltinio iki imtuvo, m.

Realiomis sąlygomis gatvėje atliekant triukšmo matavimus, neišvengiamai yra susiduriama su garso bangų atspindžiais. Garso bangas gali atspindėti namų fasadai, o jei matavimai atliekami po tiltais ar tuneliuose – lubos. Atliekant atspindžių įvertinimą nėra atsižvelgiama į atspindžius, kurie susidaro nuo kelio dangos. Šie atspindžiai įvertinami skaičiuojant kelio dangos garso sugerties koeficientą A_{gr} .

Garso sklidimo bangos šiuo atveju gali būti sugeriamos ar atspindimos pastatų paviršiais. Bendras ekranavimo ir atspindėjimo efektas A_{hous} nustatomas konkrečios situacijos. Kadangi šis efektas labai priklauso nuo esamų paviršių savybių, tai galimi tik apytiksliai skaičiavimai. Tiksliesniems rezultatams gauti reikėtų atlikti atspindžių matavimus ar pasinaudoti modeliavimo programomis.

Apytikslė A_{hous} vertė, kuri paprastai nesiekia daugiau kaip 10 dB, nustatoma taip:

$$A_{hous} = A_{hous,1} + A_{hous,2}, \text{ dB}, \quad (18)$$

$$A_{hous,1} = 0,1 \cdot B \cdot d_b, \text{ dB}, \quad (19)$$

čia B – pastatų paviršiaus atspindėjimo koeficientas; d_b – garso kelio ilgis, m.

$$A_{hous,2} = -10 \cdot \lg \left[1 - \left(\frac{p}{100} \right) \right], \text{ dB} \quad (20)$$

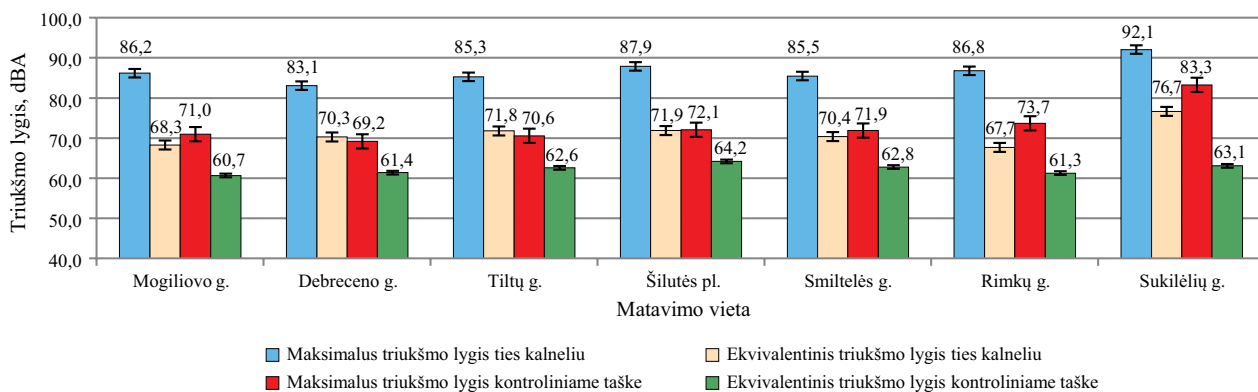
čia p – pastatų fasadų ilgio santykis su kelio ilgiu, išreikštas procentais, $p \leq 90$ %.

Tankiai apstatytų teritorijų, pvz., miestų, koeficientas A_{hous} su minėtuju koeficientu A_{gr} susiję, dėl to sklindantis garsas esti stipresnis arba silpnesnis. Kai pastatų fasadų paviršiaus tankis mažas, vyrauja koeficientas A_{gr} , jei didelis – koeficientas A_{hous} .

Rezultatų apibendrinimas

Triukšmo matavimo tyrimai buvo atlikti Vilniuje ir Klaipėdoje, gatvėse ties skirtingų tipų – 420 mm, 800 mm, 2500 mm, 4600 mm pločio ir skirtingų aukščių greičio ribojimo kalneliais danų gamybos triukšmamačiu *Brüel&Kjær* 2270. Triukšmas matuotas 1,5 m aukštyje nuo žemės paviršiaus.

Rezultatai rodė, kad triukšmas ties greičio ribojimo kalneliais 9–16 dBA skiriasi nuo triukšmo, kuris buvo išmatuotas kontroliniame taške 100 m nuo greičio ribojimo



4 pav. Vidutinės triukšmo matavimo rodiklių reikšmės

Fig. 4. The average values of noise measurement

kalnelio (4 pav.). Reikėtų pažymėti, kad 10 dBA triukšmo padidėjimą žmogus suvokia kaip garso padidėjimą dvigubai. 4 pav. pavaizduotos vidutinės ties kalneliais ir ties kontroliniu tašku gautų rezultatų reikšmės. Pateiktos maksimalaus bei ekvivalentinio triukšmo lygio vertės.

Kadangi visos matavimo vietos apstatymu ir apželdinimu skyrėsi viena nuo kitos, į šiuos rezultatus vertėtų žiūrėti kritiškai – didesnis namų užstatymas galėjo padaryti nemažą įtaką tokiems rodikliams dėl nuo namų fasadų ar langų atsispindėjusių garso bangų, skirtingas apželdinimas galėjo sumažinti rodiklius ir iškreipti realią situaciją. Taip pat kelio danga neišvengiamai keičia realius rezultatus – vienoje vietoje asfaltas galėjo būti poringesnis nei kitoje, skyrėsi net grindinio tipas – akmenimis grįsta ar asfaltuota gatvė.

Atsižvelgiant į gautus rezultatus ir situaciją matavimo vietose, būtina atlikti gautų rezultatų pataisas – apskaičiuojami koeficientai – garso slopinimo dėl geometrinio nuokrypio – A_{div} , slopinimo dėl atmosferinės absorbcijos – A_{atm} , kelio dangos įtakos garsui – A_{gr} , namų fasadų absorbcijos – A_{hous} .

Atlikus skaičiavimus pagal pateiktas formules, gautas garso slopinimo dėl sferinio garso sklaidimo koeficientas $A_{div} = 14,5$ dB. Tai rodo, kad realūs rodikliai turėtų būti didesni, nes dalis triukšmo išsisklaidė dėl bangų sklaidimo geometrinio pobūdžio. Šiuo atveju apibūdinamos sferinės garso bangos, t. y. bangos, kurių fazės vienodos kurio nors taško atžvilgiu. Tokių bangų fazinis greitis yra vienodas centrinio taško atžvilgiu. Ši banga, plečiantis bangos fronto sferai, sklinda visomis kryptimis.

Šis koeficientas labai priklauso nuo atstumo tarp šaltinio ir imtuvo. Kuo didesnis atstumas, tuo labiau pastebima šio koeficiento įtaka rezultatams.

Sprendžiant, kokią įtaką gautiems rezultatams galėjo turėti atmosferinė absorbcija, nustatyta, kad ji siekė nuo

0,000 5 dB iki 1 dB esant skirtingiems dažniams. Tokie ypač maži rodikliai tiesiogiai priklauso nuo atstumo tarp triukšmo šaltinio (šiuo atveju automobilio) ir imtuvo (triukšmamačio). Kadangi matavimų metu šis atstumas nebuvo didelis (pagal gatvės plotį – nuo pravažiuojančio automobilio iki triukšmamačio siekė 2–6 m), šis koeficientas įtakos rezultatams nepadarė.

Siek tiek kitokie rezultatai gauti vertinant kelio dangos įtaką matuotam triukšmui. Šis koeficientas taip pat skaičiuojamas pagal skirtingus dažnius, taigi ir rezultatai gauti nevienodi – nuo –3 iki –1,5 dB. Iš šių rezultatų galima spręsti apie kelio dangos ypatybę sugerti dalį sklindančio triukšmo. Pastebėta, kad labiausiai sugeriamos 63 Hz dažnio garso bangos ($A_{gr}^{63} = -3$ dB), o mažiausiai – 250 Hz dažnio bangos ($A_{gr}^{250} = -1,29$ dB). Taip esti dėl asfalte esančių mažyčių porų, kurios ir sugeria garso bangas.

Kad žemojo dažnio garso bangų sugertis geresnė, galima aiškinti tuo, jog viena iš automobilių keliamo triukšmo sudedamųjų dalių yra triukšmas, sukiamas padangų ir kelio grindinio sąveikos. Kadangi matavimai buvo atliekami tuo metu, kai pagal kelių eismo taisykles automobiliams privalėjo būti sumontuotos žeminės padangos, šių padangų gilesni protektoriai galėjo sukelti daugiau žemųjų dažnių garso bangų. Jas gana efektyviai sugėrė kelio danga.

Apskaičiavus aplinkos užstatymo įtaką rezultatams, gauta vidutinė koeficiento A_{hous} vertė – 3,13 dB. Užstatymas – vienas pagrindinių veiksnių, galinčių daryti įtaką triukšmo sklaidimui aplinkoje, nes nemažoje dalyje miegamųjų rajonų gyvenamieji namai statyti gana tankiai. Taigi nustatyta, kad namų fasadai sklindantį triukšmą atspindi, o ne sugeria. Taip nutiko todėl, kad namų statybai naudoto gelžbetonio blokų ar plytų, taip pat išorės apdailos medžiagų poros daug mažesnės nei asfalto.

Išvados

1. Dėl kasmet vis didėjančio automobilių keliuose skaičiaus nuolat didėja ir keliamas triukšmas. Jis sudaro apie 80 % viso miestų triukšmo. Sunkvežimiai bei mopedai kelia didžiausią triukšmą – net apie 100–102 dBA, lengvieji automobiliai – apie 70 dBA. Dėl to būtina imtis priemonių triukšmui, siekiančiam gyventojus, sumažinti.
2. Atlikus triukšmo matavimo tyrimus įvairiose Klaipėdos gatvėse, nustatyta, kad automobiliai, važiuodami per greičio ribojimo kalnelius, sukelia daugiau triukšmo nei važiuodami lygia gatve.
3. Atlikus triukšmo matavimus būtina atsižvelgti į įvairias tyrimų vietų sąlygas. Atlikus pataisų skaičiavimus nustatyta, kad garso slopinimo dėl geometrinio nukrypimo koeficientas A_{div} lygus 14,5 dB, garso slopinimo dėl atmosferinės absorbcijos koeficientas A_{atm} siekė iki 0,17 dB, kelio dangos įtakos garsui koeficientas A_{gr} triukšmą sumažino iki 3 dB, namų fasadų absorbcijos koeficientas A_{hous} triukšmą gali didinti iki 3,13 dB. Visus šiuos koeficientus susumavus, gaunama, kad įvairūs aplinkos veiksniai autotransporto keliamą triukšmą padidino 14,8 dB.
4. Geresnių rezultatų pasiekti ir automobilių triukšmą sumažinti daug labiau būtų galima taikant pažangesnes technologijas ir porėtąsias medžiagas tiesiant gatves ar parenkant namų fasadų apdailos medžiagas.
5. Didžiausią įtaką gautiems rezultatams padarė geometrinio nukrypimo koeficientas. Iš rezultatų akivaizdu, kad dėl sferinio garso bangų sklidimo aplinka triukšmo rodikliai padidėja net 14,5 dB. Miestų gyventojus nuo šio veiksnio poveikio apsaugoti galima tik keičiant langus į sandaresnius (beje, tai nebūtų išeitis karštomis vasaros dienomis ir naktimis) ar įrengiant įvairius triukšmą slopinančius, atspindinčius ar sugeriančius barjerus. Dėl tankaus užstatymo, ypač miestų centruose, kur automobilių srautas paprastai būna intensyviausias, tokioms priemonėms trūksta vietos.
6. Rezultatams įtakos turėjo ir aplinkinių namų fasadai. Dėl garso bangų atsispindėjimo nuo fasadų gautieji triukšmo rodikliai buvo 3,13 dB didesni. Šis rezultatas būtų kitoks kaimo vietovėje, kur namai atokiau vienas nuo kito ir nėra tokie aukšti.

Literatūra

Alberola, J.; Flindell, I. H.; Bullmore, A. J. 2005. Variability in road traffic noise levels, *Applied Acoustics* 66: 1180–1195. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2005.03.001>

- Baltrėnas, P.; Butkus, D.; Grubliauskas, R.; Lekšaitis, J.; Venckus, Ž. 2009. *Geležinkelio transporto keliamo triukšmo gyvenamųjų namų aplinkoje Kaišiadoryse tyrimai*. Ataskaita [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. kovo 3 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.kaisiadorysvsb.lt/wp-content/uploads/2009/12/ataskaita.pdf>
- Bilawchuk, S. 2005. Tire Noise Assessment of Asphalt Rubber Crumb Pavement, *Canadian Acoustics* 33: 37–41.
- Gražulevičienė, R.; Lekavičiūtė, J.; Mozgeris, G. ir kt. 2003. Autotransporto srautų keliamas triukšmas ir sergamumas miokardo infarktu Kauno mieste, *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 1(23): 70–75.
- Guidance notes on noise reducing road surfacing. 2001 [online], [cited 5 March 2013]. Available from Internet: http://www.hyd.gov.hk/eng/public/publications/guidance_notes/pdf/gn011b.pdf
- Klibavičius, A. 2003. *Transporto neigiamo poveikio aplinkai vertinimas*: mokomoji knyga. Vilnius: Technika. 70 p.
- Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003-09-03 įsakymas Nr. V-520 „Dėl higienos normos HN 33-1:2003 „Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamojoje ir darbo aplinkoje. Matavimo metodikos bendrieji reikalavimai“ patvirtinimo“, *Valstybės Žinios* 87-3957.
- Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro, Lietuvos Respublikos aplinkos ministro, Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro įsakymas „Dėl pasaulio sveikatos organizacijos chartijos „Transportas, aplinka ir sveikata“ įgyvendinimo Lietuvoje“ Nr. V-564/D1-339/3-312, *Valstybės žinios* 87-3276.
- Lietuvos Respublikos triukšmo valdymo įstatymas, *Valstybės žinios* 164-5971.
- LST ISO 9613-2. *Akustika. Atviroje erdvėje sklindančio garso silpninimas*. 2 dalis. *Bendrasis skaičiavimo metodas* [Acoustics – attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation]. 18 p.
- Macijauskienė, G. 2010. *Triukšmo šaltinių vėjo jėginių aplinkoje lyginamoji analizė*: magistro baigiamasis darbas [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. kovo 5 d.]. Prieiga per internetą: http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2010~D_20100208_150626-60363/DS.005.0.01.ETD
- Mikalasuskas, R.; Volkovas, V. 2009. Modeling of sound propagation in the closed space and its interaction with obstacles, *Mechanika* 6(80).
- Petruskaitė, V. 2006. *Transporto priemonių keliamo triukšmo valdymo politika*: magistro baigiamasis darbas [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. kovo 5 d.]. Prieiga per internetą: http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2007~D_20070104_193629-25920/DS.005.0.02.ETD
- Schultz, T. J. 1978. Synthesis of social surveys on noise annoyance, *J. Acoust. Soc. Am.* 64: 377–405. <http://dx.doi.org/10.1121/1.382013>
- Skiriūtė, D. 2011. *Transporto triukšmo tyrimai Tauragėje*: bakalauro darbas [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. kovo 5 d.]. Prieiga per internetą: http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2011~D_20110802_153403-34377/DS.005.0.01.ETD

Tamošiūnas, V. 2004. Šiuolaikinio transporto sistemos problemos, *Transporto pasaulis* [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. kovo 3 d.]. Prieiga per internetą: http://tp.cargo.lt/content.php?art_id=1652

World health organization. Regional office for Europe [online], [cited 5 March 2013]. Available from Internet: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/noise>

ENVIRONMENTAL FACTORS HAVING AN IMPACT ON THE NOISE INDUCED BY MOTOR VEHICLES

R. Akelaitytė, T. Januševičius

Abstract

The transport sector is rapidly developing industry in Lithuania. Over the past few years, a significant increase in motor vehicles on our roads can be noticed. Both light and heavy vehicles create economic benefits, and, at the same time, cause ecological and social problems such as noise, a growing number of accidents and environmental pollution. In order to reduce the rate of accidents, many places have been equipped with speed-limiting humps. However, the vehicles approaching them will increase noise levels. The article describes a calculation method of how to determine the influence of various factors caused by car noise. Reflections on the surface, the atmosphere and sound waves on road obstacles can increase or decrease sounds in the environment. The above introduced factors must be taken into account conducting noise measurement tests.

Keywords: noise, cars, correction, sound, vehicular traffic, speed limiting humps.