



**PRELIMINARNA PROCENA RIZIKA OD POPLAVA DUNAVA ZA TERITORIJU  
NOVOG SADA**

**PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE DANUBE FLOOD RISK FOR THE TERRITORY  
OF NOVI SAD**

Cveta Lazić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – UPRAVLJANJE RIZIKOM OD  
KATASTROFALNIH DOGAĐAJA I POŽARA**

**Kratak sadržaj** – *Primenom propisa Republike Srbije izrađena je Preliminarna procena rizika od poplava za Novi Sad, u cilju procene postojećih i potencijalnih rizika od poplava. Analizom poplava koje su se dogodile u prošlosti, verovatnoće pojave budućih poplava, karakteristika terena i hidroloških karakteristika utvrđeno je da je oko 80% naselja Novi Sad ugroženo poplavama, što je prikazano na karti poplavnog područja.*

**Ključne reči:** *Poplave, prevencija, procena rizika*

**Abstract** – *Applying the regulations of the Republic of Serbia, a preliminary flood risk assessment for Novi Sad was created, with the aim of assessing existing and potential flood risks. The analysis of floods that occurred in the past, the probability of occurrence of future floods, terrain characteristics and hydrological characteristics determined that about 80% of Novi Sad settlements are threatened by floods, which is shown on the map of the flood area.*

**Keywords:** *Flood, prevention, risk assessment*

**1. UVOD**

Poplave predstavljaju pokrivenost vodom zemljišta koje inače nije pokriveno vodom, a mogu dovesti do štetnih posledica po život i zdravlje ljudi, životnu sredinu i materijalna dobra. Procene Svetske zdravstvene organizacije ukazuju na to da su poplave najučestalija prirodna katastrofa, da je njihova pojava u porastu i očekuje se da će nastaviti da raste zbog klimatskih promena [1]. Preliminarna procena rizika od poplava je dokument koji se izrađuje kako bi se izvršila procena postojećih i potencijalnih rizika, analizirali podaci o poplavama iz prošlosti i faktori koji dovode do povećanja poplavnog rizika. Izrađuje je Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede za teritoriju Republike Srbije na osnovu Zakona o vodama ("Sl. glasnik RS", br. 95/2018) i Pravilnika o utvrđivanju metodologije za izradu preliminarne procene rizika od poplava ("Sl. glasnik RS", br. 1/2012), prema kojima mora da sadrži: opis poplava iz prošlosti, verovatnoću sličnih pojava u budućnosti, potencijalne štetne posledice budućih poplava, karte osnovnih sadržaja i karte poplavnih područja.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Kolaković, red. prof.**

U ovom radu izrađena je Preliminarna procena rizika od poplava za gradsko naselje Novi Sad, prema prethodno navedenoj zakonskoj regulativi.

Izrada je izvršena kroz pet faza, prema zahtevanom sadržaju, koje obuhvataju karte osnovnih sadržaja, opis poplava iz 1940. i 1965. godine, procenu verovatnoće budućih poplava, karte poplavnih područja (lokacija poplave iz 1940. i lokacija budućih poplava) i procenu potencijalnih štetnih posledica poplava u budućnosti.

**2. PRELIMINARNA PROCENA RIZIKA OD  
POPLAVA**

Prema sadržaju Preliminarne procene rizika od poplava koji je definisan zakonskom regulativom koja se odnosi na zaštitu od poplava, u nastavku rada je prikazana procena za Novi Sad.

**2.1. Karte osnovnih sadržaja**

Karte osnovnih sadržaja u proceni moraju sadržati: topografiju, hidrografiju, pedologiju, način korišćenja zemljišta, naseljena mesta, državnu granicu i granice autonomnih pokrajina i jedinica lokalnih samouprava, granice vodnih područja, podslivova i melioracionih područja [2]. Prema kartama osnovnih sadržaja i podacima prikupljenim u vezi sa njima, predstavimo osnovne podatke za teritoriju za koju je izvršena procena.

Novi Sad se nalazi na teritoriji Republike Srbije, u središnjem delu autonomne pokrajine Vojvodine, većim delom se prostire na području Panonske nizije, na 72 do 80 m nadmorske visine i leži na obali Dunava, na 1255. kilometru njegovog toka i na ušću magistralnog kanala Dunav – Tisa – Dunav [3].

Morfološke jedinice na kojima se prostire Novi Sad su: lesna terasa, aluvijalna terasa i nekadašnje inundaciono područje Dunava [4]. Visinske kote na morfološkim jedinicama u Novom Sadu su prikazane u nastavku:

- aluvijalna terasa – apsolutne kote su 78 do 80 m (ima i viših oko 81 m i nižih oko 77 m),
- lesna terasa – po obodu 82 do 83 m,
- bivše inundaciono područje – oko 75 do 77 m [4].

Unutar građevinskog područja prostor je namenjen za javne površine, stanovanje, poslovanje, poljoprivredne, šumske i prirodni bliske namene [5].

## 2.2. Opis značajnih poplava iz prošlosti

U prošlosti, Novi Sad je bio više puta pogođen poplavama, ozbiljne poplave su pogodile grad 1770, 1876, 1940. i 1965. godine. U ovom radu su analizirane poplave iz 1940. i 1965. godine.

23. marta 1940. godine počela je odbrana od poplava pri vodostaju od +586 cm, 31. marta je prevaziđen apsolutni maksimalni vodostaj Dunava u Novom Sadu (+659 cm) iz 1926. godine, a 5 dana kasnije je dostignut novi apsolutni maksimum od +706 cm [4]. Tokom ove poplave poplavljene su gradske četvrti Adamovićevo naselje (Telep) i Podbara (slika 2), pri čemu je srušeno 714 kuća, od kojih 90% na Telepu, a ostatak na Podbari [4]. Oko 3000 stanovnika na Telepu je ostalo bez krova nad glavom, pa su morali biti smešteni u železničke vagone na teretnoj stanici ili kod rođaka [4]. Vanredna odbrana je trajala do 21. aprila, a redovna do početka maja, pri čemu se radilo na zatvaranju nasipa i sanaciji poplavljenih delova grada [4].

Tokom 1965. godine u Novom Sadu odbrana od poplava je trajala 128 dana, odnosno od 2. do 16. aprila, zatim od 30. aprila do 20. avgusta, a vodostaj je dostigao nivo od +778 cm i tako prevazišao prethodni maksimum iz 1940. godine [4]. Opasnost je pretila svakom metru nasipa, a posebno Novom Sadu i mestima na aluvijalnoj terasi [4]. Kada je nivo vode dostigao +650 cm i imao tendenciju daljeg rasta, 26. maja, mobilisano je odraslo stanovništvo i formiran je gradski štab za odbranu od poplava [4]. Dan kasnije došlo je do proboja nasipa kod Čelareva, ali i pre proboja je postojala opasnost da može doći do proboja i da će biti ugroženo bivše inundaciono područje Dunava i deo aluvijalne terase do kanala, pa su građeni lokalizacioni nasipi [4]. Veoma slaba deonica je bila između Šumske ulice (Guskov salaš) i porušenog železničkog mosta na dužini oko 5 km [4]. Usled napornog truda svih učesnika u odbrani od poplava 1965. godine naselje Novi Sad je sačuvano od poplava.

## 2.3. Verovatnoća budućih poplava

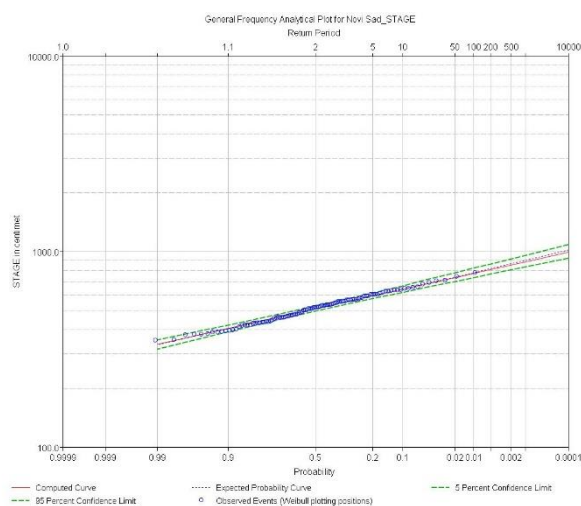
Za potrebe određivanja verovatnoće pojave budućih poplava u ovom radu korišćen je niz maksimalnih godišnjih vodostaja u periodu od 1916. do 2020. godine.

Verovatnoća je određena logPirson III raspodelom, primenom softverskog paketa HEC-SSP 2.0. Istraživanjima je utvrđeno da obeležje maksimuma vodostaja i proticaja ima logPirson III raspodelu, a US Water Resources Council (WRC) je navedenu raspodelu proglasio baznom za proračun velikih voda [6]. Primenjeni softverski paket, takođe, preferira logPirson III raspodelu, a razvijen je od strane vojno-inženjerskog tima Sjedinjenih Američkih Sržava, između ostalog, primenjuje se za statističku analizu verovatnoće pojave hidroloških veličina prema podacima sa mernih stanica [6].

Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 1 i na slici 1, gde vidimo da je vodostaj povratnog perioda 100 godina (1% verovatnoće) 773,64 cm, a vodostaj povratnog perioda 1000 godina 887,39 cm. Možemo zaključiti da je verovatnoća pojave vodostaja od 706 cm (1940. god), ~3,77%, a povratni period oko 26,5 godina. Povratni period vodostaja 778 cm (1965. god) je približno 100 godina, odnosno verovatnoće 1%.

Tabela 1. Statistička analiza maksimalnih godišnjih vodostaja Dunava kod Novog Sada za period od 1916. do 2020. godine

Verovatnoća (%)	Kriva verovatnoće pojave Vodostaj (cm)	Očekivana kriva verovatnoće Vodostaj (cm)
0,01	993,50	1021,60
0,1	887,39	902,71
0,5	809,09	817,93
1,0	773,64	780,29
2,0	736,70	741,47
5,0	684,57	687,36
10,0	641,36	643,01
20,0	592,69	593,48
50,0	509,65	509,65
80,0	438,27	437,69
90,0	405,05	404,01
95,0	379,52	377,98
99,0	335,91	333,06



Slika 1. Statistička analiza maksimalnih godišnjih vodostaja Dunava kod Novog Sada za period od 1916. do 2020. godine

Sadašnje merodavne velike vode su određene statističkom analizom uzoraka od 1947. do 1967. godine, pri čemu je određeno da je vodostaj 1% verovatnoće 805 cm [6]. Činjenica da je statistička analiza obuhvatila niz u koji je ušao najveći zabeleženi vodostaj Dunavom kod Novog Sada (1965. godine) i mali broj podataka može uticati na tačnost rezultata u smislu dobijanja većih vrednosti [6]. Relevantni podaci se dobijaju ukoliko se uzme veći uzorak, pri čemu je potrebno da bude homogen [6].

## 2.4. Karte poplavnih područja

Pomoću softverskog alata Quantum GIS (QGIS) izrađena je karta na kojoj je prikazana lokacija poplave 1940. godine, odnosno poplavljeno područje tokom nje (slika 2). Tokom poplave 1965. godine bili su poplavljene delovi van naselja Novi Sad, pa nije prikazano na karti.

Kako bi odredili lokacije mogućih budućih poplava uzimamo u obzir nivo vode tokom prethodnih poplava, kao i nivoe vode određene statističkom analizom, karakteristike terena i sistem za zaštitu od poplava. Razmatrani vodostaji za buduće poplave su u tabeli 2.

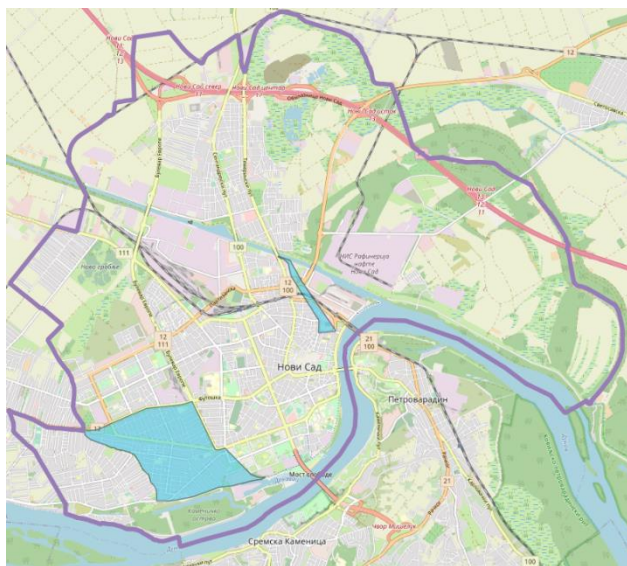
Tabela 2. Razmatrani vodostaji za buduće poplave

Scenario	Vodostaj
Poplava 1940. godine	706 cm (78,79 m n.J.m)
Poplava 1965. godine	778 cm (79,51 m n.J.m)
T=100 godine	773,64 cm (79,47 m n.J.m)
T=1000 godine	887,39 cm (80,6 m n.J.m)

Nasipi u Novom Sadu su dimenzionisani za poplavu povratnog perioda 100 godina sa nadvišenjem krune od 1,2 m, pa ako uzmemo u obzir vodostaj povratnog perioda 100 godina koji je dobijen tadašnjim proračunom, visina nasipa iznosi 80,98 m. Na osnovu toga možemo zaključiti da je njegova visina veća i od vodostaja povratnog perioda 1000 godina definisanog u ovom radu. Uprkos tome, može doći do otkaza njegove funkcije, te je Novi Sad svakako ugrožen poplavama i moraju se razmatrati sve posledice istih.

Poređenjem prethodno navedenih vodostaja Dunava (tabela 2) i nadmorskih visina terena, zaključujemo da poplavna područja obuhvataju inundaciono područje i aluvijalnu terasu, jer svi navedeni vodostaji prevazilaze nadomorsku visinu inundacije i nalaze se u opsegu od 78,79 do 80,6 m, približno kao i aluvijalna terasa. U sva 4 scenarija vodostaj prevazilazi 77 m, što znači da bi u svim scenarijima celo inundaciono područje bilo poplavljeno.

Primenom QGIS-a na karti su označena poplavna područja, odnosno inundaciono područje i aluvijalna terasa (slika 3).



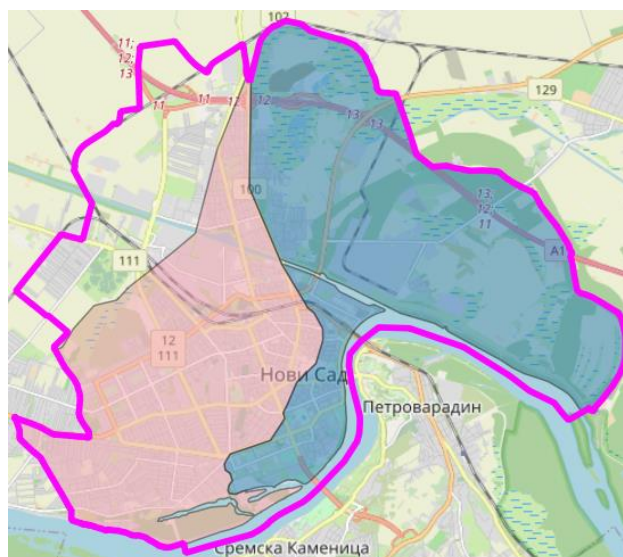
Slika 2. Poplavljena područja Novog Sada 1940. godine

## 2.5. Potencijalne štetne posledice budućih poplava

Proračunom površine poplavnog područja primenom QGIS-a, možemo primetiti da je poplavama ugroženo oko 83% gradskog naselja Novi Sad (~64,06 km<sup>2</sup>), odnosno površina inundacionog područja i aluvijalne terase.

Broj stanovnika naseljenog mesta Novi Sad iznosi 258.543 [3], a kako je u neugroženom delu naselja uglavnom industrijska zona, možemo smatrati da je ugroženo svo stanovništvo.

Poplave imaju veoma nepoželjne posledice po ljude, od narušavanja fizičkog i psihičkog stanja, do gubitka života. Poplave dovode do poremećaja zdravstvenog sistema, hemijskih opasnosti i oštećenja osnovne infrastrukture [1].



Slika 3. Poplavna područja u Novom Sadu - bivše inundaciono područje (plava boja) i aluvijalna terasa (roza boja)

Kao i tokom poplave 1940. godine, kada je na Telepu srušeno 714 kuća i 3000 osoba ostalo bez krova nad glavom, i tokom budućih poplava možemo očekivati negativne posledice po objekte u poplavljenoj području. Pored objekata stambene namene, ugroženi su i poslovnici i javni objekti.

Ugrožene su obrazovne ustanove, pri čemu poplava može dovesti do obustave nastave u tim objektima. Na teritoriji naselja Novi Sad nalaze se radne zone, što može dovesti do dodatnih opasnosti tokom poplava, neke od njih su kontaminacija vode i zemljišta i požar.

U Pravilnu o utvrđivanju metodologije za izradu preliminarne procene rizika od poplava („Sl. glasnik RS“, br. 1/2012) nije navedena metodologija za procenu mogućih štetnih posledica budućih poplava, samo je navedeno da se one određuju na osnovu topografije terena, tipa i načina korišćenja zemljišta, hidroloških karakteristika vodotoka, efikasnosti sistema za zaštitu od poplava, položaja naseljenih oblasti i područja privrednih aktivnosti, planova dugoročnog razvoja i uticaja klimatskih promena.

Veoma je važno detaljno izvršiti analizu mogućih štetnih posledica budućih poplava, kako bi mogli proceniti rizik.

U nastavku teksta ukratko je prikazana metodologija za procenu štetnih posledica poplava preuzeta iz pisanog materijala za pripremu udžbenika autora Doc. dr Slobodana Kolakovića.

Potrebno je utvrditi šta sve obuhvataju štetne posledice poplave, odnosno procenom, pored direktnih, moraju biti obuhvaćene i indirektno štete i prikupiti neophodne podatke [7]. Na kraju je neophodno izvršiti proračun štete od poplava izračunavanjem rizika u €/god, prema formuli (1) [7].

$$\bar{S} = \int_{P_0}^{P_{max}} S(P) dP \sim \sum_{i=1}^m \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot \Delta P_i \quad (1)$$

gde je:



- $\bar{S}$  – očekivana prosečna šteta u €/god,
- $S(P)$  – pojedinačna šteta planirane poplave verovatnoće pojave  $P$ ,
- $P_0$  и  $P_{max}$  – verovatnoća najmanje и najveće poplave koja je izazvala štetu [7].

### 3. ZAKLJUČAK

U radu je izrađena Preliminarna procena rizika od poplava za naselje Novi Sad, prema zakonskoj regulativi Republike Srbije koja se odnosi na zaštitu od poplava.

Verovatnoća pojave budućih poplava je određena za niz maksimalnih godišnjih vodostaja od 1916. do 2020. godine, pomoću softverskog paketa HEC-SSP 2.0, primenom LogPirson III raspodele. Analizom je utvrđeno da je vodostaj povratnog perioda 100 godina 773,64 cm, a da je verovatnoća pojave vodostaja 706 cm oko 3,77% i vodostaja 778 cm oko 1%.

Primenom QGIS-a kreirane su karte poplavnih područja sa lokacijama poplavljenog područja tokom poplava 1940. godine i sa lokacijama budućih poplava. Analizom nadmorskih visina inundaconog područja i aluvijane terase, ali i razmatranih vodostaja budućih poplava, zaključuje se da su oba područja ugrožena tokom budućih poplava u slučaju otkaza funkcije nasipa.

Prema kartama poplavnih područja utvrđeno je da je oko 80% naselja Novi Sad ugroženo poplavama. Uz pretpostavku da većina stanovnika živi na definisanom ugroženom području, možemo zaključiti da je poplavama ugroženo 258.543 stanovnika. Poplave mogu prouzrokovati veoma ozbiljne posledice po život i zdravlje ljudi, a pored uticaja na ljude, poplave imaju negativne posledice i po materijalna dobra i životnu sredinu.

U cilju preciznijeg utvrđivanja štetnih posledica poplava u daljem istraživanju je potrebno kreirati digitalni model terena za naselje Novi Sad i napraviti simulaciju poplave za definisane vodostaje. Rezultati te analize bi prikazali precizna poplavna područja za sve vodostaje. Pravilnikom o utvrđivanju metodologije za izradu Preliminarne procene rizika od poplava („Sl. glasnik RS“, br. 1/2012) nije definisana precizna metodologija za izradu procene štetnih posledica poplava, koja je neophodna za tačnu procenu rizika.

### 4. LITERATURA

- [1] "World Health Organization," [Online]. Available: [https://www.who.int/health-topics/floods#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/floods#tab=tab_1). [Accessed 31 March 2022].
- [2] *Pravilnik o utvrđivanju metodologije za izradu preliminarnе процене ризика од поплава*, Београд: Службени гласник Републике Србије, 1/2012.
- [3] „Канцеларија за локални економски развој“, 2010. [На мрежи]. Available: [http://www.novisadinvest.rs/sites/default/files/dokumenti/profil\\_zajednice\\_novi\\_sad.pdf](http://www.novisadinvest.rs/sites/default/files/dokumenti/profil_zajednice_novi_sad.pdf). [Последњи приступ 27 мај 2022].
- [4] Ж. Милошев, *Поплаве у Новом Саду током просторног развоја града 1770 - 1965*, Нови Сад: ЈВП "Воде Војводине", 2005.
- [5] Генерални план града Новог Сада до 2021. године, Нови Сад: ЈП "Урбанизам", Завод за урбанизам Нови Сад, 1999.
- [6] С. Колаковић, *Модел управљања поплавама на равничарским рекама на примеру Дунава кроз Србију*, Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2017.
- [7] С. Колаковић, *Писани материјал за припрему уџбеника*.

#### Kratka biografija:

**Cveta Lazić** rođena je u Rumi 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Upravljanje rizikom od katastrofalnih događaja i požara odbranila je 2022.god.  
kontakt: cvetalazic@uns.ac.rs