

**Зорица Тодоровић
Чедо Максимовић
Марко Иветић**

ОДВОДЊАВАЊЕ УРБАНИХ АТМОСФЕРСКИХ ВОДА ГРАДА/ОПШТИНЕ КАО ДЕО ИНТЕГРАЛНОГ УРЕЂЕЊА ПОВРШИНСКИХ ВОДА

11.1. Увод

Одавно је познато да постоји конфликт између концепта економског развоја и заштите животне околине. Први концепт се заснива на логици економског развоја и праксе, док други обухвата шире социјалне, економске и еколошке импликације. Одрживи развој је био централна тема Самита Уједињених нација у Рио де Жанеиру 1992, који је позвао владе свих земаља да формирају сопствене стратегије одрживог развоја на нивоу њихових земаља у циљу решавања глобалних еколошких проблема у наредном миленијуму.

Концепт одрживог развоја у области одвођења кишних вода из градова своје одлучивање усмерава према људима и околини. Он подједнако узима у обзир количину кишне воде коју треба спровести ван града, њен квалитет, као и лепоту и атрактивност будућег решења. Многа досадашња решења су нарушила околину и нису одржива у времену.

11.2. Кишна канализација и концепт одрживости

Многе насељене области се сусрећу са потребом одвођења вишка површинских вода. Традиционални системи су пројектовани на принципу квантитета, одводећи воду низводно и тиме спречавајући плављење. Овакав приступ скретања природног тока воде често доводи до преношења проблема на неку другу, низводну локацију у сливу. У последње време проблем квалитета површинске воде добија на значају, јер се спирањем воде са градских површина у реке преноси значајна количина загађења. Аспекти

атрактивности решења, као што су поновна употреба вода и њено враћање у слив, здравствени аспекти или могућности пејзажног уређења слива као станишта за повратак неких животињских врста су до сада били потпуно занемаривани. Наставак овакве праксе грађења урбаних средина више није прихватљив са становишта побољшања услова живота у градовима. При решавању проблема кишне канализације стално се мора имати на уму квалитет, квантитет и атрактивност решења (сл. 11.1.).



Слика 11.1. Троугао решења кишне канализације одржава баланс и омогућује одрживост система (CIRIA, 1999)

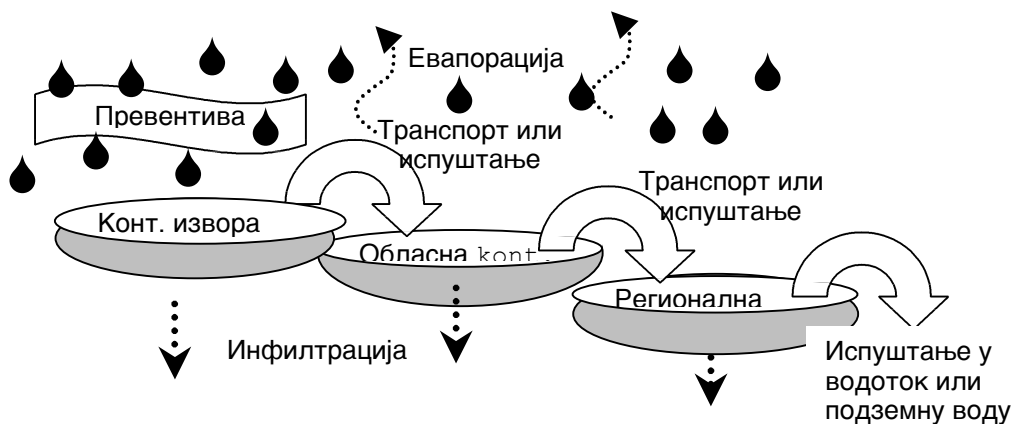
Системи одводњавања урбаних атмосферских вода могу бити на линији одрживости, ако се при пројектовању система успостави равнотежа између сва три горе наведена аспекта. Одрживост у области кишне канализације подразумева:

- заштиту и побољшање квалитета воде,
- усклађеност са еколошким захтевима и потребама локалног становништва,
- стварање станишта за живи свет у градским водотоцима,
- побољшање природног прихрањивања подземних вода.

Ови циљеви постижу се употребом следећих метода:

- третирањем отицаја што ближе извору, тј. месту где је киша пала,
- решавањем потенцијалног плављења на његовом извору,
- заштитом водних ресурса од концентрисаног (инцидентно изливање) или дифузног загађења.

Овакви системи омогућавају даљу урбанизацију подручја и у областима где су традиционални системи већ на граници капацитета, што значи омогућавају нову градњу и у већ постојећим градским језгрима. Један од прихватљивих концепата развоја система кишне канализације је успостављање различитих нивоа управљања површинским водама (сл. 11.2.)



Слика 11.2. Низ различитих нивоа управљања (CIRIA, 1999)

Као и у случају природног слива пре урбанизације, техника одвођења вода се примењује у серији нивоа мењајући при томе ток воде и побољшавајући њен квалитет на сваком од нивоа. За разлику од традиционалног метода који решава проблем одвођења на нивоу слива, управљачки низ почиње са превенцијом или контролом тока и спречавања загађења на нивоу једне куће, па преко управљања на месту пада кише и тако низводно преко обласне и регионалне контроле које обухватају прихват воде са подсливова, до водопријемника. Законитост оваквог поступка лежи у контроли отицаја што је могуће ближе његовом извору и настанку. Уколико отицај не може бити контролисан на одређеном мјесту, он се транспортује до следећег нивоа где се враћа у природан хидролошки циклус.

Концепт управљачког нивоа промовише поделу слива на подсливове који имају исте потенцијале за одвођење воде па тиме и исте стратегије решавања проблема. Предузимањем акције на локалном нивоу не само што се смањује количина отицаја коју треба преусмерити, већ се и смањује потреба за транспорт на друге локације.

11.3. Алтернативни системи одводњавања градских површина

Начини примене овакве методе су груписани у четири фамилије система: порозне површине, травнати јаркови, инфилтрациони ровови, бунари, базени и рибњаци.

Порозне површине: Овакве површине изгледају као традиционално поплочане површине, али имају мале шупљине кроз које пролази вода и тече у подземље. Овакве површине су посебно повољне за одвођење воде са равних површина и паркинга.

- Количина: Капацитет система за депоновање воде зависи од типа површине и базе испод. Вода се може оставити да природно инфилтрира, одвести цевима даље или пумпати за поновну употребу.
- Квалитет: Пропусна база задржава седименте и тиме омогућава пречишћавање воде (посебно уља са паркинга).
- Атрактивност: Постоји читава лепеза оваквих материјала за адекватно уклапање у средину. Осим за овдођење воде, ови системи остају слободни за коришћење у друге сврхе (паркинг, терени за игру итд.)

Травнати јаркови: Овакви системи представљају травнате канале малог нагиба дуж пута.

- Количина: Користе се углавном за транспорт вода са једне на другу локацију, али и за ублажавање отицаја или инфилтрацију на самој локацији.
- Квалитет: Врло су ефикасни у отклањању чврстих загађења кроз филтрацију и таложење неорганских и разградњу органских материја.
- Атрактивност: Лијепо се уклапају у пејзаж, али се мора водити рачуна о одабиру типа вегетације и одржавању. Могу претстављати зелене коридоре и повезивати станишта за фауну на разним локацијама.

Инфилтрациони ровови: Ровови испуњени ломљеним каменом или шљунком (подземни или површински).

- Количина: Повећавају природни капацитет земљишта да упија воду, омогућајући простор за привремено депоновање воде и повећану површину за природно упијање у околно тло.
- Квалитет: Омогућавају природну филтрацију, апсорпцију ситних честица и биохемијску разградњу микроорганизама који живе на испуни рова.
- Атрактивност: Лако се уклапају у пејзаж, повећавају влажност околног тла а депонована воде се може поново користити у друге сврхе.

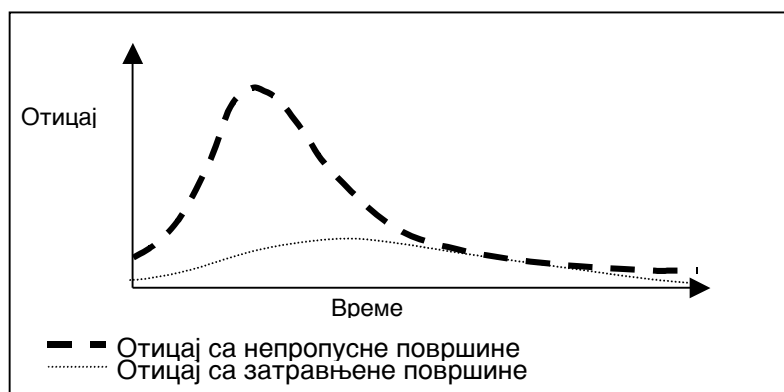
Базени и рибњаџи : Вјештачки базени обично су грађени по угледу на природне.

- Количина: Пројектовани да прихвате отицаје великих повратних периода и накнадно контролисано испуштање. Количина се може контролисати балансирањем испуштене и инфилтриране воде.

- Квалитет: Омогућава таложење у мирној води, абсорпција честица на вегетацији или земљишту, биолошку активност разградње загађења помоћу алги, биљака и риба.
- Атрактивност: Остављају широке могућности пројектантима. Могу се користити за спорт, рекреацију или као зелене површине. Вода из базена се може поново користити у различите сврхе.

11.4. Захтеви у погледу количине воде

Идеално решење је оно које би дало исти изглед хидрограма пре и после урбанизације. То значи да максимум отицаја, време концентрације и величина базног отицаја буду слични онима у природним условима на истом терену (Максимовић и Тодоровић, 1998). Међутим у урбаним подручјима, дијаграм отјецаја знатно се разликује након уређења површина, и по правилу се смањује вријеме концентрације, односно повећава се запремина отекле воде у одређеном времену (сл. 11.3.).



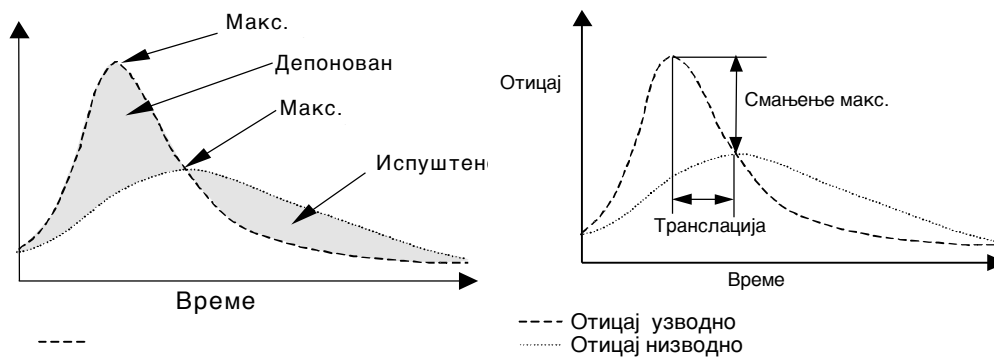
Слика 11.3. Приказ отицаја урбанизације на површински отицај

Урбанизација слива доводи до:

- повећања непропусних површина и смањења природног капацитета и пропусности тла,
- повећања разлике између подсливова увођењем различитих типова намјенских површина,
- смањења базног отицаја,
- смањења времена до појаве максималног отицаја и повећање осетљивости слива на кише јаког интензитета,
- промене критичне сезоне - урбане средине најосетљивије су на јаке летне кише за разлику од природних сливова који су најугроженији после дугих зимских киша.

Смањење максимума поплавног таласа (сл. 11.4.) може се остварити на два начина:

- ублажењем у ретензионом базену, прихватањем вишка воде и накнадним контролисаним испуштањем, или
- ублажењем дуж водотока коришћењем мањих падова, већих оквашених обима, и већих коеф. храпавости канала.



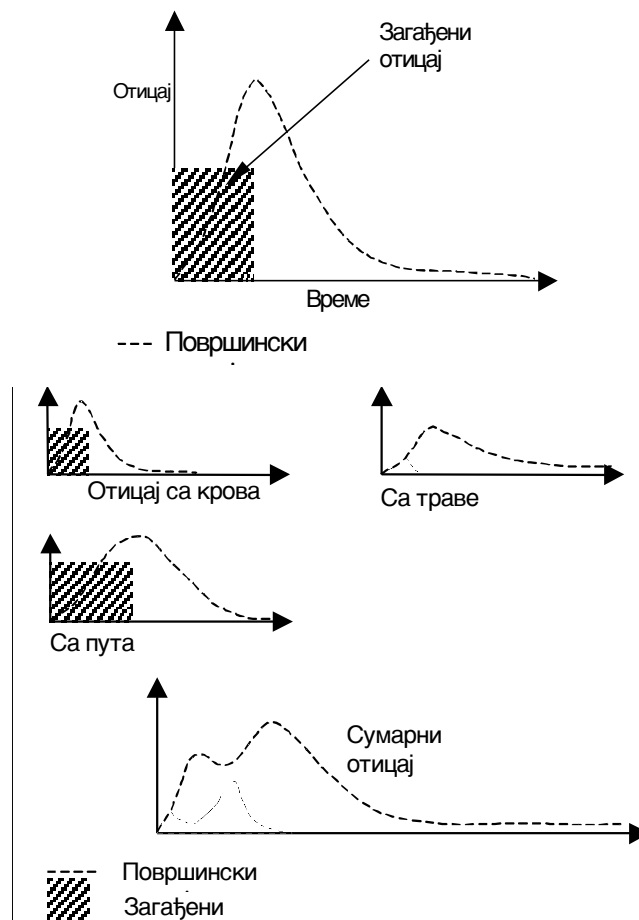
Слика 11.4. Утицај ублажења таласа у ретензионом базену и дуж водотока

Инфилтрација као мера смањења отицаја треба да се користи где год је то могуће да би се наставио природан пут воде (BRE, 1991). Ипак неки типови земљишта су мање, а неки више погодни за употребу ових метода.

11.5. Захтеви у погледу квалитета воде

Инфилтрацијом у земљиште, смањује се количина воде коју треба евакуисати, што је повољно са становишта заштите од плављења. Али, уколико је вода која се спира са површина контаминирана, ово може постати проблем у погледу евентуалног загађења подземних вода. Наиме након дужег сушног периода, прашина, песак и разни други загађивачи се нагомилавају на градским површинама.

С почетком кише тај материјал бива спран са површине и пренесен у дренажни систем. Уколико је ријеч о спирању са врло мале површине загађење кишнице се запажа одмах по почетку кише. То се назива први удар загађења. Сабирањем оваквих загађења са различитих површина на сливу добија се количина загађене воде која треба да се претходно евакуише и да прође одређен третман пре него што буде упуштена у водопријемник (сл.11.5.).



Сл. 11.5. Удио загађења воде у укупном отицају (CIRIA, 1999)

Списак загађивача са градских површина сваким даном се повећава и обухвата: неорганске материје (песак, прашину), органске материје, тешке метале и токсичне састојке, материјале у суспензијама, растворене материје, уља и друге хемикалије. Методе пречишћавања зависе од типа загађења и обухватају: филтрацију преко порозних материјала или травнатих површина, растварањем, таложење у мирним водама, биолошки третман микорорганзмима који живе у земљишту на филтерским системима, вегетацијом итд.

Захтјеви у погледу атрактивности рјешења укључују читав спектар подијељен у три групе:

- вода као ресурс за поновну употребу,
- атрактивност за локално становништво, и
- обезбјеђење станишта за повратак фауне у градове.

При одабиру система мора се водити рачуна о сљедећем:

- претходно сакупљање података (сакупљање релевантних података о могућностима самог простора и утицаја на околне просторе),
- природни пут дренарања (истраживање природног пута на датој локацији може да послужи као инспирација за тражење решења које ће најмање угрозити природне токове).
- топографија терена,
- подаци о падавинама и отицају,
- подаци о водопријемнику (историја плављења и захтјеви о квалитету воде),
- подаци о тлу,
- тип урбаних грађевина лоцираних на сливу,
- будуће управљање, власништво и надлежност (због одржавања система),
- могућности организовања образовања локалног становништва у промени понашања, превенцији, смањењу покривања зелених површина, рационалној употреби воде и могућем рециклирању,
- коштање система,
- безбједност,
- могући надзор,
- испитивање могућности за имплементацију најадекватнијих врста флоре и фауне.

11.6. Закључак

Одрживи системи одводњавања градских површина су замишљени да подржавају принципе хидрологије и хидраулике као и традиционални системи, али примењујући их на други начин. Одабир система је вођен идејом да се дође до решења које ће одговарати свим заинтересованим странама. Одабир и пројектовање оваквих система представља мултидисциплинарни процес. За разлику од традиционалног пројектовања, фактори који се овде узимају у обзир су и пејзажна архитектура као и свеобухватно планирање простора.

ЛИТЕРАТУРА

- BRE: *Soakaways design* (Приручник за пројектовање инфилтрационих ровова), BRE Digest 365, England, 1991.
- R. Bettess: *Infiltration drainage - Manual for good practice* (Инфилтрациони системи - приручник за пројектовање), CIRIA report no. 156, 1996
- R. Bettess, A. Davis, D. Watkinson: *Infiltration drainage - Hydraulic design* (Инфилтрациони системи - хидрауличка анализа) CIRIA report no. 23. 1996
- Maksimovic C., Todorovic Z.: *Urban Water Management* (Upravljanje gradskim vodama), poglavke u kwizi: *Hydroinformatics in Planning, Design, Operation and Rehabilitation of Sewer Systems*, (ed. C. Maksimovic, J.

Marsalek, E. Zeman, R. Price), NATO subseries 2. Env. Security 44., Kluwer. 1998.

CIRIA: *Design Manual for Scotland and Northern Ireland, Sustainable urban drainage systems* (Одвођење градских вода и одрживи развој), приручник, CIRIA, 1999.