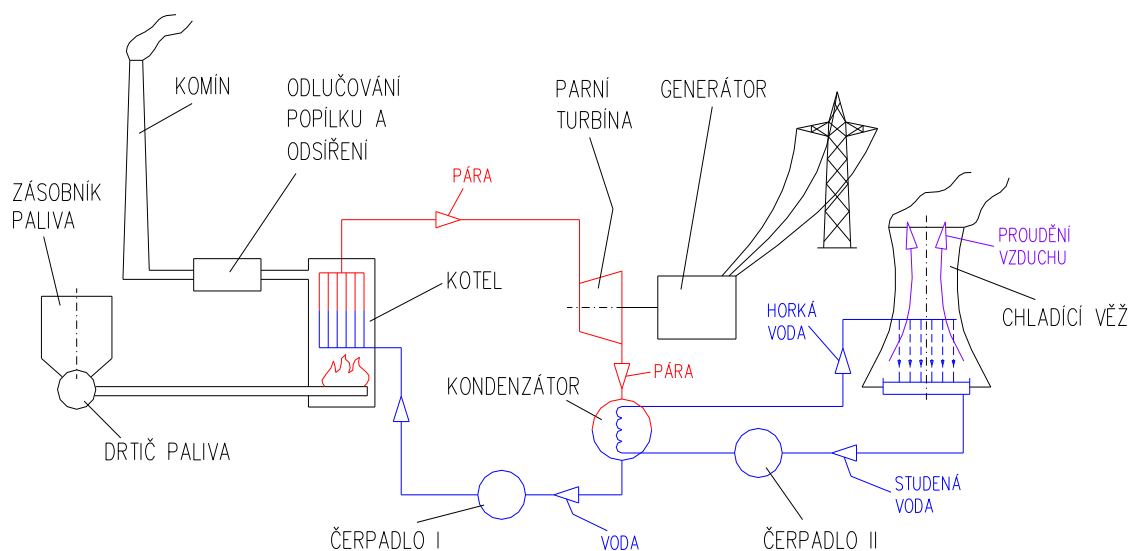


# Parní turbíny

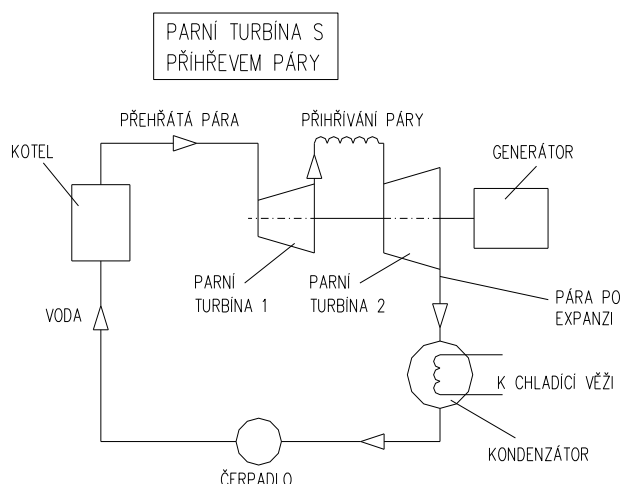
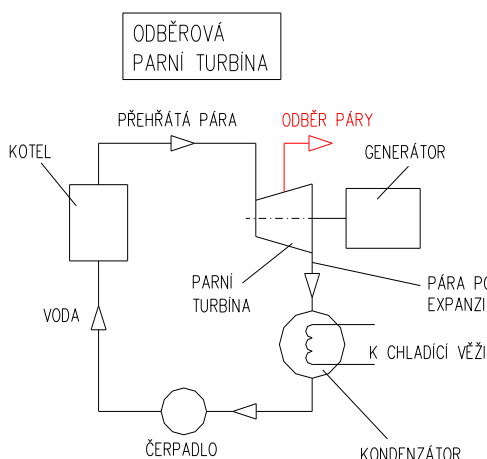
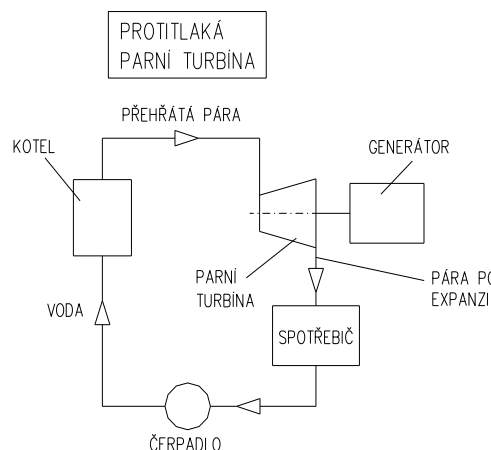
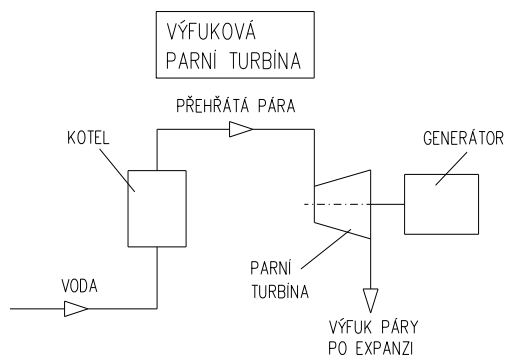
Jsou to axiální lopatkové stroje, v nichž se tlaková energie páry mění na energii kinetickou a ta se pak mění na mechanickou energii rotačního pohybu. Vyskytují se především v tepelných a jaderných elektrárnách, kde slouží k pohonu generátorů elektrického proudu. Ve světě se také používají k pohonu velkých lodí.

*Schéma uspořádání tepelné elektrárny (s kondenzační parní turbínou).*



Parní turbíny dělíme podle způsobu přeměny energie páry na:

- Výfukové – používají se pro malé výkony. Mají otevřený parní okruh, kdy je spotřebovaná pára volně vypouštěna do ovzduší.
- Kondenzační – jsou nejčastější. Pára v turbíně vyexpanduje až do hlubokého podtlaku 0,003 MPa. Nutností je zařazení kondenzátoru za turbínu.
- Protitlaké – pára v turbíně neexpanduje do podtlaku. Po průchodu turbínou je použita k jiným účelům, např. k vytápění.
- Odběrové – v průběhu expanze páry v turbíně se její malá část odebírá pro jiné technologické účely.
- S přehříváním páry – turbína je rozdělena na dvě části. Po průchodu první částí je pára odvedena zpět do kotle, kde je přehřívána, a pak teprve projde druhou částí parní turbíny.

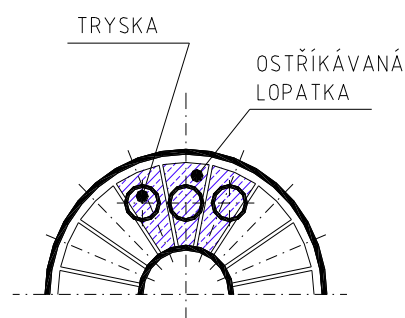
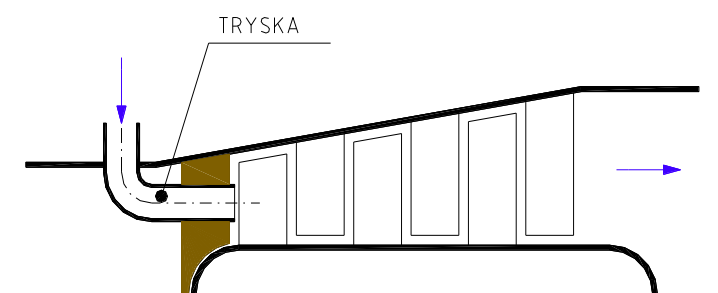


Podle tlaku na výstupu parní turbíny dělíme na:

- Rovnotlaké – na vstupu i na výstupu z oběžného kola je stejný tlak páry.
- Přetlakové – na vstupu do oběžného kola turbíny má pára vyšší tlak, než na výstupu z něj.
- Kombinované – takto se řeší velké turbíny. Nejprve je několik rovnotlakých stupňů (asi tak 3) a pak následuje podstatně větší počet stupňů přetlakových.

## Parciální ostřík

Parní turbíny mívají obvykle mnoho pracovních stupňů (třeba i 30). Každý stupeň je přitom tvořen věncem rozváděcích i oběžných lopatek. U většiny pracovních stupňů je pára trvale rozváděna na všechny lopatky oběžného kola – mají tedy totální (úplný) ostřík. U prvního pracovního stupně parní turbíny ale totální ostřík obvykle nelze docílit. Do něj pára vstupuje několika zvláštními tryskami a dosáhne pouze na několik málo lopatek oběžného kola. Mluvíme proto o parciálním (částečném) ostříku.



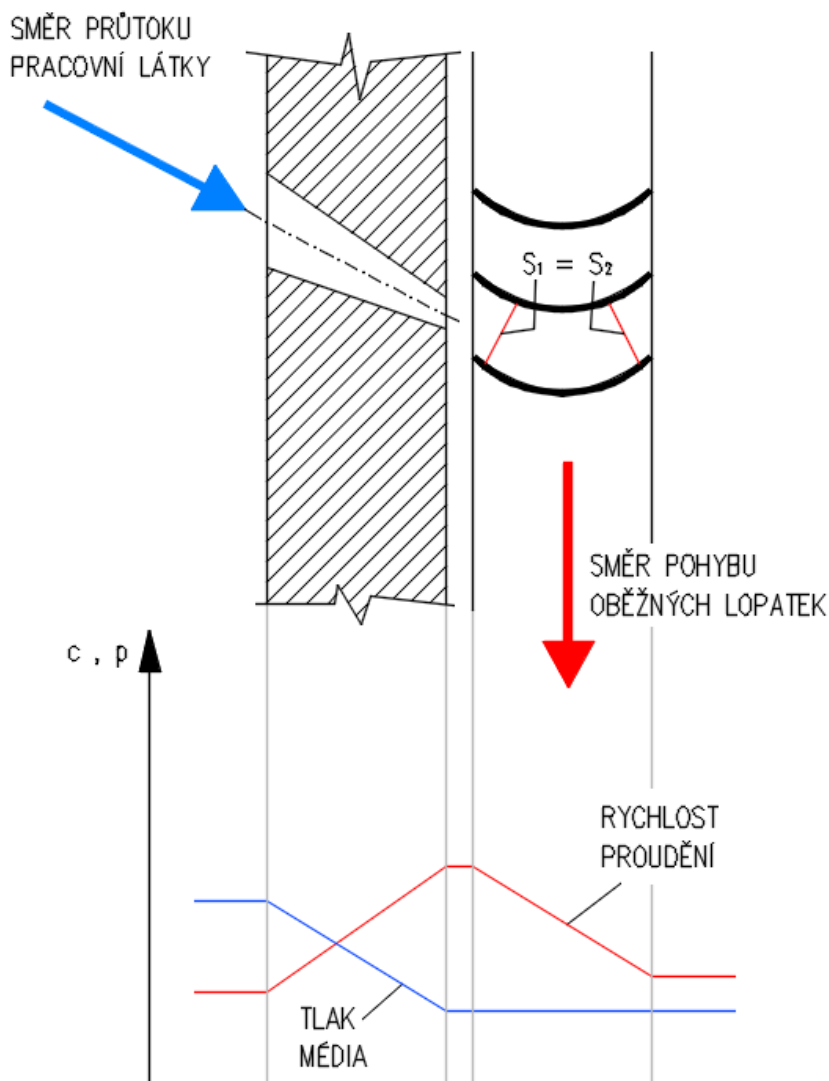
## Expanze páry v rovnotlakém stupni parní turbíny

Probíhá pouze v rozváděcích lopatkách rovnotlakého stupně. Tlak páry zde prudce klesá, její rychlost naopak roste – tlaková energie páry se tedy mění na kinetickou. Po průchodu rozváděcími lopatkami pára přechází do oběžných lopatek. Tady již svůj tlak nemění, ale významně sníží svou rychlost. Velká část kinetické energie páry se v oběžném kole turbíny přemění na mechanickou energii rotačního pohybu.

Měrná energie na rovnotlakém stupni:

$$Y = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2} \quad \left[ \frac{J}{kg} \right]$$

V rovnotlakém oběžném kole jsou lopatky tvarovány tak, aby mezilopátkové mezery měly stále stejnou šířku.



## Expanze páry v přetlakovém stupni parní turbíny

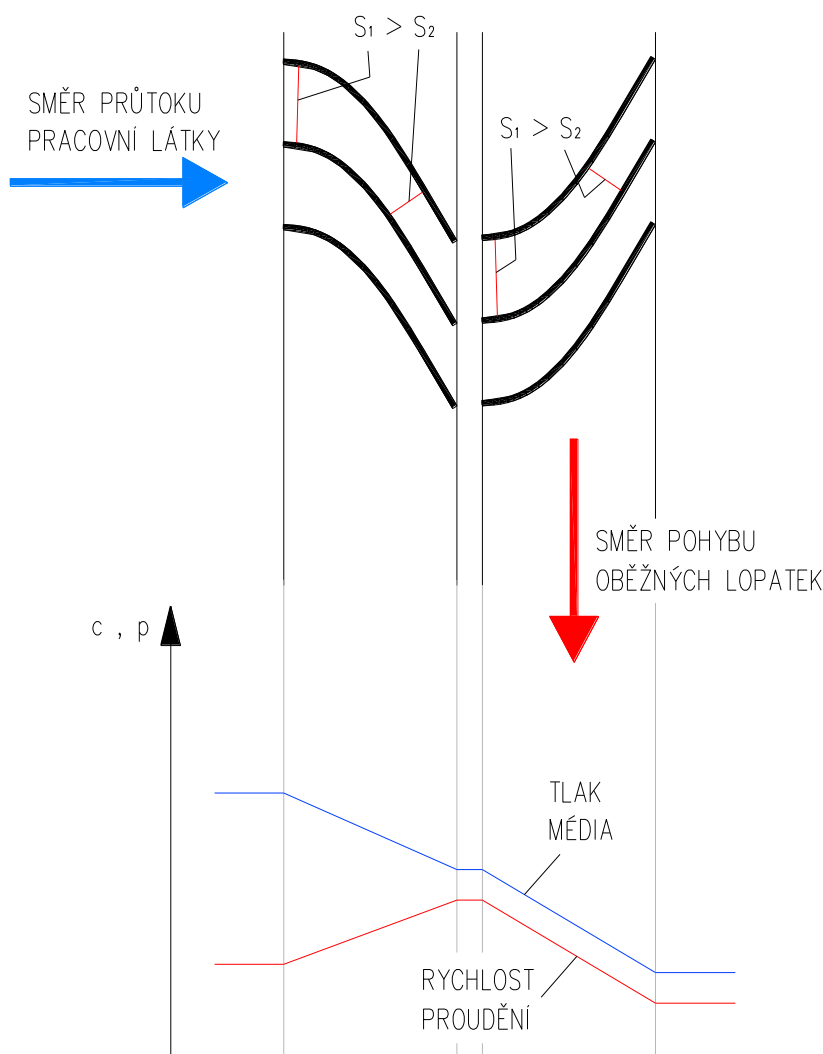
Probíhá jak v rozváděcích, tak i v oběžných lopatkách přetlakového stupně. Tlak páry v rozváděcích lopatkách klesne jen částečně – jen část tlakové energie páry se změní na kinetickou. Rychlost páry se zvýší.

Po přechodu do oběžných lopatek pára dále expanduje. Její tlak dále klesne a sníží se i její rychlost. Další část tlakové energie a většina kinetické energie páry se tedy v oběžných lopatkách turbíny přemění na mechanickou energii rotačního pohybu.

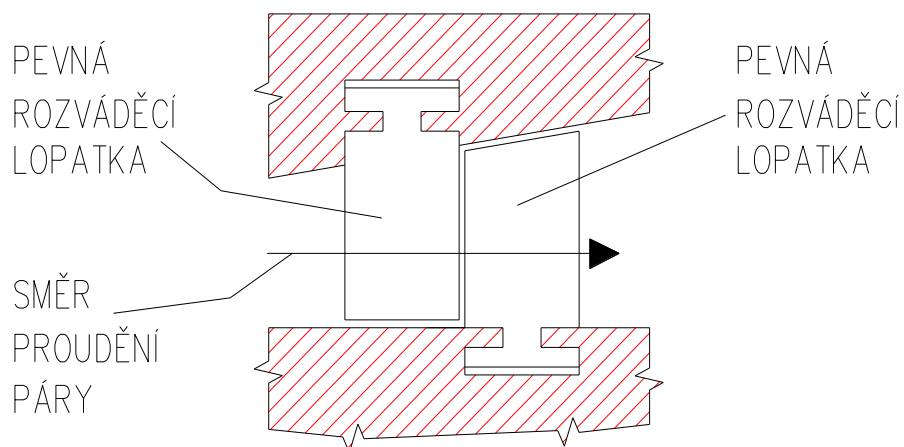
Měrná energie na přetlakovém stupni:

$$Y = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2} + \frac{p_1 - p_2}{\rho} \quad \left[ \frac{J}{kg} \right]$$

V přetlakovém oběžném kole jsou lopatky tvarovány tak, aby se mezilopátkové mezery zužovaly.



Mezilopátkové vůle (těsnící štěrbiny) mezi oběžnými lopatkami přetlakového stupně a ostatními nehybnými částmi parní turbíny musí být co nejmenší, aby se minimalizovaly tlakové ztráty.



## Výkon parní turbíny

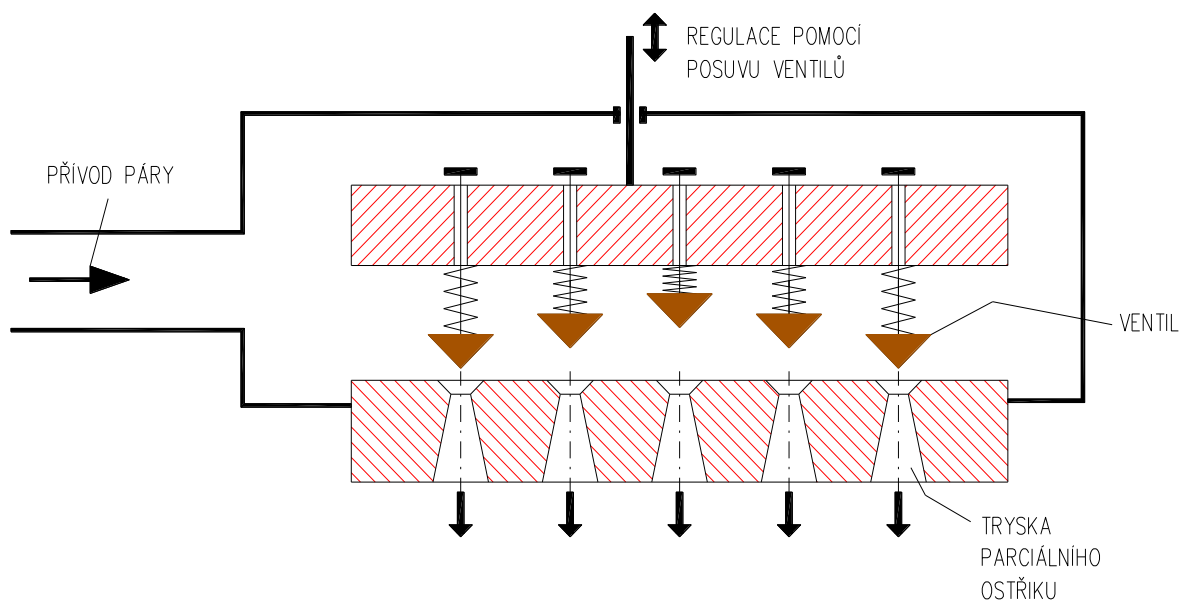
Zde platí stejný vztah, jako u ostatních turbín:

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

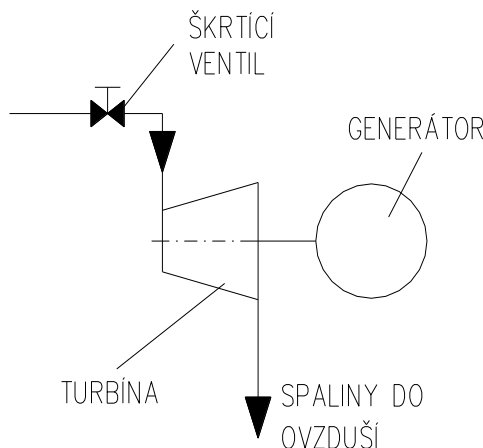
## Regulace parních turbín

Zde rozlišujeme mezi kvantitativní regulací (měníme množství páry) a regulací kvalitativní (měníme obvykle její tlak).

Při **kvantitativní regulaci** měníme hmotnostní průtok páry přiváděné do turbíny. Obvykle to provádíme postupným zavíráním trysek parciálního ostříku prvního stupně turbíny.



Při **kvalitativní regulaci** měníme tlak páry přiváděné do turbíny. Provádíme to pomocí škrticího ventilu v přiváděcím potrubí.



## Kondenzace páry

Velká většina dnes používaných parních turbín jsou turbíny kondenzační. Princip je v tom, že na výstup páry z turbíny je připojen kondenzátor, který průběžně vysává páru z turbíny a tím na jejím posledním pracovním stupni docílí hluboký podtlak až 0,003 MPa. Při takovém podtlaku je pára plynná i při teplotě třeba jen 20°C. Expanze páry v kondenzační parní turbíně pak probíhá v celkovém rozsahu tlaku od cca 25 MPa (při teplotě asi 550°C – přehřátá pára) do výše zmíněných 0,003 MPa (při 20°C). Turbína pak má nejvyšší možnou účinnost 35 až 40%.

Kondenzátor páry je vlastně tepelný výměník, ve kterém výstupní pára z turbíny odevzdá své skupenské teplo vodě v chladicím okruhu elektrárny a zkondenzuje na vodu. A protože této vody je co do objemu mnohem méně než páry na výstupu z turbíny, vede celý proces k permanentnímu vysávání páry z turbíny a k udržování stálého podtlaku na jejích závěrečných stupních. Zkondenzovaná voda je pak z kondenzátoru pomocí čerpadla navracena zpět do kotle elektrárny k opětovnému ohřevu.

Teplá voda v chladicím okruhu elektrárny se pak pomocí čerpadla přivádí do chladicích věží, kde se sprchováním proti proudu vzduchu opět ochladí.

