

UDK: 628.212(497.11)

Jovan Despotović, Jasna Plavšić,
Andrijana Todorović¹

BEOGRADSKI KANALIZACIONI SISTEM U USLOVIMA EKSTREMNIH PADAVINA

THE BEOGRADE WASTE WATER SYSTEM DURING SEVERE RAINFALL

REZIME

Beogradski kanalizacioni sistem, stariji od 100 godina, prati širenje urbanizacije kako bi se prihvatile i odvele gotovo sve gradske otpadne vode, i to: kišni oticaji, upotrebljene vode iz domaćinstva i otpadne vode iz industrije. U novijim delovima grada postoje separativni sistemi za kišne vode i posebni za fekalne vode, ali se može reći da dominiraju opšti kanalizacioni sistemi. Postojeći sistemi se stalno dograđuju za povećane oticaje u najgušćem gradskom jezgru jer velika izgradnja u starijim delovima doprinosi povećanju kišnog oticaja, pogotovu pri pojavi ekstremnih kiša što se u poslednjoj deceniji češće javlja. Sadašnja osnovna kanalizaciona mreža, uključujući glavne kolektore i ispuste u reke Savu, Dunav i druge potoke koncipirana je studijama i Generalnim planom iz 60-ih godina, uključujući najvažnije - zadržavanje ekstremnih oticaja sa prigradskih potoka u brojnim retenzijama po obodu grada. Planom iz 2002. g. koji se nekritički bavi samo izgradnjom, ali ne i njenim posledicama, pitanje retenciranja, kanalisanja i ispuštanja upotrebljenih voda nije rešeno. Takođe nije obrađeno razdvajanja kišnih voda od ostalih, što se uočava kroz sistematska merenja u kanalizaciji a najviše po izgradnji postrojenja za prečišćavanje kišnih voda. Uzevši u obzir ubrzanu i neplansku izgradnju objekata i sistema, razvoj i dogradnju kanalizacije, kao i povećanje merodavnih perioda za gradske kanalizacije u okviru EN 754, ovde se komentarišu poslednje ekstremne velike kiša i poplave u Beogradu tokom leta 2009. godine radi preliminarne ocene mogućih uzroka tih sve češćih pojava.

Ključne reči: Beograd; kanalizacija; proširenje i dogradnja sistema; ekstremne kiše u leto 2009.

SUMMARY

The Belgrade waste water system started being built more than 100 years ago. It is getting larger in accordance to urban development aimed at collecting most of waste water including rainfall runoff and communal and industrial water. Separate systems for rainfall runoff and for waste water are constructed at recently developed areas, but in general, combined systems dominate to a far extent. Existing systems are reconstructed and even completed since urbanization of already dense urbanized areas are developed more what furthermore contribute to a much higher rainfall runoff during extreme rainfalls. Major existing trunks, pipes and outlets into the Sava and Danube rivers and brooks is given in General master plan of 60ies, including a series of retention ponds for detention of natural streams floods. Within the General master plan from the year 2002 major issue was development but not with consequences upon drainage of rainfall runoff events accounting for retention as well as separation of different waters haven't been solved properly. Those aspects arise when measurements in the waste water system are performed and when waste water treatment plant is constructed. This paper consists of certain comments of the recently occurred extreme rainfalls and flooding at particular streets of Belgrade during summertime of the year 2009 in connection to rapid urban development and reconstruction of Belgrade waste water system in relation to standards EN 754.

Keywords: Belgrade; waste water system; construction and development; extreme rainfall 2009.

UVOD

Iako problemi plavljenja gradskih površina dospevaju u fokus šire javnosti samo kada do plavljenja dođe, ti problemi se ne mogu rešavati kratkoročno i ad hoc, već se analiza rizika i poboljšanja metoda za kontrolu rizika od poplava moraju odvijati neprekidno da bi sistem funkcionisao kada dođe do poplava. Pogotovu što se poplave sve češće javljaju tokom poslednje decenije, u Beogradu, ali i u drugim gradovima na Balkanu, dok urbanizacija rapidno napreduje bez kontrole, kako u samom gradskom jezgru tako i po obodima, tačnije na zelenim površinama, bez analize posledica po adekvatno kanalisanje kišnih i drugih upotrebljenih voda.

INTRODUCTION

Although the problems of flooding of urban areas are in the focus of the general public only when the flooding occurs, these problems can not be solved by short-term and ad hoc, but the risk analysis and improvement of methods for the risk control of flooding must be held continuously in order to function properly when it comes to floods. Especially because the floods often occur during the last decade, in Belgrade, but also in other cities in the Balkans, as urbanization progresses rapidly without control, as in the urban core and in suburbs, namely in the green areas, without adequate analysis of the consequences of drainage of rainfall and other used waters.

¹ Prof. J. Despotović, doc. dr. Jasna Plavšić, Andrijana Todorović, dipl.građ.inž.
Građevinski fakultet u Beogradu, Bul. Kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd

Zaštita od poplava izvan gradova je važan segment vodoprivrede, kako zbog potencijalno velikih šteta koje poplave mogu naneti po materijalna dobra i privredu, tako i zbog potencijalno ugroženog zdravlja i života ljudi. Međutim, u mnogim gradovima, pa i u Beogradu, nije moguće definisati jasnu granicu gde poplave sa prirodnih terena – slivova „prelaze“ u poplave u gradu. S obzirom da apsolutna zaštita od poplava nije moguća, neophodno je da se odredi optimalan stepen zaštite od poplava. Pod optimalnim stepenom zaštite podrazumeva se onaj pri kome će se uspostaviti ravnoteža između potencijalnih šteta od poplava i ulaganja u zaštitu od poplava. Naravno, optimalni stepen zaštite, odnosno optimalan dopustivi rizik, jeste krajnje dinamička kategorija i iz tog razloga za savremeno društvo je od velikog značaja uspostavljanje plana zaštite od poplava.

Generalno, kao i u svakom velikom gradu, postoje sledeći domeni u kojima se gradske i republičke nadležne institucije pripremaju za odgovarajuće radove i aktivnosti radi zaštite od poplava i kanaliziranja merodavnih kiša i velikih voda u gradskim uslovima, i to su:

1. Poplave u najnižim delovima grada kada se povećavaju nivoi i proticaji iznad kota nasipa na velikim rekama Savi i Dunavu. Radi odbrane od takvih poplava, obično dugoročnih pojava (kao u proleće 2006) formiraju se Planovi odbrane od poplava svakih 5 godina – trenutno je u funkciji plan za period 2006-2010. g, kao i Operativni planovi od poplava koji se donose svake godine sa uputstvima za određene aktivnosti i mere pripreme, aktivnosti i radovi za vreme poplava i za period posle poplava, za Republiku Srbiju.
2. Plavljenja u pojedinim delovima Beograda usled pojave velikih kiša i velikih proticaja na bujičnim prigradskim vodotocima koje su obično praćene erozijom prirodnih terena, spiranjem i odnošenjem velikih količina otpada iz raznih izvora. Zaštita od ovih pojava se takođe unose u planove odbrane od poplava na vangradskim terenima, ali takođe predstavljaju veliki problem za poplave u gradovima kada se potoci zahvataju u kolektore kanalizacije.
3. Veliki kišni oticaji u gradu, kada zbog visokog stepena urbanizacije gotovo sve ekstremne padavine – kratkotrajne i intenzivne, prouzrokuju zadržavanje vode na ulicama, usporeno slivanje u slivnike i druge zahvatne objekte, dalje oticanje i ispuštanje u recipijente – kanale, potoke i reke u Beogradu, jednim delom, a to su tzv. računski merodavni oticaji, se prihvataju kanalizacionim sistemima. Mešutim, „višak“ kšnih voda pri ekstremnim pojavama se nekontrolisano sliva i akumulira na ulicama, podvožnjacima, platoima i drugim mestima izvan kontrole kanalizacionih sistema.

Flood protection outside the cities is an important segment of the water management, both because of the potentially great damage which floods can cause to the material goods and the economy, and because of the potentially endangered human health and lives. However, in many cities, and in Belgrade, it is not possible to define a clear boundary, where floods from the natural terrains - watersheds are "transformed" to the urban floods. Because absolute protection from floods is not possible, it is necessary to determine the optimal level of flood protection. Optimal level of protection is one of the means which will establish a balance between the potential flood damage and investment in flood protection. Of course, optimal protection, and optimal permissible risk are highly dynamic categories and therefore for modern society is of great importance to establish a plan for flood protection.

Generally, as in any big city, there are the following domains in which the city and republican institutions are preparing the appropriate works and activities to protect from floods and drainage of severe rainfalls in urban conditions. These are:

1. Floods in the lowest parts of the city when it increases the level and water flow over the embankments in big rivers Sava and Danube. For defense of such floods, usually long-term phenomenon (as in the spring of 2006) Plans for flood protection are being formed every 5 years - currently in the function is a plan for the period 2006-2010, and the Operational plans for flood protection, which are made each year with instructions for specific activities and measures of preparation, activities and works during and after the floods, for the Republic of Serbia.
2. Flooding in some parts of Belgrade because of the appearance of severe rainfall and the high runoff of suburban watersheds which are usually followed by erosion of natural terrain and first flush of large amounts of waste from various sources. Protection from these phenomena is also considered in plans for flood protection of suburban terrains, and also represents a major problem for urban floods when the streams are drained into sewer collectors.
3. A part of high runoffs in the city, such as those caused by high level of urbanization, when all extreme rainfall - short and intense, cause water retention in the streets, reduced drainage, further runoff and reduced outlet to recipients – channels, streams and rivers in the Belgrade (these are so called calculative runoffs), is drained by sewer systems. However, the "surplus" of rain water during extreme rainfall is uncontrollably flushed and accumulates in the streets, underpasses, plateaus and other areas outside the control of sewer system.

Imajući ovo u vidu, na pogodnim topografskim, urbanističkim i drugim lokacijama treba planirati, projektovati i izgraditi retenzije, akumulacije za sakupljanje povećanih kišnih voda u kojima se za ekstremne padavine formiraju povremena ili stalna jezera za doticaje sa prigradskih prirodnih ili urbanizovanih terena pre zahvatanja tih voda u gradski kanalizacioni sistem, uz sve druge prateće objekte za očuvanje ove funkcije, kao što su obaveštenja, ograde, putevi i dr. To je bilo predviđeno ranijom konceptom za kanalisanje kišnih voda u Beogradu kroz izgradnju retenzija na potocima Mokroluškom, Kumodražskom, Banjičkom ali i na mnogim drugim lokacijama, na Autokomandi, na levoj obali Save, naprilo kama Topčiderske reke i dr.

Upravljanje poplavama u gradovima mora da bude regulisano sa specifičnim ograničenjima jer se ne mogu sprečiti sve poplave. Za postavljanje planova i izradu projekata za kanalisanje kišnih voda, kao i za uspostavljanje planova za odbranu od poplava, što je obaveza svake opštine u Srbiji, neophodno je utvrditi nivo i domen zaštite od pojave ekstremnih padavina i kišnih proticaja na sledeći način. Ako se radi o prigradskim, tzv. malim vodotocima, koji su poznati i kao hidrološki neizučeni, jer na njima često nema merenja oticaja a često ni meranja padavina, treba propisati tzv. merodavne proticaje od kojih se naselja štite. Zaštita se definiše prema povratnom periodu ili verovatnoći pojave određene velike vode ili proticaja i zapremina oticaja, što je definisano zakonskim dokumentima i standardima EN 754 [4]. Najčešće su merodavni povrtani periodi od 5 godina, 10 godina ili 50 godina usvajaju ako se radi o analizi oticaja u prirodnim uslovima. Međutim, kada potoci dotiču u gradske uslove i kada treba da budu zahvaćeni kanalizacionim sistemima onda je najčešća mera amortizacije „udara“ postavljanje retenzija kojima se u stvari „prekida“ dejstvo velikih kišnih doticaja izvan grada i kada se prelazi na manje povratne periode od 2, 5 ili 10 godina, upravo one koji su merodavni za kanalisanje kanalizacionih sistema u gradovima. Treba obratiti pažnju da je 5 godina najmanji povratni period za dimenzionisanje opštih kanalizacionih sistema [6], a de su povratni periodi još veći na posebno osetljivim lokacijama kao što su velike raskrnice sa podvožnjacima i sl. što je za Beograd vrlo interesantno. Sistemi za kanalisanje kišnih voda se dimenzionišu na merodavnim računskim hidrogramima, a oni na računskim merodavnim kišama određenog trajanja, odnosno na zavisnostima visine ili intenziteta kiše određenog povratnog perioda za različita trajanja. Za područje Beograda 1982 g. je urađena obuhvatna studija padavina [9], a od tada su se mnogo puta dogodile vrlo jake kiše, koje su mnoge inženjere, ali i širu javnost, dovodile u nedoumicu „kako se velike poplave vrlo često ponavljaju“. Međutim, obzirom na brojna savremena istraživanja padavina i poplava, bila bi od koristi nova analiza padavina – kiša. Pogotovu jer se u svetu uočavaju i izučavaju promene klimatskih karakteristika, što obuhvata i povećanje ekstremnih pojava – padavina i oticaja [5].

Considering this, retentions, accumulations for drainage of severe rainfalls, which form occasional or permanent ponds for drainage of urban, suburban or natural terrains, should be planned for construction on the appropriate topographic, urban and other locations, together with all other supporting objects for the preservation of this function, such as notices, fences, roads and others. It was planned in earlier concept for drainage of rainfalls in Belgrade, through the construction of retentions on Mokroluski, Kumodraški and Banjica streams and many other locations, in Autokomanda, on the left bank of the river Sava, and tributaries of Topčider river. etc.

Flood management in cities must be regulated with specific limitations, because they can not prevent all floods. To set the plans and development projects for rainfall drainage, and to establish plans for flood protection, which is the obligation of every municipality in Serbia, it is necessary to determine the level and domain of protection from extreme rainfall and runoff in the following way. For suburban, so called small water flows, which are unknown in hydrological sense, due to a lack of rainfall and runoff measurement, so called proper runoff should be determined for settlement protection. Protection is defined by a feedback period or probability of occurrence of severe floods or runoff and volume of runoff, which is defined in legal documents and EN 754 standards [4]. The most commonly applicable periods are those of 5, 10 or 50 years, and they are adopted if we discuss runoff analysis in natural conditions. However, when streams access urban areas and should be caught in sewer system, then the most common measure for reducing the "impact" is to set retentions which will "break" the effect of suburban runoffs and when we turn to smaller feedback times of 2, 5 or 10 years, they are proper for urban drainage in sewer systems. It should be noted that the 5 year period is the smallest feedback period for dimensioning of combined sewer systems [6], and that the return periods are even higher in especially sensitive locations such as major intersections with underpasses, etc., which is very interesting for Belgrade. Systems for rainfall drainage are dimensioned on proper calculative hydrographs, which are also dimensioned using calculative proper rainfall of certain duration, therefore dependency of rainfall amount or intensity of certain feedback period for different durations. For the area of Belgrade in 1982, comprehensive study of rainfall was made [9], and since then extremely heavy rainfalls have occurred for many times, which led in the dilemma many engineers and wider public "how big floods are often repeated." However, due to the numerous contemporary studies of rainfall and floods, it would be of use to make a new rainfall - storm analysis. Especially since the world is observing and studying the characteristics of climate change, which includes an increase of extreme events - rainfalls and runoffs [5].

BEOGRADSKI KANALIZACIONI SISTEM

Projektovanje kanalizacionog sistema u Beogradu je počelo od 1887.g, a građenje 1905. godine [1]. Još od tada se koriste izgrađeni ispusti pušteni u funkciju 1905. godine, uz bezbrojna proširenja, dogradnje i kompletiranje mreža primarnih i sekundarnih cevi, ali i mnogi drugi kasnije izgrađeni.

Dakle zahvati prirodnih, nekanalisanih vodotoka koji se zahvataju u system kanalizacije svakako treba umiriti, amortizovati ili retenzirati izgradnjom retenzija, povremenih ili stalnih. Mora se podsetiti da je konceptom kanalisanja kišnih voda u Beogradu iz 60-ih godina bila predviđena izgradnja niza retenzija u centralnom sistemu. Međutim, već u GP Beograda 2002 [8] se nekoliko retenzija "izgubilo", što ustvari predstavlja prvo, ozbiljnije narušavanje ustanovljenog koncepta kanalisanja. Drugi, mnogo ozbiljniji, mada na prvi pogled "pametniji" pritisak na koncept je urbanizacija zelenih površina u gradskom jezgru. Poznata "plombna" izgradnja, koja je 70-ih godina imala pejorativno značenje i bila gotovo sramni čin u civilizovanom Beogradu, danas je, može se slobodno reći, kompleksna i totalna: izgradnjom se uništavaju dvorišta, pa čak ni parkovi nisu pošteđeni od oduzimanja delova zbog izgradnje. Šta više, javnost se suočava sa pojavama izgradnje velikih objekata čak i u ranije projektovanim retenzijama, kao što su zeleni pojasi pored autoputa za Zagreb na potezu od Centra Sava ka benzinskoj pumpi JP kod Zmaja – velika benzinska stanica, veliki broj objekata koji zahvataju delove čuvanog zelenog pojasa koji su zajedno sa drenažnim sistemom koji se pruža sa obe strane autoputa, onda je sasvim jasno da problemi oticaja i kanalisanja kišnih voda postaju sve veći. Ima još primera zauzimanja ranije predviđenih terena. Ukoliko se „preklope“ raniji aero orto foto snimci sa najnovijim satelitskim snimcima, i kada se pogledaju planovi kanalisanja i renziranja velikih voda na području grada Beograda, može se slobodno reći da kompleksni sistem nije poštovan.

Drugi aspekt, koji obuhvata neplansku i nekontrolisanu urbanizaciju po obodu grada, koji se za poslednjih 20-ak godina potpuno promenio i razgranao, ima dva lica: velike plavne zone kao što je na levoj obali Dunava gde se pri pojavi ekstremnih padavina formiraju jezera na propusnim i nepropusnim površinama, jer je stepen urbanizacije izuzetno progresivan, ili da se sa oboda grada sve više vode sliva ka starijim i visoko urbanizovanim zonama u centru, npr. Kumodraž, Mali Mokri lug, Mirijevo, Rakovica...

Na slici 1 je prikazano šire administrativno područje Beograda i znatno uše područje gradskih kanalizacionih sistema, da bi se videlo da bi u budućnosti neplaniranom izgradnja sa pratećim sistemima, i kanalizacijom koja se priključuje na postojeće, doprinela verovatno preopterećenju sistema, što je jedan od najčešćih uzorka plavljanja u Beogradu već danas. Da bi se to na vreme sprečilo, treba projektovati i graditi

BELGRADE SEWERAGE SYSTEM

Design of sewerage system in Belgrade began at 1887, and construction in 1905 [1]. Outlets constructed in 1905 and many others built later, are still being used, with countless enhancements, upgrading and completion of primary and secondary pipe networks.

Therefore, catchments of natural, non-drained streams which are drained in the sewer system should be reduced, absorbed or retained by construction of retention pools, intermittent or permanent. Concept of rainfall drainage in Belgrade from 60`s predicted a construction of a series of retention pools in the central system. However, Master Plan for Belgrade (2002) has "lost" several retention pools, which actually represents a first, serious violation of the established drainage concept. Other, much more serious although at first sight "smarter" pressure on the concept, is the urbanization of green areas in the city core. The famous "filling" construction, which had pejorative meaning in 70`s and was almost shameful act in civilized Belgrade today is complex and total: constructions have destroyed building yards, and even parts of parks are not spared from construction. Moreover, the public is faced with the appearance of the construction of large buildings on earlier projected retentions, such as green belt next to the highway to Zagreb in the area from the Sava Center to the JP Zmaj petrol station - large petrol station, where a large number of objects was built in protected green belt, which together with the drainage system spreads on both sides of the highway. In such case it is quite clear that the problems of runoff and drainage are getting bigger. There are more examples of taking the field earlier envisaged. If there is "overlapping" of previous aero ortho photo shots with the latest satellite images, and when we look at drainage and retention plans for rainfalls in the area of the city of Belgrade, it can be said that the complex system is not respected.

Another aspect, which includes unplanned and uncontrolled urbanization of suburbs, which have completely changed and spread in the last 20 years, has two faces: a large flood areas such as those on the left bank of the Danube, with permeable and impermeable surfaces, which are cause of ponds during the extreme rainfalls, due to a extremely progressive urbanization, and on the other hand there is an increase runoff in older and highly urbanized central zones, for example. Kumodraž, Mali Mokri Lug, Mirijevo, Rakovica...

In Figure 1 are shown wide administrative area of Belgrade and much smaller area of urban sewer system, in order to see that the future, unplanned construction of the supporting systems, and sewage, which is connected to an existing, would probably contribute to system overload, which is one of the most common flooding examples in Belgrade. In order to prevent it in time, modern systems with mea-

savremene sisteme sa merama i objektima za retenziranje i prečišćavanje kišnih voda [2].

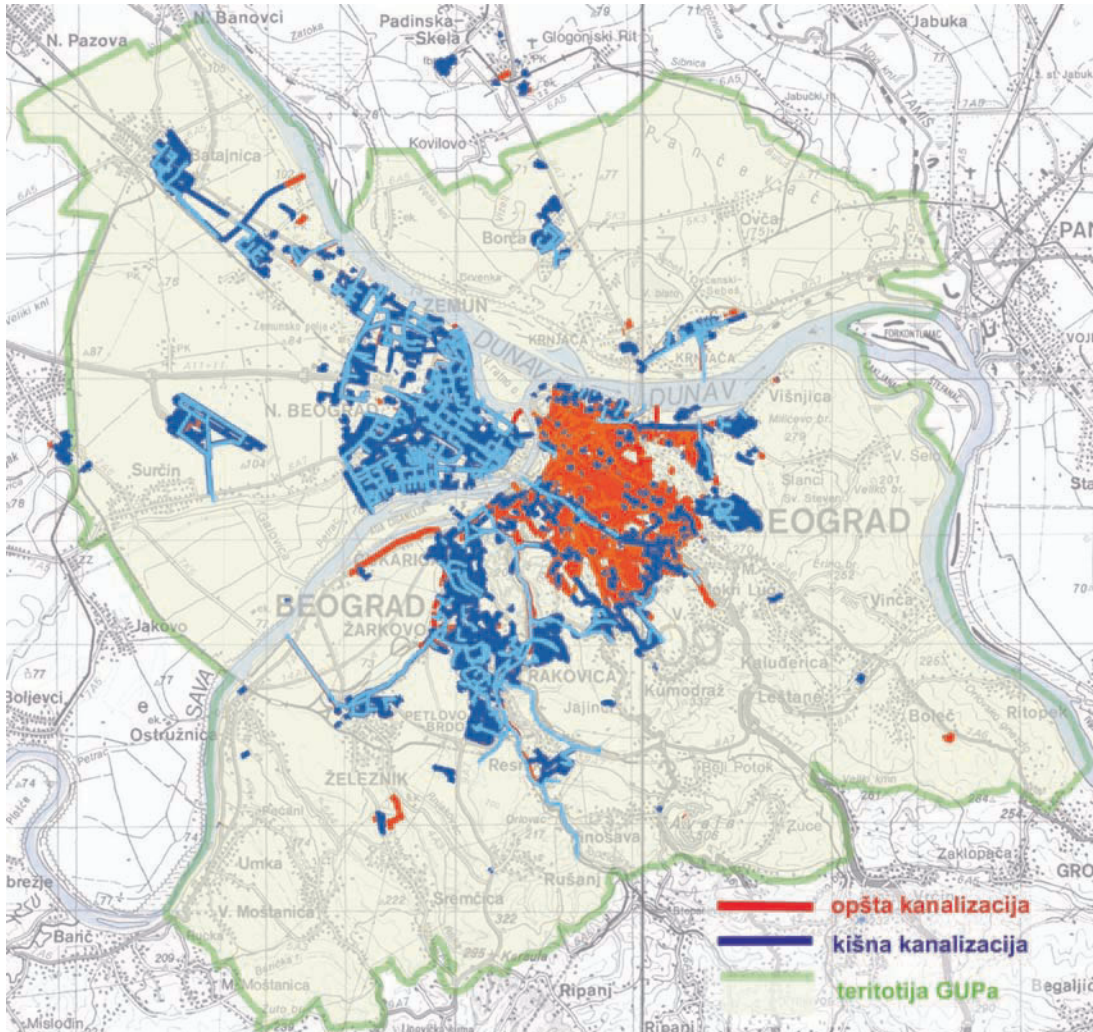
sures and objects for retention and treatment of rainfall waters, should be designed and built in future [2].

POJAVA EKSTREMNIH PADAVINA I PROTICAJA

OCCURRENCE OF EXTREME RAINFALL AND RUNOFF

Pojave koje se u najkraćem komentarišu su se dogo-

Discussed phenomena, took place during June and July 2009, but this is not the first time that heavy rain causes flooding, often in the same locations in Belgrade, especially in the last ten years. Preliminary analysis of the causes of these phenomena and assessment of whether it is a very extreme rainfall is currently being done. However, the sites with repeated floods are known in the city, Picture 2. These are usually main valleys of former streams, such as Mokroluska valley through which now passes the



Slika 1. Šire administrativno područje grada Beograda sa površinama pokrivenim kanalizacionim sistemom
Figure 1. Wide administrative area of the Belgrade with sewer system

dile tokom juna i jula 2009. godine, ali to nije prvi put da jake kiše prouzrokuju plavljenja, često na istim lokacijama u Beogradu, naročito poslednjih desetak godina. U toku je preliminarna analiza uzroka ovih pojava i ocena da li se radi o izuzetno ekstremnim padavinama, međutim treba reći da su lokacije na kojima se poplave ponavljaju poznate u gradu; v. sliku 2. Uglavnom se radi o dolinama nekadašnjih potoka, kao što su Mokroluska dolina kroz koji sada prolazi autoput kroz Beograd od Mostarske petlje do „Lasta“ sa dva moćna kolektora, ali i brojnim nezavršenim građevinama, najčešće priključnim. Dolina Bulbulderskog potoka koja obuhvata ulicu Dimitrija

highway, from "Mostarska petlja" to "Lasta" bus station with two powerful collectors, and numerous unfinished buildings; valley of Bulbulder stream which includes streets Dimitrije Tucovica, Carli Caplin, up to the streets Djure Djakovica and underpasses. Then it is Autokomanda, also a low square which accepts waters from large water catchment area of Banjica, from road to mountain Avala, Vojvode Stepe street, which are highly urbanized without any extensions or wise planning of system for rainfall catchment. Flooding also occurs in very steep streets, as it is the case on the slopes of Senjak, or Valjevska street. In that special conditions there is a necessity for specific sewer shafts, and non-typical

Tucovića, Čarli Čaplina, do ulice Đure Đakovića i podvožnjaka. Potom se radi o Autokomandi, takođe niskom trgu na koji se slivaju vode sa ogromnih slivnih površina od Banjice, sa avalskog puta, ulice Vojvode Stepe koje su u poslednjih desetak godina urbanizovane do krajnjih granica i bez proširenja ili mudrog projektovanja sistema za prihvatanje kišnih oticaja. Plavljenja se takođe događaju i na mnogim veoma strmim ulicama, kao što je na padinama Senjaka, ili u Valjevskoj ulici. U tom uslovima neophodne su posebne i specifične slivničke rešetke, ali i netipična revizionna okna i redovna inspekcija i popravka svih građevina koje uslovljavaju slivanje i proticanje, počev od oluka, nagiba kolovoza i trotoara. Kada krenu velike kiše i velike vode, počinje spiranje otpada sa mnogih neplanskih deponija otpada koji zatvara slivnike i druge zahvate, ispunjava cevi i jednostavno sprečava oticanja i kanalisanje. Očigledno je da je neophodna puna saradnja gotovo svih gradskih službi sa jasnim i preciznim projektima unapređenja stanja sistema zahvatanja i kanisanja kišnih, i drugih upotrebljenih voda, da bi se obavile pripreme za sledeće jake kiše i poplave u Beogradu.

Na slici 2. su date lokacije na kojima je bilo plavljenja u više navrata tokom jakih kiša u periodu juni – juli 2009. godine, ali to nisu i jedine. Jednostavno, ovo nije katastar takvih mesta već samo ilustracija, a u nadležnim službama, pre svega u JKP BVK se mogu naći kompletni spiskovi. Takve informacije su nezaoobilazne za zasnivanje planova za inspekciju, popravku i dogradnju postojećih kanalizacionih sistema i nove priključke.

PRELIMINARNA ANALIZA OSMOTRENIH PADAVINA

Da bi se u prvom trenutku nakon pojave jakih kiša i poplava tokom juna i jula meseca 2009. godine u Beogradu moglo nešto argumentovano reći o kišama, traženo je od RHMZ Republike Srbije da dostave osmotrene – izmerene padavine radi prvog, preliminarnog poređenja sa merodavnim računskim kišama za Beograd [7]. Na slici 3 se mogu videti pomenute zavisnosti visine kiše od trajanja i povratnih perioda od 2, 5 i 10 godina na osnovu ranije pomenute studije [6] koje se koriste za proračune oticaja kišnih voda i dimenzionisanje objekata [4] i [6]. Mora se međutim, podsetiti da je analiza urađena pre gotovo 30 godina, i da mnoge jake kiše koje su bile u periodu posle toga nisu uzete u obzir. Na istoj slici su označene i vrednosti izmerenih kiša pojedinih datuma, i može se videti da se nalaze između dveju aktuelnih linija za 2 godine i 5 godina povratnog perioda. Samo jedan kiša je iznad 5 godina povratnog perioda, a to je bila izuzetno jaka kiša iz juna 1999. godine koja je prouzrokovala plavljenje kompletnog profila autoputa na autokomandi, ali je to bilo uveče, oko 21 čas, pa nije bila toliko zapažena [3] i [5]. Međutim, ono što se može uočiti jeste da je tendencija povećanja po-

revision shafts and regular inspection and repair of all buildings which cause the runoff, starting from the gutters, slope of roads and pavements. When extreme floods occurs, they begin with waste flushing from various unplanned waste deposes, which fulfills the pipes and simply stops the drainage. Full cooperation of almost all city services is required, with clear and precise projects for improving the situation of catchments and drainage systems of rainfall and other used waters, in order to complete the preparations for the next heavy rain and floods in Belgrade.

In Figure 2 are given the locations of flooding in several occasions during the heavy storms in the period from June to July 2009, but they are not the only ones. This is not the cadastre of such places, but only illustrations, and relevant services, primarily Belgrade Waterworks and sewerage possess complete lists. Such information is essential to the establishment of plans for inspection, repair and upgrading of existing sewage system and new connections.

PRELIMINARY ANALYSIS OF OBSERVED RAINFALL

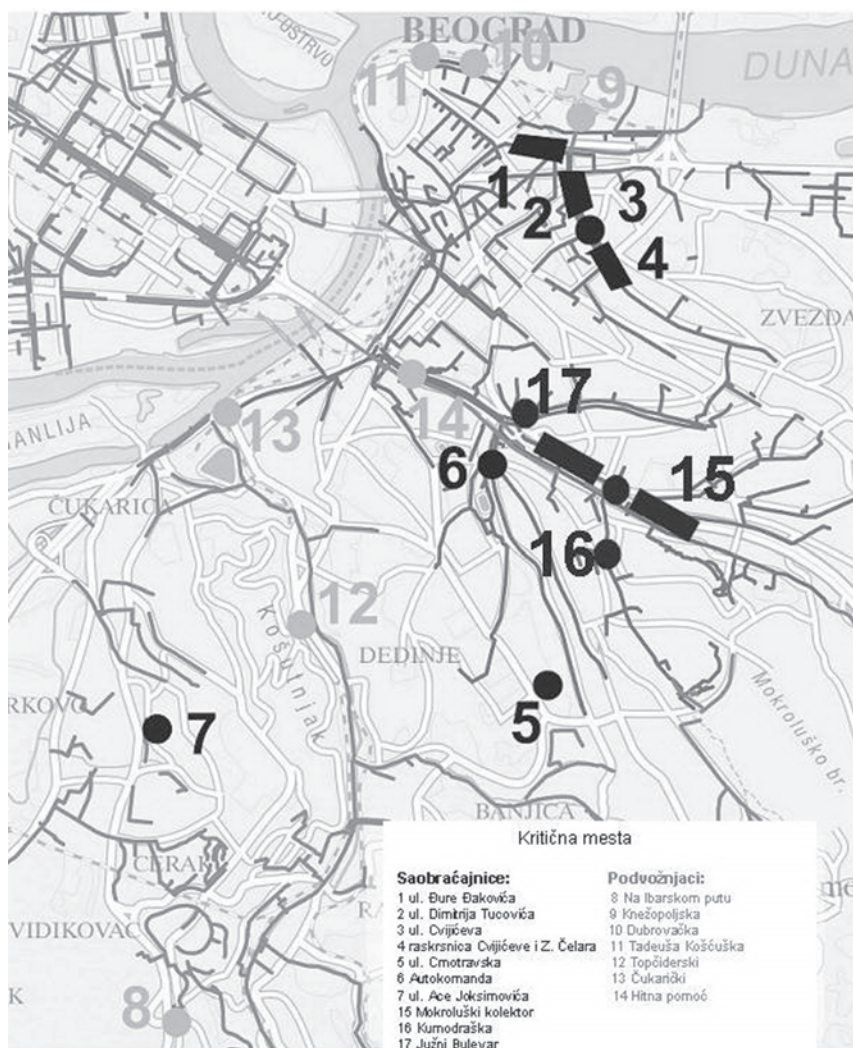
In order to discuss occurrence of heavy rains and floods during June and July 2009 in Belgrade, there has been a request to Republic Hydrometeorological Service of Serbia to submit observed - measured precipitation for the first, preliminary comparison with calculated proper rainfall for Belgrade [7]. In Figure 3 we can see mentioned dependences between the amounts of rainfall and duration and feedback periods of 2, 5 and 10 years based on the previously mentioned study [6] used for calculation of runoff and object dimensioning [4] and [6]. We must, however, recall that the analysis was carried out nearly 30 years ago, and many of the extreme rainfall which were in the period after that, were not taken into account. On the same figure are marked measured values of individual storm dates, and it can be seen that they are between two actual lines for 2 years and 5 years feedback period. Only one rain is over 5 years feedback period, and it was very heavy rain from June 1999 which caused total flooding of the full highway profile near Autokomanda, but it was evening, about 21 hours, and was not much noticed [3] and [5]. However, what can be seen is that the tendency to increase the feedback period for longer duration of rain, from under two years to over 5 years, is indicator that only one rain, which last 20 or 25 minutes, can not be taken as relevant, because for many sewerage systems fit long rains, which was proven in many projects [2], [4], and it should certainly be taken into account. For better understanding it should be noticed that: the large watersheds such as the aforementioned former stream valleys, use short rains for setting the shafts

vratnog perioda za duža trajanja kiše, od ispod dve godine preko do 5 godian indikator da se ne može kao merodavna uzeti samo jedan kiša, najčešće 20 minuta ili 25 minuta, jer su za mnoge kanalizacione sisteme merodavne duže kiše što se pokazalo u mnogim projektima [2], [4], i [to svakako treba ujeti u obzir. Radi lakšeg razumevanja treba reći sledeće: na velikim slivovima kao što su pomenute doline nekadašnjih potoka, kratkotrajne kiše se koriste za postavljanje slivnika i dimenzionisanje početnih deonica, ali ne i za proračun sabiranja doticaja sa više stana i iz dugačkih ulica, kao što je recimo autoput ili ulica Vojvode Stepe.

Međutim, ne sme se upasti u grešku da se pomenute izmerene jakе kiše proglašavaju za merodavne, jer ih je bilo dovoljno da se aktuelne zavisnosti visine kiše i povratnih perioda preko noći proglašavaju za netačne. Mora se naime uraditi solidna, svobuhvatna analiza kiša za ceo raspoloživi period, što predstavlja fond od oko 75 godina, i za sve kišomerne stanice na području Beograda, kako bi se ustanovile nove zavisnosti intenziteta kiše od trajanja i novih zadatih povratnih perioda do 50 godina, koje će biti znatno pouzdanije od postojećih. Posebno se skreće pažnja nadležnim službama u gradu, najviše JKP BVK, da su nove zavisnosti neophodne za izradu svih projekata, a pogotovu izrade novog Generalnog rešenja za beogradsku kanalizaciju.

ZAKLJUČCI

Povećanje ekstremnih padavina je evidentno, ali je potrebna detaljna savremena analiza padavina koja bi obuhvatila najnovije ekstremne pojave kiša, ali i sve druge. Međutim, osim na k.s. Vračar, na Aerodromu „Nikola Tesla“ i na Zelenom Brdu, nizovi osmotrenih kiša su relativno kratki za pouzdane statističke analize, tako da je neophodno analizirati sve raspoložive podatke sa svih stanica. Dakle, za područje Beograda nije dovoljno koistiti samo „vračarske kiše“ merodavnog trajanja od 20 minuta ili 25 minuta. Takođe je za velike sisteme neophodno koristiti odgovarajuće kiše na površini celog sliva a ne samo u jednoj tački što je sadašnja praksa rai izrade ekonomičnih i znatno funkcionalnijih sistema. Uz sve to, treba pro-

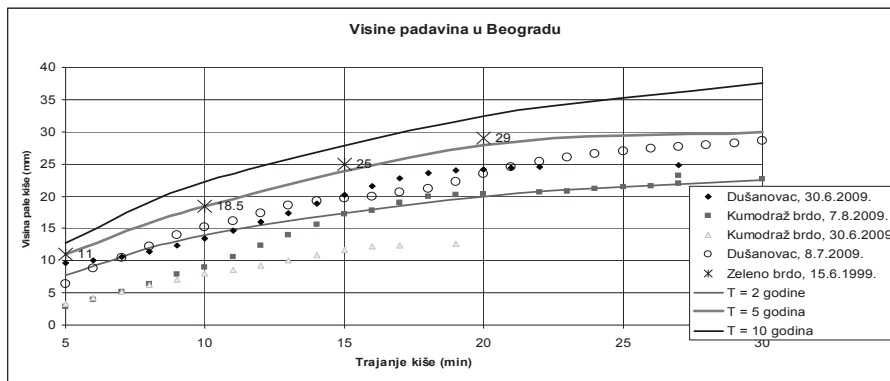


Slika 2. Neke lokacije na kojima je bilo poplava za vreme pojave ekstremnih kiša tokom juna/jula 2009. g.

Figure 2. Some locations of floods during the extreme rainfall in June/July 2009

and dimensioning of initial parts, but not for calculation of addition inflow from different sides and long streets, as for example, highway or street Vojvode Stepe.

However, we must not make an error to declare mentioned measured rains as comparative, because they are not enough to declare actual dependences between the amount of rainfall and feedback period as incorrect. Solid, comprehensive storm analysis for the whole available period must be done, which represents a fond of about 75 years, and also for all rainfall gauging stations in the area of Belgrade, in order to establish a new dependence between the intensity of rain and new feedback periods up to 50 years, which will be much more reliable than existing ones. Attention is drawn to competent city agencies, mostly to JKP BVK, that the new dependences are necessary for all projects, especially for development of new General solution for the Belgrade sewage.



Slika 3. Zavisnosti visine kiše od merodavnih povratnih perioda za data trajanja kiše za k.s. Opservatorija Vračar i označene izmerene kiše 1999.g. i tokom letnje sezone 2009. godine [6]

Figure 3. Dependence between the rainfall and comparative feedback periods for subjected rainfall duration, for g.s. Opservatorija Vračar and marked measured rains in 1999 and during summer 2009 [6]

veriti da li se izvesni trendovi povećanja ekstremnih padavina, jakih kiša kratkog trajanja, o čemu se mnogo govori, može dokumentovano govoriti i na području grada Beograda, što bi prouzrokovalo potpunu proveru sistema i svih objekata kanalizacionog sistema.

Izgradnja objekata visokogradnje u gradskom jezgru, zatim popločavanje i asfaltiranje preostalih zelenih – propusnih terena, ali i dogradnja kanalizacione mreže, počev od slivnika, cevi, priključaka, veza u objektima na velikim cevima i kolektorima uvek mora da bude praćena detaljnom inspekcijom funkcionisanja svih izgrađenih objekata. Nedovršeni objekti, na neadekvatnim mestima, prouzrokuju zadržavanje vode na ulicama čak i kada je slivnički sistem izgrađen, npr. kod deformisanih kolovoza, rekonstruisanih ulica i sl. Najčešće se zbog improvizovane izgradnje prouzrokuju brojne neočekivane poplave na lokacijama gde za to nema razloga, kao što je u podzemnom prolazu kod sajma i na drugim mestima.

Pri urbanizaciji po obodima grada koju prati produkcija kanalizacije na njenim početnim deonicama mora se voditi računa o prijemnoj moći – kapacitetu početnih preseka cevi i deonica, jer „kalemljenje” novih podsistema na već pune cevi pri pojavi i manjih kiša gotovo sigurno dovodi do plavljenja i na neočekivanim mestima.

U novim naseljima, još u fazi planiranja, u urbanističkim planovima i projektima predvideti površine na kojima se ublažavaju kišni oticaji, radi smanjenog opterećenja postojećih sistema kanalizacije [4].

Na kraju, sve uočene plavne zone i mesta na kojima se skupljaju i zadržavaju kišne vode koje potom nekontrolisano otiču, treba snimiti, ispitati uzroke i predvideti intervencije jer će sa novim ekstremnim padavinama posledice biti još veće nego ranije. Za-

CONCLUSIONS

Increase of extreme rainfall is evident, but it requires detailed contemporary analysis of rainfall which would encompass the latest occurrence of extreme storms, and all others. However, except g.s. Vračar, the Airport "Nikola Tesla" and on the Zeleno Brdo, observed storms are relatively short for reliable statistical analysis, so it is necessary to analyze all available data from all stations. Therefore, for the area of Belgrade it is not enough to use just "Vračar rains" with comparative duration of 20 or 25 minutes.

For large systems it is necessary to use appropriate rains on the surface of the entire watershed and not just on one location, which is the current practice of much more economical and functional systems. In addition, certain trends of increase of extreme rainfall and heavy rains with short duration must be professionally checked, which would cause a complete system check of all buildings and sewage systems.

Construction in the city core, and paving and asphaltting of the remaining green - permeable terrains, and extension of sewerage network, starting from the shafts, pipes, connections, connections in the facilities to large pipes and collectors, must always be accompanied by a detailed inspection of the functioning of constructed facilities. Unfinished objects, in inadequate places, are cause of water retention in the streets, despite existing sewer system, for example deformed pavements, reconstructed streets, etc. Due to a improvised construction there are numerous examples of non-expected floods, such as one in underpass near Belgrade Fair.

Urbanization of suburbs which is followed by sewer extension at its initial parts must take into consideration the reception power - the initial capacity of pipe sections and parts, as "grafting" of new subsystems to the already fulfilled pipes almost certainly leads to flooding at unexpected places.

In new settlements, even in the planning phase, the urban plans and projects must predict surfaces for reducing the rainfall runoff, in order to decrease the load of the existing sewer system [4].

Finally, all observed flooding zones and locations of water retention, which then uncontrollably runoff, should be recorded, examined and intervention should be predicted because the consequences of new extreme rainfall will be even greater than before. Reconstruction and upgrading should be done

tim treba uraditi rekonstrukcije i dogradnju samo uz prethodnu proveru stanja i funkcionisanja elemenata i objekata, kao bi se sigurnost odvijanja pešačkog i motornog saobraćaja unapredila, a moguće povećana ekstremne padavine kanalisale efikasno, na savremen i bezbedan način.

only with previous test of status and functioning of the elements and objects, in order to improve the safety of pedestrians and motor traffic, and also a drainage of increased extreme rainfall, in a modern and safe way.

LITERATURA (LITERATURE)

- [1] Beogradski vodovod i kanalizacija (2004) Prvi projekat beogradske kanalizacije, Kanalizacija beograda, Opis generalnih projekata i detaljnih konstrukcija, Mišljenje straih eksperata, Beograd.
- [2] Despotović, J. sa saradnicima (2004) Idejni projekat kanisanja kišnih i fekalnih voda na slivu Kumodražskog potoka u Beogradu, Građevinski fakultet.
- [3] Despotovic, J., Jasna Petrovic (2006) An overview of the rainfall and runoff measurement network in Serbia, 3rd Int. Trade fair and Congress for flood prevention, consequences of climate change and disaster management, Session Inter. Perspectives on Current Trends in Monitoring Extreme Hydrologic Events, Hamburg.
- [4] Despotović, J. (2009) Kanisanje kišnih voda, Građevinski fakultet, Beograd.
- [5] J. Despotović, Jasna Plavšić, A. Djukic and N. Jačimović (2008) Consequences of non planned development during turbulent times in Serbia – Case study of suburb Kumodraz watershed in Belgrade, NATO Science for Peace and Security, Workshop: Risk management of water supply and sanitation systems impaired by operational failures, natural disasters and war conflicts, Ohrid, Macedonia.
- [6] Milojević, M. (2003) Snabdevanje vodom i kanisanje naselja, Građevinski fakultet, Beograd.
- [7] RHMZ (2009) Interni obrađeni podaci o padavinama iz perida juni-juli 2009, Beograd.
- [8] Urbanistički zavod Beograda (2002) Generalni plan Beograda, Beograd.
- [9] Vukmirović, V, J. Despotović (19982) Studija padavina kraćeg tranja na području grada Beograda, Građevinski fakultet, Beograd.



bor-plastika

UREĐAJI ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA
-BUDUĆNOST POSTOJI-

PROIZVODNJA UREĐAJA OD POLIPROPILENA I POLIETILENA

- Separatori ulja, prema EN 858-2
- Separatori masti, prema EN 1825-1
- Biološki pročištači otpadnih voda, prema EN 12255
- SBR uređaji, prema EN 12255
- Mikrofiltracija, prema EN 12566-3



HRN EN ISO 9001:2002

HR-31309 Kneževi Vinogradi

Tel.: +385 31 730 881, Fax: +385 31 732 104

E-mail: bor-plastika@bor-plastika.hr

www.bor-plastika.hr



КОМГРАДЊА

- Хидротехнички објекти
- Грађевински радови
- Термотехничке инсталације
- Пројектовање

МАЈСТОРИ СВОГ ЗАНАТА

ХИДРОТЕХНИЧКИ ОБЈЕКТИ

- Спољне инсталације водовода и канализације
- Унутрашње инсталације водовода, канализације и санитарне опреме
- Постројења за припрему воде за пиће
- Постројења за пречишћавање санитарних и индустријских отпадних вода
- Црпне станице водовода, канализације и подземних вода
- Хидрантске мреже
- Резервоари

ГРАЂЕВИНСКИ РАДОВИ

- Земљани радови
- Груби грађевински радови
- Специфични радови нискоградње
- Завршни занатски радови
- Грађевински радови на одржавању гасоводне мреже

ТЕРМОТЕХНИЧКЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ

- Постављање инсталација за грејање
- Постављање инсталација за вентилацију
- Постављање опреме и канала за хлађење и климатизацију

ПРОЈЕКТОВАЊЕ

- Хидротехничких објеката: водовода, канализације, дренажних система, црпних станица, резервоара, изливних грађевина, система за пречишћавање отпадних вода
- Топлодалековода

Адреса: Београд, Стевана Бракуса 6

Тел: 011/3058 800, 3058 600

Тел/Факс: 011/3540 910

Email: komgradnja@EUnet.yu



Резервоар Раковица



Водоводна мрежа
у Сарајевској улици



Колектор у Новом Саду



Санација дуплих дна на
ППВ Макиш

www.komgradnja.co.yu

КОМГРАДЊА