

Poglavlje 2

Potrebe za merenjem u zavisnosti od korišćenja podataka

2.1 Istorijski pregled

Za vreme poslednjih nekoliko dekada uloga sistema za odvođenje površinskih voda se promenila. Nastale promene zahtevaju preispitivanje filozofije projektovanja i u skladu sa tim potrebni podaci se razlikuju od onih koji su se koristili u ranijim periodima. Primer kišne kanalizacije je izabran da ilustruje ulogu merenja i nove zahteve za drugačijom vrstom podataka, a slična razmatranja mogu se primeniti i za ostale hidrotehničke sisteme.

Tradicionalno se smatralo da je uloga sistema za odvođenje površinskih voda iz urbanih sredina samo da prikupi kišne vode i da ih najkraćim putem ispusti u najbliži vodoprijemnik. Međutim brza urbanizacija, povećano zagađivanje, rast cena gradskog zemljišta i povećanje zainteresovanosti stanovništva u vezi sa zagađivanjem i njegovom kontrolom, uneli su značajne promene u ovaj sistem i u metodologiju koja se primenjuje za njegovo projektovanje, upravljanje, rekonstrukciju i održavanje. Sistemi za odvođenje površinskih voda gradjeni su i u antičkim gradovima, bilo kao separacioni sistemi otvorenih kanala, bilo u kombinaciji sa fekalnim sistemima.

U periodu početka urbanizacije, kišna voda se obično odvodila sistemom otvorenih kanala koji su služili i za infiltraciju i za retenziranje. Sistemi otvorenih kanala postoje u mnogim gradovima mada im je kapacitet odavno prevaziđen. Tradicionalni sistem odvodnih kanala, posebno u zemljama sa aridnom klimom, služi ne samo za odvođenje kišnih voda nego često i fekalnih i čvrstih otpadaka. Primer za to može se naći u gradu Teheranu [6]. Sa razvojem urbanizacije sistemi otvorenih kanala se postepeno menjaju tako što se, ili pokrivaju nakon rekonstrukcije i proširenja, ili se zamenjuju mrežom ukopanih cevi mešovito ili separacionog sistema. Pregled istorijskog razvoja prikazan je na slici 8. U nekim savremenim projektima sistemi otvorenih kanala se koriste, ili kao privremeno rešenje pri postepenom prerastanju prigradskih zona u gradske (Č. Maksimović i S. Kulačin [7]), ili

U r b i z a c i j a	Prirodni slivovi	- prirodni kanali - potoci - vododerine
	Delimično izgradjeni sistemi	- primitivni ispusti - otvoreni kanali - prvi sistemi cevi
	Kombinovani kanalizacioni sistemi	- otvoreni kanali - kombinovani sistemi kanalizacije - prelive - sistemi za prečišćavanje
	Potpuno podeljeni kanalizacioni sistemi	- separadni sistemi/magistralni odvodi - sistemi za prečišćavanje - izlivi
	Savremeni sistemi sa kontrolom rada u realnom vremenu	- separadni kanalizacioni sistemi - sistem magistralnih cevovoda - infiltracioni baseni, kontrola oticanja - retenzioni baseni

Slika 8. Istorijski razvoj sistema za odvođenje površinskih voda—savremeni sistemi zahtevaju veću količinu i drugačiju vrstu podataka

kao deo savremenih sistema koji se baziraju na decentralizovanom retenziranju kišnih voda i velikom stepenu zastupljenosti kontrole oticanja na mestu pojave značajnijih količina voda (engleski termin "source control") W. Geiger [8] i R. Sieker i koautori [9].

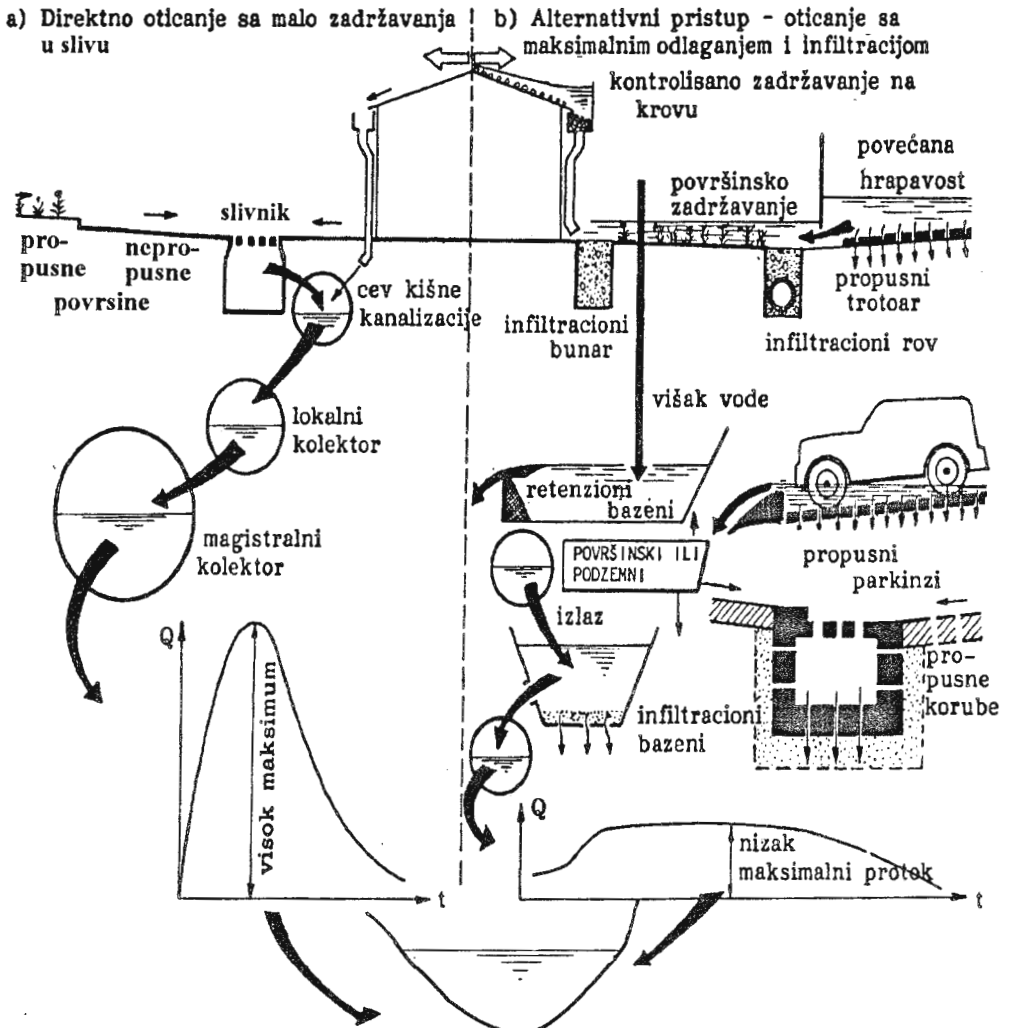
2.2 Nova uloga sistema za odvodjenje površinskih voda

Budući da su ti sistemi integralni deo urbanih infrastrukturnih celina, do modernih sistema za odvodjenje površinskih voda dolazi se bilo rekonstrukcijom postojećih i dodavanjem novih elemenata ili potpunom izgradnjom novih (što se redje dešava). Moderni sistemi za odvodjenje površinskih voda treba da ispune sledeće ciljeve:

1. Efikasno dreniranje kišnice i zaštita od poplava,
2. Kontrola zagadjenja i u urbanoj sredini i u vodoprijemniku,
3. Skladno uklapanje u projekte integralnog upravljanja vodama kombinujući mere direktnog oticanja sa kontrolom oticanja u slivu ("*source control*"),
4. Obezbedjenje efikasne kontrole rada sistema u realnom vremenu i upravljanja sa manjim utroškom energije,
5. Obezbedjenje prikupljanja informacija o radu sistema i uspostavljanja informatičke podrške sa ciljem dobijanja faktografskog materijala za buduće rekonstrukcije, proširenja, modernizacije i uvođenja novih metoda upravljanja procesom.

Dva gore pomenuta koncepta prikazana su na slici 9. Na levoj strani prikazan je klasičan sistem sa direktnim dreniranjem dok je na desnoj sistem koji se bazira na značajnoj kontroli oticanja. Ovaj sistem doprinosi i smanjenju zapremine površinskog oticanja i smanjenju maksimalnog protoka što podrazumeva ublažavanje negativnog uticaja na postrojenje za prečišćavanje ukoliko se i kišna voda prečišćava (na primer, grad Geteborg u Švedskoj)

Da bi se ispunili gornji zahtevi potrebno je razviti nove načine projektovanja i analize (M. Radojković, Č. Maksimović [33]), što podrazumeva upotrebu savremenih informatičkih sredstava i drugu vrstu podataka, kao na primer:



Slika 9. Dva glavna koncepta za odvodjenje površinskih voda: a) direktno oticanje b) sistem sa kontrolom oticanja

1. Automatska inspekcija postojećih sistema i njihovog konstrukcionog stanja uključujući daljinsku inspekciju, unutrašnju inspekciju u kolektore itd.
2. Primenu GIS tehnologije za pripremu podataka i izradu dokumentacija u području grafičkih rezultata, projektovanja itd.,

3. Kontinualno merenje ulaza (padavine, zagadjivanja) i izlaza (količina vode–protok, kvalitet vode itd.),
4. Monitoring uticaja na vodoprijemnike, primena simulacionih modela za analizu oticanja, za prognozu kvaliteta rada postrojenja za prečišćavanje, procesi u vodoprijemnicima itd.,
5. Analiza radarskih snimaka i njihovo povezivanje sa sistemima za prognozu i upravljanje u realnom vremenu,
6. Primena računara u projektovanju,
7. Ostale primene.

Da bi, gore pomenuti novi sistemi, imali smisla, oni zahtevaju pouzdane podatke prvenstveno o padavinama, oticaju i kvalitetu vode. Tačnost kao i prostorna vremenska rezolucija za merenu veličinu, zavisi od oblasti njene primene. Kao opšte pravilo, koje se koristi za razvoj, kalibraciju i verifikaciju modela kao i za matematičku simulaciju, potrebni su podaci koji treba da prodju kroz mnogo rigorozniju kontrolu nego, na primer, podaci za kontrolu upravljanja u realnom vremenu. Pošto se u ovom poglavlju uglavnom razmatra merenje protoka, potrebno je naglasiti da se podaci dobijeni merenjem koriste uglavnom za sledeće potrebe:

- Razvoj i testiranje modela padavine–oticaaj i modela kvaliteta vode za opštu namenu,
- Primena modela za konkretne lokacije–slivove,
- Kontrola rada sistema u realnom vremenu,
- Formiranje i korišćenje baza podataka za opštu namenu (statistika, donošenje odluka, strateško planiranje itd.) (US Nationwide Urban Runoff Programm [10] i M. Jennings [11]).

Da bi se zadovoljile ove potrebe u budućnosti će biti potrebno da se merenja obavljaju u mnogo većem broju gradova i sa većim brojem i pouzdanošću mernih stanica.

2.3 Cilj odredjuje vrstu podataka

Sa promenjenom ulogom sistema za odvodjenje površinskih voda oni dobijaju na značaju i u njih će se sve više ulagati. Povećano investiranje u ove sisteme zahteva kvalitetnije i pouzdanije podatke o kvalitetu i količini otpadnih voda.

U zavisnosti od namene, potrebni su podaci različitog trajanja, rezolucije, tačnosti, frekvencije uzrokovanja i trajnosti. Nerealno je očekivati da postoje podaci o oticaju za duže vremenske periode (20 – 30 godina ili duže). Takvi podaci, obično ili ne postoje, ili ako postoje, potrebno je proveriti njihovu konsistentnost pošto je u medjuvremenu moglo da dodje do značajnih promena u slivu koje su bitno promenile karakteristike sliva koje utiču na oticanje. Promene u nameni površina tako menjaju oticanje, da jednostavna statistička analiza vremenskih serija obavezno daje pogrešne rezultate. Ako takvi podaci i postoje, korisno bi ih bilo upotrebiti za kontinualnu simulaciju i analizu frekvencije preliivanja kao i za druge slične analize.

Na slici 10. prikazane su različite potrebe, kao i vrste podataka i vremenske rezolucije koje one zahtevaju

Aktivnost	Vrsta podataka	Zahtevani vremenski intervali
- Analiza vremenskih serija - Prelivi, analize, itd.	- Višegodišnje serije podataka (istorijski nizovi)	- Kontinualni ≥ 5 min
- Generalno planiranje	- Statistički osrednjeni višegodišnji podaci	- Dnevne ili godišnje vrednosti
- Razvoj i testiranje modeia	- Kontinualni nizovi ili izdvojene padavine	- 1 do 2 minuta
- Model za konkretan sliv	- Kratkoročna i dugoročna osmatranja i merenja	- 1 do 2 minuta
- Upravljanje sistemom u realnom vremenu	- Direktan prenos podataka putem radio talasa	- 1 do 2 minuta
- Zaštita od poplava	- Direktan prenos u realnom vremenu	- 1 do 5 minuta
- Kontrola zagađenja	- Obe vrste podataka (višegodišnje u realnom vremenu)	- Varira, u zavisnosti od namene

Slika 10. Zahtev za podacima – vrste i vremenske rezolucije

Lista potreba prikazanih na slici 10. nije kompletna. Specifična istraživanja i posebne analize nisu prikazane. Potreba za podacima od strane istraživača specijalista i za druge tehničke namene će rasti. Takođe će rasti i zahtevi za prostornom i vremenskom rezolucijom.

U mnogim zemljama zakonski je propisana obaveza sprovođenja merenja padavina, oticaja i kvaliteta bilo kao stalna aktivnost ili za pojedinačne projekte.¹ Na primer, takva obaveza postoji u Velikoj Britaniji. U skladu sa preporukama za primenu postupka za projektovanje sistema za odvodjenje kišnih voda ("Wallingford procedure"), propisuje se obim i vrsta merenja na postojećim sistemima pre nego što se pristupi simulaciji i projektu rekonstrukcije istih. Sprovođenje ove obaveze se kontroliše od strane državnih organa. U publikaciji UNESCO-a [34] data su uputstva za iniciranje istraživanja i merenja i za zemlje u razvoju.

¹U SAD sprovođenjem nacionalnog programa ("*Nationwide Urban Runoff Program [10] - U.S. Environmental Protection Agency*") dobijene su baze podataka koje se koriste pri projektovanju i upravljanju raznim sistemima. Novi zakoni o zaštiti okoline iz 1992 godine (USEPA) zahtevaju da svi gradovi preko 100.000 stanovnika uspostave sisteme za merenje oticanja i kvaliteta voda sa vremenskim intervalima od 5 minuta ili kraće (M. Jennings [11]). Mada slične potrebe postoje i u zemljama u razvoju, može se očekivati da će do sličnih merenja doći tek kroz izvesno vreme, sa jačanjem njihovih ekonomskih moći.