

# 1 VODNÍ TURBÍNY

Zařízení mění energii vody v energii pohybovou a následně v mechanickou práci.

Hlavními částmi turbín jsou :

- **rozdávěcí ústrojí** pevné, přivádí-li vodu do oběžného kola na celém obvodu, nazývá se **rozdávěcí kolo**,
- **oběžné kolo.**

**Rozdělení turbín** podle způsobu přeměny energie :

- **rovnotlaké** tlak vody před a za oběžným kolem je stejný,
- **přetlakové** při vstupu do oběžného kola má voda statický přetlak proti tlaku při výstupu ( $p_1 > p_2$ ).

## 1.1 PELTONOVA TURBÍNA (ROVNOTLAKÁ)

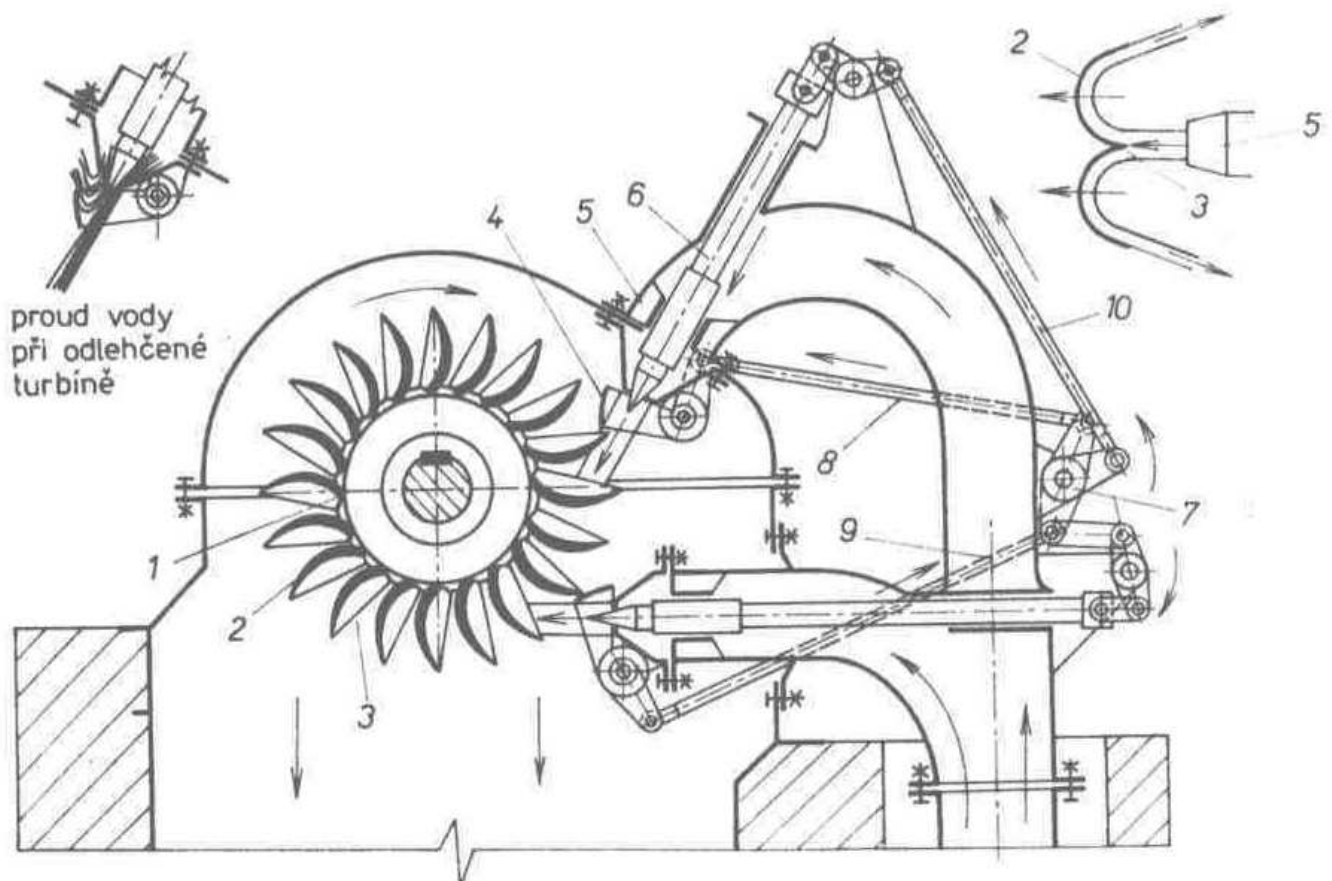
- Nejvýhodnější pro menší průtoky vody, ale velké spády (400 až 1000 m).
- Výkon turbíny lze regulovat (řídit) změnou průtoku vody lopatkami.

### PRINCIP ČINNOSTI

- Voda vedena potrubím do jedné ze čtyř **trysek** → celá tlaková energie se v tryskách přeměňuje v energii pohybovou .
- Z trysek vytéká voda velkou rychlostí na **lopatky oběžného kola**.
- Lopatky mají tvar dvojité misky → ostřím misky je proud vody rozdělen souměrně na obě strany a zároveň je odchýlen z původního směru do protisměru → prudkou **změnou směru proudu vzniká** velmi **velký dynamický tlak na lopatky** → je hnací silou, otáčející oběžným kolem turbíny.

## 1.2 PRINCIP REGULACE

- Výkon turbíny řízen (regulován) změnou průtoku vody lopatkami.
- Regulátor natáčí regulačním hřídelem **(7)**.
- Po odlehčení turbíny se natočí hřídel v naznačeném směru → táhla **(1, 2)** natočí segmentové odchylovače tak, že zajedou do proudu → odchylují část proudu.
- Natočením regulačního hřídele se posouvají uzavírací jehly **(6)** v tryskách **(5)** působením táhel **(8, 9, 10)** a příslušných pák.
- Regulace je automatická, řízena hydraulickým zařízením (umožňuje zpoždění uzavírání jehlami za odchylovači) od **odstředivého regulátoru** → zajišťuje konstantní otáčky kola při každém zatížení turbíny.
- V okamžiku náhlého odlehčení turbíny se nejdříve odchýlí část proudu od lopatek, poté následuje pozvolné uzavírání trysek **(5)** jehlami **(6)** → v příváděcím potrubí nevznikne tlakový náraz.



### Peltonova turbína

1 oběžné kolo, 2 lopatky, 3 ostrí, 4 odchylovač, 5 tryska, 6 jehla, 7 regulační hřídel, 8, 9, 10 regulační táhla

### 1.3 FRANCISOVA TURBÍNA (PŘETLAKOVÁ)

- Nejrozšířenější druh vodní turbíny.
- Nejvýhodnější pro malé spády.
- Regulace výkonu se provádí změnou průtoku vody turbínou.
- Určena pro spády 40 až 400 m

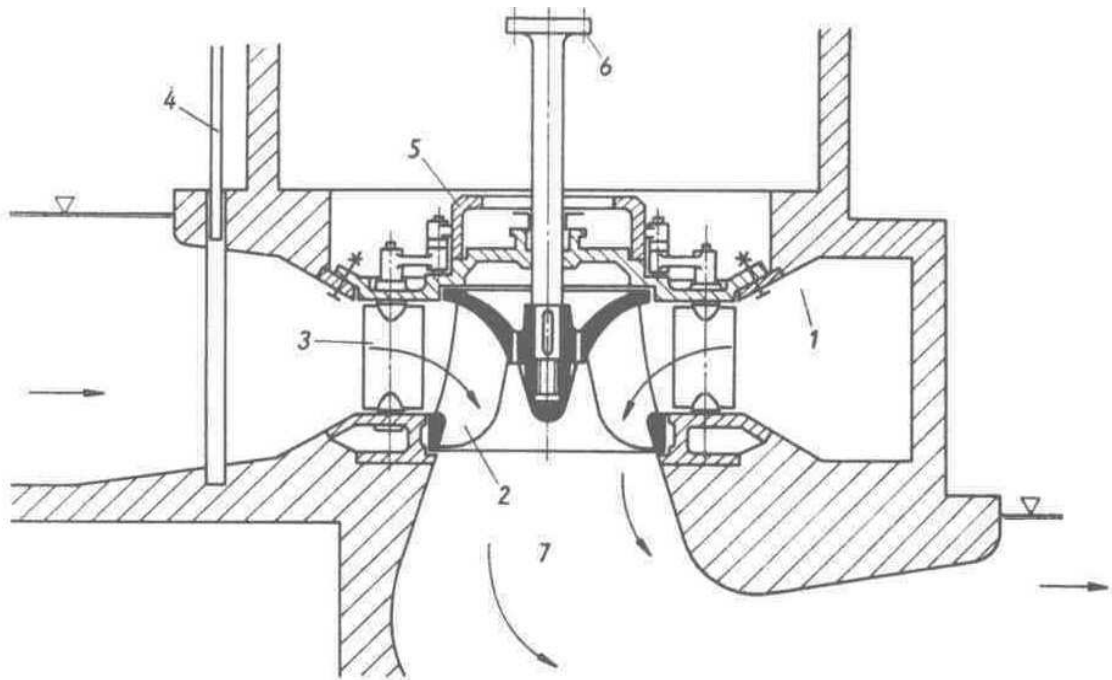
Hlavní části tvoří :

- spirální skříň,
- rozváděcí kolo,
- oběžné kolo,
- sací trouba.

PRINCIP ČINNOSTI :

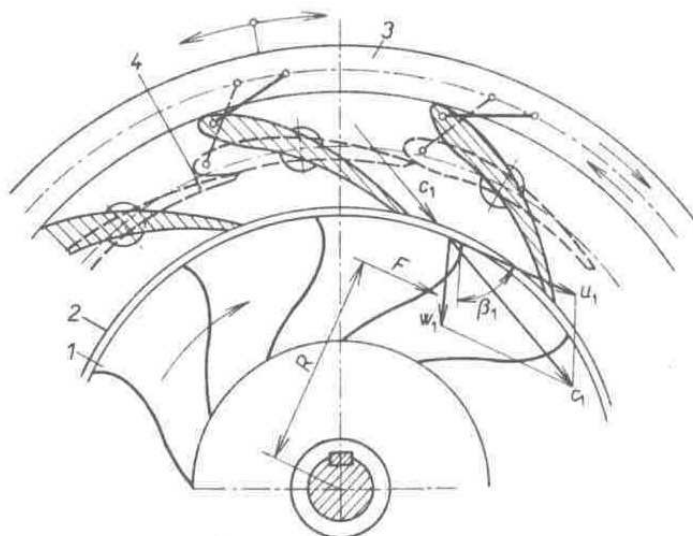
- Voda vedena spirální skříň (1) (plechová svařovaná nebo betonová) do rozváděcího kola.
- Lopatky v rozváděcím kole (3) lze natáčet → voda proudí v potřebném směru na lopatky oběžného kola (2).
- Rozváděcí kolo je pevné, neotáčí se.

- Z rozváděcího kola (poloha rozváděcích lopatek viz. zobrazení) vytéká voda rychlostí  $c_1$  → oběžné kolo se však otáčí obvodovou rychlostí  $u_1$  → vodní částice mají vzhledem k natáčejícímu se kolu relativní rychlost  $w_1$ .
- Úhel začátku lopatek oběžného kola  $\beta_1$  je shodný se směrem rychlosti  $w_1$  → voda proudí na oběžné lopatky bez nárazu, lopatkami oběžného kola je odchylována od původního směru proudění  $w_1$ .
- Změnou směru proud lopatkou vzniká síla  $F$  působící na lopatku → moment k ose kola  $M = F \cdot R$  je **momentem hnacím**.
- Při velkých rychlostech může vzniknout na konci lopatek oběžného kola velmi velký podtlak → jeho následkem se z vody vylučují **bubliny vzduchu a vodní páry**, způsobují rázy, které porušují lopatky ← tento jev se nazývá **KAVITACE**.



### Francisova turbína

1 spirální skříň, 2 oběžné kolo, 3 lopatky rozváděcího kola, 4 stavidlo, 5 regulační kruh, 6 příruba spojky, 7 savka



### Princip regulace Francisovy turbíny

- 1 oběžné kolo
- 2 rozváděcí kolo
- 3 regulační kruh
- 4 uzavřený průtok

## **PRINCIP REGULACE :**

- Regulace výkonu prováděna změnou průtoku vody turbínou.
- Pomocí hydraulického převodu natáčí regulátor regulační okruh **(5)** → pomocí táhel natáčí rozváděcí lopatky.
- V případě úplného odlehčení uzavírá regulátor zcela průtok turbínou.

### **1.4 KAPLANOVA TURBÍNA (PŘETLAKOVÁ)**

Určena pro spády 2 až 80 m při dostatečném průtoku. Při spádech v rozmezí 30 až 60 m budou mít vysoké otáčky, ale zároveň jsou ohroženy kavitací.

## **PRINCIP ČINNOSTI :**

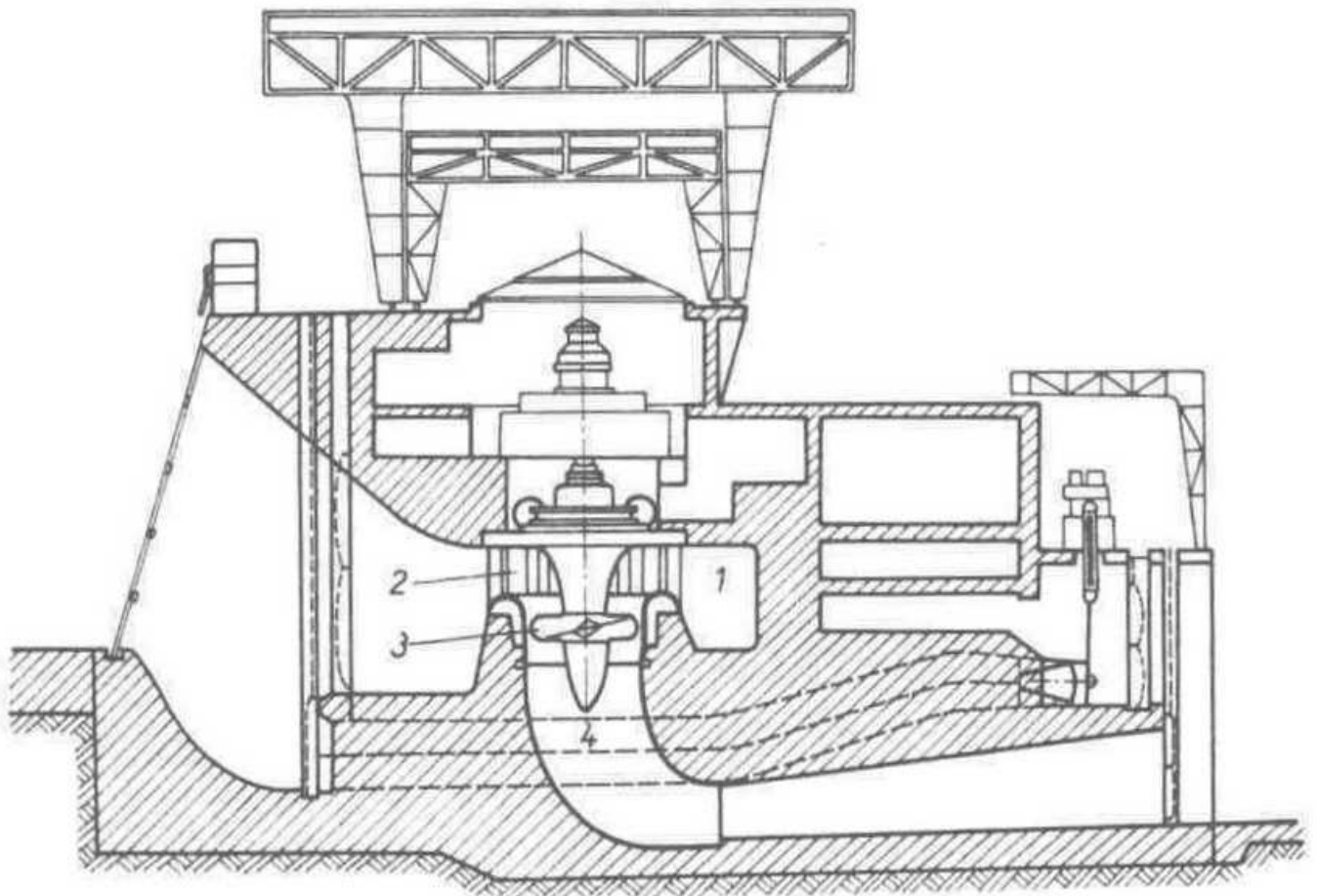
- Spirální skříň pro přívod vody **(1)**, rozváděcí kolo **(2)** a sací trouba **(4)** mají funkci shodnou jako u turbíny Francisovy, ale **odlišný tvar** oběžného kola **(3)**.
- Oběžné kolo **(3)** představuje trojkřídlá až desetikřídlá **vrtule s lopatkami** → při regulaci lze natáčet podle daného směru vody odtékající od rozváděcích lopatek.
- Náboj kola má velký průměr a obsahuje mechanismus k natáčení lopatek.

## **PRINCIP REGULACE :**

- Regulace výkonu prováděna natáčením rozváděcích lopatek a s nimi souhlasně i lopatek oběžného kola → příznivý vliv na průběh účinnosti → velká účinnost i při menším zatížení → **účinnost zůstává téměř stejná v širokém rozmezí zatížení.**
- Menší Kaplanovy turbíny lze postavit bez rozváděcího kola → automatická regulace pak působí pouze na oběžné kolo → ztráta výhody stálé účinnosti při různém zatížení.

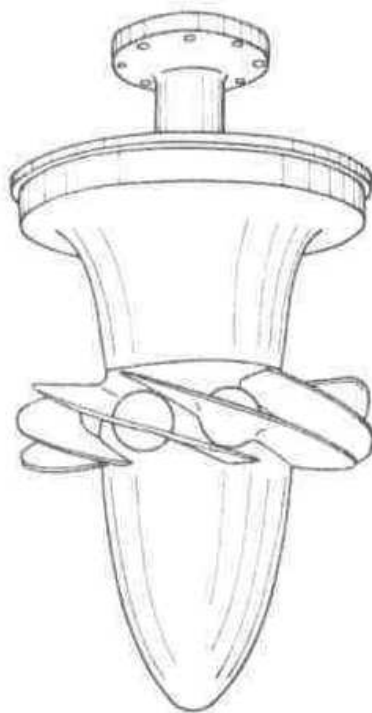
## **VÝHODY :**

- Ze všech turbín **dosahuje nejvyšší otáčky** i při malých spádech a velké hltnosti.
- Menší rozměry, hmotnost a cena generátoru (jeho hřídel přímo spojena s hřídelí turbíny) v případě, že je konstruován pro vyšší otáčky.
- Velká hltnost turbíny umožňuje použít jednu Kaplanovu turbínu tam, kde by musely být použity dvě turbíny Francisovy.
-



### **Kaplanova turbína**

*1 spirální skříň, 2 rozváděcí kolo, 3 oběžné kolo, 4 savka*



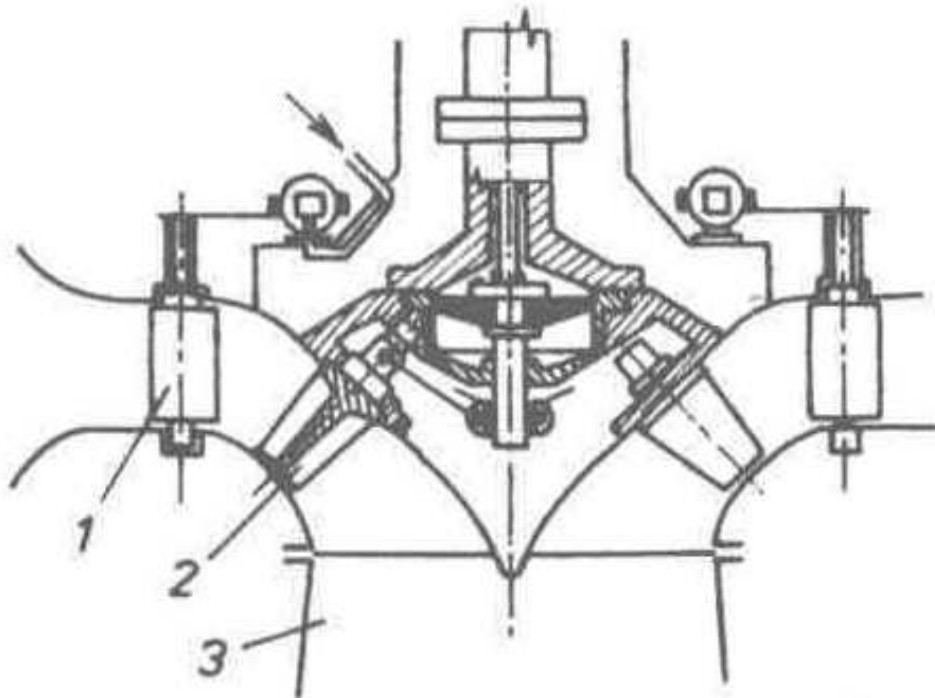
### **Oběžné kolo Kaplanovy turbíny**

## 1.5 DÉRIAZOVA TURBÍNA (PŘETLAKOVÁ)

- Přetlaková vrtulová turbína s diagonálním průtokem vody.
- Principiálně se jedná o Kaplanovu turbínu konstrukčně upravenou pro větší počet oběžných lopatek.
- Regulace podobná jako u Kaplanovy turbíny.
- Vhodná pro spády 40 až 120 m.

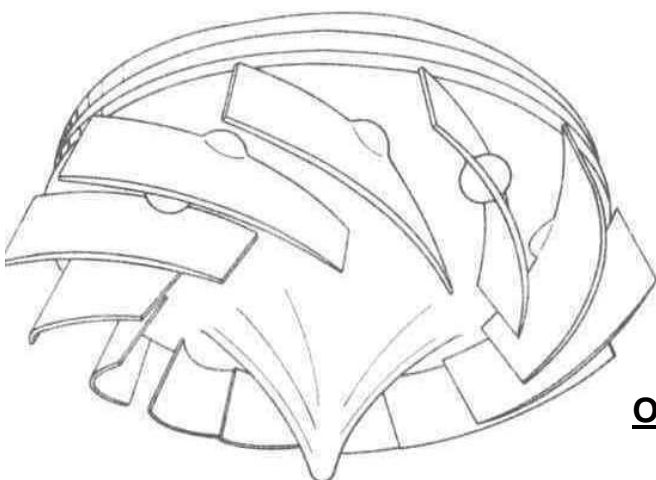
### VÝHODY :

- Velký průměr náboje oběžného kola → umožňuje lépe umístit větší počet natáčivých lopatek než Kaplanova turbína.
- Turbínu lze řešit jako **reverzní stroj** → při opačném smyslu otáčení a novém úhlu nastavení oběžných a rozváděcích lopatek může pracovat jako diagonální čerpadlo v přečerpávací hydroelektrárně.



### Celková úprava Dériazovy turbíny

- 1 rozváděcí kolo
- 2 oběžné kolo
- 3 savka



### Oběžné kolo Dériazovy turbíny