

## ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД КАТАСТРОФА ОСНОВНЕ ШКОЛЕ БЕЛИ МАНАСТИР DISASTER RISK ASSEMENT OF THE ELEMENTARY SCHOOL IN BELI MANASTIR

Милан Новаковић, Слободан Шупић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област – УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД  
КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА И ПОЖАРА**

**Кратак садржај:** У раду је представљена процена ризика од катастрофа за Основну школу у Белом Манастиру, у Републици Хрватској. Поступак процењивања и садржај Процене су у складу са Упутством о Методологији за израду процене ризика од катастрофа и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама. У истраживачком делу рада, дат је увид у осетљивост објекта образовног система на дејство земљотреса.

**Кључне речи:** *Процена ризика, земљотрес, методологија, образовне установе.*

**Abstract:** *The paper presents a disaster risk assessment of the elementary school in Beli Manastir, Republic of Croatia. The assessment and the content of the assessment are in accordance with the Instruction on the methodology for the disaster risk assessment. In the research part of the paper, an insight into the vulnerability of school buildings in case of an earthquake was given.*

**Keywords:** *Risk assessment, legislation, earthquake, education facility.*

### 1. УВОД

Проценом ризика утврђује се штетно дејство велике несреће, процењује се материјална штета, ниво оштећења објекта, утицај на критичну инфраструктуру, те се врши процена броја жртава, повређених и погођених људи на територији која је захваћена великом несрећом или катастрофом. Израдом процене стварају се услови за израду Плана заштите и спасавања.

Процена која је предмет овог рада, урађена је уз примену Упутства о методологији за израду процене ризика („Сл.гл.РС“, бр. 80/2019) [1] и односи се на Основну школу у Белом Манастиру у Републици Хрватској.

Земљотрес, као догађај за који не постоји систем раног обавештења, може резултовати катастрофалним последицама за подручје удара. Уз преко потребно информисање становништва о начину реаговања у случају земљотреса и обуке оперативних снага заштите и спасавања, примарни вид умањења последица јесте асеизмичко пројектовање које се још не примењује у правој мери на нашим просторима, али и у већим деловима света.

### НАПОМЕНА:

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

Пораст урбаног становништва и изградња високих зграда захтева неодложне промене при правилном пројектовању и извођењу радова на новијим конструкцијама. Последице земљотреса указују на непоштовање прописа асеизмичког пројектовања зграда у подручјима која су повољна за појаву земљотреса већег интензитета према сеизмолошким испитивањима и повратним картама.

Основна школа Бели Манастир налази се у источном делу Републике Хрватске и обухвата објекте школе са наставно-спортском двораном, смештене у ужем центру града Бели Манастир.

За потребе овог рада, неопходни подаци за израду Процене ризика прикупљени су из званичних докумената ОШ Бели Манастир и самосталним истраживањем.

Према Закону о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама [2], израдом Процене ризика може се извршити идентификација опасности, карактер исте као и степен угрожености садржаја за који се Процена израђује. Узимају се у обзир и фактори који могу узроковати или допринети повећању утицаја опасности и последица које за собом може оставити. Упутством о методологији за израду процене ризика („Сл.гл.РС“, бр. 80/2019) [1] налаже се обухватање дванаест група опасности које треба идентификовати и анализирати, док је за потребе овог рада избор ограничен на једну – земљотрес.

### 2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНОСТИ И ПРОЦЕНА РИЗИКА ЗЕМЉОТРЕСА

ОШ Бели Манастир представља критичну инфраструктуру науке и образовања за град и општину. Објекти школе намењени су основном образовању. Већи део објекта је изграђен крајем 1950-их са педиодичном реконструкцијом.

Конструкциони систем је мешовити, конструкција је армирано-бетонска са испуном од пуне опеке. Међуспратна и кровна конструкција школе је монолитна ситноробраста конструкција. Кровна конструкција наставно спортске дворане је дрвена са испуном изолације од хераклита, дебљине 5cm. Подови приземља у читавом објекту постављени су на непропусну бетонску подлогу дебљине 12cm која лежи на тампону од туцаника. Терацо под је постављен у ходницима и санитарним чворовима, а паркет у учионицама и дворани. Кров је коси, са лименим покровом. 2015. године изведена је топлотна изолација фасаде објекта минералном вуном дебљине 12cm. Прозори и врата су

израђени од ПВЦа, иако се на улазима у учионице и кабинете налазе класична дупло-шперована врата која су окачена на штокове од дрвеног масива. Метална врата налазе се на споредном улазу, код простора намењеног за библиотеку, која су уједно и врата отпорна на пожар. Не постоје врата са аутоматским отварањем/затварањем. Објекат поседује један лифт након главног улаза намењен транспорту особа са посебним потребама, уграђен 2015. године.

У оквиру школе запослено је 70 радника, а број ученика износи укупно 462. Због наведених карактеристика, неопходно је анализирати сваки могући неповољан утицај потенцијалних опасности у циљу спречавања негативног дејства последица. Идентификована опасност за коју ће се израдити Процена јесте опасност од земљотреса.

За Процену ризика од земљотреса, потребно је одговорити на следеће параметре:

- постојање система за идентификацију, обавештавање и евиденције;
- објекти угрожени земљотресом;
- организација спровођења мера;
- учесталост, интензитети и последице;
- могућност генерисања других опасности и др [1].

Систем за праћење земљотреса постоји на републичком нивоу, путем мреже сеизмолошких станица у надлежности Сеизмолошке службе Републике Хрватске.

Подаци се објављују са текстуалним и графичким прилозима, на службеним страницама Цивилне заштите, Сеизмолошке службе и осталим релевантним местима. Експериментални систем раног упозоравања о земљотресу ЕЕЊС није имплементиран.

Постоји тзв. систем аутоматске локације земљотреса – подаци долазе у главни центар Сеизмолошке службе Хрватске у Загребу у готово реалном времену (1с – 2с кашњења), подаци се аутоматски обрађују, те се након < 2 мин добива аутоматска локација земљотреса, и главни параметри земљотреса (магнитуда, време настанка, дубина жаришта/хипоцентар, итд.).

Након разорног земљотреса који се догодио 29. децембра 2020. године у близини Петриње, Сеизмолошка служба је обезбедила набавку вредног мобилног комплета инструмената за праћење сеизмичке активности тренутно активне раседне зоне (20 сеизмометара са системом аквизиције података те 20 акселерометара).

У првој половини 2022. године, у делу објекта где се налази школска књижница, постављен је сеизмограф марке *RS4D TURNKEY OUTDOOR*. Сеизмограф фирме *Raspberry Shake* ОШ Јулија Бенеша Илок део је мреже сеизмолошких мерних станица у Републици Хрватској и светске мреже *RS Shake Net* и омогућава прикупљање и бележење података о померању тла. Уређај бележи блиске и удаљене земљотресе, мерења се одвијају непрестано, а амогу се пратити путем интернетске и смартфон апликације *RS Shake Net*.

Асеизмичко пројектовање кључан је фактор у смањењу последица узрокованих земљотресом. Пројектовање отпорности грађевинских конструкција уређено је „Законом о градњи“ (НН 153/13, 20/17, 39/19, 125/19),

„Техничким прописом за грађевинске конструкције“ и попутним нормама које је донело Министарство градитељства и просторног уређења Републике Хрватске. Сеизмолошки ризик обрађује се на државном нивоу и приказује се с привременом сеизмолошком картом сеизмолошких подручја за повратне периоде 50, 100, 200, 500 и више година.

Према сеизмолошком ризику изграђују се и зграде с одговарајућом сеизмичком отпорности, дакле отпорности на земљотрес. Монтажне и кратковекне зграде могу се изводити за ризик повратног периода 50 година, периоду у којем се не очекују јаки земљотреси, па и зграде могу бити мање сеизмичке отпорности.

Породичне, стамбене и сличне зграде могу се уобичајено изводити за стогодишњи, односно повратни ризик од 200 година па су и захтеви за сеизмичком отпорности већи. Високи објекти и јавни објекти где се окупља велики број људи морају задовољити повратни ризик за 500 година.

Према извршеној сеизмотектонској рајонизацији, објекти морају бити пројектовани да издрже удар земљотреса интензитета 8 степени Меркалијеве скале. Најучесталија спратност објеката у граду јесте П+1, док је објекат највеће спратности П+8 стамбена зграда смештена у центру града.

## 2.1. Највероватнији нежељени догађај

За сценарио највероватнијег нежељеног догађаја претпоставља се да се земљотрес интензитета VI<sup>0</sup> Меркалијеве скале јавља у подножју узвишења Банско Брдо поред Белог Манастира. Главни удар јавља се за време прве смене када се у школи налази 200-250 особа. Сва лица су евакуисана из објекта, нема повређених, долази до сметњи у телекомуникацији, до прекида снабдевања електричном енергијом и гасом, уз оштећења водоинсталација, електроинсталација и инсталација гаса. Утицај на економију у виду трошкова износи 3.000.000,00 РСД, док на критичну инфраструктуру износи 1.050.000,00 РСД (подаци су базирани на консултацији са стручним лицем).

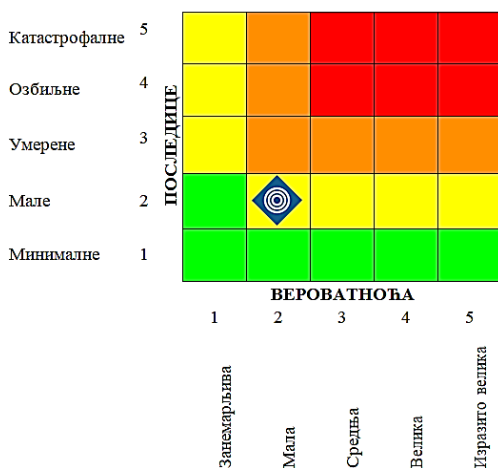
Није претпостављена могућност генерисања других опасности.

## 2.2. Израда матрица ризика

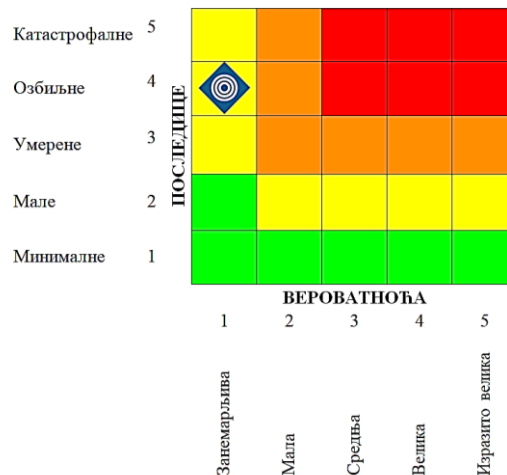
При прегледу утицаја опасности на штићене вредности, укупна материјална штета по економију износи 1,77% буџета Основне школе, док по критичну инфраструктуру износи 0,62%.

На основу стручне процене, процењује се да је учесталост догађаја мала (вероватноћа 1-5%). Величина последица по живот и здравље људи у овом сценарију је катастрофална због потпуне евакуације објекта. Величина последица по економију и критичну инфраструктуру у односу на буџет је минимална.

Средњом вредношћу свих вредности ризика штићених вредности добија се мали степен вероватноће (2) и мале последице (2) за укупан ризик, који је, са овим параметрима, низак.



Слика 1. Матрица укупног ризика



Слика 2. Матрица за укупан ризик

### 2.3. Ниво ризика

Помоћу Табеле 1, која приказује нивое ризика и начине поступања, може се дефинисати прихватљивост ризика:

Табела 1: Ниво и прихватљивост ризика

Ризик	Прихватљивост	Начин поступања	Одлука
Веома висок (црвена)	Неприхватљив	Веома висок и висок ниво ризика, захтевају третман ризика ради смањења на нивоу прихватљивости	
Висок (наранџаста)	Неприхватљив	Висок ниво ризика, захтевају третман ризика ради смањења на нивоу прихватљивости	
Умерен (жута)	Прихватљив	Умерени ризик може да значи потребу предузимања неких радњи	◊
Низак (зелена)	Прихватљив	Низак ризик, може значити да се не предузима никаква радња	

Закључује да је ризик умерен и прихватљив, па самим тим није неопходно предузимати било какве радње по питању начина поступања ради редукције ризика.

### 2.4. Нежељени догађај са најтежим могућим последицама

Код овог сценарија претпостављено је да је земљотрес интензитета VIII Меркалијевог скале. Уз панику затечених особа у објектима школе, земљотрес узрокује пукоине у зидовима, гредама и стубовима, пуцање стакла на прозорима, рушење нефиксираних елемената.

Долази до прекида телекомуникационих канала, оштећења свих инсталација и прекида снабдевања на минимално 10 дана.

Статистичком анализом, утврђено је да утицај овог сценарија на живот и здравље људи за резултат има 35 повређених и 250 евакуисаних. Трошкови по економију износе 22.500.000,00 РСД, док трошкови утицаја на критичну инфраструктуру износе 11.325.000,00 РСД.

### 2.5. Израда матрица

За процену вероватноће догађаја узет је параметар стручна процена, занемарљива вероватноћа (<1%). Материјални трошкови износе 13.26% буџета, док по критичну инфраструктуру износе 6.68% буџета. Величина последица по живот и здравље људи је катастрофална, по економију и критичну инфраструктуру озбиљна.

При изради матрица, добија се степен вероватноће за укупан ризик занемарљив (1), последице озбиљне (3), што даје умерен ниво ризика, како је приказано на сл. 2.

### 2.6. Ниво ризика

Према Табели 2., дефинише се прихватљивост овог ризика помоћу добијеног нивоа ризика:

Табела 2: Ниво и прихватљивост ризика

Ризик	Прихватљивост	Начин поступања	Одлука
Веома висок (црвена)	Неприхватљив	Веома висок и висок ниво ризика, захтевају третман ризика ради смањења на нивоу прихватљивости	
Висок (наранџаста)	Неприхватљив	Висок ниво ризика, захтевају третман ризика ради смањења на нивоу прихватљивости	
Умерен (жута)	Прихватљив	Умерени ризик може да значи потребу предузимања неких радњи	◊
Низак (зелена)	Прихватљив	Низак ризик, може значити да се не предузима никаква радња	

Како је ниво ризика умерен, по питању прихватљивости ризика исти је и у овом сценарију прихватљив. Иако према резултатима није потребан третман ризика, препоручују се мере за смањење ризика на нижи ниво.

### 2.7. Мере за смањење ризика на нижи ниво

Потребно је извршити анализу конструкције према „Смјерницама за израду анализе постојећег стања зграде с приједлогом мјера и проценом инвестиције, 2/3 – механичка отпорност и стабилност“, те спровести потребне реконструкционе кораке како би се обезбедила већа отпорност конструкције на утицај земљотреса.

Потребно је изградити стандардне оперативне поступке за сваку брзо делујућу претњу великом несрећом од стране носиоца оперативног дејства, одвојити финансијска средства у прорачунску резерву намењену за обнову и враћање у функцију угроженог подручја, водити евиденцију о отказима критичне инфраструктуре у виду базе података, изградити оперативни план деловања у случају великих несрећа и припремити одређене тимове цивилне заштите за спровођење мера у случају приоритетне претње и њених ризика, те обезбедити сателитске мобилне телефоне за носиоце појединих активности на терену.

Такође, из разлога што су запослени делимично припремљени за спровођење мера заштите и спашавања у случају акцидента, потребно је вршити упознавање запослених о могућим последицама и понашању приликом акцидента у циљу реализације што ефикасније евакуације и спровођења мера ЗиСа.

Потребно је израдити план смањења ризика, те одржавати предавања о ванредним ситуацијама и начинима поступања у случају несреће.

### 3. ЗАКЉУЧАК

Оштећења приликом земљотреса нису неизбежна. Треба имати на уму да чак и када су испоштоване регулативе и правила асеизмичке градње, објекти нису пројектовани да остану у потпуности нетакнути, поготово у случају појаве мултихазарда. Систем правремене дојаве и раног упозорења не постоји, те изненадни развој ситуације која представља потенцијалну животну опасност код човека може изазвати одређене негативне психолошке ефекте који се манифестују у виду шока или панике и који појединцу представљају отежавајућу околност да тренутно реагује. Важно је остати прибран, спровести потребне мере самозаштите и пружити помоћ онима којима је помоћ потребна без угрожавања сопственог живота.

Проценом ризика Основне школе Бели Манастир представљени су резултати анализе два сценарија и предложене мере за смањење ризика на нижи ниво, како у случају самог објекта, тако и на подручју града и система реаговања. Извршена је анализа оба сценарија (сценарио за највероватнији нежељени догађај и сценарио догађаја са најтежим могућим последицама), а обухвата процену вероватноће догађаја и величину последица по штићене вредности, чему је уследило одређивање нивоа ризика и оцена прихватљивости истог. На основу резултата одређен ниво ризика од земљотреса је умерен за оба сценарија. У складу са тиме, израђене су карте ризика и предложене су мере за смањење ризика на најмањи могући ниво.

Од активних мера потребно је додатно едуковати запослене о спровођењу мера заштите и спасавања и имплементирати најбитнија сазнања и корисне информације везане за понашање у случају акцидента у наставу особама које похађају Основну школу Бели Манастир.

### 4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Упутство о методологији за израду процене ризика („Сл. гл. Републике Србије“, бр. 80/2019)
- [2] Закон о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама („Сл. гл. Републике Србије“, бр. 87/2018)

#### Кратка биографија:



**Милан Новаковић** рођен је 1996. године, у Сомбору. Након завршене гимназије у Белом Манастиру, у Републици Хрватској, уписује Факултет техничких наука у Новом Саду 2016. године, на смеру Управљање ризиком од катастрофалних догађаја и пожара. Дипломски рад одбранио је 2021. године, а мастер рад из области Инжењерство управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара брани 2023. 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.