

Eismui nepalankiø meteorologiniø sàlygø poveikis avaringumui Vilniaus mieste

Justas Kaþys

Vilniaus universitetas

El. paþtas: justas.kazys@gf.vu.lt

ÁVADAS

Eismo intensyvumà ir saugumà lemia daugelis skirtingø veiksnio. Vienas svarbiausio – oro sàlygos. Ypaè didelà reikðmà jos turi urbanizuotose teritorijose. Dël nepalankiø eismui meteorologiniø sàlygø ne tik iðauga avaringumas, bet ir daþnai susidaro transporto kamðèiai (Perry, Symons, 1991; Andrey, Mills, 2003).

Ðalyse, kur meteorologinës ir eismo sàlygos yra glaudþiai susijusios, yra atlikta nemaþai tyrimø jø ryðiams ávertinti (Palutikof, 1991; Edwards, 1999; Andrey, Mills, Vandermolen, 2001). Lietuvà dràusiai galima priskirti prie tokio ðalio, nes vien tik 2001–2002 m. Vilniaus mieste daugiau nei ketvirtadalis (26%) eismo ávykiø uþregistruota nepalankiomis meteorologinomis sàlygomis. Ypaè tai pastebima ðaltuoju metø sezonu, kai daugiau nei treèdalis (38%) eismo ávykiø atsitinka prastu oru.

Meteorologiniø sàlygø poveikis eismo saugumui jau nagrinëtas Lietuvoje (Kaþys, 2004; Kaþys, Valiu-

kas, Rimkus, 2004; Kaþys, 2005). Tuo tarpu ðiame darbe, naudojant autoriaus sukurtà metodikà, atlikta eismo ávykiø skaièiaus didëjimà nulëmusio meteorologiniø sàlygø kiekybinè ir kokybinè analizè, taip pat nustatytas eismo ávykiø intensyvumo kitimas atskiro meteorologinio reikðkinio faziø metu.

PRADINIAI DUOMENYS

Darbe panaudoti Vilniaus miesto Vyriausiojo policijos komisariato duomenys apie eismo ávykiø datà ir laikà 2001–2002 m. Vilniaus mieste (Áskaitiniai..., 2002), taip pat Vilniaus Centrinës aviacijos meteorologijos stoties (CAMS) to paties laikotarpio duomenys apie meteorologiniø reikðkiniø – lietaus, liùèio, sniego, ðlapdribos, pûgos, lijundros ir rûko – pradþià, pabaigà ir trukmà (Kasdieniai..., 2002).

Pirmoje lentelėje pateikti pagrindiniai eismui pavojingø meteorologiniø reikðkiniø rodikliai, iðskirti remiantis ankstesniø darbø, nagrinëjusio eismo saugumo ir avaringumo ryðius su meteorologiniais reikði-

1 lentelė. Eismui nepalankiø meteorologiniø reikðkiniø bendra ir vidutinė trukmė bei vidutinis standartinis nuokrypis 2001–2002 m. Vilniuje

Table 1. Total length (in hours), average duration and standard deviation (in minutes) of adverse weather conditions during the period 2001–2002 in Vilnius

Meteorologiniai reikðkiniai / Adverse weather conditions							
	Lietus / Rain	Liûtis / Shower	Lijundra / Freezing rain	Ðlapdriba / Sleet	Snygis / Snow	Pûga / Snowstorm	Rûkas / Fog
Bendra reikðkinio trukmė (val.) / Total length	890	599	76	315	1149	151	737
Vidutinė reikðkinio trukmė (min.) / Average length	136	77	193	115	224	417	198
Vidutinis kvadratinis nuokrypis (min.) / Standard deviation	171	80	179	109	264	212	73

niais, rezultatais (Kaþys, 2004; Kaþys, Valiukas, Rimkus, 2004; Kaþys, 2005)

DARBO METODIKA

Sukurta originali metodika, ávertinanti meteorologiniø sàlygø vaidmenà avaringumo didëjimui (kai avarijø skaiëius, lyginant su foniniu, padvigubëja). Eismo ávykiø kaitoje galima iðskirti laiko intervalus, kai avaringumas kinta beveik tolygiai. Pirmajam avaringumo daþnio intervalui – dieniniam – tenka daugiausia eismo ávykiø. Antrasis – pereinamasis – bûdingas ir rytinëms, ir vakarinëms valandoms. Treëiøjà avaringumo daþnio intervalà – naktinà – ávyksta maþiausiai eismo ávykiø (Kaþys, 2004).

Ið viso per dvejus metus (2001–2002) uþregistruota 150 atvejø, kai eismo ávykiø skaiëius buvo dvigubai didesnis lyginant su foninëmis reikðmëmis. Kadangi analizuotais metais eismo ávykiø skaiëius gerokai skiriasi dël 2002 m. ásigaliojusio privalomos civilinës atsakomybës draudimo (Kaþys, Valiukas, Rimkus, 2004), avaringumo daþnio (AD) koeficientai skaiëiuoti atskirai kiekvieniems metams. Vidutinis eismo ávykiø skaiëius (kas 30 minuëiø) avaringumo daþnio intervaluose pateikiamas 2 lentelëje.

AD koeficientai bei padidëjusio avaringumo atvejø rezultatai pirmiausia apskaiëiuojami atskirai tiek ðaltajam, ðiltajam metø sezonams, tiek ir darbo bei poilsio dienoms. Taëiau atvejø su didesniu eismo ávykiø skaiëiumi pasiskirstymas ðiais laikotarpiais yra labai panaðus, todël galima sujungti visus rezultatus.

Darbe buvo analizuojami atvejai, kai avarijø daþnis per 30 minuëiø iðaugdavo du ar daugiau kartø. Atsiþvelgiant á gautus rezultatus visi ðie atvejai suskirstyti á 3 grupes:

1 grupë – eismo ávykiø daþnis sietinas su meteorologiniais reiðkiniais;

2 grupë – eismo ávykiø daþnis gali bûti sietinas su meteorologiniais reiðkiniais;

3 grupë – eismo ávykiø daþnis nesietinas su meteorologiniais reiðkiniais.

Pirmosios grupës atvejais Vilniaus CAMS uþregistravo eismui pavojingus meteorologinius reiðkinis. Antrajai grupei priskirti tie atvejai, kai meteorologiniai reiðkiniai pasitaikydavo pried analizuojamà intervalà, taëiau dël jø pasikeitusios eismo sàlygos galëjo nulemti didesnà avarijø skaiëiø. Treëioji grupë apima visus atvejus, kuriø metu ar pried juos meteorologiniai reiðkiniai neuþfiksuoti (Kaþys, 2004).

Darbe atlikta kiekybinë ir kokybinë meteorologiniø reiðkiniø, nulëmusiø eismo ávykiø skaiëiaus didëjimà, analizë. Iðskirti daþniausiai pasikartojantys meteorologiniai reiðkiniai ar jø kompleksai. Apskaiëiuota, kiek atvejø nëra susijë su meteorologinëmis sàlygomis. Nustatyti laikotarpiai, kuriø metu daþniausiai ar reëiausiai uþfiksuoti padidëjusio avaringumo atvejai.

Tyrimais nustatyta, kad eismui nepalankiø meteorologiniø reiðkiniø metu avaringumas didëja lyginant su foninëmis reikðmëmis (Kaþys, Valiukas, Rimkus, 2004), taëiau eismo ávykiø intensyvumo kaita junta ir atskirose reiðkinio fazëse. Norint nustatyti, kaip kito avaringumas meteorologinio reiðkinio metu, pastarasis buvo skaidomas á 20 minuëiø intervalus. Kadangi praneðimo apie eismo ávykà laikas ne visada sutampa su ávykio laiku, be to, galimi atmosferos reiðkiniø pradþios ir pabaigos teritoriniai skirtumai Vilniaus mieste, á analizë buvo átraukiami eismo ávykiai, uþregistruoti 20 minuëiø pried ar po reiðkinio.

Pirmoje lentelëje pateikta vidutinë eismui pavojingø meteorologiniø reiðkiniø trukmë. Pavyzdþiui, pûga 2001–2002 m. vidutiniðkai trukdavo beveik 7 valandas, tuo tarpu labai intensyvus lietus ar ðlapdriba – vos ilgiau nei valandà (nors atskirais atvejais ðis dydis labai skiriasi). Analizei pasirinktos pirmos dvi valandos nuo reiðkinio pradþios (120 min.). Ðio periodo pakanka, kad iðryðkëtø avaringumo intensyvumo kaita. Be to, daugelio reiðkiniø vidutinë trukmë

2 lentelë. AD koeficiento reikðmës (kas 30 minuëiø) avaringumo daþnio intervaluose skirtingais sezonais bei savaitës dienomis 2001–2002 m. Vilniuje

Table 2. Average road traffic accident volume (every 30 min) under different types of traffic accident frequency intervals during the period 2001–2002 in Vilnius

Metai / Year	Sezonas / Period	Savaitës dienos / Day of the week	Avaringumo daþnio intervalai / Traffic accident frequency intervals		
			Dieninis / Diurnal	Pereinamasis / Intermediate	Naktinis / Nocturnal
2001	Þaltasis / Cold	Darbo / Weekdays	1,26	0,56	0,10
		Savaitgalis / Weekends	0,73	0,37	0,12
	Þiltasis / Warm	Darbo / Weekdays	1,29	0,72	0,08
		Savaitgalis / Weekends	0,61	0,24	0,09
2002	Þaltasis / Cold	Darbo / Weekdays	1,97	0,81	0,17
		Savaitgalis / Weekends	1,39	0,64	0,21
	Þiltasis / Warm	Darbo / Weekdays	2,12	1,21	0,14
		Savaitgalis / Weekends	1,07	0,53	0,15

3 lentelė. FAD koeficiento reikėmės (kas 20 minuėiø) avaringumo dažnio intervaluose skirtingais sezonais bei savaitės dienomis 2001 m. Vilniuje

Table 3. Background traffic accident volume (every 20 minutes) under different types of traffic accident frequency intervals during 2001 in Vilnius

Sezonas / Period	Savaitės dienos / Day of the week	Avaringumo dažnio intervalai / Traffic accident frequency intervals		
		Dieninis / Diurnal	Pereinamasis / Intermediate	Naktinis / Nocturnal
Šaltasis/ Cold	Darbo / Weekdays	0,84	0,37	0,07
	Savaitgalis / Weekends	0,49	0,25	0,08
Šiltasis / Warm	Darbo / Weekdays	0,86	0,48	0,08
	Savaitgalis / Weekends	0,41	0,16	0,06

yra ilgesnė. Reiðkiniai, vidutiniðkai trukę trumpiau nei dvi valandas, átraukti be paskutiniø atskaitø.

Pirmiausia kiekvienam 20 minuėiø intervalui apskaičiuotas foninis avaringumo dažnio (FAD) koeficientas. Jis parodo eismo ávykiø dažnà nesant eismui pavojingø meteorologiniø reiðkiniø. Foninės eismo ávykiø reikėmės pateikiamos 3 lentelėje.

Vidutinis santykis tarp eismo ávykiø skaičiaus atmosferos reiðkinio metu bei foninio eismo ávykiø skaičiaus leidþia ávertinti konkretaus reiðkinio poveiká avarijø dažniui atskirais 2 valandø intervalais. Parenkama FAD koeficiento reikėmė, būdinga konkrečiam avaringumo dažnio intervalui. Avaringumo intensyvumo kaitos (AIK) koeficientas, parodantis, kiek kartø skiriasi eismo ávykiø dažnis per 20 min. meteorologinio reiðkinio, palyginus su fonine reikėme, yra gaunamas susumavus visus vieno tipo meteorologinio reiðkinio metu ávykusius eismo ávykius (AS) bei foninės avaringumo dažnio (FAD) koeficiento reikėmes:

$$AIK_1 = \frac{\sum AS_1}{\sum FAD_1} \Rightarrow AIK_2 = \frac{\sum AS_2}{\sum FAD_2} \Rightarrow AIK_n = \frac{\sum AS_n}{\sum FAD_n};$$

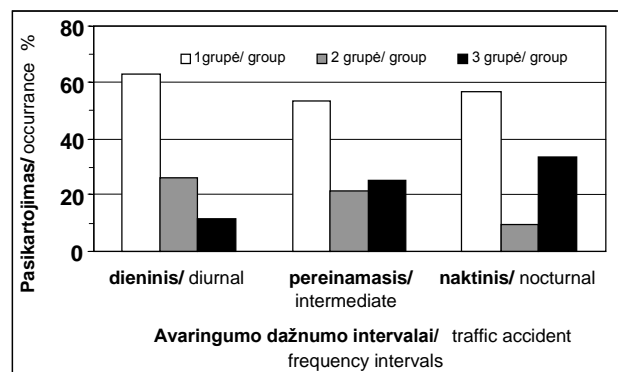
čia $AIK_{1,2,n}$ – avaringumo intensyvumo koeficientai, parodantys, kiek kartø skiriasi eismo ávykiø intensyvumas per 20 min. tam tikro meteorologinio reiðkinio, palyginus su foniniu avaringumo dažnumu; $AS_{1,2,n}$ – autoávykiø skaičius per 20 min. nepalankaus eismui meteorologinio reiðkinio; $FAD_{1,2,n}$ – foninis vidutinis avarijø dažnis per 20 minuėiø.

AIK koeficientai yra analogiðkai suskaičiuojami kiekvienam meteorologiniam reiðkiniui. Kadangi eismo ávykiø kaità lemia daugelis veiksniø, dažnai pasitaiko, kad per 20 min. AIK koeficiento reikėmės kinta plaėiuose intervaluose. Norint iðryðkinti pagrindines AIK koeficiento kaitos tendencijas, rezultatai pateikiami trijø slankiøjø vidurkiø metodu (Kaþys, 2005).

METEOROLOGINIØ SÁLYGØ POVEIKIS EISMO ÁVYKIØ SKAIÈIUI

Visuose avaringumo intervaluose tiesiogiai su meteorologiniais reiðkiniais galima sieti daugiau nei 50%

avarijø skaičiaus padvigubėjimø. Galima teigti, kad nepalankiø eismui meteorologiniø sálygø poveikis v yra ir iðlieka reikėmingas bet kuriuo paros metu. Tuo tarpu 2-osios ir 3-iosios grupiø reikėmės svyruoja apie 20% ribà (1 pav.). Dienà vos 10% staiga padidėjas avaringumas nėra susijæs su meteorologiniais reiðkiniais. Tuo tarpu naktiniame intervale 3-iai grupei priskirtø atvejø skaičius iðauga. Tai galima susieti su nedideliu (foniniu) eismo ávykiø pasikartojimu nakties metu. Todėl net ir kelios panaðiø metu ávykusios avarijos gali padvigubinti naktiniø avarijø skaičių.



1 pav. Padidėjusio avaringumo atvejø pasikartojimas atskiruose avaringumo dažnio intervaluose ir grupėse 2001–2002 m. Fig. 1. Occurrence (%) of higher traffic accident rates under different types of frequency intervals and in different groups in 2001–2002 in Vilnius

Avaringumas padvigubėdavo daugiausia naktimis, rytais ir vakarais, o maþiausiai – dienà (4 lentelė). Tai galima paaiðkinti tuo, kad, esant sályginai nedideliam avaringumui naktá ir pereinamojo intervalo metu, yra didesnė tikimybė, kad avarijø skaičius bus dvigubai didesnis uþ vidutiná, nes skirtumai nėra dideli. Tuo tarpu dienos metu, kai eismo ávykiø ir taip nemaþai, avarijø skaičius padvigubėja retai.

ðaltuoju metu staiga padaþnėjusios avarijos daugiausia sietinos su sniegu (60% visø atvejø), o ðiltuoju – su lietumi bei liūtėmis (per 90% visø atvejø). Čia átraukti ir tie dažni atvejai, kai sniegas ar lietus

4 lentelė. Atvejø skaièius, kai avaringumas buvo du kartus didesnis uþ foninà atskiruose 30 minuèiø trukmės intervaluose 2001–2002 m. Vilniaus mieste, ir iðaugusà avaringumà nulėmà meteorologiniai reiškiniai (skliausteliuose atvejø skaièius, kai analizuojamas reiškinys patekdavo á dviejø ar daugiau reiškinio kompleksà)

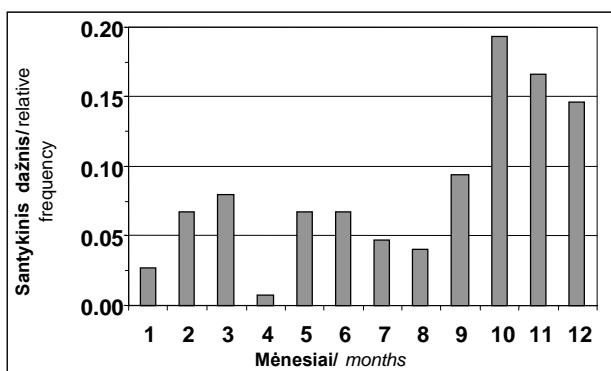
Table 4. Overall number of cases when road traffic accident rates are two or more times higher than average values under different traffic accident frequency intervals and meteorological phenomena responsible for this increase (in parentheses the number of events when weather condition type is in complex with other types) during the period 2001–2002 in Vilnius

Avaringumo dažnio intervalai / Traffic accident frequency intervals			
	Dieninis / Diurnal	Pereinamasis / Intermediate	Naktinis / Nocturnal
Bendras atvejø skaièius / Overall number	27(10)	60	63
Lietus / Rain	7 (6)	16 (11)	15 (6)
Liūtis / Shower	6 (4)	14 (7)	11 (4)
Šlapdriba / Sleet	3 (2)	4 (2)	2 (2)
Sniegas / Snow	13 (4)	16 (3)	12 (5)
Pūga / Snowstorm	1 (1)	1 (1)	4 (2)
Rūkas / fog	3 (3)	12 (8)	10 (6)
Be reiskinio / No influence	4	14	21

papildo kitus meteorologinius reiškinius. Didelė reikðmė iðaugusiam avarijø skaièiui (ypaè pereinamajame bei naktiniame avaringumo intervale) turi ir rūkas. Jo poveikis ðiek tiek stipresnis ðaltuoju metø laiku.

Maksimalus eismo ávykiø skaièius uþfiksuotas 2001 m. lapkrièio 10 d. pereinamajame bei naktiniame intervaluose – atitinkamai 5,6 ir 5,3 kartus didesnis uþ vidutines avaringumo reikðmes. Ðia situacijà lėmė lapkrièio 10 d. iðvakarėse prasidėjusi liūtis, kuri naktà perėjo á ðlapdribà.

Sinoptiniø sàlygø, nulėmusiø didesnà eismo ávykiø skaièiø, analizė rodo, kad daugelis atvejø yra susiję su atmosferos frontais. Pastarieji sudaro sàlygas formuotis intensyviems ávairios fazinės sudėties krituliams, kurie dažniausiai nulėmia didesnà avaringumà. Be to, pasireiškia papildomas kompleksinis nenagrinėtø meteorologiniø elementø, tokiø kaip vėjas (pustymas) ar temperatūra (plikledþio formavimasis), poveikis.



2 pav. Atvejø, kai eismo ávykiø skaièius buvo dvigubai didesnis uþ foninà santykinis dažnis Vilniaus mieste 2001–2002 m.

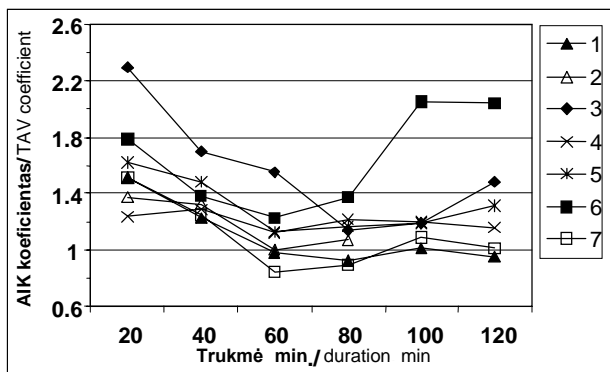
Fig. 2. Relative frequency of road traffic accident cases when the number of accidents is doubled as compared to background values in 2001–2002 in Vilnius

Lyginant 2001–2002 m. atvejus, kai avaringumas buvo dvigubai didesnis uþ fonines reikðmes, reikðmingø skirtumø nenustatyta. Maþai avaringumas tesiskiria ir lyginant darbo bei poilsio dienas, taèiau paþvelgus á atskirus mėnesius iðryškėja tam tikros tendencijos (2 pav.). Nors ðaltasis sezonas yra dviem mėnesiais trumpesnis uþ ðiltàjà, bendras atvejø skaièius su padidėjusiu avaringumu beveik nesiskiria (ðaltuoju – 73, ðiltuoju – 77 atvejai). Taèiau ávairiais mėnesiais atvejai pasiskirsto skirtingai: maþiausiai jø uþfiksuota balandà (1), o daugiausiai – spalà (29). Abu ðiuos ekstremumus galima bûtø sieti su labai pasikeitusiomis vairavimo sàlygomis. Po þiemos jos ne tokios sudėtingos, maþiau pasitaiko meteorologiniø reiškinio. Tuo tarpu rudenà jos daug sudėtingesnės – tiek dėl iðaugusio eismo srautø, tiek ir dėl pakitusio oro sàlygø (pirmosios ðlapdribos, sniego, lijundros). Vasarà atvejø skaièius nėra didelis – tam átakos turi sumaþėja eismo srautai Vilniuje bei sàlyginai geri orai liepos–rugpjùèio mėnesiais. Spalio–gruodþio mėnesiais uþregistruota daugiau negu pusė visø atvejø (77). Galima teigti, kad ðiuo metu vairavimo sàlygos yra paèios sudėtingiausios, o vairuotojai dar nėra prisitaikę prie þiemiškø orø.

EISMO ÁVYKIØ INTENSYVUMO KAITA ATSKIRØ METEOROLOGINIO REIŠKINIO FAZIØ METU

Atlikti tyrimai rodo, kad visose reiškinio fazėse AIK koeficiento reikðmės nenukrenta þemiau 1, t. y. avaringumas atmosferos reiškinio metu iðlieka aukðtesnis uþ foninà. Taèiau eismo ávykiø skaièius nuolat kinta. Pagal 3 paveiksle pateiktø kreiviø pobūdà galima iðskirti tris AIK fazes. Pirmoji fazė – labai didelis eismo ávykiø skaièius palyginus su foninėmis reikðmėmis per pirmàsias 20 minuèiø. Ðà padidėjimà daugiausia

lemia netikėtumo veiksnys staiga pasikeitus vairavimo sąlygoms. Per pirmąsias 20 minučių nuo reiškinio pradžios eismo āvykių skaičius vidutiniškai ūdauga pusantro karto palyginus su vidutinėmis reikšmėmis. Antroji fazė – eismo āvykių skaičius tolygiai mažėja ir tampa artimas vidutinėms reikšmėms (40–80 min.). Vairuotojai palapsniui prisitaiko prie pasikeitusios kelio dangos bei eismo sąlygų. Trečioji fazė – eismo āvykių skaičius vėl pradeda augti. Tai atsitinka ne visų meteorologinio reiškinio metu, nes ūiuo atveju juntamas ne tiek paties reiškinio, kiek dėl jo pasikeitusio eismo sąlygų poveikis. Pavyzdþiui, pūgos ar lietaus pradžioje eismo āvykiai labiau susiję su pablogėjusiu matomumu, tuo tarpu trečioje reiškinio fazėje ūpfiksuojamā



3 pav. AIK koeficiento kaita Vilniaus m. 2001 m. priklausomai nuo laiko, praėjusio nuo reiškinio pradžios. Reikšmės filtruotos slankiojāj vidurkių metodu (periodas 3). Eismui nepalankūs meteorologiniai reiškiniai: 1 – lietus, 2 – liūtis, 3 – lijudra, 4 – šlapdriba, 5 – sniegas, 6 – pūga, 7 – rūkas

Fig. 3. Fluctuation of the TAV coefficient under the influence of different meteorological phenomena according to time from the beginning of adverse weather conditions. In the figure, adverse weather conditions: 1 – rain, 2 – shower, 3 – freezing rain, 4 – sleet, 5 – snow, 6 – snowstorm, 7 – fog

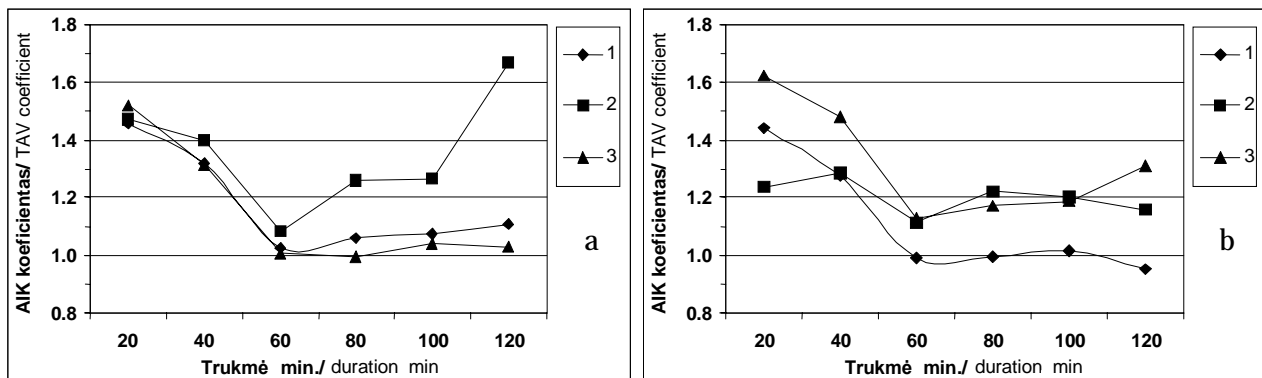
eismo āvykių skaičiaus augimā lemia dėl ūio reiškinio pakitusi kelio dangos būklė.

Pati didþiausia AIK koeficiento reikšmė (2,3) ūpfikuota lijudros pradžioje. Tuo tarpu ypā didelis pavojus eismui pūgos metu (2,1) ūdryškėja po 100 minučių, kai ant kelio dangos suplūkiamas sniegas. Nustatyta, kad itin trumpi meteorologinio reiškinio atvejai, kai jis trunka iki 30 minučių, neiškreipia bendrų AIK koeficientų kaitos tendencijų. Atmetus ūiuos atvejus skaičiai nepakito, ir tai leidþia teigti, kad meteorologinis reiškinys, nepaisant jo trukmės, ūlaiko būdingus bruoþus.

Bene didþiausia ātakā eismo saugumui turi krituliai (Palutikof, 1991; Andrey ir kt., 2003; Eisenberg, 2004), taėiau ji gali gerokai skirtis priklausomai nuo reiškinio intensyvumo bei kritulių fazinės sudėties. Siekiant ūdryškinti nevienodo intensyvumo bei fazinės sudėties kritulių panaðumus, skirtumus bei kaitos tendencijas, buvo sujungti atskirų meteorologinio reiškinio AIK koeficientai.

Ūd analizavus skirtingo intensyvumo sniego, ūlapdriobos ir lietaus poveikā (4 pav., a) nustatyta, kad nedidelio intensyvumo krituliai labiau veikia eismo āvykių skaičių pradinėse meteorologinio reiškinio fazėse. Eismo dalyviai nesugeba ū kartą prisitaikyti prie kelio dangos ir matomumo pokyčių. Tuo tarpu itin intensyvūs krituliai paskatina eismo dalyvius būti atidesnius ir reaguoti ā staiga pasikeitusias sąlygas. Situacija pasikeičia nuo reiškinio pradžios praėjus daugiau kaip valandai. Prie ūtisinio kritulių prisitaikę vairuotojai, nelabai bekintanėios vairavimo sąlygos bei kelio būklė nulemia labai artimas vidurkiui AIK koeficiento reikšmės, ypā tai paþymėtina ūtisinio lietaus atveju. Esant liūtiniam krituliams koeficientų reikšmės gerokai ūdauga – tai lemia labai pablogėjusi kelio dangos būklė ilgai trunkanėios liūtis metu.

Skirtingų fazinių sudėčių poveikis irgi nėra vienodas (4 pav., b). Kieti krituliai yra pavojingesni visose



4 pav. AIK koeficiento kaita Vilniaus m. 2001 m. priklausomai nuo laiko, praėjusio nuo reiškinio pradžios, skirtingo intensyvumo (a) bei fazinės sudėties (b) kritulių metu; a paveiksle: 1 – suminiai, 2 – liūtiniai, 3 – ūtisiniai krituliai; b paveiksle: 1 – skysti, 2 – miðrūs, 3 – kieti krituliai

Fig. 4. Fluctuation of the TAV coefficient under the influence of different precipitation intensity (a) and phasic composition (b) according to time from the beginning of adverse weather conditions. In Fig. 4a, different precipitation intensity types: 1 – overall, 2 – shower, 3 – continuous. In Fig. 4b, different precipitation phasic composition types: 1 – liquid, 2 – mixed, 3 – solid

meteorologinio reiðkinio fazëse. Tuo tarpu skystø krituliø àtaka, praëjus valandai nuo reiðkinio pradþios, tampa artima foninëms avaringumo reikðmëms. Greièiausiai tai sietina su slidesne kelio danga tolimesnëse eismo ávykiø fazëse iðkritus sniegui negu lyjant. Miðrios sudëties krituliai uþima tarpiná variantà.

APIBENDRINIMAS

Atlikti tyrimai patvirtino, kad meteorologinës sàlygos yra vienas svarbiausiø veiksniø, lemianëiø eismo saugumà ir intensyvumà keliuose. Tiesa, atskirø meteorologiniø elementø poveikis nėra vienodas. Jo dydis priklauso nuo reiðkinio trukmës, intensyvumo, kompleksioðkumo, pasireiðkimo masto ir laiko.

Ávertinus ypaè iðaugusà eismo ávykiø skaièiø 2001–2002 m. Vilniuje paaiðkëjo, kad daugelis jø yra susijæ su meteorologinëmis sàlygomis. Galima teigti, kad eismui nepalankiø meteorologiniø sàlygø poveikis yra vyraujantis ir iðlieka reikðmingas bet kuriuo paros metu. Dieninio avaringumo daþnio intervalo metu daugiau nei 60% atvejø lemia meteorologiniai reiðkiniai. Atitinkamai pereinamojo ir naktinio intervalø metu ðis skaièius nenukrenta þemiau 50% ribos. Savu ruoþtu atvejø skaièius, kai avaringumui neturëjo àtakos meteorologiniai reiðkiniai, dieninio avaringumo daþnio intervale tesiekia 10%. Tuo tarpu naktiniame intervale ðis skaièius virðija 30% ribà. Tai galima susieti su nedideliu foniniu eismo ávykiø pasikartojimu nakties metu. Ðaltuoju metu avarijø skaièiaus didëjimas sietinas su sniegu (60% visø atvejø), o ðiltuoju – su lietumi bei liûtimis (daugiau kaip 90% visø atvejø).

Iðskirtos trys avaringumo fazës meteorologiniø reiðkinio metu: pirmoji fazë – labai aukðtas eismo ávykiø skaièius palyginus su foninëmis reikðmëmis per pirmàsias 20 reiðkinio minuèiø; antroji fazë – eismo ávykiø skaièius tolygiai maþëja ir tampa artimas vidutinëms reikðmëms (40–80 min.); treèioji fazë – eismo ávykiø skaièius vël pradeda didëti. Avaringumo reikðmës nenukrenta þemiau 1, t. y. avaringumas atmosferos reiðkinio metu iðlieka aukðtesnis uþ foniná. Iðtyrus liûtiniø ir iðtisinio krituliø poveikà avaringumui, paaiðkëjo, kad pirmojoje fazëje ðiek tiek didesnë àtakà eismo saugumui daro iðtisiniai, o vëliau – liûtiniai krituliai. Tuo tarpu pagal skirtingas fazines sudëtis skystø krituliø àtaka yra maþesnë ir po valandos tampa artima foninëms eismo ávykiø skaièiaus reikðmëms.

PADËKA

Straipsnio autoriai dëkoja Vilniaus miesto Vyriausiojo policijos komisariato Vieðosios policijos eismo prieþiûros tarnybos darbuotojams, taip pat Lietuvos hidrولوجijos ir meteorologijos tarnybai uþ suteiktus duomenis bei informacijà.

Gauta 2005 09 06
Parengta 2005 09 23

Literatûra

1. Andrey J. and Mills B. (2003). Collisions, casualties and costs: weathering the elements on Canadian roads. Institute for Catastrophic Loss Reduction. *Paper series 33*. www.iclr.org/research/publications_winter.htm.
2. Andrey J., Mills B., Leahy M. and Suggett J. (2003). Weather as a chronic hazard for road transportation in Canadian cities. *Natural Hazards*. 28 (2–3): 319–343.
3. Andrey J., Mills B. and Vandermolten J. (2001). Weather information and road safety, Institute for Catastrophic Loss Reduction. *Paper series 15*. www.iclr.org/research/publications_winter.htm.
4. Eisenberg D. (2004). The mixed effects of precipitation on traffic crashes. *Accident analysis and prevention*. 36(4): 637–647.
5. Edwards J. B. (1999). The temporal distribution of road accidents in adverse weather. *Meteorological applications*. 6: 59–68.
6. *Áskaitiniai ir techniniai eismo ávykiai* (2002). Vilniaus miesto 2001–2002 m. duomenys. Vieðosios policijos eismo prieþiûros tarnyba, Vilniaus miesto Vyriausiojo policijos komisariatas.
7. *Kasdieniai atmosferos reiðkiniai* (2002). Vilniaus CAMS 2001–2002 m. duomenys. Lietuvos Hidrولوجijos ir Meteorologijos Tarnyba.
8. Kaþys J. (2004). *Nepalankios eismui meteorologinës sàlygos, turinës àtakos avaringumo padidëjimui Vilniuje*. *Mokslas Gamtos Mokslø fakultete*. Fakulteto III konferencijos, vykusios 2004 m. balandþio 22–23 d., praneðimai: 232–239.
9. Kaþys J., Valiukas D., Rimkus E. (2004). Meteorologiniø sàlygø nulemtø potencialaus avaringumo Lietuvos keliuose ávertinimas. *Geografija*. 40(2): 5–10.
10. Kaþys J. (2005). Eismo ávykiø skaièiaus kaità ir vairavimo sàlygas lemianëiø meteorologiniø faktoriø analizë. *Meteorologija ir hidrولوجija Lietuvoje: raida ir perspektyvos*. Respublikinës mokslinës konferencijos, vykusios 2002 metø kovo 23 d., praneðimai. 52–53.
11. Perry A., Symons L. (1991). The winter maintenance of highways. A. Perry, L. Symons (eds.). *Highway meteorology*. London: E & FN Spon.
12. Palutikof J. (1991). Road accidents and weather. A. Perry, L. Symons (eds.). *Highway meteorology*. London: E & FN Spon.

Justas Kaþys

IMPACT OF ADVERSE WEATHER CONDITIONS ON ROAD TRAFFIC ACCIDENTS IN VILNIUS

Summary

During the period 2001–2002, more than quarter (26%) of road traffic accidents were recorded under the influence of adverse weather conditions. The influence of weather is more intense during a cold season (from November to March), and 38 % of all traffic crashes are recorded under the influence of severe weather conditions.

This paper discusses the role of weather conditions on the notably significant increase of traffic accident number (traffic accident rates are twice as high as the background values) and variation of traffic accident volume during different phases of adverse weather conditions.

Data on road traffic accidents and information about adverse weather conditions in Vilnius during the period 2001–2002 were used in this research. General information on adverse weather conditions is presented in Table 1.

There are time intervals when road accident rates change almost gradually. The first traffic accident frequency interval could be called diurnal; the largest road traffic accident intensity rates fall on it. The second one could be called intermediate; it is typical of the morning and evening hours; and the third one could be called nocturnal; the least road traffic accident intensity rates fall on it.

The average road traffic accident number under different types of traffic accident frequency intervals has been calculated (Table 2). Only the events when traffic accident frequency increases two or more times during the derived intervals are analyzed in this research. Accidents are grouped considering the securing results: group 1 – traffic accident frequency is related to adverse weather conditions; group 2 – traffic accident frequency can be related to adverse weather conditions; group 3 – traffic accident frequency is not related to adverse weather conditions.

As is seen in Table 4, doubled traffic accident rates are often recorded in the nighttime, in the morning and evening *versus* the daytime. The higher accident rates during intermediate and nocturnal intervals are more probable, because the differences between the average and the doubled values are very small. From November to March the sudden increase of traffic accident rates is mostly related to snow (60% of all events) and from April to October to rain and shower (over 90%). The situations when snow and rain form complexes with other meteorological phenomena are frequent.

As is seen in Fig. 1, more than 50% of all cases with doubled accident rates can be directly related to adverse weather conditions during all traffic accident frequency intervals. It is a fact that the impact of meteorological phenomena is significant in every part of the day. In groups 2 and 3 the values are balancing about the 20% mark. Only 10% of all events are not clearly related to adverse weather effects during daytime. The number of cases attributed to group 3 rapidly increases in the night-time. The accident rates differ also during the year (Fig. 2), most cases being recorded from October to December.

The number of traffic accidents increases under the influence of adverse weather conditions. The impact can be different in the early and in the ending phases of an adverse weather period, though. Road accidents are divided into 20-minute intervals from the beginning of a meteorological phenomenon to get the maximum clarity of the process.

First, the Background traffic Accident Volume coefficient (BAV) is calculated for every 20-minute interval (Table 3). It shows road traffic accident intensity for a normal situation without an impact of adverse weather conditions. The average proportion between the number of traffic accidents under adverse weather conditions and BAV coefficient allows estimating the Traffic Accident Volume (TAV) coefficient which shows the impact of specific meteorological phenomena on accident volume in each 20-minute interval up to 2 hours (equation 1).

The curve of the TAV coefficient values (Fig. 3) shows that during all phases of adverse weather conditions traffic accident volume does not fall below 1. It means that the number of accidents remains higher than the background values all the time. It is possible to mark three phases of the TAV coefficient. In the first phase, the number of accidents compared to background values during the first 20-minute interval is very high. In the second phase, the number of traffic crashes is gradually decreasing and becomes close to the background values (40–80 minutes from the beginning). And finally, in the third phase the number of accidents begins to increase again. The highest value of the TAV coefficient (2.3) is recorded during the beginning of freezing rain, while the highest effect on traffic accidents during snowstorm (2.1) was recorded only 100 minutes after the beginning when the drifted snow is rammed down on the road surface.

From Fig. 4a it is easy to notice that continuous precipitation is more dangerous for an increase of traffic accident number during the first phase of rain, sleet and snow of different intensity. However, approximately after an hour from the beginning of adverse weather conditions the TAV coefficients become close to the background values during continuous precipitation, because drivers are already adapted to the changed driving conditions and the road surface also remains stable. The values of the coefficient are rapidly increasing during shower events, as the state of road surface becomes very poor when showers last long. Also, the situation of precipitation phasic composition types is changing (Fig. 4b). Solid precipitation remains high-rated through all phases up to the end, while liquid precipitation becomes less dangerous after an hour in adverse weather condition phases.