



# PRIRODOM INSPIRISANA REŠENJA URBANE HIDROTEHNIČKE INFRASTRUKTURE – MOGUĆNOSTI PRIMENE I OGRANIČENJA

*Aleksandar Đukić, Branislava Lekić, Branislav Babić,  
Ognjen Govedarica, Vladana Rajaković Ognjanović*



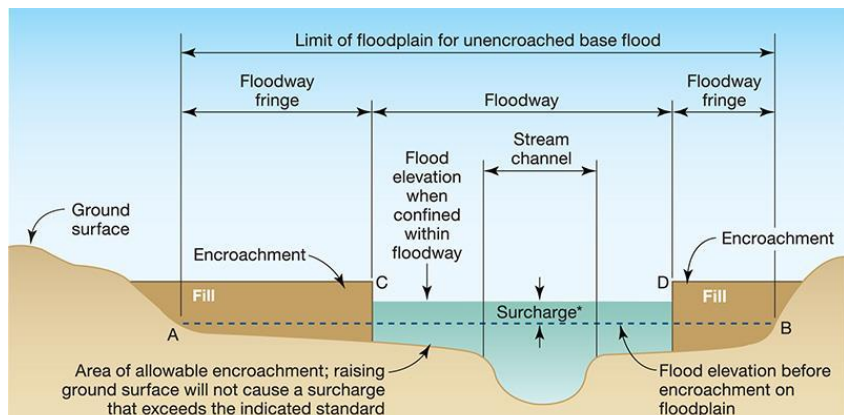
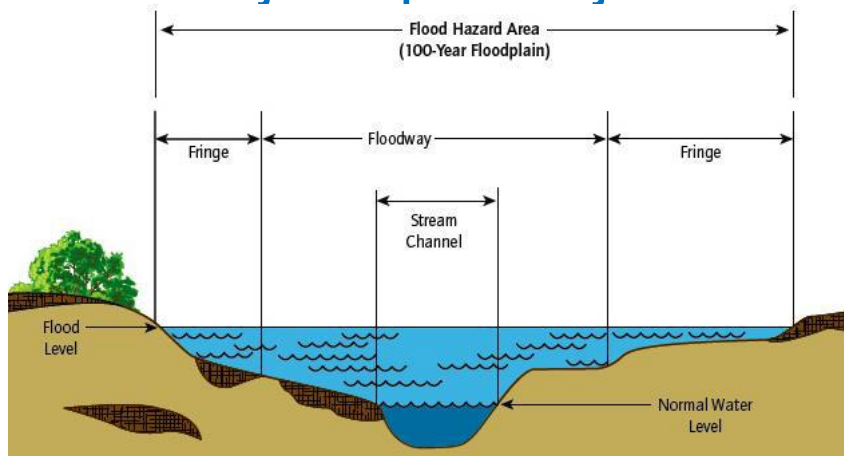
*Univerzitet u Beogradu - Građevinski fakultet*

# URBANA HIDROTEHNIČKA INFRASTRUKTURA

- a) Snabdevanje vodom
- b) Kanaliziranje upotrebljenih voda
- c) Kanaliziranje kišnih voda (odbrana od unutrašnjih voda)
- d) Odbrana od poplava (odbrana od spoljašnjih voda)
- e) Drenažni sistemi
- f) Itd.

# Odbrana od poplava (odbrana od spoljašnjih voda)

- Vodno zemljište (korito za  $Q_{1\%}$  + priobalno zemljište)
- Branjeno područje

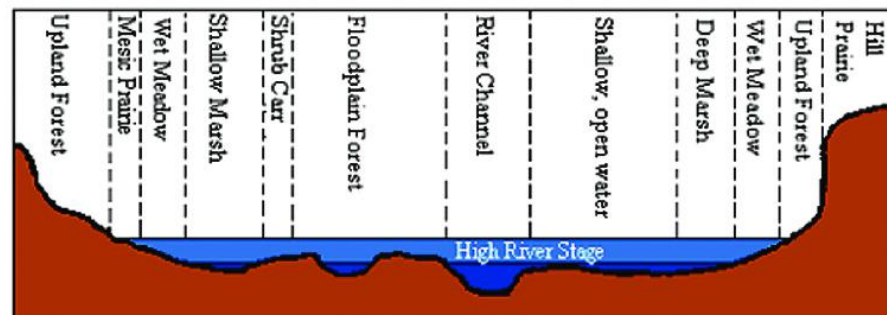


Line A - B is the flood elevation before encroachment

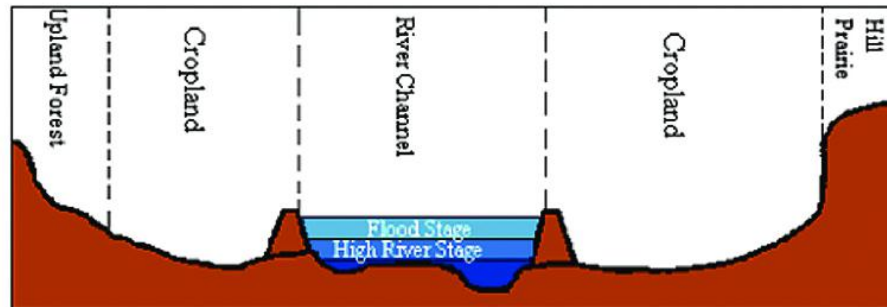
Line C - D is the flood elevation after encroachment

\*Surcharge not to exceed 1.0 foot (NFIP requirement) or lesser height if specified by local regulations.

Natural condition



Leveed condition



**Vodno zemljište** je namenjeno za održavanje i unapređenje vodnog režima, posebno za izgradnju, rekonstrukciju i sanaciju vodnih objekata, održavanje korita vodotoka i vodnih objekata, sprovođenje mera uređenja vodotoka i zaštitu od poplava.

Osim ovoga, vodno zemljište može da se, u skladu sa zakonom predviđenom procedurom koristi i za izgradnju i održavanje linijskih infrastrukturnih objekata, objekata namenjenih odbrani države, brodogradilišta, luka, pristaništa, plovnog puta, javnih kupališta, hidroenergetiku.

## ***U PRAKSI:***



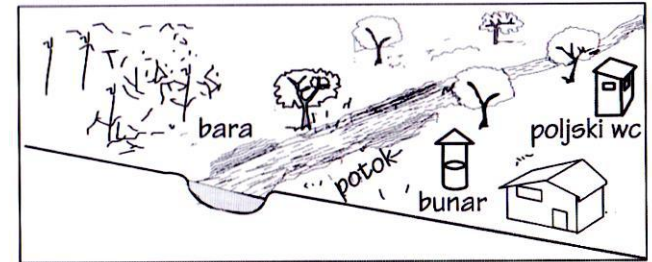
# RAZVOJ VODOSNABDEVANJA I KANALISANJA NASELJA

- Individualno vodosnabdevanje i odlaganje otpadnih voda
- Sa povećanjem urbanizacije uvode se kolektivni sistemi za vodosnabdevanje.
- Odlaganje otpadnih voda decentralizovano – ispuštanje sakupljenih otpadnih voda u najbliži vodoprijemnik.
- Razvoj mreže ukopanih kanala za sakupljanje i odvođenje otpadnih voda iz naselja po opštem sistemu (19.vek).
- Prečišćavanje otpadnih voda, uvođenje separacionog sistema kanalisanja

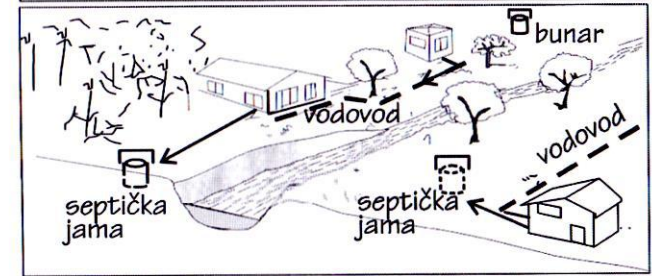
**Konvencionalni sistemi za sakupljanje i kanalisanje atmosferskih otpadnih voda se tradicionalno smatraju delom saobraćajne infrastrukture i nisu projektovani sa idejom o umanjenju uticaja čoveka na hidrološki ciklus.**

Izvor: J.Despotovic, Kanalisanje Kisnih voda, GFB, 2009

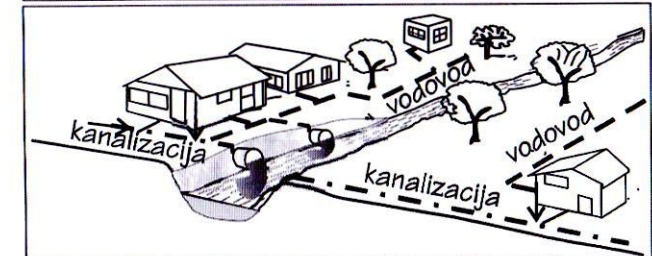
(a)



(b)



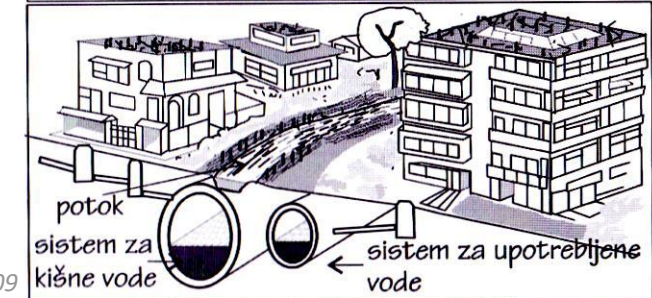
(c)



(d)



(e)



# ODVOĐENJE KIŠNIH VODA

## - konvencionalni metod -

Zadatak odvođenja kišnih voda je **zaštita naselja od plavljanja unutrašnjim vodama**.

Odbrana od plavljanja se radi za određeni **povratni period kiše (T)**, koji zavisi od vrste i vrednosti imovine koja se brani.

Preporuke:

- **kišna kanalizacija (separacioni sistem) kiša T=2 ili više godina**
- **opšti sistem kanalizacije T = 5 ili više godina.**

Treba voditi računa da se obezbedi odgovarajuća **nivleacija saobraćajnica**, toratora, veze oluka i kanalizacije, kao i **neophodan broj slivnika** da bi se obezbedilo pravilno zahvatanje kišnice sa površine i njeno uvođenje u kanalizaciju.

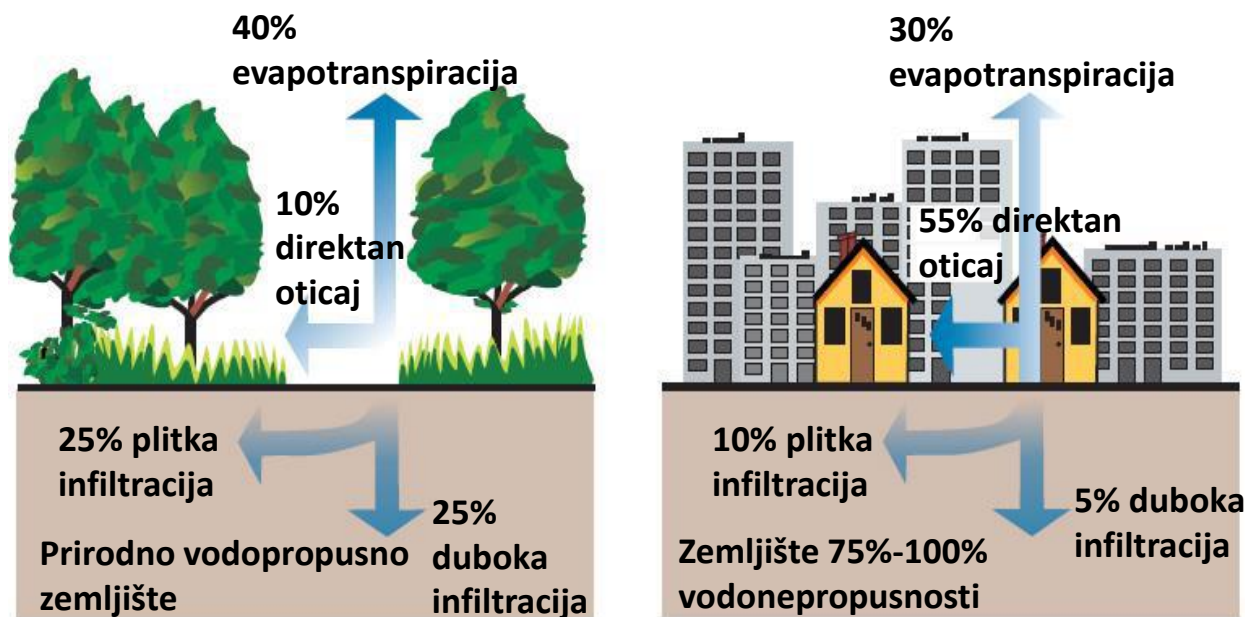
U konvencionalnoj gravitacionoj kanalizaciji svaki slivnik može se smatrati **za direktan izliv u vodoprijemnik**, jer se u konvencionalnoj kišnoj kanalizaciji zahvaćana kišnica direktno sprovodi i izliva u vodoprijemnike/vodotoke.



# ODVOĐENJE KIŠNIH VODA Beograd (2019-2022)



# UTICAJI URBANIZACIJE NA KIŠNI OTICAJ



## KOLIČINE

- Porast direktnog oticaja ogleda se kako u povećanju **maksimalnog proticaja otekle vode** tako i **povećanja zapremine otekle vode**;

- Tok vode po površini vode se ubrzava što vodi ka **skraćanju vremena koncentracije sliva**.



# KVALITET KIŠNOG OTICAJA

Istraživanja kvaliteta kišnog oticaja ukazuju na prisustvo:

- **organske, biodegradabilne materije (BPK<sub>5</sub>)** u relativno niskim koncentracijama;
- **suspendovane materije** su prisutne u značajnim koncentracijama, zavisi od korišćenja zemljišta i karakteristika kiše;
- **teški metali** (Cu, Pb, Cd, Ni, Cr, Zn) su prisutni u širokom opsegu koncentracija, zavisi od načina korišćenja zemljišta i intenziteta saobraćaja;
- **ulja i masti** su samo povremeno prisutna (akcidentna zagađenja);
- **N i P** (nutrijenti) prisutna ako postoji veće spiranje sa zemljišta.
- druga specifična zagađenja u zavisnosti od niza faktora



## ZADACI INOVATIVNIH SISTEMA KONTROLE OTICAJA

- ❑ **Smanjenje direktnog oticaja**, čime se umanjuje rizik od poplava,
- ❑ **Povećano prihranjivanje podzemnih voda** (ukoliko je to moguće),
- ❑ **Poboljšanje kvaliteta kišnog oticaja** smanjenjem koncentracije prisutnog zagađenja, čime se smanjuje negativan uticaj na recipijent,
- ❑ **Ublaženje posledica po životnu sredinu i recipijent**, u slučaju nezgoda i prosipanja većih količina zagađujućih materija,
- ❑ **Opšte poboljšanje životne sredine, porast estetske i materijalne vrednosti**,
- ❑ **Formiranje prirodnog stanište za divlji svet** u urbanim sredinama.

**ZADATAK SISTEMA ZA KONTROLU KIŠNOG OTICAJA JE DA UMANJI PROMENE HIDROLOŠKOG REŽIMA OTICAJA I KVALITETA KIŠNOG OTICAJA USLED URBANIZACIJE**

# KONTROLA KVALITETA OTEKLE VODE

## MEHANIZMI PREČIŠĆAVANJA ZA RAZLIČITE KATEGORIJE ZAGAĐENJA

ZAGAĐENJE	MEHANIZAM PREČIŠĆAVANJA
Nutrijenti: fosfor, azot	Taloženje, biodegradacija, precipitacija, denitrifikacija
Sedimenti: Suspendovane materije	Taloženje, filtracija
Ugljovodonici	Biodegradacija, fotoliza, filtracija, adsorpcija
Metali: olovo, bakar, kadmijum, živa, cink, hrom, aluminijum	Taloženje, adsorpcija, filtracija, precipitacija, upijanje od biljaka
Pesticidi	Biodegradacija, adsorpcija, isparavanje
Hloridi	Prevenција
Cijanidi	Isparavanje, fotoliza
Otpad	Fizičko uklanjanje - redovno održavanje
Organske materije	Taloženje, filtracija, biodegradacija

**Projektni kriterijumi?? Merodavni protoci??  
Ulazna opterećenja?? Ulazne/izlazne koncentracije??**

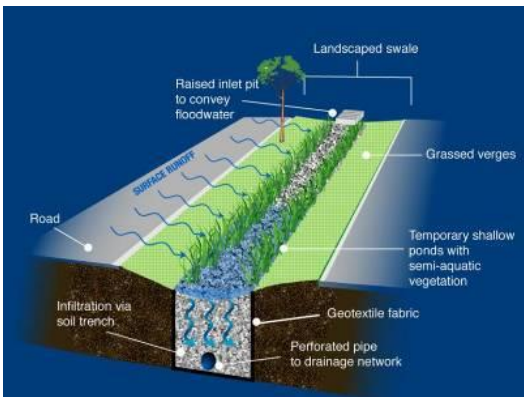
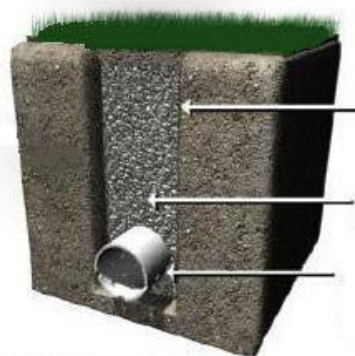
# KONTROLA KVALITETA KIŠNOG OTICAJA

## PREVENCIJA

- **Ne graditi nepropusne površine** (pločnici, asfalt) bez preke potrebe
- **Oticaj usmeravati na travnjake i propusne površine** gde je moguće
- **Prevenција izlivanja zagađenja**
- **Čišćenje ulica** (usisavanje/sakupljanje materija, a ne pranje vodom!)
- **Smanjenje erozije zelenih i drugih površina**
- **Popravka kvaliteta vazduha** (uzrok problema, dugoročni cilj)
- ...

# KONTROLA KIŠNOG OTICAJA

## KONTROLA NA MESTU NASTANKA I NA SLIVU



# PRIRODOM INSPIRISANA REŠENJA U UPRAVLJANJU GRADSKIM VODAMA I URBANOM ODVODNJVANJU

**Prirodom inspirisana rešenja** koriste **usluge ekosistema** da doprinesu rezultatima upravljanja vodama.

**Prirodom inspirisana rešenja** mogu uključiti očuvanje ili rehabilitaciju prirodnih **ekosistema** i/ili unapređenje ili uspostavljanje prirodnih procesa u modifikovanim ili veštačkim ekosistemima.

# Prednosti:

- Zaštita nizvodnih područja od **poplava**
- Smanjenje investicija i operativnih troškova **nizvodnih sistema**
- Kontrola (poboljšanje) **kvaliteta** kišnog oticaja
- Poboljšanje stepena zaštite okoline i recipijenta u slučaju **redovnih i akcidentnih** izlivanja zagađenja
- Prihranjivanje podzemnih **akvifera**
- Poboljšanje **ekoloških uslova** povećanjem udela zelenih površina, otvorenih vodenih površina i formiranjem staništa za biljni i životinjski svet
- Uvećanje **cene** okolnog zemljišta i nekretnina
- ...

# Mane:

- Viša **investiciona ulaganja** u poređenju sa konvencionalnim cevnim sistemima
- **Složenije** aktivnosti na održavanju
- Visoka cena **održavanja** sistema
- Otvorene vodene površine mogu biti **bezbednosni rizik**
- ...



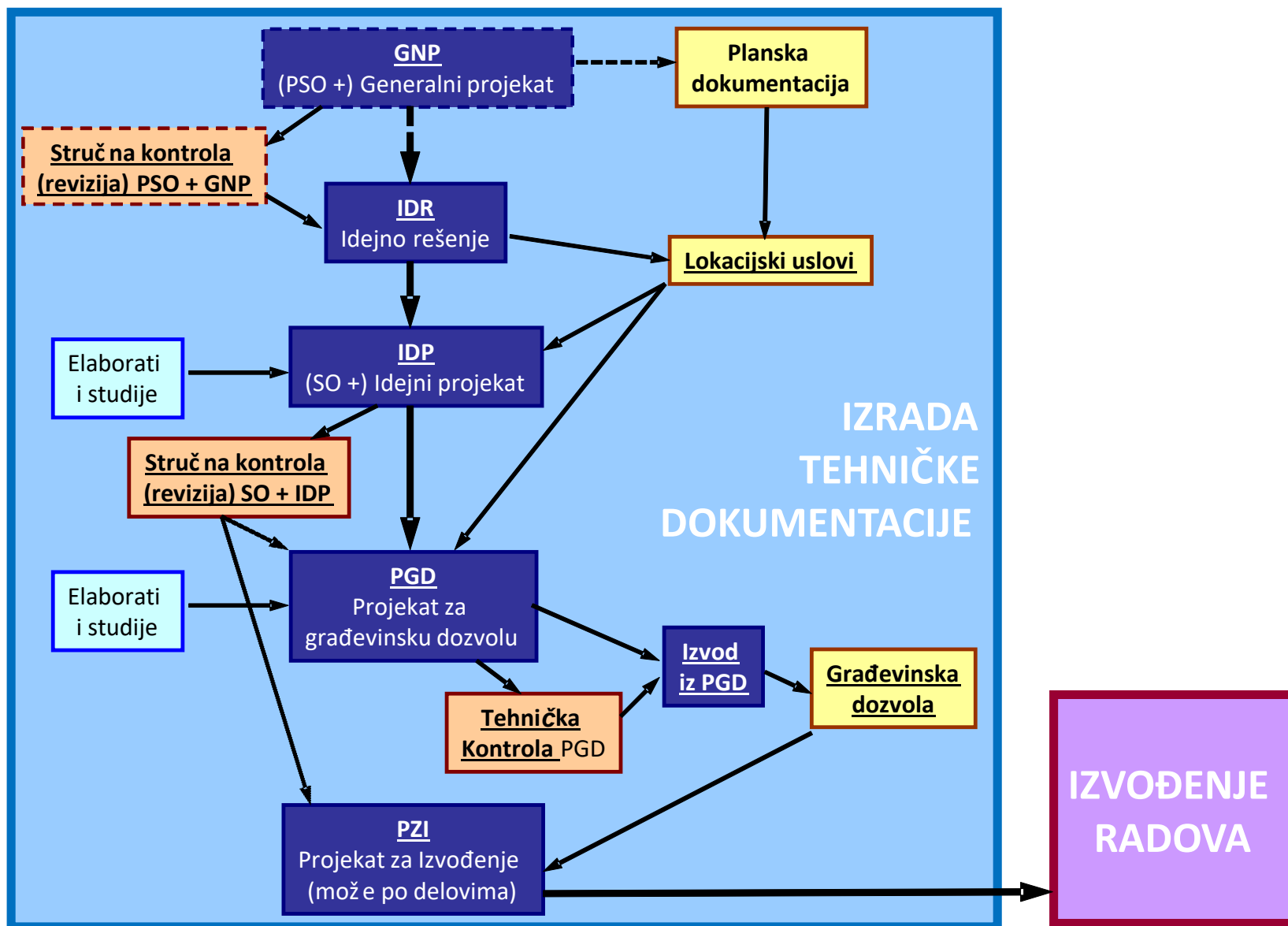
- **Kriterijumi za izbor** mogu biti: hidraulički, kvalitet vode, ostale dobiti, i ekološki kriterijumi, a mora se voditi računa i o nivou zaštite od poplava, održivosti, investicijama i godišnjim troškovima
- U Srbiji **nije usvojen ni pristup ni odgovarajuća zakonska regulativa**
- U **novim (planiranim) naseljima** treba primenjivati pun set **mera kontrole oticaja**, odnosno decentralizovanih lokalnih sistema
- U **postojećim naseljima**, mogućnosti primene mera za kontrolu oticaja su ograničene – **prilagođavanje konkretnim uslovima**

Dugoročno gledano, okvir za uspostavljanje integralnih rešenja u ovoj oblasti u R. Srbiji će biti obezbeđen kroz primenu procedure koju propisuje Okvirna direktiva o vodama EU, odnosno kroz izradu i sprovođenje Plana upravljanja slivovima, deo posvećen kontroli rasutih izvora zagađenja.

## ... ali postoje (velike) prepreke u primeni

- Suprostatljeni interesi i ciljevi zainteresovanih strana
- Institucionalna rascepanost
- Nedefinisana odgovornost
- Ograničeni politički i privredni podsticaji
- Zavisnost od postojećih tehničkih rešenja
- Otpor prihvatanju novih rešenja
- Nedostatak iskustva i praktičnih znanja

## Dijagram pripreme tehničke dokumentacije prema važećem ZPI



# Primena

Domaća iskustva u planiranju i primeni savremenih metoda kontrole oticaja su vrlo ograničena

Primena novih metoda neće biti moguća bez:

- uvećanja znanja u **projektovanju, izvođenju i održavanju** ovih sistema
- izmena u domenu **urbanističkog planiranja**
- odgovarajućeg **učešća javnosti i drugih subjekata** u planiranju i realizaciji
- izmena **institucionalnog okvira** i rešavanja pitanja **finansiranja** izgradnje, rada i održavanja sistema

HVALA NA PAŽNJI