

KROVININIO TRANSPORTO NEIGIAMAS POVEIKIS APLINKAI

Miglė Nagelytė, Kristina Čižiūnienė, Jonas Matijošius

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas

Anotacija

Nors transporto veikla yra siejama su augančiais ekonomikos rodikliais, visuomenės poreikių tenkinimu, tačiau kartu daro įtaką gamtoje nusistovėjusiai pusiausvyrai bei lemia visuomenės sveikatos būklę. Pastoviai augantys krovinių srautai, nuolatinis transporto priemonės judėjimas skatina sunerimti daugelį iš mūsų dėl oro taršos augimo bei eismo įvykių skaičiaus didėjimo. Siekiant identifikuoti problematiškiausią krovinių gabenimo transporto rūšį nagrinėjama mokslinė literatūra ir statistiniai duomenys apie pagrindinius veiksnius, sąlygojančius neigiamą transporto poveikį aplinkai, bei atliekama koreliacinė–regresinė analizė tarp krovinių vežimo skirtingomis transporto rūšimis apimčių ir oro taršos, eismo įvykių padarinių, sukeliančių neigiamą poveikį aplinkai.

Reikšminiai žodžiai: kelių transportas, geležinkelio transportas, oro transportas, jūrų transportas, neigiamas poveikis, veiksniai, oro tarša, eismo įvykiai.

Įvadas

Transportas – viena pagrindinių šiuolaikinio ūkio sudėtinių dalių, kuris suteikia galimybę naudotis daugeliu mūsų laisvių: laisvę dirbti ir gyventi įvairiose pasaulio šalyse, laisvę prekiauti ir megzti asmeninius ryšius, laisvę mėgautis įvairiais produktais ir gauti įvairių paslaugų. Todėl šiandien šiuolaikinės ekonomikos funkcionavimas jau nebeįsivaizduojamas be išvystytos ir tinkamai funkcionuojančios transporto sistemos. Kartu kyla grėsmė, kad augantys krovinių vežimo srautai, didins krovininio transporto išmetamųjų dujų emisijas, kas tiesiogiai įtakos nusistovėjusią gamtos pusiausvyrą ir tiesiogiai lems blogėjančią visuomenės sveikatą. Pastaruoju metu ypač svarbu vystyti tvarią gamybą, pramonę, neatsiejama jos dalimi tampa ir krovinių vežimo sritis. Todėl tampa ypač svarbūs tokie aspektai kaip spartus transporto priemonių skaičiaus augimas, triukšmo lygis ir atmosferos tarša, sukianti globalinius atmosferos pokyčius, tokius kaip ozono skylių susidarymas.

Su saugaus eismo ir didelio avaringumo problemomis Lietuvos keliuose susiduriama jau seniai. Nors paskutiniu metu šalyje pastebimas avaringumo sumažėjimas, tačiau šiuo klausimu situacija Lietuvos automobilių keliuose vis dar nėra patenkinama. Būdamas tarp dviejų skirtingų socialinių–ekonominių erdvių, Lietuva tampa savotišku tiltu tarp Rytų ir Vakarų. Palanki šalies geografinė ir geopolitinė padėtis sudaro palankias sąlygas integruotis į Europos transporto ir jos paslaugų rinką. Dinamiškas automobilių skaičiaus didėjimas ir krovinių vežimo poreikio augimas sąlygoja intensyvią eismą, o kartu ir avaringumo padidėjimo tikimybę šalies keliuose, todėl eismo saugumo problema Lietuvoje tapo dar aktualesnė.

Atsižvelgiant į grėsmę visuomenei ir aplinkai formuluojama straipsnio problema – neigiamas transporto poveikis aplinkai, ir objektas – pagrindiniai neigiami transporto veiklos padarinių veiksniai, kurie išsamiau aptariami toliau: oro tarša, eismo įvykiai. Apibrėžtos problemos ir objekto mastas yra globalinio lygio, kadangi neigiamo poveikio padariniai jaučiami ne tik Lietuvoje, bet ir visame pasaulyje.

Straipsnio temos aktualumui atskleisti iškeliamas pagrindinis **tikslas** – identifikuoti problematiškiausią krovinių gabenimo transporto rūšį, sąlygojančią neigiamą poveikį aplinkai. Tikslui įgyvendinti formuluojami pagrindiniai **uždaviniai**:

1. Atlikti pagrindinių veiksnių, sąlygojančių neigiamą transporto poveikį aplinkai, mokslinės literatūros ir statistinių duomenų analizės;
2. Atlikti koreliacinę–regresinę analizę tarp krovinių vežimo pagrindinėmis transporto rūšimis apimčių bei oro taršos ir eismo įvykių padarinių, sukeliančių neigiamą poveikį aplinkai;

1. Transporto neigiamo poveikio aplinkai teorinių aspektų analizė

Pastaruoju metu aplinka teršiama tiek, kad gamta pati savaime negali apsivalyti. Dėl to gamtoje sutrinka nusistovėjusi pusiausvyra, kyla sunkiai sprendžiamų ekologinių problemų. Žinoma, augančios krovinių vežimo apimtys ir siekiai laikytis griežtų aplinkosaugos reikalavimų iš principo prieštarauja vienas kitam.

Oro tarša kenkia žmogaus sveikatai ir aplinkai. Per pastaruosius dešimtmečius Europoje gerokai sumažėjo daugelio į orą išmetamų teršalų kiekiai, todėl oro kokybės pagerėjo. Tačiau oro teršalų koncentracijos vis dar per didelės, ir oro kokybės problema išlieka, ypač ten, kur prie intensyvaus eismo kelių gyvena žmonės. Kenksmingi teršalai kenkia ne tik gyvybiškai svarbiems žmonių organams – širdies kraujagyslių sistemai, plaučiams, kepenims, blužniai ir kraujui, bet ir neigiamai veikia fauną bei aplinką –

Anglies monoksidas (CO) susidaro nevysiškai sudegus skystam arba dujiniam naftos kurui. 30 % jo susidaro dėl transporto veiklos, o čia pagrindinis anglies monoksido šaltinis ore yra kelių transportas, kuris pastarojo teršalo išmeta iki 27 %. Daugiausia šio teršalo išmeta benzinu varomos transporto priemonės su Otto tipo varikliais. Patekęs į atmosferą CO ilgą laiką išlieka stabilus. Organizmą veikiant anglies monoksido koncentracijomis paūmėja ir suaktyvėja širdies, kraujotakos ligos, padidina kraujo krešulių tikimybę, neigiamai įtakoja vaisiaus vystymąsi. Jeigu ore anglies monoksido koncentracija sudaro daugiau nei 0,08 mg/l ir yra veikiamas 3–5 valandų laikotarpyje, tokia teršalo koncentracija gali turėti poveikį centrinei nervų sistemai (European 2013).

Azoto oksidai (NO_x) – vieni iš svarbiausių rūgščių kritulių sudarymo komponentai, susidaro esant aukštomis degimo temperatūroms, kai dega anglis, naftos produktai bei dujos, ir jungiasi molekulinis azotas su atmosferos deguonimi. Terminą „azoto oksidai“ apima azoto monoksido ir azoto dioksido koncentracijų suma. Dėl transporto poveikio atmosferoje susidaro iki 58 % šių teršalų, kurie žaloja augalus bei erzina žmogaus kvėpavimo ir regėjimo organus. Lyginant tarp skirtingų transporto rūšių, tai kelių ir jūrų transporto atveju šio teršalo išmetama daugiausia: kelių iki 33 %, jūrų – 15 %. Daugelyje Europos valstybių išmetami azoto oksido kiekiai tebeviršija Europos Sąjungos teisės aktuose ir Jungtinių Tautų susitarimuose nustatytas leidžiamas išmetimo ribas – 44 % pakelėse įrengtų oro kokybės matavimo stočių 2010 m. nustatė kenksmingus azoto dioksido lygius (European 2013).

Sieros oksidas (SO_x) yra atmosferos teršalas, susidarantis degimo proceso metu, dažniausiai deginant iškastinį kurą, kuriame yra sieros junginių, taip pat naftos produktų perdirbimo, sieros rūgšties gamybos metu. Apie 21 % sieros oksidų išmetama būtent dėl transporto naudojimo, iš jų 19 % sudaro jūrų transportas. Teršalas dirgina akių, kvėpavimo takų gleivinę, sukelia refleksinį kosulį, ypač pavojingas yra jautriems vaikams ir asmenims, sergantiems kvėpavimo, širdies ir kraujagyslių sistemų ligomis. Per pastaruosius du dešimtmečius išaugus krovinių gabenimo apimčiai, išmetamų sieros oksidų, kurie sukelia rūgštųjų lietu, kiekis nuo 1990 m. sumažėjo tik 14 %, todėl imtasi veiksmingų priemonių padėčiai pagerinti. Dėl Europos Sąjungos teisės aktų, kuriuose reikalaujama mažinti sieros kiekį degaluose, pastaraisiais metais šios medžiagos išmetama žymiai mažiau – 2010 m. buvo pirmieji metai, kai SO₂ koncentracija Europos Sąjungos miestų gyventojų kvėpuojamame ore neviršijo nustatytos ribinės vertės (European 2013).

Kietosios dalelės iš visų oro teršalų kelia didžiausią grėsmę sveikatai ir sąlygoja pirmalaikės mirtis. Dėl transporto veiklos šių dalelių aplinkoje yra nuo 22–27 %, didžiausią įtaką šiuo atveju daro kelių ir jūrų transportas – išmeta iki 10 %. Šių dalelių sudėtis įvairi – gali būti randami sunkieji metalai, tokie kaip švinas, manganas, kurie žmogaus organizmui gali sukelti apsinuodijimus. Nuolatinis buvimas aplinkoje, kurioje yra nemažos kietųjų dalelių koncentracijos gali išvystyti kvėpavimo takų ligas, tokias kaip astma, bronchitas, ilgaiui – plaučių vėžys, širdies veiklos sutrikimai. 2010 m. daugiau negu trečdalyje pakelėse įrengtų oro kokybės matavimo stočių nustatyti kietųjų dalelių lygiai, kurie viršija teisės aktuose reglamentuotas leistinų normų ribas (European 2013).

Ozonas (O₃), kuris susidaro teršalams esant aplinkoje, kenksmingas organizmui – gali sukelti kvėpavimo takų negalavimus ir sąlygoti pirmalaikę mirtį. Miestuose jo labai daug – 2010 m. 97 % Europos Sąjungos miestų gyventojų kvėpavo oru, kuriame O₃ koncentracija viršijo nustatytą atskaitinį lygį (Daugeliui 2013).

Angliavandeniliai – tai lakūs organiniai junginiai, kurių 48,8 % susidaro dėl benzininių transporto priemonių naudojimo. Variklių deginiuose esantys angliavandeniliai, kontaktuodami su kitais oro teršalais, veikiami saulės radiacijos, sudaro smogą. Kai kurie angliavandeniliai – kancerogeninės medžiagos, mažinančios organizmo imunologinį atsparumą, sukeliančios piktybinius navikus, kvėpavimo takų gleivinių paburkimus (Daugeliui 2013).

Per pastaruosius 60 metų vis gausesni moksliniai įrodymai, visuomenės reikalavimai ir teisės aktų paketai padėjo iš esmės pagerinti Europos oro kokybę. Daugelio oro teršalų, įskaitant sieros dioksidą ir anglies monoksidą, koncentracijos pastebimai sumažėjo. Tačiau, nepaisant šių pasiekimų, Europos oras vis dar nėra tokios kokybės, kokią numato teisės aktai ir kokios pageidauja piliečiai. Didelė dalis Europos gyventojų gyvena zonose, ypač miestuose, kur nesilaikoma oro kokybės standartų: užterštumas ozonu, azoto dioksidu ir kietosiomis dalelėmis – šiandien vis dar išlieka aktualia problema, keliančia didelį pavojų žmogaus sveikatai ir aplinkai (European 2013).

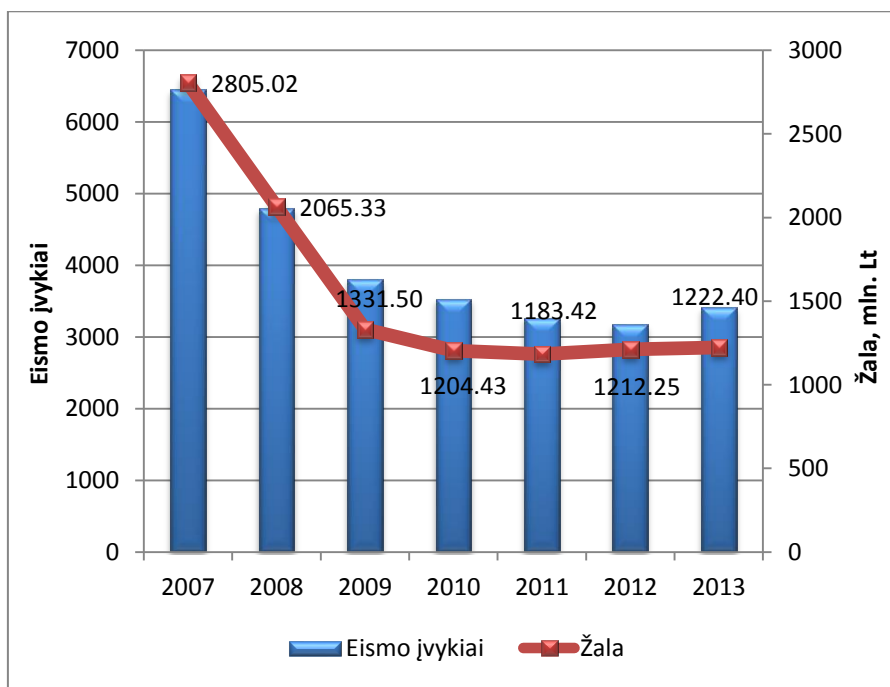
Dabartiniai teisės aktai ir oro kokybės reguliavimo priemonės skirtos atskiriems sektoriams, procesams, kuro rūšims ir teršalams reguliuoti. Vienomis priemonėmis ribojamas šalyse leistinas išmetamų į atmosferą teršalų kiekis, kitomis – siekiama sumažinti gyventojų sveikatai kenksmingą taršą ribojant teršalų koncentracijas, t.y. tam tikro teršalo kiekį ore tam tikroje vietoje tam tikru laiku (Politikos 2012).

Europos Sąjunga įvairiais lygiais: teisės aktais, bendradarbiavimu su už oro taršą atsakingais sektoriais, per nacionalines, regionines institucijas bei nevyriausybinės organizacijas ir tyrimais, siekia sumažinti oro taršos lygį, ypač tą, kuri sukelia kelių transporto priemonės – pagrindinės krovinių gabenimo priemonės daugelyje šalių. Tačiau nepaisant visų pastangų, tebekyla pavojus, kad nebus pasiektas oro kokybės lygis, kuris neturėtų didelės neigiamos įtakos žmonių sveikatai ir aplinkai, ypač miesto teritorijose, kuriose tarša yra intensyvi ir oro kokybės standartai dažnai pažeidžiami.

Transporto teikiama nauda niekas neabejoja, tačiau kartu su ekonominiais ir socialiniais privalumais atsiranda dar viena iš svarbiausių ir aktualiausių problemų tiesioginiu poveikiu veikiančių žmonių sveikatą ir gyvybę bei aplinką – tai kasmet didėjantis eismo įvykių ir jose nukentėjusių žmonių skaičius (Skrodenis, E., Stupenko, A. 2007).

Kelių transporto priemonių pasiekimai XX a. sukėlė didžiausią šių dienų paradoksą. Pastaroji transporto priemonė, laikyta vienu pagrindinių technikos pažangos ir žmogaus laisvės rodiklių, virto viena didžiausių grėsmių žmogaus gyvybei ir sveikatai. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, keliuose kasmet žūsta daugiau kaip milijonas gyventojų, Europos Sąjungos šalių keliuose žūsta apie 40 tūkst. žmonių ir 1,7 mln. sužeidžiama. Lietuvoje kiekvienais metais užregistruojama apie 4–5 tūkst. eismo įvykių, kuriuose visuomenė išgyvena socialines netektis – žūsta ar sužalojami žmonės, apgadinamos kelių transporto priemonės ir transporto infrastruktūros objektai, padaroma žala aplinkai (Jasiūnienė, V. 2012).

Dėl per metus įvykusių eismo įvykių mūsų šalies ūkis patiria apie 1,5 milijardo litų nuostolių, kurie įvardijami kaip eismo įvykių sąnaudos (žiūrėti 3 pav.).



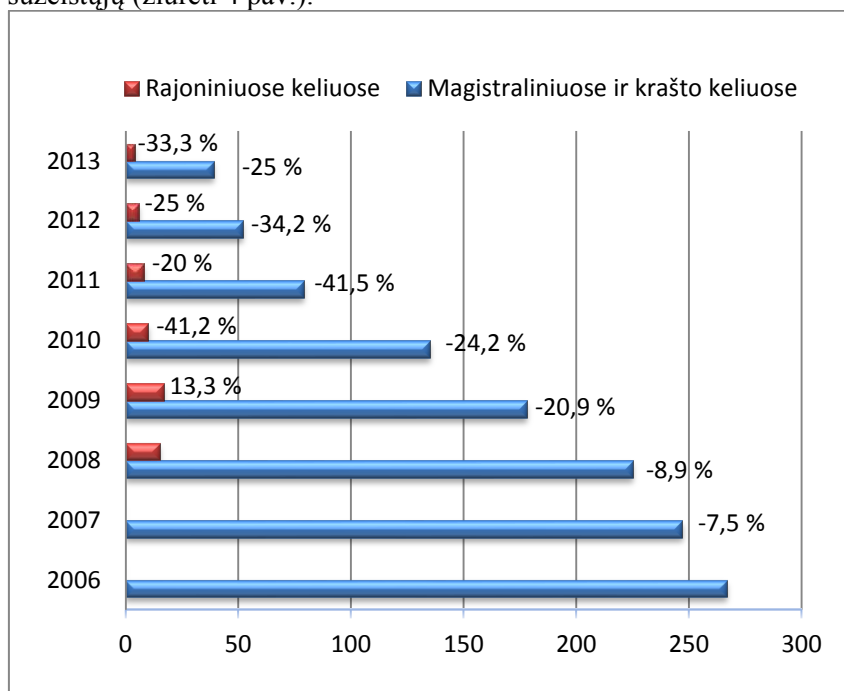
3 pav. Žala Lietuvos ekonomikai 2007–2013 m.
Šaltinis: Lietuvos automobilių kelių direkcijos duomenys

Remiantis pateiktais duomenimis galima teigti, kad tarp pateiktų elementų egzistuoja tiesioginis ryšys. Tai reiškia, kad didėjant eismo įvykių skaičiui, kartu auga ir patiriama žala Lietuvos ekonomikai, ir atvirkščiai, mažėjant autoįvykių skaičiui – mažėja materialiniai nuostoliai. Kadangi 2007 m. užfiksuota daugiausia eismo įvykių, būtent šie metai laikomi finansiškai nuostolingiausiais – valstybei bendros eismo įvykių sąnaudos buvo didžiausios. 2008 m. pagerėjus situacijai keliuose įvyksta reikšmingas pokytis – eismo įvykių sąnaudos sumažėja daugiau negu 26 % lyginant su praėjusiais metais.

Eismo įvykiai kasmet atneša ne tik didžiulių nuostolių valstybei, bet ir sukelia skausmą žuvusiųjų ir sužeistųjų šeimoms. Žmonių, po autoavarijų tapusių neįgaliais, daug daugiau negu žuvusiųjų. Laikoma, kad vienam žuvusiajam tenka 3, likę neįgaliai. Pavyzdžiui, jei per laikotarpį žuvo daugiau kaip 10 000 žmonių, tai neįgaliųjų per tuos metus dėl eismo įvykių padaugėjo 30 000 (Ratkevičiūtė, K. 2009).

Viena iš priežasčių, sąlygojančių autoįvykių skaičių, eismo intensyvumas – nuolatinis transporto priemonių judėjimas keliuose didina tikimybę įvykti nelaimingam atsitikimui. Lietuvoje magistralinių ir krašto kategorijų keliai laikomi intensyviausiais, taigi juose užfiksuota daugiausia „juodųjų dėmių“, t.y. 500

metrų kelio ruožas, kuriame per ketverius metus įvyko ne mažiau kaip 4 įskaitiniai eismo įvykiai, kurių metu buvo žuvusiųjų ar sužeistųjų (žiūrėti 4 pav.).



4 pav. „Juodosios dėmės“ Lietuvoje 2006–2013 m.

Šaltinis: Lietuvos automobilių kelių direkcijos duomenys

Matoma tendencija, jog „juodųjų dėmių“ skaičius mažėja kiekvienais metais – didžiausias pokytis įvyko 2011 m. magistraliniuose ir krašto keliuose (sumažėjo 41,5 % lyginant su 2010 m.). Tačiau kartu pastebima, kad „juodųjų dėmių“ magistraliniuose ir krašto keliuose, kuriuose vyksta intensyviausias eismas, užfiksuojama daugiausiai. Eismo intensyvumo didėjimas pagrindiniuose keliuose neišvengiamas, kadangi integravus Lietuvos kelių transportą į Europos Sąjungos transporto sistemą bei plečiantis ekonominiams ryšiams, kasmet didėja tiek automobilizacijos plėtra, tiek tranzitiniai srautai Lietuvos keliuose. Todėl intensyvejojantis krovinių automobilių judėjimas ne išimtis. Šiuo atveju eismo saugumas tampa svarbiausia šalies problema, kurią būtina spręsti neatidėliojant, nepaisant ekonominių ir kitokių sunkumų šalyje – turi būti vykdoma kryptinga ir stabili valstybės politika.

Įvairiomis priemonėmis: šalių bendradarbiavimu, patirties mainais, moksliniais tyrimais ir studijomis, informavimo kampanijomis ir tam tikrais atvejais galbūt reguliavimu, siekiama užtikrinti didesnę eismo dalyvių, transporto priemonių ir infrastruktūros saugumą. Naujosiomis Europos Sąjungos kelių eismo saugos gairėmis siekiama iki 2020 m. žūčių Europos keliuose sumažinti 50 % (Komisijos 2010). Ypač miestuose, kur kasdienių eismo įvykių rizikos tikimybė didelė dėl transporto priemonių sangrūdų ir nuolatinių eismo trikdžių, kas sąlygoja daugelio transporto priemonių vairuotojų nusivylimą, didina jų psichologinę įtampą, taigi ir avaringumą. Europos Sąjungoje vienas iš trijų mirtinų kelių eismo įvykių nutinka mieste, Lietuvoje – vienas iš penkių (Mokslo 2008).

Tarptautinės eismo nelaimių statistikos duomenimis, Lietuva yra viena iš nedaugelio Europos šalių, kurioje kasmet žūva daugiausia žmonių tenkančių vienam milijonui gyventojų, lyginant su kitomis šalimis. Esama avaringumo situacija rodo, kad priemonės ir būdai, kurių šiuo metu imamasi saugaus eismo situacijai pagerinti, yra nepakankami. Siekiant užtikrinti pagrindinį saugaus eismo veiklos tikslą – numatyti tokias priemones, kurios padėtų išvengti skaudžių eismo įvykių pasekmių bei sumažinti eismo dalyvių klaidingo elgesio atvejų, būtina imtis visokeriopų priemonių. Tai yra ne tik diegti inžinerines saugaus eismo priemones avaringuose kelių ruožuose, bet ir ieškoti būdų kaip eliminuoti arba iki minimumo sumažinti transporto priemonių, ypač krovinių, kurių intensyvumo didėjimas keliuose neišvengiamas, srautą.

Taigi kiekvieno žmogaus sveikata yra veikiama transporto tam tikru rizikos laipsniu, bet neigiamas poveikis sveikatai ypač paliečia pačias jautriausias visuomenės grupes: neįgalius žmones ar turinčius klausos, regėjimo negalią, pagyvenusius žmones, socialinės atskirties grupes, vaikus ir jaunus žmones bei žmones, gyvenančius ar dirbančius intensyvioje ir kumuliacinėje oro taršos bei triukšmo zonose (European 2012).

Europos aplinkos agentūros (EAA) parengtoje 2012 m. ataskaitoje pastebimas tam tikras pagerėjimas, tačiau jo priežastys iš dalies siejamos su ekonominės veiklos sulėtėjimu, kurį sukėlė ekonomikos nuosmukis. Ataskaitoje tvirtinama, kad atsigauvant ekonomikai nauji Europos Sąjungos transporto sektoriaus tikslai, pirmiausia, turėtų būti siejami su dar didesniu poveikio aplinkai mažinimu. Atsižvelgiant į situacijos rimtumą, EAA vykdomoji direktorė Jacqueline McGlade vieną pagrindinių XXI a. uždavinių formuluoja taip: „sumažinti neigiamą transporto poveikį, t. y. transporto išmetamus oro teršalus ir triukšmą, skatinant naudoti aplinką tausojančias transporto priemones“ (Transporto 2012).

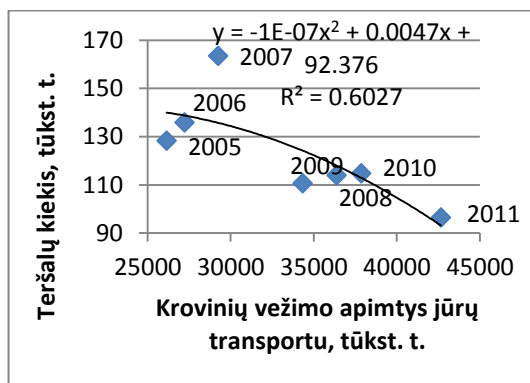
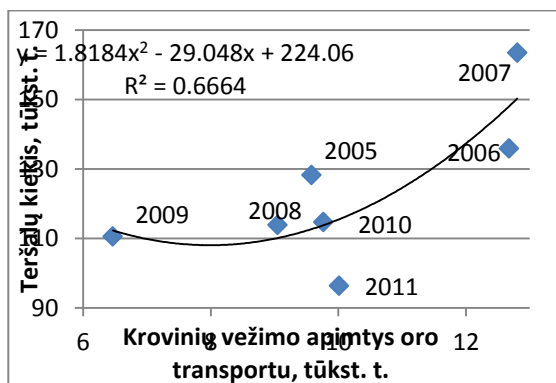
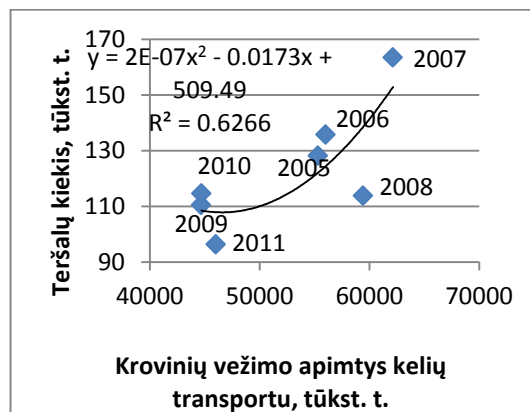
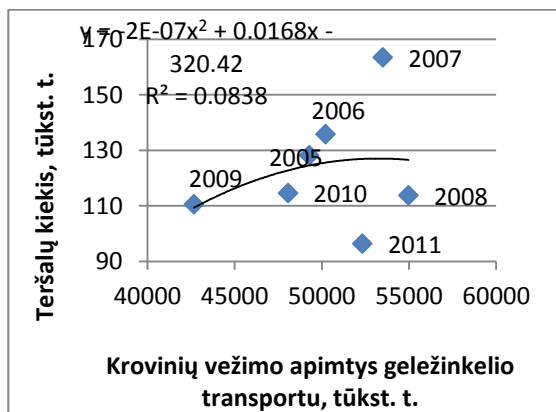
2. Koreliacinė-regresinė analizė tarp krovinių vežimo skirtingomis transporto rūšimis rezultatu, ir elementų, darančių neigiamą poveikį aplinkai

Atlikus mokslinės literatūros teorinę ir statistinių duomenų apžvalgą, pastebima, kad aplinkai ir visuomenei kenkia transporto priemonių judėjimas, kurių intensyvumą tiesiogiai lemia krovinių apimtys. Poveikis aplinkai bei krovinių apimtys – tai veiksniai, kurie, kad ir kokie nepriklausomi iš pirmo žvilgsnio atrodytų, yra tarpusavyje susiję, be to vieno reiškinio dydis sąlygoja kito reiškinio rezultatą. Siekiant apibrėžti vieno kintamojo (y) priklausomybę nuo kito kintamojo (x), kuriai esant nepriklausomo dydžio x pasikeitimas sukelia priklausomo dydžio y pasiskirstymo dėsnio pasikeitimą, ieškomas ryšys tarp tiriamų kintamųjų koreliacijos–regresijos metodu. Koreliacijos–regresijos analizės metu nustatomas regresinis ryšys bei jo koreliacinis stiprumas tarp tiriamų kintamųjų.

Kadangi oro taršos egzistavimą lemia ne viena transporto rūšis, siekiama nustatyti, kokio stiprumo koreliaciniu ryšiu kiekviena transporto rūšis veikia oro taršos kitimą. Tiksliau tariant, koreliaciniu–regresiniu metodu siekiama išsiaiškinti, kuri transporto rūšis labiausiai teršia aplinką ir laikoma problematiškiausia.

Analizei naudojami duomenys apie kelių, jūrų, oro ir geležinkelio priemonėmis gabenamas krovinių apimtis bei transporto sektoriaus išmetamų į orą teršalų kiekius Lietuvoje. Veiksnių dinaminiai rodikliai tiriami 2005–2011 m. laikotarpiu. Kintamuoju y laikomas transporto sektoriaus išmetamų teršalų kiekis, o kintamuoju x – atitinkama transporto rūšimi gabenamų krovinių apimtys. Pagal kintamuosius suformuluojama hipotezė: ar nuo atitinkama transporto rūšimi gabenamų krovinių apimčių priklauso transporto sektoriaus išmetamų teršalų kiekis?

Norint parodyti ryšį tarp apibrėžtų dviejų kintamųjų toliau pateikiama sklaidos diagrama (žiūrėti 5 pav.).



5 pav. Sklaidos diagrama tarp tiriamų kintamųjų
Šaltinis: sudaryta darbo autorių

Pirmu atveju, kai vienas iš kintamųjų yra geležinkelio transportu gabenamos apimtys, koreliacijos koeficientas, kuris gaunamas ištraukus kvadratinę šaknį ($R^2 = \sqrt{0,0838} \approx 0,29$), parodo silpną ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo krovinių vežimo geležinkelio transportu apimčių daugiau kaip 8 % priklauso transporto sektoriaus į orą išmetamų teršalų kiekis.

Antru atveju, kai vienas iš kintamųjų yra kelių transportu gabenamos apimtys, koreliacijos koeficientas ($R^2 = \sqrt{0,6266} \approx 0,79$) parodo stiprų ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo krovinių vežimo kelių transportu apimčių daugiau kaip 62 % priklauso transporto sektoriaus išmetamų į orą teršalų kiekis.

Trečiu atveju, kai vienas iš kintamųjų yra oro transportu gabenamos apimtys, koreliacijos koeficientas ($R^2 = \sqrt{0,6664} \approx 0,82$) parodo stiprų ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo krovinių vežimo oro transportu apimčių daugiau kaip 66 % priklauso transporto sektoriaus išmetamų į orą teršalų kiekis.

Ketvirtu atveju, kai vienas iš kintamųjų yra jūrų transportu gabenamos apimtys, koreliacijos koeficientas ($R^2 = \sqrt{0,6027} \approx 0,78$) parodo stiprų ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo krovinių vežimo jūrų transportu apimčių daugiau kaip 60 % priklauso transporto sektoriaus išmetamų į orą teršalų kiekis.

Atliekant koreliacinę–regresinę analizę, iškyla klausimas, kokį imties koreliacijos koeficiento dydį reikėtų laikyti pakankamu, norint statistiškai patvirtinti koreliacinio ryšio buvimą tarp tiriamų kintamųjų. Statistinių charakteristikų patikimumas mažėja esant mažam imties tūriui, dėl to, iš principo galimi atvejai, kai gauta koreliacijos koeficiento nenulinė reikšmė yra statistiškai nereikšminga. Kadangi visų tiriamųjų atveju imties tūris nėra didelis ($n=7$), tai neišvengiamai daroma tam tikra paklaida. Tuomet kyla klausimas, ar gauti koreliacijos koeficientai reikšmingai skiriasi nuo nulio, ar atvirkščiai – tik atsitiktinumo dėka buvo apskaičiuota, kad koreliacijos koeficientas nelygus nuliui. Taigi gautų koreliacijos koeficientų reikšmingumui patikrinti naudojamas Stjudento kriterijus (t), kuris apskaičiuojamas pagal formulę (Bartosevičienė, V. 2010):

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

čia r – koreliacijos koeficientas, n – imties dydis.

Koreliacijos koeficiento reikšmė reikšmingai skiriasi nuo nulio, kai apskaičiuota Stjudento reikšmė yra didesnė ar lygi šio kriterijaus kritinei reikšmei. Toliau lentelėje pagal pateiktą formulę apskaičiuoti kiekvienos transporto rūšies Stjudento kriterijai ir palyginti su pastarojo kriterijaus kritine reikšme, kuri parinkta esant 0,05 reikšmingumo lygmeniui (galima 5 % paklaida) ir 5 laisvės laipsniui ($n-2$) (žiūrėti 1 lentelę).

1 lentelė

Koreliacijos koeficientų reikšmingumas pagal Studento kriterijų

Transporto rūšis	Apskaičiuoto Stjudento kriterijus	Apskaičiuoto Stjudento kriterijaus ir jo kritinės reikšmės palyginimas	
Geležinkelio	$t = 0,29 \sqrt{\frac{7-2}{1-0,0838}} \approx 0,68$	$0,68 \leq 2,57$	Nereikšmingai
Kelių	$t = 0,79 \sqrt{\frac{7-2}{1-0,6266}} \approx 2,89$	$2,89 \geq 2,57$	Reikšmingai
Oro	$t = 0,82 \sqrt{\frac{7-2}{1-0,6664}} \approx 3,17$	$3,17 \geq 2,57$	Reikšmingai
Jūrų	$t = 0,78 \sqrt{\frac{7-2}{1-0,6027}} \approx 2,77$	$2,77 \geq 2,57$	Reikšmingai

Šaltinis: sudaryta darbo autorių, remiantis Stjudento kriterijaus apskaičiavimo metodu

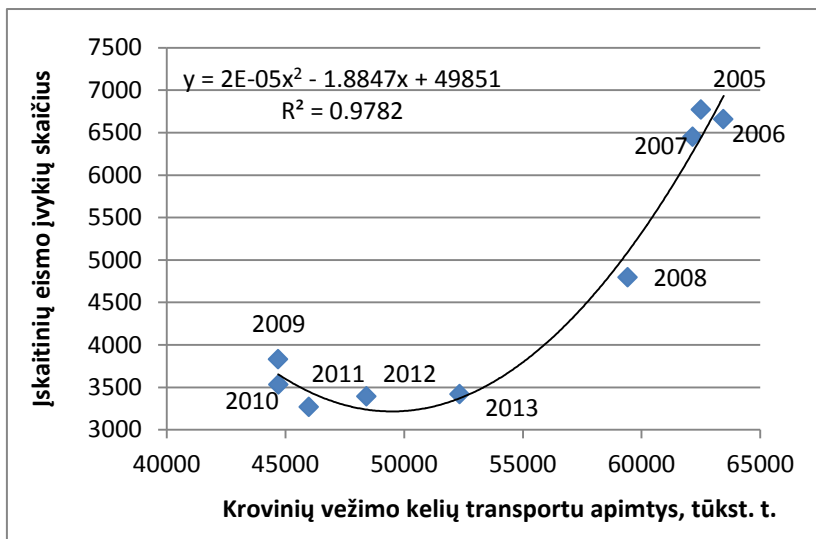
Taigi patikrinus reikšmingumą pagal Stjudento kriterijaus metodą ir vadovaujantis statistinių hipotezių tikrinimo logika galima teigti, kad su 95 % garantija koreliaciniu–regresiniu metodu tarp tiriamų kintamųjų: transporto sektoriaus į orą išmetamų teršalų kiekio bei kelių, oro ir jūrų transportu gabenamų krovinių apimčių, gauti koreliacijos koeficientai reikšmingai skiriasi nuo nulio ir nėra atsitiktinumo dėka apskaičiuoti, tačiau geležinkelio atveju – koreliacijos koeficientas nereikšmingai skiriasi nuo nulio.

Apibendrinus koreliacijos–regresijos analizės gautus rezultatus ir juos patikrinus pagal Stjudento kriterijaus metodą kelių, oro ir jūrų transporto atvejais iškelta hipotezė pasitvirtino ir koreliacinio ryšio tarp tiriamų kintamųjų egzistavimas nėra atsitiktinis. Taip pat remiantis determinacijos koeficientu galima teigti, kad labiausiai oro tarša priklauso nuo krovinų apimčių, kurios transportuojamos oro ir kelių transportu. Tačiau atsižvelgiant į tai, kad oro transportu gabenama mažiausiai krovinų, tai galima konstatuoti, jog kelių transportas, lyginant su kitomis vežimo priemonėmis, yra netinkamiausia transporto rūšis, kuria, kaip žinoma šiandien intensyviai transportuojami dideli kiekiai krovinų daugelyje šalių.

Nors kiekvienais metais įdiegiama vis daugiau saugumą užtikrinančių inžinerinių priemonių ir situacija keliuose eismo saugumo klausimu nuolat gerėja, tačiau nelaimingi atsitikimai vis tiek išlieka vienu iš opiausių ir aktualiausių klausimų, ypač Lietuvoje. Praktikoje pastebima, kad keliuose, kur vyksta intensyvus eismas ir nuolat gabenami kroviniai, padidėjęs avaringumas. Taigi atliekant koreliacijos–regresijos analizę tiriamieji veiksniai sudaromi atsižvelgus į kelių transportu gabenamų krovinų apimtį.

Analizės metu naudojami duomenys apie krovinų vežimo kelių transportu apimtį ir įskaitinius eismo įvykius. Veiksnių dinaminiai rodikliai tiriami 2005–2013 m. laikotarpiu. Koreliacijos–regresijos metodu tiriamas ryšys tarp dviejų veiksnių: kelių transportu gabenamų krovinų apimčių ir įskaitinių eismo įvykių skaičiaus Lietuvoje. Priklausomu kintamuoju (y) laikomas įskaitinių eismo įvykių skaičius, o nepriklausomu kintamuoju (x) – kelių transportu gabenamų krovinų apimtys. Pagal tai suformuluojama hipotezė: ar nuo kelių transportu gabenamų krovinų apimčių priklauso įskaitinių eismo įvykių skaičius?

Toliau pateikiama sklaidos diagrama tarp tiriamų kintamųjų, atliekant koreliacijos–regresijos analizę (žiūrėti 6 pav.).



6 pav. Sklaidos diagrama tarp tiriamų kintamųjų
Šaltinis: sudaryta darbo autorių

Atlikus duomenų analizę koreliacijos–regresijos metodu gaunama kreivinė antrojo laipsnio polinominė regresinė lygtis. Koreliacijos koeficientas ($R^2 = \sqrt{0,9782} \approx 0,99$) parodo labai stiprų ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo kelių transportu gabenamų krovinų apimčių beveik 98 % priklauso įskaitinių eismo įvykių skaičius Lietuvoje.

Siekiant patikrinti gautų koreliacijos koeficientų reikšmingumą pagal Stjudento kriterijaus formulę apskaičiuoti Stjudento kriterijai, kurie palyginti su pastarojo kriterijaus kritine reikšme, esant 0,05 reikšmingumo lygmeniui ir 7 laisvės laipsniui (žiūrėti 2 lentelę).

2 lentelė

Koreliacijos koeficientų reikšmingumas pagal Studento kriterijų

Ryšys tarp tiriamų kintamųjų	Apskaičiuotas Stjudento kriterijus	Apskaičiuoto Stjudento kriterijaus ir jo kritinės reikšmės palyginimas	
Kelių transportu gabenamų krovinų apimtys ir įskaitinių eismo įvykių skaičius	$t = 0,99 \sqrt{\frac{9 - 2}{1 - 0,9782}} \approx 17,74$	$17,74 \geq 2,36$	Reikšmingai

Šaltinis: sudaryta darbo autorių, remiantis Stjudento kriterijaus apskaičiavimo metodu

Taigi patikrinus reikšmingumą pagal Stjudento kriterijaus metodą ir vadovaujantis statistinių hipotezių tikrinimo logika galima teigti, kad su 95 % garantija koreliacinės–regresinės analizės metodu tarp tiriamų kintamųjų: kelių transportu gabenamų krovinių apimčių ir įskaitinių eismo įvykių skaičiaus, gautas koreliacijos koeficientas reikšmingai skiriasi nuo nulio ir nėra atsitiktinumo dėka apskaičiuotas – iškelta hipotezė pasitvirtino. Tiksliau tariant, nuo kelių transportu gabenamų apimčių priklauso įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimas.

Apibendrinus minėtų rodiklių statistinių duomenų analizę, atliktą koreliacijos–regresijos medotu, rezultatus, galima teigti, kad kroviniinis kelių transportas daro neigiamą įtaką aplinkai – augant krovinių apimtims, didėja oro taršos lygis bei eismo įvykių skaičius. O tendencija, kad kiekvienais metais vežėjų transporto priemonių parkas auga Lietuvoje – 2013 m. vežti krovinius tarptautiniais maršrutais turėjo teisę 3 438 vežėjai, kurie eksploatavo 27 811 transporto priemonių, o vežti krovinius vidaus maršrutais atitinkamai – 1 321 vežėjas, kurie eksploatavo 4 278 krovines transporto priemones, skatina ieškoti alternatyvių transportavimo būdų, kurių naudojimas mažiau kenktų aplinkai ir visuomenei.

Išvados

1. Teoriniu aspektu nagrinėti neigiamai aplinką veikiantys elementai, yra sąlygojami esant intensyviai kelių transporto judėjimui, ypač kroviniiniams automobiliams. Taigi augant krovinių apimtims – oro ir triukšmo taršos lygis bei eismo įvykių skaičius didėja.

2. Atlikus koreliacinę–regresinę analizę tarp krovinių vežimo pagrindinėmis transporto rūšimis apimčių bei oro taršos ir eismo įvykių padarinių, sukeliančių neigiamą poveikį aplinkai, problematiškiausia transporto rūšimi galima vadinti kroviniinį kelių transportą.

Literatūra

1. Bartosevičienė, V. 2010. *Ekonominės statistikos pagrindai: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija. 112 psl.
2. *Carbon efficiency of new cars is increasing* [interaktyvus]. 2011. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/highlights/carbon-efficiency-of-new-cars>>
3. *Daugeliui europiečių toliau tenka kvėpuoti žalingais oro teršalais* [interaktyvus]. 2013. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/lt/pressroom/newsreleases/daugeliui-europieciu-toliau-tenka-kvepuoti>>
4. European Environment Agency report. 2012. *The contribution of transport to air quality. TERM 2012: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*. Copenhagen. 92 psl.
5. European Environment Agency report. 2013. *Air quality in Europe – 2013 report*. Copenhagen. 112 psl.
6. Jasiūnienė, V. 2012. *Eismo įvykių prognozavimo modelis Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių keliams: daktaro disertacija*. Vilnius: Technika. 107 psl.
7. Koffi, B., Szopa, S., Cozie, A., Hauglustaine, D., Velthoven, P. 2010. Present and future impact of aircraft, road traffic and shipping emissions on global tropospheric ozone. *Published by Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union*. 25 psl.
8. Komisijos komunikatas Europos parlamentui, tarybai, Europos Ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui. 2010. *Kuriama saugi Europos kelių eismo erdvė. 2011–2020 m. kelių eismo saugos politikos kryptys*. Briuselis. 20 psl.
9. Mokslo darbo ataskaita. 2008. *Nuostolių, patiriamų dėl neigiamo transporto poveikio urbanistinėse zonose, įvertinimas*. Vilnius. 205 psl.
10. *Norint pasiekti tikslus, Europos transporto sektoriuje būtina imtis ryžtingų veiksmų* [interaktyvus]. 2013. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/lt/pressroom/newsreleases/norint-pasiekti-tikslus-europos-transporto>>
11. *Oro užterštumo poveikis sveikatai* [interaktyvus]. 2013. Vilniaus aplinkos informacinė svetainė [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://aplinka.vilnius.lt/lt/index.php/aplinkos-kokybe/oras/uzterstumo-poveikis-sveikatai/>>
12. *Politikos kontekstas* [interaktyvus]. 2012. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/lt/themes/air/policy-context>>
13. Ratkevičiūtė, K. 2009. *Eismo saugumo gerinimo priemonių pagrindimo modelis Lietuvos automobilių keliams: daktaro disertacija*. Vilnius: Technika. 110 psl.
14. Skrodenis, E., Stupenko, A. 2007. Eismo saugumo problemos ir galimas jų sprendimas Lietuvoje, iš *Transporto inžinerijos: konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis. Transportas“*, pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika. 233–238 psl.

CARGO TRANSPORT NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Summary

Although the transport activity is associated with the growing economic indicators, meeting the needs of society, but also affects the established balance in nature and leads to public health. Constantly growing cargo flows, constant vehicle movement encourages disturbing many of us for air pollution growth and increase of the number of traffic accidents. In order to identify the most problematic type of cargo transport the scientific literature and statistical data about the key factors were studied that determine the negative impact of transport on the environment, as well as correlation-regression analysis between different types of transport for cargo freight volumes and air pollution, traffic accidents consequences, causing a negative impact on the environment.

Keywords: road transport, rail transport, air transport, maritime transport, the negative impact, factors, air pollution, traffic accidents.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Miglė Nagelytė

Mokslų laipsnis ir vardas: Bakalauras

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Logistikos ir transporto vadybos katedros magistrantė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Ekologija, logistika, marketingas.

Telefonas ir el. pašto adresas: (8 5) 274 5030, migle.nagelyte@stud.vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Kristina Čižiūnienė

Mokslų laipsnis ir vardas: daktaras, docentė

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Logistikos ir transporto vadybos katedros docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Ekologija, logistika, marketingas.

Telefonas ir el. pašto adresas: 86 536 2824, kristina.ciziuniene@vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Jonas Matijošius

Mokslų laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Automobilių transporto katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Rinkos specialistų ugdymas, transporto ekologija, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Miglė Nagelytė

Science degree and name: Bachelor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Master Student of Logistics and Transport Management Department.

Author's research interests: Ecology, Logistics, Marketing.

Telephone and e-mail address: (8 5) 274 5030, migle.nagelyte@stud.vgtu.lt

Author name, surname: Kristina Čižiūnienė

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Logistics and Transport Management Department.

Author's research interests: Ecology, Logistics, Marketing.

Telephone and e-mail address: 86 536 2824, kristina.ciziuniene@vgtu.lt

Author name, surname: Jonas Matijošius

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Automobile Transport Department.

Author's research interests: Market Specialists Development, Transport Ecology, Alternative Energetics.

Telephone and e-mail address: 8 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

KROVININIO TRANSPORTO SUKELIAMO TRIUKŠMO TYRIMAS

Miglė Nagelytė, Kristina Čižiūnienė, Jonas Matijošius

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas

Anotacija

Šiuo metu vis didesnis dėmesys yra skiriamas taršos prevencijai. Ne išimtis šiame kontekste ir Lietuva, kur didžiausią taršą skleidžia mobilūs taršos šaltiniai, t.y. transportas. Labai dažnai mokslininkai akcentuoja oro taršą nepelnytai sumenkindami akustinę taršą, t.y. triukšmą. Šio tyrimo buvo nustatyti krovininio transporto sukeliama triukšmo poveikį strateginėje Lietuvos ūkiui magistralėje Via Baltica.

Reikšminiai žodžiai: kelių transportas, geležinkelio transportas, oro transportas, jūrų transportas, neigiamas poveikis, triukšmas, Via Baltica.

Įvadas

Per pastaruosius kelerius metus Lietuvoje didėjo krovininio transporto skaičius, tai buvo galima paaiškinti atsigaunančiu po krizės ūkio sektoriumi, bet privalu paminėti, kad dėl neseniai įvestų prekybos apribojimų su kaimynine šalimi, jis gali vėl sumenkėti. Lietuvai, kaip pastoviai augančiai ekonomikai, strategiškai (tiek ilgalaikėje, tiek trumpalaikėje perspektyvoje) svarbi transporto sistemos raida: nuo to, kaip funkcionuoja transporto sistema, priklauso šalies ūkio augimas, t.y. visų mūsų gerovė ir saugumas. Tad nenuostabu, kad sparčiai besiplėtojantis transporto sektorius susiduria su vis naujais iššūkiais, kuriuos būtina vertinti prognozuojant šalies gerovę. Vienas tokių tai aplinkosauginiai reikalavimai. Jų laikymasis yra įpareigojimas mums palikti tvarią aplinką ateities kartoms.

Šiuo metu tarp mokslininkų pastebima tendencija, kad jei kalbama apie taršą yra akcentuojama oro, vandens, dirvožemio tarša, bet mažai tiriama akustinė tarša, t.y. triukšmas.

Straipsnio temos aktualumui atskleisti iškeliamas pagrindinis **tikslas** – ištirti triukšmo, sukeliama krovininiu transportu, lygį magistralėje Via Baltica. Tikslui įgyvendinti formuluojami pagrindiniai **uždaviniai**:

1. Teoriniu aspektu įvertinti triukšmo, sukeliama transportu, neigiamą poveikį aplinkai;
2. Įvertinti ekvivalentinį triukšmo taršos lygį, atliekant kelių transporto triukšmo matavimus.

1. Transporto sukeliama triukšmo neigiamo poveikio aplinkai teorinių aspektų analizė

Triukšmas nuo senų laikų neigiamai įtakoją žmonių sveikatą ir kartu darė neigiamą poveikį mus supančiai aplinkai. Jis apibrėžiamas kaip nepageidaujama arba žalingu garsu iš lauko, plintančiu tiek trukmės, tiek geografinės aprėpties prasme. Triukšmas susijęs su daugeliu žmonių veiklos rūšių, tačiau išskiriami šie pagrindiniai transporto sukuriama triukšmo šaltiniai (Apie 2011):

1. Kelių transporto triukšmas nuo gatvių ir sankryžų;
2. Kelių transporto stovėjimo aikštelių triukšmas;
3. Geležinkelio linijų triukšmas;
4. Aviacinis triukšmas.

Triukšmo mastai priklauso nuo eismo intensyvumo. Plečiantis transporto infrastruktūroms, didėja ir aplinkos triukšmas (Baliukonis, R., Bureika, G. 2013).

Bene aktualiausia problema žmogui yra ta, kad padidėję transporto priemonių srautai sukelia triukšmo lygį, kuris viršija leistinąsias normas, taip kenkdamas sveikatai. Atlikti naujausi mokslininkų tyrimai teigia, kad triukšmas kelia didesnę riziką žmonių sveikatai, kai jo lygis yra per 65 dBA dieną ir 55 dBA naktį. Triukšmas gali veikti ir fiziškai, ir psichologiškai, trikdydamas tokias pagrindines kasdienės žmogaus veiklas, kaip miegas, poilsis, mokslas ir bendravimas. Triukšmas neigiamai veikia visą organizmą, ypač klausą. Triukšminga aplinka erzina, kelia nuovargį, silpnina dėmesį, vargina nervų sistemą, gali sukelti sunkius sveikatos sutrikimus, tarp jų ir psichikos bei psichologines problemas (Baliukonis, R., Bureika, G. 2013).

Pagrindinis triukšmo šaltinis gyvenamosiose teritorijose – automobilių transporto srautai gatvėse, nuo kurių sklindantis triukšmas kai kuriais atvejais sudaro iki 80–82 % bendro triukšmo lygio. Maždaug 100 milijonų gyventojų veikiama žalingu ilgai trunkančio vidutinio triukšmo lygio, kurį sukelia transporto priemonės pagrindiniuose keliuose. Didžiausiuose Europos miestuose trys iš penkių gyventojų kenčia nuo sveikatai kenksmingo transporto priemonių skleidžiamo triukšmo lygio. Net kaimo vietovėse 24 milijonai Europos gyventojų kenčia nuo naktį transporto priemonių skleidžiamo triukšmo (Norint 2012).

Prognozuojama, jog per artimiausius 20–25 metus didžiuosiuose vidurio ir rytų Europos miestuose dėl transporto triukšmas padidės vidutiniškai 0,5–1 dBA per metus. Jei nebus imtasi triukšmo mažinimo priemonių, tai 25 % transporto srauto padidėjimas sukels 1 dBA triukšmo lygio padidėjimą. Tikėtina, kad ši