

Vodní turbíny

Jsou to vlastně lopatkové motory, pro jejichž pohon se využívá polohová energie vody.

Podle průběhu tlaku v lopatkách oběžného kola mohou být vodní turbíny rovnotlaké a přetlakové.

U rovnotlakých turbín se v rozváděcích lopatkách přemění polohová energie vody na energii kinetickou, takže voda zde sníží svůj tlak, ale zvýší rychlost proudění. V oběžných lopatkách se pak kinetická energie vody přemění na energii mechanickou rotačního pohybu, takže voda zde sníží svou rychlost, ale roztočí oběžné kolo turbíny.

U přetlakových turbín se v rozváděcích lopatkách jen část polohové energie vody přemění na energii kinetickou, takže i zde voda sníží svůj tlak a zvýší rychlost proudění, ale v menší míře, než je tomu u rovnotlakých strojů. V oběžných lopatkách se pak na mechanickou energii rotačního pohybu přemění jak kinetická energie vody, tak i její zbylá tlaková energie. Zde tedy voda sníží svou rychlost a dále sníží svůj tlak, čímž roztočí oběžné kolo turbíny.

Z hlediska konstrukčního uspořádání bývají malé vodní turbíny převážně horizontální a ty velké naopak vertikální.

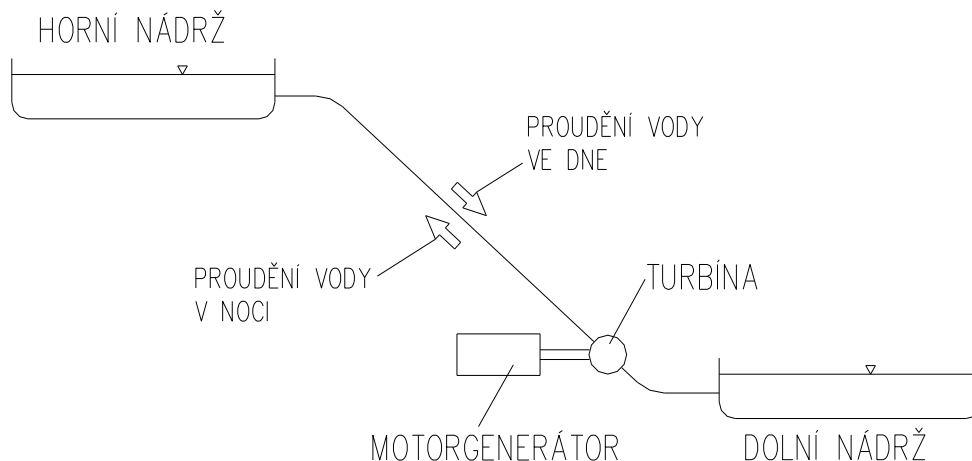
Vodní díla

Je to komplex staveb a zařízení, které tvoří hydroelektrárnu. Co do velikosti je rozdělujeme podle spádu vody na:

- Nízkotlaká vodní díla – spád vody je do 15m. Zvýšení hladiny před turbínou se obvykle řeší jezem a voda je přiváděna otevřeným náhonem.
- Středotlaká vodní díla – spád vody je od 15m do 60m. Zvýšení hladiny obstarává přehradní nádrž se sypanou nebo železobetonovou hrází. V hrázi je potrubní přivaděč, který vede vodu k turbíně.
- Vysokotlaká vodní díla – spád vody je od 60m do 1000m i více. Přehradní nádrž je umístěna mnohem výše než vlastní turbína. Z nádrže do turbíny je voda vedena zvláštním potrubím.

Akumulační vodní díla

Mají horní a dolní vodní nádrž. Tyto jsou spojeny potrubím a u dolní nádrže je strojovna vybavená reverzační vodní turbínou (umí pracovat i jako čerpadlo) a motorgenerátorem.

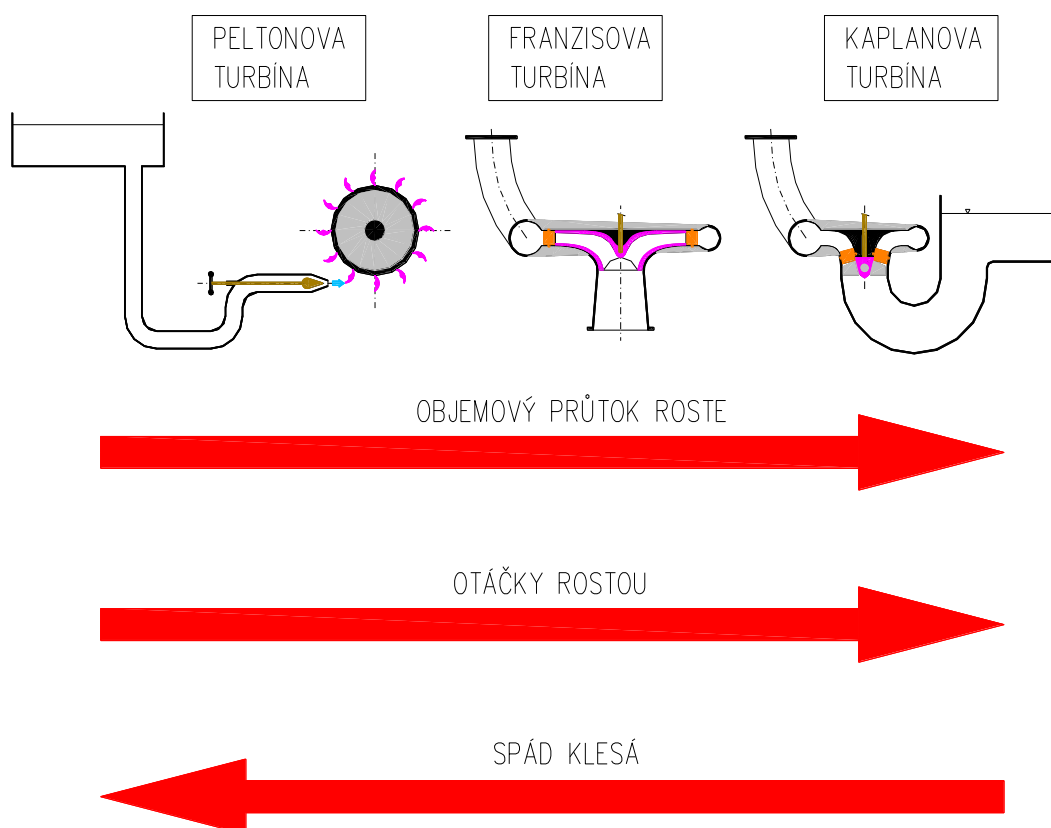


V době energetické špičky teče voda samospádem z horní nádrže do dolní, roztáčí turbínu, ta pohání motorgenerátor a ten vyrábí elektřinu. V době přebytku energie v síti (v noci) motorgenerátor pohání oběžné kolo turbíny, která v té chvíli pracuje jako čerpadlo a vrací vodu z dolní nádrže do horní.

Přečerpávací elektrárny jsou tedy pouze energetickými akumulátory, které dočasně skladují energii primárně vyrobenou v jiných elektrárnách.

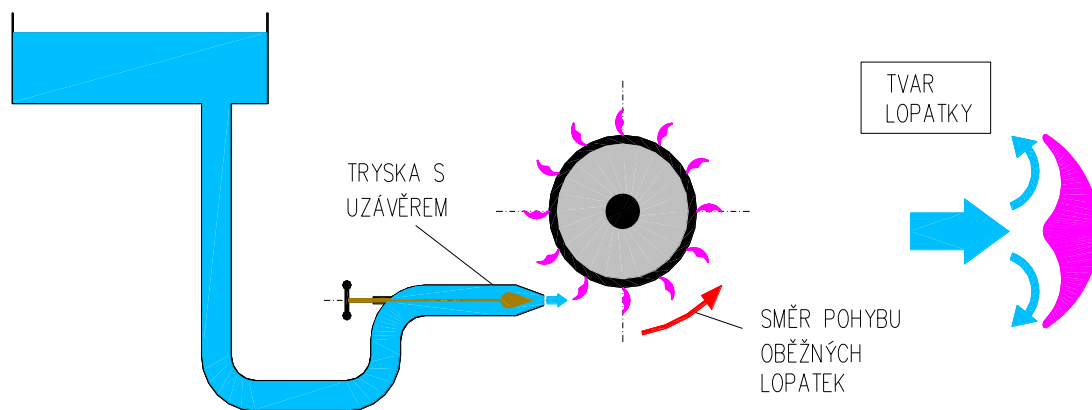
Nejznámější přečerpávací vodní elektrárnou v Česku je vodní dílo Dlouhé Stráně v Jeseníkách. Je vybavena dvojicí Francisových turbín o výkonu 2x325 MW a rozdíl hladin mezi její horní a dolní nádrží je 547 metrů.

Druhy vodních turbín



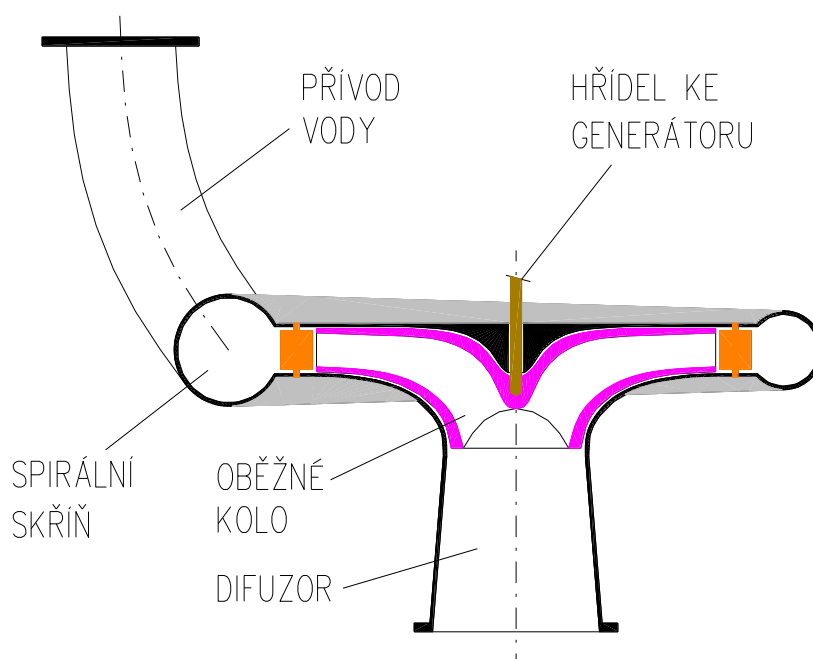
Peltonova turbína

Vzdáleně připomíná mlýnské kolo. Je rovnotlaká a určena pro největší spády vody (až 1000m) a relativně malé objemové průtoky Q_v . Její oběžné kolo má lopatky ve tvaru jakýchsi dvojitých misek a voda je do ní přiváděna tryskou. Je-li nutné turbínu odstavit, nejprve se pomocí zvláštní desky odkloní proud vody, a pak se tryska uzavře.



Francisova turbína

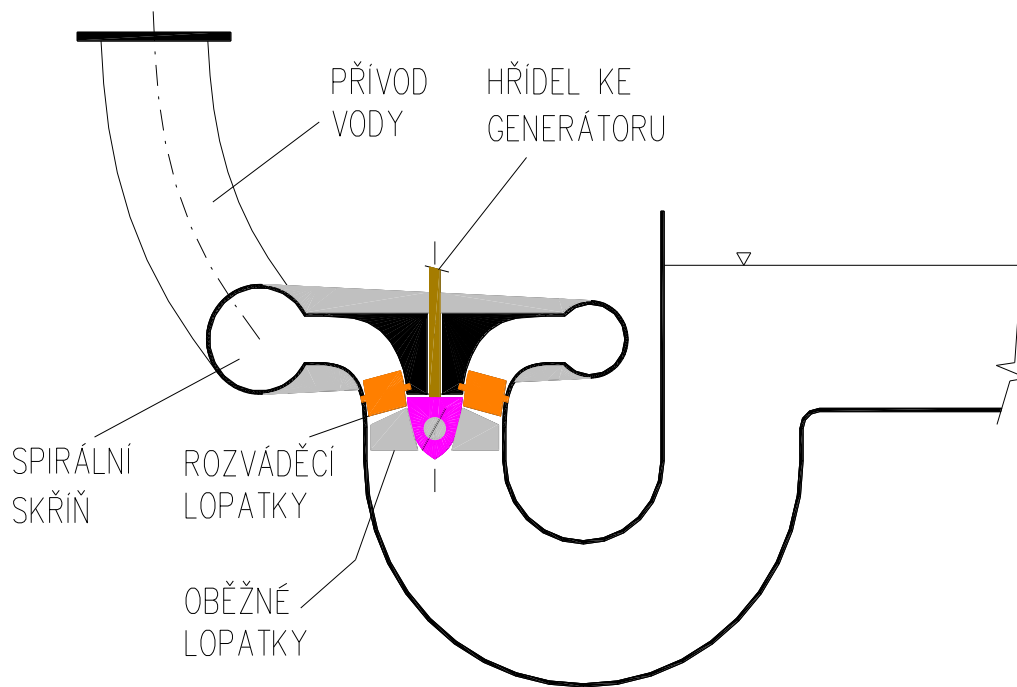
Je radiální. Používá se pro spády vody do 600m. Svým tvarem připomíná radiální hydrodynamické čerpadlo. Oběžné kolo má pevné lopatky, rozváděcí lopatky jsou naklápěcí. Jimi se turbína reguluje. Jedná se o přetlakovou turbínu.



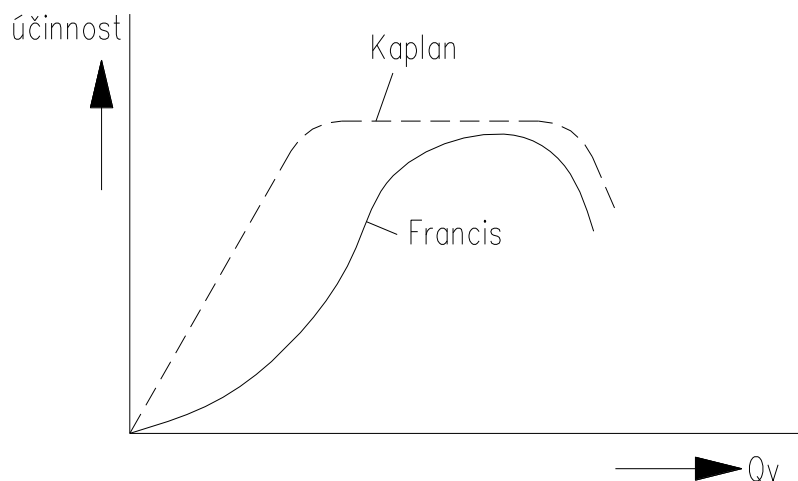
Kaplanova turbína

Je axiální. Používá se pro malé spády vody do 60m. Na rozdíl od turbíny Francisovy má naklápěcí jak rozváděcí tak i oběžné lopatky. Díky tomu je regulovatelná ve velkém rozsahu objemového průtoku vody Q_v . Má vysokou účinnost i při malých průtocích. Jedná se o přetlakovou turbínu.

Z důvodu nebezpečí kavitace bývá její oběžné kolo často situováno pod úroveň hladiny vody v odpadním kanále.



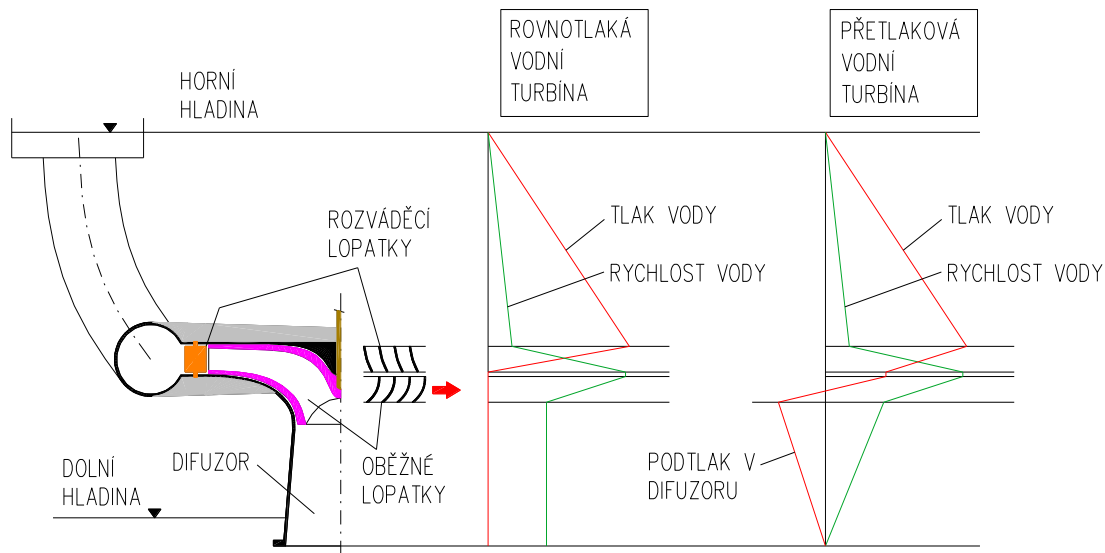
Srovnání účinnosti η Kaplanovy a Francisovy vodní turbíny.



Výpočet výkonu vodní turbíny

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly, u rovnotlakých turbín se v rozváděcích lopatkách přemění polohová energie protékající vody na energii kinetickou, načež v oběžných lopatkách se pak tato kinetická energie přemění na energii mechanickou rotačního pohybu. U přetlakových turbín se v rozváděcích lopatkách jen část polohové energie vody přemění na energii kinetickou, a v oběžných lopatkách se pak na mechanickou energii rotačního pohybu přemění jak tato kinetická energie, tak i zbylá tlaková energie vody.

Graficky se to dá znázornit takto:



Pro měrnou energii u rovnotlaké vodní turbíny platí:

$$Y = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2} = g \cdot H_{už}$$

Pro užitečný spád vody pak platí:

$$H_{už} = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2g}$$

Pro měrnou energii u přetlakové vodní turbíny platí:

$$Y = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2} + \frac{p_1 - p_2}{\rho} = g \cdot H_{už}$$

Pro užitečný spád vody pak platí:

$$H_{už} = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2g} + \frac{p_1 - p_2}{g \cdot \rho}$$

Užitečný spád lze zvýšit přidáním rozšiřující se výstupní trubky (difuzoru) z turbíny. Docílí se pak podtlak p_2 na výstupu z turbíny.

Výkon vodní turbíny vypočteme ze vztahu:

$$P = Q_V \cdot \rho \cdot Y \cdot \eta_c$$

Účinnost η_c je u vodních turbín velmi vysoká. Běžně dosahuje hodnot 0,9 až 0,93. Přetlakové vodní turbíny ji mají vyšší než ty rovnotlaké.