



Моделовање евакуације Српског народног позоришта у Новом Саду

Evacuation modelling of the Serbian National Theatre in Novi Sad

Теодора Војновић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Студијски програм – УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА И ПОЖАРА

Кратак садржај - У оквиру истраживања спроведена је анализа услова евакуације, прорачун евакуације, креиран је модел евакуације и спроведена је симулација евакуације из Српског народног позоришта у Новом Саду у случају пожара. Циљ рада је да се, путем компаративне анализе резултата добијених софтверским моделом (Патхфиндер) и анализом испуњености техничких захтева безбедне евакуације, установе недостаци и формулише предлог мера за унапређење безбедности од пожара и услова евакуације Српског народног позоришта у Новом Саду.

Кључне речи: евакуација, симулација евакуације, безбедност од пожара, услови евакуације.

Abstract – In the scope of the research, an analysis of evacuation conditions was conducted, an evacuation calculation and model were created, and an evacuation simulation was performed for the Serbian National Theatre in Novi Sad in the event of a fire. The aim of the study is to identify deficiencies and formulate proposals for improving fire safety and evacuation conditions of the Serbian National Theatre in Novi Sad, through a comparative analysis of the results obtained by the software model (Pathfinder) and the assessment of compliance with the technical requirements for safe evacuation.

Keywords: evacuation, evacuation simulation, fire safety, evacuation conditions.

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Мирјана Лабан, ред. проф.

1. УВОД

Приликом пројектовања и изградње објекта, који се гради према закону који уређује област планирања и изградње, мора се обезбедити испуњеност основних захтева заштите од пожара тако да се у случају пожара [1]:

1. Очува носивост конструкције током одређеног времена,
2. Спречи ширење ватре и дима унутар објекта,
3. Спречи ширење ватре и дима на суседне објекте,

4. Омогући сигурна и безбедна евакуација људи.

Уколико дође до пожара брза и безбедна евакуација особа је од великог значаја за њихову сигурност.

Начин остваривања заштите од пожара остварује се [1]:

1. Организовањем и припремањем субјеката заштите од пожара,
2. Обезбеђивањем услова за спровођење заштите од пожара,
3. Предузимањем мера и радњи за заштиту и спасавање људи, материјалних добара и животне средине приликом избијања пожара,
4. Надзором над применом мера заштите од пожара.

Циљ рада је, кроз компаративну анализу резултата добијених путем софтверског модела (engl. Pathfinder) и прорачуном евакуације према [2], дати предлог мера за унапређење безбедности од пожара и услова евакуације Српског народног позоришта у Новом Саду.

2. ПОЖАРИ У ПОЗОРИШТИМА

Позоришта су места окупљања људи ради уживања у драмској, балетској и сценској уметности. Током историје, њихова конструкција се мењала, што је утицало и на отпорност на пожаре. Пожари у позориштима често су имали трагичне последице, а најчешћи узрок били су лако запаљиви материјали у конструкцији и ентеријеру. Због недостатка система за детекцију, дојаву и гашење пожара, мањи пожари су се често претварали у велике катастрофе са бројним жртвама и материјалним штетама што нам показују бројке из претходних великих пожара, културни центар Бени Суеф - Египат [3], Национално позориште - Праг [4], Позориште музичке комедије - Русија [5].

3. СПЕЦИФИЧНОСТИ И ПРЕВЕНЦИЈА ПОЖАРА У ПОЗОРИШТИМА

Историјски пожари у позориштима указују на потребу детаљне анализе ових објеката ради разумевања њихове комплексности и примене адекватних мера заштите. Позоришта су објекти повећаног ризика због велике окупљености људи, запаљивих сценских материјала и сложених техничких система. Основне мере заштите обухватају јасно обележене евакуационе путеве, контролу сценских и електричних инсталација, примену ватроотпорних материјала, формирање пожарних сектора, уградњу система за детекцију и гашење пожара, као и обуку особља за

поступање у ванредним ситуацијама. Применом ових мера обезбеђује се већи ниво безбедности објекта и свих присутних.

4. КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ОБЈЕКТА

4.1 Локација и опис објекта

У студији случаја анализиран је јавни објекат Српско народно позориште, које се налази у Новом Саду и припада централној зони града Новог Сада. Српско народно позориште је удаљено 0,6 km од ватрогасне станице, 2,5 km од полицијске станице 2,5 km и 4,6 km од хитне помоћи.

Зграда Српског народног позоришта припада категорији јавних објеката. Садржи сутерен, приземље и три етажe (Су-2+П+3). Висина објекта је 10 m, површина објекта је 22340,58 m² и има највећу позоришну сцену у Србији.

У јавном објекту се налазе просторије које се могу поделити у три групе, у зависности од намене:

- 1) простор за извођаче и запослене – радни простор,
- 2) простор за публику и извођаче – бине и гледалишта,
- 3) простор за публику – јавни простор (холони и фоајеи).

Према уредби [6] Српско народно позориште је објекат јавне намене и спада у II категорију угрожености од пожара, односно објекте са повећаним ризиком од избијања пожара, јер је максимални број људи који може да борави у објекту 2997 особа.

Грађевинска конструкција објекта изведена је као скелетни армирано-бетонски систем који чине носећи стубови и греде, док су зидови испуне од опеке, блокова, гипс-картонских плоча и панела, у зависности од дела објекта. Спољашњи зидови су изведени од монтажних армирано-бетонских елемената или пуне опеке, а фасада је обложена венчачким мермером са полиуретанском термоизолацијом. Унутрашњи зидови су малтерисани и бојени, а у холонима и фоајеима су обложени ламинатним зидним плочама. Подови су изведени од различитих материјала — бетона, керамичких плочица, паркета, ламината, тепиха и вештачког камена — у складу са наменом простора. Столарија је изведена делимично од дрвета, а делимично од ПВЦ материјала.

Објекат поседује три главна улаза/излаза у приземљу, и то двокрилна врата ширине 1,8 m и једна једнокрилна врата ширине 1,2 m, која уједно служе као и евакуациони излази.

4.2. Евакуациони путеви

Путеве евакуације у објекту чине ходиници и степеништа.

У објекту се налазе три степеништа која се пружају од коте -3,20 m до +6,80 m. На свакој етажи постављена су двокрилна пожарна врата, укупно дванаест, која су повезана са системом за аутоматску дојаву пожара. Врата се у редовним условима држе отвореним помоћу електромагнетних држача, а у случају активације система за дојаву пожара, магнети се

аутоматски деактивирају, врата се затварају и спречава се ширење дима и ватре.

4.3. Примењене мере безбедности од пожара

Контрола квалитета перформанси безбедности од пожара је спроведена квалитативном методом - чек листом према одговарајућем правилнику [2], и обухваћени су сви посебни системи и мере у Српском народном позоришту.

У објекту Српског народног позоришта су изведени следећи системи заштите од пожара:

1. систем аутоматске и ручне дојаве пожара,
2. стабилни систем за гашење пожара – Дренчер систем,
3. систем вентилације и одимљавања,
4. паник расвета,
5. унутрашња и спољашња хидрантска инсталација и
6. мобилни уређаји за гашење пожара.

У свим просторијама су постављени планови евакуације и упутства за поступање у случају пожара као и путокази евакуације.

5. МОДЕЛОВАЊЕ ЕВАКУАЦИЈЕ

Према [2] је спроведен прорачун максималног броја лица који може да се безбедно евакуише из објекта Српско народно позориште. Према овом прорачуну из објекта може да се безбедно евакуише 2997 лица.

Прорачун евакуације за Српско народно позориште је спроведен путем претпостављеног очекиваног сценарија према правилнику [2]. Овим правилником су дефинисани основни параметри за прорачун евакуације као и услови које простори за боравак људи, коридори евакуације и излази треба да задовољавају.

За овај сценарио је узето у обзир да се из објекта евакуише 1483 лица у 3 етапе евакуације.

У I етапи евакуације евакуише се 850 особа, од полазног места - партер велике дворане и део са велике бине, до првог излаза - врата од дворане. Време срачунато за I етапу износи 134,02s.

У II етапи евакуације, од првог излаза - врата од велике дворане, кроз ходник и степенишни простор, до крајњег излаза, евакуише се 1483 лица. Особама из велике дворане (850) придружују се особе из партера велике дворане, хола велике и мале дворане, фоајеа велике и мале дворане, ложа и позоришног клуба, њих укупно 633. Од укупног броја лица на првом крајњем излазу ће се евакуисати 1248 лица а на други крајњи излаз њих 235. Време срачунато за II етапу износи 442,95s.

У IV етапи евакуације, од крајњег излаза до безбедног места, се евакуише 1483 лица. Време срачунато за IV етапу износи 13,33s.

Усвојено укупно време за евакуацију лица према дефинисаном сценарију је 770s.

Модел симулације евакуације пружају пројектанту могућност добијања графичких информација о местима формирања уских грла, и такође олакшава одабир мера које би се могле имплементирати на

објекту како би се смањило време потребно за евакуацију.

Применом софтверског алата *Pathfinder*, намењеног за израду симулација евакуације, извршено је рачунарско моделовање евакуације. Патхфиндер подржава два режима кретања у симулацији. У управљачком режиму (енгл. *Steering mode*), актери користе систем за управљање да би се кретали. Овај режим покушава да опонаша људско понашање и кретање. У SFPE (енгл. *Society of Fire Protection Engineers*) режиму актери не покушавају да избегну један другог и дозвољено им је да се преплићу, али врата намећу границу протока, а брзина се контролише густином [7].

Према правилнику [2] усвојено је да брзина хода по равном износи 1,5 m/s.

У Патхфиндер-у је креиран модел евакуације и спроведена је симулација у циљу добијања што реалнијих резултата.

Анализирана су два сценарија:

Сценарио 1 - очекивани сценарио (реалан сценарио према стварним условима у згради),

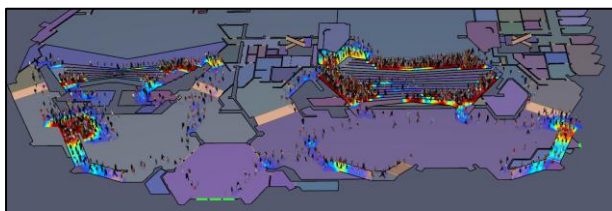
Сценарио 2 - пожељни сценарио (односи се на унапређено стање; моделу зграде је додато спољашње степениште као предложена мера за унапређење).

Анализирани сценарији се разликују по броју крајњих излаза из зграде а самим тим и по броју лица која се упућују на одређене излазе.

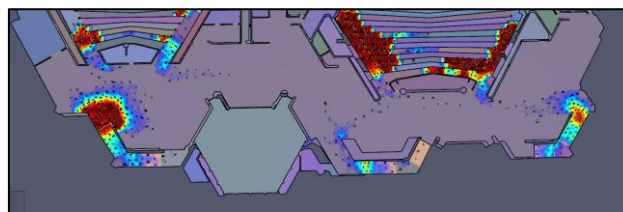
Почетна тачка кретања лица за оба сценарија је из партера велике дворане као простора у ком према прорачуну максималног броја лица може да борави највише лица. Овим лицима се кроз ток евакуације придружују и лица из осталих делова објекта и сусрећу се са њима на крајњим излазима из објекта. Евакуације лица се поред партера велике дворане изводи и са партера мале дворане, фоеја велике и мале дворане, ложа, позоришног клуба и хола велике и мале дворане.

5.1 Сценарио 1

Сценарио 1 приказује евакуацију корисника објекта у којој се корисници свих етажа истовремено активирају (Слика 1 и Слика 2). За анализирани сценарио у обзир је узето 1483 лица која се евакуишу из објекта односно из партера велике и мале дворане, фоеја велике и мале дворане, ложа, позоришног клуба и хола велике и мале дворане (посетиоци и запослени).



Слика 1. Евакуација у првом сценарију – Приземље



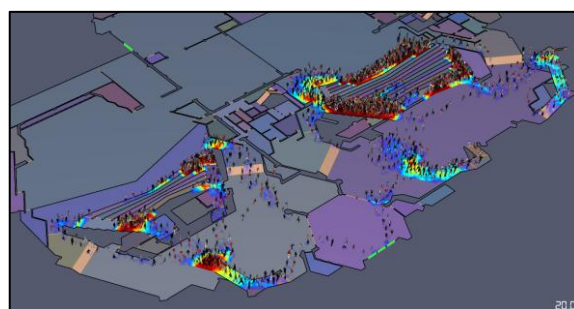
Слика 2. Евакуација у првом сценарију – I спрат

Симулација евакуације је спроведена у три етапе евакуације, као и у прорачунском моделу. Време евакуације добијено применом софтверског модела износи 4,19 min (227,8 секунди).

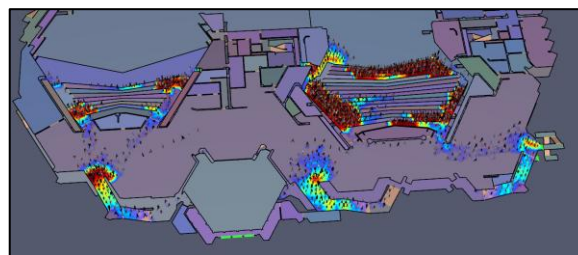
На сликама (Слика 1 и 2) је прошло 20s од почетка евакуације и укупно се евакуисало 33 лица. Приметно је да је дошло до загушења на излазима из партера велике и мале дворане, као и на степенишном простору из фоеја велике и мале дворане. У свим интервалима симулације су присутне исте критичне тачке уз додатна загушења која настају на крајњим излазима из објекта, што омогућава сагледавање постојећих проблема и имплементирање превентивних мера.

5.2 Сценарио 2

Сценарио 2 приказује евакуацију корисника објекта у којој се корисници свих етажа истовремено активирају (Слика 3 и Слика 4). За анализирани сценарио у обзир је узето 1483 лица која се евакуишу из објекта, односно из партера велике и мале дворане, фоеја велике и мале дворане, ложа, позоришног клуба и хола велике и мале дворане (посетиоци и запослени). Поступак евакуације за други сценарио са I спрата и приземља се изводи исто као и у првом сценарију само што се сада одређеном броју актера додељује нова одредница - да иду и на спољно степениште. Време евакуације добијено применом софтверског модела износи 4,17 min (226,5 секунди).



Слика 3. Евакуација у другом сценарију –Приземље



Слика 4. Евакуација у другом сценарију – I спрат

На претходним сликама (Слика 3 и Слика 4) видимо да је прошло 20s од почетка евакуације и да се евакуисало 35 лица што је за 2 лица више у односу на Сценарио 1. Као и у Сценарију 1, видимо да постоје исте критичне тачке у току евакуације иако је моделу додато спољно пожарно степениште.

За потребе другог сценарија у оквиру модела креирано је спољно пожарно степениште које је незнатно утицало на брзину евакуације и на скраћење пута евакуације. У односу на први сценарио сада се један део актера кретао кроз безбедан простор (спољним пожарним степеницама) и брже су дошли до безбедног места.

6. ОЦЕНА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА И МЕРЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ УСЛОВА ЕВАКУАЦИЈЕ

Анализом система евакуације из велике дворане утврђено је да је процес организован у више етапа, што омогућава контролисано кретање лица, али и открива бројне недостатке у функционалности. У првој етапи евакуације, време кретања до првих излаза износи приближно 134 секунде и налази се у оквиру прописаних норми, док у другој етапи, од првих до крајњих излаза, време износи око 443 секунде, што премашује дозвољене вредности. Симулација је показала појаву „чепова” и застоја у зонама сужења и код првих излаза, као и преоптерећење излаза И31, док је излаз И32 делимично неискоришћен. Прорачуном је добијено укупно време евакуације од 770 секунди, односно 13 минута и 23 секунде, што указује на недовољну пропусност и неповољну организацију евакуационих путева. Симулацијом евакуације добијено време за *Сценарио 1* износи 4,19 min а за *Сценарио 2* износи 4,17 min. Према овим резултатима видимо значајну разлику у добијеним временским интервалима евакуације прорачунском методом и методом софтверске симулације.

Резултати показују да су уочени недостаци у организацији евакуације, посебно због недовољне пропусности излаза и појаве загушења при кретању луди на појединим коридорима. Поређењем два сценарија — креираних на основу постојећег и побољшаног стања - са додатним спољним пожарним степеништем — утврђено је минимално смањење укупног времена евакуације (за 1,3 секунде), али значајније побољшање у равномернијем распореду кретања лица. Анализа је указала и на потребу ревизије пожарних сектора, проширења коридора и повећања броја првих и крајњих излаза, како би се скратило пут и време евакуације.

Поред техничких мера, наглашена је важност континуиране едукације запослених и корисника, спровођења редовних обука и показних вежби, што представља кључни фактор у подизању безбедносне културе и смањењу ризика од пожара.

7. ЛИТЕРАТУРА

[1] Закон о заштити од пожара („Службени гласник РС“, број 20/2015),

https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_od_pozara.html, Приступљено 31.10.2025,

[2] Правилник о техничким нормативима за заштиту од пожара стамбених и пословних објеката и објеката јавне намене ("Сл. гласник РС", бр. 22/2019),

<https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik-tehnickim-normativima-zastitu-pozara-stambenih-poslovnih-objekata-objekata.html>, Приступљено 31.10.2025,

[3] Др. Енг Надер (2005) "Riad The fire at Beni Suef Cultural Palace", [A002321.pdf](#), Приступљено 31.10.2025,

[4] Thomas Smith (2024) "Fire at Prague's National Theatre forces evacuation, tramdisruption", <https://www.expats.cz/czech-news/article/fire-breaks-out-at-prague-s-national-theatre>, Приступљено 31.10.2025,

[5] "Три особе су повређене у пожару у музичком позоришту у Хабаровску", <https://newdaynews.ru/incidents/838556.html>, Приступљено 31.10.2025,

[6] Уредба о разврставању објеката, делатности и земљишта у категорије угрожености од пожара, <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2010/76/3/reg>, Приступљено 31.10.2025,

[7] "Thunderhead : Pathfinder user manual", <https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>, Приступљено 31.10.2025.

Кратка биографија:



Теодора Војновић, рођена је у Новом Саду, Република Србија, 1998. године. Основне студије на Факултету техничких наука, Нови Сад, смер Управљање ризиком од катастрофалних догађаја и пожара завршила је 2021. године.

Контакт:
teodora.vojnovic12345@gmail.com