



**АКАДЕМИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА СРБИЈЕ**  
**Међудодељенски одбор за заштиту животне средине**

# **Изазови у области вода у условима климатских и развојних процеса у Србији**

**Тема 1: Стање водних ресурса и развој  
водопривредне инфраструктуре**

**Др Бранислав В. ЂОРЂЕВИЋ**

**Професор Грађевинског факултета у Београду, у пензији**  
**Редовни члан Академије инжењерских наука Србије**

**'Развој, процват и пропадање цивилизација били су у директној вези са правилним и мудрим коришћењем и очувањем њихових водних ресурса'**

*(Једна од максима са I Светске конференције УН о водама)*



# **Стратешки документи на које се ослања сектор вода:**

- **ВОДОПРИВРЕДНА ОСНОВА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ, 2001.**  
(није стављена ван снаге)
- **Стратегија управљања водама Републике Србије (до 2034)**
- **ПРОСТОРНИ ПЛАНОВИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ, 1998. и 2010.** Закон – сматра се најважнијим после устава!
- **Низ просторних планова општина и посебних намена (за сливове и објекте) – потпуно усаглашених са кровним ППРС, који детаљније разрађују решења водопривредне инфраструктуре.**

**Разлог: Планирање у области вода је дугорочно и мора да има континуитет!**

Водопривреда има најстрожије захтеве у погледу простора за развој! Зато планирања у области вода претходе другим плановима

Циљеви планских докумената у области вода:

- Да утврди стање и расположивост водних ресурса.
- Анализа потреба за водом и других проблема вода.
- Дефинисање генералне стратегије развоја водних система
- Резервација простора неопходних за водне системе!
- Циљ: Спречавање да непланска градња онемогући стратешки важне системе.

# 1.

## ЗАБЛУДА О ВОДНОМ БОГАТСТВУ СРБИЈЕ!

- Србија је **водом сиромашна земља** која не може да подмири потребе само својим, домаћим водама.
- Домаће воде, просек: **505** m<sup>3</sup>/s (**425** без Б.Дрима и Лепенца)
- То је око **1700** m<sup>3</sup> по становнику годишње
- Потребно око **2.200-2.500** m<sup>3</sup> по становнику година, да се задовоље потребе и да се развијају екосистеми



- Неопходно коришћење транзитних вода (Дунав, Тиса, Сава, Дрина) које су ван наше контроле

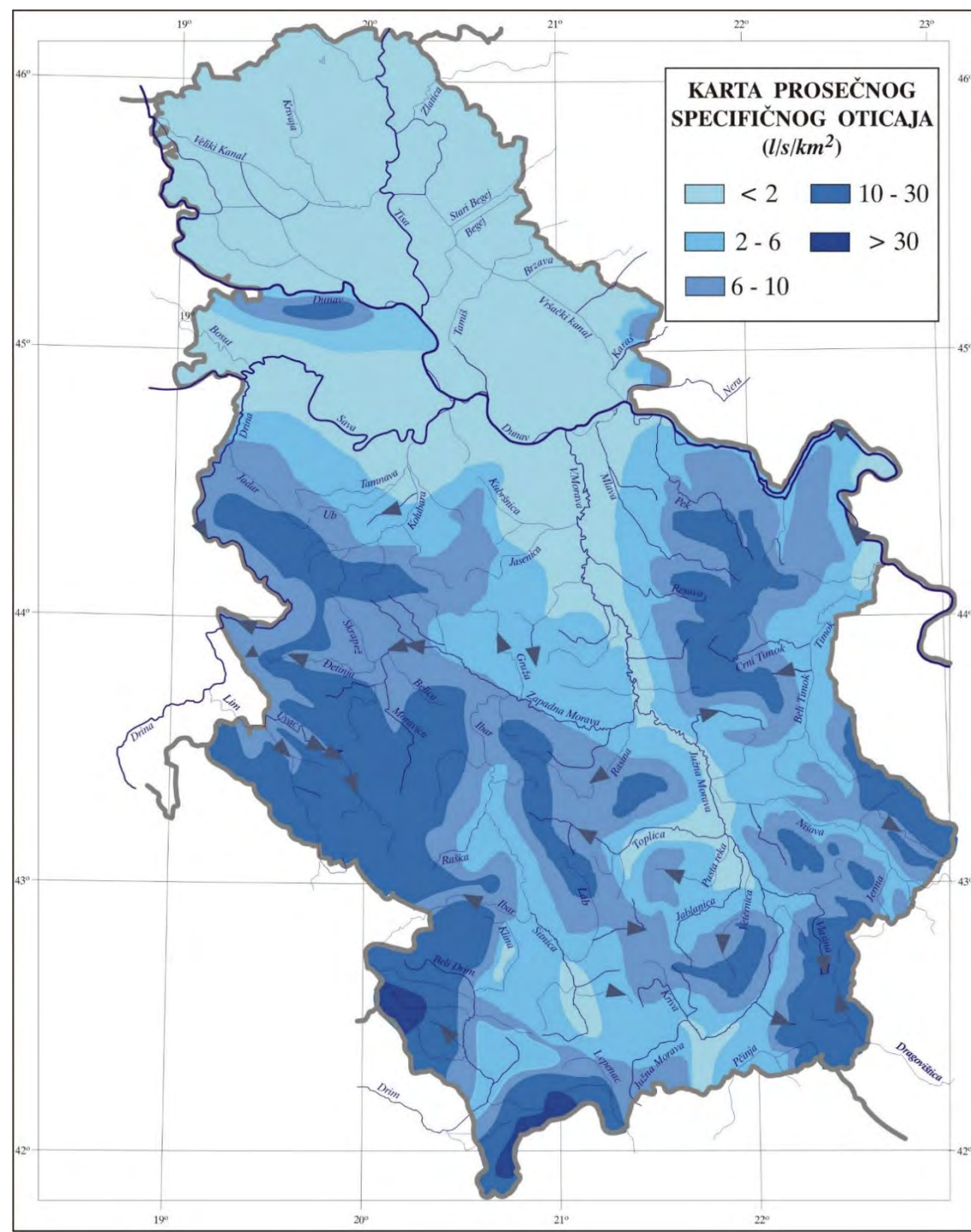


## 2.

# Велика просторна неравномерност вода!

- **Воде нема тамо где је најпотребнија.**
- **Просечан специфични отицај:  $q = 5,7 \text{ L/s}\cdot\text{km}^2$**
- **Опсег: од мање од  $1 \text{ L/s}\cdot\text{km}^2$  до  $30 \text{ L/s}\cdot\text{km}^2$**
- **Најмаловоднији делови: Војводина, Шумадија, доњи део слива Колубаре, Косово, долињски делови са најбољим земљишним ресурсима.**

# Специфично отицање: L/s по km<sup>2</sup>



# 3.

## Временска неравномерност

Домаће воде: ● просечно ~ око **505 m<sup>3</sup>/s**

● маловодни периоди ~ око **40-50 m<sup>3</sup>/s**

**Бујични карактер:** и преко 60% протока у поводњу

На мањим сливовима отицај: преко **30 m<sup>3</sup>/s** по km<sup>2</sup>  
(тенденција да се повећава ↑)

Однос малих месечних вода 95% и великих вода 1%

на мањим водотоцима → већи од **1 : 2000**

Појава нагомилавања сушних и водних година !

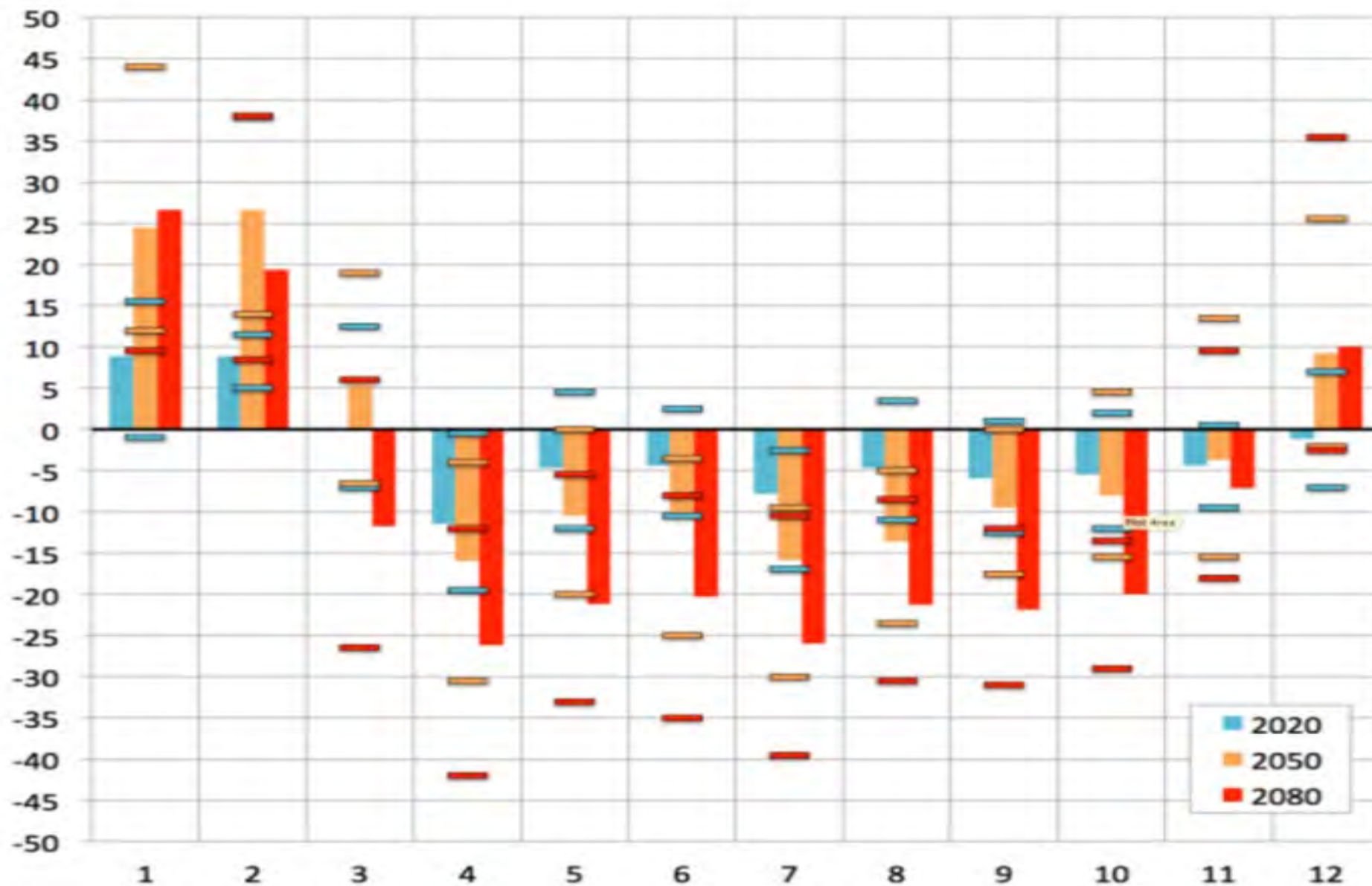


# Климатски процеси: погоршавање!

- Тренда повећања температура ( $2^{\circ}\text{C}$  до око 2050.), веће повећање лети. Расте број тропских дана!
- **Падавине се мењају неповољно:**
  - Повећавају се зими (али са мање снега)
  - смањују се лети (и преко 14%)
- **Протицаје се мењају неповољно:**
  - Повећавају у хладном делу године.
  - Смањују се у вегетационом периоду ( $>25\%$ )
- **Смањује се обнављање подземних вода ( $>50\%$ )**
- **Последице: повезивање парцијалних водовода на регионалне системе**

# Неповољне тенденције: промене месечних протока у рекама. Повећање зими (мање снега), смањење лети (В.Ђурђевић, 2018.)

%



# Сушна 2024.

Љубазношћу РХМЗ - прелиминарски подаци, пре објављивања.

До којих су се протока спуштале мале воде река црноморског слива (август и септембар 2024.):

- Велика Морава (Љубичевски мост):  $25,2 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $22,4 \text{ m}^3/\text{s}$ )  
Просечни годишњи проток  $297 \text{ m}^3/\text{s}$
- Колубара (Дражевац):  $0,59 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $0,48 \text{ m}^3/\text{s}$ )
- Млава (Велико село):  $0,87 \text{ m}^3/\text{s}$   $Q_{\text{sred.}} \approx 34 \text{ m}^3/\text{s}$
- Пек (Кусићи):  $0,078 \text{ m}^3/\text{s}$   $Q_{\text{sred.}} \approx 10,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Тимок (Чокоњар):  $3,71 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $2,77 \text{ m}^3/\text{s}$ ) (свих 5 Тимока!)

Реке црноморског слива у суми: око  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  !

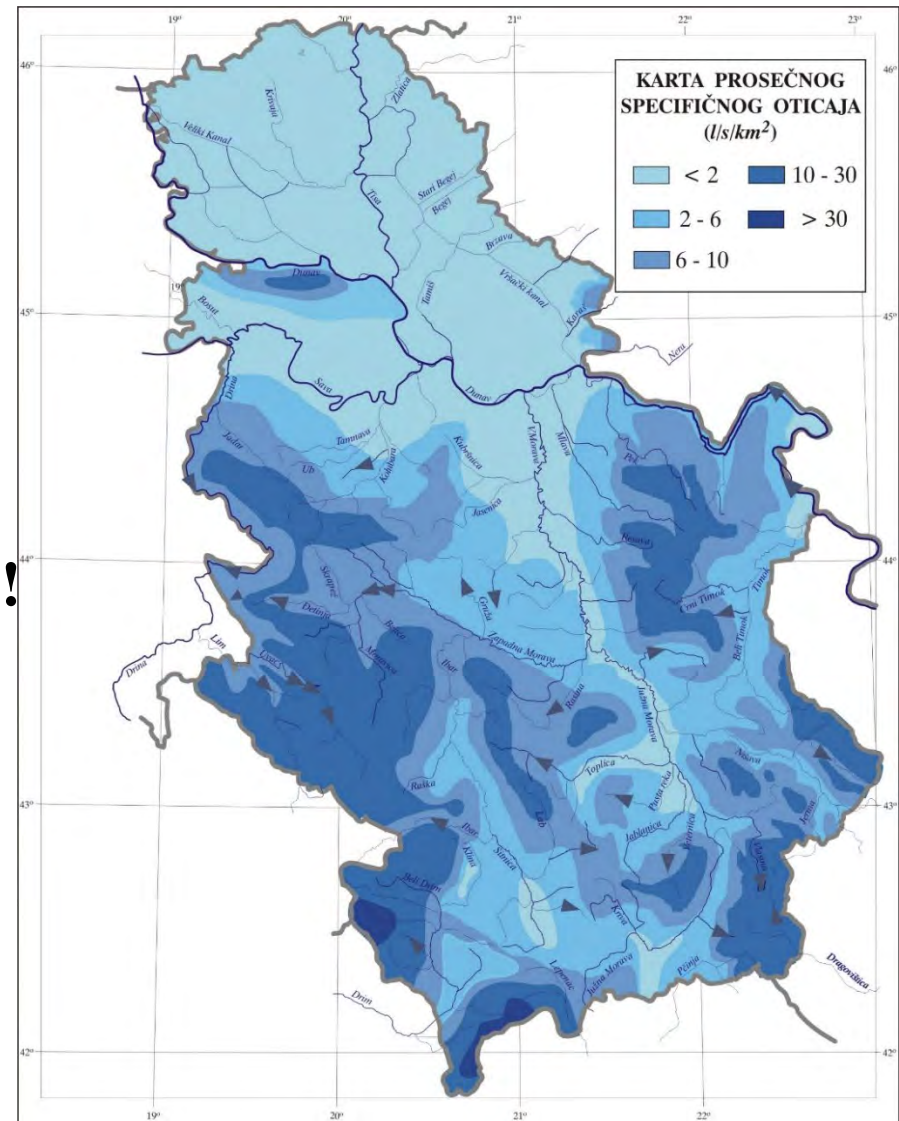
**Подземне воде важне, али деле судбину површинских вода: јако се смањују у маловођу јер су већим делом везане се протоком у рекама**

**Транзитне воде (Дунав, Тиса Сава, Дрина – просечно  $5.160 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

- У маловођу испод  $1.300 \text{ m}^3/\text{s}$  (Сава код С.М. <  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ )
- Квалитет и количина ван наше контроле!
- Шта када се уведу квоте о дозвољеној количини и динамици захватања? (Колорадо!)
- Војводина и Посавина не могу без транзитних вода: ХС ДТД, ХС Северна Бачка, ХС Надела...

# Полазишта за развој водопривредних система

- Србија је **јединствен водопривредни простор**
- Мапа: проток L/s по km<sup>2</sup>
- Маловодна и водна подручја!
- **Пребацивање воде на даљину.**
- Заштита изворишта и заштита простора за водопривредне објекте - планска брига државе!
- **Принцип солидарности и управљачког јединства узводних и низводних.**





**У циљу рационализације свих ресурса реализују се две класе система:**

- 1. 18 регионалних система** за снабдевање водом насеља и привреде која троши воду највишег квалитета.
  - Ослањају се на **више изворишта.**
- 2. 11 речних система** (велики речни системи) из којих се снабдавају водом сви остали корисници, реализују хидроелектране, обављају мере заштите од поплава и заштита квалитета вода.

## Снабдевање насеља – постепено спајање у веће системе и повезивање са регионалним системима!

- Излагаће проф. Александар Ђукић

- Локална изворишта - највећим делом исцрпљена или непоуздана. Повезивање на регионалне системе
- Квалитетне подземне воде – за насеља.
- Регионални системи се ослањају и на акумулације али задржавају и локална изворишта.
- Смањење губитака – сада се пењу и преко 35%
- Захтева се висока обезбеђеност:  $P \geq 97\%$  ,  $\omega \geq 0,7$
- Не поштују се зоне заштите изворишта.

**Ако се униште изворишта – немерљив проблем!**

# Београдски водовод: Бунар угрожавају куће које отпадне воде изливају у слој одакле се вода црпи!



# Снабдевање индустрије, рударства и енергетике – из 11 речних система

Излагаће проф. Александар Ђукић

- **Индустрија: оне које захтевају воду највишег квалитета: из 18 регионалних система за снабдевање водом насеља**
- **Вода за технолошке потребе: рецикулација, недеостајуће количине – из 11 речних система.**
- **Рударство: из властитих система за одводњавање + рецикулација.** Пример: рудник Чукара Пеку – Бор.
- **Енергетика: Нису дозвољени проточни системи, само затворени рецикулациони системи хлађења.**
- **Евентуално нови велики системи: само крај Дунава, уз обавезу затворених / рецикулационих система хлађења.**

# Хидротехничке мелиорације

Излагаће проф. др Милош Станић

- **Неопходне комплексне хидротехничке мелорације: и одводњавање и наводњавање.**
- **Неповољни режими падавина биће погоршани у условима климатских промена:**
- **У вегетационом периоду смањење и падавина и протицаја (веће од 25%). Повећање зими, али без снега!**
- **Последице: **сложеније одводњавања** (водолежа).**
- **Све неисплативије 'суво ратарење', без наводњавања!**
- **Кукуруз – стратешки производ зависи од 'пар киша'.**
- **Огроман проблем: **Немамо довољно домаћих вода**, у маловодним периодима се смање на само око 40-50 m<sup>3</sup>/s.**
- **Неопходне су акумулације, а тешки услови за грађење!**



# Хидроелектране и реверзибилне ХЕ све потребније!

- Увођењем у систем великих снага електрана на ветар и сунце **расте 'глад' за новим ХЕ и РХЕ.**
- Разлог: Електране на ветер и сунце – **нагло променљиве снаге**, што нарушава стабилност система. Ветар 'на удар'!
- Те нагле и непредвидиве промене треба да покрију ХЕ и РХЕ.
- Јако су **смањене могућности грађења акумулационих ХЕ.**
- **Каскаде проточних ХЕ у коритима за велику воду.**
- Отежана је градња и проточне ХЕ због дивље градње на тзв. водном земљишту.

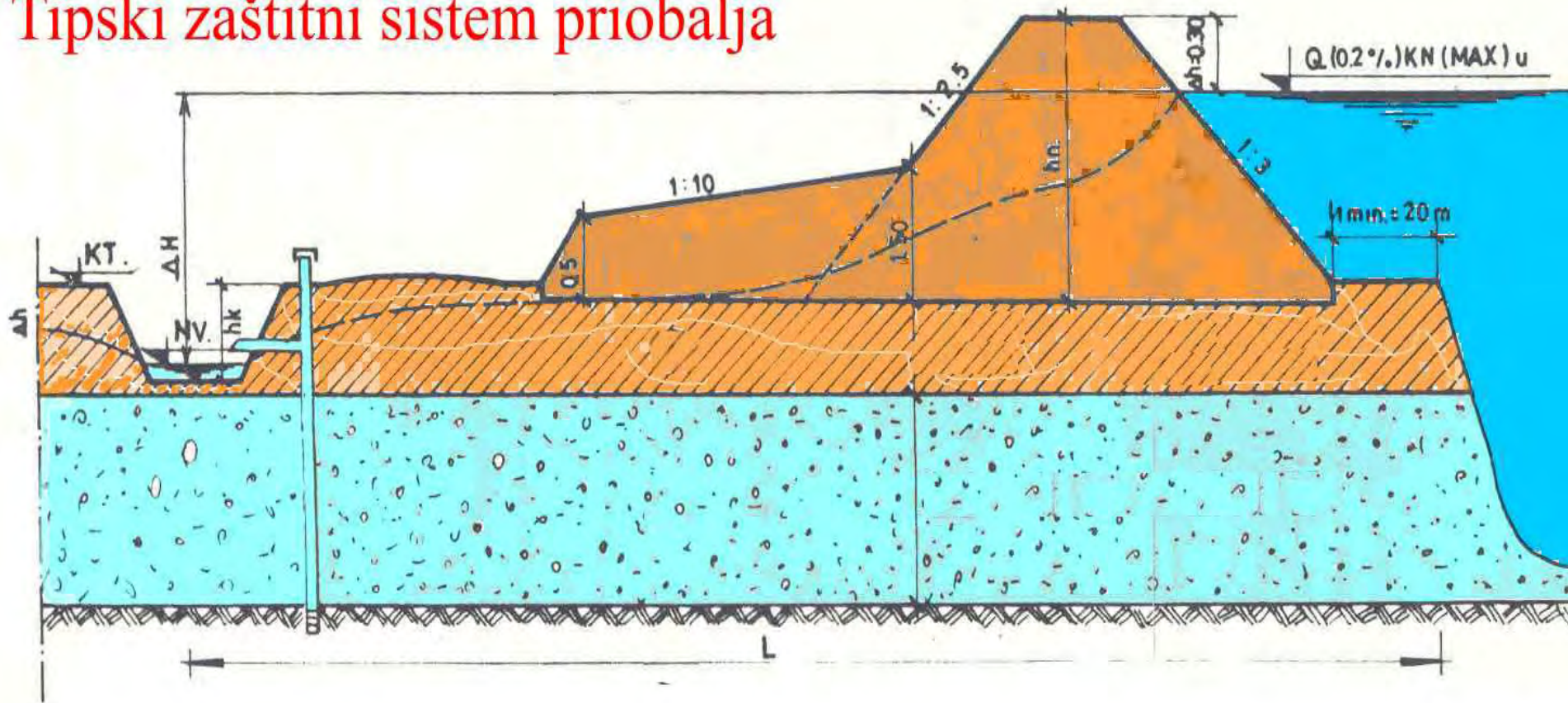
**Највећа препрека: неповољан став јавног мњења орема било каквом грађењу на рекама!**

# Заостајање у искоришћењу водних потенцијала

- Искористив потенцијал Србије : 19,2 TWh/god.  
од тога 17,5 TWh/god. Веће од 10 MW
- Искоришћено 10,3 TWh, од тога 6,6 TWh у ХЕ Ђердап
- Преостало : 7,2 TWh – економски искористив потенцијал
- **Највреднији системи**: Средња и Доња Дрина, В. Морава, каскаде проточних ХЕ на Лиму, З. Морави, Ибру, Нишави
- Сви пројекти ХЕ су део интегралних развојних пројеката уређења речних долина.
- **Мале ХЕ са цевоводним деривацијама нису дозвољене.**

**Реконструкција насипа за трајни успор – за потребе проточних каскада, повећање степена заштите од поплава и интегрално уређење речних долина**

**Tipski zaštitni sistem priobalja**



# Заштита од вода у оквиру 11 тзв. речних система

Излагаће проф. Миодраг Јовановић

- Спољне и унутрашње воде угрожавају око 2.100.000 ha
- Мере интегралне заштите:
  - ◆ Хидротехничке мере:
    - (а) Активне мере: смањује се врх таласа (врх ↓)
      - ☺ акумулације –запремину за то (Лесковац – Барје, акумулација Стуборовни спасила Ваљево 2014.
      - ☺ ретензије у приобаљу река или на притокама
      - ☺ каналски системи (усмеравање таласа– ХС ДТД)
    - (б) Пасивне мере: линијски заштитни системи (насипи)
  - ◆ Неинвестиционе мере:
    - Мере просторног планирања - **спречити пораст штета**
    - Управљачке мере – прогнозе, упозорење, осигурање



## СВЕ СТРОЖИЈИ ЗАХТЕВИ ЗАШТИТЕ ОД ПОПЛАВА

- Степен заштите: шире зоне уз водотоке 1%, велика насеља 0,2%, витални објекти (ТЕ, базе индустрије) 0,1%
- Комбинација пасивних и активних мера, акумулације неопходне!



Центар Париза пре изградње акумулација у сливу Сене



# Стратешка опредељења заштите од вода

Известилац проф. Миодраг Јовановић

- **Важност неинвестиционих мера!** Мапе ризика и забрана грађења у зонама већих ризика! **Спречити пораст штета!**
- Режим великих вода се стално погоршавају! ( $Q_{max} \uparrow$ )
- Јединица заштите— брањена 'касета'.
- Припремати резервне линије одбране (саобраћајнице)!
- Степен заштите? Примерен вредности и значају вредности које се бране. Београд се брани од 500-то годишње велике воде.
- Повећати оперативност прогноза наиласка таласа в.в.!

# Ћуприја на Дрини новембра 1896.



**Брана и вишенаменска акумулација **СтубоРовни** на Јабланици**  
узводно од Ваљева – главно извориште Колубарског регионалног  
система.



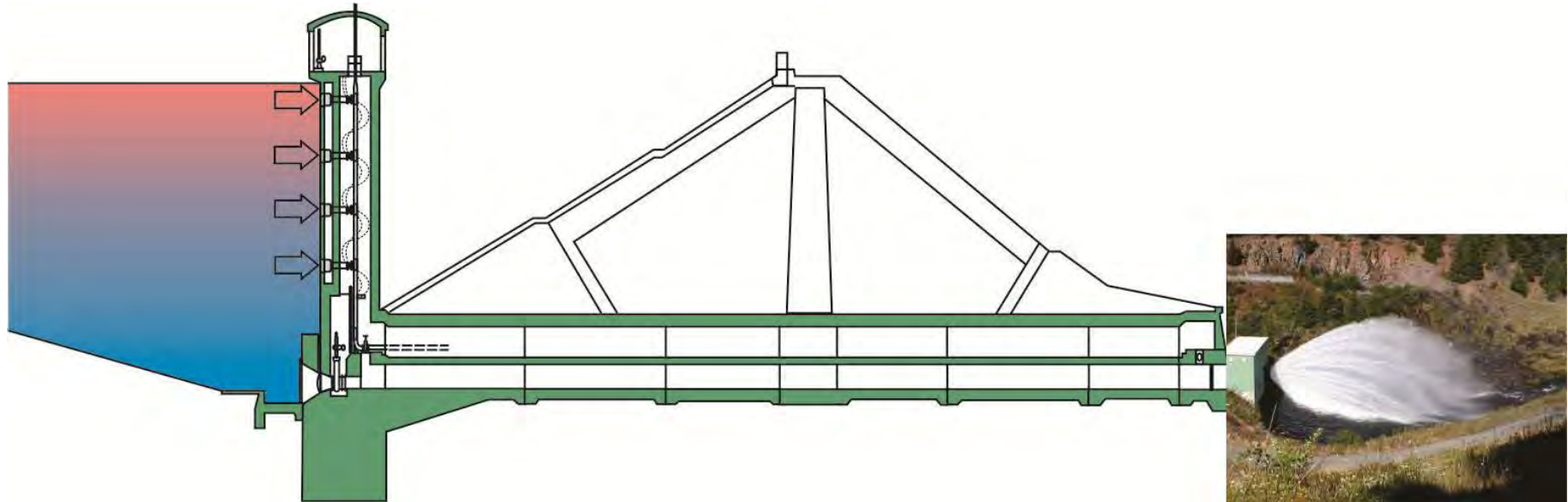
# Заштита квалитета вода предуслов за развој система

Излагаће проф. Александар Ђукић

- **Загађење – незавршене производња и урбанизација.**
- **Интегралне мере заштите - на нивоу сливова:**
  - (a) **Технолошке мере - Заштита на изворима загађења. ППОВ насеља, пречишћавање у индустрији.**
  - (b) **Водопривредне мере: каналисање насеља, повећање протока у маловођу испуштањем воде из акумулација.**
  - (c) **Организационо-економске мере: забрана стављања у промет опасних материја, принцип: ‘Загађивач плаћа’, Висина накнаде – већа од трошкова пречишћавања.**
- **Критеријум: Сви водотоци у класама добрим класама.**
- **Посебна заштита: изворишта и еколошке вредности**

# **ВОДОПРИВРЕДНЕ МЕРА ЗАШТИТЕ КВАЛИТЕТА ВОДЕ** **– УПРАВЉАЊЕ КОЛИЧИНОМ, ТЕМПЕРАТУРОМ И** **РАСТВОРЕНИМ КИСЕОНИКОМ**

- **Селективни водозахват који може да захвата воду из температурног слоја у акумулацији који је пожељан за водене екосистеме**
- **Затварач којим се вода распрскава и обогаћује кисеоником**





# **ВОДОПРИВРЕДНЕ МЕРА ЗАШТИТЕ КВАЛИТЕТА ВОДЕ – УПРАВЉАЊЕ КОЛИЧИНОМ, ТЕМПЕРАТУРОМ И РАСТВОРЕНИМ КИСЕОНИКОМ**



**СТРАТЕШКИ ОПАСНА ЗАБЛУДА:  
ОЧУВАЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗАБРАНАМА ГРАЂЕЊА  
НЕОПХОДНИХ ВОДОПРИВРЕДНИХ СИСТЕМА**

**ВОДА ⇒ РАЗВОЈ ⇒ ОЧУВАЊЕ ОКРУЖЕЊА**

Кредо документа ‘Our Common Future’ (Стокхолм, 1972.):

- ◆ **Треба оживети развој!**
- ◆ **Сиромаштво повећава притисак на животну средину!**
- ◆ **Еколошки, развојни, социјални и економски циљеви су међузависни и прожимају се!**
- ◆ **Животна средина се не може штитити без развоја!**
- ☺ **Водна инфраструктура → ‘локомотива развоја’ →**  
**основни предуслов за еколошку заштиту !**

## Стање развоја водопривредне инфраструктуре:

● **Заостаје иза потреба**, али и у односу на остале гране инфраструктуре. Два разлога:

(а) **Цене воде и водопривредних услуга се третирају као социјална категорија. Не успевају да покрију ни трошкова просте репродукције.**

(б) Држава не уочава:

- Развојну компоненту – **‘локомотива’ развоја** (New Deal, полдери, акумулације у бројним земљама, ...)
- Погоршање водних режима – повећање штете
- Штедње у буџету – преко леђа сектора вода

Политика - среда, 21.09.2011. A. Telesković

## Fond za vode spasio budžet

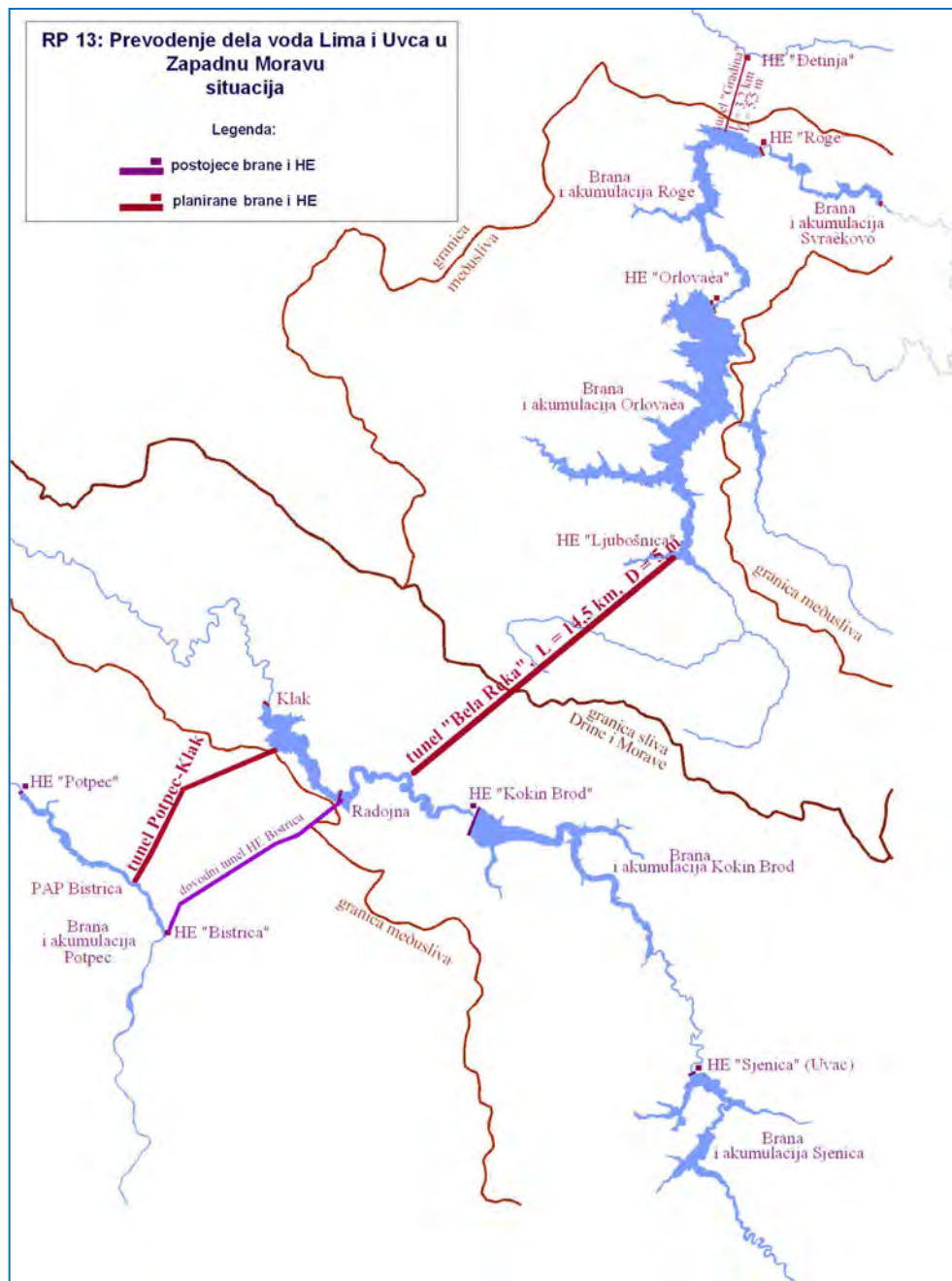
Iznos od osam milijardi dinara taman će biti iskorišćen da pokrije trošak koji će u republičkoj kasi nastati posle oktobarskog povećanja plata zaposlenima u državnoj administraciji. Jer, rashodi za zaposlene rebalansom su povećani za 7,5 milijardi dinara, što pojedinačno predstavlja najveći rast izdataka.



Србија мора да има  
и **стратешке резерве**  
**воде** за кризна стања.

Акумулација **Велика**  
**Орловача** на **В. Рзаву**  
са превођем дела великих  
вода из слива Увца у  
у слив Великог Рзава.

Деловање на правцу:  
**Велики Рзав – Моравица -**  
**Западна Морава –**  
**Велика Морава**



# ЈЕДИНИ МОГУЋИ ОРГАНИЗОВАНИ ОДГОВОР НА КЛИМАТСКЕ ИЗАЗОВЕ:

- ◆ **Велики интегрални системи:** коришћење, уређење и заштита вода складно уклопљени у окружење.
- ◆ **Водопривредна инфраструктура** – као **мера уређања простора.**
- ◆ **Неопходна акумулације са годишњим регулисањем протока.**
- ◆ **На северу:** вишенаменски каналски системи за коришћење танзитних вода.
- ◆ **Пребацивање вода на даљину** – регионални системи!
- ◆ **Вишекратно коришћење вода** (пречишћене воде – ресурс за нови циклус коришћења)
- ◆ **Рационализација потрошње** (критеријум :  $q \rightarrow \min$ ).
- ◆ **Заштита вода:** технолошке, водопривредне, организационе мере.
- ◆ **Заштита од вода:** активне, пасивне и неинвестиционе мере.
- ◆ **Планска заштита простора** за изградњу система (просторни планови).



**ХВАЛА НА ПАЖЊИ !**