

ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД ЗЕМЉОТРЕСА ПОСЛОВНОГ ОБЈЕКТА „ДУНАВ ЦЕНТАР“ У ЗРЕЊАНИНУ

EARTHQUAKE RISK ASSESSMENT OF THE BUSINESS FACILITY "DUNAV CENTAR" IN ZRENJANIN

Алекса Милошевић, Слободан Шупић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА И ПОЖАРА –

Кратак садржај: У оквиру мастер рада “ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД ЗЕМЉОТРЕСА ПОСЛОВНОГ ОБЈЕКТА „ДУНАВ ЦЕНТАР“ У ЗРЕЊАНИНУ” представљена је процена ризика од земљотреса за наведени субјекат. Поступак процењивања и садржај процене усаглашени су са Упутством о методологији за израду процене ризика и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама. У истраживачком делу рада, дат је увид у типове објекта у Србији и опис European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98 скале)..

Кључне речи: Процена ризика, методологија, земљотрес, пословни објекат, управљање ризиком.

Abstract:

Within the masters thesis 'EARTHQUAKE RISK ASSESSMENT OF THE BUSINESS FACILITY "DUNAV CENTAR" IN ZRENJANIN' an earthquake risk assessment for the mentioned subject was presented. The assessment procedure and the content of the assessment are in accordance with the Instruction on the Methodology for Developing Risk Assessments and Protection and Rescue Plans in Emergency Situations. In the research part of this paper, an insight into the types of buildings in Serbia and a description of the European Macroseismic Scale 1998 was given. As the conclusion some suggestions for improvement were given.

Keywords: Disaster risk assessment, earthquake, methodology, business facility, risk management

1. ИСТРАЖИВАЧКИ ДЕО

Европска макросеизмичка скала ЕМС-98 представља стандардизовану методологију за описивање утицаја земљотреса на људе, предмете, природу, и грађевинске структуре. Скала класификује сеизмичке догађаје у више степена интензитета, од неосетних до веома јаких земљотреса, узимајући у обзир различите аспекте као што су реакција људи, ефекти на објекте, као и оштећења на грађевинама. На овај начин се обухватају сви кључни елементи утицаја земљотреса, што омогућава свеобухватан приступ у процени ризика и планирању сеизмичке отпорности.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада, чији је ментор др Слободан Шупић, доцент.

Грађевинске структуре се према ЕМС-98 скали сврставају у четири основне категорије – зидане, армиранобетонске, челичне и дрвене, док се повредљивост објекта класификује у шест класа повредљивости А, В, С, D, Е и F при чему је словом А означена најповредљивија класа, а словом F најмање повредљива класа (тј. најотпорнија класа).

ЕМС-98 дефинише пет степена оштећења (ДГ1-ДГ5), која се примењују на зидане зграде и зграде од армираног бетона.

Ова класификација оштећења пружа кључне смернице за даљи развој противтрусног дизајна грађевина, који треба да узме у обзир специфичне особине тла, као и материјале и структуру зграда, са циљем минимизовања ризика и заштите живота и имовине у сеизмички активним подручјима. Ефикасна примена ЕМС-98 скале омогућава инжењерима, архитектама и урбанистима да боље разумеју и предвиђају последице земљотреса, што доприноси сигурнијем планирању градње и унапређењу отпорности постојећих објеката.

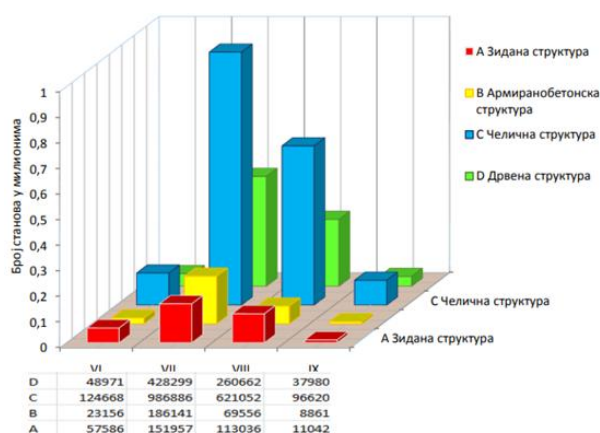
Табела 1. ЕМС-98 подела објекта у класе повредљивости

Тип објекта		Класе повредљивости						
		A	B	C	D	E	F	
Зидане конструкције	Домљени камен	M1	O	xxx				
	Непечена опека (веричи)	M2	O	x				
	Обичан камен	M3	I---	O				
	Масиван камен	M4	xxx	x	O	xxx	x	
	Неармирана опека/бетонски блокови	M5	I---	O	---			
	Неармирани зидови са армираном међупратном конструкцијом	M6	xxx	x	O	xxx	x	
	Армирана или везана зидана конструкција	M7	O		I---	O	xxx	x
Армиранобетонске конструкције	рамови без асеизмичке грађе	RC1-W	I---	---	O	xxx	x	
	рамови уз умерен степен асеизмичке грађе	RC1-L	I---	---	O	xxx	x	
	рамови уз висок степен асеизмичке грађе	RC1-H			I---	---	O	xxx
	зидови без асеизмичке грађе	RC2-W	I---	O	xxx	x		
	зидови уз умерен степен асеизмичке грађе	RC2-L	I---	O	xxx	x		
	зидови уз висок степен асеизмичке грађе	RC2-H			I---	---	O	xxx
Челик	челични објекти	S			I---	---	O	xxx
Дрво	објекти од дрвене грађе	W	I---	---	O	xxx	x	

1.5 Изложеност стамбеног фонда

Опасност по становништво проистиче у највећој мери из опасности тешких оштећења и рушења објеката. Различите статистике добијене након великих земљотреса широм света показују да око 25% смртних случајева од земљотреса настаје услед структурних оштећења елемената објеката (падање преградних зидова, стакала, кровних елемената итд.).

Како подаци о броју и типу објеката у Србији, нису доступни јавности, процена угрожености објеката на основу класа повредљивости извршена је 2017. године коришћењем посредних података о броју станова и времену њихове градње добијених пописом 2011. године., креирањем посебног упита како би се посредно добили подаци о згради, а који се тичу године изградње, спратности, површине станова, броју становника, итд. На основу поменутог упита извршена је класификација зграда коришћењем свих расположивих података који су били доступни за процену повредљивости (Слика 1).



Слика 1. Расподела станова према типовима структуре у Републици Србији

2. ОПШТИ ДЕО

2.2. УВОД

Предмет процене ризика је пословни објекат "Дунав Центар" који заузима просторни локалитет у Зрењанину у улици Булевар Милутина Миланковића. Објекат је спратности Пр + 1, висина пода последње етаж је 3м висине. Објекат спада у групу пословних објеката. Дунав центар-објекат за технички преглед возила у Зрењанину, изграђен је 2003. У објекту је запослено 54 особа.

Функција објекта:

У приземљу постојећег објекта се налазе две групе просторија:

1. Прву групу просторија чине просторије за технички преглед возила:
 - Постојећа линија за возила преко 3,5 тона – теретни програм,
 - Радионица за поправку возила и замену стакала,
 - ПЦ Бреџон (канцеларија),
 - Мокри чвор за раднике (гардероба и туш кабина у оквиру мокрог чвора).
2. Другу групу просторија – административно пословни део чине пратеће канцеларије:
 - За пословницу (продају полиса, правника, и друго); припадајући санитарни чворови и кухиња. Нето површина приземља је 306,34 m², а бруто површина износи 358,00 m².
 - На првом спрату налазе се пословне просторије (канцеларије) са пратећим

санитарним простором и кафетеријом за запослене. Нето површина спрата је 185,41 m², а бруто површина износи 218,30 m².

Укупна нето површина објекта износи 491,75 m², а бруто површина је 576,30 m².

Опис објекта

Објекат је подигнут у скелетном носећем систему од армираног бетона. Стубови су повезани армирано-бетонским везним гредама, а зидови испуне су од гитер блока. Међуспратна конструкција у делу изнад пословних просторија је армирано бетонска полумонтажна таваница са спуштеним монтажним плафоном (на бази гипсаних негоривих плоча). Објекат је фундиран на армирано-бетонским темељним стопама које су повезане АБ темељним гредама.

Кровна конструкција је челична од решеткастих носача. Секундарни носачи (рожњаче) су такође од челичних профила који носе кровни покривач од „сендвич“ профилисаног алуминијумског лима са термо изолационом испуном.

Преградни зидови су од опеке и од гипс картонских плоча. Завршна обрада зидова је бојење полудисперзивним бојама преко глетованих површина. У појединим просторија (санитарним, технички преглед) постављене су керамичке плочице до одређене висине.

Подови у приземљу пословног дела објекта и свим санитарним просторијама су покривени керамичким плочицама, док у просторијама на спрату – канцеларијама, подови су од паркета лепљеног преко цементне кошуљице.

Целокупна браварија и столарија на објекту је од алуминијума. Застакљени део фасаде на пословном делу објекта је од алуминијумске лаке конструкције по систему полуструктуралне фасаде. Врата на улазу и излазу у простор за технички преглед возила, као и на улазу у радионицу су сегментна гаражна врата.

Класа повредљивости према ЕМС-98

Имајући у виду податке за предметни објекат о систему и квалитету градње (Дунав-центар поседује грађевинску и употребну дозволу), времену градње и да се објекат налази на простору са малим степеном сеизмичности, ЕМС-98 методологијом се може закључити да објекат припада типу D, односно да је у питању објекат АБ конструкције са рамовима уз висок степен асеизмичке градње.

Имајући у виду конструктивни систем и материјализацију објекта, може се закључити да су елементи изведени од негоривих материјала, са високим степеном отпорности према пожару, са изузетком челичне кровне конструкције која захтева неки вид пасивне заштите од пожара.

У оквиру овог рада изабрани су земљотреси као опасности за израду процене ризика од катастрофа.

3. ПОСЕБНИ ДЕО

3.1 ЗЕМЉОТРЕСИ

Земљотрес или потрес настаје услед померања тектонских плоча, кретања Земљине коре или појаве удара. Последица тога је подрхтавање тла због ослобађања велике енергије. Јачина потреса зависи од више чинилаца [5].

Насупрот распрострањеном уверењу да су то ретке појаве, земљотреси се дешавају врло често. На срећу, највећи број је слабијег интензитета који не изазива значајна оштећења. Земљотрес се не може предвидети, али се одговарајућим пасивним и активним мерама, последице од овог хазарда могу редуковати.

Интензитет земљотреса одражава рушилачки ефекат земљотреса на површини терена. Изражава се различитим скалама, најчешће Меркалијевом скалом од 12 степени. Магнитуда земљотреса, с друге стране, представља јединицу мере количине ослобођене енергије у хипоцентру, у жаришту земљотреса. Изражава се Рихтеровом скалом која нема горњу границу, али како до данас није забележен земљотрес јачине 10, обично се представља до 9 јединица [5].

Највероватнији нежељени догађај

За сценарио највероватнијег нежељеног догађаја, као опасност узима се земљотрес интензитета 5 степени MSC (Маркалијева скала).

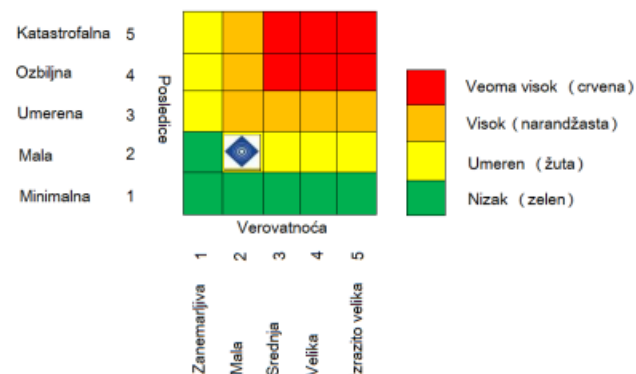
У поподневним часовима 07.02.2022. године долази до земљотреса интензитета 5 MSC који је погодио целу територију општине Зрењанин, у тренутку када се у објекту налази 20 особа. Подрхтавање тла траје 25 секунди. У првих 3 до 5 секунди запослени не реагују значајније. Тек након продужетка подрхтавања, почињу да напуштају објекат. Код једног дела присутних особа у објекту дошло је до појаве панике. Спроводи се евакуација запослених на безбедно место. Приликом напуштања 2 особе су задобиле лакше повреде, у виду огреботина, док је 1 особа повређена због панике приликом напуштања објекта у виду прелома и уганућа. Обавештене су хитне службе. Осталих 17 особа безбедно напуштају објекат. Долази до оштећења канцеларијског простора, плафона у ходнику и код преградних зидова.

Израда матрица ризика

Након анализе штићених вредности, утврђено је да је укупан утицај на живот и здравље 3 повређених и 17 евакуисаних лица. Укупни утицај на економију/екологију је 554.000,00 динара (2.77% буџета), док је утицај на критичну инфраструктуру укупно 100.000,00 динара (0.5% буџета). Процена учесталости овог догађаја је 1 догађај у 20 до 100 година (мала). Последице по живот и здравље људи су мале, последице по економију/екологију мале, а последице по критичну инфраструктуру минималне.

Израчунавањем свих вредности ризика штићених вредности добија се мали степен вероватноће (2), са

малим последицама (2). Укупан ризик, са овим параметрима је умерен.



Слика 3. Матрица укупног ризика за сценарио Ниво ризика

Помоћу Табеле 2., која приказује нивое ризика и начине поступања, може се дефинисати прихватљивост ризика:

Табела 2. Ниво и прихватљивост ризика

	Ниво ризика	Оцена ризика	Одабрано
	Умерен	прихватљив	

Како је укупан ризик, у оквиру сценарија за највероватнији нежељени догађај, умерен (прихватљив) – не постоји потреба за третманом ризика.

Нежељени догађај са најтежим могућим последицама

За сценарио нежељеног догађаја са најтежим могућим последицама, као опасност узима се земљотрес интензитета 7 степени MSC (Маркалијева скала).

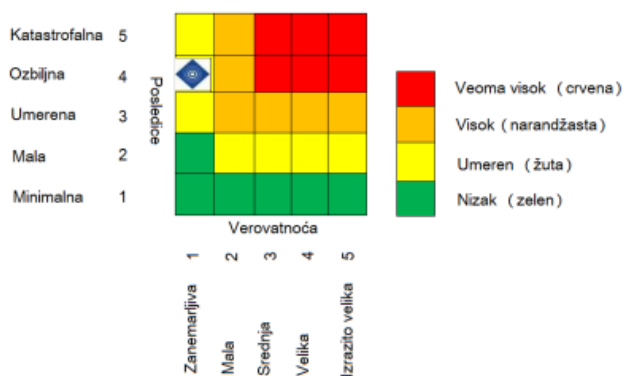
У поподневним часовима 07.02.2023. године долази до земљотреса интензитета 7 МСЦ који је погодио целу територију општине Зрењанин, у тренутку када се у објекту налази 54 особа. Подрхтавање тла траје 35 секунди. У првих 3 до 5 секунди запослени не реагују значајније. Тек након продужетка подрхтавања, почињу да напуштају објекат. Код свих особа у објекту дошло је до појаве панике. Спроводи се евакуација запослених на безбедно место. Приликом напуштања 9 особа су задобиле лакше повреде, у виду огреботина услед пада објеката са полица. Услед панике приликом евакуације, тј. гурања на степеништу приликом напуштања просторија долази до прелома код 3 особе, док је 1 особа смртно страдала услед урушавања дела плафона објекта. Обавештене су хитне службе. Осталих 41 особа безбедно напуштају објекат. Долази до оштећења канцеларијског простора, плафона у ходнику и код преградних зидова.

Израда матрица ризика

Након анализе штићених вредности, утврђено је да је укупан утицај на живот и здравље 1 смртни исход, 12 повређених и 41 евакуисаних лица. Укупни утицај на економију/екологију је 2.691.000,00 динара (13.46% буџета), док је утицај на критичну инфраструктуру укупно 220.000,00 динара (1.1% буџета). Процена учесталости овог догађаја је 1 догађај у 100 година и

ређе (занемарљива). Последице по живот и здравље људи су озбиљне, последице по економију/екологију катастрофалне, док су последице по критичну инфраструктуру умерене.

Израчунавањем свих вредности ризика штићених вредности добија се занемарљив степен вероватноће (1), са озбиљним последицама (4). Укупан ризик, са овим параметрима је умерен.



Слика 4. Матрица укупног ризика за сценаријо

Ниво ризика

Помоћу Табеле 3., која приказује нивое ризика и начине поступања, може се дефинисати прихватљивост ризика:

Табела 3. Ниво и прихватљивост ризика

Ниво ризика	Оцена ризика	Одабрано
Умерен	прихватљив	

Како је укупан ризик, у оквиру сценарија за нежељени догађај са најтежим могућим последицама, умерен (прихватљив) – не постоји потреба за третманом ризика.

4. ЗАКЉУЧАК

Земљотреси се сматрају једним од најопаснијих и најнепредвидљивијих природних хазарда, с обзиром на немогућност предвиђања и смањења ризика од њиховог настанка. У циљу максималне заштите, потребно је имплементирати активне и пасивне мере.

У случају прихватљивог ризика од земљотреса подразумева се предузимање превентивних мера:

- Вршити обуку запослених у циљу реализације што брже и ефикасније евакуације;
- Терет спустити на ниже етаже, а инвентар фиксирати за зидове како не би дошло до падања;
- Одржавати постојеће путеве евакуације и знакове евакуације;
- Упознавање запослених о могућим последицама и понашање приликом таквог догађаја;
- Именовати поверенике и заменике повереника цивилне заштите и њихова обука;
- Разрада плана заштите и спасавања у ванредним ситуацијама.

На основу сценарија за највероватнији нежељени догађај и нежељени догађај са најтежим могућим последицама и резултатима анализе ризика по сценаријима може се закључити да су ефекти по штићене вредности следећи: 1) паника запослених,

која има негативан утицај на ефикасност и безбедност евакуације, због недостатка практичног искуства за понашање у случају појаве земљотреса, што директно утиче на повреде запослених, 2) повреде и смртни исходи; 3) економска штета (трошкови обнове, санације и здравствено збрињавање запослених), и 4) штета по критичну инфраструктуру (водоводне инсталације).

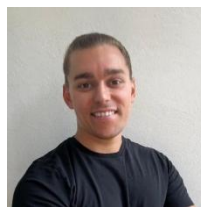
Као најефикаснија превентивна мера за смањење ризика потребно је вршити чешћу обуку брзе и ефикасне евакуације свих запослених и предлаже се инсталација рукохвата на самом степеништу између првог спрата и приземља, како би запослени могли безбедније да се евакуишу низ степенице у случају земљотреса и ради смањења ризика од пада и повреде запослених.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о ванредним ситуацијама ("Сл. гласник РС", бр.111/2009,бр.92/2011,бр.93/2012)
- [2] Закон о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама ("Сл. гласник РС", бр.87/2018)
- [3] Упутство о методологији за израду процене угрожености и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама ("Сл. гласник РС", бр. 96/2012)
- [4] Методологија израде и садржај процене ризика од катастрофа и плана заштите и спасавања ("Сл. Гласник РС", бр.80/2019)
- [5] Министарство унутрашњих послова – Сектор за заштиту и спасавање – презентација савети грађанима о земљотресима: [Sektor za zaštitu i spasavanje \(mup.gov.rs\)](http://mup.gov.rs)
- [6] Материјал за наставу са предмета „Планови заштите и спасавања”, Проф. др Мирјана Лабан, Доц. ДрСлободанШупић.
- [7] European Macroseismic Scale 1998, Едитор: G. Grunthal.
- [8] Министарство унутрашњих послова – Процена ризика од катастрофа у Републици Србији.

Кратка биографија:

Алекса Милошевић рођен је 2000. године, у Зрењанину. У Зрењанину је завршио основну и средњу електротехничку школу „Никола Тесла“. Факултет техничких наука у Новом Саду уписује 2019. године, на смеру Управљање ризиком од катастрофалних догађаја и пожара. Дипломски рад одбранио је 2023. године, а мастер рад брани 2024. године.



Слободан Шупић рођен је 1989. године у Требињу у БиХ. Од 2013. године запослен је на Факултету техничких наука, а од 2020. ради као доцент на Департману за грађевинарство и геодезију, ужа научна област: Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција.



UDK: 624.01

DOI: <https://doi.org/10.24867/31NU03Milosevic>