

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

---

Jedan pogled na odnos savremenih informatičkih tehnologija  
i klasičnih disciplina - rečne hidraulike i morfologije

**Prof. dr Miodrag B. Jovanović**

<http://www.grf.bg.ac.rs/mjovanovic/>

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

“Toward the hydraulics of the hydroinformatics era”

(“Ka hidraulici hidroinformatičke ere”)

Journal of the Hydraulic Research, No. 4, 2001:

**M. B. Abbott:**

Teza br. 1:

“... dok je nekada kompjuter bio sredstvo za obavljanje proračuna, sada kompjuter postaje *procesor znanja*, sredstvo za manipulisanje enkapsuliranim znanjima ... Svedoci smo naučnog pristupa po kome se informaciona tehnologija koristi za ispomoć naučniku u procesu *formulacije hipoteza*.... Analiza velikih, višedimenzionih skupova [eksperimentalnih] podataka, pomoću računara, može se nazvati *‘pretraga podataka za otkrivanje saznanja’* (‘data mining for knowledge discovery’) ....”

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

Teza br. 2:

“... dok je u prošlosti inženjer bio ‘riznica’ simbolima izraženih znanja, što će reći, bio je *znalac* (‘knower’), budući inženjer će biti ‘riznica’ sredstava za pristup znanjima, što će reći, biće *potrošač znanja* (‘consumer of knowledge’)...”

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

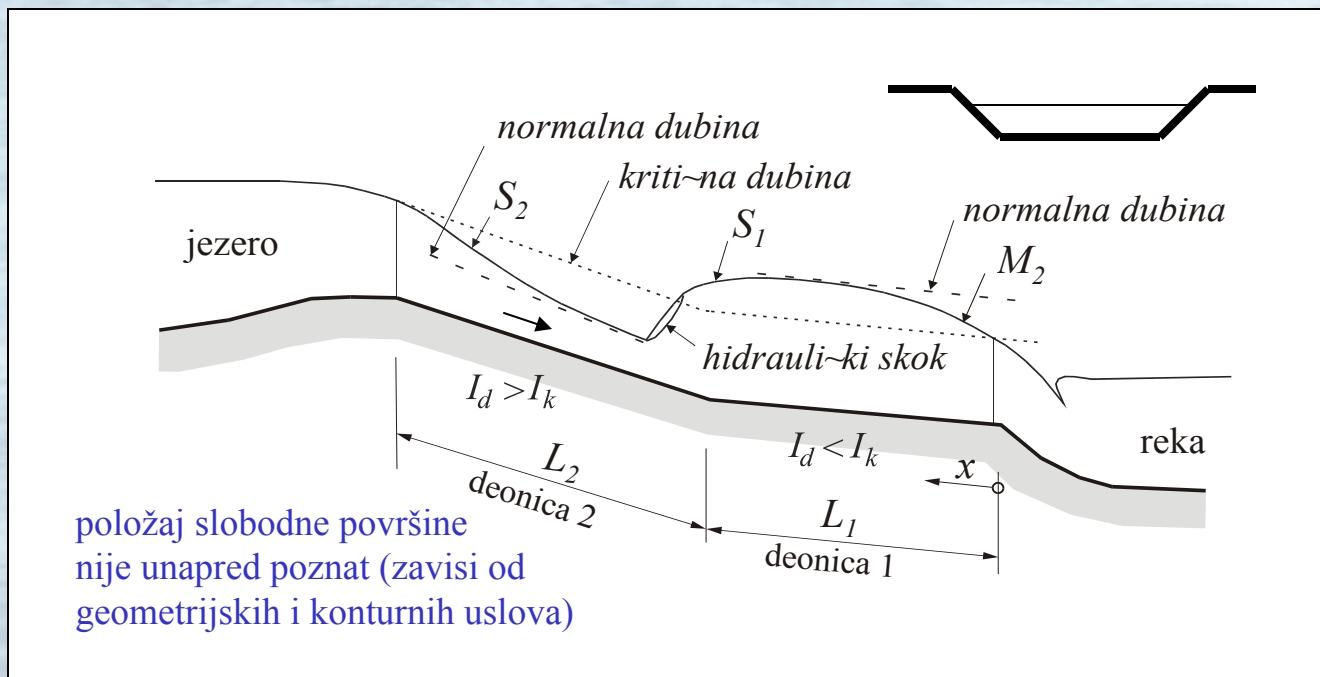
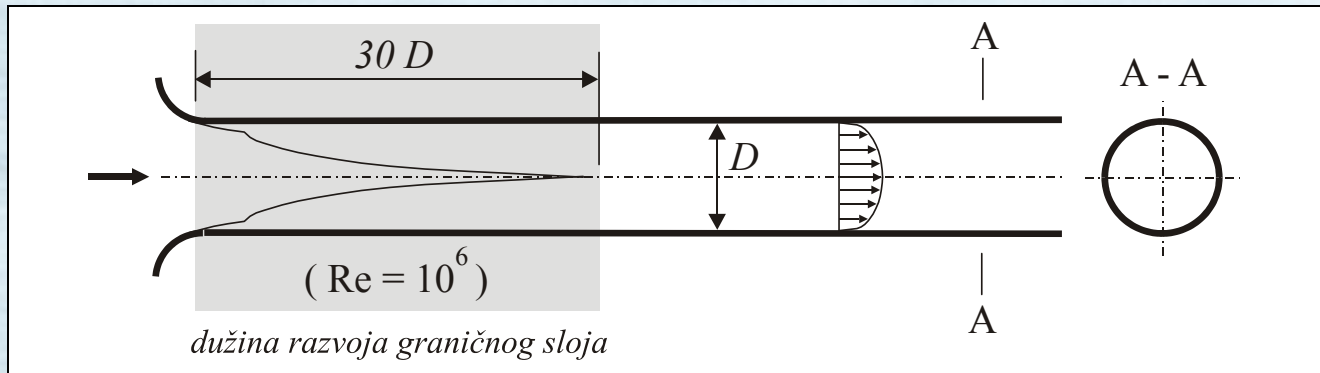
## Kontrateza:

Prirodni procesi koji se izučavaju u rečnoj hidraulici i morfologiji su toliko složeni, da inženjer hidrotehnike nikada neće moći biti puki „potrošač znanja”, bez obzira na najsavremenije numeričke alate koji će mu (preko Interneta) biti dostupni ...

## Obrazloženje:

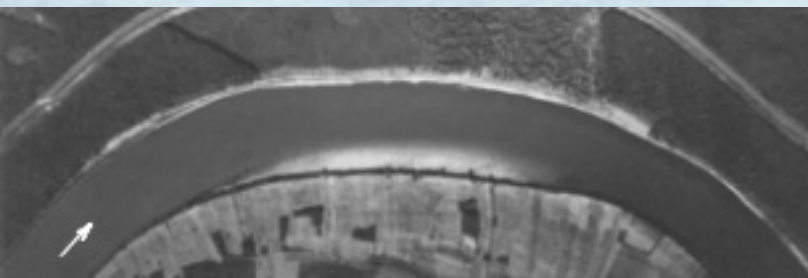
1. Uzroci složenosti rečne hidraulike i morfologije
2. Ilustracija primerima iz knjige
3. O obrazovanju inženjera hidrotehnike

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?



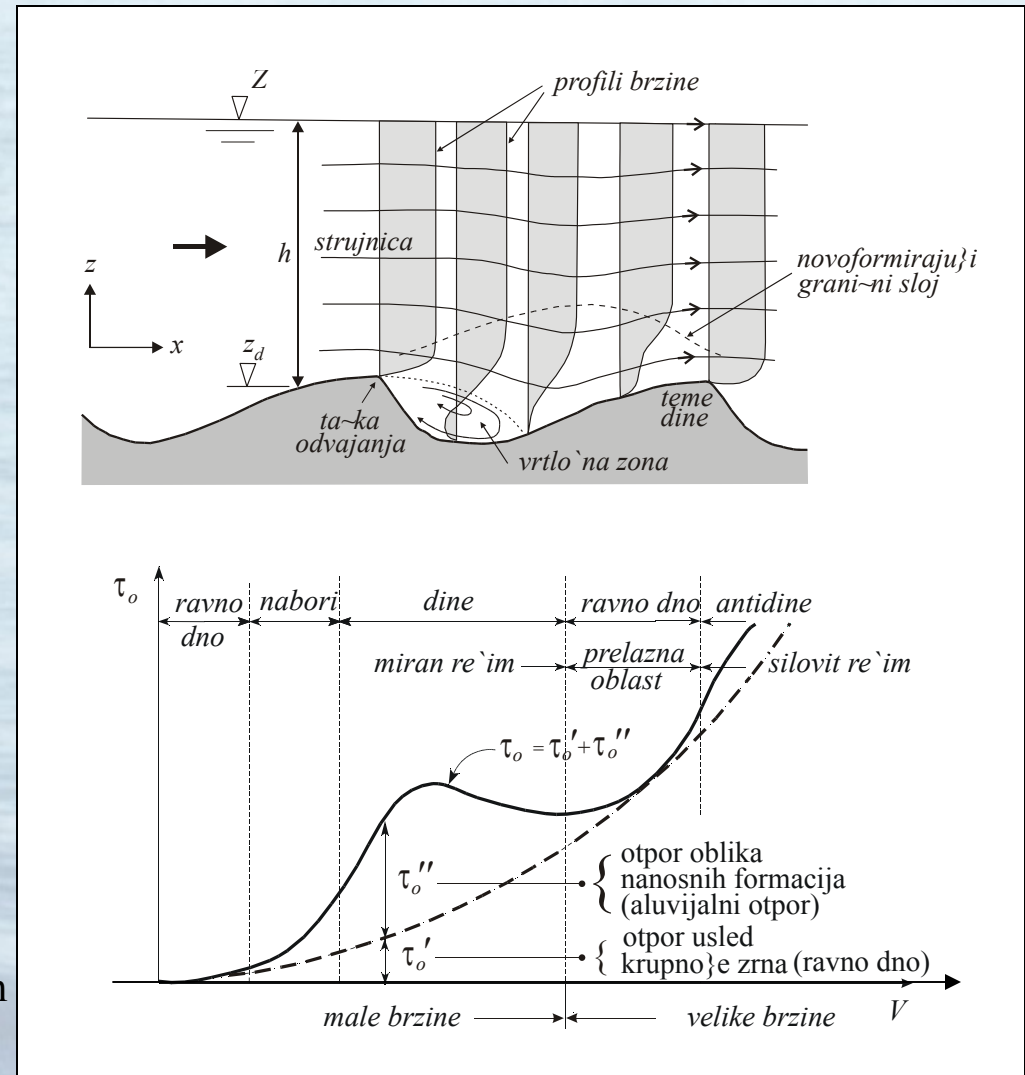
# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

sve granice su pokretne !



## Neizvesnosti:

- hidraulička rapavost ↔ brzina toka?
- dvofazni tok – uticaj koncentracije čvrste faze (nanosa) na fizička svojstva fluida, raspored brzine i veličinu otpora?
- uticaji neprizmatičnosti korita i sekundarnih strujanja?



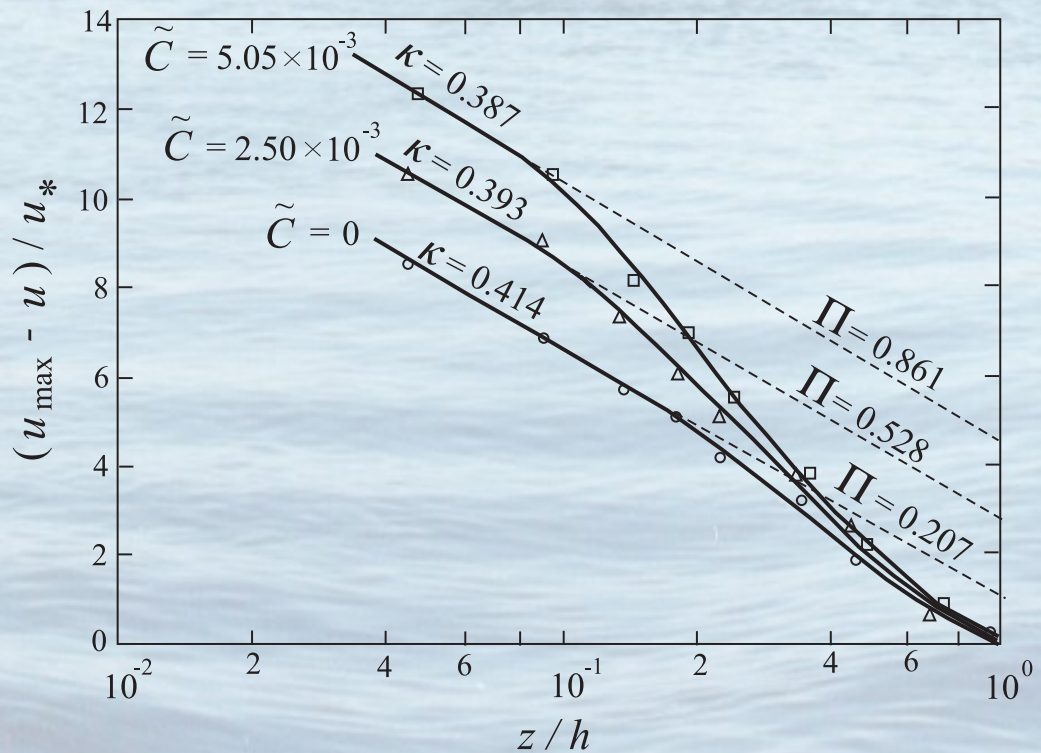
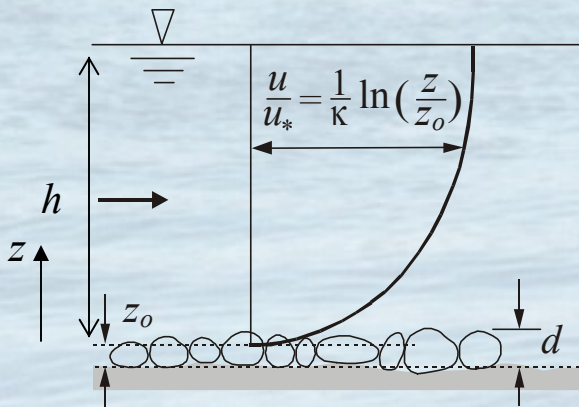
# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

## Primer br. 1

Raspored brzine po dubini toka  
Procena otpora tečenju

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

$$\frac{u_{\max} - u}{u_*} = \left\{ \left[ -\frac{2.303}{\kappa} \log \frac{z}{h} \right] + \frac{2\Pi}{\kappa} \right\} - \frac{\Pi}{\kappa} \cdot f_{\omega} \left( \frac{z}{h} \right),$$





# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?



*zatravljeni kanal u priobalju Tamiša (sektor Boka)*

$$C_r = f_3 \left\{ \frac{h}{(MEI/\tau_o)^{1/4}}, \frac{k_v}{h_v}, \frac{k_v}{h} \right\}$$

$k_v$  – apsolutna rapavost trave

$h_v$  – prosečna visina trave

$M$  – broj listova po jedinici površine

$EI$  – krutost pojedinačnog lista

Eksperimenti sa veštačkom travom

$$k_v = 0.14 h_v \left[ \frac{(MEI/\tau_o)^{0.25}}{h_v} \right]^{1.50}$$

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

## **Primer br. 2**

Matematičko modeliranje složenih tokova

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

- Prepoznavanje tipa problema i izbor odgovarajućeg matematičkog modela

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0$$

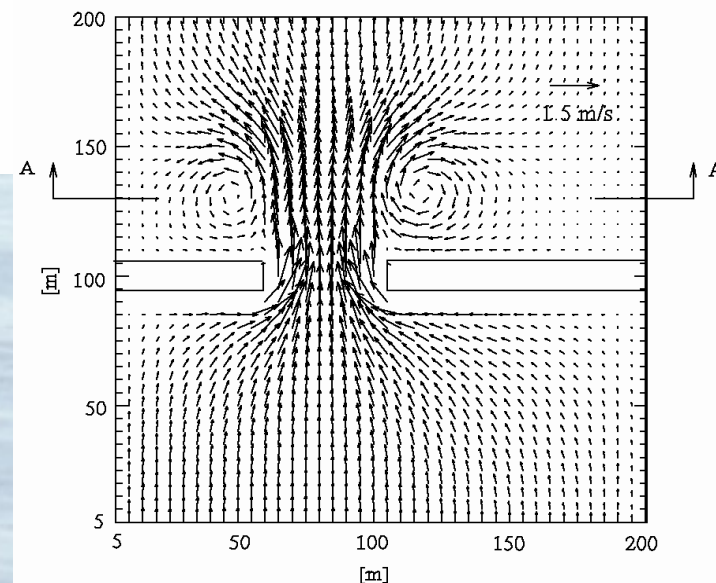
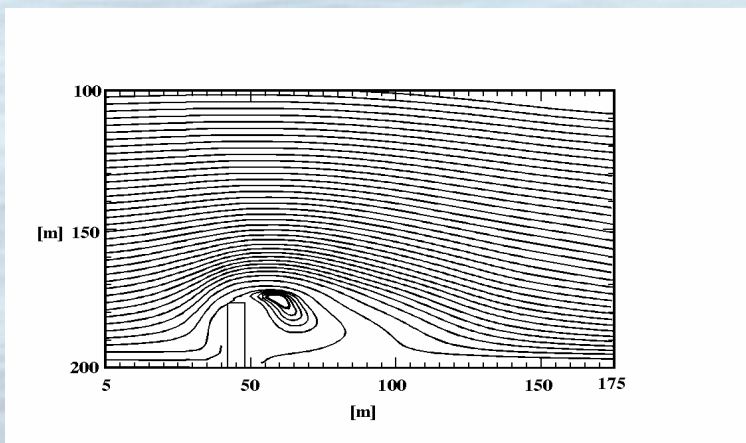
$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( u^2 h + \frac{g h^2}{2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} (u v h) = g h (I_{dx} - I_{ex}) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu_t \frac{\partial(uh)}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu_t \frac{\partial(uh)}{\partial y} \right)$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (u v h) + \frac{\partial}{\partial y} \left( v^2 h + \frac{g h^2}{2} \right) = g h (I_{dy} - I_{ey}) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu_t \frac{\partial(vh)}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu_t \frac{\partial(vh)}{\partial y} \right)$$

$$I_{dx} = -\frac{\partial z_d}{\partial x}; \quad I_{ex} = n^2 (u h) \sqrt{(u h)^2 + (v h)^2} / h^{10/3}$$

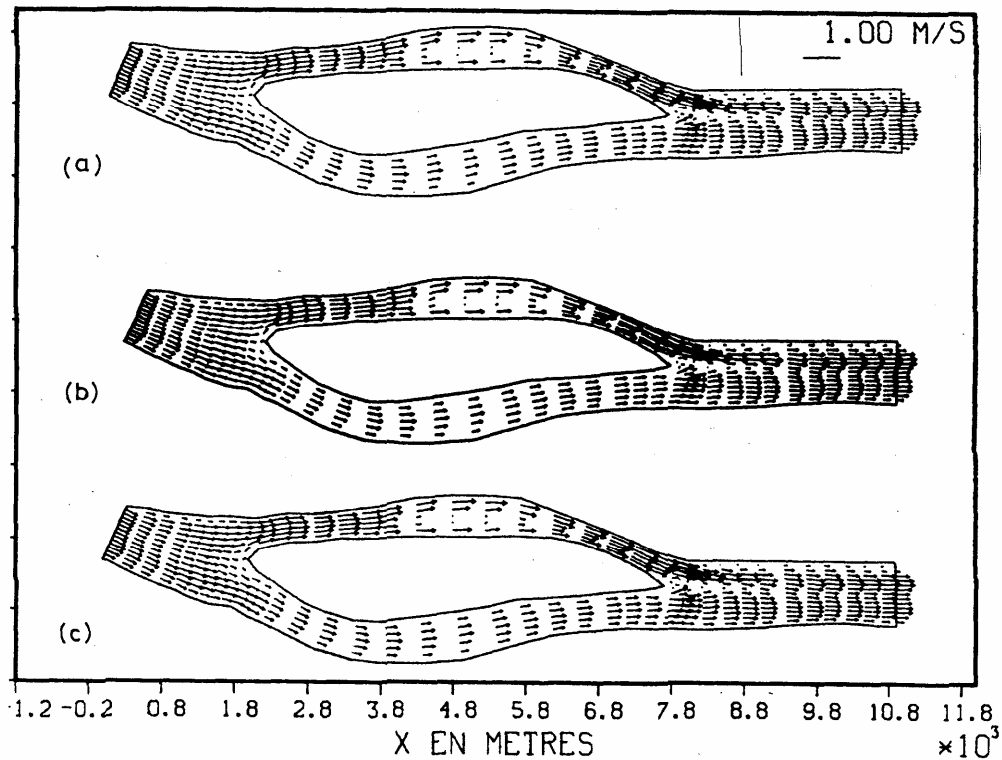
$$I_{dy} = -\frac{\partial z_d}{\partial y}; \quad I_{ey} = n^2 (v h) \sqrt{(u h)^2 + (v h)^2} / h^{10/3}$$

2D



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

T= 50000. CHAMP DE VITESSE (CALCUL EN PSI)



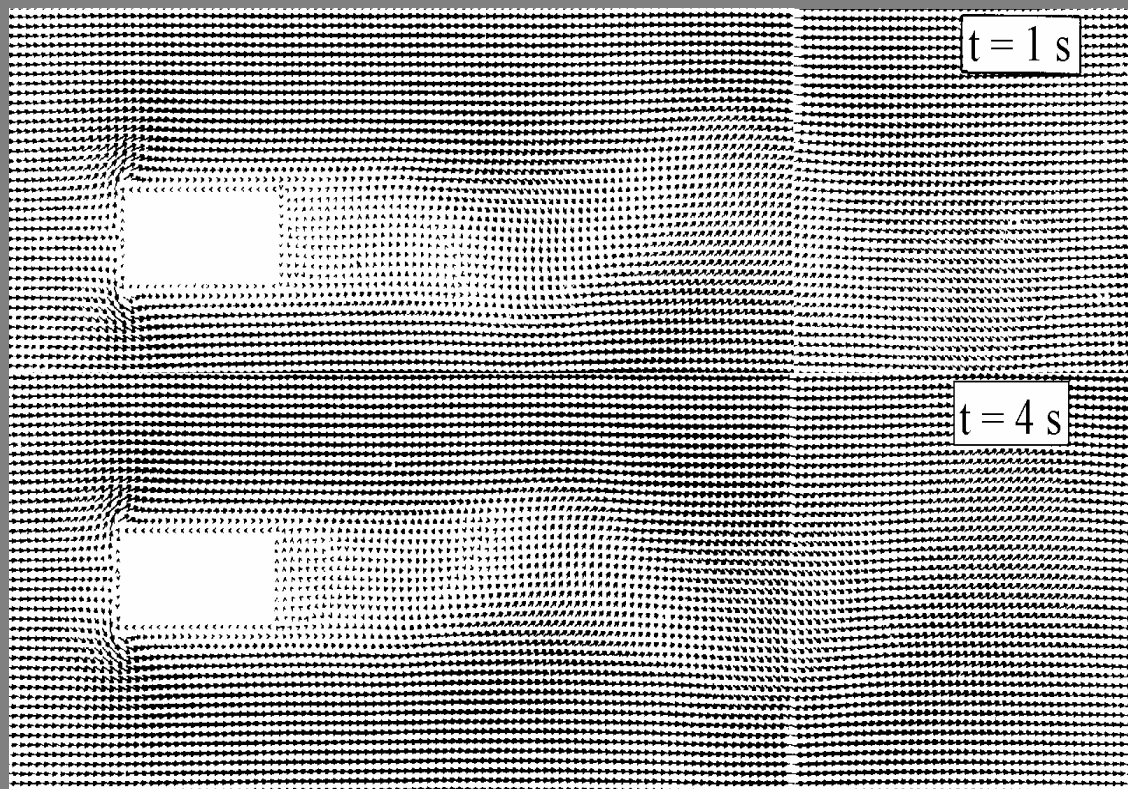
- Stepen složenosti modela

- a) Constant eddy viscosity
- b) Mixing length (0.5h)
- c) K- $\epsilon$

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

- Fizička interpretacija rezultata numeričke simulacije

Vrtložni trag nizvodno od mostovskog stuba



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

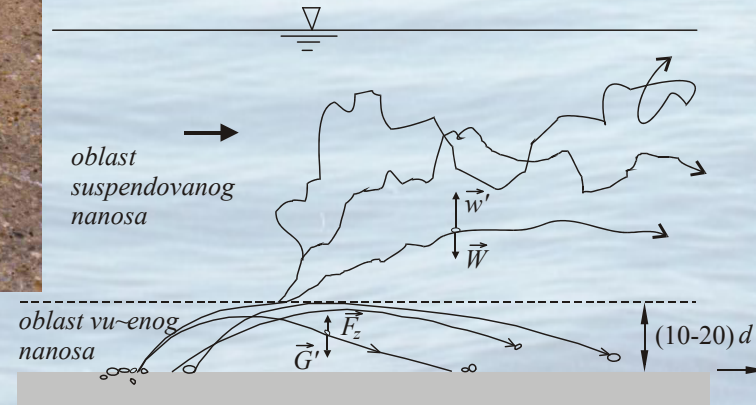
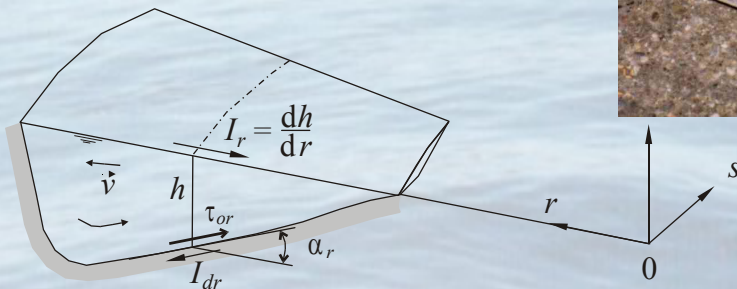
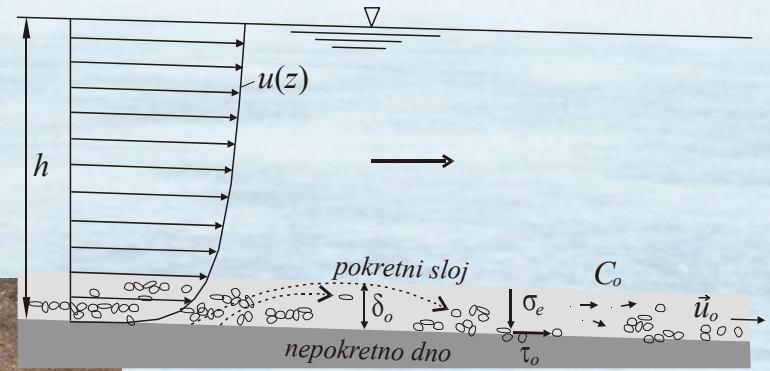
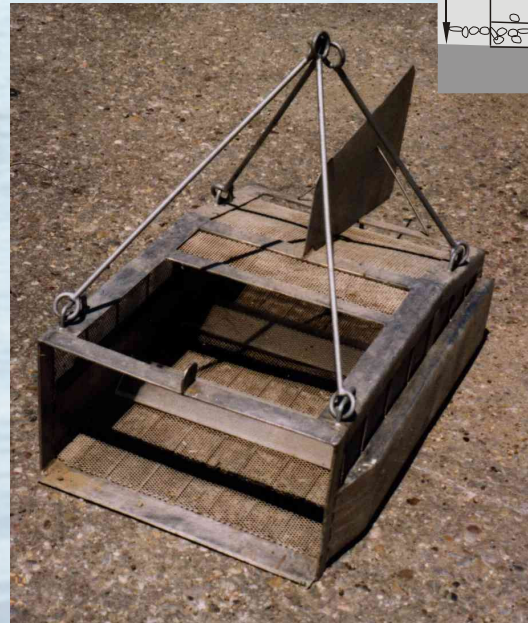
## Primer br. 3

Neizvesnosti u analizama režima rečnog nanosa

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

## Vučeni nanos

- karakteristike pokretnog sloja
- način kretanja
- interakcija sa susp. nanosom
- uticaj turbulencije
- uticaj nanosnih formacija
- uticaj centrif.strujanja u krivini

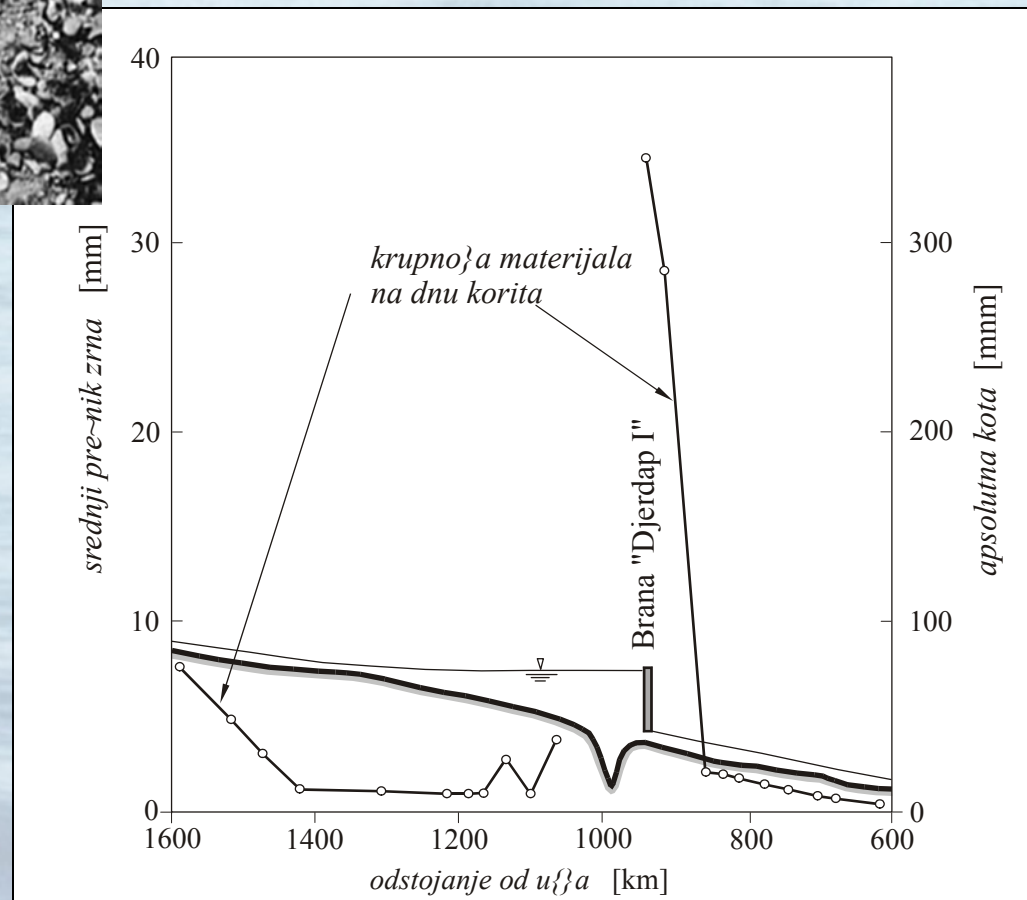


# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?



Formiranje “armirajućeg sloja”  
na dnu rečnog korita

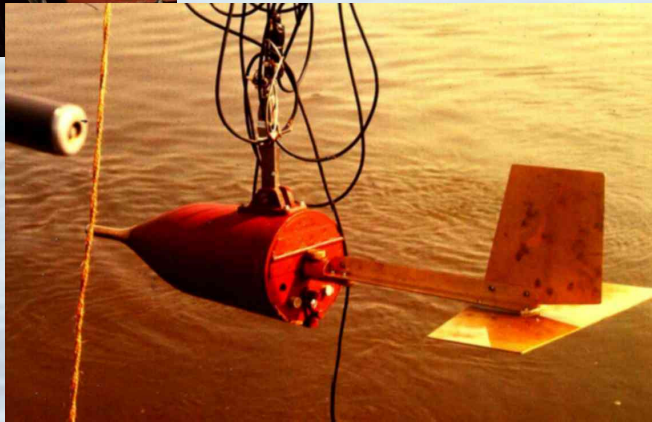
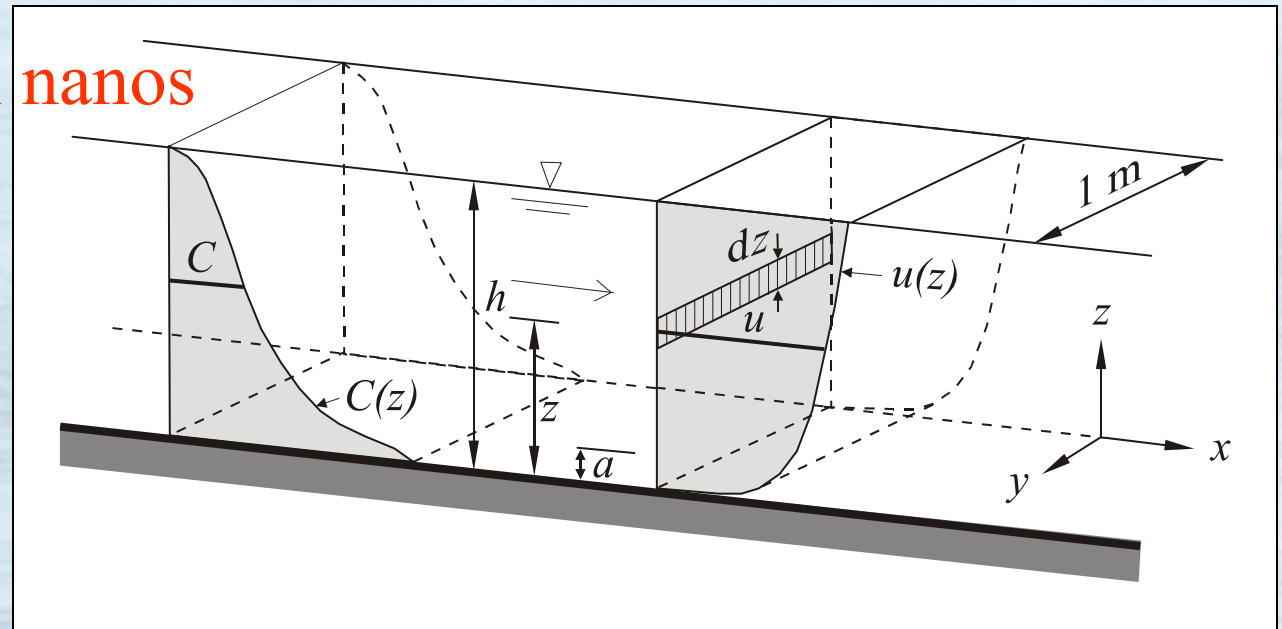
“Samopopločavanje” – spontana  
segregacija nanosa po krupnoći





# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

## Suspendovani nanos

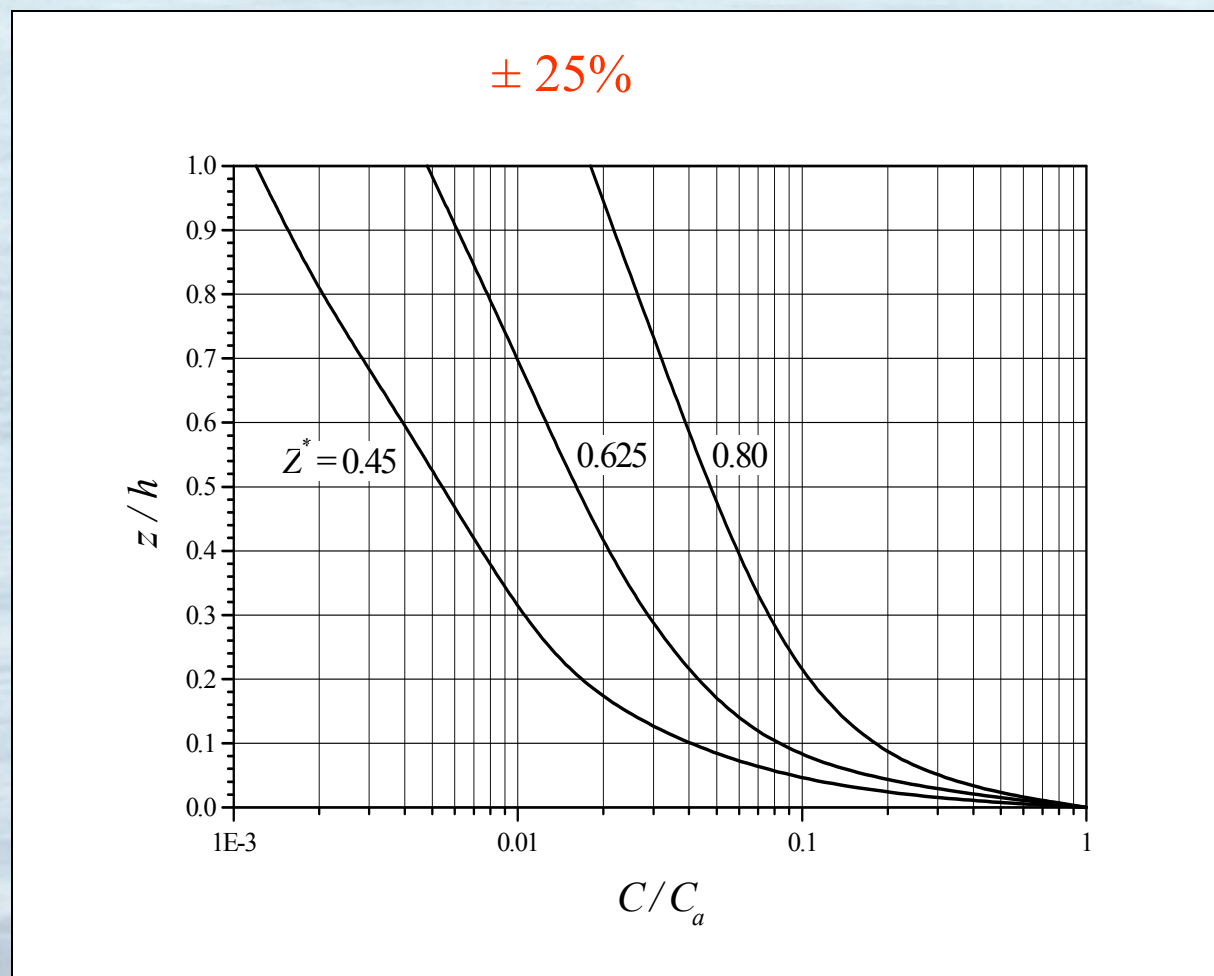


$$Q_s = \int_a^h C(z) \cdot u(z) dz \quad [m^3 / (s m)].$$

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

$$\frac{C(z)}{C_a} = \left( \frac{h-z}{z} \cdot \frac{a}{h-a} \right)^{Z^*}$$

$$Z^* = \frac{W}{\beta \cdot \kappa \cdot u_*}$$



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

## Primer br. 4

### Opšta i lokalna deformacija korita

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

erozija obale (reka Lugomir)



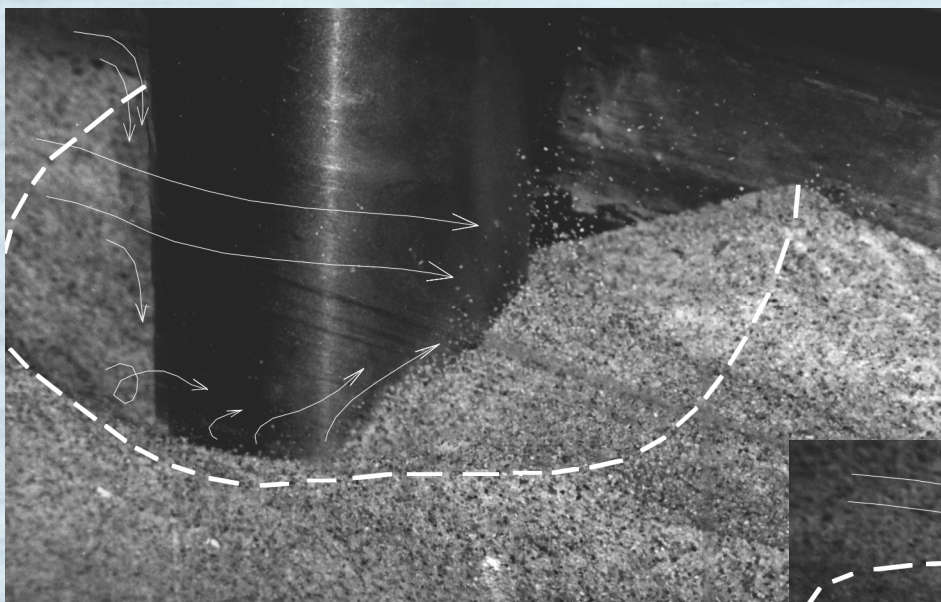
deformacija rečnog korita u krivini:  
erozija konkavne, a zasipanje konveksne  
obale (reka Resava)

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

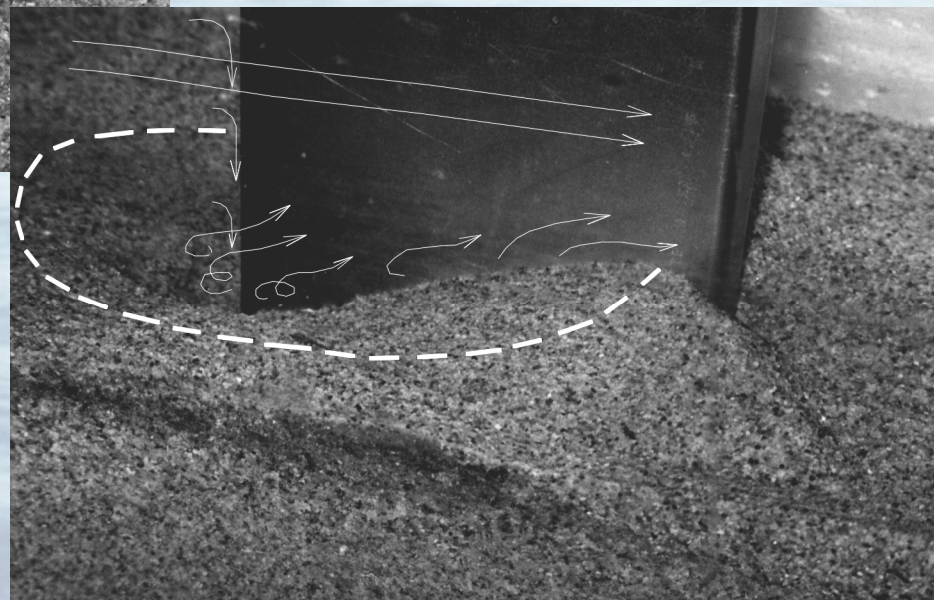
deformacija korita nakon prolaska poplavnog talasa (Dulenska reka)



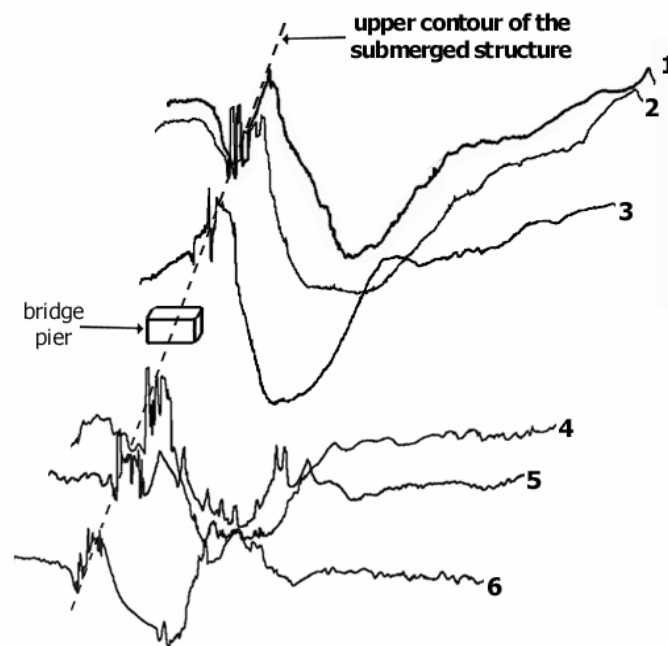
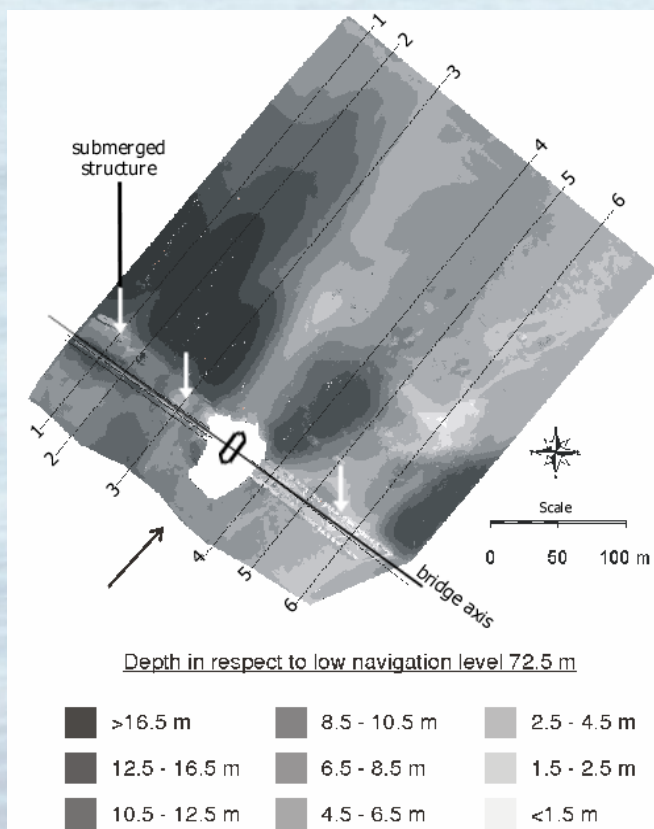
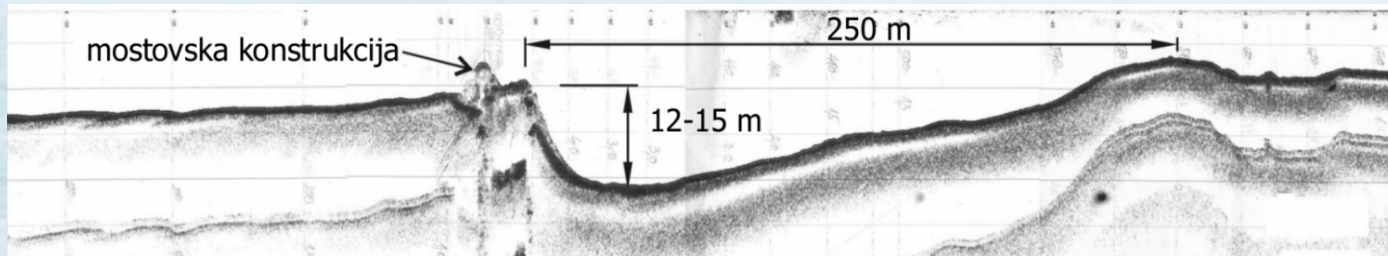
# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?



Lokalna erozija oko modela  
mostovskih stubova  
(Hidraulička laboratorija,  
Građevinski fakultet - Beograd)



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?



Analiza deformacije dunavskog korita nizvodno od srušenog Zeželjevog mosta

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

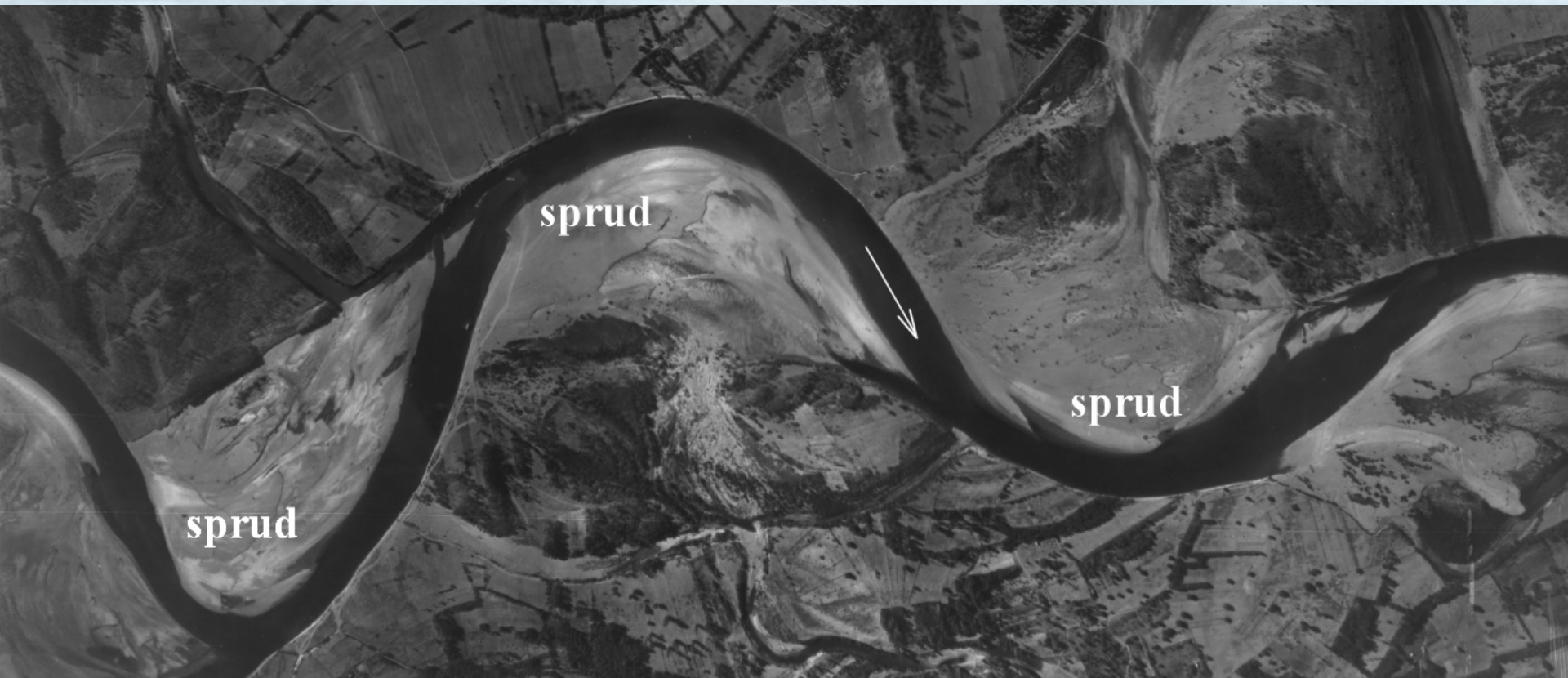
## **Primer br. 5**

Morfološke analize prirodnih vodotoka



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

Mehanizam formiranja meandera?



*donji tok reke Drine*

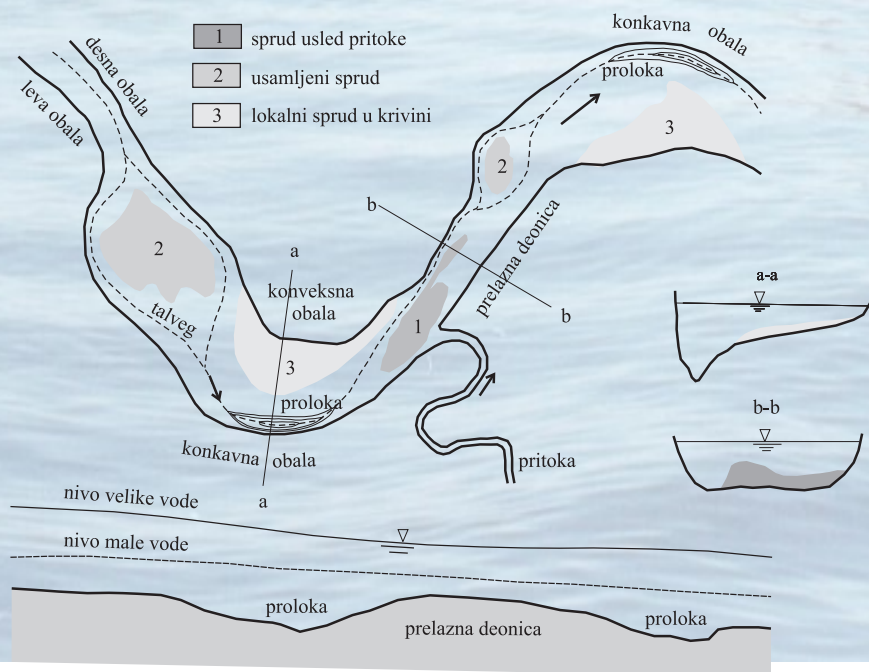
# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?



razvoj meandra  
migracija meandra  
samoprosecanje

tipovi sprudova:

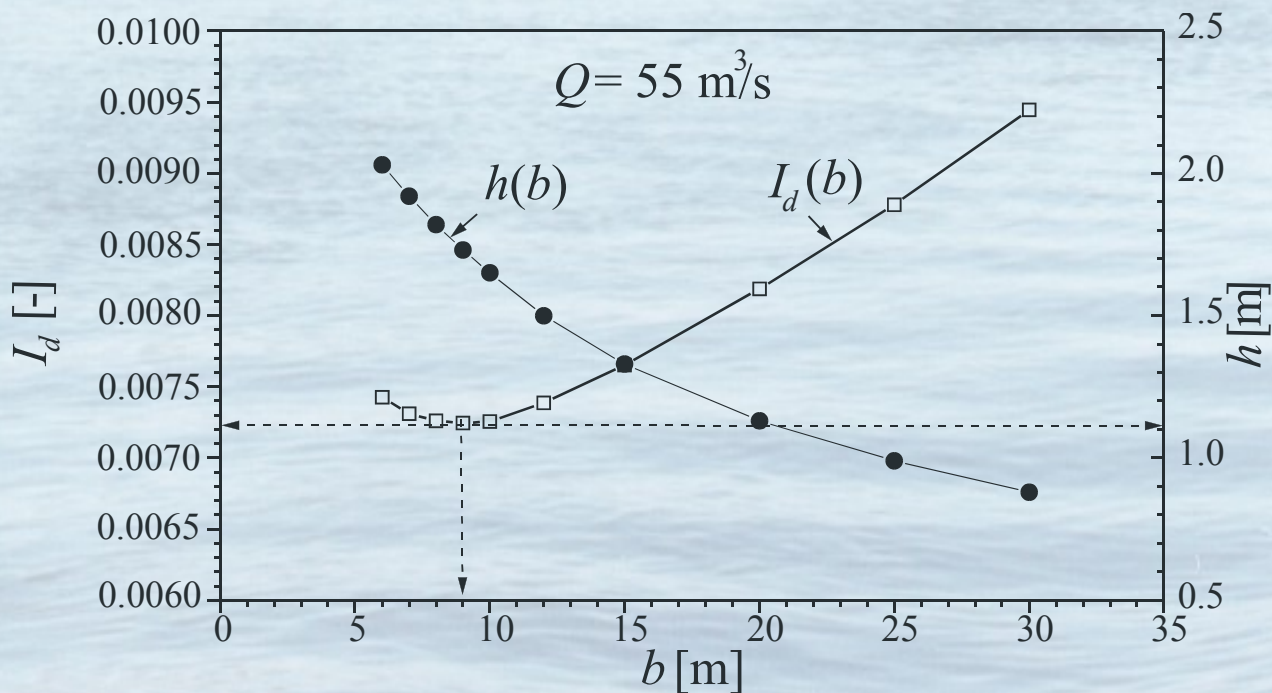
- usamljeni
- lokalni u krivini
- naizmenični
- usled pritoke



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

## Racionalni pristup u određivanju geometrije STABILNOG korita

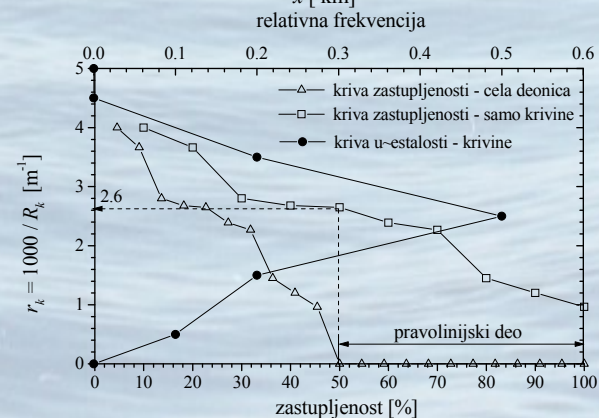
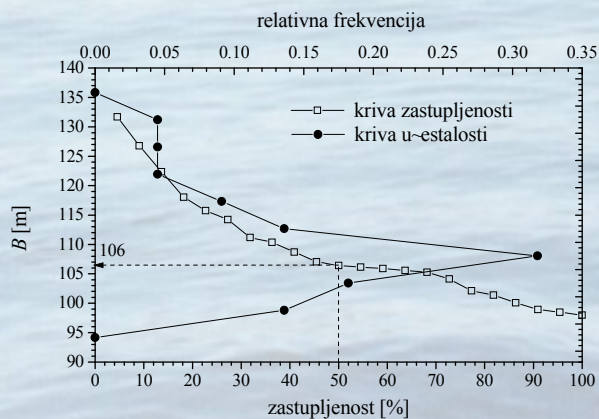
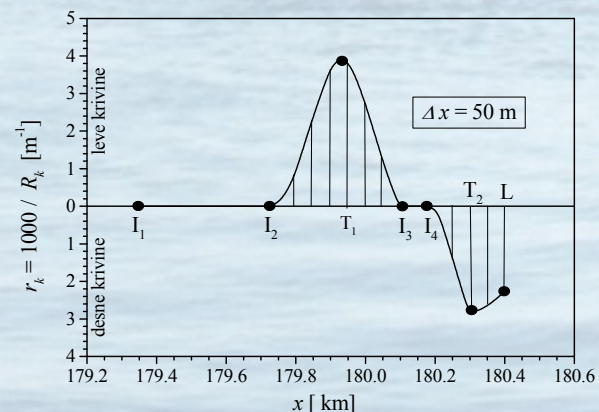
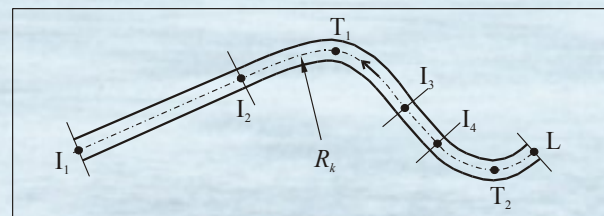
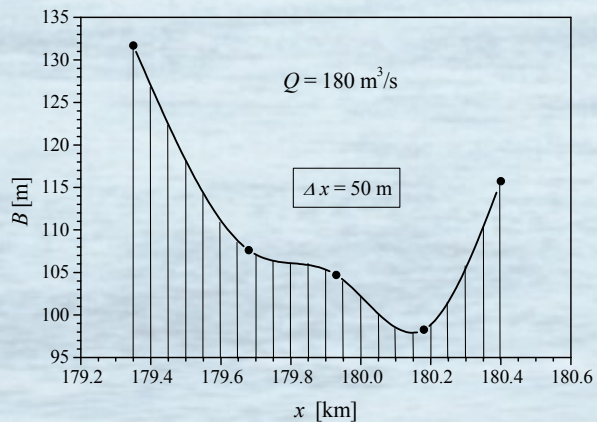
Hipoteze ekstremnih stanja:  
minimum snage toka po jedinici dužine



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

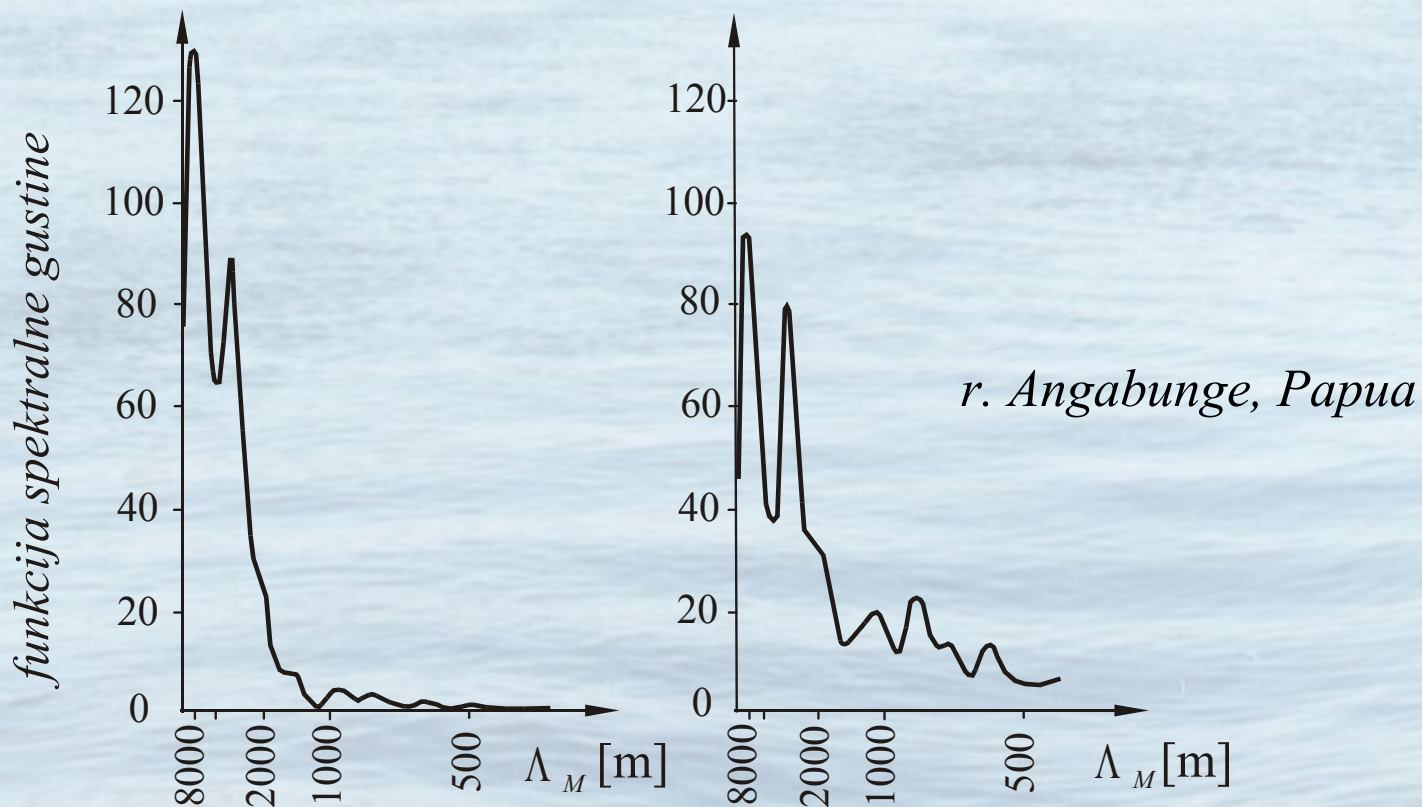
## Elementarna statistička analiza

*r. V. Morava*



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

Spektralna analiza talasne dužine meandra u frekventnom domenu



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

O obrazovanju inženjera hidrotehnike ...

- REGULACIJA REKA je dobar primer stručne discipline u kojoj inženjer-projektant može biti uspešan samo ako poseduje solidna teorijska znanja iz rečne hidraulike i morfologije (“znalac” a ne “potrošač znanja”); za inženjera-izvođača to nije neophodno – dovoljno je da poseduje stručna, praktična znanja.

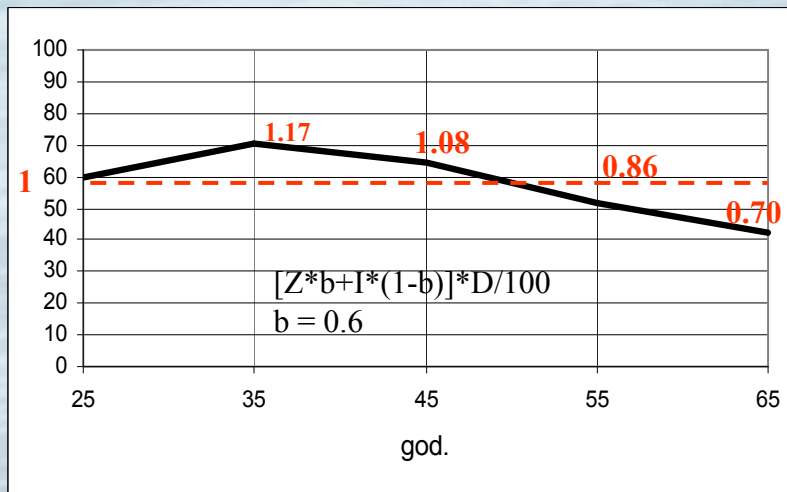
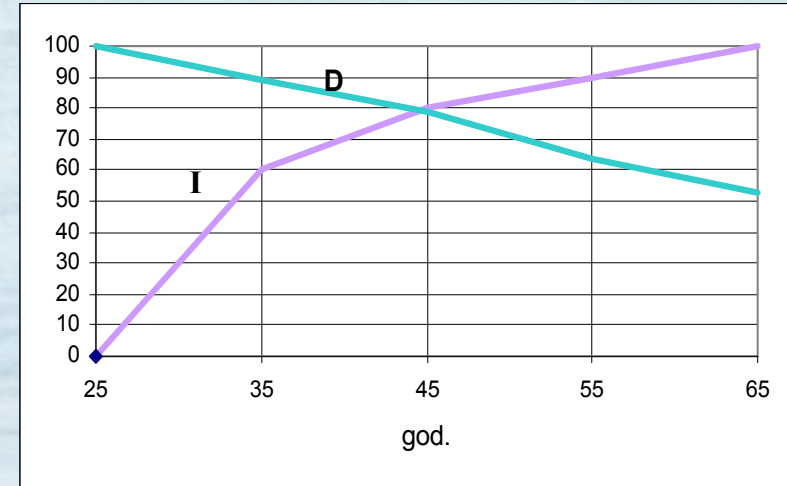
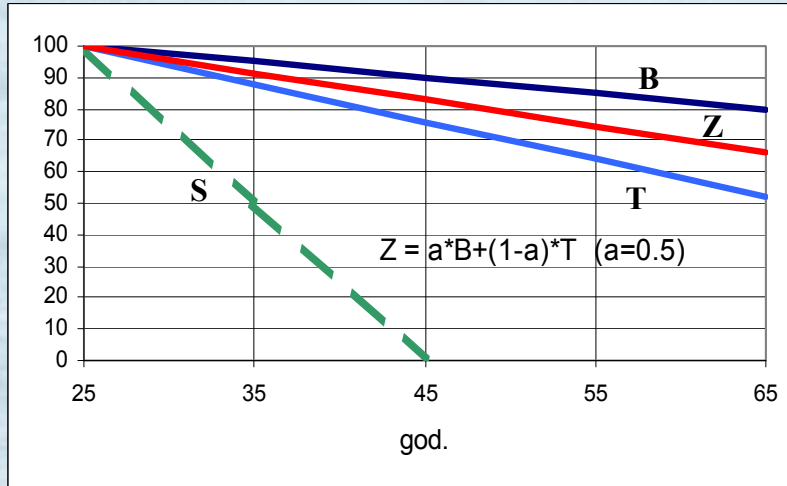
# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

O ulozi fakulteta ... aktualna tema: odnos teorijskih i praktičnih znanja u obrazovnom procesu?

- Fakultet je jedino pravo mesto za sticanje znanja iz baznih nauka (matematika, mehanika fluida) i tradicionalnih primenjenih disciplina (hidraulika, hidrologija ...). Nedostatak tih znanja se kasnije (u praksi) teško može nadoknaditi.
- Ta znanja se relativno sporo menjaju i omogućavaju efikasno prilagođavanje tržišnoj globalizaciji, pa je nužno posedovati ih na početku profesionalne karijere.
- Stručna znanja se obogaćuju u praksi; ona se relativno brzo menjaju, kao i kompjuterski alati, pa iziskuju stalno obnavljanje tokom cele profesionalne karijere (dugotrajni proces “inovacije znanja”).

# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

Kvantifikacija intelektualnog i stvaralačkog kapaciteta inženjera u toku njegovog radnog veka



- B – fundamentalne discipline
- T – tradicionalne primenjene discipline
- S – nove tehnologije (IT, elektronika)
- Z – ukupno obrazovanje
- I – profesionalno iskustvo
- D – degradacija zbog fiziološkog starenja, promene interesovanja i drugih životnih preokupacija



# HIDROTEHNIČKI INŽENJER NA POČETKU 21. VEKA – ZNALAC ILI “POTROŠAČ ZNANJA”?

Hvala na pažnji !