

ОЦЕНКА НА РИСКА НА РАБОТНОТО МЯСТО НА МАШИНИСТА В ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ

**Любомир Димитров¹, Славолюб Алексич², Иван Миленов¹,
Мая Любич², Георги Димитров¹**

dimitrov@mdinstitut.co.rs ; slavoljub.aleksic@mdinstitut.co.rs; milenov55@abv.bg ;
maja.ljubic@mdinstitu.co.rs ; dimitrov_gd@mail.bg

¹*Висше транспортно училище „Т. Каблешков“, Гео Милев 158, София*

²*MD PROJECT INSTITUT Do, Trg King Alexander Obedinitel 2/5, Nis
РЕПУБЛИКА СЪРБИЯ, РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** машинисти в железопътния транспорт, тест физични опасности, здравни работници, оценка на риска*

***Анотация:** Постоянна експозиция на високи нива на шум, вибрации, както и лошите микроклиматични условия могат да доведат до остри и/или хронични увреждания на здравето. Също така, голям обем от изследвания показват, че например, електромагнитното излъчване в ниските честоти, предизвиква многобройни неблагоприятни ефекти върху здравето на човека. Целта на нашето проучване е да се оцени риска от увреждане на здравето на работниците – машинистите на работното им място по време на трудовия им живот. Резултатите от направената оценка на риска със сигурност потвърждават, че машинистите в железопътния транспорт работят при повишен риск и специфични условия.*

УВОД

Оценка на параметрите на въздействие на микроклимата (температура, влажност на въздуха и на въздушния поток) и физическите опасности (електромагнитна радиация, шум и вибрации) в кабината на електровоза, което е работното място на машиниста в железопътния транспорт, все още не е направена и следователно от научна гледна точка представлява една много интересна област.

Група учени от Република Сърбия още през 1993 година правят изследвания върху влиянието на електромагнитното излъчване при ниските честоти върху здравето на човека, което се случва по време на движение на електровоза. Поради липса на необходимото оборудване и липсата на ресурси, тогава не се стига до експериментални измервания, а изследването е теоретично и се извършва с помощта на аналитични изчисления на комплексна променлива функция [1]. Друга група от учени от Република България, през 2005 година, провежда серия от измервания на шума и вибрациите в кабината на различни видове електрически локомотиви, като прави подробен анализ на измерените стойности и получените резултати [2,3].

Поради общи интереси, с цел подобряване на съществуващото знание за вредното въздействие на физически агенти (електромагнитни лъчения, шум и вибрации), лица от двете групи учени продължават съвместните изследвания.

Измерванията са извършени едновременно в Република България и Република Сърбия, в локомотивните кабинни на електровози, произведени в Румъния, около 1970 година. Измерените стойности на микроклимата (температура, влажност и въздушен поток) и физичните опасности (електромагнитна радиация, шум и вибрации) в кабината на електровоза, са показани в таблици (1, 2 и 3) и / или графики (фиг. 4, 5, 6) и в сравнение с приетите и/или граничните стойности, предписани от европейското законодателство.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Първото детайлно проучване за въздействието на електромагнитно излъчване с ниска честота свързано с поява на някои болести се извършва от изследователи от Университета на Чикаго, които са извършили мониторинг върху 344 деца на възраст под 18 години. По време на мониторинга, е установено нарастване на честотата на заболявания от рак при деца, които са били изложени на въздействието на електромагнитно поле с честота 60 Hz. Около 3 пъти по-висок риск от развитие на рак е регистриран в местата, където силата на магнитното поле е повече от 0,3 μT , а където децата са изложени на въздействието от раждане, увеличаването на риска е 5-6 пъти [1]. Резултатите от изследването са проверени и публикувани през 1986 г. и предизвикват голям обществен интерес.

По същото време, няколко групи от учени извършват изследвания за ефектите на електромагнитно излъчване с ниска честота върху здравето на работниците и служителите, които работят в засегнати райони. Резултатите от изследванията са показали повишени нива на рак на гърлото, меланом на окото и тумор в мозъка. Проучванията провокират остри обсъждания в институциите, които участват в разработването на нормативни документи и стандарти, за да се определят лимити за силата на електромагнитните полета. Така например Националният британски съвет за радиационна защита препоръчва праг за електромагнитно излъчване при честота 100 Hz, за електрическата напрегнатост на полето от 12 kV/m и за магнитната напрегнатост от 2 mT. Международният комитет за не-йонизиращи лъчения предлага различни стойности от 10 kV / m и 0.5 mT за работната среда, и 5 kV/m и 0.1 mT за околната среда. През 1984г. в Съветският съюз и Обединеното кралство се приемат разпоредби, основаващи се на указанията на Световната здравна организация. Международната агенция за радиационна защита (МАРЗ) през 1990 г. изработва стандарт въз основа на резултатите от направените изследвания. Установена е гранична стойност по отношение на плътността на индуциран в човешкото тяло ток 10 mA/ m² [1]. Също така, МАРЗ прие праг за напрегнатост на магнитното поле 100 μT в околната среда и на 500 μT в работна среда.

Проведено е изследване за биофизичните промени в хората, които са изложени на въздействието на електромагнитно излъчване с ниска честота, чрез наблюдение на статистическите показатели. Вниманието е фокусирано на феномена на клетъчното делене. В рамките на деня, под въздействието на електромагнитно излъчване, загиват средно, около 500 милиона човешки клетки. В периода на почивка, около 90% от споменатия брой клетки се подновяват чрез процеса на митоза. Този процес не се контролира от мозъка, но се дължи на информацията, носена от ДНК вериги. Електромагнитното излъчване е в състояние да доведе до промяна в тази информация и да окаже влияние върху процесите на делене, както и при формиране на неправилна клетка. Електромагнитната радиация, влияе на имунната система посредством ефективността на лимфоцитите и фагоцитите. По отношение на неблагоприятния ефект на микроклимата, при излагане на високи температури, се стига до: топлинен шок, топлинна хипертермия, топлинен синкоп (колапс) и нарушаване на равновесието на сол, а при нискотемпературни въздействия: студено тяло, невралгии на гръбначния

стълб и периферната нервна система, както и инфекциозни заболявания алергии и др. Също така, механичните въздействия (шум и вибрации) също влияят върху човешкото здраве, като водят до: трайно увреждане на слуха, отрицателен ефект върху централната нервна система: смущения рефлекс, увреждане на баланса на основните невронни процеси, нарушения на сърдечния ритъм, кръвното налягане и кръвообращението, нарушаване на функцията на разстройство на храносмилателния тракт и на жлезите, мускулния тонус, нарушения на съня, апетита, нарушена концентрация, нервност и раздразнителност, неприятен шум и болка в ушите, главоболие и други подобни. Вибрационните заболявания имат по-голям брой етапи, а дори могат да доведат и до пълна загуба на трудоспособност.

Резултати от измерването

Направените измервания са проведени от професионални екипи паралелно на територията на Република България и Република Сърбия, в локомотивните кабинни на електровози, произведени през 70-те години в Румъния. В условията на работната среда са определени основните фактори и са измерени параметри, както следва:

1. микроклимат (температура, влажност и въздушен поток).
2. физични опасности (електромагнитна радиация, шум и вибрации).

За измерването е използвана най-съвременна измервателна апаратура с висока точност, гарантираща достоверността на получените резултати:

- измервателен уред, температура, влажност и въздушен поток, топлинно излъчване, интензитет на светлина MI 6201, производител: Метри, Словения;
- измервателен уред за измерване на електромагнитно излъчване с ниски честоти, тип SPECTRAN NF-5020, производител ААRONIJA, Германия (фиг. 2);
- уред за измерване на нивото на шума - шумомер, тип 2250, производител: Brüel & Kjær, Дания (фиг. 1);
- уред за измерване на ускорението на вибрациите - анализатор на вибрации, тип 4447, производител: Bruel & Kjaer, Дания (фиг. 3).

Измерванията се извършват в съответствие с официалните методи за измерване (позицията на инструмента, позицията на работа, дължината на измерването, повторение на поредица измерване, средно получените стойности и др.). Моменти от измерванията са показани на долните снимки (фиг. 1, 2 и 3).



Фиг.1-3.Снимки от измерване на физическите опасности (електромагнитна радиация, вибрации и шум) в кабината на електрически локомотив

Измерените стойности са систематизирани, изчислени са средните стойности и те са показани в табл. 1, 2 и 3 и те са сравнени с приетите и/или пределно допустимите стойности, предписани от европейските регламенти, директиви, стандарти, и др.

Таблица 1. Измерени стойности на електромагнитна радиация /4, 5, 6 и 7/

Измерените стойности на плътност В на електромагнитно излъчване на магнитния поток (Честотния обхват 50 Hz, изразено в Тесла (Т))							
В кабината на локомотива, при спрял локомотив и напрежение в мрежата 22 kV и 26 kV					Максимално допустимо ниво		
В работното пространство			На отворен прозорец			Правилник	Предписание на ICNIRP
28 nT			463 nT				
В кабина Б на локомотива, при движещ се локомотив без товар и напрежение в мрежата 22 kV							
потегляне и ускорение		равномерно движение		забавяне			
320 nT		23 nT		50 nT			
В кабина А на локомотива, при движение на локомотива под товар и напрежение в мрежата 22 kV и 26 kV							
потегляне и ускорение		равномерно движение		забавяне			
на работното място	на отворен прозорец	на работното място	на отворен прозорец	на работното място	на отворен прозорец		
358 nT	1500 nT	27 nT	550 nT	67 nT	655 nT		
Навън от локомотива, на перона, нависочина 1,5,м от земята							
между коловозите		на 2 м от първи коловоз		под контактния проводник			
23 nT		4,5 nT		52,5 nT			

Таблица 2. Измерени стойности на нивото на шум [8]

Измерени стойности на нивото на шум преставени в еквивалентно ниво LAeqT (T=8)), изразени в dB(A)				
В кабината на локомотива – стари жп-линии	В кабината на локомотива – нови жп-линии		Дневна стойност на нивото на въздействие	
затворен прозорец	затворен прозорец	½ отворен прозорец	гранична	действаща
76,9	74,8	79,4	85	80

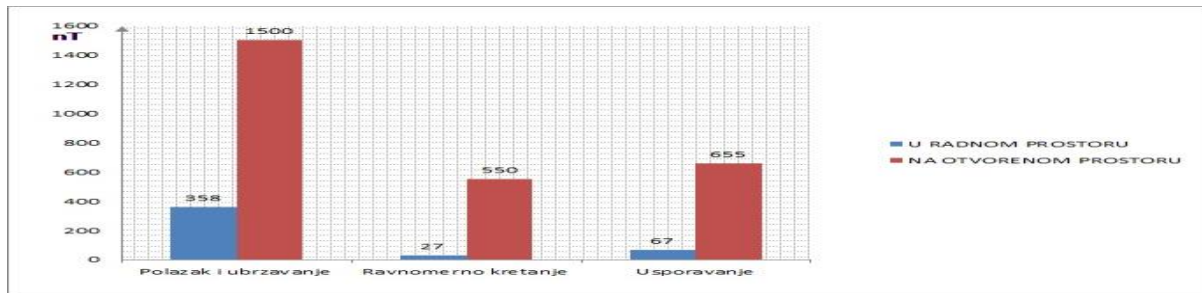
Таблица 3. Измерени стойности на вибрациите върху цялото тяло [10]

Измерени стойности на вибрациите върху цялото тяло в кабината на локомотива - стари жп-линии, изразени в m/s ²				Дневна граница за стойностите изложена в (m/s ²)	дневни действаща стойност изложена в (m/s ²)
вертикална (z-ос)	horizontalne		Общо за всичките три оси		
	напречна (x-ос)	надлъжна (y-ос)			
0,041	0,006	0,000	0,043	1,15	0,5
Измерени стойности на вибрациите върху цялото тяло в кабината на локомотива - нови жп-линии, изразени в m/s ²					
вертикални (z-ос)	хоризонтални		Общо за всички		
	напречна (x-ос)	надлъжна (y-ос)			
0,026	0,002	0,000	0,027		

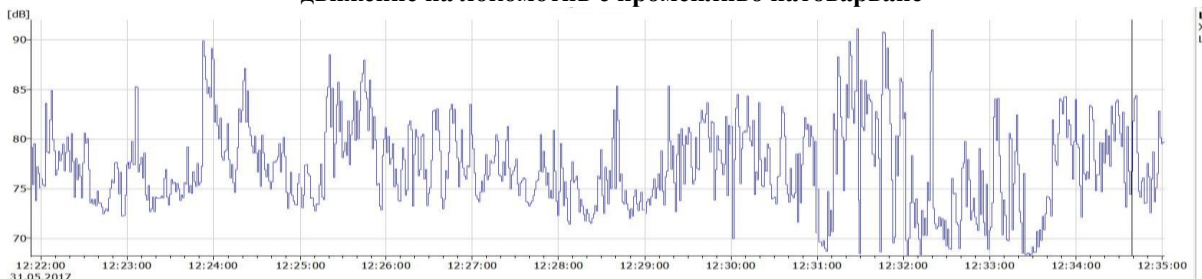
От таблица 1 се вижда, че измерените стойности на електромагнитно излъчване се увеличават, когато се увеличава натоварването на локомотива или при стартиране и ускорение. Измерените стойности в кабината на локомотива са много по-високи в мястото на отворения прозорец. Стойностите в таблици 2 и 3 показват, че нивата на шума и вибрациите, са значително по-ниски, когато електрическият локомотив се

движи по нов или рециклиран път. По-добри условия на труд естествено има когато е климатизирана кабината на локомотива. Тогава микроклиматичните условия се подобряват, особено през летните месеци. Освен това на машиниста не се налага да отворя прозореца.

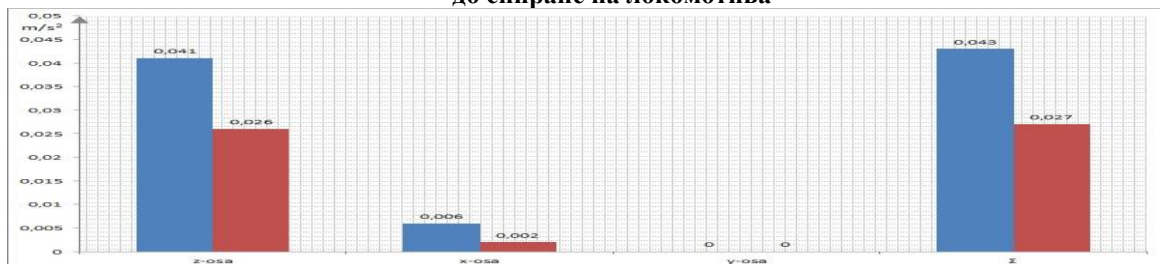
Чрез намаляване на нивото на експозиция се намалява пропорционално и нивото на риска от увреждане на здравето.



Фиг.4. Графика, показваща магнитна плътност В на електромагнитното лъчение по време на движение на локомотив с променливо натоварване



Фиг.5. Графика, показваща нивото на шума за времето от началото на движението до спиране на локомотива



Фиг.6. Графика на стойността на вибрациите на тялото при стара и нова жп линия

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Всички резултати от измерването на микроклимат (температура, влажност и въздушен поток) и физически агенти (електромагнитни лъчения, шум и вибрации) ясно показват вредното въздействие върху здравето на хората, които са изложени на тях на своето работно място.
- Резултатите от направените измервания за оценката на риска от увреждане на здравето на машинистите на работното им място по време на трудовия им живот показват, че те работят при повишен риск и при специални условия. Вижда се и необходимостта от по-нататъшно изследване.
- В допълнение към измерените стойности за целите на оценката на риска е необходимо да се направи подробен анализ на професионалните заболявания и вреди върху здравето на целевата група. Това следва да се отчита при извършване на редовни периодични медицински прегледи от Националните институти за професионално здраве в двете страни. Чрез наблюдение на здравословното състояние на машинистите със сигурност може да се потвърдят всички факти, посочени в този документ. За съжаление, достъпа до данни за регистрираните

заболявания засега е ограничен и се счита, че той вероятно би довел до обществена реакция.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Veličković. D., Aleksić S., Kostadinović S., Stojanović D., Low frequency electromagnetic field in the moving electric train neighborhood and its influence to the humans, VI International scientific conference-Problem of Integration of the Eastern-European Railways into the European Transport System, Sofia, Bulgaria, 1993
- [2] Milenov I., Pavlov G., Merenja i ocena vibracija u kabini lokomotive i motornog voza, V International Scientific Conference Heavy Machinery-HM05, Kraljevo, Srbija, 2005
- [3] Pavlov G., Milenov I., Merenja i ocena buke u kabini lokomotive i motornog voza, V International Scientific Conference Heavy Machinery-HM05, Kraljevo, Srbija, 2005
- [4] Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta 2004/40/EZ o minimlnim zdravstvenim i bezbedonosnim zahtevima u vezi izlaganja radnika rizicima nastalih dejstvom fizičkih agenasa (elektromagnetnih polja), 2004
- [5] Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz) ICNIRP
- [6] CEI/IEC 61786 Measurement of low-frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings - Special requirements for instruments and guidance for measurements, 1998
- [7] Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima ("Sl. glasnik RS" br. 104/2009)
- [8] EN ISO 9612 Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method, 2016
- [9] Direktiva Evropskog Parlamenta i Saveta 2002/44/EZ o minimumu zahteva za zaštitu zdravlja i bezbednosti radnika od rizika koji nastaju izlaganjem fizičkim agensima (vibracijama) (ISO 5349-1 (2001) i ISO 5349-2 (2001)), 2002
- [10] ISO 2631-1 Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements, 2014

RISK ASSESSMENT OF THE RAILWAY MACHINERY WORKPLACE

**Lyubomir Dimitrov¹, Slavlavub Aleksic², Ivan Milenov¹,
Maya Ljubic², Georgi Dimitrov¹**

dimitrov@mdinstitut.co.rs; slavoljub.aleksic@mdinstitut.co.rs;
milenov55@abv.bg; maja.ljubic@mdinstitu.co.rs ; dimitrov_gd@mail.bg

¹*Todor Kableshkov University of Transport , Geo Milev 158, Sofia*
²*MD PROJECT INSTITUT Do, Trg King Alexander Obedinitel 2/5, Nis*
REPUBLIC OF SERBIA, REPUBLIC OF BULGARIA

Key words: *Locomotive drivers, Tests for physical hazards, Health workers, Risk assessment*

Abstract: *Continuous exposure to high noise levels, vibrations, as well as poor microclimatic conditions may lead to severe and/or chronic health problems. A large number of studies have shown that for example electro-magnetic waves in the lower spectrum can have numerous negative effects on health. The purpose of our study is to evaluate the health risk that train drivers are exposed to at their work place during their working life. The results of the evaluation clearly show that train drivers work under increased health risks and specific working conditions.*