

Akumulacije



Pogled s brane
Valiči - Rječina

JEZERA

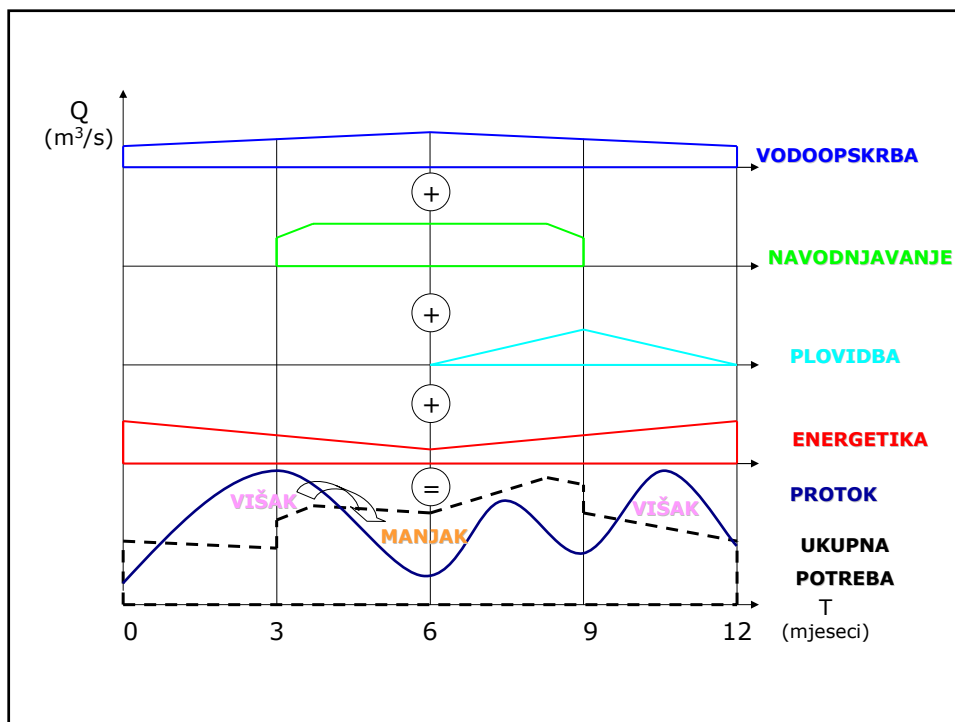
- Prema načinu formiranja:
 - **Prirodna** jezera
 - **Umjetna** jezera – akumulacije (nastaju pregrađivanjem riječnog toka u dolinama, kotlinama...)



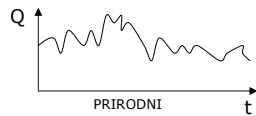
Lokvarsko jezero

Reguliranje/izravnanje protoka

- U određenom **trenutku** korisniku treba osigurati:
 - Potrebne **količine** vode i
 - Odgovarajuću **kakvoću** vode
- U periodu kada ima više vode nego što je potrebno za ostvarenje potreba korisnika “višak” vode se akumulira u akumulaciji da bi se mogao koristiti kada je sušni period i kada nema dovoljno vode za potrebe korisnika – “manjak”.



ULAZ – dotok (prirodni i transformirani-sustav akumulacija)



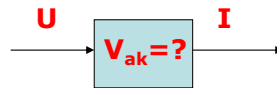
Dotok se prognozira – procjenjuje raznim metodama (npr. može se koristiti metoda MONTE CARLO, niz iz prošlosti preslikamo kao budući niz)

PRISTUPI:

- DETERMINISTIČKI PRISTUP
 - grafički
 - analitički
- STOHAISTIČKI PRISTUP (određuje vjerojatnost)
 - bolje i kvalitetnije

TIPOVI ZADATAKA:

- 1) Ako znamo ulaz i izlaz, kolika mora biti akumulacija?

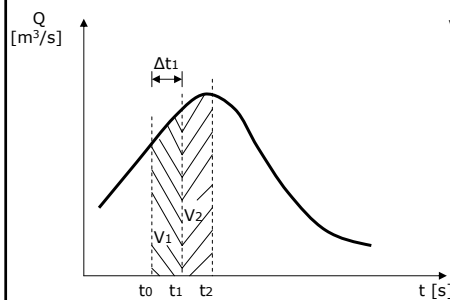


- 2) Poznati ulaz i akumulacija, koliki je izlaz?



SUMARNE KRIVULJE

- DOTOKA
- ULAZA
- IZLAZA
- POTREBA



$$V_1 = \int_{t_0}^{t_1} Q dt \quad V_2 = \int_{t_1}^{t_2} Q dt$$

$$V_1 = Q \cdot \Delta t_1$$

$$\Delta t = \text{const.}$$

$$\text{tg} \alpha = \Delta V / \Delta t$$

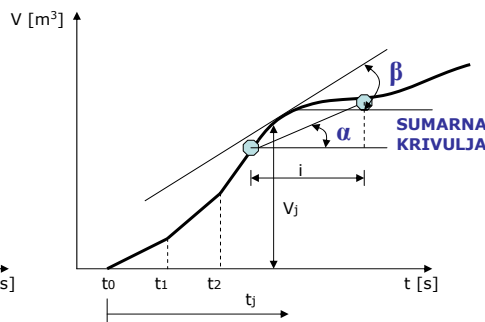
$$\text{tg} \alpha = Q_{sr \ i}$$

$$\text{tg} \beta = Q$$

Sumarna krivulja je uvijek rastuća ili horizontalna (npr. za $Q=0$).

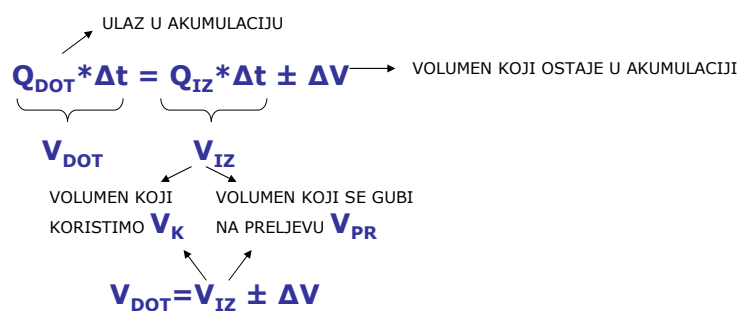
$\text{tg} \alpha$ predstavlja srednji protok na nekom intervalu

$\text{tg} \beta$ - nagib tangente u bilo kojoj točki odgovara protoku u toj točki

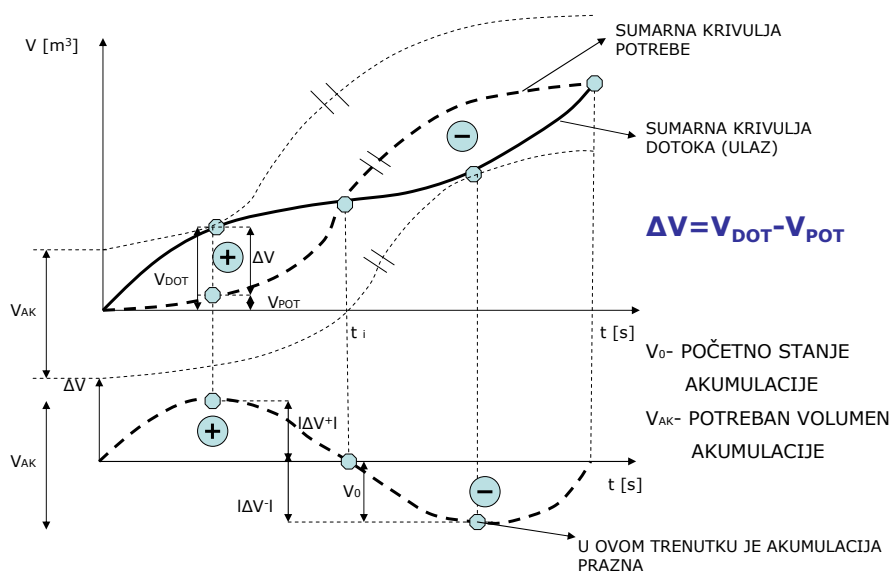
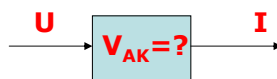


JEZERSKA JEDNADŽBA (BILANCNA J.)

$$\int_{t_0}^t Q_{\text{DOT}} dt = \int_{t_0}^t Q_{\text{IZ}} dt \pm \Delta V$$



1. TIP ZADATKA:



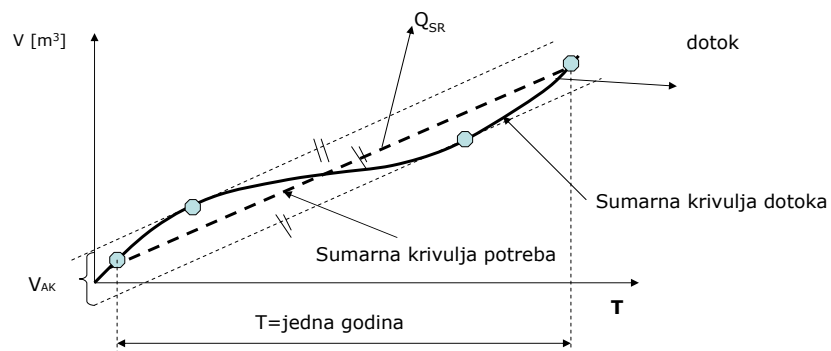
$$V_{AK} = |\Delta V^+|_{\max} + |\Delta V^-|_{\max} \rightarrow \text{MODEL ZA ANALITIČKI PRORAČUN}$$

V_{DOT}	V_{POT}	ΔV
m^3	m^3	m^3
.....		max
.....		
.....		
.....		min

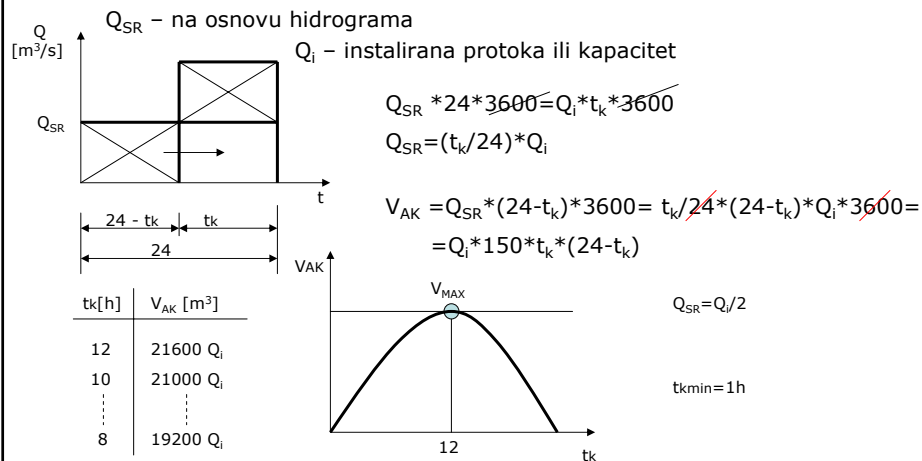
Uzimamo ekstremne vrijednosti

POTPUNO GODIŠNJE IZRAVNANJE:

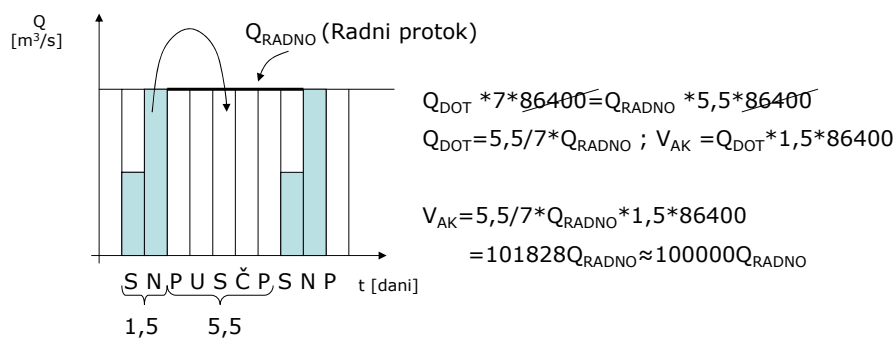
- poznata nam je potreba Q_{SR}
- unutar godine moramo osigurati prosječni protok



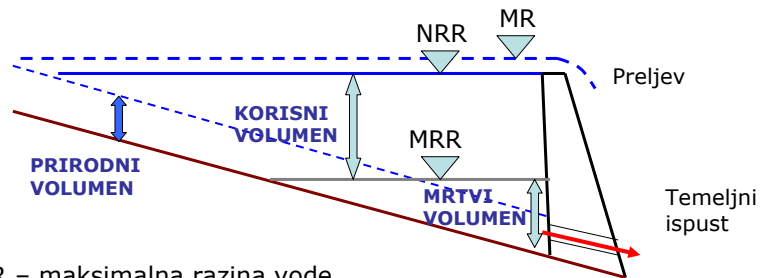
SATNA REGULACIJA (DNEVNA)



TJEDNA REGULACIJA



AKUMULACIJE – dijelovi:

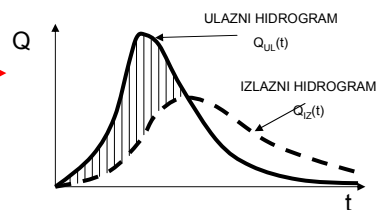


MR – maksimalna razina vode

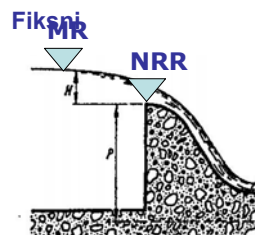
NRR – normalna/radna razina vode

MRR – minimalna radna razina vode

- **Korisni volumen akumulacije** - volumen predviđen za osiguranje potreba korisnika (vodoopskrba, navodnjavanje, proizvodnja el. energije,...)
- Treba predvidjeti dio volumena za zadržavanje vodnog vala.

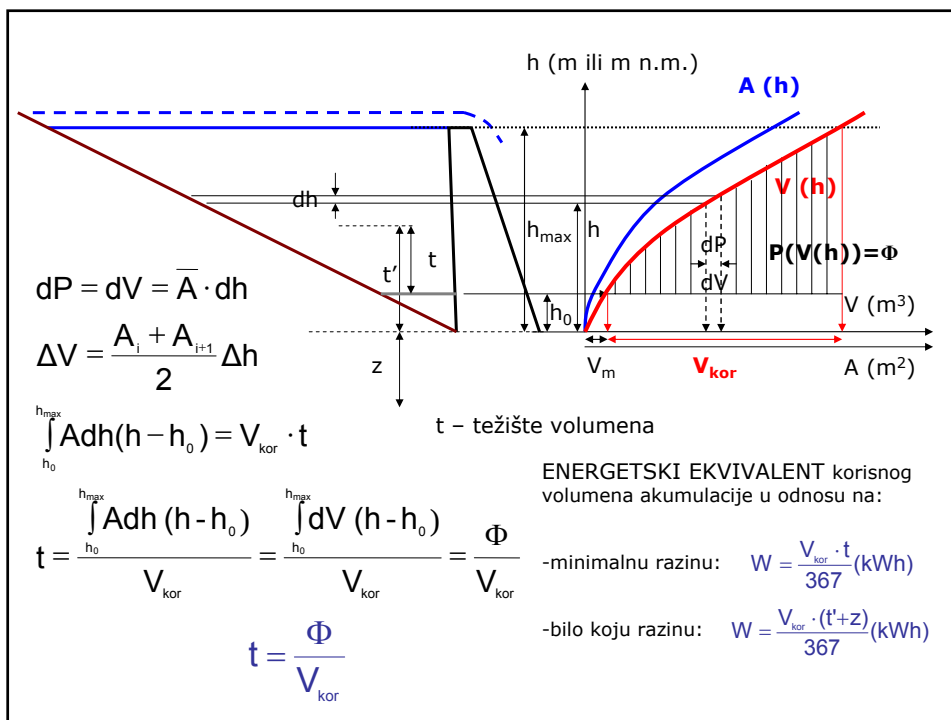
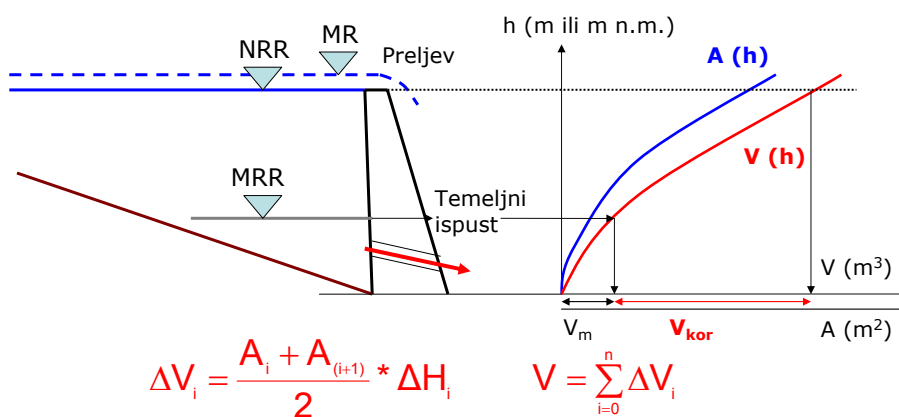


- **Mrtvi volumen** – prostor koji ne možemo koristiti, često je zatrpan nanosom.
- Preljev služi za evakuaciju velikih voda:

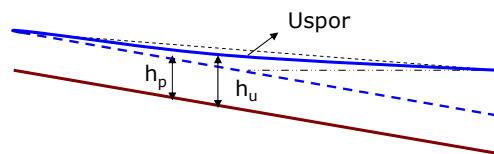


Krivulja volumena i površine akumulacije

Duboke akumulacije - razina vode vodoravna

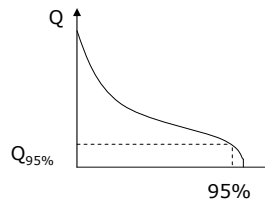


- Plitke akumulacije:
 - Volumen nije jednoznačno određen
 - On je u funkciji uspora i vodotoka



$$\frac{h_{usp}}{h_{prir}} \leq 1,01 \quad (1\%)$$

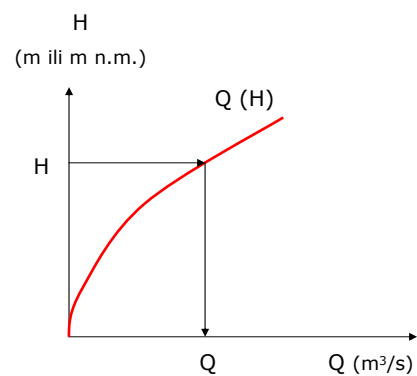
- Uspor računamo sa 95% male vode.
- Dužina uspora $L=f(Q,h)$ proizlazi iz $h_{usp}/h_{prir}=1,01$.
- Za 95% korištenja:



Krivulja protoka / Protočna krivulja

- **Protočna krivulja donje vode:**

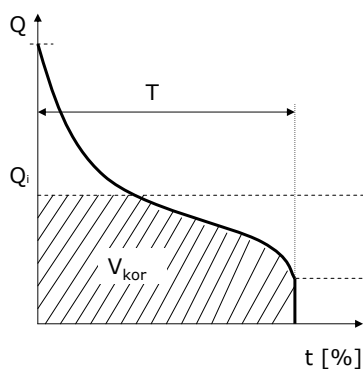
- zavisnost protoka od razine vode u nizvodnom koritu



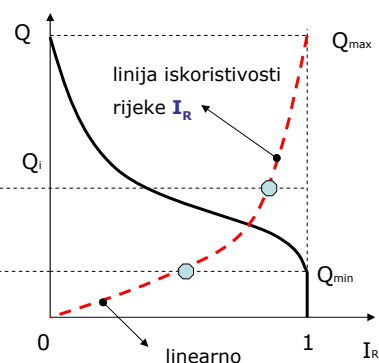
POKAZATELJI:

- Iskoristivost rijeke
- Iskoristivost izgradnje
- Iskoristivost rijeke s akumulacijom
- Doprinos akumulacije
- Bonitet akumulacije
- Bonitet usporne građevine
- Odnos korisnog volumena i ukupnog godišnjeg dotoka
- Energetska vrijednost akumulacije

Iskoristivost rijeke (I_R)



Q_i -instalirani protok, najveći protok koji se može propustiti kroz zahvatni ulaz
=VELIČINA IZGRADNJE

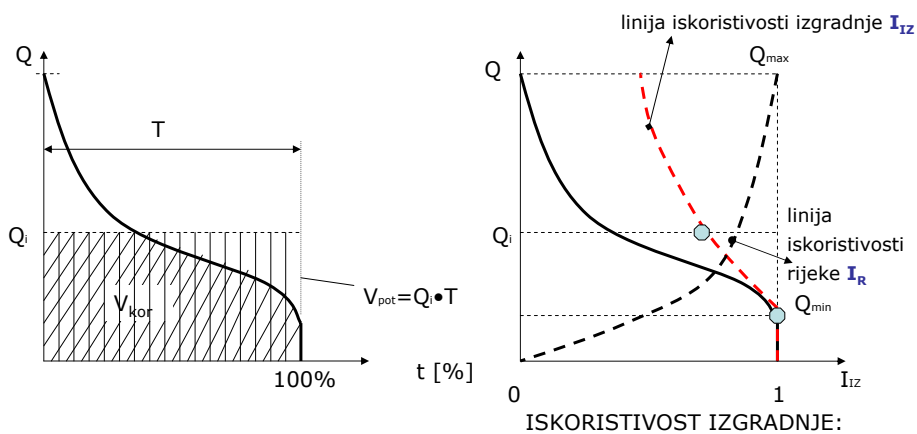


ISKORISTIVOST RIJEKE:

$$I_R = V_{kor} / V$$

V -ukupni volumen vode

Iskoristivost izgradnje (I_{IZ})

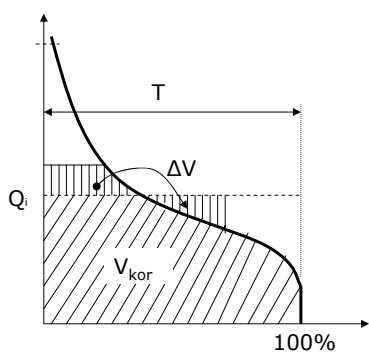


Q_i -instalirani protok, najveći protok koji se može propustiti kroz zahvatni ulaz
=VELIČINA IZGRADNJE

$$I_{IZ} = V_{kor} / V_{pot} = V_{kor} / Q_i \cdot T$$

V_{pot} -potencijalno moguća iskoristiva voda

Iskoristivost rijeke s akumulacijom (I_R^A)



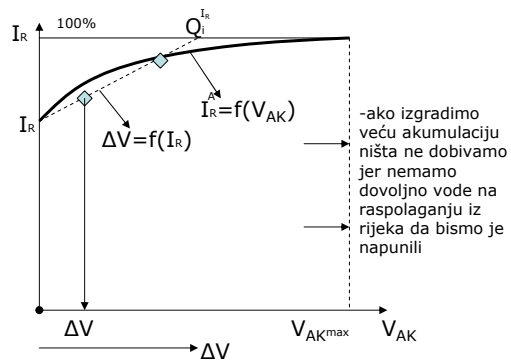
$$I_R^A = (V_{kor} + \Delta V) / V_{UK}$$

V_{KOR} -volumen koji se koristi za instalirani protok Q_i

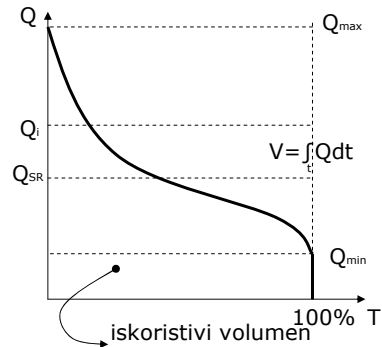
ΔV -volumen koji se dodaje

Doprinos akumulacije (D_{ak})

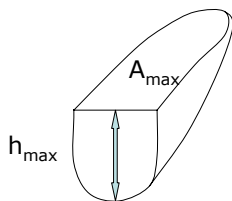
$$D_{ak} = (I_R^A - I_R) / I_R = \Delta V / V_{kor}$$



-omjer dodatnog prema
iskorištenom volumenu



Bonitet akumulacije (β)



- Pokazatelj vrijednosti akumulacije
- Važan s obzirom na cijenu zemljišta (terena)
- Što je β veći napraviti ćemo veću akumulaciju na istom prostoru

$$\beta = \frac{V_{ak}}{A_{\max} h_{\max}}$$

V_{ak} – volumen akumulacije

Bonitet usporne građevine ($\beta_{ak/g}$ / $\beta_{g/ak}$)

- Pokazatelj ugrađenog materijala i akumulacije
- Koliko je m^3 akumulacije ostvareno ugradnjom za $1m^3$ materijala u građevinu

$$\beta_{ak/g} = \frac{V_{ak}}{V_g}$$

V_{ak} – volumen akumulacije
 V_g – volumen građevine

- Koliko je m^3 materijala ugrađeno u građevinu za $1m^3$ akumulacije

$$\beta_{g/ak} = \frac{V_g}{V_{ak}}$$

Odnos korisnog volumena i ukupnog godišnjeg dotoka

- Daje nam predodžbu o stupnju moguće transformacije (izravnanja).

$$\gamma^{GOD} = \frac{V_{AK}}{V_{GOD}}$$

$\gamma > 0,5$ - izjednačavanje volumena u nekoliko godina
 $\gamma \sim 0,25$ - izjednačavanje volumena u tijeku jedne godine

- Godišnja regulacija:
 - Nepotpuna $\gamma = 2-3\%$ (0,02-0,03)
 - Potpuna (znači da možemo osigurati srednju godišnju protoku)
 $\gamma = 20-30\%$ (0,20-0,30)
- Višegodišnja regulacija:
 - Nepotpuna $\gamma \sim 50\%$ godišnjeg protoka
 - Potpuna $\gamma \geq 100\%$ godišnjeg protoka
- Dnevna regulacija:
 - Nepotpuna $\gamma \sim 5\%$ potrebe
 - Potpuna $\gamma \sim 25\%$ potrebe

$$\gamma^{DN} = \frac{V_{AK}}{V_{POT}^{DN}}$$

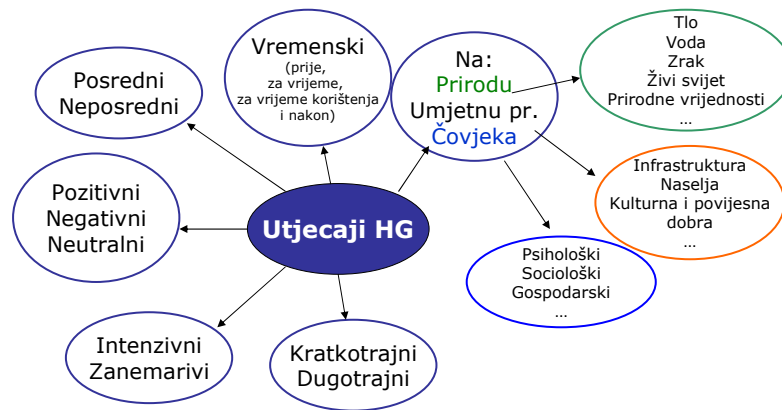
Vrste akumulacija:

- Prema vrsti izravnanja protoka:
 - Višegodišnje (višak vode iz vodnih godina prebacuje se u period sušnih godina)
 - Godišnje ili sezone (višak vode iz vodnih perioda u toku jedne godine prebacuje u sušne periode iste godine)
 - Tjedne
 - Dnevne (princip kao kod vodospreme)
 - Kompenzacijski bazeni (služi da dotok koji je transformiran vraća u prirodno stanje, npr. mogu se graditi se kod vršnih HE za osiguranje "biološkog minimuma" kada HE ne radi)
- Prema namjeni:
 - Višenamjenske
 - Jednonamjenske
- Prema dubini: duboke i plitke

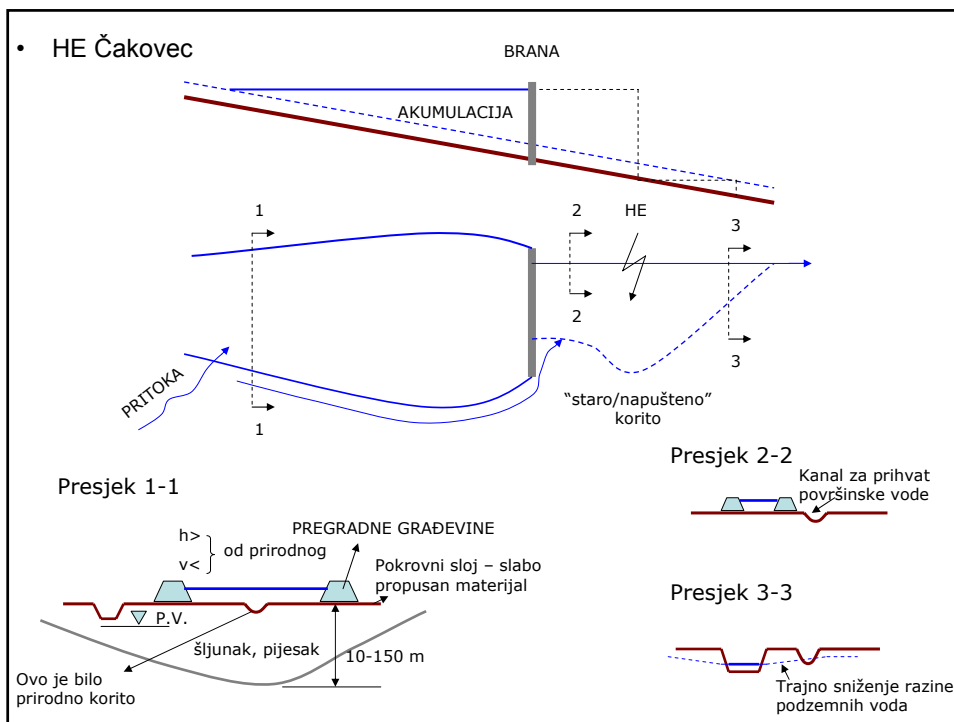
Promjene u okolini izgradnjom HG (formiranjem akumulacija)



Utjecaji/promjene



- Utjecaj na okoliš - zakoni (www.voda.hr, www.mzopu.hr):
 - Zakon o vodama
 - Zakon o prostornom uređenju
 - Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš
- **Primjeri:**
- Rijeka Drava:
 - HE Varaždin (1971-75) – nije trebala studija utjecaja na okoliš
 - HE Čakovec (1975-85) – trebala je studija utjecaja na okoliš (Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš temelji se na iskustvima gradnje HE Čakovec, napravljena malo prije puštanja u rad)
 - HE Dubrava (1982-89) - trebala je studija utjecaja na okoliš
- HE Vinodol (1952):
 - Akumulacija Bajer – sva voda ide na HE
 - Ličanka je presušila
- Lika i Gacka - “stara” korita su suha



Neposredne promjene:

tlo { prenamjena površine
zauzimanje zemljišta

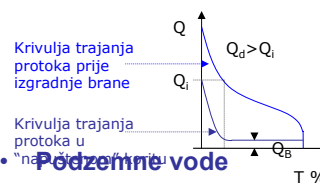
vode { površinske
podzemne



Lokvarsko jezero (prazno)

• **Površinske vode**

- Promjene u protocima
- krivulja trajanja protoka (prije i nakon izgradnje brane)



• **Podzemne vode**

- Povišenje/sniženje razine podzemnih voda

Posredne promjene

- **PRIRODA:**
 - zrak, živi svijet i prirodne vrijednosti
 - Mijenjanje mikrokline
 - BIOCENOZA (skup živih organizama-suživot) + BIOTOP (životna sredina)
 - EUTROFIKACIJA
- **STVORENE VRIJEDNOSTI I UMJETNA PRIRODA:**
 - Infrastruktura
 - Naselja
 - Kulturna i povijesna dobra (arheološki lokaliteti)
- **ČOVJEK:**
 - Psihičke
 - Sociološke
 - Gospodarske

Problemi vezani uz akumulacije:

- **Zatrpavanje nanosom uzvodno od brane:**
 - erozija korita nizvodno
 - mrtvi prostor
 - vijek trajanja akumulacije (50-200 godina)
 - potrebno je smanjiti količinu nanosa koji dolazi u akumulaciju (pregrade na pritocima)
 - osigurati ispiranje nanosa kroz temeljne ispuste i preko preljeva
 - osigurati čišćenje nanosa iz akumulacije (ako je moguće)
- **Vododrživost akumulacije** (procjeđivanje kroz bokove doline i dno)
Letaj (Boljunčica)
→
- **Očuvanje kvalitete akumulirane vode**

- Gubitak uslijed **isparavanja**
- **Utjecaj akumulacije** na klimu, ekologiju, kulturno naslijeđe i kvalitetu vode
- **Plavljenje površina** (naselja, poljoprivredne površine, infrastruktura,...)
- **Porast/sniženje razine podzemnih voda**
- Potpuno ili djelomično rušenje brane može uzrokovati **katastrofalne posljedice**
- Punjenje i pražnjenje akumulacije može uzrokovati **inducirane potrese**
- Naglo pražnjenje može izazvati **klizišta**
- U korištenju akumulacije postoji **sukob interesa** različitih korisnika
- Priprema površina koje će se potopiti nakon izgradnje potapanja
- ...