



Miodrag JOVANOVIĆ, Dušan PRODANOVIĆ,  
Jasna PLAVŠIĆ, Nikola ROSIĆ, Predrag SRNA,  
Miloš RADOVANOVIĆ

## JEDAN PRIMER KARTIRANJA RIZIKA OD POPLAVA U SRBIJI ONE EXAMPLE OF CREATING FLOOD RISK MAPS IN SERBIA

### REZIME

U ovom radu se razmatra problematika izrade karata rizika od poplava, sa osvrtom na metodološka načela i konkretne probleme primene tih načela u praksi. Kao ilustrativan primer korišćena je izrada karata rizika od poplava na području opštine Čačak. Izneta su iskustva u vezi sa rešavanjem niza problema koji su se javili u toku realizacije ovog projekta.

**Ključne reči:** poplave, karte rizika od poplava

### SUMMARY

This paper deals with problems of creating flood risk maps, considering methodology and problems of its implementation in practice. A case study, pertaining to production of flood hazard and flood risk maps for municipality Čačak in Serbia is used as an illustrative example of how to solve various problems facing such projects.

**Key words:** floods, flood risk maps

### 1. UVOD

Poslednjih decenija upravljanje rizikom od poplava je postala važna vodoprivredna tema u svetu [3], [4], [7]. Evropska Direktiva o upravljanju rizikom od poplava Evropskog parlamenta i Saveta (FRMD - Flood Risk Management Directive 2007/60/EC [1]) doneta je sa ciljem da se unapredi zaštita od budućih poplava i definišu mere upravljanja rizikom od poplava. Zakonom o vodama iz 2010. godine [1] definisana je obaveza kartiranja plavnih zona i rizika od poplava u Srbiji i definisane su odgovarajuće nadležnosti. Kako kod nas još uvek nisu uspostavljeni tehnički standardi u ovoj oblasti, studija ugroženosti od poplava na području opštine Čačak [1] je bila pionirski pokušaj da se na konkretnom primeru ispune zahtevi FRMD i Zakona o vodama u pogledu sadržaja, obrade i načina prezentacije karata rizika od poplava. U nastavku se navode problemi koji su se javili u toku izrade ove studije i opisuje način njihovog rešavanja.

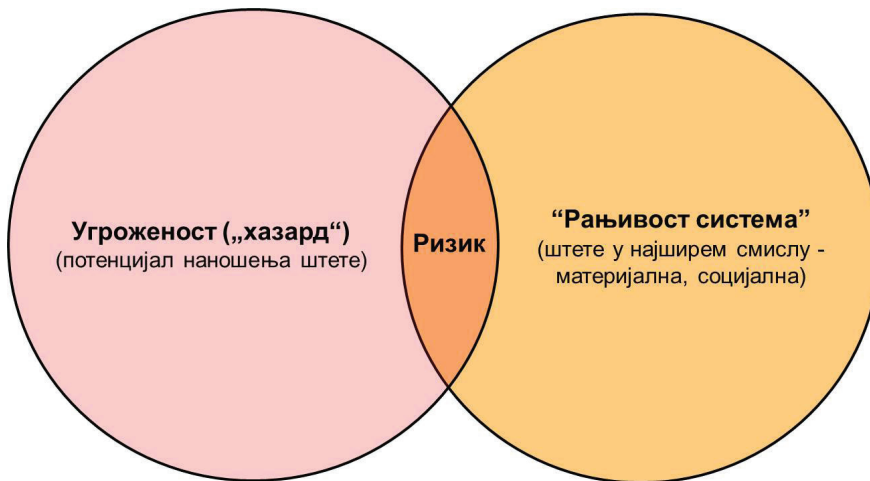
Kartiranje rizika od poplava je proces koji ima dve etape; u prvoj etapi se izrađuju *karte ugroženosti od poplava*, a u drugoj, *karte rizika od poplava*. Postojanje prvih karata je preduslov za izradu ovih drugih, koje treba da sadrže, pored informacije o poplavi određene verovatnoće pojave i informaciju o potencijalnoj posledici te poplave – šteti, u najširem smislu (slika 1).

Miodrag JOVANOVIĆ, Dušan PRODANOVIĆ, Jasna PLAVŠIĆ, Nikola ROSIĆ  
Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet  
Predrag SRNA, Miloš RADOVANOVIĆ  
Ehting d.o.o. Beograd

### 1. INTRODUCTION

In recent decades flood risk management has become an important issue of water management in the world [3], [4], [7]. European Directive on Flood Risk Management of the European Parliament and of the Council (FRMD - Flood Risk Management Directive 2007/60 / EC [1]) was adopted in order to improve the protection against future floods and define the extent of flood risk management. The Water Act in 2010 [1] defines the obligation of the mapping of flood zones and flood risk in Serbia and these are defined by the appropriate authority. As there are not yet established technical standards in this area, the study of threat of flooding in the municipality of Cacak [1] was a pioneering attempt to give a concrete example to fulfill the requirements of FRMD and of the Water Act in terms of content, processing, and presentation of flood risk maps. Following text lists the issues that arose during the preparation of this study and describes the way of solving them.

Mapping of flood risk is a process that has two stages; in the first stage are produced *flooding threat maps*,



**Slika 1.** Pojam rizika u oblasti zaštite od poplava ima dve komponente: „ugroženost“ („hazard“) obuhvata verovatnoću pojave poplave, a „ranjivost“ – potencijalnu štetu koju ta poplava može izazvati.

**Figure 1.** The concept of risk in the field of flood protection has two components: “threat” (“hazard”) includes the likelihood of flooding, and “vulnerability” - the potential damage that flooding can cause.

## 2. KARTE UGROŽENOSTI OD POPLAVA

Prema FRMD [1] i Zakonu o vodama [1], pri izradi kartata rizika od plavljenja potrebno je da se razmotre najmanje tri scenarija.

1) Poplave male verovatnoće pojave - ekstremno velike vode, povratnih perioda  $\gg 100$  godina, uključuju i poplave usled proloma brana i nasipa, kao i poplave koje su posledica nefunkcionalnosti evakuacionih objekata, usled greške u njihovom dimenzionisanju, ili usled kvara ili oštećenja u toku eksploatacije. Tu spadaju i poplave izazvane zagušenjem mostovskih otovra, propusta i drugih kontrolnih objekata, kao i poplave koje su posledica koincidencije velikih voda na reci i njenim pritocima.

2) Poplave srednje verovatnoće pojave obuhvataju velike vode povratnih perioda oko 100 godina.

3) Poplave velike verovatnoće pojave, koje imaju povratne periode 10-50 godina, mogu biti od interesa za lokalne zajednice, pa se preporučuje njihovo obuhvatanje kartama plavljenja na isti način kao kada su u pitanju poplave sa malom ili srednjom verovatnoćom pojave.

Za svaki od navedenih scenarija, na karti ugroženosti od poplava treba prikazati [7]: (1) granice plavnog područja, (2) raspored dubina plavljenja (kota nivoa vode) i (3) raspored brzine toka (ukoliko je neophodno). Karte plavljenja se rade za postojeće uslove, pretpostavljajući da je uticaj klimatskih promena već sadržan u ažuriranim hidrološkim ulaznim podacima. Na kartama rizika od poplava prikazuje se raspored kvantifikovanog rizika unutar granica plavnog područja, o čemu će biti reči u ovom radu.

and in the second, *flood risk maps*. The existence of the first maps is a prerequisite for the development of the latter, which should include, in addition to information about flood probabilities, information about the potential consequences of this flood - damage, in the broadest sense (Figure 1).

## 2. FLOODING THREAT MAPS

According to FRMD [1] and the Water Act [1], in the preparation of flooding threat maps it is necessary to consider at least three scenarios.

1) Small probability floods - extremely high water, feedback period  $\gg 100$  years, including flooding due to dam failure and embankments, as well as floods that are the result of dysfunctionality of evacuation facility, due to an error in their sizing, or due to malfunction or damage during operation. These include flooding caused by congestion of bridge openings, culverts and other control facilities, as well as floods that are the result of coincidence of high water on the river and its tributaries.

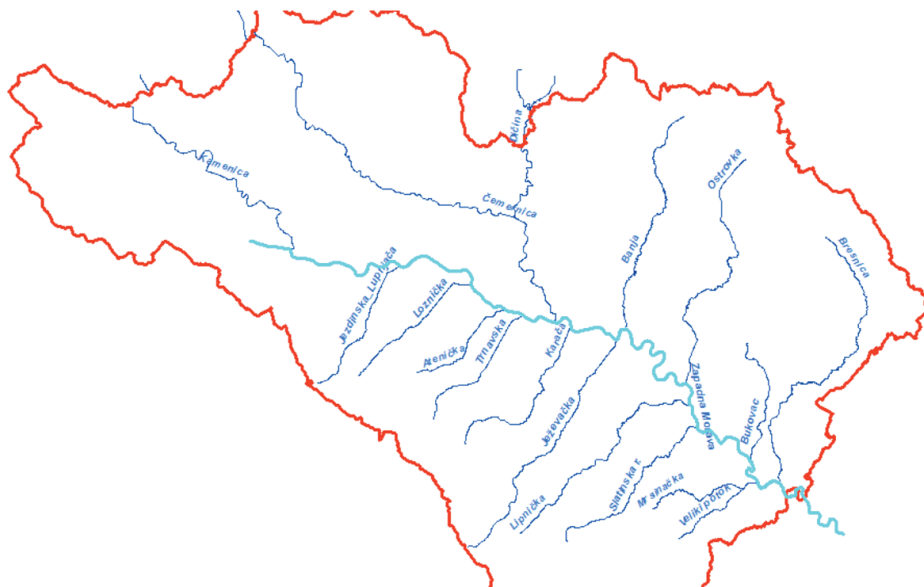
2) Medium probability floods include large water return period of about 100 years.

3) Great probability floods, with return periods of 10-50 years, may be of interest to the local community, so it is recommended to include them in the flooding maps in the same way when it comes to flooding with a small or medium probability of occurrence.

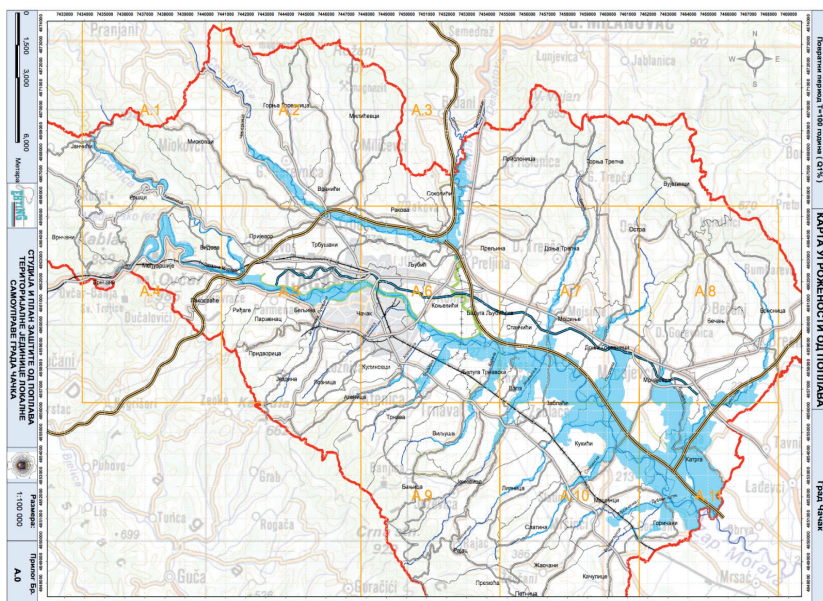
For each of these scenarios, the flooding threat map should show [7]: (1) floodplain boundaries, (2) schedule of flooding depth (the angle of the water level) and (3) the schedule of flow rate (if necessary). Flooding maps are made for existing conditions, assuming that the impact of climate change is already contained in the updated hydrological inputs. On flood risk maps appears schedule of quantified risks within the boundaries of floodplain, which will be discussed in this paper.

Hydraulic calculations in the study of Cacak municipality floodplain [11] were carried out using the software package HEC-RAS [10], which is commonly used in our practice. Calculation assumed linear, steady, uniform flow. Catchment Included an area of 636 km<sup>2</sup> with 14 (out of 32) tributaries of the river Zapadna Morava, selected on the criteria of volume of past overflows and size of damage (Figure 2). In order to obtain confident results, the simultaneous occurrence of high water on all the torrential tributaries of the Western Morava was assumed, as well as on the Morava River. Figure 3 shows the results of the flood threat mapping.

Hidraulički proračuni u okviru studije plavnog područja opštine Čačak [11] obavljani su pomoću softverskog paketa HEC-RAS [10] koji se standardno koristi u našoj praksi. U proračunu je pretpostavljeno linijsko, ustaljeno, nejednoliko tečenje. Obuhvaćeno je slivno područje od 636 km<sup>2</sup> sa 14 (od ukupno 32) protoka Zapadne Morave, izabranih po kriterijumu obima dosadašnjih izlivanja i veličine šteta (slika 2). Da bi rezultati bili na strani sigurnosti, pretpostavljena je jednovremena pojava velikih voda na svim bujičnim protokama Zapadne Morave, kao i na samoj Moravi. Na slici 3 prikazan je rezultat kartiranja ugroženosti od poplava.



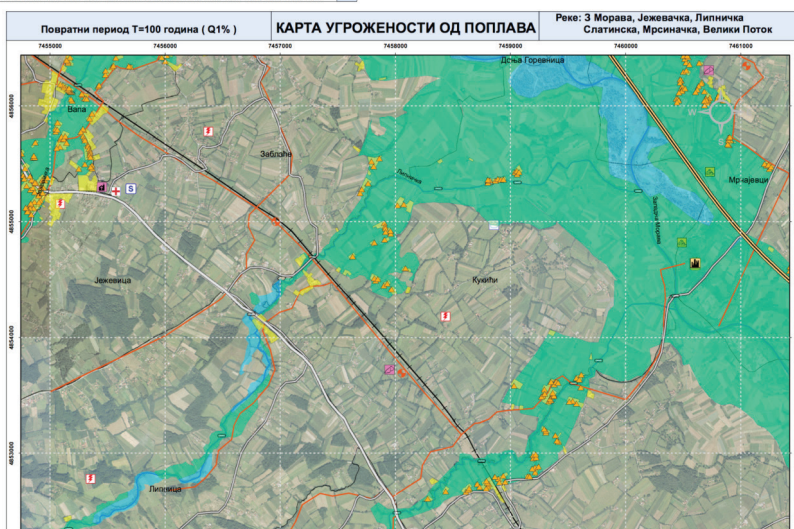
**Slika 2.** Hidrografska mreža obuhvaćena kartiranjem ugroženosti i rizika od poplava [11]  
**Figure 2.** Hydrographic network covered by mapping flood threat and risk [11]



**Slika 3.** Atlas ugroženosti od 100-godišnje velike vode na području opštine Čačak (levo) i detalj jednog lista iz ovog atlasa (dole) [11].  
**Figure 3.** Atlas of a 100-year high water threat in the municipality of Čačak (above) and a detail of a page from this atlas (below) [11].

### 3. KARTE RIZIKA OD POPLAVA

Po pravilu, kartiranje rizika od poplava se zasniva na kvantifikaciji materijalne štete, u zavisnosti od verovatnoće plavnog događaja, odnosno njegovog povratnog perioda. Potencijalna šteta obuhvata na širem planu sve ono što je poplavom ugroženo: stanovništvo, životinje, stambene objekte, infrastrukturu, pokretnu imovinu, otvorene prostore (dvorišta, parkove i vrtove), kao i materijalnu vrednost industrije i useva. Objekti izloženi dejstvu poplava zovu se





„receptori“ („primaoci“) rizika od poplava. Jedna od mogućih kategorizacija receptora rizika, primenjena u slučaju studije za opštinu Čačak, ima ovaj oblik [11]:

#### I. Stanovništvo

1. Broj stanovnika
2. Stambeni objekti
3. Pokretna imovina (automobili i dr.)
4. Zdravstvene ustanove (bolnice, domovi zdravlja) i starački domovi
5. Škole i obdaništa

#### II. Privreda

1. Industrija (fabrike, termoenergane)
2. Energetski objekti (trafostanice)
3. Poljoprivreda (obradivo zemljište, voćnjaci i vinogradi, pašnjaci, šume)
4. Stočarstvo (broj grla ugroženih poplavom, prema karti plavljenja)

#### III. Infrastruktura

1. Putevi (autoput, magistralni, lokalni putevi)
2. Železnica
3. Kanalizacioni sistemi za fekalne vode
4. Kanali za navodnjavanje
5. Crpne stanice
6. Mostovi i propusti

#### IV. Životna sredina

1. Izvorišta, zahvati vode za piće
2. Rekreacija i kupanje
3. Zaštićena staništa i rezervati
4. IPPC postrojenja (potencijalni zagađivači)
5. Deponije

#### V. Kulturno nasleđe

1. Crkve i manastiri
2. Spomenici kulture
3. Arheološki lokaliteti

Prvi korak u kartiranju rizika od poplava je identifikacija ugroženih objekata u svakoj kategoriji receptora rizika i prikupljanje podataka o njima, pre svega o njihovom tačnom položaju unutar analizirane oblasti (slika 4). Određivanje štetnog uticaja poplava na receptore rizika je za sada moguće jedino kada je u pitanju direktna materijalna šteta, mada je i to veoma težak zadatak, suočen sa brojnim neizvesnostima. (U svetu se trenutno intenzivno izučavaju uticaji poplava u socijalnoj sferi.) Kada je na primer reč o potencijalnim štetama u kategoriji „Stanovništvo“, određivanje direktne materijalne štete zahteva da se najpre utvrdi broj ugroženih objekata njihovim prebrojavanjem sa ortofoto podloga u kombinaciji sa kartom plavljenja, a zatim proračuna odgovarajuća šteta na osnovu prosečne vrednosti objekata. Za određivanje štete na infrastrukturi moraju se uzeti u obzir poplavljena dužina svakog konkretnog objekta i cena njihove obnove itd.

U ovoj fazi rada moraju se koristiti podaci iz raznih izvora, kao što su: statistički godišnjaci, opštinske baze podataka, urbanistički planovi i dr. Sve to zahteva mnogo truda i vreme.

Kako su plavni događaji slučajnog karaktera, ukupna potencijalna materijalna šteta se ne može sa sigurno-

### 3. FLOOD RISK MAPS

As a rule, flood risk mapping is based on the quantification of material damage, depending on the probability of flood events, or its return period. Potential damage includes more broadly all that flood affected: population, animals, housing, infrastructure, movable property, open spaces (courtyards, parks and gardens), as well as the material value of industry and crops. Units exposed to flooding are called “receptors” (“recipients”) of the flood risk. One possible categorization of risk receptors, applied in the case study for the municipality of Cacak, has the form [11]:

#### I. Population

1. Number of inhabitants
2. Residential buildings
3. Movable property (cars, etc.)
4. Medical institutions (hospitals, health centers) and nursing homes
5. Schools and kindergartens

#### II. Economy

1. Industry (factories, power plants)
2. Energy facilities (substations)
3. Agriculture (cultivable area, orchards and vineyards, pastures, forests)
4. Livestock management (number of endangered livestock, according to a flood map)

#### III. Infrastructure

1. Roads (main, regional and local roads)
2. Railway
3. Sewage systems
4. Irrigation canals
5. Pumping stations
6. Bridges and culverts

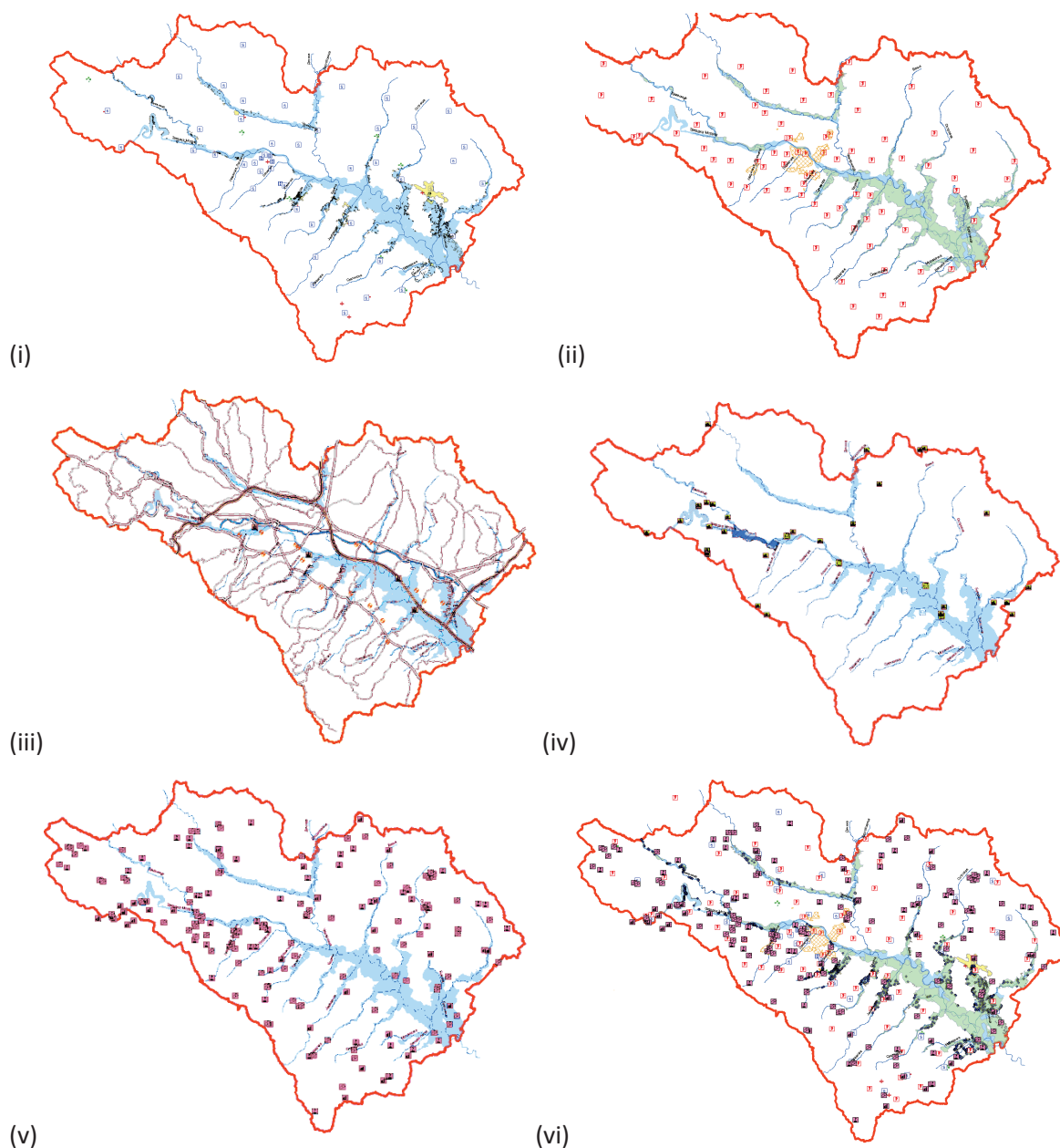
#### IV. Environment

1. Water resources, drinking water abstractions
2. Recreation and swimming
3. Protected habitats and nature reserves
4. IPPC installations (potential contaminants)
5. Waste dumps

#### V. Cultural heritage

1. Churches and monasteries
2. Monuments of culture
3. Archaeological sites

First step in mapping flood risk is the identification of vulnerable facilities in each category of risk receptors and collect data on them, especially about their exact position within the analyzed areas (Figure 4).. Determination of harmful effects of floods on the risk receptors is now only possible when it comes to direct material damage, although it is a very difficult task, faced with many uncertainties. (The world is currently under intense study impacts of floods in the social sphere.) When, for example, it comes to terms of potential damage in the category “Population”, the determination of the direct material damage requires to first determine the number of vulnerable objects by counting their orthophoto backgrounds combined with a flood map and then the calculation of adequate damages on the basis of the average value



**Slika 4.** Identifikacija i položaj receptora rizika na teritoriji opštine Čacak: (i) naselja; (ii) privredni objekti; (iii) infrastruktura; (iv) objekti životne sredine; (v) objekti kulturnog nasleđa; (vi) svi receptori rizika zajedno [11]

**Figure 4.** Identification and position of risk receptors in community of Cacak: (i) settlement; (ii) economic facilities; (iii) infrastructure; (iv) objects of the environment; (v) objects of cultural heritage; (vi) all risks receptors together [11]

šću utvrditi, već samo statistički proceniti kao „očekivana godišnja šteta“. Ona zavisi od veličine plavnog područja, dubine plavljenja i namene površina, a obuhvata poplave raznih verovatnoća pojave:

$$(1) \bar{S} = \int_{P_0}^{P_{\max}} S(P) dP \approx \sum_{i=1}^m \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot \Delta P_i \text{ (din/god),}$$

gde je:  $S(P)$  – šteta (din) usled plavnog događaja verovatnoće pojave  $P$ ;  $P$  – verovatnoća najmanje poplave koja izaziva štetu<sup>0</sup> (1/god);  $P$  – verovatnoća najveće razmatrane poplave (1/god);  $i$  – povratni period.

Izraz (1) pokazuje da se šteta računa numerički, pri-

of objects. To determine the damage to the infrastructure must be taken into account flooded length of each specific item and price of their restoration etc.

This phase of the work must use data from various sources, such as statistical yearbooks, municipal database, urban plans, etc. All of this requires a lot of effort and time.

As the flood events have random character, the total potential damage can not be determined with certainty, but only statistically evaluated as “expected annual damage”. It depends on the size of flooded area, the depth of flooding and land use, and includes floods with a variety of occurrence:



menom trapeznog pravila, iz parova vrednosti ( $S_i$ ,  $P_i$ ), gde je  $m$  – ukupni broj plavnih događaja, dok je inkrement verovatnoće:  $\Delta P_i = P_{i+1} - P_i$ . Svaki receptor rizika ima svoju očekivanu godišnju štetu, a ukupna očekivana godišnja šteta predstavlja zbir pojedinačnih šteta. Bitno je primetiti da ukupna očekivana godišnja šteta, shodno definiciji (1), obuhvata štete od poplava raznih verovatnoća pojave (povratnih perioda) i da kao takva, predstavlja osnovnu veličinu za kartiranje rizika od poplava. Međutim, kvantifikovane štete je veoma težak zadatak, skopčan sa brojnim neizvesnostima, čije otklanjanje zahteva velika materijalna ulaganja u prikupljanje kvalitetnih (pouzdanih) podloga i vreme za njihovu obradu. Iz tog razloga kod nas za sada ne postoje mogućnosti za kartiranje rizika od poplava na osnovu očekivane godišnje štete.

U slučaju opštine Čačak, primenjen je alternativni, uprošćeni postupak za ocenu veličine rizika od poplava, zasnovan na modularnom iskazivanju receptora rizika i njihovom prebrojavanju unutar plavne zone. Naime, receptori rizika imaju različite dimenzije (na primer, ugroženi stanovnici i stambeni objekti mere se brojem, poljoprivredno zemljište, površinom (ha), putevi, dužinom (km) itd.), pa je jedan od načina da se dovedu na „zajednički imenitelj“ uvođenje zajedničke mere – „modula“, sa idejom da se veličina rizika definiše brojem modula po jedinici površine. Veličina modula je proizvoljna (na primer, 100 stanovnika, 10 objekata, 1 km puta, 10 ha poljoprivrednog zemljišta itd.). Prebrojavanjem pojedinačnih modula na plavnoj površini katastarske opštine, a zatim njihovim sabiranjem, dolazi se do ukupnog „specifičnog opterećenja“ usled poplave, ili do „specifičnog rizika“ od plavljenja. Gradacija rizika se zatim može obaviti svrstavanjem broja modula po jedinici površine u nekoliko klasnih intervala. Obično se uzimaju tri intervala koji označavaju mali, srednji i veliki rizik i na karti označavaju zelenom, žutom i crvenom bojom. Konkretni rezultati su prikazani na slikama 5 i 6.

Najjednostavniji način rangiranja ukupnog rizika od poplava podrazumeva da su svi receptori ravnopravni i da se ni jednom od njih ne daje veći značaj (prioritet) u odnosu na druge. U protivnom, ako se smatra da svi receptori rizika nemaju istu težinu, pri određivanju ukupnog rizika mora se primeniti neka od metoda višekriterijumske optimizacije. Pri tome, mora se voditi računa da višekriterijumske metode, izborom vrednosti težinskih faktora, unose određeni stepen subjektivnosti, koja, između ostalog, zavisi i od trenutnih vrednosnih kriterijuma u društvu. U konkretnom primeru koji se odnosi na kartiranje rizika na području opštine Čačak, svi receptori rizika su tretirani kao ravnopravni.

Treba takođe napomenuti da se u konkretnom slučaju pošlo od pretpostavke da štete ne zavise od dubine plavljenja, niti od njegovog trajanja. Iako se ova pretpostavka može učiniti problematičnom, ona je opravdana činjenicom da se radi o bujičnim vodoto-

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

where:  $S(P)$  - damage (RSD) due to flood events probabilities  $P$ ;  $P_0$  - probability of at least flood causing damage (1/year);  $P_{\max}$  - probability of the largest considered flooding (1/year);  $i$  - return period.

Expression (1) shows that the damage is computed numerically, using the trapezoidal rule, from the pairs of values ( $S_i$ ,  $P_i$ ), where  $m$  - the total number of flood events, while the increment of probability:  $\Delta P_i = P_{i+1} - P_i$ . Each receptor risk has its expected annual damage and total expected annual damage represents the sum of individual damage. It is important to note that the total expected annual damage, according to the definition (1), includes flood damage with various probabilities (return period) and, as such, represents a basic size for the flood risk mapping. However, the quantification of damages is a very difficult task, linked with a number of uncertainties, whose elimination requires a great deal of investment in the collection of high quality (reliable) substrates and time for their processing. For this reason in our country for now there are no possibilities for flood risk mapping based on expected annual damage.

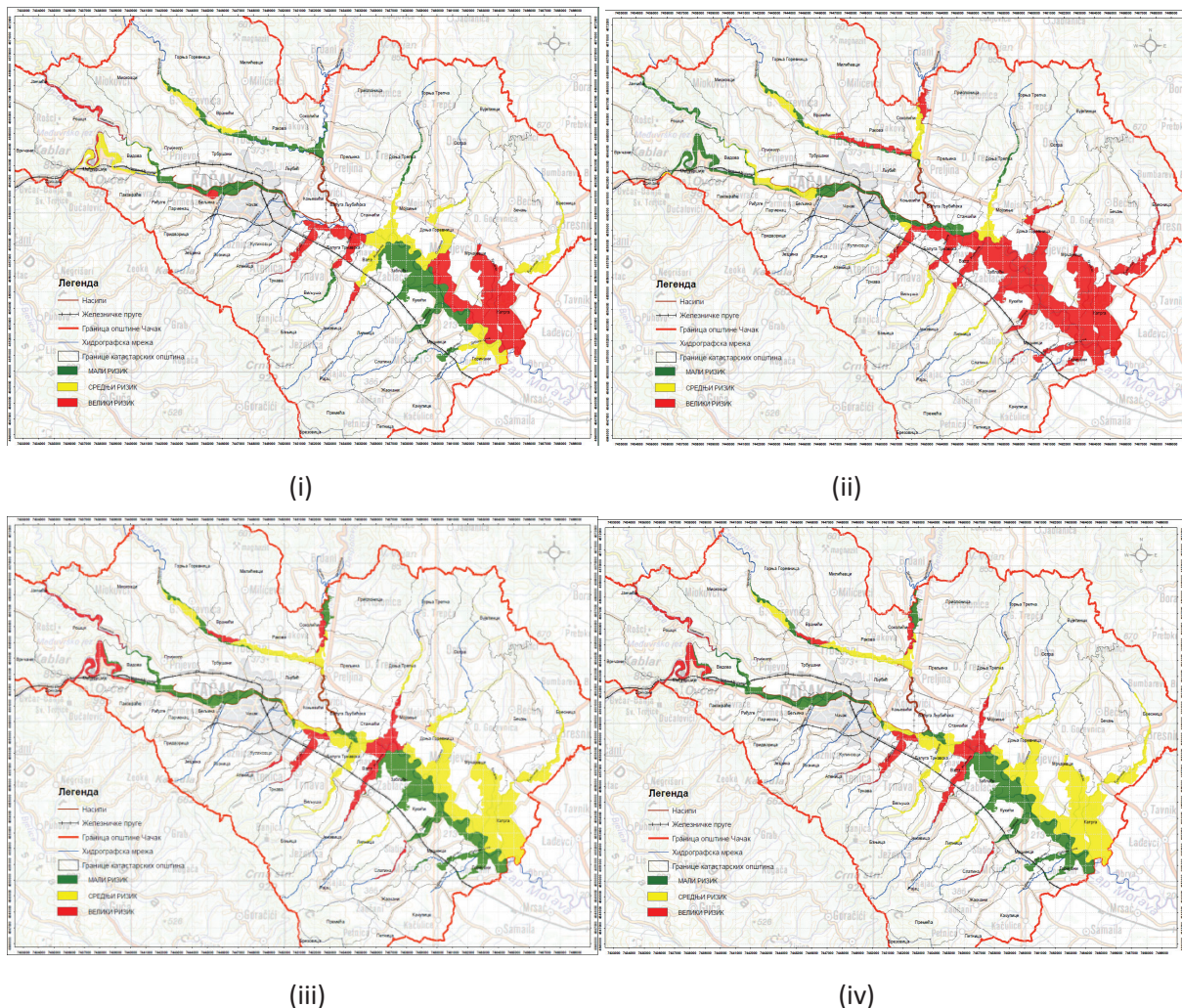
In the case of the municipality of Cacak, the alternative, simplified procedure for the assessment of the size of flood risk is applied, based on a modular receptor expressing risk and their counting within the flood zone. The risk receptors have different dimensions (for example, vulnerable residents and housing are measured by the number of agricultural land, surface area (ha), roads, length (km), etc.), and one of the ways to lead them to the “common denominator” is introduction of a common measure - “modules”, with the idea to define the size of the risk by the number of modules per unit area. Module size is arbitrary (for example, 100 inhabitants, 10 buildings, 1 km long, 10 ha of agricultural land, etc.). Counting individual modules on the flood surface of cadastral municipality, and their adding, leads to the total “specific load” of flooding, or to “specific risk” of flooding. Graduation risk can then be done by classifying the number of modules per unit of area in a number of class intervals. It is usually takes three intervals that indicate small, medium and large risk and indicate on the map using the green, yellow and red. The specific results are shown in Figures 5 and 6.

The simplest way of ranking the overall flooding risk means that all receptors are equal, and that neither one of them does not give more importance (priority) in relation to the other. Otherwise, if it is considered that all risks receptors are on the same level, determination of the overall risk must apply some of the optimization criteria. In doing so, care must be taken to multicriteria methods, choice of value weighting factors, and bring a level of subjectivity, which, among

cima čiji režim karakterišu male dubine (a velike brzine toka), tako da za njih ne važi logika “mala dubina – mala šteta”, a da faktor vreme najviše utiče na štete u poljoprivredi i da tek treba utvrditi koliko dugo pojedine biljne vrste mogu opstati pod vodom.

other things, depends on the current value criteria in society. In the present case, which relates to the mapping of risks in the municipality of Cacak, all receptors risks are treated as equal.

It should also be noted that in this case was also assu-



**Slika 5.** Primer karata rizika od poplava na teritoriji opštine Čačak; (i) stanovništvo; (ii) privreda; (iii) infrastruktura; (iv) životna sredina [11]

**Figure 5.** Example of flood risk maps in the municipality of Čačak; (i) population; (ii) the economy; (iii) infrastructure; (iv) the environment [11]

## 4. ZAKLJUČCI

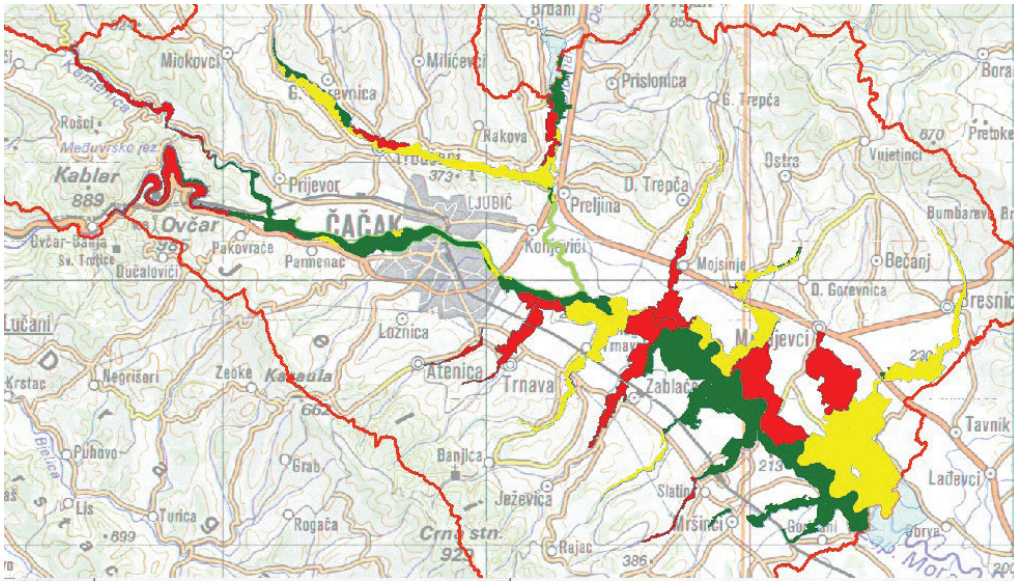
1. Kartiranje plavnih zona i rizika od poplava je kod nas zakonska obaveza, usklađena sa Evropskom direktivom o poplavama. Kao jedna od „neinvesticionih mera“ zaštite od poplava, predstavlja osnovu za efikasno i održivo upravljanje poplavama, u duhu načela „živeti sa poplavama“. Međutim, u ovom trenutku kod nas ne postoje tehnički standardi za izradu karata ugroženosti i rizika od poplava.

2. Kartiranje rizika od poplava je skopčano sa osnovnim problemom nedostatka kvalitetnih podloga svih

med that the damage does not depend on the depth of flooding, nor of its life. Although this assumption may be problematic, it is justified by the fact that it was a torrential streams whose regime is characterized by low depth (a high-speed flow), so they do not have valid logic “low depth - slight damage” and that the time factor most affects the damage to agriculture and that has yet to determine how long a particular plant species can survive under water.

## 4. CONCLUSIONS

1. Mapping of flood zones and flood risk is in our legal obligation, in line with the Flood Risk Management Directive. As one of the “non-investment measures” for flood protection, it represents the basis for efficient and sustainable flood management, in the spirit of the principle of “living with floods”. However, at present time there are no such technical standards



**Slika 6.** Karta ukupnog rizika od poplava na području opštine Čačak [11]

**Figure 6.** Map of the total flooding risk in the municipality of Čačak [11]

vrsta. U nedostatku ekonomskih pokazatelja, kod nas za sada nije moguće rangiranje rizika od poplava na osnovu visine materijalne štete, već se mora primeniti neki indirektni pristup, kao što je, na primer onaj zasnovan na prostornom inventarisanju broja ugroženih receptora rizika (koncept "specifičnog opterećenja" izraženog pomoću broja modula po jedinici plavne površine).

3. U problematiku kartiranja rizika od poplava treba uključiti širu stručnu javnost, kao i osiguravajuća društva kao buduće glavne nosioce sanacije šteta od poplava. Neopodno je u što kraćem roku formulisati tipski projektni zadatak za izradu karata ugroženosti i rizika od poplava, kao i doneti odgovarajuća tehnička uputstva za inženjere koji ove projektne zadatke treba da realizuju u praksi.

for the production of maps of threat and risk of flooding.

2. Mapping of flood risk is fraught with the basic problem of lack of quality basic data of all kinds. In the absence of economic indicators, it is not possible to rank flood risks based on the amount of material damage, but it must apply an indirect approach, such as, for example, one based on a physical inventory of the number of vulnerable risk receptors (the concept of "specific load" expressed by the number of modules per unit of flooded areas).

3. The problem of mapping flood risk should include a wider professional audience, as well as insurance companies as a future major carriers of flood damage repair. It is necessary as soon as possible to formulate a standard of reference for the production of maps of threat and the risk of flooding, as well as adopt appropriate technical guidance for engineers who design these tasks and implement them in practice.

## LITERATURA / LITERATURE

1. Direktiva 2007/60/EC Evropskog parlamenta i Saveta o proceni i upravljanju rizikom od poplava (Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks, ([http://ec.europa.eu/environment/njater/flood\\_risk/](http://ec.europa.eu/environment/njater/flood_risk/)))
2. Zakon o vodama, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 30/10 od 7.5.2010.
3. Jovanović, M., „Integrated Flood Management“, predavanja na međunarodnom posle diplomskom kursu učenja na daljinu „Educatel!“, 2008-2012.
4. Jovanović, M., Todorović, A., Rodić, M., Kartiranje rizika od poplava, Vodoprivreda, Vol. 41, br. 1-3, 2009.
5. Jovanović, M., „Odbrana od poplava“, predavanja u elektronskom obliku, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, Beograd, 2010.
6. Jovanović, M., „Regulacija reka - rečna hidraulika i morfologija“, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, Beograd, 2008.
7. LAWA, German Working Group on Water Issues of the Federal States and the Federal Government, „Recommendations for the Establishment of Flood Hazard and Flood Risk Maps“, Dresden, 2010.
8. Rosić, N., Jovanović, M., Stohastički pristup u određivanju šteta od poplava, Vodoprivreda, Vol. 40, br. 4-6, 2008.
9. Studija mapiranja plavnih zona u Srbiji, SoFPAS, Prva faza, EPTISA, jun 2012.
10. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, V. 4.1.0, 2010.
11. Studija i Plan zaštite od poplava teritorije lokalne samouprave grada Čačka, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet i EHTING, 2012.
12. Jovanović, S., Hidrologija, poglavlje 2, Tehničar 6, Građevinska knjiga, 1990.
13. Plavšić, J., Neizvesnosti u analizi velikih voda metodom parcijalnih serija, Vodoprivreda, 38 (1-3), str. 41-50, 2006.
14. Plavšić, J. i Milutinović, R., O računskim nivoima vode za zaštitu od poplava na Dunavu kod Novog Sada, Vodoprivreda, 42(1-3), str. 69-78, 2010.
15. Petrović, J., Analiza pouzdanosti procene velikih voda na malim slivovima, Vodoprivreda, 29(1-2), str. 97-103, 1997.