

## CONCEPTUL: PRINCIPALELE TIPURI DE TURBINE HIDRAULICE

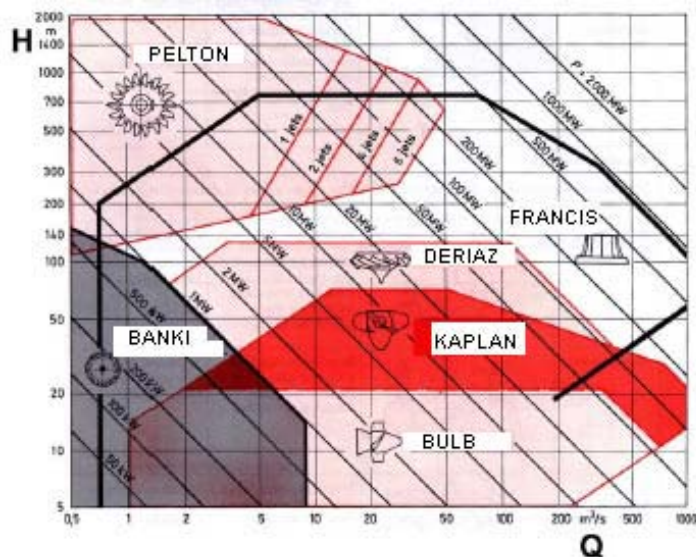
### CERINȚA: DOMENIILE DE FUNCȚIONARE ALE TURBINELOR HIDRAULICE ȘI PRINCIPALELE TIPURI CONSTRUCTIVE

#### SOLUȚIE

**ENUNȚ:** Care sunt domeniile de funcționare ale turbinelor hidraulice și ce componente constructivă are fiecare tip ?

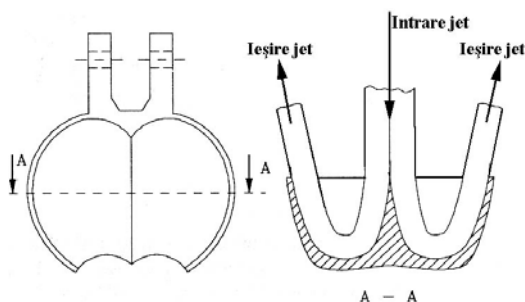
#### SOLUȚIE

Tehnica modernă este dominată de trei tipuri principale de turbine hidraulice: Pelton, Francis și Kaplan și de două tipuri derivate, bulb și Deriaz. Utilizarea eficientă a unui tip de turbină depinde de domeniul de funcționare al fiecăreia. O diagramă orientativă pentru stabilirea domeniilor de funcționare optime din punct de vedere tehnico – economic este redată în figura de mai jos



#### **Turbina Pelton**

Este specifică căderilor mari și foarte mari,  $H=200 - 2000$  m și debitelor mici, de la  $1/s$  la  $m^3/s$ . Domeniul de funcționare cu randamente ridicate este extins, randamentul maxim este ridicat,  $\eta_{max} \mapsto 93,5 \div 94\%$ , iar greutatea specifică este  $G_{sp} \approx 30$  N/kW.



Rotorul este sediul transformărilor energetice, fiind atacat tangențial de 1 – 6 jeturi produse de tot atâtea injectoare. Rotorul este realizat dintr-un disc pe periferia căruia sunt dispuse paletele în formă de cupă dublă. Paletele pot fi prinse de disc cu buloane, sau pot fi turnate împreună cu discul, rezultând o construcție monobloc. Jetul compact creat de injector atacă trei palete rotorice, una complet și două parțial, din cauza existenței unei

decupări la periferia paletelor.

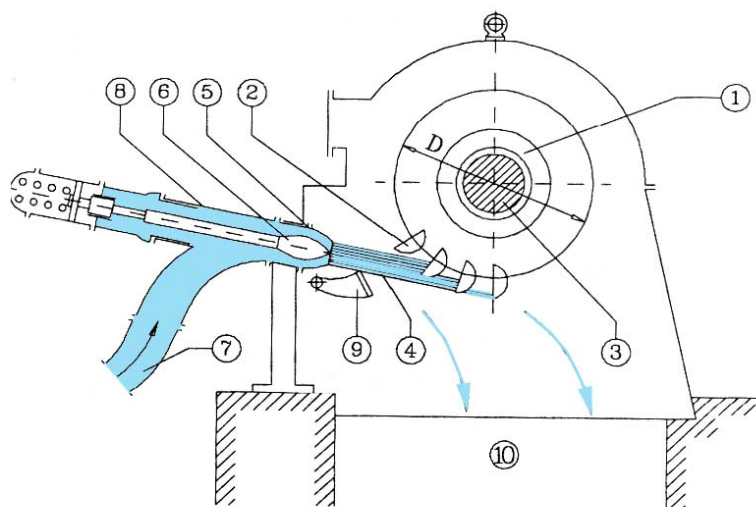
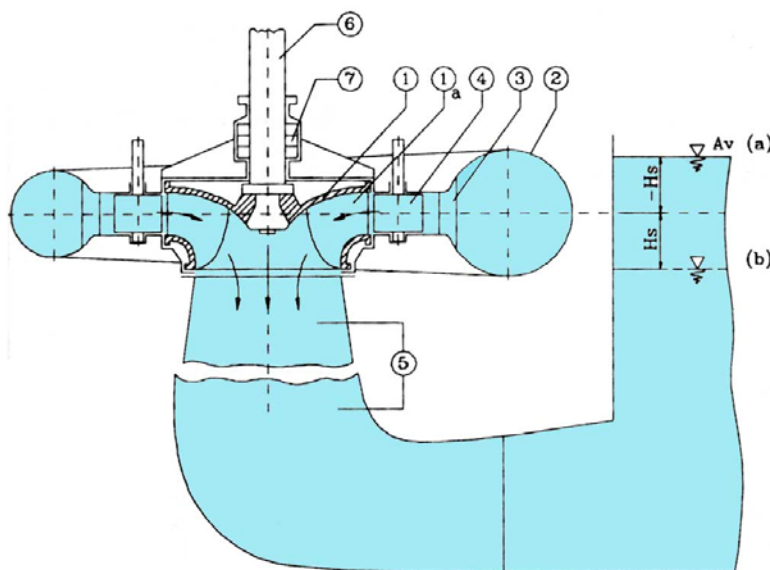


Fig.1.10.a. Reprezentarea schematică a turbinei Pelton

1 – rotor; 2 – paletele rotorului; 3 – arborele turbinei; 4 – jet; 5 – duza injectorului; 6- acul injectorului; 7 – conducta forțată; 8 – corp injector; 9 – deflector; 10 – canal de fugă.

### Turbina Francis

A fost inventată în secolul IX de inginerul american J. B. Francis. Este caracteristică domeniului de căderi mijlocii  $H = 50 - 600$  m și debitelor mijlocii –  $m^3/s$  - zeci de  $m^3/s$ . Puterile pe unitate au tendința să crească până către 1000 MW. Randamentele maxime pot trece peste 95%, însă într-un domeniu restrâns de puteri. Cum funcționarea sistemelor electroenergetice impune tot mai mult un randament mediu ponderat cât mai ridicat, se caută soluții de extindere a funcționării la randamente bune într-un domeniu cât mai larg de puteri, chiar în detrimentul scăderii valorii randamentului maxim. Greutățile specifice sunt în domeniul 35 - 70 N/kW.



Reprezentarea schematică a turbinei Francis

1 – rotorul, 1a – paletetele rotorului; 2 – camera spirală; 3 - statorul; 4 –aparatul director; 5 – tubul de aspirație; 6 – arborele turbinei; 7- lagărul radial;

Debitul de funcționare este adus de conducta forțată la camera spirală, care asigură repartiția uniformă a apei pe periferia statorului, aparatului director și mai apoi rotorului. În interiorul camerei spirale are loc transformarea parțială a energiei potențiale a apei în energie cinetică.

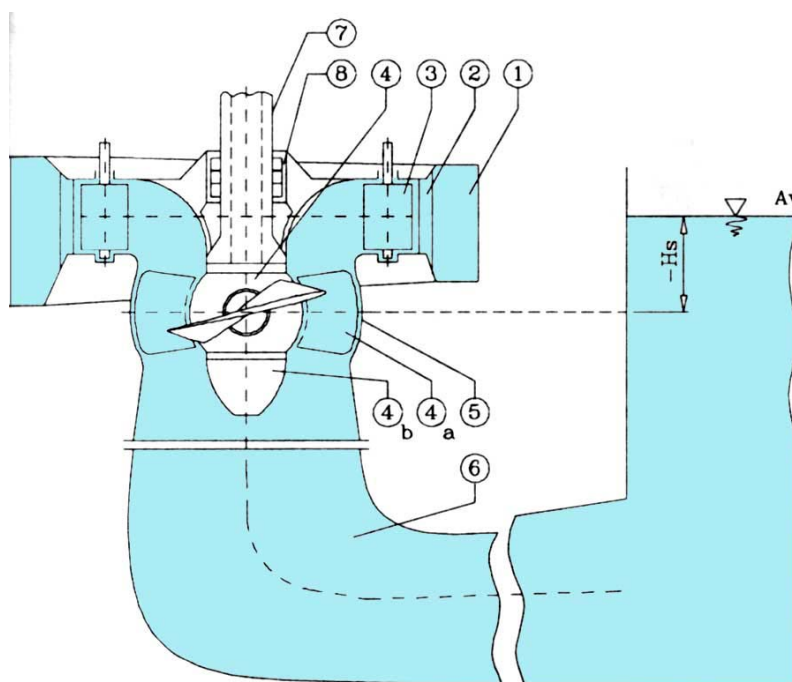
Statorul este compus dintr-un număr de coloane statorice, înglobate de obicei în camera spirală și profilate, care au rolul de a susține construcția și de a conduce apa către aparatul director și rotor.

Aparatul director, compus din 12 - 36 palete directoare, cu axa așezată pe un cilindru, a căror poziție spațială este simultan reglabilă cu ajutorul unui mecanism, are rolul principal de a regla debitul în scopul de echilibrare a cuplului motor al turbinei cu cel rezistent al generatorului electric și de a crea o circulație mare la intrare în rotor.

### Turbina Kaplan

A fost inventată de inginerul Kaplan la începutul secolului XX. Turbina Kaplan este utilizată în domeniul căderilor mici  $H = 10 - 60\text{m}$ , și a debitelor mari și foarte mari,  $Q = 100 - 1000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Puterile maxime trec de 200MW, iar diametrul rotorului ajunge la 10m. Greutățile specifice se află în domeniul 70 – 140 N/kW.

Camera spirală a turbinelor Kaplan este în mod curent de secțiune poligonală, iar unghiul ei de înfășurare este mai mic de  $360^\circ$ , iar rolul funcțional al camerei spirale este același ca la turbina Francis.

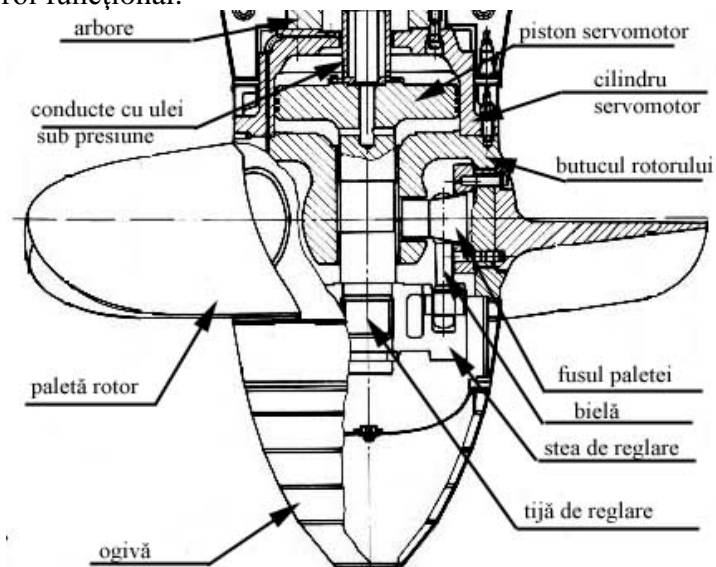


Reprezentarea schematică a unei turbine Kaplan

1 – cameră spirală; 2 – stator; 3 – aparat director; 4 –butuc rotor; 4a – paletetele rotorului; 4b – ogiva rotorului; 5 – camera rotorului; 6 – tubul de aspirație; 7 – arborele turbinei; 8 – lagărul radial.

Coloanele statorice diferă ca formă de la zona de intrare directă de la aducțiune către aparatul director și rotor, față de cele aflate în zona spiralei. O așezare sau o profilare necorespunzătoare a coloanelor poate conduce la perturbații în funcționarea rotorului, din cauza neuniformității câmpurilor de viteze și presiuni pe periferia rotorului.

Aparatul director și tubul de aspirație, de construcție similară cu cele de la turbina Francis, au același rol funcțional.



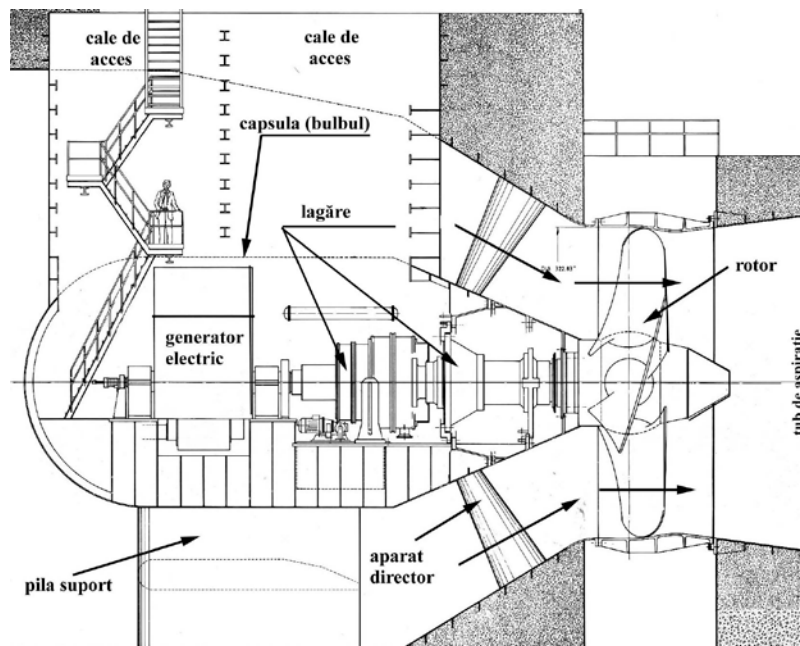
Rotorul turbinei Kaplan

Rotorul turbinei Kaplan, este compus în principal din butuc, paletă, mecanism de reglare a poziției paletelor și ogivă. Spre deosebire de rotorul Francis, paletelile rotorului Kaplan se pot mișca chiar și în timpul funcționării, pentru atingerea unei poziții optime, în concordanță cu poziția paletelor directoare, pentru ca funcționarea să se desfășoare întotdeauna la un randament maxim sau apropiată de acesta. Astfel turbina Kaplan este o turbină cu dublă reglare, legătura între cele două sisteme de reglare (al paletelor directoare și al paletelor rotorice) este dată de cama combinatorului, care este o camă spațială, a cărei poziție depinde de căderea turbinei și care în tehnologiile mai noi este modelată prin intermediul unui program de calculator.

Mecanismul de reglare al paletelor rotorului este compus dintr-un servomotor hidraulic, cilindru – piston alimentat prin intermediul coloanei de reglare în interiorul căreia se află conducte de ulei sub presiune. Acest servomotor imprimă o mișcare de translație tijei de reglare, care este solidară cu steaua de reglare din partea inferioară a butucului. Aceasta la rândul ei mișcă bielă care rotește paleta rotorului cu ajutorul unui excentric aflat pe fusul paletelor.

#### 1.4.4. Turbina bulb

Turbina bulb este derivată din turbina Kaplan dispusă orizontal, fără cameră spirală, cu tub de aspirație drept și cu generatorul electric introdus într-o capsulă (bulb). A fost realizată pentru prima dată în deceniul 4 al sec.XX. Configurația ei particulară asigură o curgere axială aproape pe întreg traseul hidraulic, pierderi hidraulice mai reduse și în consecință un spor de putere și randament și o greutate specifică mai bună.



Turbina bulb

Rotorul este la fel cu cel al turbinei Kaplan, incluzând și reglarea poziției paletelor. Soluția modernă este cu bulbul amonte, care conferă o serie de avantaje hidrodinamice, economice și tehnice.