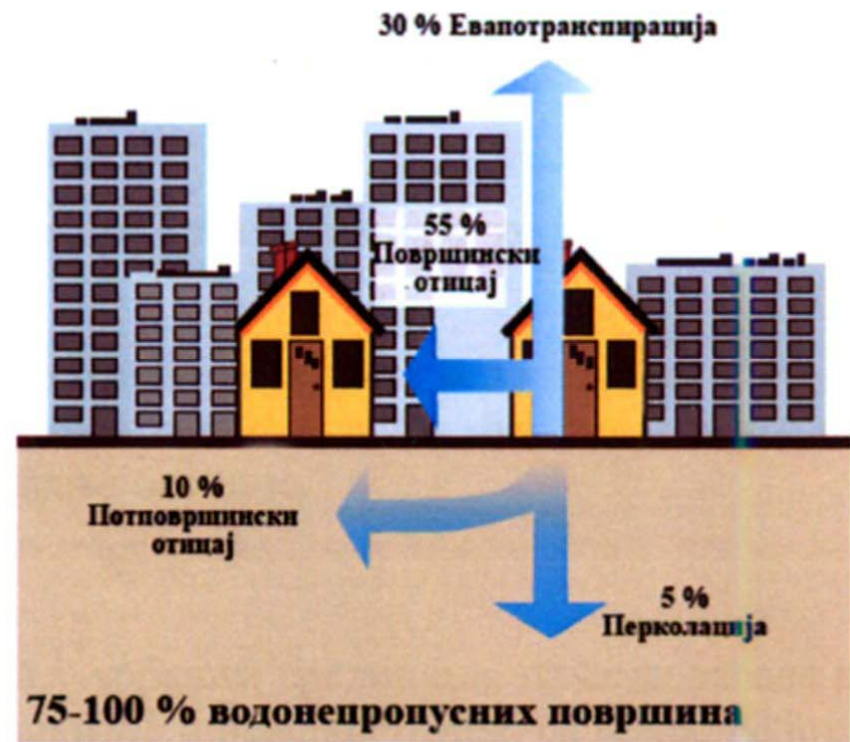


## Специфичност заштите од поплава у урбаним подручјима

- Водонепропусне површине (улице, кровови) *повећавају утицај*, а природни путеви кретања воде се мењају јер се вода одводи кроз канализационе системе
- Канализациони системи одводе *атмосферске и употребљене воде*, а изливање отпадних вода загађује околину и има негативан утицај на здравље становника
- Урбана подручја су густо насељена са развијеном инфраструктуром, па су *штете веће* од оних у руралним подручјима
- Објекти и средства заштите од поплава су у урбаним подручјима *ограничених димензија (капацитета)*.

## Хидролошки циклус у руралним и урбаним срединама



### Последице урбанизације

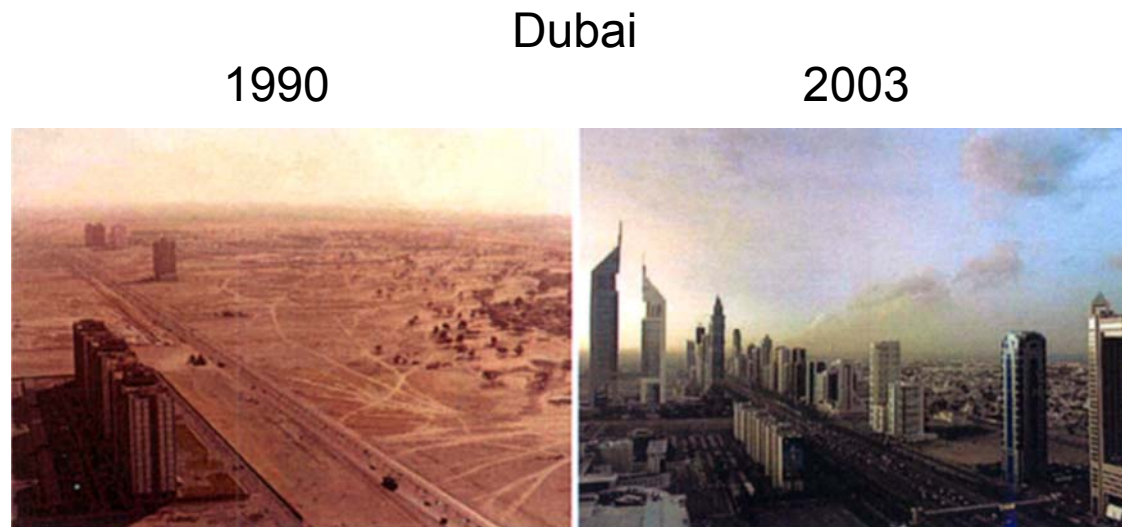
Смањење:

- интерцепције (задржавања на вегетацији)
- инфилтрације (упијања воде са површине)

Повећање:

- површинског отицаја
- загађења (моторна уља, тешки метали, ђубрива,...)

## Урбанизација



Евопа 1980-2000:

- раст становништва: 6%
- раст урбаних површина: 20%

## Утицај урбанизације на поплаве:

- смањење ретензионог капацитета приобаља (инундација)
- повећање количине отпадних вода (више становника)
- повећање укупне количине воде (атмосферске и отпадне)
- повећање оптерећења канализационог система
- повећање брзине простирања до реципијента, јер се вода креће кроз бетонске цеви и колекторе
- повећање оптерећења реципијента загађивачима (погоршање квалитета воде у реципијенту)

Други битан фактор који неповољно утиче на режим поплава у урбаним срединама:

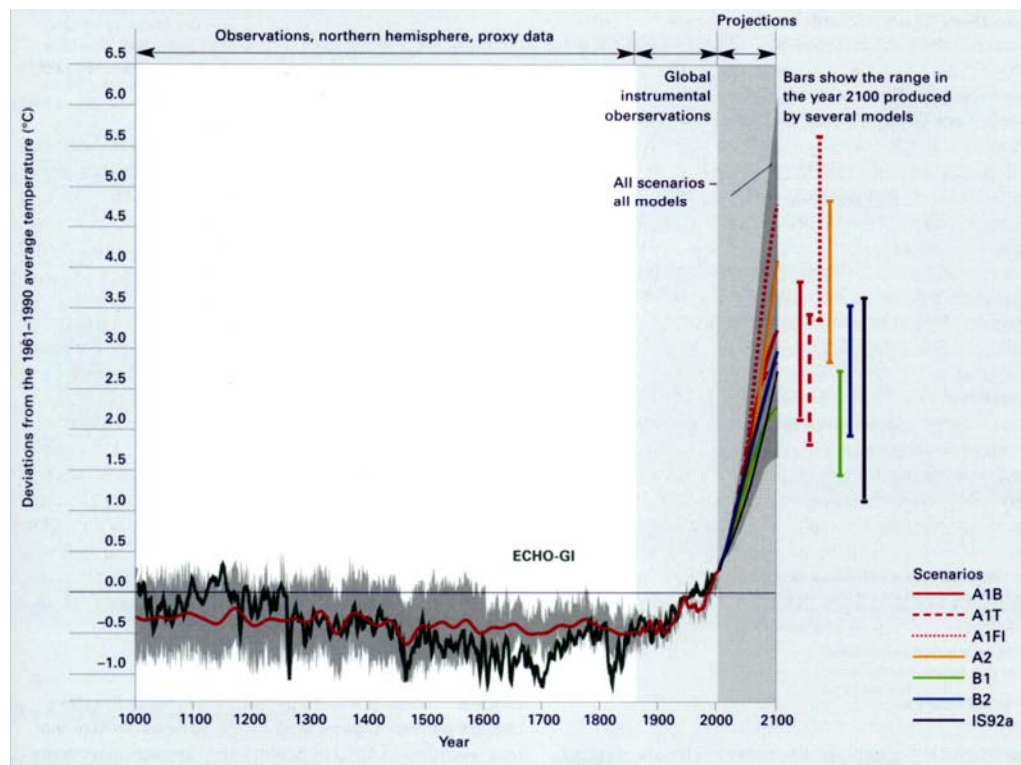
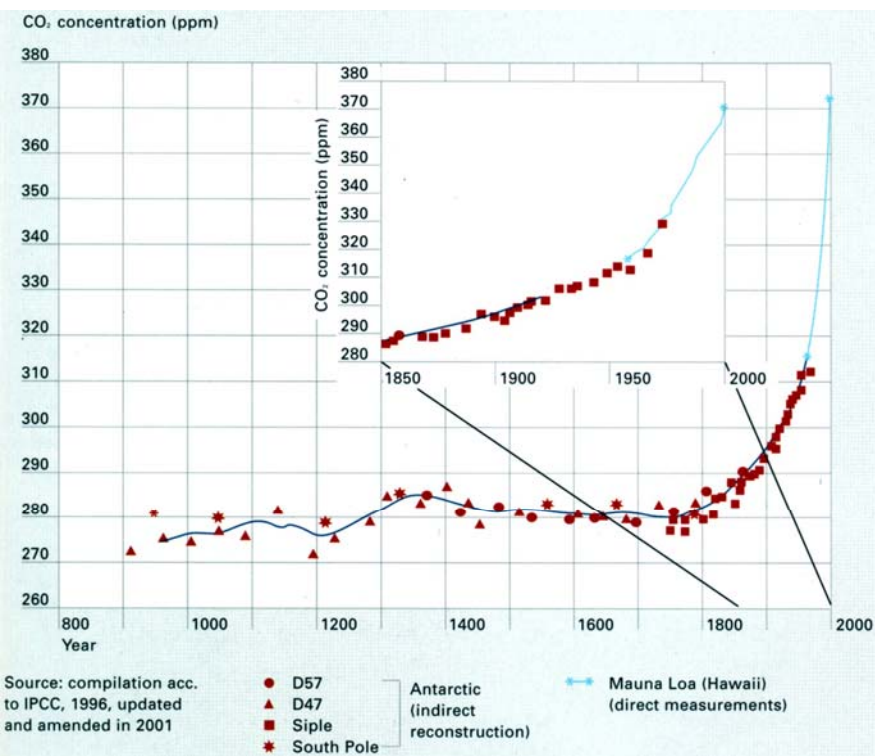
## Климатске промене

### Узроци

- природни процеси који се циклично јављају у великој временској размери реда величине неколико хиљада година
- људске активности: сагоревање фосилних горива/сеча шума (повећање концентрације  $\text{CO}_2$ /смањење природног капацитета апсорбције  $\text{CO}_2$ )

## Последице (1)

- повећана емисија штетних гасова у атмосферу (“ефекат стаклене баште”)
- глобално загревање планете
- отапање леда на половима → прилив слатке воде, поремећај Голфске струје
- отапање глечера на копну → повећање нивоа мора





## Последице (2)

- повећање интензитета екстремних хазарда (урагани, поплаве, суше,...)
- промена екосистема (изумирање биљних и животињских врста)
- промена распореда пољопривредних култура на глобалном нивоу
- несташница хране и воде за пиће



## Последице (3)

- већа учесталост поплава  
(100-год. поплаве ће се дешавати у просеку једном у 10-20 година)
- дуже трајање поплава
- веће плавне површине / нове плавне површине
- зимске падавине све више у виду киша; одсуство снега као “тампон-амортизера” усмерава падавине директно у површински отицај и тако повећава запремину поплавних таласа
- објекти за ублажење поплава одређене вероватноће појаве више не пружају оптимални степен заштите.



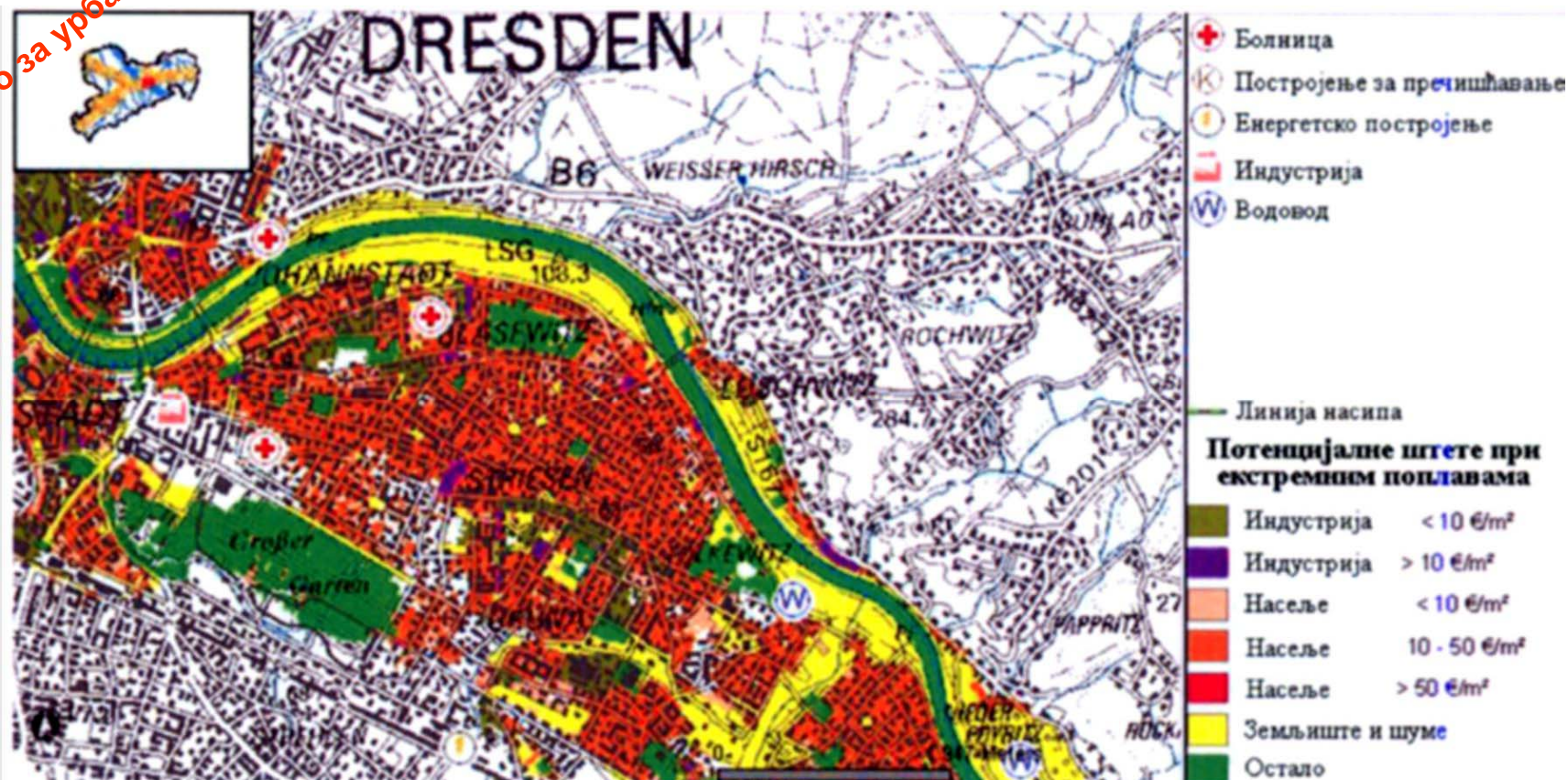
# Одбрана од поплава

... нужност законске регулације и стандардизације у сфери заштите од поплава

## Директива о поплавама ЕУ (2007)

- прелиминарна процена ризика од поплава
- картирање плавних зона и ризика од поплава
- планови управљања ризиком од поплава

важно за урбана подручја



## Концепт одрживих урбаних дренажних система (SUDS – Sustainable Drainage Systems)

... треба да:

- задовољи економске, еколошке и социјалне аспекте пројектовања канализационих система, минимизирајући супростављене захтеве и интересе
- створи услове што сличније природним условима: атмосферске воде се пречишћавају филтрацијом и полако испуштају у реципијент
- обезбеди што једноставније, енергетски ефикасне системе управљања поплавама, естетски уклопљене у амбијент

## Технике реализације концепта SUDS

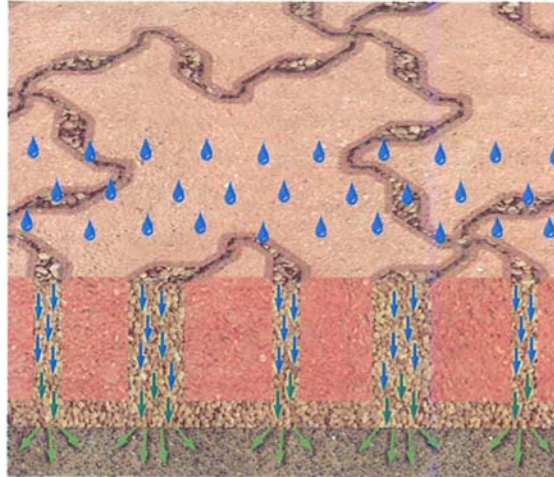
### 1. Превенција

- мере за смањење површинског отицаја
- мере за спречавање уласка загађења у канализациони систем (ретензиони/детензиони базени, рационално коришћење детерџената, пестицида и хербицида, елиминација изразито отровних материја, чишћење улица итд.)
- информисање јавности о ризицима од загађења воде



## 2. Повећање пропусних површина

(повећање инфилтрације, а смањење површинског отицаја)



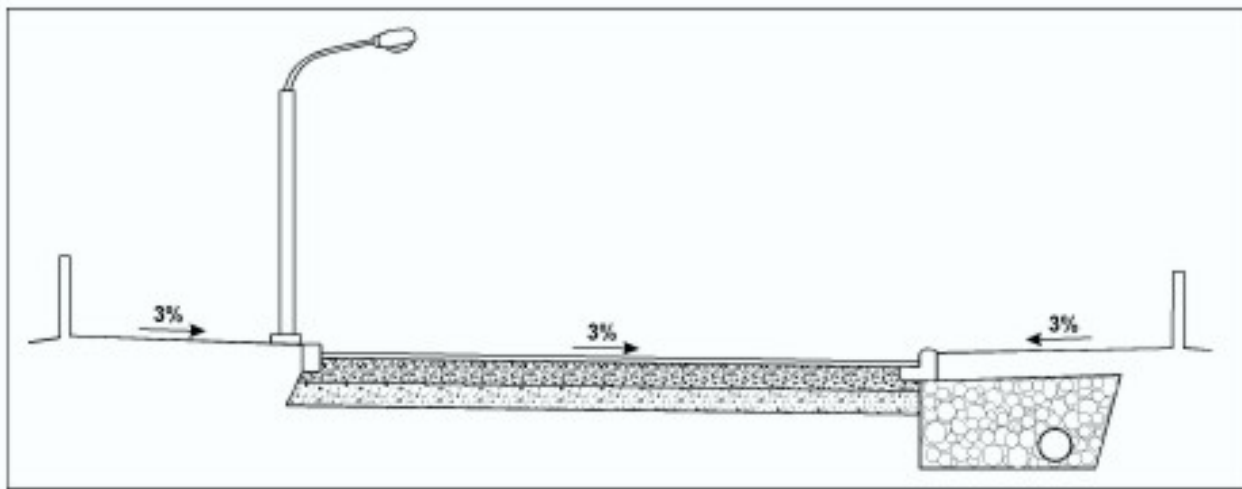
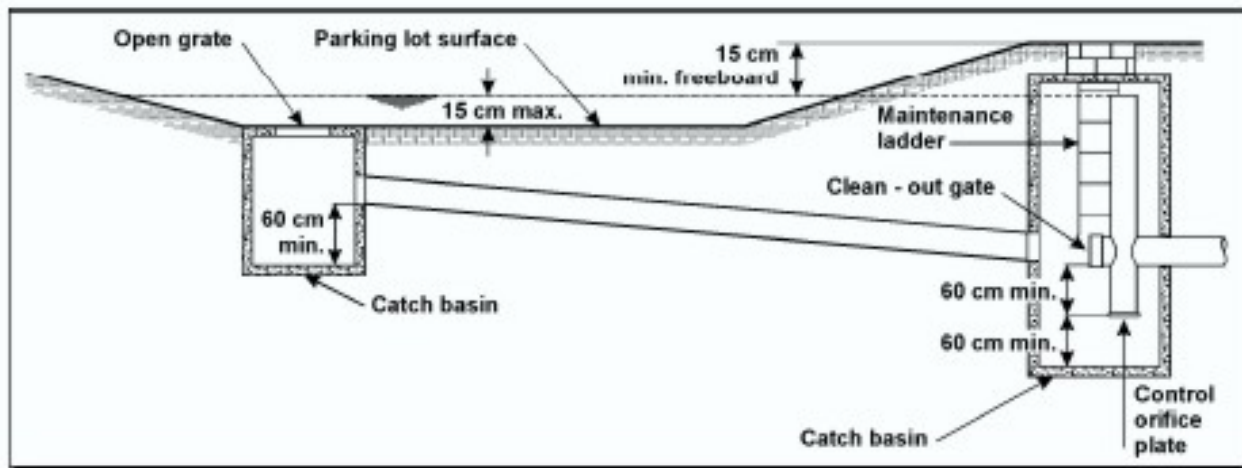
блокови са отворима  
испуњеним земљом  
или шљунком



водопропусан бетон  
на филтерском слоју са  
дренажним цевима  
(филтрација, задржавање  
и пречишћавање воде)

# Одбрана од поплава

## Паркинзи и улице

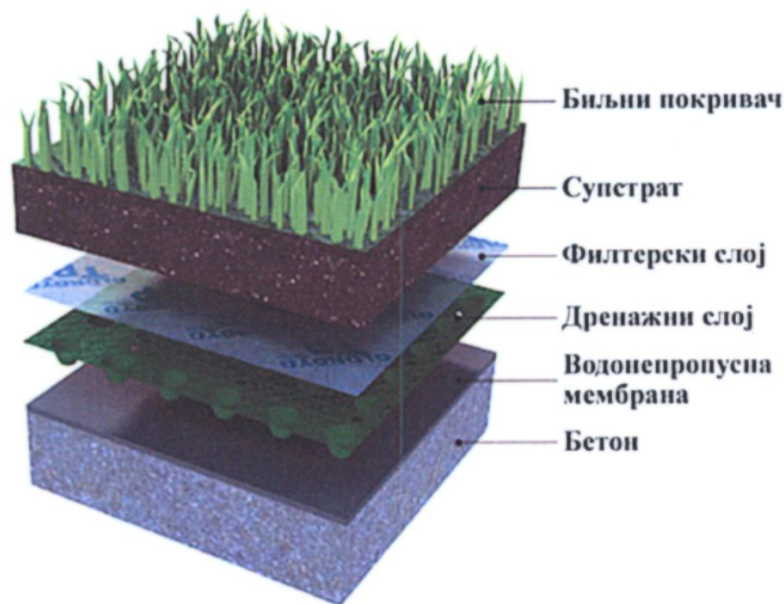


## 3. Кровови покривени вегетацијом (“зелени кровови”)

Фарска острва



Ванкувер



### Ефекти:

- вода се кроз процес евапотранспирације враћа у атмосферу
- смањење количине воде за одвођење
- смањење протока у канализационој мрежи
- смањење трошкова (олуци, сливници, цеви, ...)
- уштеда енергије за климатизацију (биљни покривач има улогу изолатора, апсорбује топлоту)
- побољшање микроклиматских услова
- смањење буке
- еколошке користи (вегетација апсорбује  $\text{CO}_2$ )
- естетски квалитет амбијента



# Одбрана од поплава

## Зграда ASLA (American Society of Landscape Architects), Вашингтон Д.Ц., 2005-6

120 m<sup>2</sup>  
\$ 950 000



Слојеви тла  
(0.15-2 m)  
са биљкама  
кратког корена





# Одбрана од поплава

## Комплекс Калифорнијске академије наука Сан Франциско, арх. Renzo Piano (2008)

природњачки музеј, акваријум, планетаријум,  
ботаничка башта, ...



## Парадигма концепта “green building”

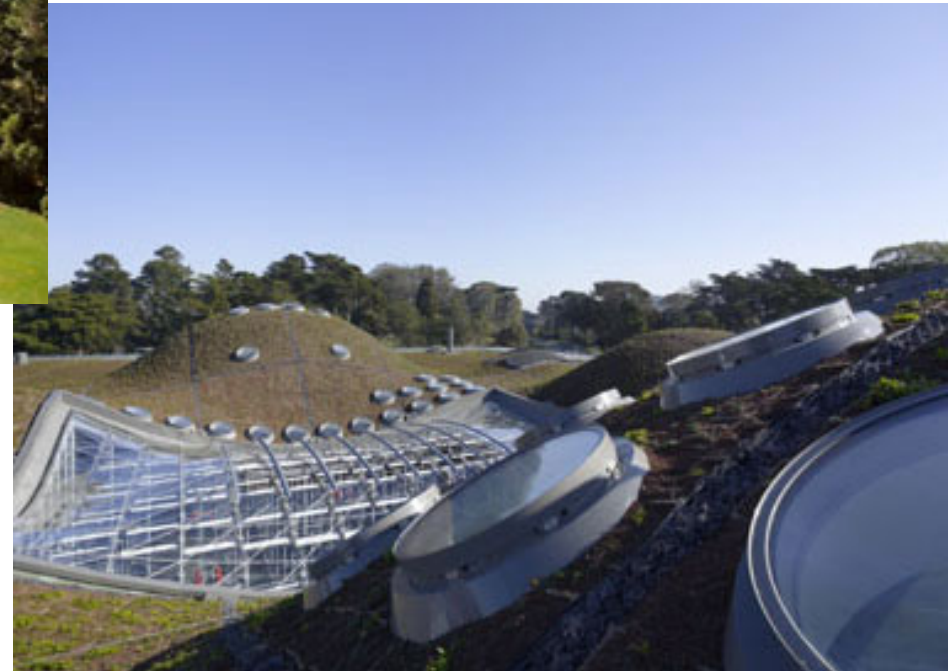
“подвлачење” зграда испод  
постојећег парка, уз услов  
да на крову буду искључиво  
аутохтоне биљне врсте  
калифорнијског приобаља

# Одбрана од поплава



## Карактеристике “зеленог крова”:

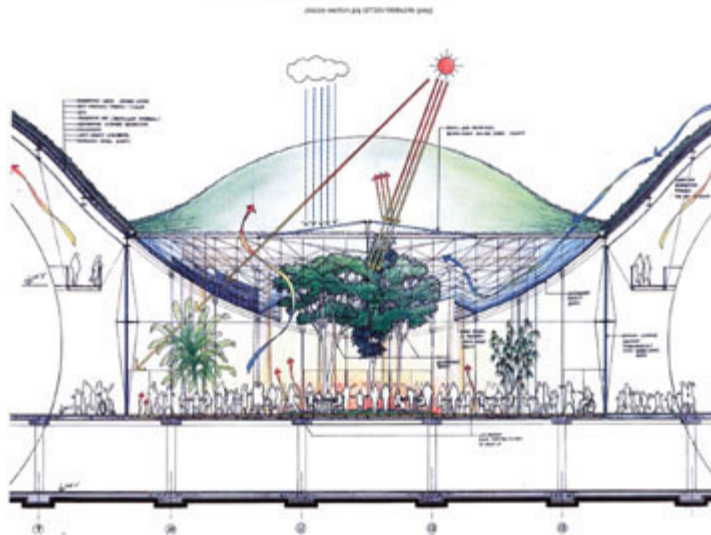
- слој тла висине 15 cm
- упија 98% кишне воде
- задржава око 140 000 m<sup>3</sup>/god директног отицаја (са раствореним загађењем)



- смањена годишња емисија гасова стаклене баште за око 200 000 kg
- 60000 фото ћелија “покрива” 5% годишње потрошње енергије



# Одбрана од поплава



Таласаст облик кровне површине усмерава ток свежег ваздуха ка централном делу зграде и тако обезбеђује природну вентилацију

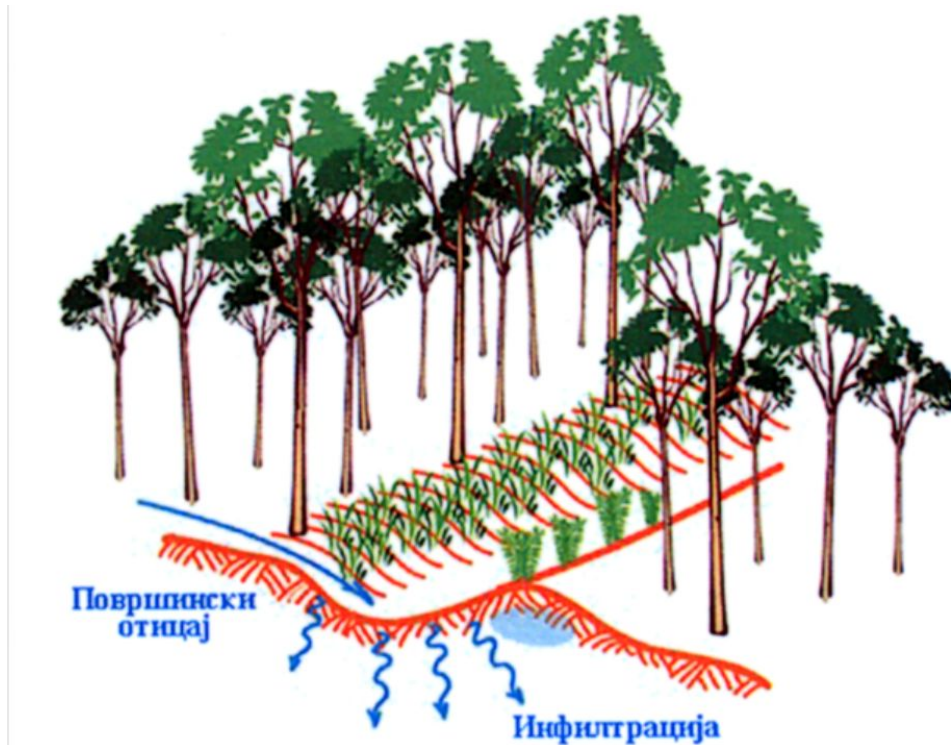
- унутрашњост зграде има за 10°C нижу температуру
- смењење буке за око 40 dB



## 4. Јарак и филтарска трака

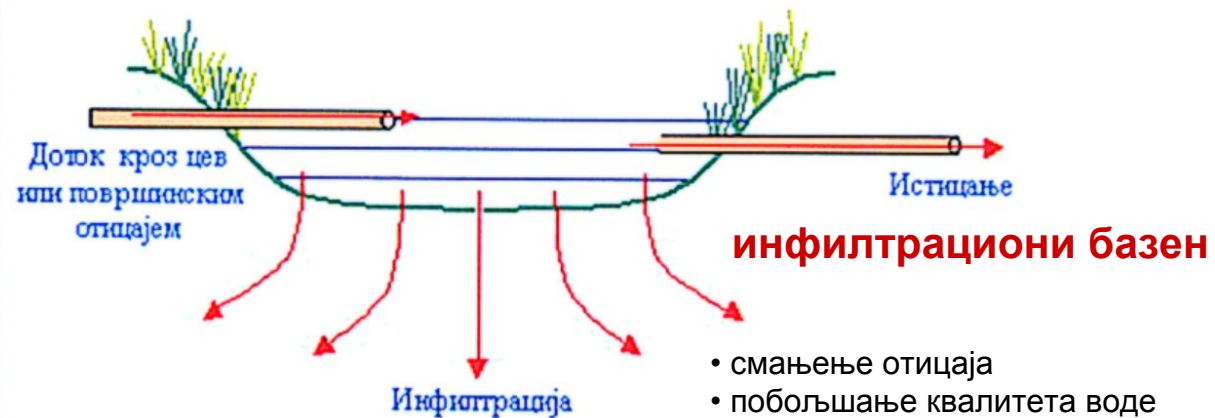
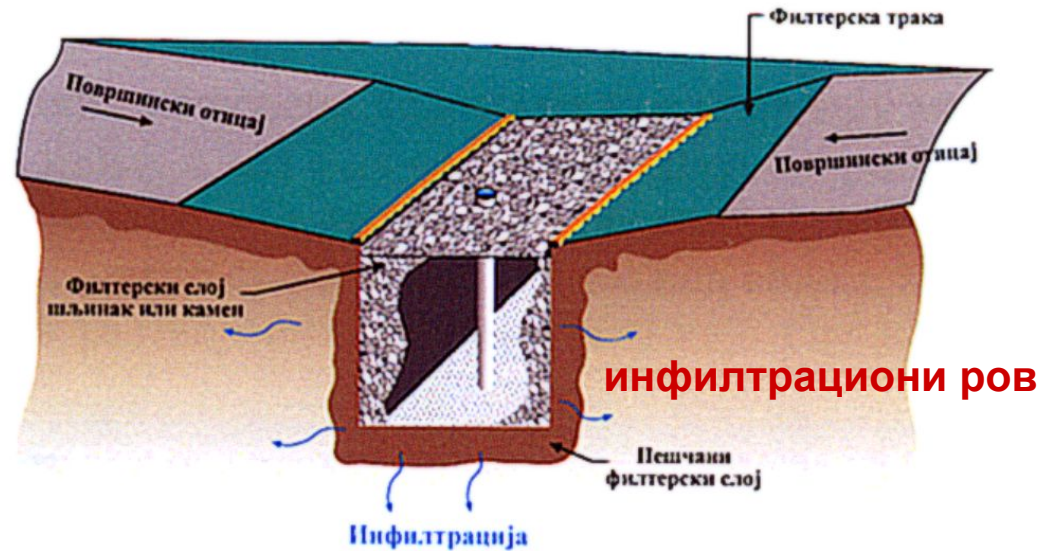
“Јарак” – плитак канал покривен вегетацијом, прикупља, одводи, успорава и пречишћава воду која отиче са непропусних површина

“Филтарска трака” – затрављена површина за успоравање и инфилтрацију површинских вода и задржавање органских и минералних материја на вегетацији



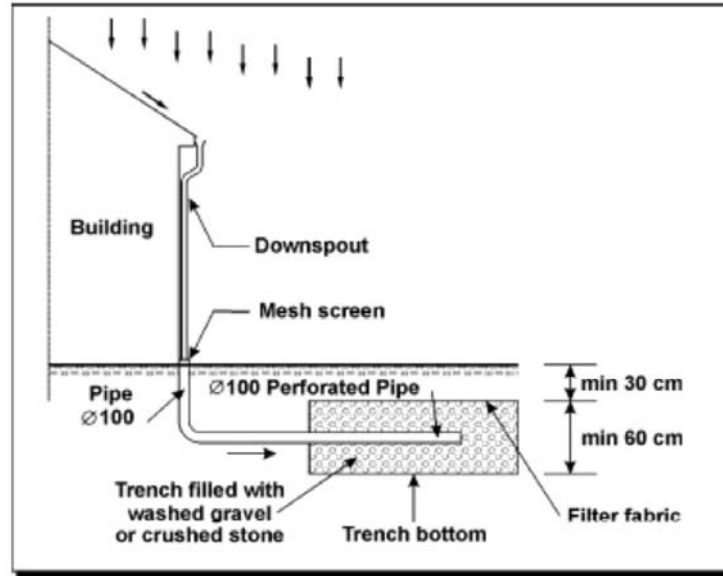


## 5. Објекти за инфилтрацију

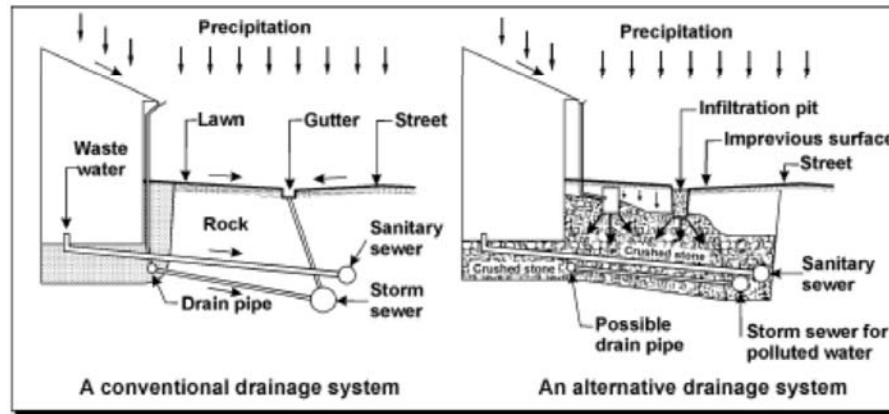


# Одбрана од поплава

## Олуци и улична дренажа



(a) - Infiltration trench

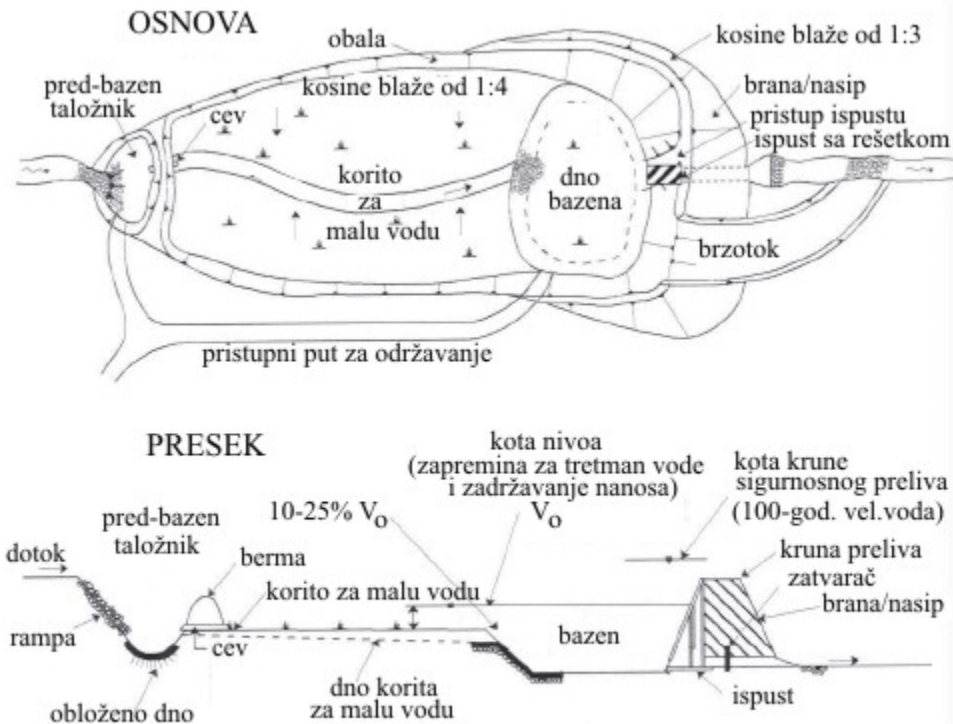


(b) - Infiltration trench



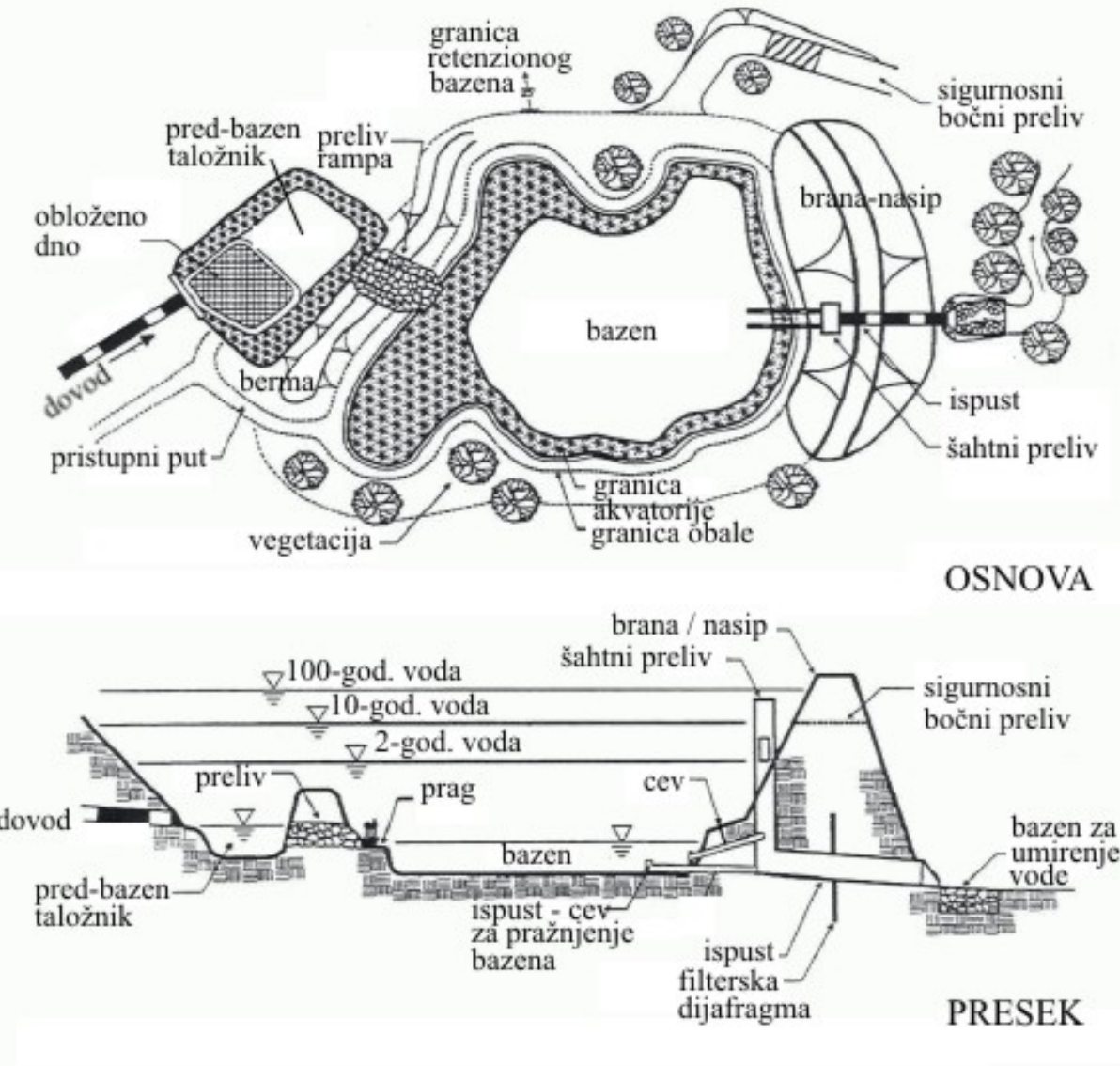


## 6. Детензије (привремене акумулације)





## 7. Ретензије (сталне акумулације)



## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (1)

Традиционални приступ: техничко-економски (“benefit-cost”) критеријум  
Савремени приступ: обухвата и низ “неинжењерских” критеријума

### Фактори који се узимају у обзир:

1. физичке карактеристике терена;
2. **запремина базена**  
(неопходна за ублажење поплавних таласа, задржавање наноса и загађивача);
3. **квалитет воде;**
4. тип бране и контролних објеката;
5. утицај на низводно подручје;
6. вегетација и пејзажно уређење;
7. експлоатација, провера и одржавање;
8. законске и друштвене импликације.

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (2)

### 1. Физичке карактеристике

- **Топографија**, утиче на:
  - на начин изградње (насип/ископ)
  - избор типа испусне грађевине(прости прелив у равници, испусти са каскадама на стрмим теренима)
- **Састав тла**, утиче на:
  - губитак воде код сталних ретензија
  - избор мера (набијање, облагање, глиновита заштита)

Познавање режима подземних вода (карст!!)

Геотехнички истражни радови

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (3)

### 2. Запремина базена

... одређује се према запремини пројектног поплавног таласа ( $T = 2, \underline{10}, 25, 50, 100$  година)

Контрола усвојене запремине: да ли омогућава жељени проценат издвајања чврстих и штетних материја (критеријум квалитета воде). Нарочито је битан прашинасти и глиновити талог на коме се задржавају загађивачи (80% суспендованог наноса)

Итеративне корекције пројектне запремине базена док се не задовоље оба критеријума задржавања: пројектног поплавног таласа и чврстих материја

Предуслов: доступност података о дугорочној продукцији наноса у сливу

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (4)

- Запремине ретензионих базена (трајних акумулација) често зависе од специфичних локалних услова; типичне запремине у урбаним подручјима су од неколико хектара до неколико десетина хектара.
- Површина слива која одговара ретензији треба да омогући одрживост ретензије у току летњих периода, што значи да запремина воде мора бити довољна да „покрије“ губитке на процуривање и испаравање у току сушне сезоне.

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (5)

### Одређивање запремине базена По критеријуму највећег дозвољеног низводног протока

Једначина континуитета:

$$\frac{dV(t)}{dt} = Q_{ul}(t) - Q_{izl}(t), \quad \Omega(Z) \frac{dZ}{dt} = Q_{ul}(t) - Q_{izl}(Z).$$

**Пелив:**  $Q_{izl}(Z) = \begin{cases} C_{Q,1} b \sqrt{2g} (Z - Z_w)^{3/2} \\ C_{Q,2} b \sqrt{2g} (Z - Z_w)(Z - Z_{tw})^{1/2}, \end{cases}$

$b$  ,  $Z_w$  - ефективна ширина и кота круне пелива

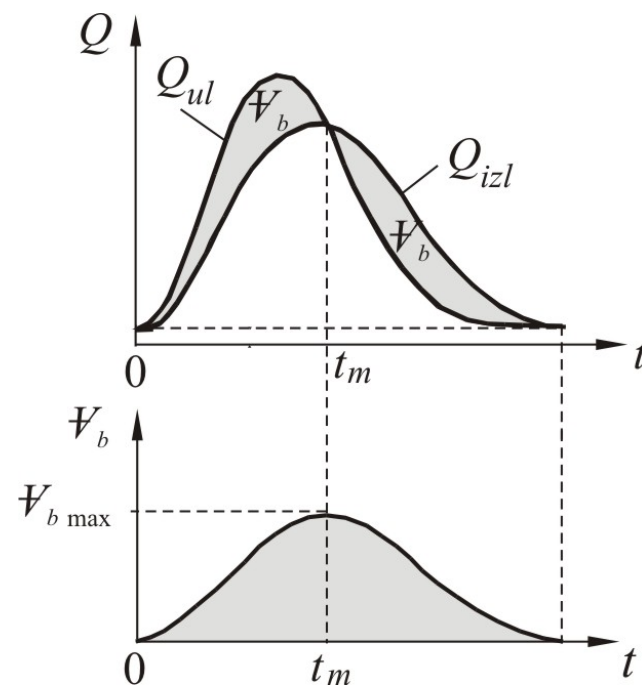
$Z_{tw}$  - кота нивоа низводно од пелива

$C_{Q,1}$  ,  $C_{Q,2}$  - коеф. протока за (не)потопљено пеливање

Критеријум потопљености  $Z_{tw} - Z_w \leq 2/3 (Z - Z_w)$ ,

**Испуст:**  $Q_{izl}(Z) = \begin{cases} C_{Q,3} A_o \sqrt{2g} (Z - Z_{tw})^{1/2} & \text{за } (Z - Z_{tw}) > 0 \\ 0 & \text{за } (Z - Z_{tw}) \leq 0 \end{cases}$

Резултат нумеричког решавања:  
(Euler, Runge-Kutta, ...)



## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (6)

Важан резултат прорачуна трансформације пројектног поплавног таласа у ретензионом базену је “**време задржавања**”:

$T_d$  – *просечно* трајање задржавања воде и суспендованих материја у базену.

Под претпоставком устаљеног режима, када су доток и отицај ( $Q$ ) једнаки, време задржавања представља однос запремине базена ( $V_b$ ) и протока:

$$T_d = V_b / Q$$

При неустаљеном дотоку и отицају, свака поплава има своје време задржавања.

Параметар  $T_d$  је кључан фактор у анализама квалитета воде у ретензионим базенима (у наставку)



## Одбрана од поплава

### Пројектовање детензионих и ретензионих базена (7)

Примарни механизам уклањања загађивача је **таложeње чврстих материја**, тако да величина базена мора да буде прилагођена и тој функцији. Параметар за грубе процене је **хидрауличко време задржавања**:

$$T_d = \frac{V_b}{n_e \cdot V_r}$$

$n_e$  - просечан број плавних епизода у току године

$V_b, V_r$  - запремине базена и просечног поплавног таласа

Светска искуства показују да ретенциони базени, димензионисани за уклањање нутријената са временом задржавања  $T_d=2$  недеље и најмањом вредношћу односа  $V_b/V_r=4$ , задржавају 80 – 90 % укупног садржаја суспендованих материја у води

**Дубина: 2-4 m** (већа од дубине продора сунчане светлости, што спречава бујање алги и термалну стратификацију, а даје повољне услове за опстанак риба и других организама)

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (8)

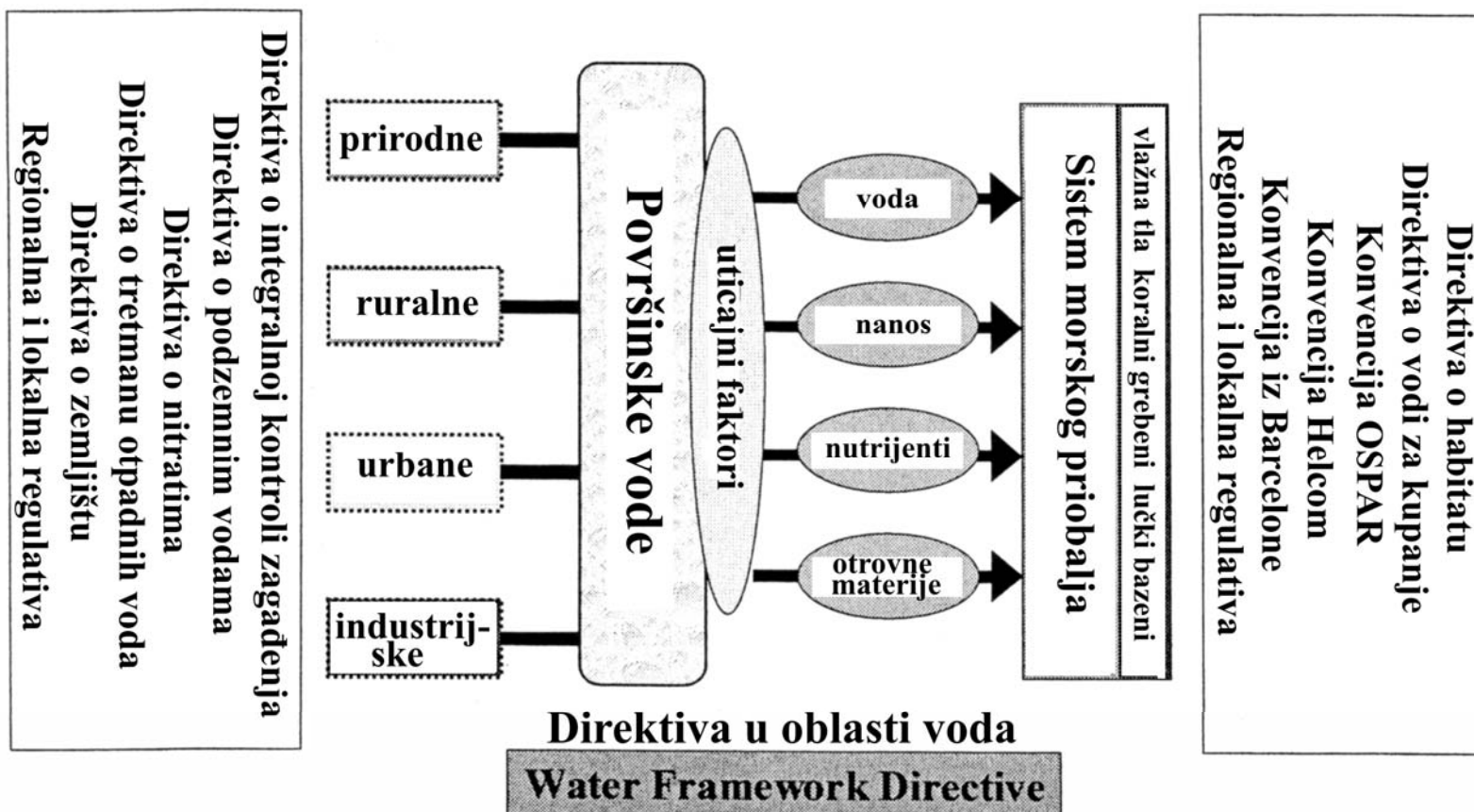
### Задржавање наноса

- Количина и трајање продукције наноса под утицајем ерозионих процеса у сливу зависе од многих фактора, као што су *геологија, топографија, намена земљишта, клима, хидрологија, људске делатности* итд.
- Контрола наноса је дугорочни процес, који се мора обављати *на нивоу слива*.
- Прорачун задржавања суспендованог наноса у ретензионим базенима може се обављати на разним нивоима сложености:
  - сложени математички модели засновани на једначинама линијског, раванског и просторног течења (са одговарајућим моделима турбуленције)
  - једноставни модели прилагођени инжењерској пракси

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (9)

### Задржавање наноса – законска регулатива

#### Odluke i direktive



# Одбрана од поплава

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (10)

### Задржавање наноса

Капацитет ретензионог базена за задржавање наноса -  
модел идеалне таложнице:

- критична брзина исталожавања честица:

$$V_c = H/T_d = Q/\Omega$$

$H$  - средња дубина базена

$\Omega$  - површина водног огледала

$T_d$  - време задржавања

$Q$  - највећи проток на преливу

- брзина исталожавања честице пречника  $d$ , густине  $\rho_s$   
у мирној води неограничене запремине (Стоксов закон):

$$W = \frac{g(\rho_s - \rho)d^2}{18\mu}$$

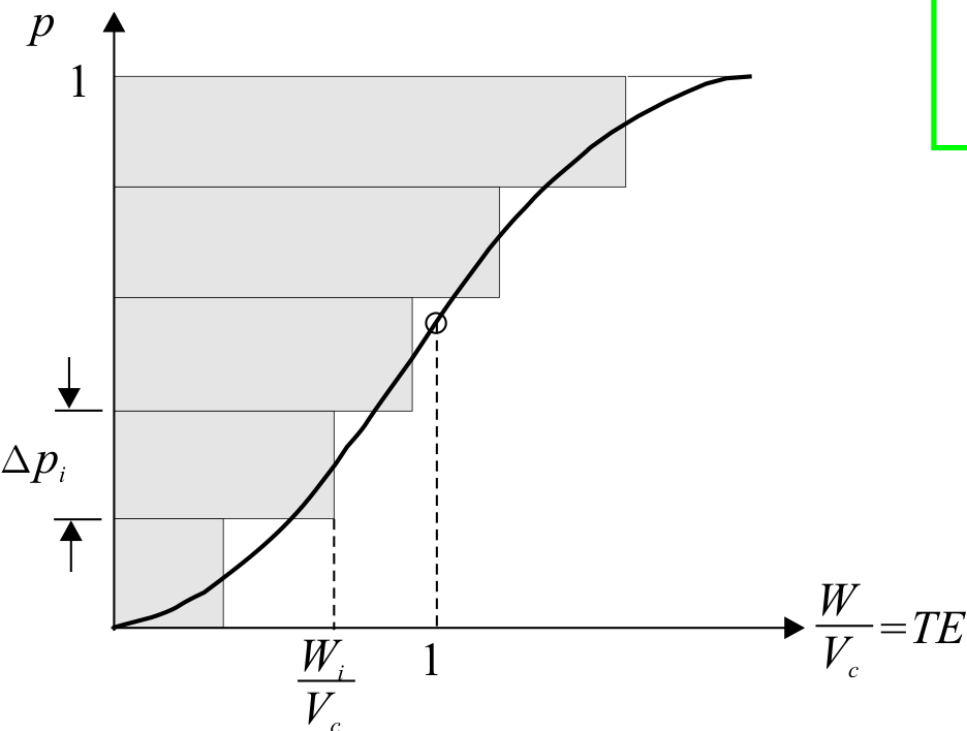
## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (11)

### Задржавање наноса

Гранулометријски састав наноса се дефинише са неколико фракција.

**“Ефикасност задржавања”** сваке фракције је однос брзина:  $TE_i = W_i/V_c$

где је:  $i = 1, 2, \dots, N$  број фракције.



$TE \geq 1$  – проценат исталожавања 100%

$TE < 1$  – проценат исталожавања  $W_i/V_c$

Проценат укупно исталожених  
(у базену задржаних) честица:

$$P_t = \int_0^1 \left( \frac{W}{V_c} \right) dp \approx \sum_{i=1}^{i=N} \left( \frac{W_i}{V_c} \right) \Delta p_i = \sum_{i=1}^{i=N} TE_i \cdot \Delta p_i.$$

(  $\Delta p_i$  - заступљеност фракције )

# Одбрана од поплава

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (12)

### Задржавање наноса

#### Гранулометријски састав исталоженог/пропуштеног наноса:

$M_s$  - маса процењене *продукције наноса у сливу*

$m_{t,i} = \Delta p_i \cdot M_s \cdot TE_i$  - маса исталоженог (задржаног) наноса

$m_{d,i} = \Delta p_i \cdot M_s \cdot (1 - TE_i)$  - маса наноса који је прошао кроз базен

Укупно, за све фракције:

$$M_t = \sum_{i=1}^{i=N} m_{t,i} = M_s \sum_{i=1}^{i=N} \Delta p_i \cdot TE_i$$

$$M_d = \sum_{i=1}^{i=N} m_{d,i} = M_s \sum_{i=1}^{i=N} \Delta p_i (1 - TE_i),$$

Учешће појединих фракција:

- задржано:  $f_{t,i} = \frac{m_{t,i}}{M_t} = \frac{\Delta p_i \cdot TE_i}{\sum_{i=1}^{i=N} \Delta p_i \cdot TE_i}$

- прошло:  $f_{d,i} = \frac{m_{d,i}}{M_t} = \frac{\Delta p_i (1 - TE_i)}{\sum_{i=1}^{i=N} \Delta p_i (1 - TE_i)}$

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (13)

### Задржавање наноса

#### Садржај глиновитих честица (< 0,062 mm)

... битно за процену *задржавања загађивача и нутријената*, чија се маса сорбирањем везује за *активну глину*.

Ако је:  $p_{c,i}$  - удео глиновитих честица у свакој усвојеној фракцији:

$$M_{t,c} = M_s \sum_{i=1}^{i=N} \Delta p_i \cdot p_{c,i} \cdot TE_i \quad - \text{ маса задржаних глиновитих честица}$$

$$M_{d,c} = M_s \sum_{i=1}^{i=N} \Delta p_i \cdot p_{c,i} (1 - TE_i). \quad - \text{ маса пропуштених глиновитих честица}$$



# Одбрана од поплава

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (14)

### Задржавање наноса

#### Динамичка ефикасност задржавања

У идеалним условима, брзина исталожавања једне фракције:

$$Q_{r,i} = W_i \cdot \Omega_b \quad [\text{m}^3/\text{dan}]$$

$\Omega_b$  - површина водног огледала ретензионог базена  $[\text{m}^2]$

Фактор задржавања наноса у базену:

$$r_i = \frac{T_{st} \cdot Q_{r,i}}{\forall_r}$$

$\forall_r$  - просечна запремина поплавног таласа

$T_{st}$  - просечно време између поплава

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (15)

### Задржавање наноса

#### Динамичка ефикасност задржавања

У динамичким условима – при различитим највећим протоцима и запреминама поплавних таласа, ефикасност задржавања наноса у ретензионом базену се одређује на основу **статистичке анализе поплавних таласа**, а као меродавна, усваја се вредност осредњена за све поплаве!

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (16)

### Задржавање наноса

#### Динамичка ефикасност задржавања

Модел EPA (Environmental Protection Agency, USA) заснован на гама расподела протока, са задатим вредностима средњег протока и коефицијента варијације  $CV_Q$

$$DTE_i = \left[ \frac{1/CV_Q^2}{1/CV_Q^2 - \ln(TE_i)} \right]^{1/CV_Q + 1} - \text{динамичка ефикасност задржавања одређене фракције}$$

$TE_i$  – ефикасност задржавања  $i$ -те фракције за *просечну* поплаву

Укупна **дугорочна ефикасност** безена у погледу задржавања наноса:

$$TTE_i = 1 - (1 - DTE_i)(1 - TE_Q)$$

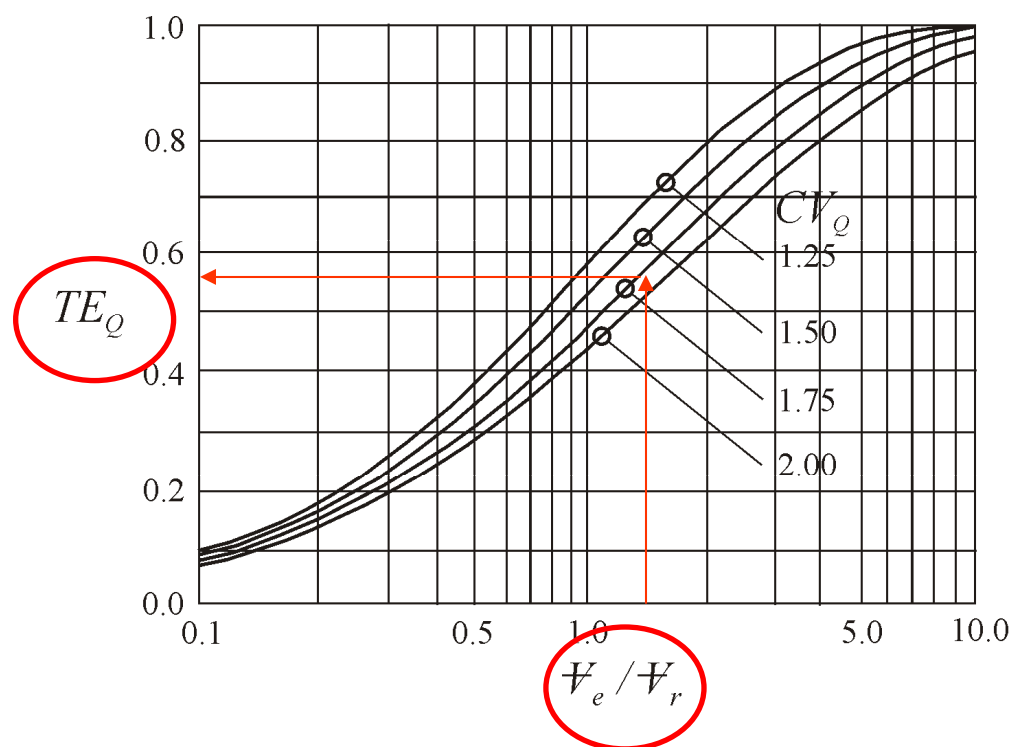
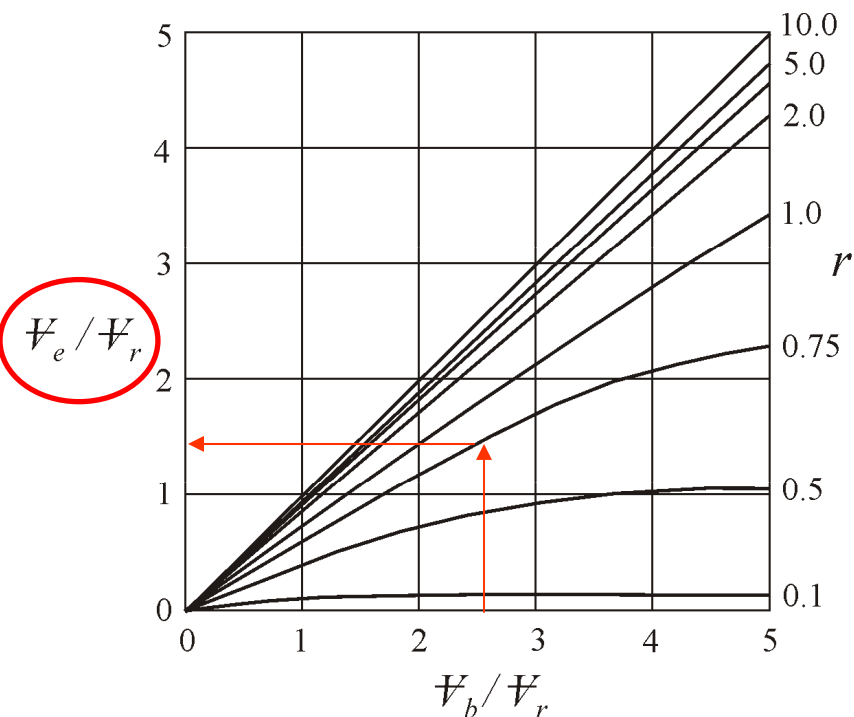
$TE_Q$  – ефикасност задржавања у мирној води, у перодима између поплава

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (17)

### Задржавање наноса

### Динамичка ефикасност задржавања

Модел ЕРА - помоћни дијаграми  
за одређивање вредности параметра модела  $TE_Q$



## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (18)

### Задржавање наноса

#### Задржавање хемијских загађивача

Хемијска загађења доспевају у ретензионе базене површинским спирањем са слива. Како су растворене хемијске материје углавном *конзервативне* (неразградљиве), задржавање настаје као резултат исталожавања *оних хемијских компоненти које су сорбирањем везане за активну глину.*

Проценат глиновитих честица које су меродавне са становишта исталожавања хемијских загађивача одређује се на основу *концентрације загађења при просечној плавној епизоди*. Маса сорбираног загађивача одређује се преко концентрације чврсте фазе.

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (19)

### 3. Побољшање квалитета воде

Поред задржавања суспендованих материја, ретенциони базени имају важну улогу у **уклањању нутријената – азота и фосфора**.

Тип базена	Укупно суспендованих материја	Азот	Фосфор	Олово	Цинк	BOD
Привремени (детензије)	50-80	0 (растворено) 10-30 (укупно)	0 (растворено) 10-50 (укупно)	35-80	35-70	20-40
Трајни (ретензије)	70-85	50-70 (растворено) 30-40 (укупно)	50-70 (растворено) 50-65 (укупно)	25-85	25-85	20-40

 ефикаснији, али захтевају 2-7 пута веће запремине!

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (20)

### 4. Бране и објекти за контролу протока

Насути објекат – брана или насип, помоћу кога се формира базен, димензионише се на пројектну велику воду, са сигурносним преливом. Избор повратног периода пројектне велике воде зависи прихватљивог ризика. Анализа потенцијалних хидрауличких последица услед наглог рушења бране или насипа је обавезна и представља саставни део пројектне документације.

Нагиби косина насутих објеката морају бити одређени тако да обезбеде стабилност објеката и у условима потпуног засићења тла. Ти нагиби су по правилу врло благи (мањи од 1:4) и због јавне сигурности и рекреативне намене простора.

Препоручује се изградња “предбазена” запремине од око 10 % запремине главног базена, да би се исталожавање наноса концентрисало на улазу и смањили трошкови чишћења. Пожељно је да дно предбазена буде обложено како би се чишћење могло често и лако обављати.

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (21)

### 5. Утицаји базена на низводно подручје

Ретенциони базени дају могућност смањења плављења и ерозије корита водотока на низводном подручју.

Врх меродавног поплавног таласа треба да буде снижен *до капацитета колектора постојећег канализационог система*. Ако постоји неколико базена у низу, хидрауличким прорачунима се мора проверити да не дође до суперпозиције излазних таласа и повећања плављења низводног подручја.

Ово подразумева не само проверу највиших кота нивоа, већ и *највећих брзина тока*, због опасности од *ерозије корита*.

Прорачун – линијско неустаљено течење:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \left( \frac{\partial Z}{\partial x} + I_e \right) = 0$$

$$I_e = \frac{n^2 Q |Q|}{R^{4/3} A^2}.$$



## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (22)

### 6. Вегетација и пејзажно уређење

... спречава ерозију и поспешује задржавање наноса.  
Такође важна за опстанак водених организама.

Избор вегетације зависи од локалних услова. Косине базена (1:4) се затрављују, док је дно базена обично обрасло морчварним биљем, ниском трском, или је обложено шљунком. При избору водене вегетације треба консултовати специјалисте.

Приобални зелени појас:

- ширина: > 3 m, са дубином воде 0,2-0,5 m;
- површина: 20-50 % површине водног огледала у безену.

Ретенциони базени, као део животне средине, морају бити добро уклопљени у локални амбијент. Изградња ових базена је идеална прилика за промоцију рекреативних активности и унапређење квалитета живота становништва

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (23)

### 7. Експлоатација и одржавање

Мере одржавања:

- **Превентивно одржавање** обезбеђује пуну функционалност система и погодне услове коришћења; обухвата: чишћење базена, поправку механичке опреме, шишање траве и сечу растиња, истребљење комараца итд.
- **Корективно одржавање** се предузима *повремено и по потреби*, да би се повратила функционалност и сигурност система; обухвата: уклањање наслага наноса, поправку косина бране/насипа, уклањање вегетације чији корени систем угрожава брану/насип, поправку евакуационих објеката, санирање ерозијом оштећених места, уклањање наслага снега и леда итд.

## Пројектовање детензионих и ретензионих базена (24)

### 8. Законске и социјалне импликације

**Повољне последице** изградње базена:

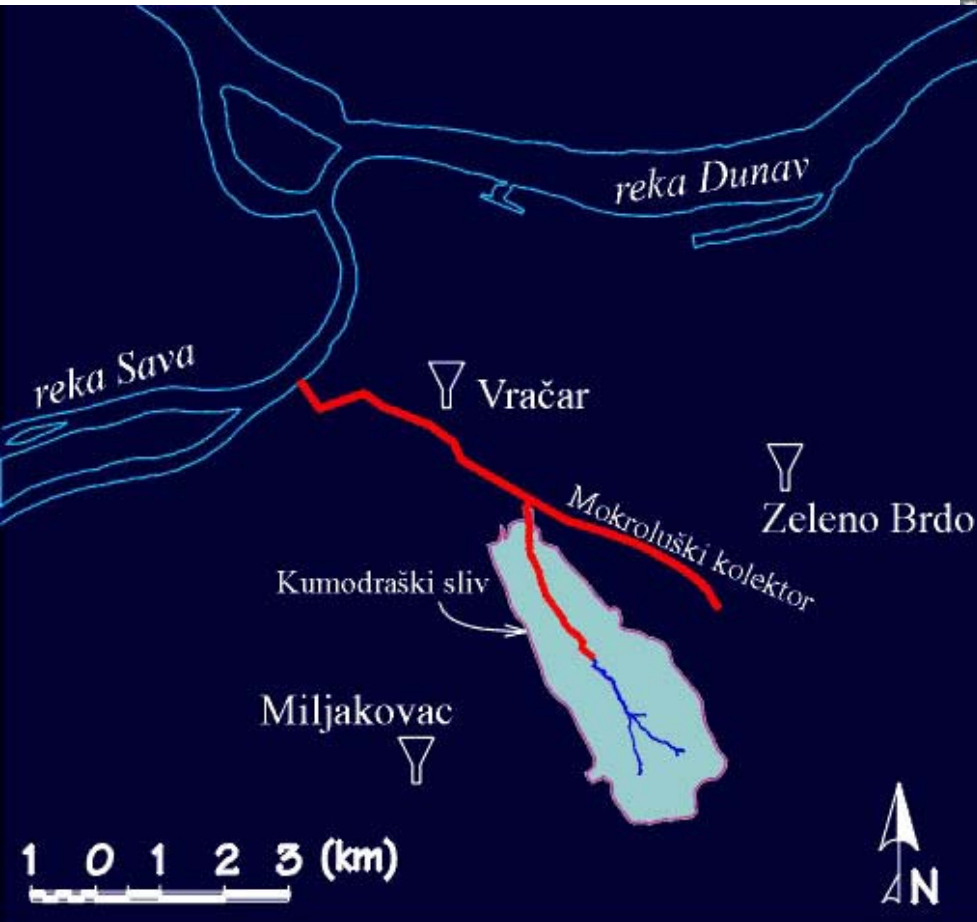
- унапређење квалитета живота (спортске и рекреативне површине)
- унапређење естетске амбијенталне вредности

**Проблеми** пројектовања и изградње базена:

- спречавање или ограничење градње на погодним локацијама;
- недостатак подлога;
- захтеви за допунским гаранцијама или допунском пројектном документацијом;
- сукоби интереса заинтересованих учесника  
(локална управа, планери, грађевинске извођачке фирме, друштва за заштиту животне средине, невладине организације итд.)

# Одбрана од поплава

## Пример из наше праксе

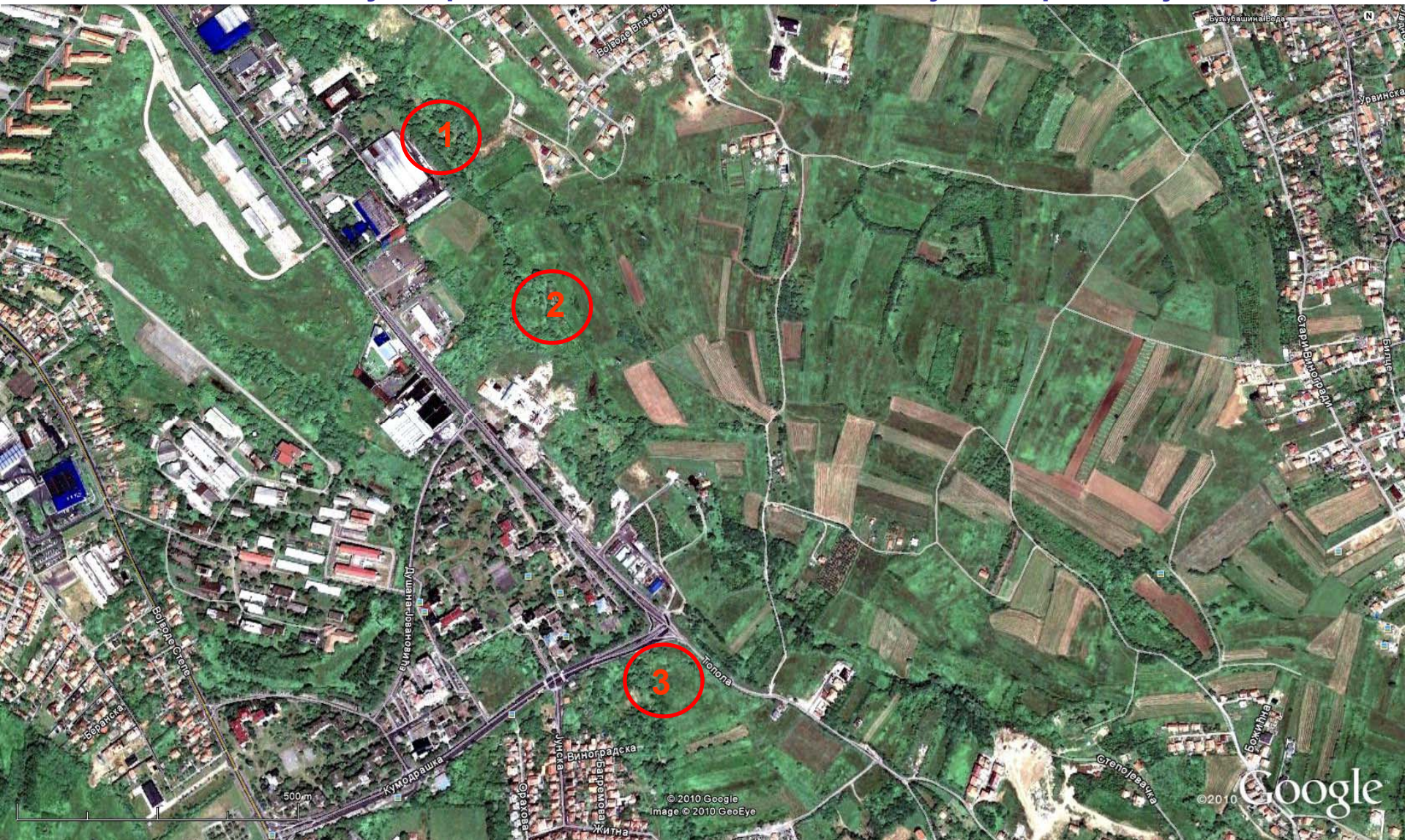


**Проблем неконтролисане урбанизације!**



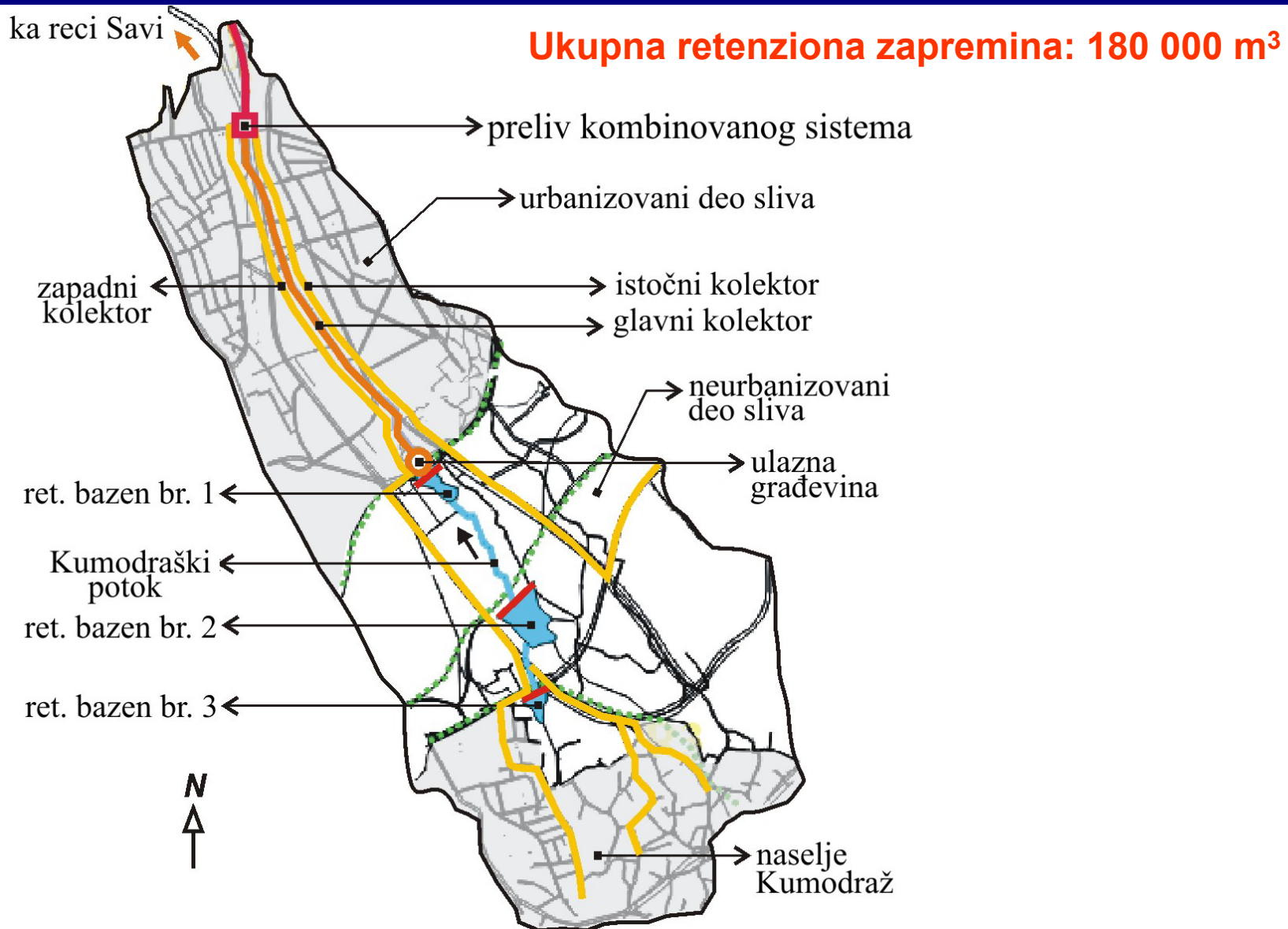
## Одбрана од поплава

## Долина Кумодрашког потока – места потенцијалних ретензија

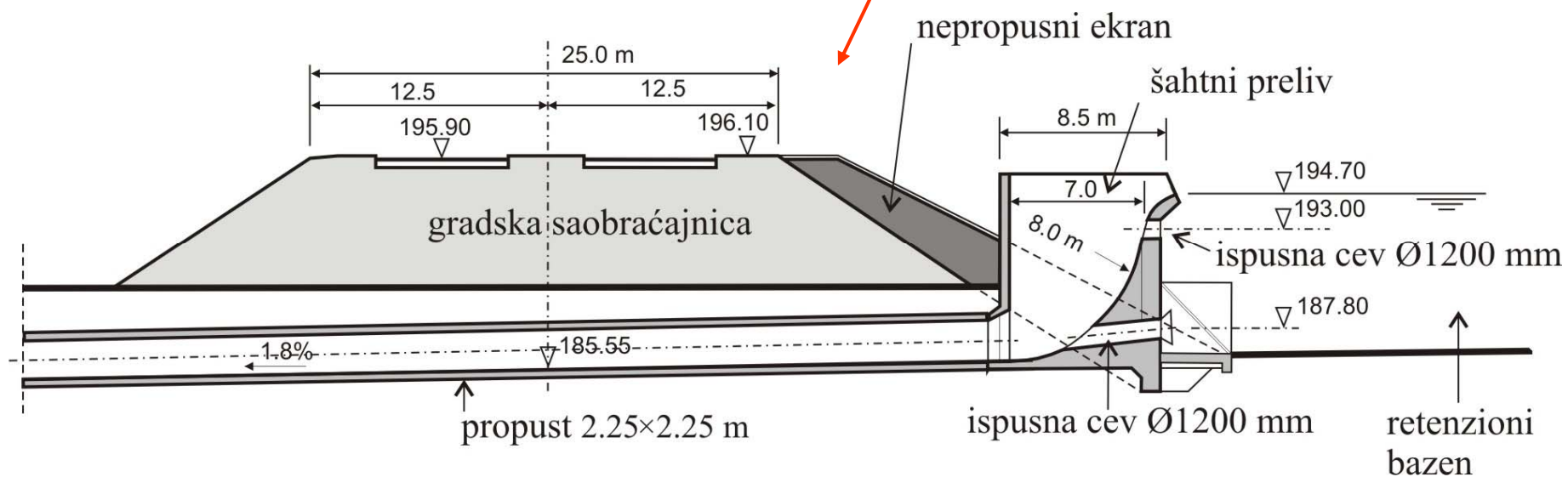




# Одбрана од поплава



# Одбрана од поплава



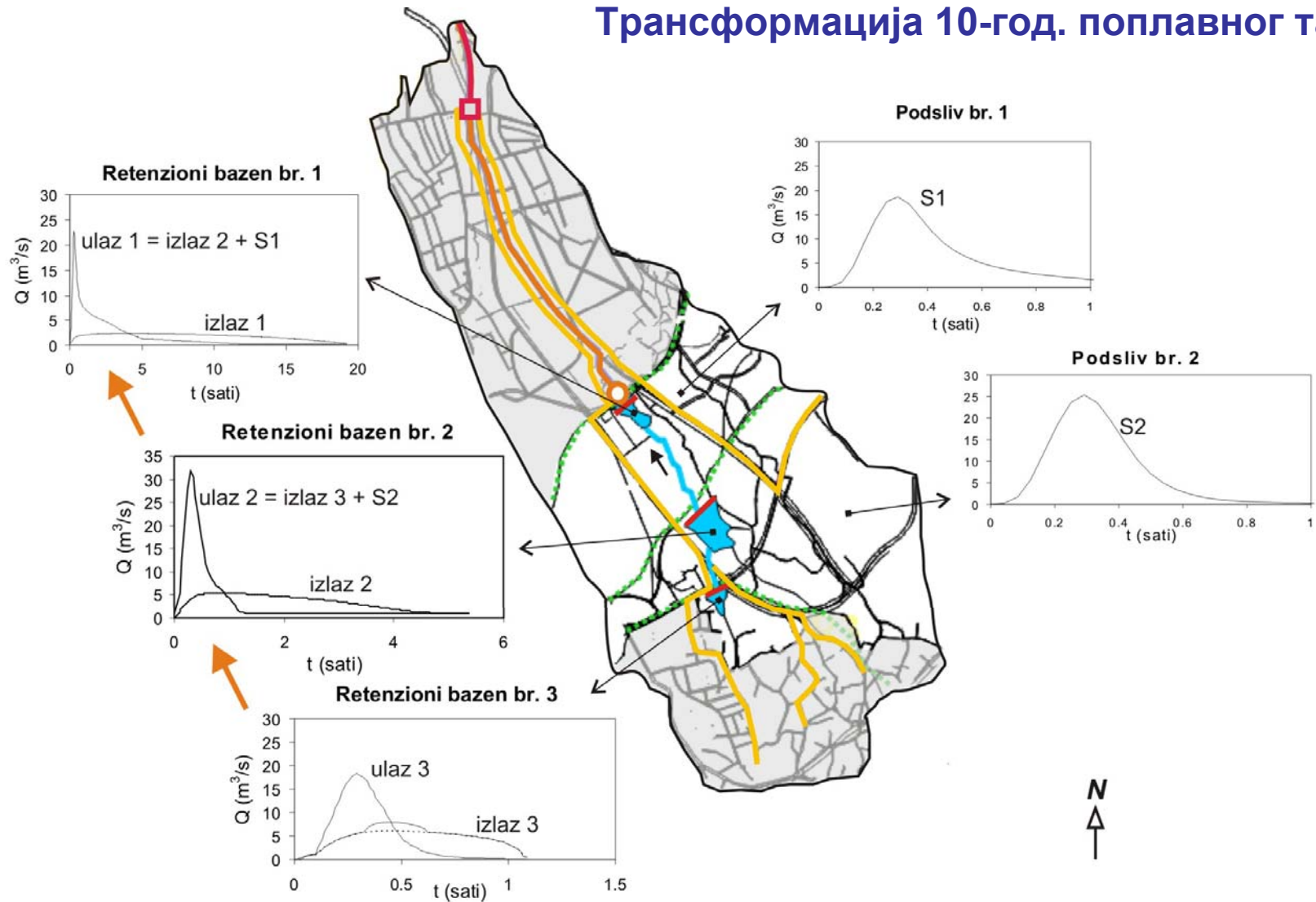
## Предложена стратегија управљања великим водама:

утицај са горњег дела слива ( 60 % површине слива, или око 400 ha), комбинованим утицајем сва три базена, мора се у потпуности прихватити и задржати при свим великим водама повратних периода до 10 година, а у значајној мери, при великим водама повратних периода до 100 година.

## Евакуација великих вода:

Евакуациони објекти су димензионисани на 10-годишњу велику воду, што омогућава несметано функционисање постојећег главног колектора капацитета до 3 m<sup>3</sup>/s.

## Трансформација 10-год. поплавног таласа



## Анализа утицаја на квалитет воде:

- Време задржавања 10-годишње велике воде: 1,2 – 19 сати.
- У базенима се задржава 92 % крупног наноса (осредњено за све поплаве).
- Ефикасност задржавања глиновитих фракција: 56 %.