



ВЛИЯНИЕ НА ГОРЕЩИТЕ ВЪЛНИ ВЪРХУ ПЪТНОТРАНСПОРТНИТЕ ПРОИЗШЕСТВИЯ

Зорница Спасова¹, Цветан Димитров²

Z.SpasoVA@ncpha.government.bg ; Tzvetan.Dimitrov@meteo.bg

¹**Национален център по общественото здраве и анализи, бул. „Акад. Иван Гешов“
№15, София,**

²**Национален институт по метеорология и хидрология – БАН, бул. „Цариградско
шосе“ №66, София,
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: климатични промени, горещи вълни, транспорт, пътнотранспортни произшествия

Резюме: Отчитайки значителната вероятност от увеличаване на броя дни с екстремно високи температури на въздуха, породена от климатичните промени, за обществото е от изключителна важност да се вземат превантивни мерки за смекчаване на последствията от това неблагоприятно явление. Цел на тази статия е да обобщи провежданите от световната научна общност изследвания относно влиянието на горещите вълни върху транспорта и в частност – пътнотранспортните произшествия.

Почти всички изследвания свидетелстват за това, че горещите вълни могат да увеличат риска от неочаквани наранявания и пътни инциденти. Това важи особено за катастрофи, породени от фактори като разсейване, грешка на водача, умора или сънливост. Високите температури са важен фактор, водещ до увеличаване на стреса и намаляване способността за изпълнение на интелектуални задачи, както и такива, изискващи значително физическо усилие и моторни умения. Горещите вълни причиняват нарушения на съня, което може да доведе до по-голяма умора във водачите на пътя. През топлото полугодие трафикът е по-интензивен и скоростта – по висока, което също е предпоставка за по-голям брой ПТП.

Представената информация ще спомогне за улесняване на обществения диалог по тематиката, както и осъществяване на политики и мерки по смекчаване на това вредно климатично влияние от страна на различни институции и обществени организации.

Увод

Наблюдаваните през последните десетилетия климатични изменения водят не само до повишаване на средната глобална температура на въздуха на Земята, но предизвикват и увеличаване на честотата и интензивността на екстремните метеорологични явления. Едно такова неблагоприятно проявление на времето са т. нар. “горещи вълни”, които все по-често засягат и нашата страна. Установено е, че в умерения климатичен пояс, където се намира и България, честотата на периодите с екстремно горещи дни се удвоява на всеки 2° до 3°С повишаване на средните

температури на въздуха през лятото. Метеорологичното време също така е един от основните фактори, влияещи върху безопасността на движение и надежността на доставките при всички видове транспорт (*сухопътен, морски и въздушен*). Понастоящем нашата страна е на едно от първите места в Европейският съюз по брой на пътнотранспортните произшествия и жертви от катастрофи, като за 2016 г. броят на загиналите в автопроизшествия е средно 99 души на един милион българи (*в-к „Дневник“*).

Горещи вълни

Важността на проблема е причина за нестихващия интерес на учени от цял свят към изследване и прогнозиране на горещите вълни, както и анализ на тяхното влияние върху транспорта. Съществуват множество определения за понятието „гореща вълна“, като понастоящем *не съществува общоприета и универсална дефиниция на този феномен* (https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_wave). Пръвоначално *Wurtows* през 1890 г. дефинира горещата вълна като период от три или повече последователни дни с максимална температура на въздуха (*измерена в метеорологичната клетка*) по-голяма или равна на 90 °F (32°C). Една по-съвременна дефиниция, използвана при *Heat Wave Duration Index (HWDI)*, увеличава периода до поне 5 последователни дни, при максимална температура на въздуха по-висока с 5°C от средната максимална дневна температура на въздуха за сезона (*спрямо нормите за периода 1961-1990, възприет от Световната метеорологична организация при извършването на климатични оценки и анализи*) (*Souch and Grimmond, 2004*), а в проекта *ECA&D* броят на дните е дори увеличен до 6 дни. Понастоящем научната общност е възприела за “гореща вълна” в умерения климатичен пояс да се разглежда период от поне 3 последователни дни, през които температурите достигат и надхвърлят 30°C, а за вътрешността на Калифорния тази гранична температура дори е повишена до 100°F (38°C). Изследвания, проведени от Американския Червен кръст показват увеличаване на опасността за организма, когато екстремалното топлинно въздействие продължава повече от два дни. *Weather Channel* използва и критерии за площта, обхваната от явлението – вълната да обхваща минимум 10 американски щата, като температурите достигат и надхвърлят 90°F (32°C) и температурите са поне с 5°C над нормата в продължение на два или повече дни. Понастоящем съществуват и други индекси, базирани на дневните и нощните температури, на комбинирания ефект от температурата на въздуха и атмосферната влажност и др. (*Gocheva et al., 2010*). Научните изследвания показват, че някои региони са по-често засягани от горещи вълни от други. Разработваните от учените климатични сценарии предупреждават, че с настъпващите промени в климата ще се увеличи честота, интензивността и продължителността на задържане на горещи вълни (*Kirtman et al., 2013*). Очаква се през 2030 г., според един от сценариите за изменение на климата, който не предвижда намаление на емисиите, над 400 души да умират годишно само в градовете Атина, Париж, Рим и Будапеща (*WHO, 2009*). Тази увеличена честотата на дните с високи температури в бъдеще неминуемо ще засегне и такъв важен икономически сектор, какъвто е транспорта, а това прави наложително изследването на влиянието на горещите вълни върху поведението на шофьора и ПТП *по вина на водача*, както и да се разработят мерки за смекчаването на това неблагоприятно топлинно влияние.

Влияние на горещите вълни върху транспортният трафик и пътнотранспортните произшествия

Автомобилните катастрофи са една от основните причини за смърт и инвалидизация в света (*Lozano et al. 2012; World Health Organization 2013*). Метеорологичните условия са основен фактор, увеличаващ риска от катастрофи (*Andrey et al. 2003*), а като един от тях екстремно високите температури на въздуха

способстват за намаляване на способността на човек да извършва физическа и умствена дейност (*Confalonieri et al. 2007; Basagaña 2014; Basagaña et al. 2011; Xiang et al. 2014*), което от своя страна води до нарастване на опасността от автопроизшествия. Многобройни експериментални изследвания през годините са документирали отрицателния ефект от горещините върху способността за шофиране (*Daanen et al. 2003; Mackie and O'Hanlon 1977; Walker et al. 2001; Wyon et al. 1996*). Шофьорите правят повече технически грешки, забелязва се тенденция да излизат извън очертанията на пътното платно, извършват повече големи корекции на траекторията на превозното средство, повече и по-силно завъртат волана, пропускат повече пътни знаци, съобщават за повече умора и имат намалена способност за шофиране.

Изследвания, проведени в Чехия показват, че горещите вълни през лятото водят до увеличаване на броя на пътните инциденти (*Radio Praha, 2015*). Необичайно високите температури на въздуха имат отрицателно влияние върху шофьорите (*полесна уморяемост и влошена концентрация*). Само за летните месеци на 2015 г. при пътнотранспортни произшествия (ПТП) в Чехия са загинали около 150 души, 500 души са със сериозни наранявания, а общият брой на пътните инциденти е достигнал 150 000. Наблюдава се нарастване на броя на загиналите при ПТП в страната.

Подобни изследвания в Русия (*Ширяева А. В., 2016*) показват, че при много горещо време (*максимална температура на въздуха над 30.0°C*) броят на „аварийните“ и „свърхаварийните“ дни нараства спрямо средния им брой съответно с 10% и 8%. Това изменение се обяснява с понижаване на концентрацията и с чувство на дискомфорт у водача, породени от метеорологичните условия. Авторите съобщават за наблюдавано понижаване на аварийността през топлото полугодие (*май – септември*) при бури и интензивни валежи, вероятно поради по-внимателното шофиране и намаления брой на автомобилите. Повишаване на броя на ПТП се наблюдава при горещо време. Общо влиянието на метеорологичните условия се установява в 47% от „аварийните дни“ и в 70% от дните с екстремално дневно повишаване на температурата на въздуха.

В друго изследване (*Otte im Kampe E, et al., 2016*) е посочено, че високите температури на въздуха водят до намаляване на работоспособността на водача. Установено е, че при температури над 26.0°C, човек намалява своята ефективност (*Kjellstrom T, et al., 2009 u Basagaña X, et al., 2015*), като се затруднява изпълнението на интелектуални задачи, нараства опасността от грешки и злополуки.

Изследване в Австралия (*Nitschke et al, 2007*) показва намаляване на пътнотранспортния травматизъм при горещи вълни с 33% (*95% CI: 3% на 53%*) единствено във възрастовата група над 75 г.

Някои автори установяват, че заспиването по време на движение е по-често срещано през лятото, отколкото през зимата (*Radun and Radun, 2006*). Друго изследване (*Basagaña X., et al., 2015*) е проведено в Испания по данни от 118 489 ПТП (*средно по 64.1 на денонощие*), за влиянието на високите температури на въздуха и горещите вълни върху риска от автомобилни катастрофи през топлата част на годината в областта Каталония. В анализа най-вече е акцентирано върху катастрофи, породени от промяна в поведението на водача - разсейване, грешка на водача, умора или заспиване. Изследването показва значимо нарастване на риска от катастрофи от 2.9% (*95% доверителен интервал (CI): 0.7, 5.1%*) в дните от горещи вълни. Тази зависимост е по-силна 7.7% (*95% CI: 1.2, 14.6%*) когато анализът се ограничи само до катастрофите, породени от промяна в поведението на водача. Установено е, че рискът от подобни катастрофи нараства с 1.1% (*95% CI: 0.1, 2.1%*) при всеки 1°C повишение на максималната температура на въздуха, въпреки че общият брой на катастрофите не е значимо свързан с максималната температура на въздуха. Получена е значима зависимост между високите температури и риска от ПТП, свързани с фактора на начина

на шофиране, където 86% от колите са имали климатик през 2008 г. (*Instituto Nacional de Estadística 2008*).

Някои експериментални изследвания показват, че комфортните температури в автомобила подобряват шофирането (*Daanen et al. 2003; Wyon et al. 1996*). Липсата на климатик в някои от автомобилите води до намалена способност за шофиране, причинена от горещината; понякога ефектът от високата температура е косвен посредством дехидратацията или намалението на качеството на съня през горещите нощи (*Grandjean and Grandjean 2007; Radun and Radun 2006; Watson et al. 2015*). Друго обяснение е, че екстремната топлина въздейства върху състоянието на пътното платно (*т. е. омекване на настилката*), което в последствие може да доведе до ПТП (*Mills and Andrey 2002*).

Изследвания, проведени във Франция и Холандия (*Bergel-Hayat et al., 2013*) са установили, че повишението с 1°C на средномесечната температура на въздуха се свързва с между 1% и 2% нарастване на броя на катастрофите през същите тези месеци. Извършен в щата Индиана (*САЩ*) анализ на средните за седмица стойности дава по-висок риск от катастрофи през седмиците с по-високи летни температури (*Malyshkina et al., 2009*). В Суадитска Арабия, където температури над 40°C са обичайни за лятото, (*Nofal and Saeed, 1997*) е установено, че месечният брой на катастрофите корелира с нарастващите месечни температури на въздуха. В едно изследване в три града в Холандия (*Brijs et al., 2008*) е посочено, че може да се очакват повече катастрофи когато температурите са по-високи от месечните средни, а в друго е установена нелинейна зависимост, показваща увеличаване на броя на катастрофите при нарастване на температурата (*Bergel-Hayat et al., 2013*), докато в трето не е открита подобна зависимост (*Rosselló and Saenz-de-Miera 2011*). В съвременните изследвания на зависимости между екстремно горещите дни и смъртността при пътни катастрофи е установена положителна зависимост (*Basagaña et al., 2011*).

Проучване на Балеарските острови (*Испания*) не показва зависимост между средните температури и броя на ПТП (*Rosselló and Saenz-de-Miera 2011*). Друго изследване в района на Атина (*Гърция*) показва, че броят на ПТП е с 5% по-висок в дни със средноденонощна температура на въздуха > 30°C, отколкото в дни с между 20°C и 30°C (*Bergel-Hayat et al. 2013; Yannis and Karlaftis 2010*).

Подобни изследвания, провеждани в нашата страна, също показват най-висок брой смъртни случаи при ПТП през лятото. Проведеният анализ (*Цолова и съавт., 2000*) на травматизма при ПТП (*броят на убити и ранени*) в България за периода 1993 – 1998 г. показва, че най-рисковият период за катастрофи е лятото и началото на есента – юли, август, септември и октомври, когато се случват около 42% от смъртните случаи и 41% от нараняванията, в сравнение с общия брой на убити и ранени през изследвания период. Степента на травматизъм нараства в абсолютни и относителни стойности от февруари до август. Броят на убитите и ранените намалява и минимумът се наблюдава през януари и февруари. Друго изследване в България (*Раданов, 1990*), по данни от периода 1983 – 1987 за територията на цялата страна, получава най-голям дял от ПТП през лятото и есента, когато хората шофират по-често: населението пътува интензивно по работа или на почивка, а климатичните условия са по-благоприятни.

Изследване на пътнотранспортните произшествия в *София* (*Spasova Z. B. 2012*) показва, че най-малък брой автопроизшествия се наблюдава през лятото, което основно се дължи на факта, че голям дял от жителите на столицата напускат града през този сезон, отивайки на почивка в провинцията или в чужбина. Това води до по-малък обем на трафика през лятото и за това е и по-малък броят на ПТП. По данни на КАТ, картината за страната е обратна.

Заклучение

Обобщени са резултатите, получени от различни учени по света относно влиянието на горещи вълни върху транспорта и пътнотранспортните произшествия, като всички изследвания потвърждават факта, че горещите вълни могат да увеличат риска от неочаквани наранявания и пътни инциденти. Представената информация ще спомогне за улесняване на обществения диалог по тематиката, както и осъществяване на политики и мерки по смекчаване на това вредно климатично влияние от страна на различни институции и обществени организации.

Литература:

- [1] В-к. „Дневник“, 2017 България с най-много загинали в катастрофи в ЕС: http://www.dnevnik.bg/evropa/2017/03/28/2943533_bulgariia_e_s_nai-mnogo_zaginali_v_katastrofi_v_es/
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_wave
- [3] Souch C. and C. Grimmond, Applied climatology: ‘heat waves, Progress in Physical Geography 28,4 (2004) pp. 599–606
- [4] Gocheva A., K. Malcheva. 2010 Extremely Hot Spells on the Territory of Bulgaria. Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology (BJMH), 15/3, 64-81
- [5] Kirtman B, Power SB, Adedoyin JA, Boer GJ, Bojariu R, Camilloni I, et al. 2013. Near-term climate change: projections and predictability. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, et al. eds). New York:Cambridge University Press, 953–1028
- [6] Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT, WHO, 2009
- [7] Lozano R, Naghavi M, Foreman K, Lim S, Shibuya K, Aboyans V, et al. 2012. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet 380(9859):2095–2128.
- [8] World Health Organization. 2013. Global Status Report on Road Safety: 2013. Supporting a Decade of Action. Geneva:World Health Organization.
- [9] Andrey J, Mills B, Leahy M, Suggett J. 2003. Weather as a chronic hazard for road transportation in Canadian cities. Nat Hazards (Dordr) 28:319–343.
- [10] Confalonieri U, Menne B, Akhtar R, Ebi KL, Hauengue M, Kovats RS, et al. 2007. Human health. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE, eds). Cambridge, UK:Cambridge University Press, 391–431.
- [11] Basagaña X. 2014. High ambient temperatures and work-related injuries. Occup Environ Med 71(4):231; doi:10.1136/oemed-2013-102031.
- [12] Basagaña X, Sartini C, Barrera-Gómez J, Dadvand P, Cunillera J, Ostro B, et al. 2011. Heat waves and cause-specific mortality at all ages. Epidemiology 22(6):765–772.
- [13] Xiang J, Bi P, Pisaniello D, Hansen A, Sullivan T. 2014. Association between high temperature and work-related injuries in Adelaide, South Australia, 2001–2010. Occup Environ Med 71(4):246–252.
- [14] Daanen HA, van de Vliert E, Huang X. 2003. Driving performance in cold, warm, and thermoneutral environments. Appl Ergon 34(6):597–602.
- [15] Mackie RR, O’Hanlon JF. 1977. A study of the combined effects of extended driving and heat stress on driver arousal and performance. In: Vigilance: Theory, Operational Performance and Physiological Correlates (Mackie RR, ed). New York:Plenum Press, 537–558

- [16] Walker SM, Ackland TR, Dawson B. 2001. The combined effect of heat and carbon monoxide on the performance of motorsport athletes. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 128(4):709–718.
- [17] Wyon DP, Wyon I, Norin F. 1996. Effects of moderate heat stress on driver vigilance in a moving vehicle. *Ergonomics* 39(1):61–75.
- [18] Radio Praha, 2015 Heat Waves in Summer Played Role in Increased Number of Traffic Accidents: <http://www.radio.cz/en/section/news/heat-waves-in-summer-played-role-in-increased-number-of-traffic-accidents>
- [19] Ширяева А., 2016, Метеорологические условия функционирования автотранспорта на территории Москвы и Московской области. *Известия РАН, серия географическая*, № 5, с. 99 – 106
- [20] Otte im Kampe E, et al. 2016 Impact of High Ambient Temperature on Unintentional Injuries in High-income Countries: A Narrative Systematic Literature Review. *BMJ Open* 2016; 6
- [21] Kjellstrom T, Kovats RS, Lloyd SJ, et al. 2009 The direct impact of climate change on regional labor productivity. *Arch Environ Occup Health* 2009;64:217–27.
- [22] Basagaña X, Escalera-Antezana JP, Dadvand P, Llatje Ó, Barrera-Gómez J, Cunillera J, Medina-Ramón M, Pérez K. 2015. High ambient temperatures and risk of motor vehicle crashes in Catalonia, Spain (2000–2011): a time-series analysis. *Environ Health Perspect* 123:1309–1316; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1409223>
- [23] Nitschke M, Tucker GR, Bi P. 2007 Morbidity and mortality during heatwaves in metropolitan Adelaide. *Med J Aust* 2007;187:662–5.
- [24] Radun I, Radun JE. 2006. Seasonal variation of falling asleep while driving: an examination of fatal road accidents. *Chronobiol Int* 23(5):1053–1064.
- [25] Instituto Nacional de Estadística. 2008. Encuesta de Hogares y Medio Ambiente 2008
- [26] Daanen HA, van de Vliert E, Huang X. 2003. Driving performance in cold, warm, and thermoneutral environments. *Appl Ergon* 34(6):597–602.
- [27] Grandjean AC, Grandjean NR., Dehydration and cognitive performance, *J Am Coll Nutr.* 2007 Oct;26(5 Suppl):549S-554S.
- [28] Watson P, Whale A, Mears SA, Reyner LA, Maughan RJ. 2015. Mild hypohydration increases the frequency of driver errors during a prolonged, monotonous driving task. *Physiol Behav* 147:313–318.
- [29] Mills B, Andrey J. 2002. Climate change and transportation: potential interactions and impacts. In: *The Potential Impacts of Climate Change on Transportation*. DOT Center for Climate Change and Environmental Forecasting, Federal Research Partnership Workshop, 1–2 October 2002. Washington, DC, 77–88.
- [30] Bergel-Hayat R, Debbarh M, Antoniou C, Yannis G. 2013. Explaining the road accident risk: weather effects. *Accid Anal Prev* 60:456–465.
- [31] Malyshkina NV, Mannering FL, Tarko AP. 2009. Markov switching negative binomial models: an application to vehicle accident frequencies. *Accid Anal Prev* 41:217–226.
- [32] Nofal FH, Saeed AA. 1997. Seasonal variation and weather effects on road traffic accidents in Riyadh city. *Public Health* 111(1):51–55.
- [33] Brijs T, Karlis D, Wets G. 2008. Studying the effect of weather conditions on daily crash counts using a discrete time-series model. *Accid Anal Prev* 40(3):1180–1190.
- [34] Bergel-Hayat R, Debbarh M, Antoniou C, Yannis G. 2013. Explaining the road accident risk: weather effects. *Accid Anal Prev* 60:456–465.
- [35] Rosselló J, Saenz-de-Miera O. 2011. Road accidents and tourism: the case of the Balearic Islands (Spain). *Accid Anal Prev* 43:675–683.

- [36] Yannis G, Karlaftis MG. 2010. Weather effects on daily traffic accidents and fatalities: a time series count data approach. Proceedings of the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 10–14 January 2010. Washington, DC. .
- [37] Цолова Г., Т. Иванова и Н. Данова, 2000 Пътнотранспортен травматизъм в Р. България за периода 1993-1998, сп. Социална медицина, 4, 2000, стр. 11 – 13
- [38] Транспортен травматизъм, под редакцията на С. Раданов, 1990 Медицина и физкултура
- [39] Spasova Z. B. 2012 Monthly And Seasonal Distribution Of Road Accidents in Sofia. BALWOIS 2012 - Ohrid, Republic of Macedonia - 28 May, 2 June 2012

THE EFFECT OF HEAT WAVES ON ROAD ACCIDENTS

Zornitsa Spasova¹, Tzvetan Dimitrov²

Z.Spasova@ncpha.government.bg ; Tzvetan.Dimitrov@meteo.bg

¹*National Center of Public Health and Analyses, 15 Acad. Ivan Geshov blvd., Sofia,*
²*National Institute of Meteorology and Hydrology – BAS, 66 Tzarigradsko shousse blvd.,*
BULGARIA

Key words: *climate change, heat waves, transport, road accidents*

Abstract: *Considering the significant probability of increasing the number of days with extremely high air temperatures – an event tightly connected with climate change, it is of the utmost importance for society to take preventive measures to mitigate the effects of this adverse heat impact. The aim of this article is to summarize the research carried out by the world scientific community on the impact of heat waves on transport and, in particular, on traffic accidents.*

Almost all studies indicate that heat waves can increase the risk of unexpected injuries and road accidents. This is particularly true of crashes caused by factors such as distraction, driver error, fatigue or sleepiness. High ambient temperature is an important factor leading to increased stress and reduced ability to perform intellectual tasks as well as those requiring significant physical effort and motor skills. Heat waves cause sleeping disturbances, which can lead to greater fatigue in drivers. During the warm half of the year the traffic is more intense and speed is higher, which is also a prerequisite for a greater number of road traffic accidents.

The information provided will help to facilitate public dialogue on the topic as well as to implement policies and measures of various institutions and public organizations to mitigate this harmful climatic event.