

PRELJEVI

- **Podjela prema položaju:**

- Na objektu →
- Na boku doline
- Samostojeće građevine

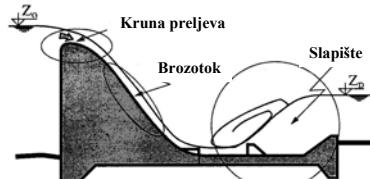
- **Podjela prema načinu upravljanja:**

- Fiksni (nema zapornice) →
- Sa pokretnim uređajem
- - zapornicom →



- **DIJELOVI:**

- **Kruna preljeva**
- **Korito – brzotok** (za transport vode od krune preljeva do slapišta)
- **Slapište –bućnica** (za umirenje vode)



1.) Preljev sa slapištem

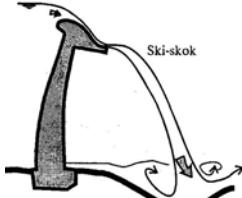
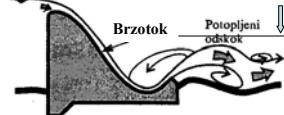
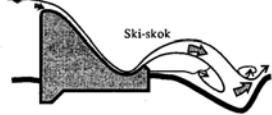
- Na izbor proračunskog protoka (PP) utječe:

- Ugroženost nizvodnog područja
- Značaj brane
- Tip brane
- Tip preljeva
- Pouzdanost hidroloških podataka
- Retencijske mogućnosti akumulacije

- Najčešće se uzima **1000** (i provjerava **10 000**)-godišnja **velika voda** za proračun, iako se ukoliko su ugroženi životi ljudi koji žive nizvodno može uzeti i **maksimalno moguća velika voda** (SAD).

- PRELJEVI NA OBJEKTU**

1.) Preljev sa slapištem (umirujućim bazenom)

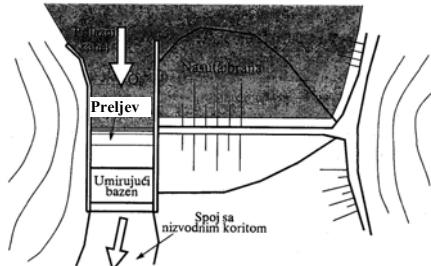
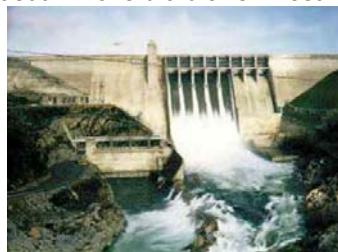


2.) Preljev sa nepotopljenim odskokom (ski-jump)

3.) Preljev s potopljenim odskokom

4.) Preljev sa odskokom na lučnoj brani (ski-jump)

- Betonske brane najčešće imaju preljev preko tijela brane, dok se kod nasutih može dio brane izvesti u betonu kao preljev.



- Vrste slobodnih preljeva:**

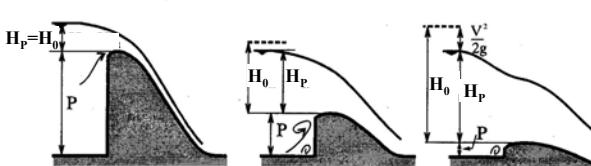
- S oštrim bridom
- Sa širokim pragom
- Praktičnog profila (prati konturu mlaza koji nastaje kod preljevanja preko oštrobridnog preljeva)

- Slobodni preljev:**

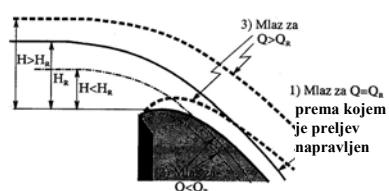
$$Q_p = C_p \cdot L \cdot \sqrt{2gH_0^{3/2}}$$

C_p - koef.preljevanja
ovisi o tipu preljeva
 L - duljina preljeva

$$P \geq 1,33H_p \rightarrow \frac{V^2}{2g} \text{ je malo} \rightarrow H_p = H_0$$



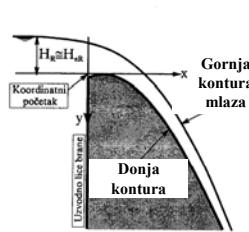
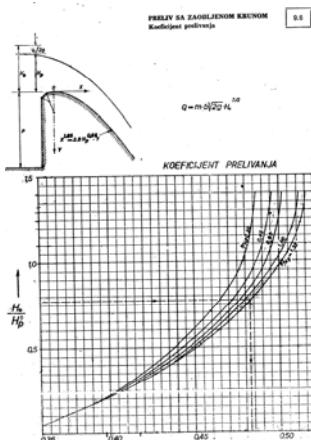
- Vakumski preljev**



- Ako je protok veći od protoka na koji je dimenzionirana kontura preljeva, mlaz se odlijepljuje od konture preljeva, javlja se podtlak (dozvoljeno do -2mVS zbog kavitacije) što rezultira povećanjem brzine i protoka preko preljeva (u odnosu na oštrobridni preljev).

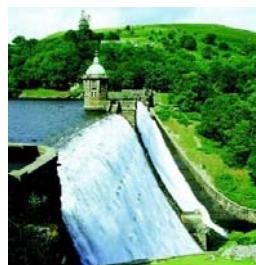
- Oblik konture preljeva praktičnog profila – Creagerov preljev ($C_p=0,49$)

(nema vakuma jer preljevni profil ulazi u tijelo brane):

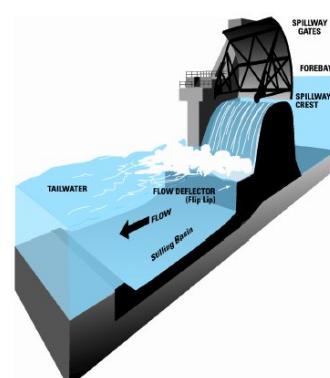
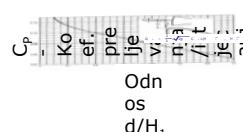


x/H_R	Koordinate mlaza	
	Y/H_R	Gornja kontura mlaza
0.0	0.126	-0.831
0.1	0.036	-0.803
0.2	0.007	-0.772
0.3	0.000	-0.740
0.4	0.007	-0.702
0.6	0.063	-0.620
0.8	0.153	-0.511
1.0	0.267	-0.380
1.2	0.410	-0.219
1.4	0.590	-0.030
1.7	0.920	0.305
2.0	1.310	0.693
2.5	2.100	1.500
3.0	3.110	2.500

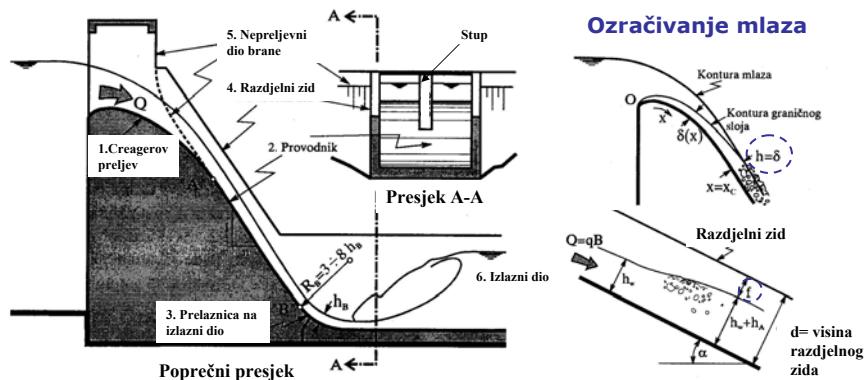
- Preljevanje preko preljeva praktičnog profila



- Preljevi sa zapornicama - istjecanje ispod zapornice



- **Preljevna polja**
- Preljevna polja omeđuju se zidom, zid služi za usmjeravanje toka vode.



- **Dubina vode** na preljevu može se izračunati primjenom Bernoulliijevе jednadžbe, također treba procijeniti da li će doći do ozračivanja/bubrenja mlaza (što nastaje zbog snažne turbulentnosti na površini vode tj. kada turbulentni granični sloj δ izbjije na površinu) te i to treba uzeti u obzir.
- **Visina zida** određena je nadvišenjem iznad maksimalne razine vode na brzotoku $f= 0,5-0,7$ m.



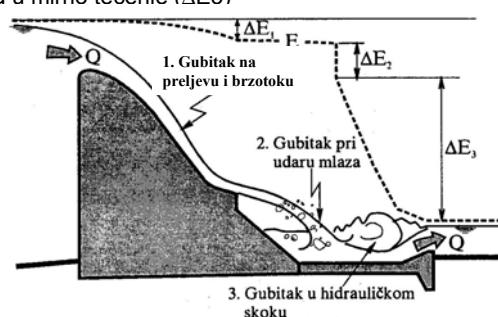
- Za osiguravanje prometa preko krune brane prelev se često dijeli stupovima preko kojih se gradi most.



- Na brzotocima može doći do pojave kavitacijske erozije, kao i do abrazije.
- Abrazija je erozija koja nastaje habanjem konture objekta (ili opreme) nanosom.

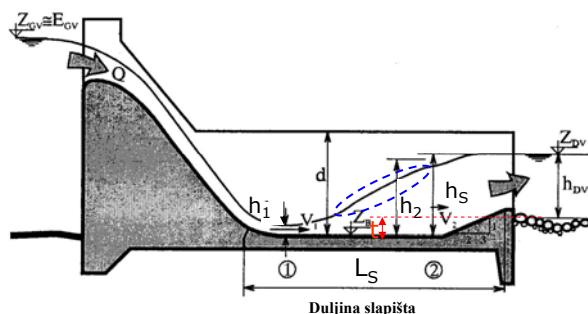
• SLAPIŠTE

- Služi za disipaciju (rasipanje ili uništenje) ili odbacivanje energije. Sva energija koja se akumulirala duž usporenog toka treba se potrošiti na malom prostoru nizvodno od brane.
- Disipacija energije kod evakuacijskih organa:
 - Mali dio energije utroši se na trenje duž brzotoka (ΔE_1)
 - Ako se prelevni mlaz odbaci u zrak, gdje se dijelomično rasprši i odzrači, dio energije se utroši na stiskanje mjehurića uvučenog zraka pri udaru mlaza o vodenu površinu nizvodnog toka (ΔE_2)
 - Najveći dio akumulirane energije troši se u vrtlozima (turbulencijama) koji nastaju prilikom prelaska mlaza iz silovitoa u mirno tečenje (ΔE_3)
- U slapištu se ne disipira sva energija već manji dio energije u obliku vrtloga odlazi nizvodno pa treba zaštititi još jedan dio korita nizvodno (kamena obloga, gabioni,...).



- **SLAPIŠTE – umirujući bazen**

- Koristi se za padove do 50 m.
- U njemu se javlja vrtložni valjak hidrauličkog skoka.
- Kod slapišta (umirujućeg bazena) treba odrediti:
 - Širinu slapišta B
 - Duljinu slapišta L_s
 - Kotu dna
 - Visinu bočnih zidova d
 - Dimenzije i raspored dodatnih elemenata za umirenje (dисipaciju) energije



- **Proračun:**

1.) Izračunati h_1 .

2.) Izračunati h_2 :
$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{8Fr_1^2 + 1} - 1 \right) ; \quad Fr_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g \cdot h_1}}$$

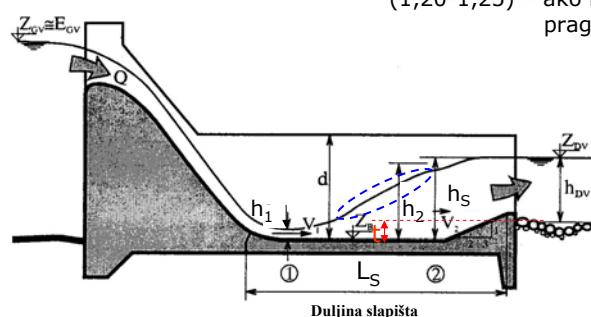
3.) Usporedba h_2 s dubinom donje vode h_{Dv} .

- Ukoliko je $h_{Dv}/h_2 \geq 1,05$ ne treba bučnica, u suprotnom se izvodi bučnica dubine t.

$h_s/h_2 \geq \sigma$ – skok je POTOPLJEN

σ - koef.potopljenosti (1,05-1,10) – postoji nizvodni prag

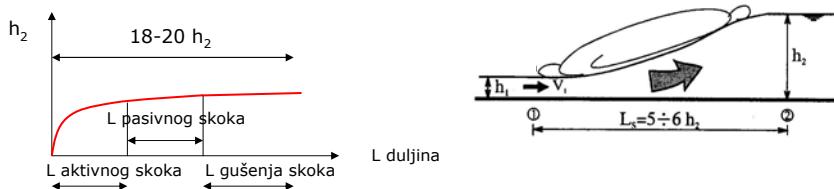
(1,20-1,25) – ako nema nizvodnog praga



- Slapište se može i proširiti.

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \sqrt{\frac{b}{B}} (\sqrt{8Fr_1^2 + 1} - 1) ; \quad Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot h_1}}$$

- Duljina slapišta

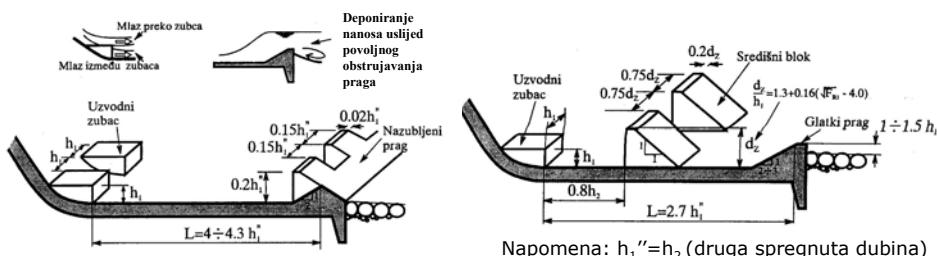


- Duljina slapišta bi trebala biti jednaka duljini hidrauličkog skoka, međutim ako se u slapištu izvedu razbijajući energije (zubci, pragovi, blokovi,...) duljina slapišta može biti nešto kraća.

- Potrebna duljina slapišta može se skratiti na $(2,5-4)h_2$.

- Skraćenje slapišta moguće je ostvariti korištenjem:

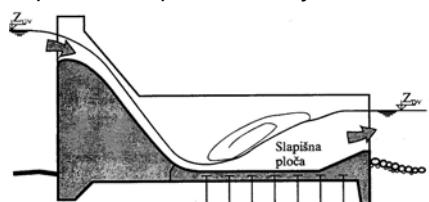
- Uzvodnih zubaca – mlaz se razbija na veći broj manjih uskih mlazeva, stvara se sila otpora koja doprinosi stabilizaciji mlaza i "smanjenju" druge spregnute dubine
- Nizvodnog prag – koji može biti gladak ili nazubljen, podiže mlaz na izlazu iz slapišta da bi se postiglo povratno strujanje koje onda ne uzrokuje potkopavanje temelja)

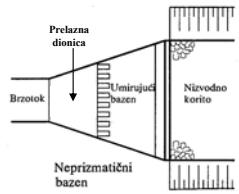


- Središnjih zubaca-blokova – zadržavaju skok u slapištu i omogućuju znatno kraći bazen nego kod ostalih tipova, također se smanjuje i druga spregnuta dubina u odnosu na slapište bez disipatora energije.

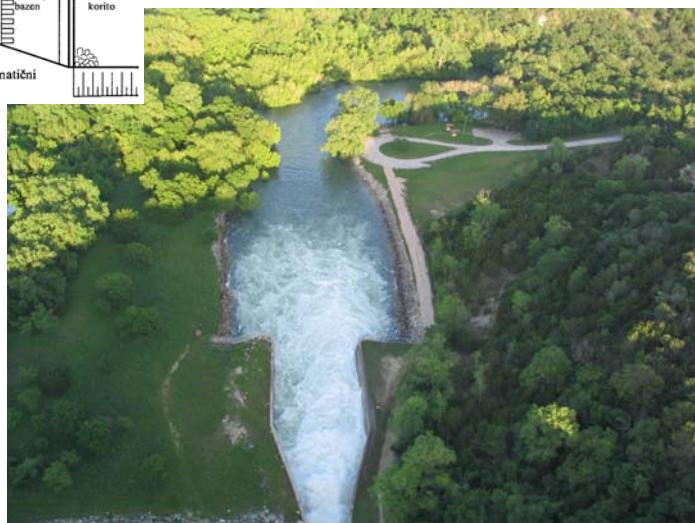
- **Razbjjači energije** povezani su s Freudovim brojem:
 - $Fr < 2,5$ slapišta nisu nužna
 - $2,5 < Fr < 4,5$ ovaj dio se izbjegava
 - $4,5 < Fr < 9$ potrebno je urediti slapište
- Slapište treba obložiti betonom (kamenom u betonu), ne smiju se ostavljati otvori između ploča slapišta, spojeve treba uzvoditi kao utor i pero, pažljivo armirati i betonirati, obavezno izvoditi dilatacijske spojnice i sl. sve u cilju izbjegavanja pojave pukotina pri izvođenju i korištenju objekta.
- **Visina bočnih zidova:**

$$h_z = h_2 + f ; f = 0,5 - 0,7 \text{ m}$$
- Kod definiranja oblika i dimenzija slapišta treba uzeti u obzir slijedeće uvjete:
 - Širinu riječne doline
 - Topografiju terena i dispoziciju objekta
 - Oblik protočne krivulje donje vode
 - Geološki sastav temeljnog tla slapišta (zbog erozije nizvodnog korita i nosivosti temeljnog tla)

- U slapištu se mogu pojaviti dinamička opterećenja:
 - Dinamički uzgon
 - Kavitacija
 - Vibracije
- Vibracije i kavitacija se pojavljuju u slapištu kao rezultat fluktuacije brzina i pritisaka u mlazu i vrtložnom valjku.
- Za suprostavljanje dinamičkom uzgonu, ali i preventiva protiv vibracija:
 - Ploče slapišta se mogu sidriti
 - Provodi se drenažna ispod ploče slapišta
- Kavitaciji su najviše izloženi bridovi blokova (najviše središnjih blokova), ali i ostali dio slapišta. Ukoliko su brzine veće od 25 m/s treba izbjegavati neravnine u slapištu.
- U slapištima postoji i mogućnost pojave abrazije ako se u njemu nalazi vučeni nanos koji je tamo dospio temeljnim ispustom.



Još nekoliko vrsta slapišta...



Slapište na brani Valići



Slapište temeljnog ispusta i bunarskog preljeva -Lokvarsко jezero

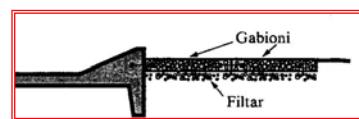
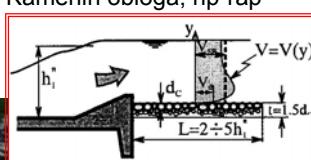


**Više povezanih slapišta (u kaskadama)
akumulacija Bajer - Fužine**



Preljev praktičnog profila (Lepenica), oštećenja preljeva i brzotoka

- **Zaštita korita nizvodno od slapišta**
- Ekonomski je neisplativo umiriti svu energiju u slapištu pa dio neuništene energije djeluje nizvodno od slapišta, stoga se dno mora zaštiti na duljini od $(2-5) h_2$ (na slici h_1'').
- Zaštita se izvodi korištenjem:
 - Kamenih obloga, rip-rap
 - Gabiona i sl.

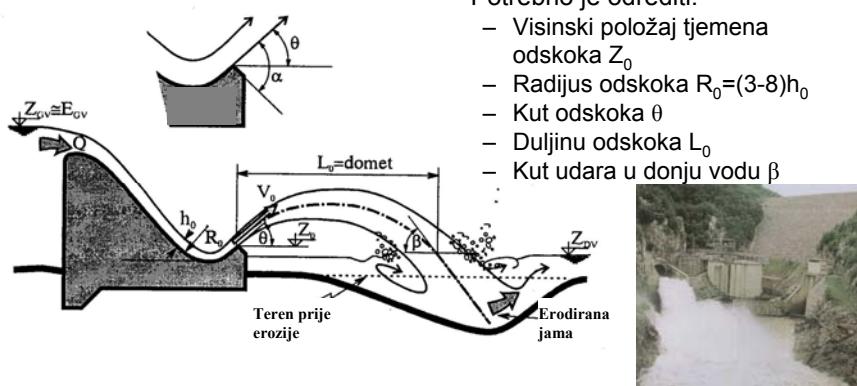


• SKI JUMP-odbačeni skok

- Jednostavan i jeftin, često se koristi kao izlazni dio evakuacijskih organa, pogotovo kod visokih brana, kod kojih velike brzine stvaraju velike probleme u slapištu (kavitacija, vibracije,...).
- Može se koristiti ukoliko je brana temeljena na stijeni i ako se dokaže da erozijska jama koju mlaz iskopa u koritu rijeke neće potkopavati temelje okolnih objekata (brane, brzotoka, tunela) i ugroziti njihovu stabilnost.

• Potrebno je odrediti:

- Visinski položaj tjemena odskoka Z_0
- Radijus odskoka $R_0 = (3-8)h_0$
- Kut odskoka θ
- Duljinu odskoka L_0
- Kut udara u donju vodu β



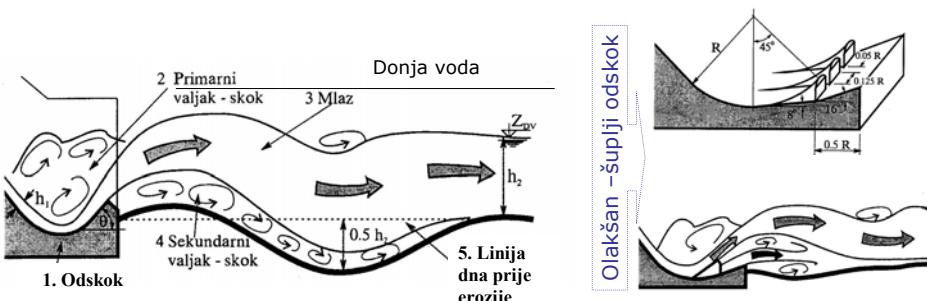
• Putanja mlaza se određuje proračunom kosača bica za kruto tijelo

- Ski-jumpom se mlaz nastoji odbaciti što dalje od objekta. Dio energije se disipira u zraku gdje se javlja ozračivanje mlaza, drugi dio pri komprimiranju mjehurića zraka u mlazu pri udaru o dno korita i treći dio uslijed vrtloženja u koritu.
- Neminovno je formiranje erozijske jame u koritu koja ima ulogu umirujućeg slapišta.

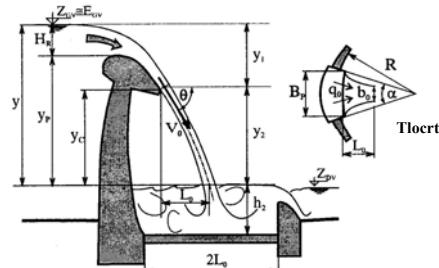


• POTOPLJENI SKI SKOK

- Mlaz vode se ne odbacuje u atmosferu, već se kontrolirano potapa donjom vodom.
- Može se koristiti ako je brana temeljena na stijeni i ako je donja voda dovoljno visoka (potrebna je veća dubina vode nego kod klasičnog slapišta).
- Manjih je dimenzija i jednostavnije konstrukcije nego klasično slapište.
- U odnosu na klasični ski-jump manja je erozija korita nizvodno.
- Treba odrediti:
 - Radijus odskoka $R \geq h_1$
 - Kut odskoka $\theta = 45^\circ$



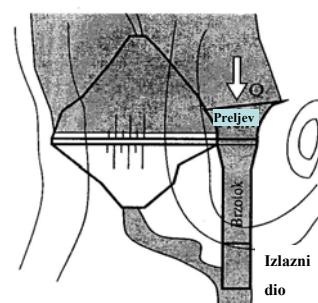
- PRELJEV LUČNIH BRANA
- Nema brzotoka.

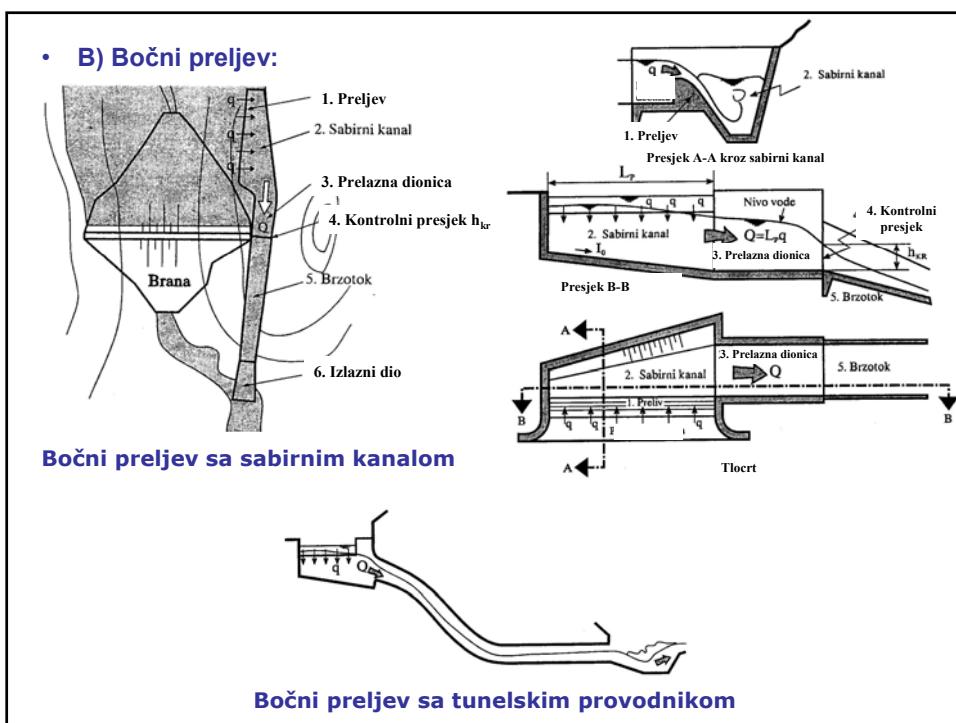


• PRELJEVI KOD NASUTIH BRANA – Preljevi s brzotokom (kanalom)

• A) Čeoni preljev:

- Brzotok - ozračivanje mlaza, zakošenje vodnog lica ako je brzotok izведен u krivini. Sastoji se od ploče dna i zidova brzotoka.
- Nastoji se što manje mijenjati pad nivelete i izvesti izravnanje zemljanih masa (iskopa/nasipa).







Bočni preljev sa sabirnim kanalom (Botoniga)



Odvod kroz tijelo brane

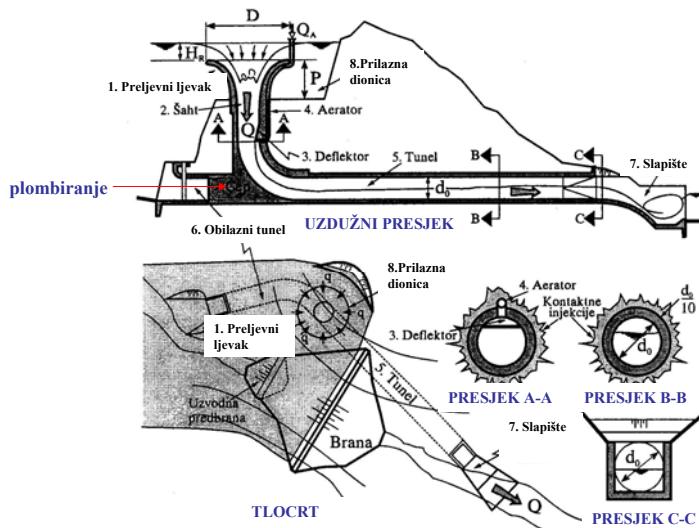


Brzotok preljeva

Bočni preljev sa sabirnim kanalom (Botoniga)

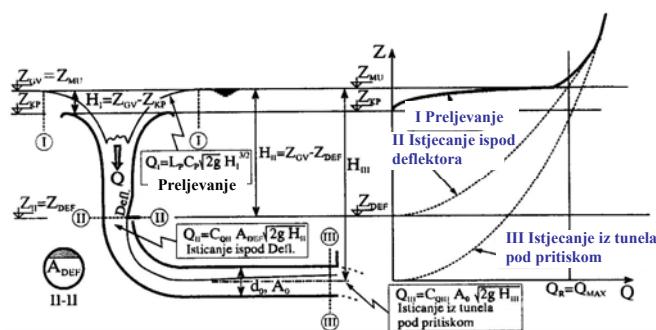
C) Bunarski (šahtni) preljev:

- Koristi se ako je izgrađen obilazni tunel za evakuaciju vode za vrijeme gradnje pa ga se može preuređiti za odvođenje vode bunarskog preljeva.

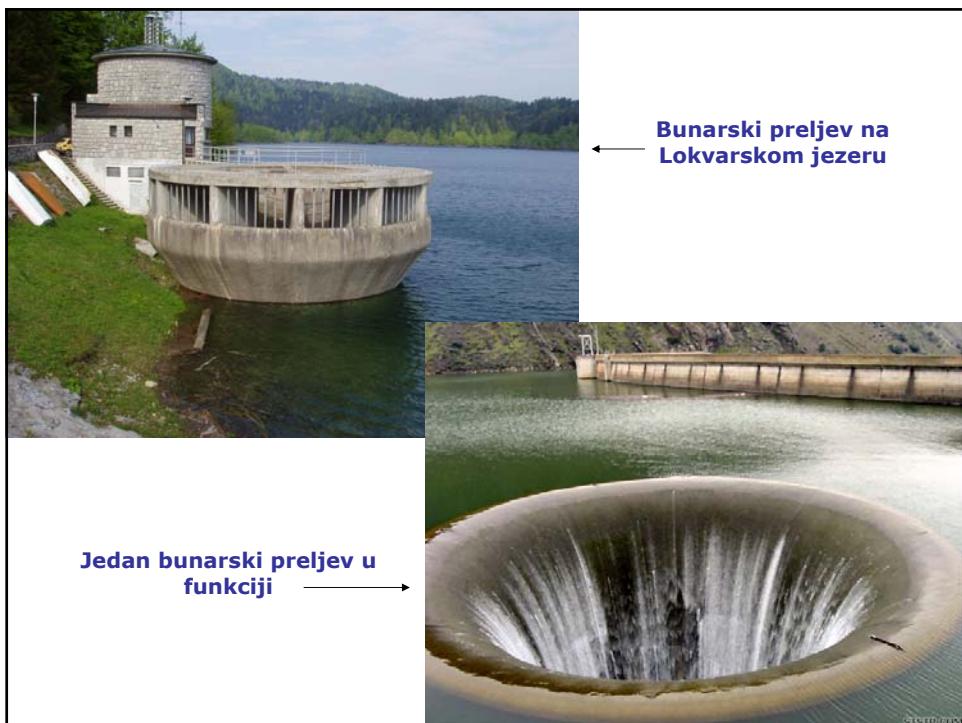


• Proračun bunarskog preljeva

- Potrebno je provesti proračun za tri presjeka:
 - 1.) Preljev
 - 2.) Istjecanje ispod deflektora
 - 3.) Istjecanje iz tunela pod pritiskom



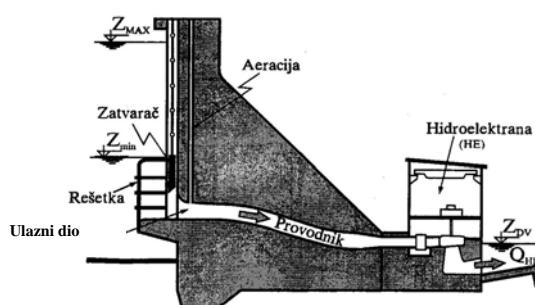
- Na kraju tunela izvodi se slapište.



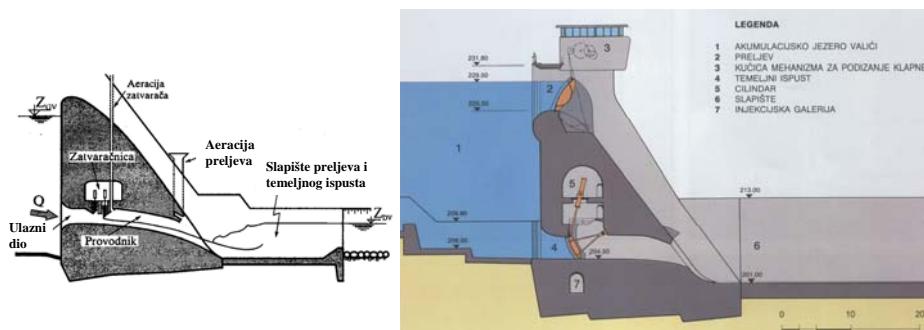
TEMELJNI ISPUST

- Mora biti postavljen ispod minimalne radne razine.
- Služi za pražnjenje akumulacije:
 - radi pregleda i popravaka
 - kao evakuacijski organ za vrijeme velikih voda
 - za pražnjenje nanosa koji se istaložio
- Postavlja se:
 - **Kroz tijelo brane** (kod betonskih)
 - **Oko brane - kroz teren** (kod nasutih i ponekad kod betonskih)
 - **Ispod brane** (koristi se rijetko)

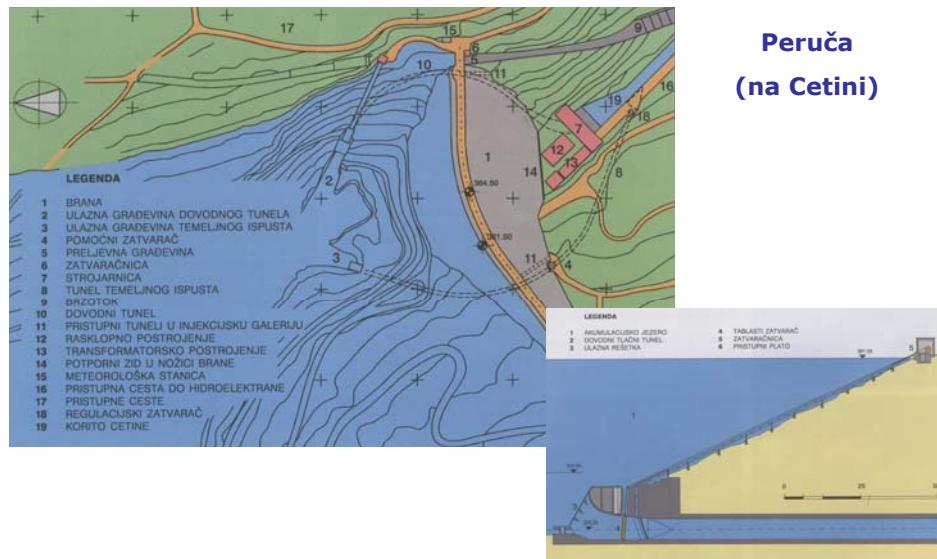
- **Temeljni ispust se sastoji od:**
 - Ulazne građevine
 - Provodnika
 - Kontrolnog dijela – za regulaciju – zatvaračnica sa zatvaračem
 - Izlaznog dijela
 - Slapišta
- Uz svaku branu izvodi se i zahvat vode koji se može rješavati u okviru temeljnog ispusta ali i ne mora.



- **Temeljni ispust kroz tijelo brane:**
 - Radi se kod betonskih gravitacijskih, kontrafornih, olakšanih i lučnih brana
 - Ulaz je na uzvodnom licu brane
 - Havarijski i remontni zatvarač radi se na uzvodnom licu
 - Regulacijski zatvarač izvodi se na nizvodnom kraju ili u zatvaračnici u tijelu brane
 - Može se koristiti slapište preljeva, pod uvjetom da se ne koriste istovremeno



- Temeljni ispust **oko/ispod brane-kroz teren**:
 - Radi se kod nasutih i ponekad kod betonskih
 - Radi se kao tunel sa zatvaračnicom na ulazu, blizu sredine ili na kraju



- **PRORAČUN:**

$$Q = \mu \cdot F \cdot \sqrt{2g\Delta H}$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \xi_{LOK} + \sum \xi_{LIN}}}$$

Q – protok

μ – koef. gubitaka

F – površina poprečnog presjeka tunela

ξ_{LOK} – lokalni gubici (uslijed trenja)

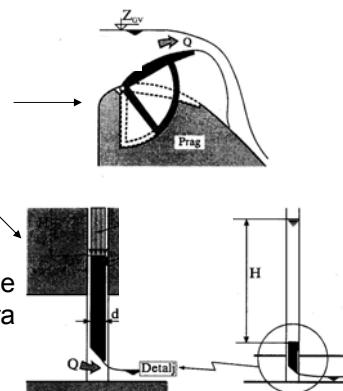
ξ_{LIN} – linijski gubici (na ulazu, rešetci, u krivinama,...)

- Ako se za vrijeme gradnje evakuacija vode provodi obilaznim tunelom tada se on nakon završetka brane tunel može adaptirati u temeljni ispust, odvod bunarskog preljeva, dovod na HE,....
 - Ako se obilazni tunel koristi kao temeljni ispust često je prevelikih dimenzija u odnosu na potrebne dimenzije temeljnog ispusta pa se adaptacija provodi u obliku suženja na mjestima zavarača.
 - Dimenzioniranje slapišta se provodi kao kod preljeva (vidi prethodno predavanje).
- Kod vrlo visokih brana može se izvoditi i srednji ispust.



ZAPORNICE I ZATVARAČI

- Služe za regulaciju protoka:
 - Na preljevu – **zapornice/ustave**
 - Kroz temeljni isput – **zatvarači**
- Projektiranje, izrada, montaža i održavanje zapornica i zatvarača je posao inženjera strojarstva.

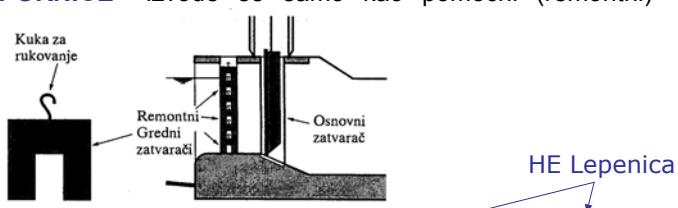


Zapornice na preljevima

- Podjela:
 - Zapornice koje se oslanjaju na BOKOVE:
 - GREDNE
 - PLOČASTE (tablaste)
 - SEGMENTNE
 - VALJKASTE
 - KUKASTE
 - Zapornice koje se oslanjaju na KRUNU:
 - SEKTORSKE
 - ZAKLOPKE
 - KRUŽNE
 - KROVASTE

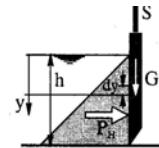
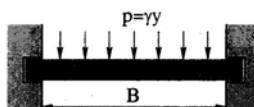
- **Zapornice koje se oslanjaju na BOKOVE**

- **GREDNE ZAPORNICE**— izvode se samo kao pomoćni (remontni) zatvarači



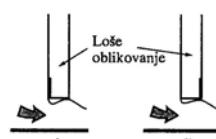
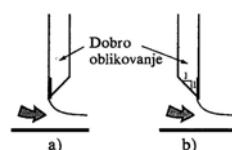
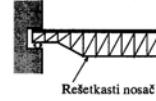
• PLOČASTE ZAPORNICE

- Postavljaju se u utora tako da :
 - Klize
 - Kotrljaju se
- Vododrživost u utorima osigurava se gumenim brtvama.
- Koriste se za otvore površine do 50 m^2 .
- Prosječna visina zapornice 4–5 m.
- Mana: potrebna još 2x tolika visina za smještaj podignite zapornice te za smještaj uređaja za podizanje.
- Rjeđe se koriste na preljevima, češće na temeljnim ispuštima.
- Na donjem bridu zapornice treba osigurati stabilan položaj mlaza.



Dvodjelna pločasta zapornica

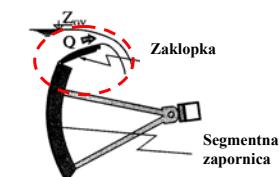
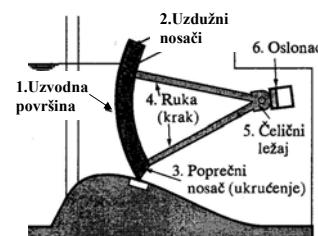
(veća visina na preljevu)

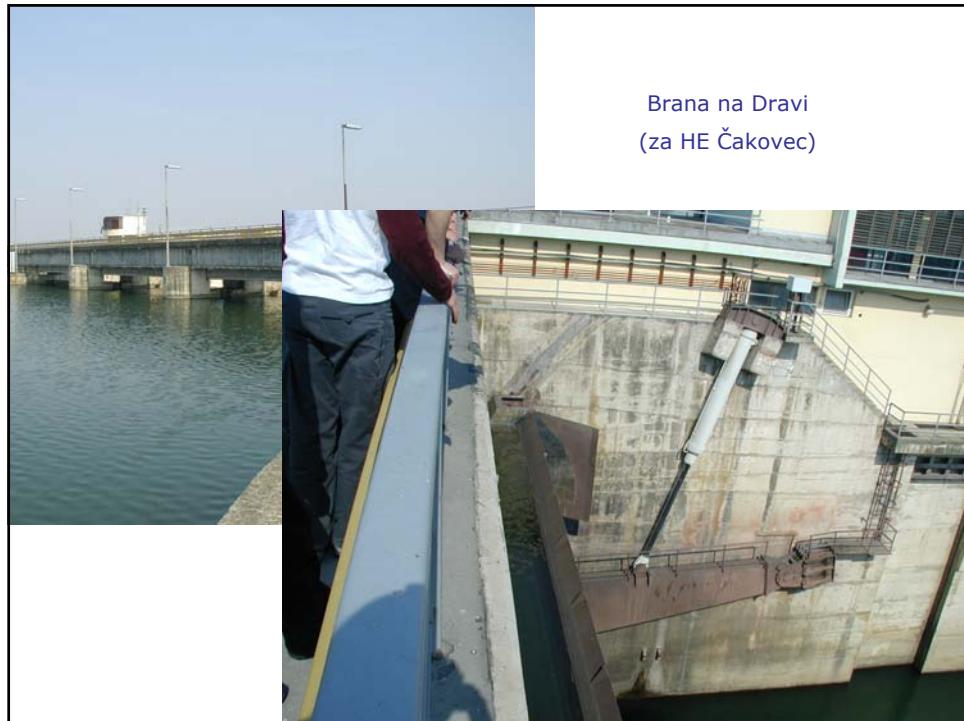


- SEGMENTNE ZAPORNICE** – najčešće se koriste kao zapornice na preljevima većih objekata.

- Zatvaraju površine do 560 m^2
- Raspon $L=15-40 \text{ m}$
- Visina $H=12-18 \text{ m}$
- Izvedeno max. $L= 56 \text{ m}$ i $H= 22,5 \text{ m}$

- Na bokovima se nalaze limovi koji omogućuju klizanje zapornice.
- Brtljenje se izvodi na bokovima i na dnu korištenjem gumenih traka.
- Za finu regulaciju na segmentnoj zapornici može se izvesti zaklopka koja omogućuje prepuštanje plutajućih elemenata, leda, granja i sl.
- Opterećenje hidrostatičkog pritiska prenosi se preko uzvodne površine te krakova na olonice.

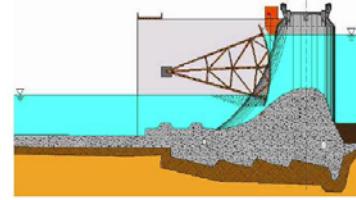




- **SEGMENTNE ZAPORNICE** – nastavak...

- **Prednosti:**

- Zbog kružnog oblika vanjske površine zapornice (prema vodi), krutost zapornice je velika pa se teško vitoperi, manje je podložna vibracijama i zahtijeva manje materijala od pločastih zapornica
- Nema utora u stupovima po liniji kontakta sa zapornicom čime se poboljšava strujna slika i izbjegava mogućnost zatrpanjavanja utora nanosom ili plovećim objektima
- Tijelo segmentne zapornice predstavlja puno povoljniju strujnu konturu od donjeg brida pločaste zapornice, pa je istjecanje pri manjim otvorima stabilnije (nego kod pločastih)
- Za podizanje zapornice potrebne su relativno male sile (u odnosu na pločaste)
- Nije potrebna visoka konstrukcija za podizanje zapornice



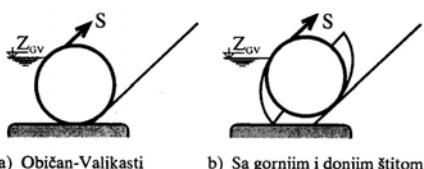
- **Mane:**

- Velika koncentracija naprezanja u okolini oslonca obično zahtijeva prednaprezanje i složenu skupu konstrukciju stupova
- Konstrukcija same zapornice i ležišta je složena
- Kraci zapornice zahtijevaju znatno duže stupove nego kod pločastih zapornica

- **VALJKASTE ZAPORNICE**

- Sastoje se od šupljeg cilindra koji se pomoću zupčanika kotrlja (podiže i spušta) po kosoj ravnini.

- Visine do 10 m.
- Dužine do 50 m.



- Na vrhu može biti još i zaklopka.

- **Prednosti:**

- Velika krutost i mogućnost zatvaranja velikih širina otvora
- Dobra evakuacija leda, plivajućih objekata i nanosa

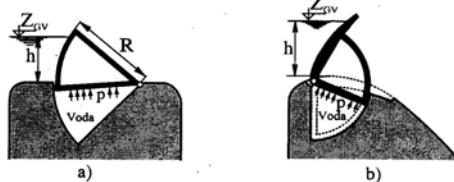
- **Mane:**

- Cijena (zbog složenosti)

• Zapornice koje se oslanjaju na KRUNU

• SEKTORSKE ZAPORNICE

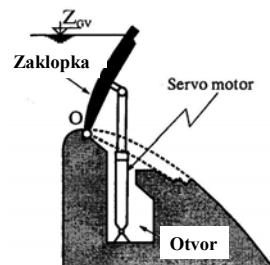
- Oslanjaju se cijelom dužinom na krunu (prag) objekta, stoga su vrlo krute i imaju mogućnost zatvaranja velikih raspona (preko 50 m)
- Upuštaju se u utore/otvore na samoj brani.



- Položaj oslonca:
 - Nizvodno
 - Uzvodno
- Rad zapornice → hidrostatički pritisak (vidi skice).
- Prednosti:
 - Precizna regulacija razine vode i protoka
 - Velika brzina manevriranja i velika krutost
 - Nisu potrebni stupovi i prostor za smještaj uređaja za podizanje zapornice
 - Dobri uvjeti za pronošenje leda i plivajućih objekata
- Mane:
 - Teško održavanje zbog nanosa (treba čistiti otvor ispod zapornice)
 - Zimi potrebno zagrijavanje
 - Teški uvjeti remonta

• ZAKLOPKE (KLAPNE)

- Zglobno su povezane s krunom (pragom) na uzvodnoj strani.
- Pokreće ih servo uređaj.
- Često se kombiniraju sa drugim zapornicama.
- Malih su visina (do 5 m).



• **Prednosti:**

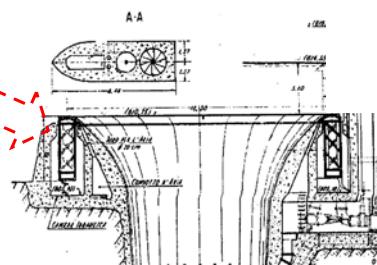
- Brzina manevriranja
- Precizna regulacija razine vode i protoka
- Nisu potrebni stupovi
- Dobri uvjeti za pronošenje leda i plivajućih objekata

• **Mane:**

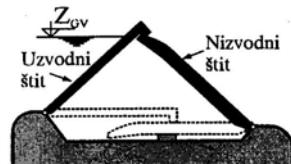
- Osjetljivost na vibracije
- Potrebna visina/dubina praga za ugradnju
- Potrebno čišćenje otvora za servo uređaj



- **KRUŽNE ZAPORNICE** – koriste se na bunarskom preljevu, te upuštaju u krunu preljeva



- **KROVNE ZAPORNICE**



- **VRFĆASTE BRANE**

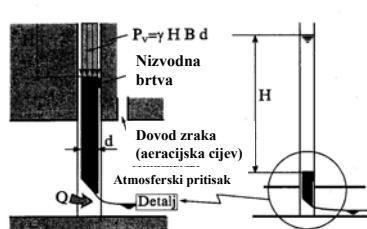


Zatvarači na temeljnim ispuštim, dovodima,...

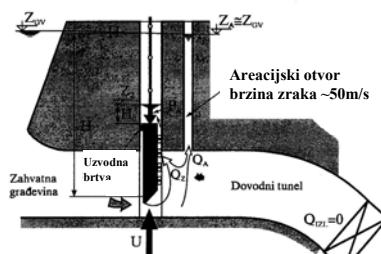
- Kontroliraju (otvaraju/zatvaraju) dovod pod pritiskom.
- Koriste se još i na dovodnim tunelima, cjevovodima HE, ... koji mogu biti pod pritiskom i sa slobodnim vodnim licem iza zatvarača.
- Vrste – 3 grupe:
 - PLOČASTI i SEGMENTNI
 - LEPTIRASTI i KUGLASTI (princip otvoreno/zatvoreno)
 - IGLASTI i TELESKOPSKI (regulacija od - % protoka)
- Namjena:
 - Za **regulaciju** protoka - Koriste se zatvarači koji omogućavaju stabilan rad pri svim protocijima - **segmentni i iglasti**
 - Za **remont** neregulacijski - imaju samo dva položaja
 - **Brzi havarijski** zatvarač podignut ili potpuno spušten
- O namjeni ovisi tip zatvarača, položaj duž dovoda i način osiguranja vodnopravosnosi/brtvljenie.

• Zajedničke osobine i problemi koji se javljaju:

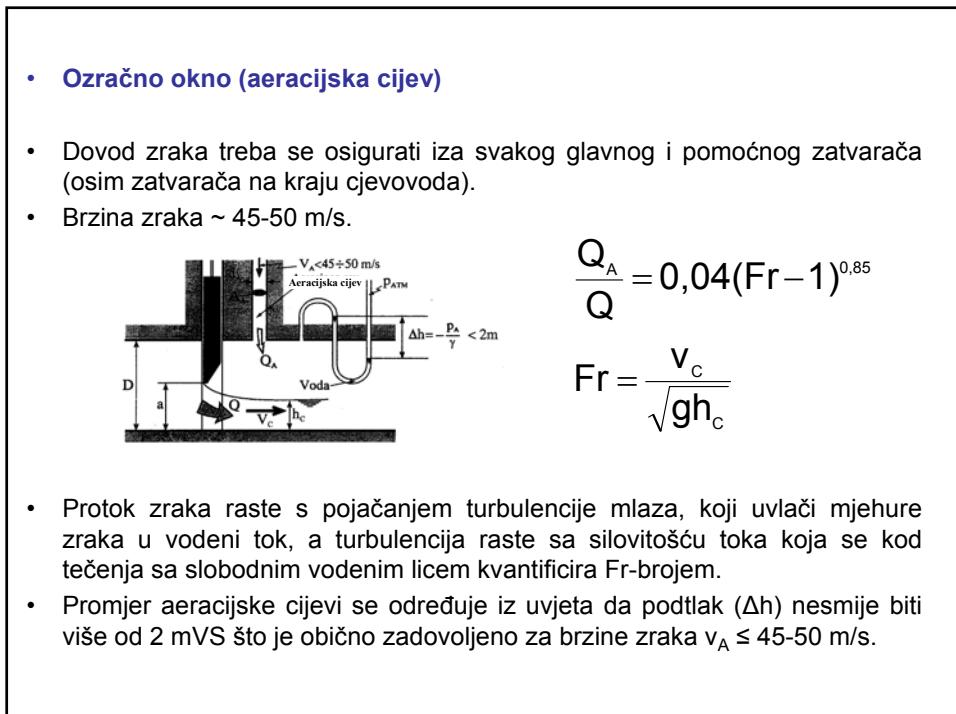
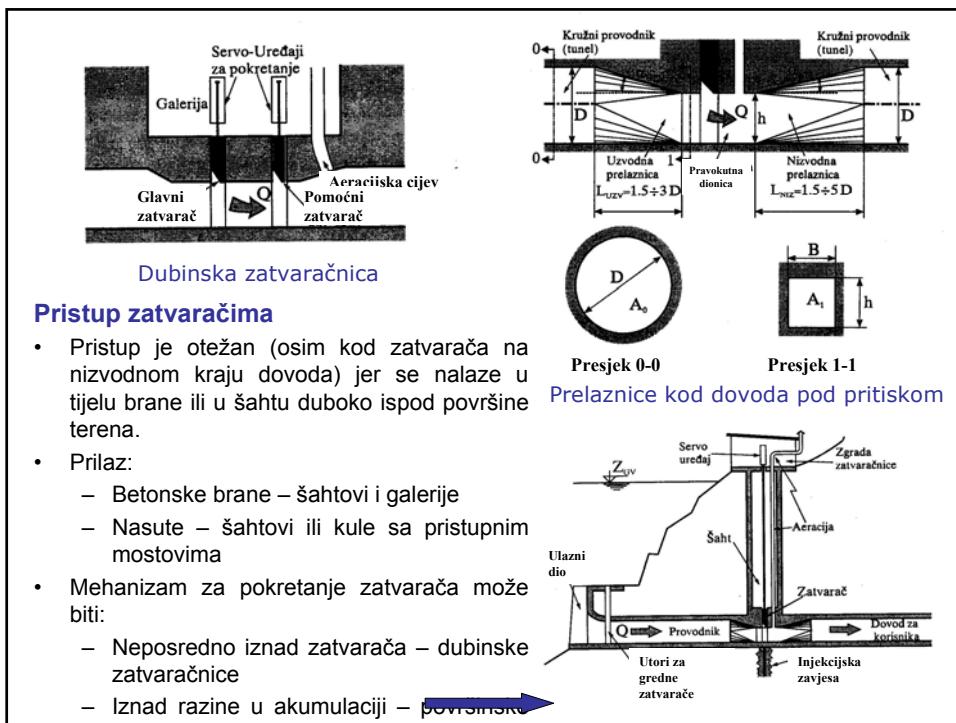
- Veliki hidrostaticki pritisak uvjetuje veliku debljinu (i masu) zatvarača, kao i velike sile za podizanje i spuštanje zatvarača
- Teško se postiže vododrživost zbog visokog pritiska i potrebe brtvljenja gornjeg brida zatvarača
- Velike brzine ispod zatvarača, koje su rezultat visokog pritiska povećavaju opasnost od kavitacijske erozije
- Vibracije mogu nastati zbog periodičnog odleppljivanja mlaza nekontroliranog procurivanja ili nizvodne prepreke (utori, nizvodni zatvarač,...)
- Teže su pristupačni za ugradnju, rukovanje i održavanje
- Potrebno je osigurati vezu s atmosferskim pritiskom nizvodno od zatvarača (aeracijska cijev) da ne bi došlo do podtlaka



Nizvodno brtviljenje



Uzvodno brtviljenje



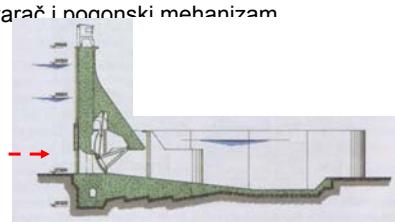
• PLOČASTI I SEGMENTNI ZATVARAČI

- Koriste se na dovodima velikog poprečnog presjeka sa pritiscima do 100-njak mVS.

• PLOČASTI (u odnosu na segmentni)

- Koriste se kao havarijski, remontni i regulacijski.
- Prednosti:**

- Manji gabariti otvora u koji se smješta zatvarač i pogonski mehanizam
- Jednostavnija i jeftinija konstrukcija
- Manja naprezanja u osloncu

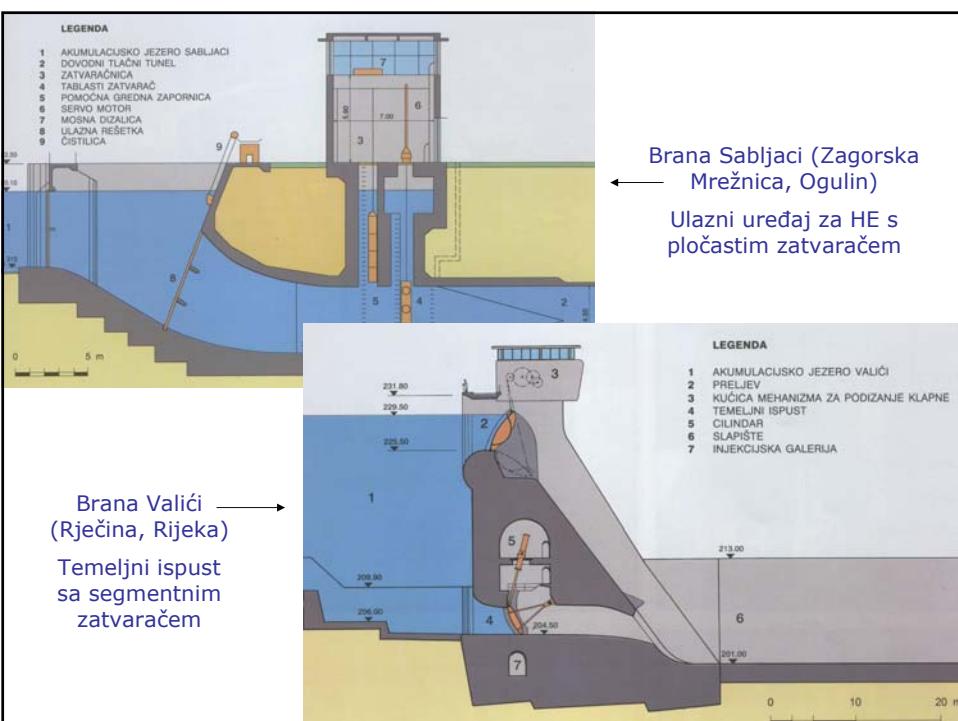


• SEGMENTNI (u odnosu na pločasti)

- Koriste se kao regulacijski.
- Postavljaju se najčešće na nizvodnom kraju dovoda gdje prostor za smještanje zatvarača i pogonskog mehanizma nije ograničavajući faktor.

• Prednosti:

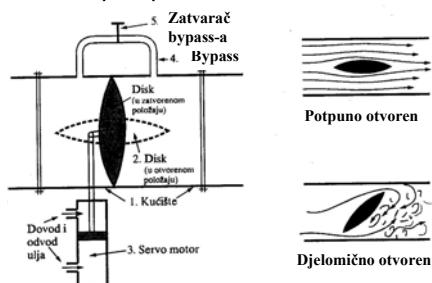
- Manja pogonska snaga za podizanje zatvarača
- Bolji uvjeti istjecanja zbog oblika konture zatvarača
- Lakše i pouzdanoje brtvljenje
- Manja mogućnost kavitacije i vibracije, jer nema prepreka / utora
- Veća krutost konstrukcije i bolja otpornost na vibracije





• LEPTIRASTI ZATVARAČ

- Opterećenje na objekt prenosi se preko kućišta.
- Najčešće se koristi kao havarijski na dovodima pod pritiskom.
- Ne koristi se za regulaciju protoka.
- Koristi se na padovima do 300m.
- Bypass je potreban za se cijev nizvodno od zatvarača postupno napuni vodom, jer naglo podizanje zatvarača može uzrokovati snažan hidraulički udar.
- Bypassom se izjednačavaju pritisci ispred i iza glavnog zatvarača pa treba manja sile za njegovo pokretanje.

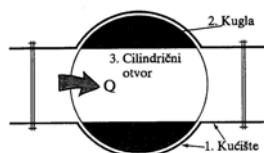


• Prednosti leptirastog zatvarača:

- Dobro brtvi
- Jednostavne je konstrukcije
- Pouzdan je u korištenju
- Relativno lagan i malih gabarita
- Najveći nedostatak leptirastog zatvarača:

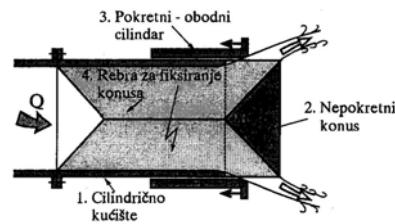
• KUGLASTI ZATVARAČ

- Sastoji se od:
 - Sfernog kućišta
 - Kugle s cilindričnim otvorom koji odgovara promjeru cijevi
- Može se koristiti i pri vrlo velikim pritiscima (1700 mVS).
- Ima dva radna položaja:
 - potpuno otvoren
 - potpuno zatvoren
- Koristi se kao havarijski zatvarač najčešće kod dovoda za HE.
- Odlično brtvi i ima vrlo male hidrauličke gubitke, ali je velikih dimenzija, velike težine i visoke cijene, te je za njegovo pokretanje potrebna velika sila.



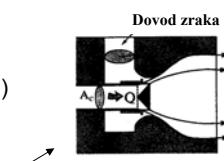
- **KONUSNI regulacijski ZATVARAČ** – “ Howel – Bunger” ili “teleskopski” zatvarač

- Sastoji se od:
 - Nepokretnog cilindričnog kućišta
 - Hidraulički oblikovanih rebara
 - Nepokretnog konusa
 - Pokretnog obodnog cilindra
(čijim se pomicanjem mijenja protočna površina na izlazu i time regulira protok)



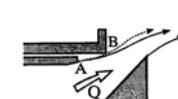
- **Prednosti:**

- Laka i ekonomična konstrukcija
- Radni dio je u suhom (mekhanizam za pokretanje zatvarača)
- Izlazni konus raspršuje mlaz i pri tome se disipira energija
- Može se ispuštati nanos bez da se zatvarač začepi



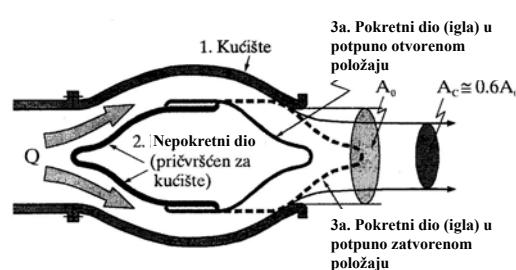
- **Mane:**

- Prskanje vode (može se izvesti skretanje mlaza u kućištu)
- Vibracije zbog pomicanja točke odljepljivanja mlaza
- Kontrakcija mlaza iznosi 0,75-0,78.



- **IGLASTI regulacijski ZATVARAČ** – “Johnsonov” zatvarač

- Koristi se kod lučnih brana, kada se mlaz želi točno usmjeriti bez prskanja.
- Složene je konstrukcije i vrlo skup, osjetljiv na nanos i kavitaciju na “iglama”.
- Kontrakcija mlaza iznosi 0,60.



- **KRUŽNO CILINDRIČNI ZATVARAČ**

- Koristi se na dubinskim zahvatima u vidu kule ili šahta.

