



Elektrárny

A2B13PEL



Dělení a provoz výroben elektrické energie

- Dle typu technologie
 - klasické tepelné (parní) elektrárny
 - na fosilní paliva
 - biomasu
 - paro-plynové elektrárny (elny s PPC)
 - jaderné elektrárny (JE)
 - větrné elektrárny (VTE)
 - fotovoltaika (FVE)
 - vodní elektrárny (VE)
 - spalovací elektrárny
 - ostatní (geoterm., příliv...)





Centralizovaná výroba

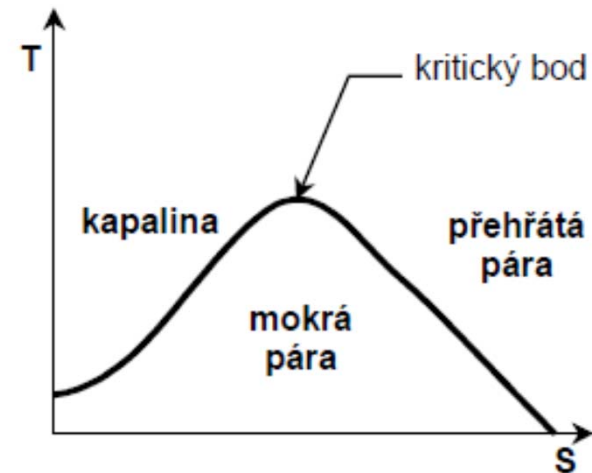
- Centralizovaná výroba elektrické energie:
 - relativně malý počet zdrojů o velkém výkonu
 - nízká cena za 1 kW instalovaného výkonu
 - negativní dopad výpadku velkého zdroje na síť
 - přeprava elektřiny na velké vzdálenosti znamená větší ztráty





Základy termodynamiky

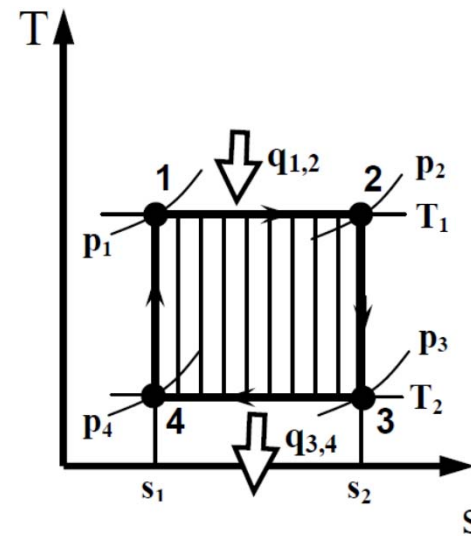
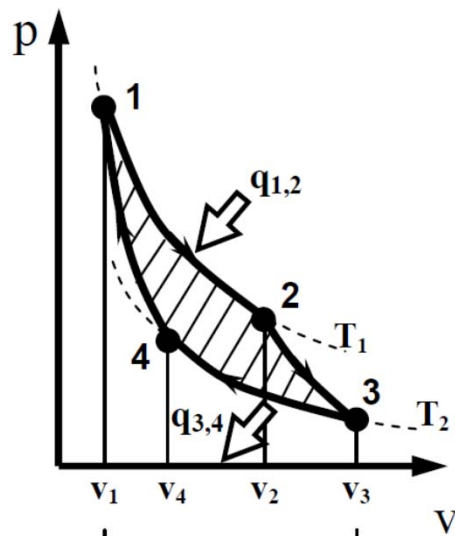
- Entalpie i ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$)
 - „tepelný obsah“, součet vnitřní a mechanické energie látky
 - $di = du + d(pv) = du + p\cdot dv + v\cdot dp = dq + v\cdot dp$
- Entropie s ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
 - kvantitativně vyjadřuje nevratnost tepelných pochodů v soustavě látek – míru neuspořádanosti systému
 - $dq = T\cdot ds$
 - s roste – nevratný proces (ireverzibilní)
 - $s = \text{konst.}$ – vratný proces (reverzibilní)
 - celková entropie uzavřeného systému se nemůže nikdy změnit
- Tepelný oběh
 - sled změn, po nichž se soustava dostane do původního stavu (uzavřená křivka)
 - Izoterma ($T = \text{konst.}$)
 - Izochora ($v = \text{konst.}$)
 - Izobara ($p = \text{konst.}$)
 - Izoentropa ($s = \text{konst.}$)
 - Adiabatická změna
 - mezi danou soustavou a prostředím se nevyměňuje teplo





Carnotův oběh

- Největší účinnost, vratný děj
- Jen pro ideální plyny (přibližně realizovatelný v oblasti mokré páry)
- 4 vratné změny pracovní látky:
 - izotermická expanze (při teplotě ohřívacího tělesa T_1) [1→2] {ohřev v kotli}. Do systému se přivádí teplo q_p .
 - adiabatická expanze (při poklesu teploty z T_1 na T_2) [2→3] {turbína}
 - izotermická komprese (při teplotě T_2 ochlazovacího tělesa) [3→4] {kondenzátor}. Odvod tepla q_o ze systému.
 - adiabatická komprese (mezi teplotami T_1 a T_2) [4→1] {stlačení v čerpadle (kompresoru)}



PEL

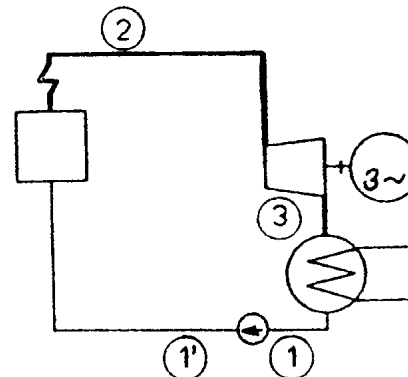
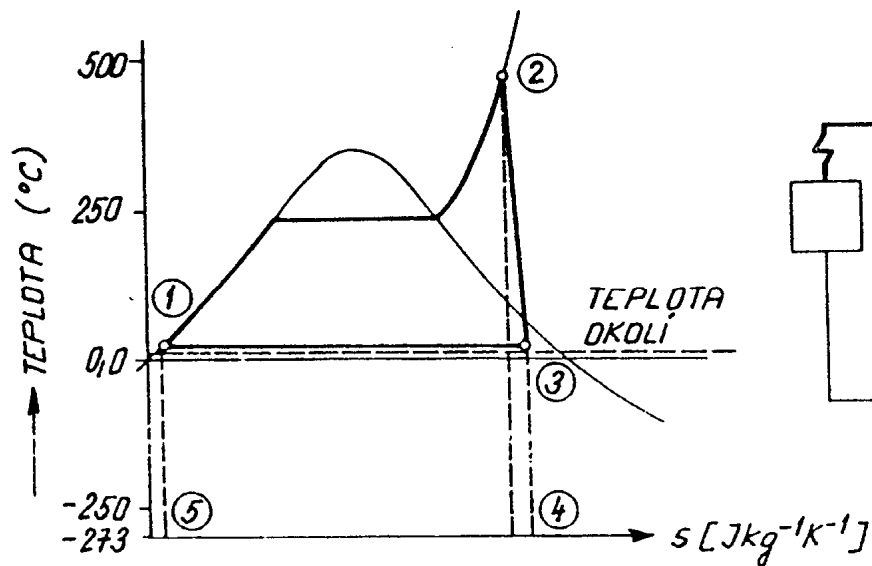
- Účinnost

$$\eta = \frac{q_p - q_o}{q_p} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$



Clausius-Rankinův oběh - parní

- Využívá skupenské změny mezi kapalinou a párou
⇒ úplná kondenzace páry na kapalinu
- Příkon napájecího čerpadla je podstatně menší než příkon kompresoru!
 - 1→1'... stlačení kapaliny na pracovní tlak {čerpadlo}
 - 1→2 ... dodání tepla Q_p {kotel} = ohřev na bod varu + izotermické odpaření + přehřátí páry
 - 2→3 ... adiabatická expanze {parní turbína}
 - 3→4 ... izotermická kondenzace {kondenzátor} , odvod tepla Q_o



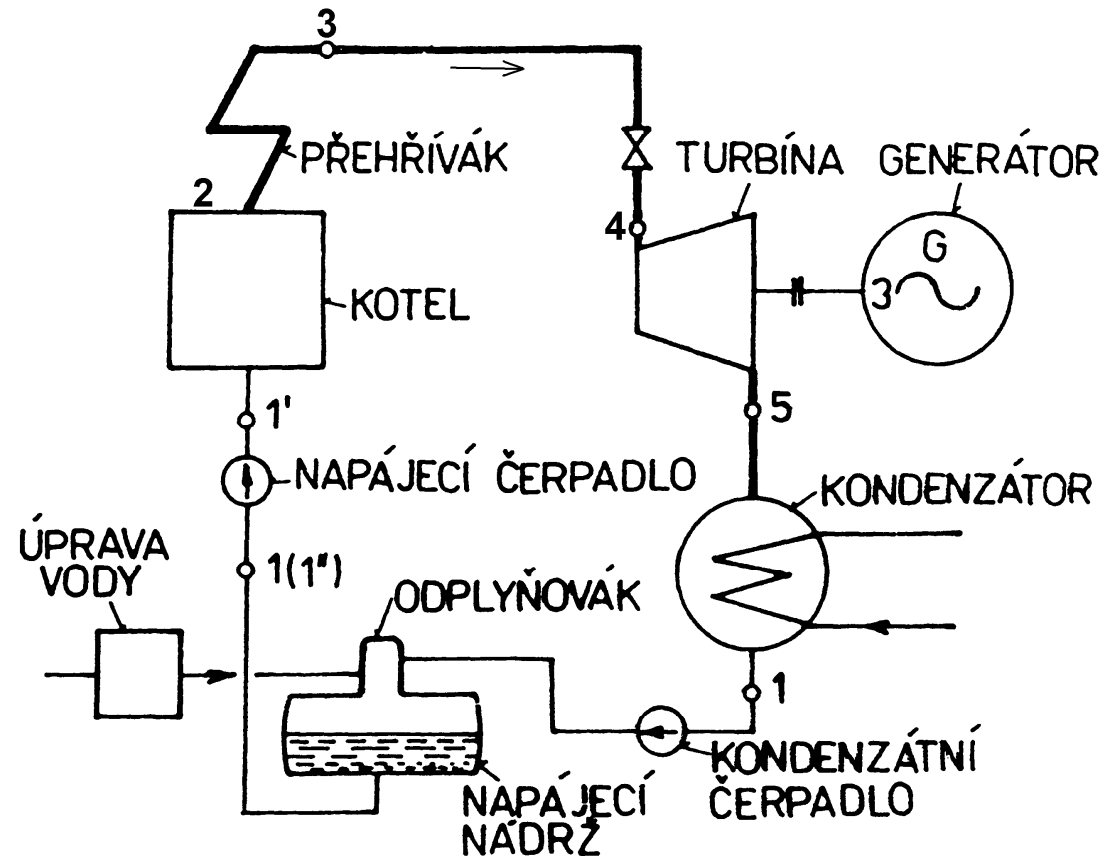
Přivedené teplo: $q_p = i_2 - i_1$
 Odvedené teplo: $q_o = i_3 - i_1$
 Práce čerpadla: $a = (p_2 - p_1) \cdot v$
Účinnost:

$$\eta = \frac{q_p - q_o}{q_p} = \frac{i_2 - i_3 - (p_2 - p_1) \cdot v}{i_2 - i_1 - (p_2 - p_1) \cdot v}$$



Elektrárna s kondenzační turbínou

- Typ turbíny: kondenzační - chlazení výstupní páry z turbíny v kondenzátoru
- Kondenzát: 25 – 40 °C
- Napájecí voda: > 104 °C [vypuzení plynů (vzduchu, kyslíku) → koroze !] ⇒
- ~ 200 °C = kondenzáty + přídavková voda na krytí ztrát ve výrobním okruhu páry a vody

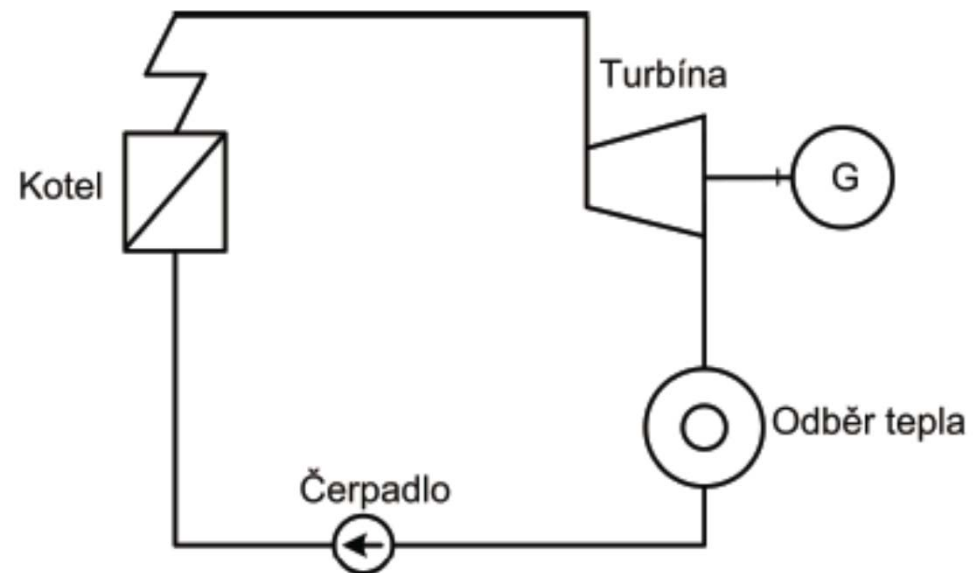


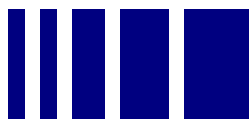


Elektrárna s protitlakou turbínou (teplárna)

- **Typ turbíny:** protitlaká – pára z turbíny je využitelná pro teplárenský provoz
- **Nevýhoda:** Přímá závislost el. výkonu generátoru na tepelném zatížení spotřebiče v protitlaké síti turbíny.
- Pára z výstupu turbíny využita v ohřívácích pro teplárenský provoz kondenzuje za obdobných podmínek jako v kondenzátoru v ohříváku topné vody. Předává však teplo topné vodě a teplota kondenzátu je tedy vyšší – cca 100°C.
- Vzhledem k využitému předanému teplu skupenské změny pára-voda je protitlaká turbína při chodu na jmen. parametrech neúčinnější.

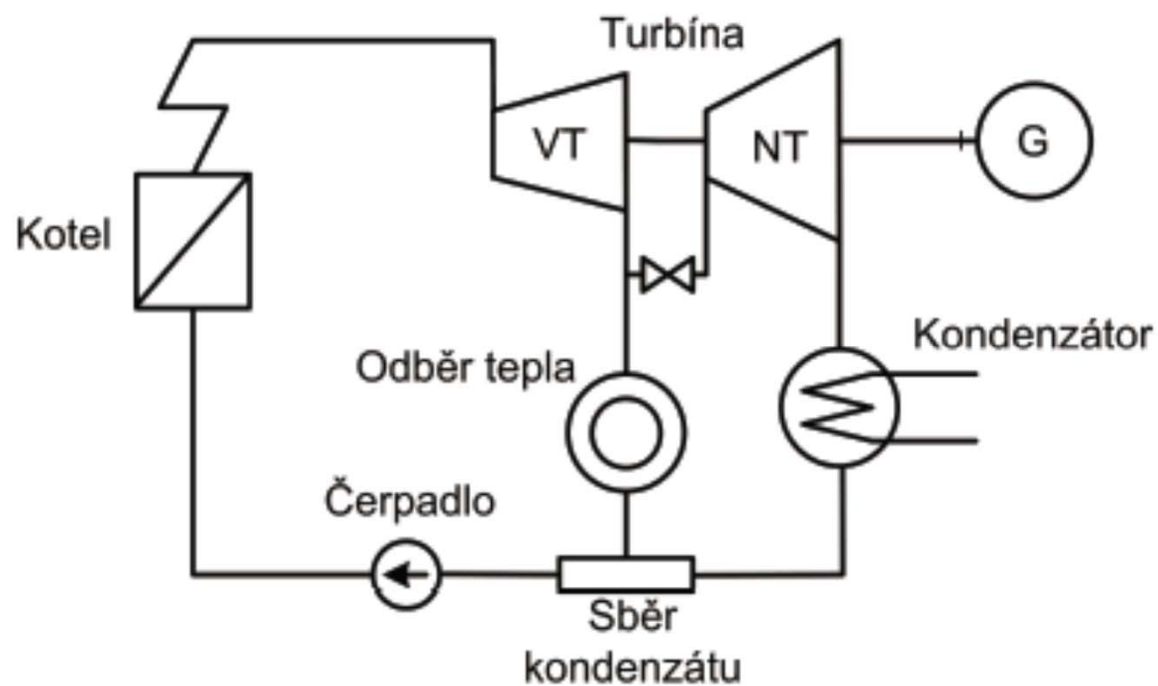
$$\frac{Q}{P_{el}} = konst$$





Elektrárna s odběrovou turbínou

- Kombinovaná výroba el. a tepel. energie (kondenzační elektrárna + teplárna) ⇒ turbína s dvěma odběry
- Elektrárna s teplotěnským provozem
- Výhoda: El. výkon se může měnit v širokém rozsahu daném vt turbíny, nezávisle na zatížení tepelného spotřebiče (odběru tepla)





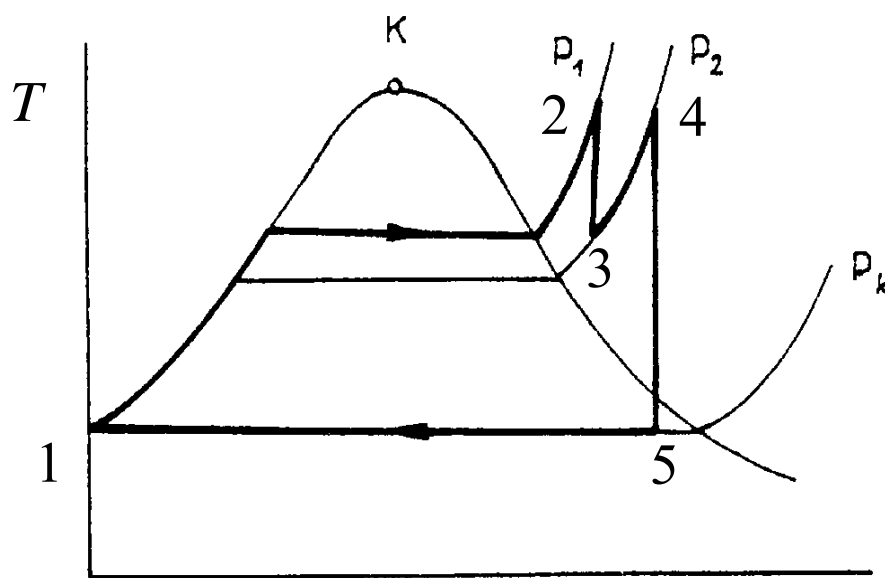
Zvyšování termické účinnosti C-R oběhu

- **přihřívání páry**
 - **zopakování části oběhu s nejvyšší účinností**
- **rekuperace napájecí vody**
 - **eliminace části oběhu s nejnižší účinností**
- **snížení tlaku v kondenzátoru, zvýšení parametrů vstupní páry**
 - **zvýšení rozdílů teplot vstupu a výstupu**
- **zvyšování parametrů vstupní páry**



Přihřívání páry

- Částečná expanze páry ve vt (vysokotlaké) části turbíny - přehřátí páry v přehříváku - dokončení expanze v nt (nízkotlaké) části turbíny
- Výhody:
 - výrazné zvýšení účinnosti (jednostupňové přehřátí: o cca 5-7 %, druhé přehřátí: o cca 1-2 %)
 - zmenšení vlhkosti páry na konci expanze (tj. na posledních lopatkách turbíny) ⇒ zvýšení termodynamické účinnosti turbíny
 - snížení nebezpečí eroze lopatek turbíny (vodní kapky na posledních lopatkách nt části turbíny)



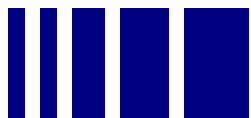
Přivedené teplo: $q_p = i_2 - i_1 + i_4 - i_3$

Odvedené teplo: $q_o = i_5 - i_1$

Práce čerpadla: $a = (p_2 - p_1) \cdot v$

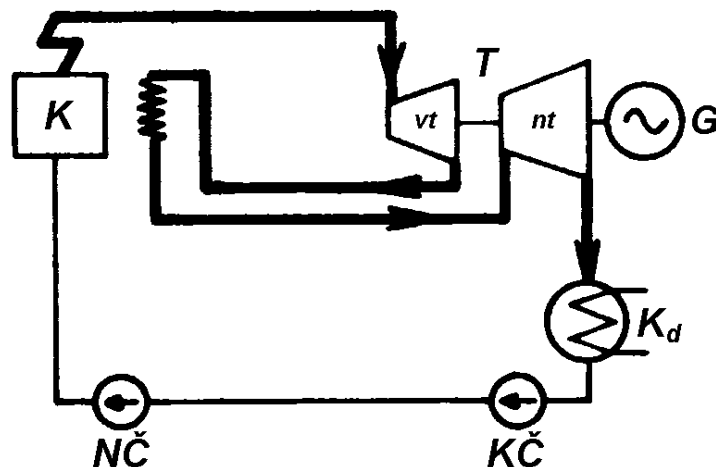
Účinnost:

$$\eta = \frac{i_2 - i_5 + i_4 - i_3 - (p_2 - p_1) \cdot v}{i_2 - i_1 + i_4 - i_3 - (p_2 - p_1) \cdot v}$$

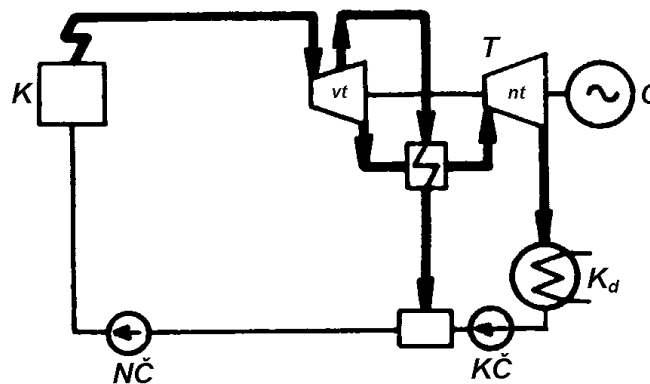
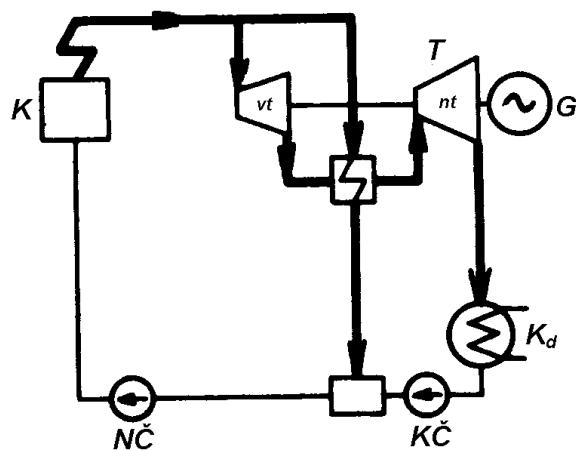


Přihřívání páry

- Přihřívání páry kouřovými plyny z kotle:



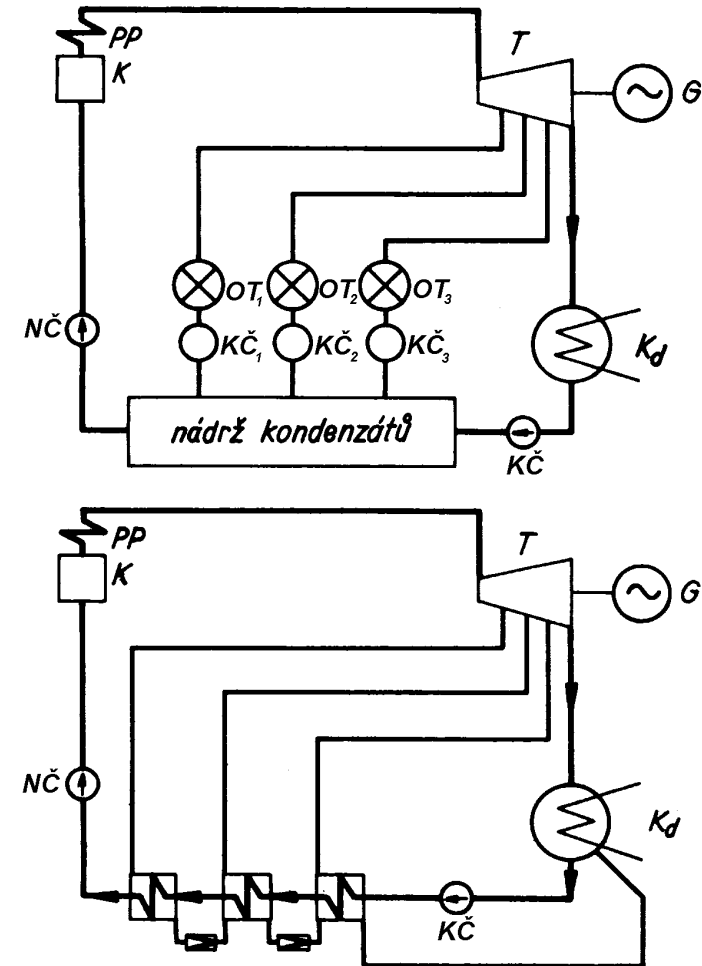
- Přihřívání páry ostrou nebo odběrovou párou:





Rekuprační ohřev napájecí vody

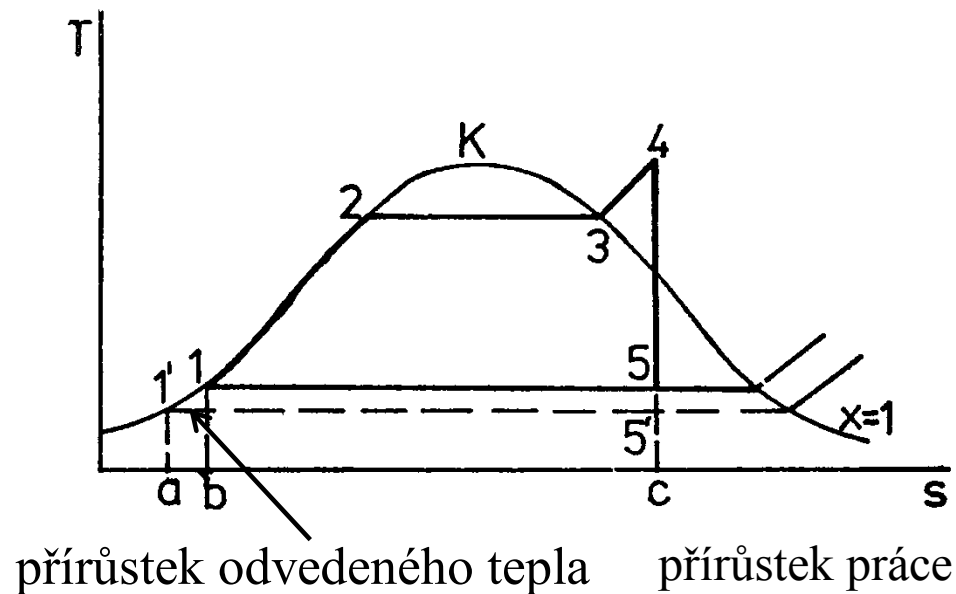
- Odebrání části páry (o vhodné teplotě) z turbíny („neregulovaný odběr“)
 - její kondenzačního teplo je pak použito na ohřev kondenzátu a napájecí vody
- Max. počet ohřivačů: 8 až 10 (pak klesá účinnost).
 - zvýšení termické účinnosti tepelného oběhu
 - postupné zmenšování množství páry v posledních stupních turbíny (⇒ menší rozměry posledního stupně turbíny, větší průtok páry ⇒ zvýšení výkonu turbíny!)





Snížení tlaku v kondenzátoru

- Snížením tlaku a teploty v kondenzátoru dosáhnou větší q_o , ale i práce – celkově se účinnost zvýší.
- Možnosti snížení tlaku v kondenzátoru:
 - snížení teploty chladicí vody (nejvýhodnější!)
 - zvětšení průtoku chladicí vody (nevýh.: zvýš. výkonu čerpadel \Rightarrow zvýš. vlastní spotřeby)
 - zvětšení teplosměnné plochy v kondenzátoru (nevýh.: zvýš. investič. nákladů)



Přivedené teplo: $q_p = i_4 - i_1$

Odvedené teplo: $q_o = i_{5'} - i_1$

Účinnost:

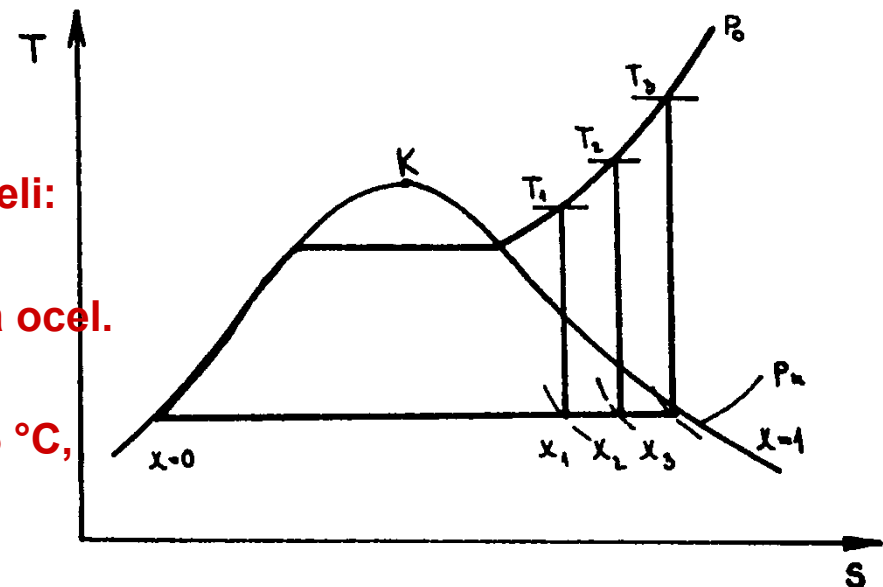
$$\eta = \frac{q_p - q_o}{q_p} =$$

$$= \frac{i_4 - i_{5'} - (p_2 - p_1) \cdot v}{i_4 - i_1 - (p_2 - p_1) \cdot v}$$



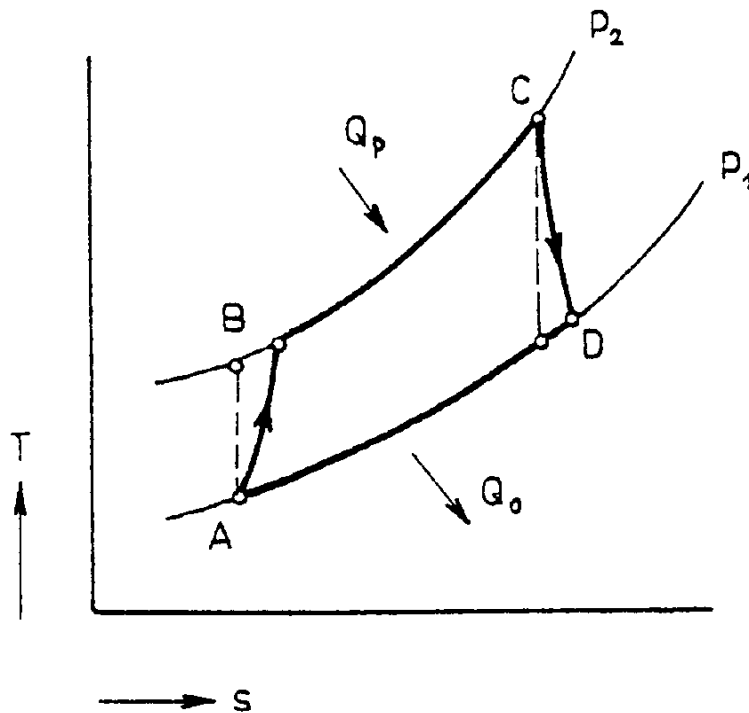
Zvyšování parametrů vstupní páry

- Vhodnou kombinací zvýšení tlaku a teploty vstupní („ostré“) páry
- Zvyšování TLAKU vstupní páry
 - Omezení:
 - Zvyšuje se vlhkost páry na konci expanze \Rightarrow snížení termodynamické účinnosti turbíny. Max. dovolená vlhkost páry na konci expanze: 12 až 14 %.
 - Omezení cirkulace v kotli. Kotle s přirozenou cirkulací: max. tlak páry 17 MPa; kotle průtláčné až 24 MPa !
- Zvyšování TEPLoty vstupní páry
 - zvýšení termické účinnosti oběhu
 - zvýšení termodynamické účinnosti turbíny (zmenší se vlhkost páry na konci expanze!)
 - Omezení:
 - pouze materiálovými možnostmi \Rightarrow Konstrukce z feriticko-perlitické oceli: max. teplota páry 535 °C. Pro vyšší teploty: vysokolegovaná austinitická ocel.
 \Rightarrow Používané teploty páry:
pro bloky 110 a 200 MW: 535 až 545 °C,
pro 500 MW: 545 °C



Jouleův (Braytonův) oběh - plynový

- A→B ... adiabatická komprese plynu {kompresor}
- B→C ... izobarický přívod tepla {spalovací komora}
- C→D ... adiabatická expanze plynu {plynová turbína}
- D→A ... izobarický odvod tepla {v uzavřených obězích v tepelném výměníku, v otevřených obězích přes atmosféru}



Přivedené teplo: $q_p = i_C - i_B$

Odvedené teplo: $q_o = i_D - i_A$

Práce: $a = (i_C - i_B) - (i_D - i_A)$

Kompresní poměr:
 $\mathcal{E} = \frac{v_A}{v_B}$

Účinnost:

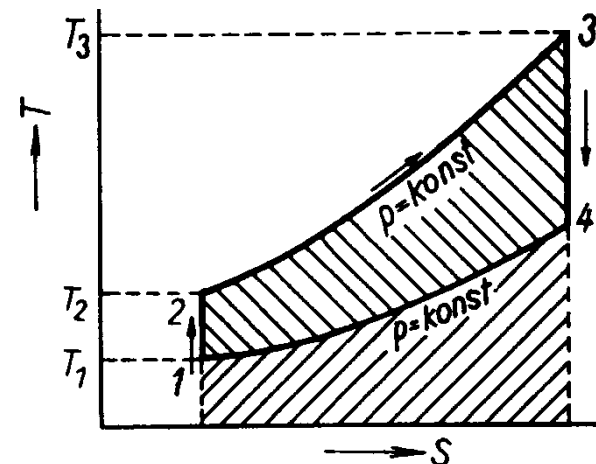
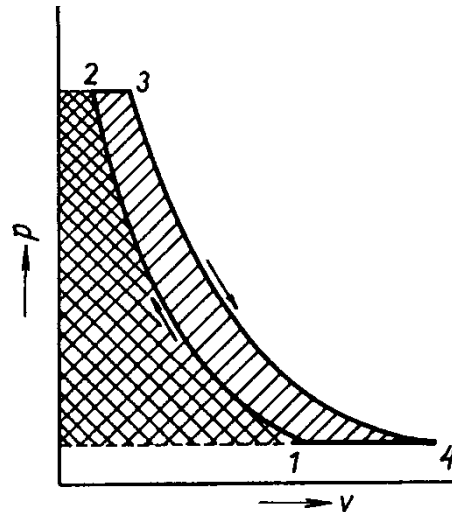
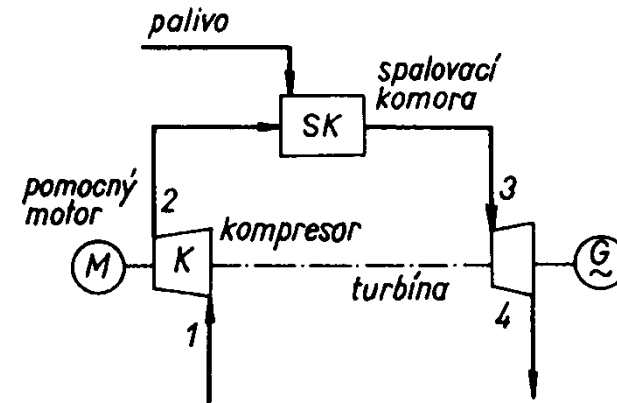
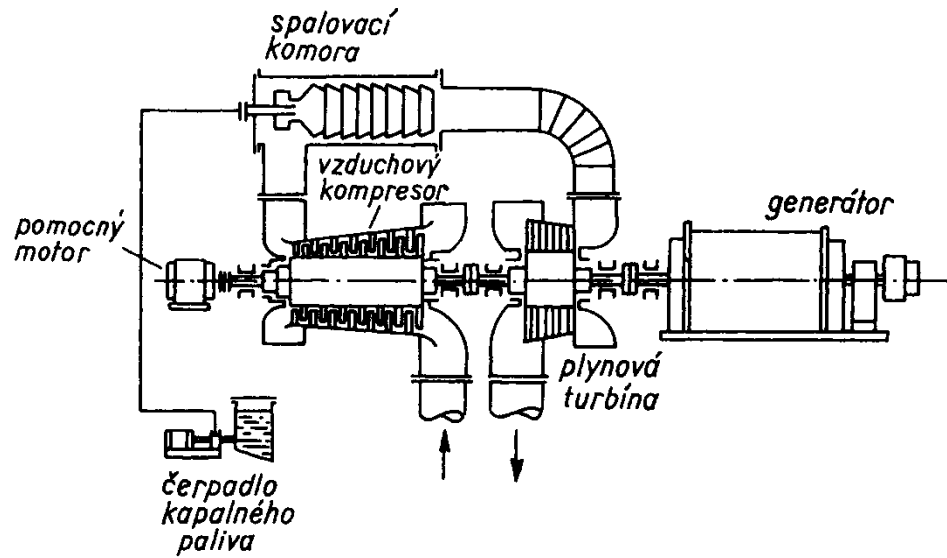
$$\eta = \frac{q_p - q_o}{q_p} = 1 - \frac{T_D}{T_C} =$$

$$= 1 - \left(\frac{p_{AD}}{p_{BC}} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 1 - \frac{1}{\mathcal{E}^{\kappa-1}}$$



Plynový oběh

- Spalovací turbína





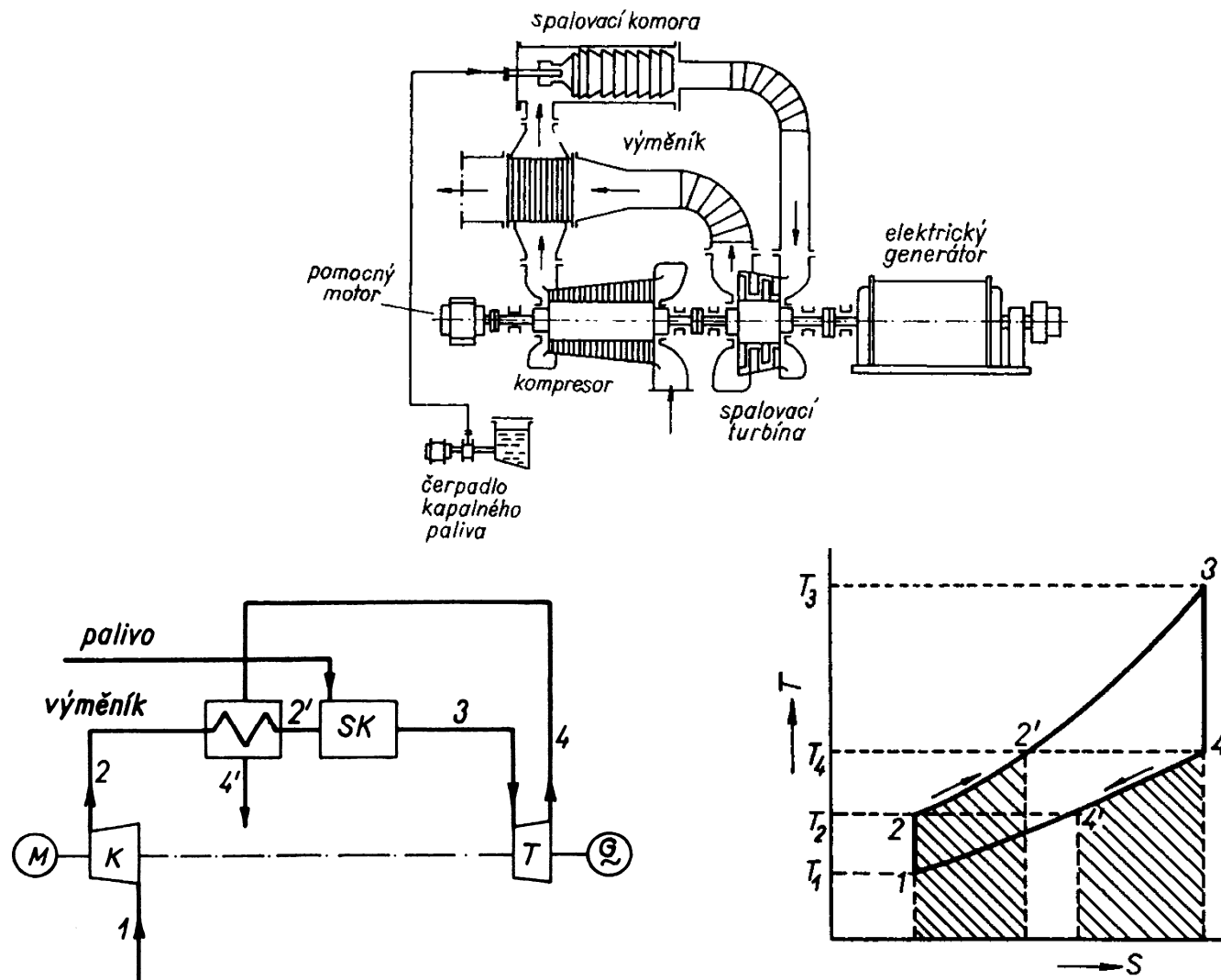
Plynový oběh

- **Výhody a nevýhody:**
 - rychlé najíždění a odstavování (výkonová pružnost)
 - nízké pořizovací náklady (malá spotřeba materiálu)
 - vysoká provozní spolehlivost
 - kompaktní uspořádání stroje, malý obestavěný prostor
 - drahé kvalitní palivo (plyn, olej)
 - náročnost na výrobu a použité materiály
 - velký příkon kompresoru: až 70 % výkonu spalovací turbíny !
 - vysoká teplota na výstupu z turbíny (\Rightarrow malá účinnost oběhu) (25 až 35 %) :
 - **Teplota spalin: $> 1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ + vzduch (chlazení) \rightarrow teplota směsi před turbínou: 600 až $800\text{ }^{\circ}\text{C}$.**



Regenerace odpadního tepla

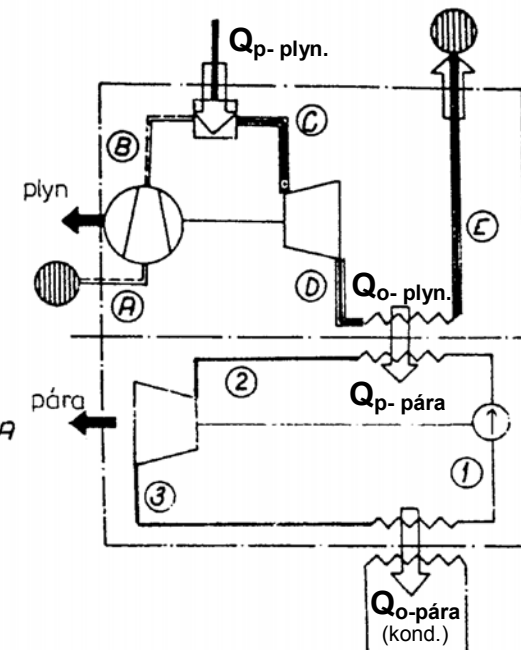
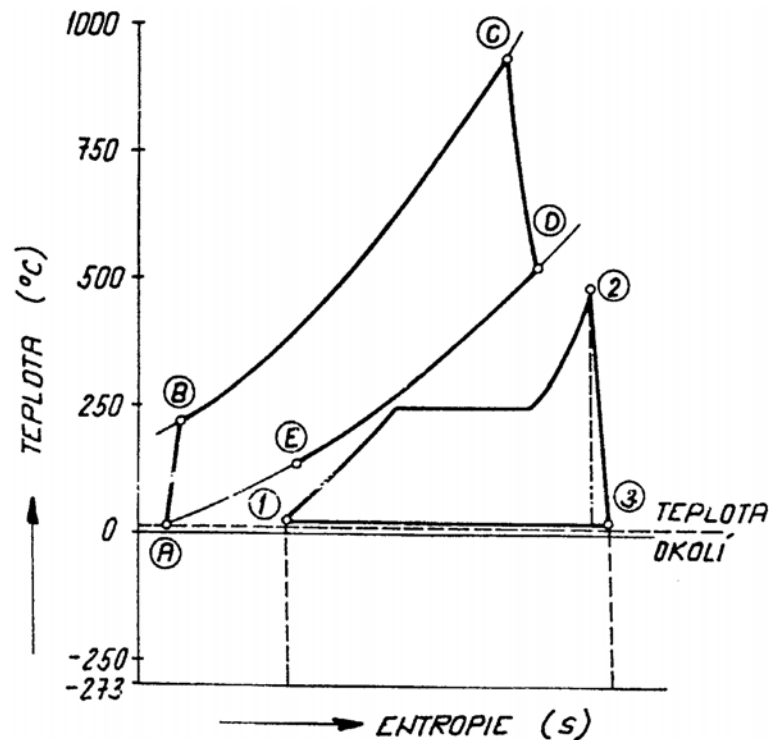
- Plyny po výstupu z turbíny ohřívají vzduch před vstupem do spalovací komory





Paroplynový cyklus

- Teploty:
 - plynové oběhy:
 - přívod tepla: 600 až 800 °C (stacionární turbíny až 1300 °C),
 - odvod tepla: vysoká teplota \Rightarrow nízká účinnost oběhu
 - parní oběhy:
 - přívod tepla: 250 až 350 °C (max. 650 °C),
 - odvod tepla: cca 30 °C
- \Rightarrow kombinace:





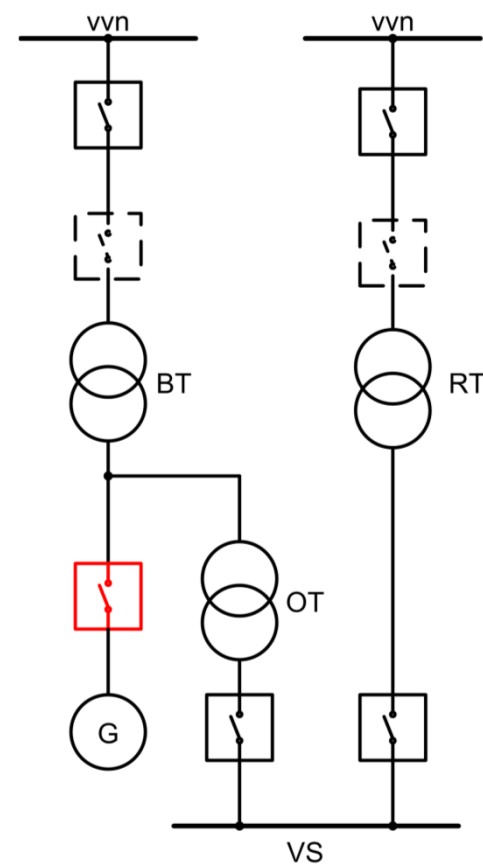
Paroplynový cyklus

- Uhelná elektrárna – příklad zapojení
- Výhody:
 - **Vyšší účinnost:**
 - elektrárna s čistě plynovým oběhem: $\eta_{el} = 0,28 - 0,38$
 - elektrárna s parním oběhem: $\eta_{el} = 0,28 - 0,42$
 - elektrárna s paroplynovým oběhem: $\eta_{el} = 0,42 - 0,58$
 - **Kompresní práce plynového oběhu se zmenšuje.**
 - Díky kondenzaci vodní páry se několikanásobně zmenšuje její objem \Rightarrow příkon napájecího čerpadla činí řádově procenta výkonu parní turbíny (u čistě plynového oběhu to jsou 2/3 hrubého výkonu turbíny !)
- Nevýhody:
 - **Nutno spalovat jakostní palivo (plyn, olej) v plynové části oběhu.**



Elektrické části elektráren

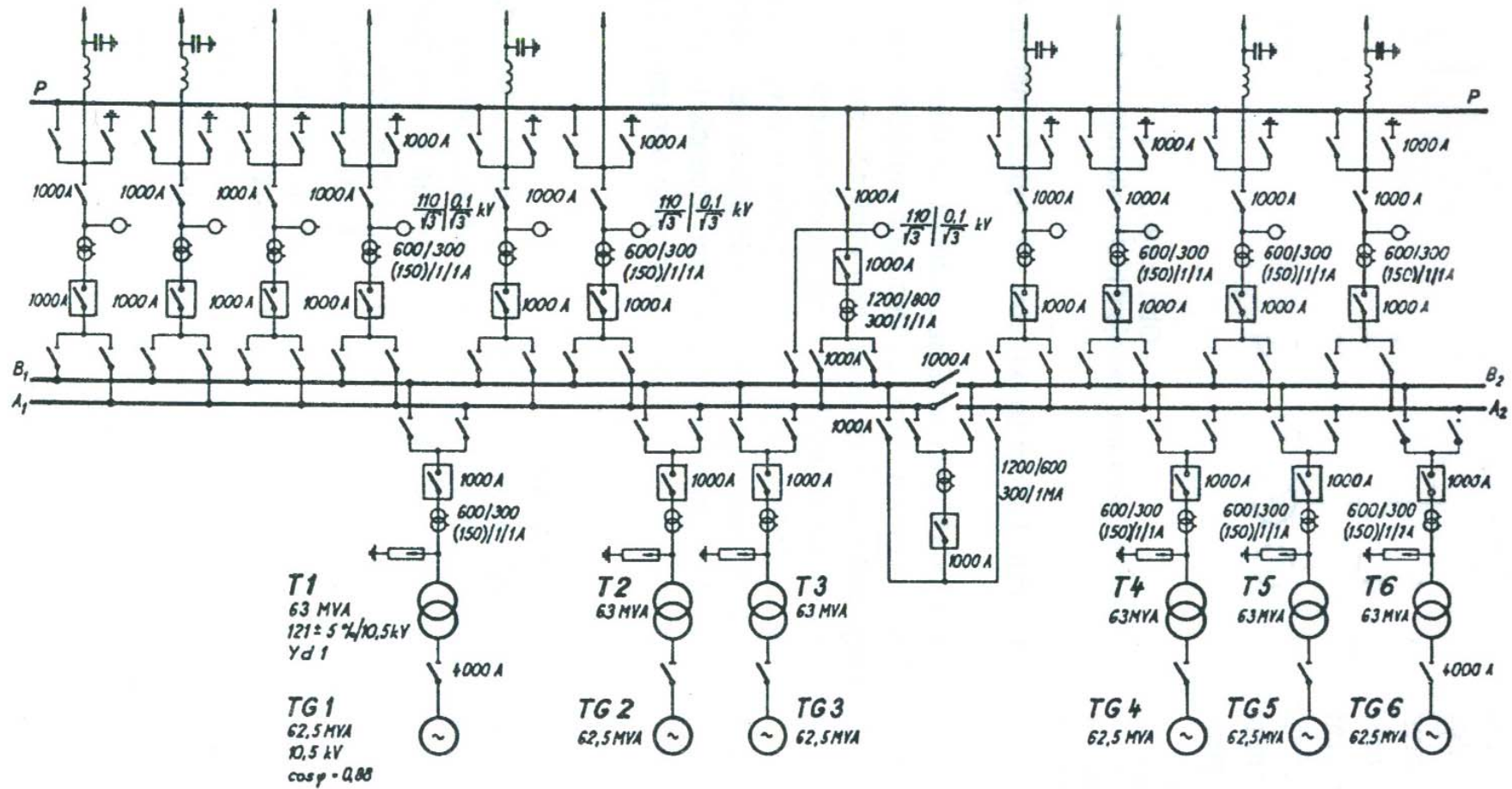
- **Úkoly**
 - vyvedení výkonu z elektrárny
 - zajištění vlastní spotřeby
 - zajištění řídicích, kontrolních a ochranných funkcí při výrobě elektřiny
- **Synchronní alternátory (PE, JE, VE)**
 - turboalternátory – hladký rotor, 2 póly, 3000 ot/min
 - hydroalternátory – vyniklé póly, nízké otáčky
- **Transformátory**
 - blokové
 - VS





Elektrické části elektráren

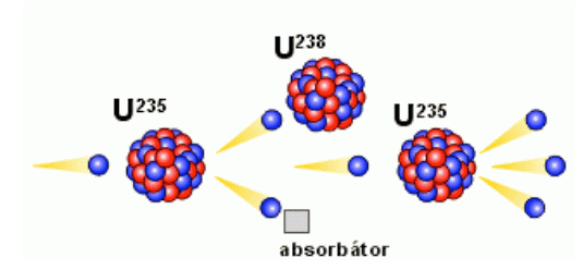
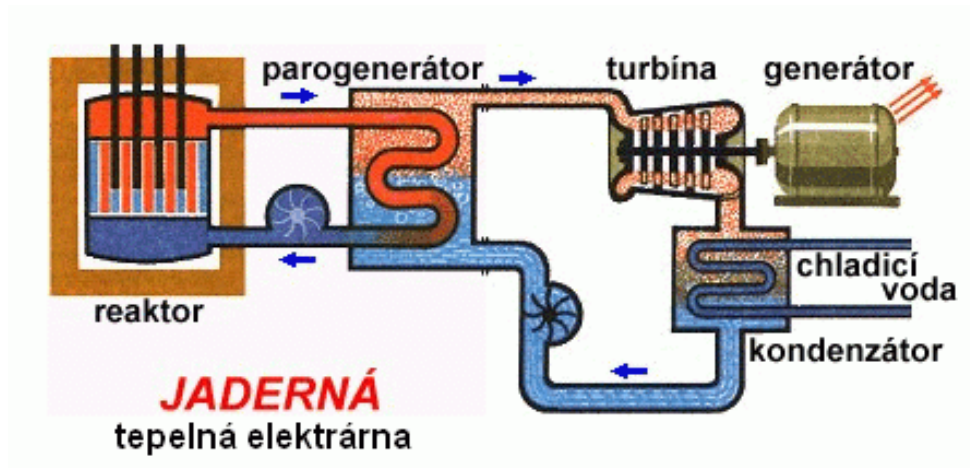
- Schéma EMĚ I



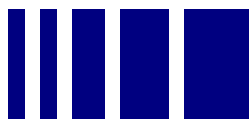


Jaderné elektrárny

- Jaderným palivem je obohacený uran U235 ve formě tablet oxidu uraničitého uspořádaných do palivových tyčí
- Moderátorem i chladivem je deionizovaná voda

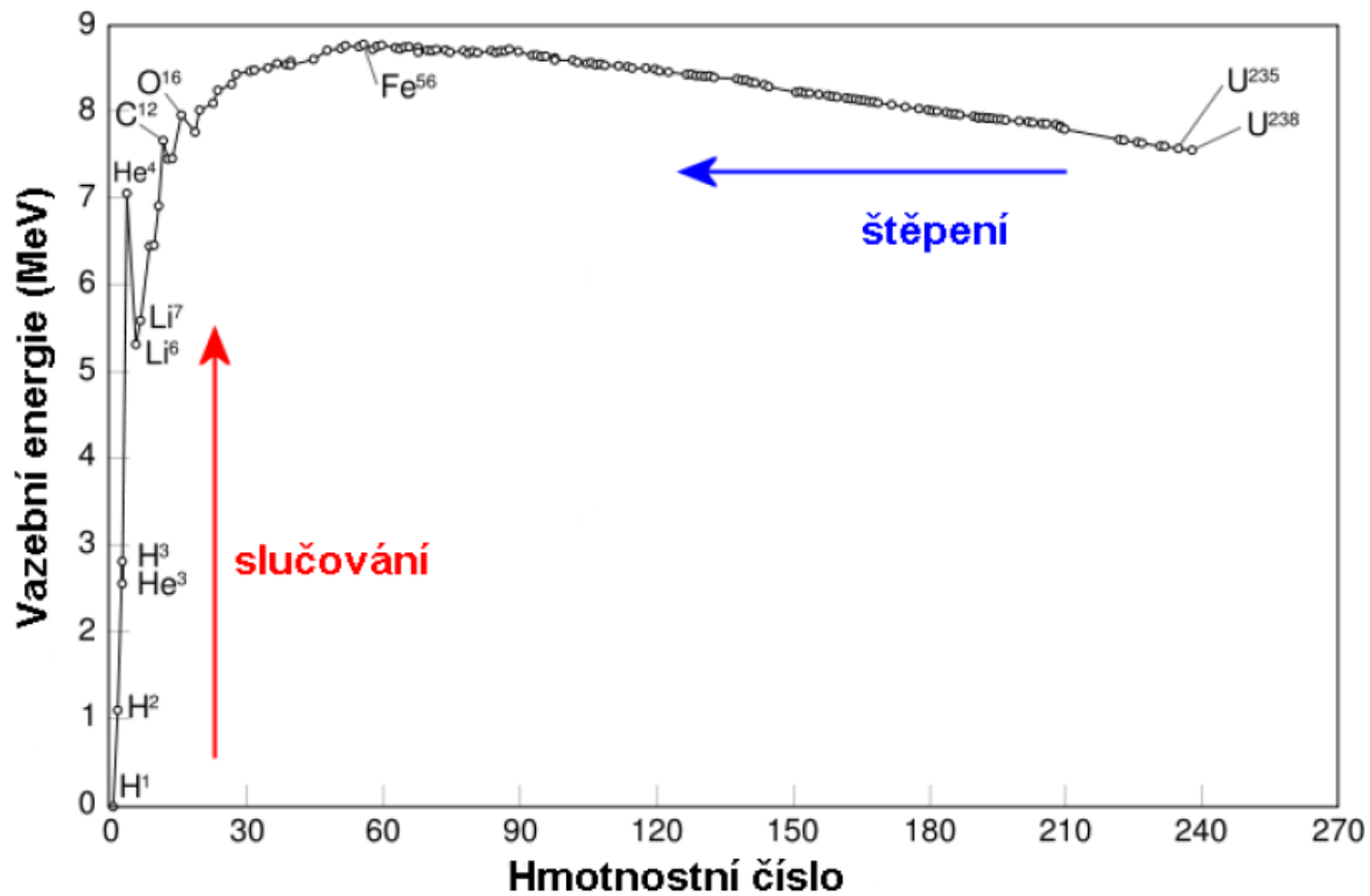


- Temelín (2 x 1125 MW) - 2002
- Dukovany (4 x 520 MW) - 1986
- Uložení vyhořelého jaderného paliva



Jaderná reakce

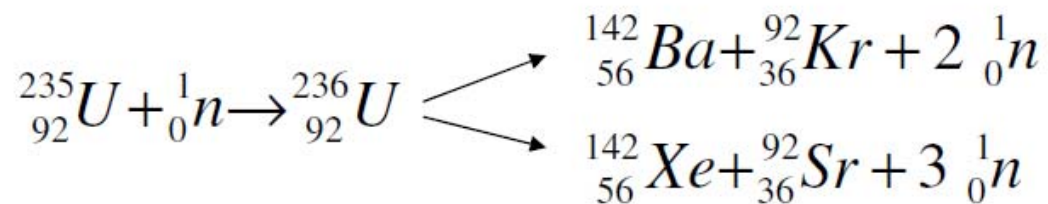
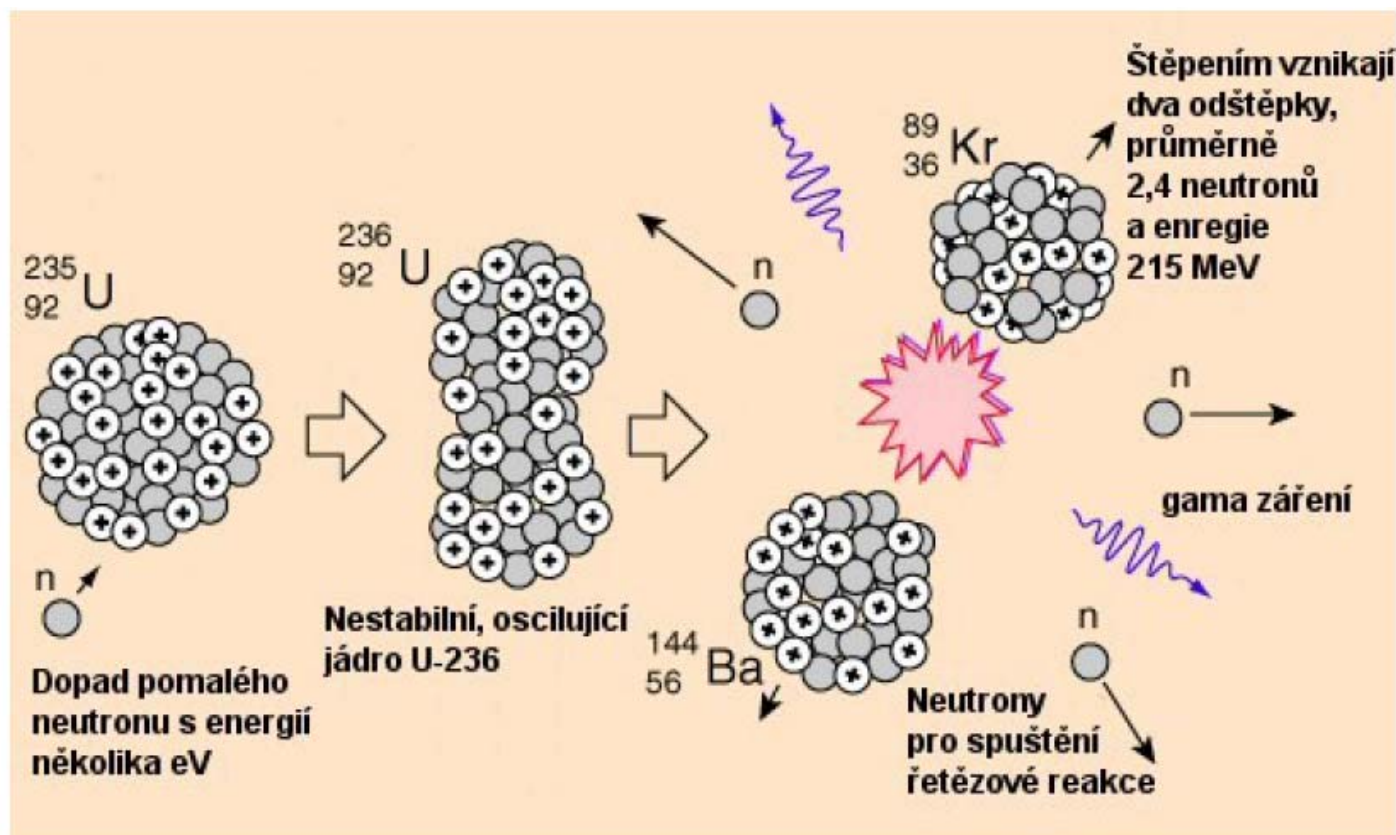
- Vazební energie





Jaderná reakce

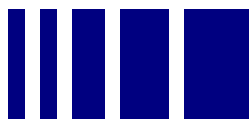
- Jaderné štěpení



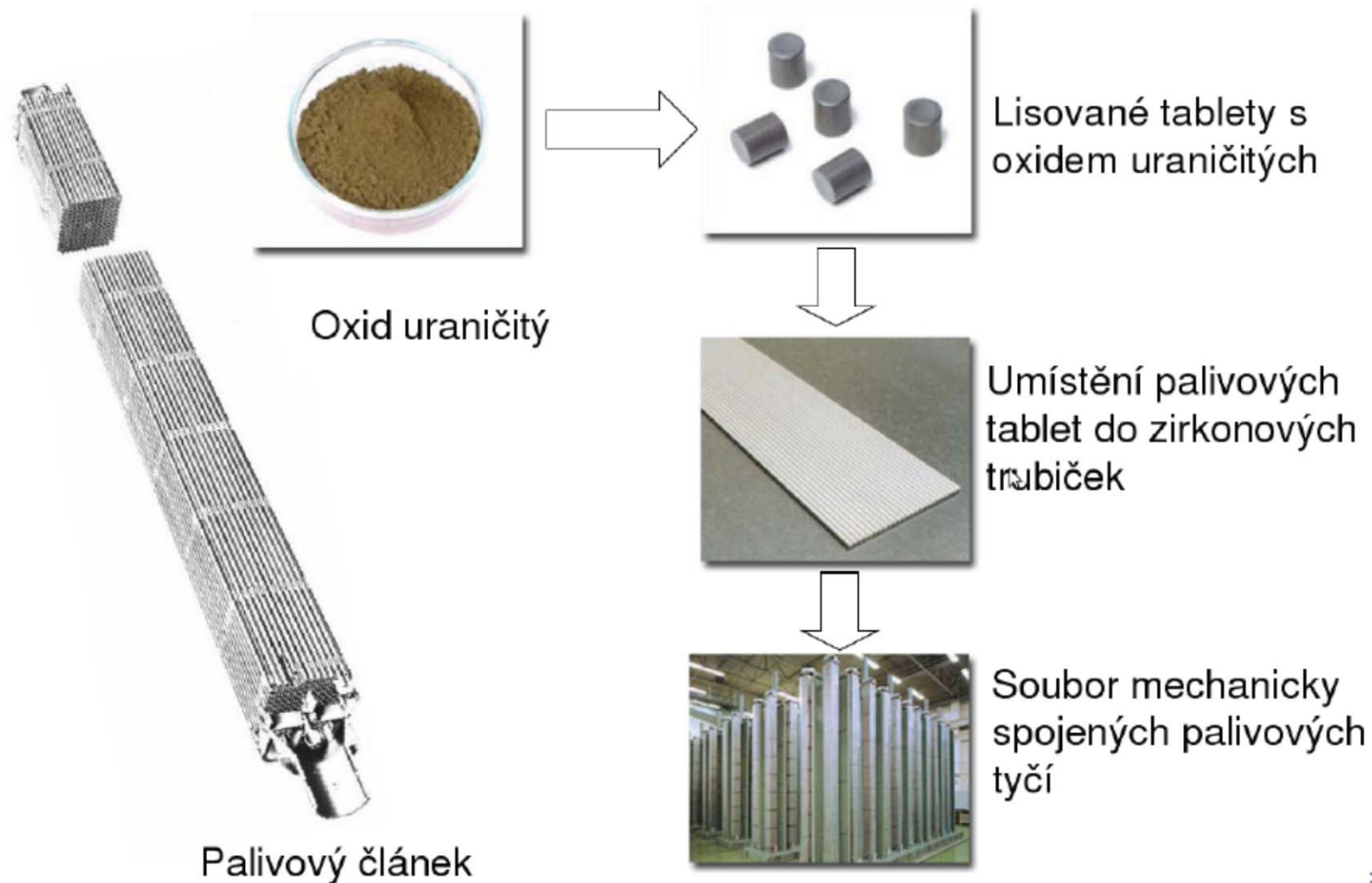


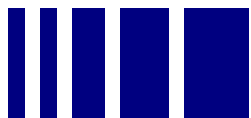
Jaderné elektrárny - palivo

- **Palivový element**
 - přesné lisované tablety oxidu uraničitého uložené v trubce ze zirkonové slitiny
- **Palivové články**
 - složeny z vodící konstrukce a palivových tyčí uložených v distančních mřížkách
- **Chladivo**
 - odvod tepla z reaktoru, může sloužit zároveň jako moderátor
- **Moderátor**
 - slouží ke zpomalení neutronů (snížení energie) při řetězové reakci, obklopuje palivo i regulační tyče v reaktoru (voda, deuterium, grafit)
- **Regulační tyče**
 - podle potřeby jsou zasouvány do aktivní zóny, kde pohlcují neutrony, řízení výkonu reaktoru (bór, kadmium)
- **Havarijní tyče**
 - slouží k rychlému utlumení štěpné reakce v případě poruchy

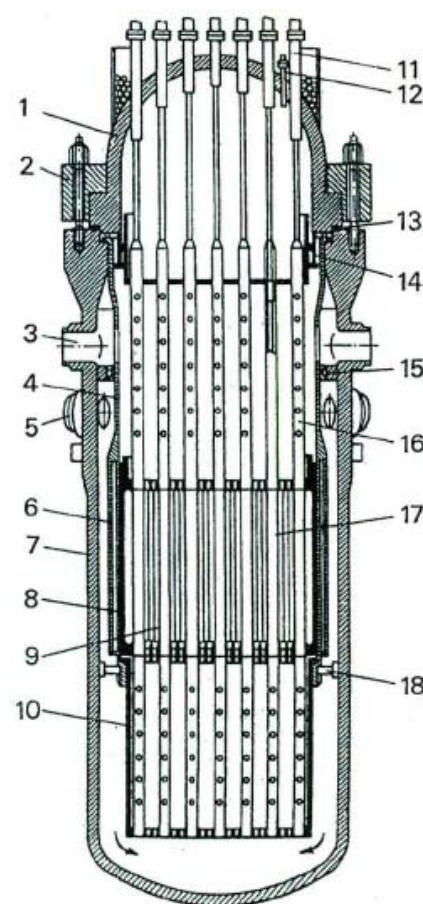
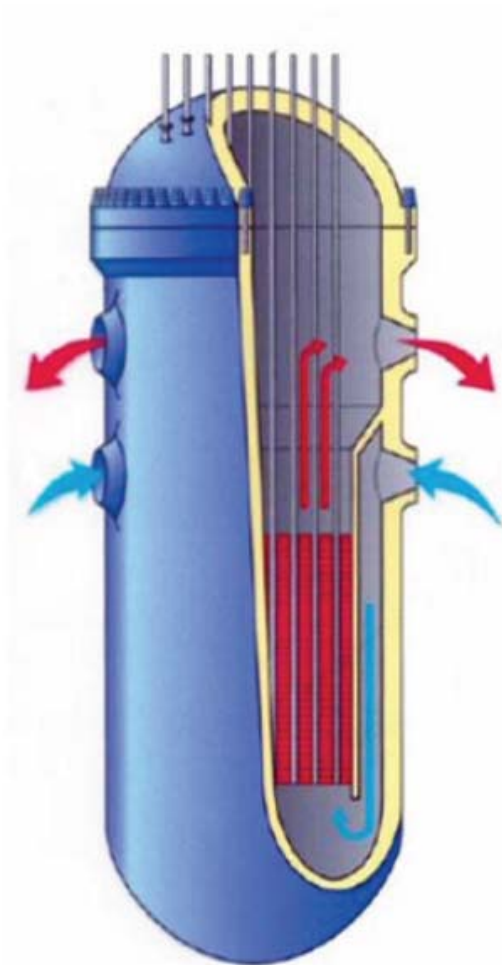


Jaderné elektrárny - palivo





Jaderný reaktor



- 1) Víko tlakové nádoby
- 2) Příruba
- 3) Výstupní hrdlo
- 4) Šachta reaktoru
- 5) Vstupní hrdlo
- 6) Tepelný štít
- 7) Tlaková nádoba reaktoru
- 8) Koš aktivní zóny
- 9) Palivový článek (kazeta)
- 10) Dno nosného válce (dno šachty)
- 11) Vývodová trubka
- 12) Výstupní hrdlo pro instrumentaci
- 13) Těsnění víka
- 14) Těsnění na bloku ochranných trub
- 15) Hradící nákrůžek
- 16) Ochranná trubka
- 17) Regulační článek (kazeta)
- 18) Distanční konzola šachty reaktoru



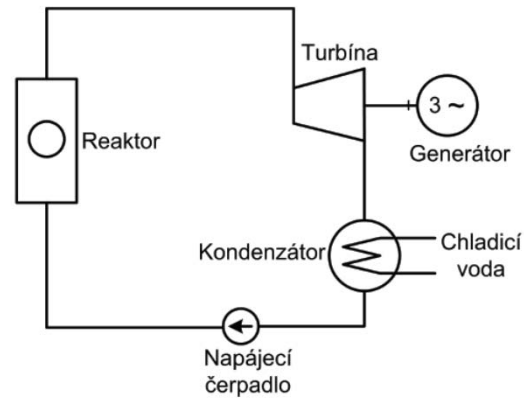
Jaderné elektrárny

- Rozdělení reaktorů
- Podle neutronů
 - tepelné reaktory
 - štěpení jaderného paliva především tepelnými neutrony (do 1 eV)
 - rychlé reaktory
 - štěpení jaderného paliva především rychlými neutrony (nad 0,1 MeV). Z U238 vzniká štěpitelný materiál.
- Podle chladiva a moderátoru
 - PWR (VVER) – 63%
 - tlakovou vodou chlazený a moderovaný reaktor (Dukovany, Temelín)
 - BWR – 21%
 - vroucí vodou chlazený a moderovaný reaktor
 - PHWR – 11%
 - těžkovodní reaktor (CANDU)
 - BWGR (RBMK) – 4%
 - vroucí vodou chlazený, grafitem moderovaný reaktor (Černobyl)
 - FBR – 1%
 - rychlý množivý reaktor, bez moderátoru, Na chlazení

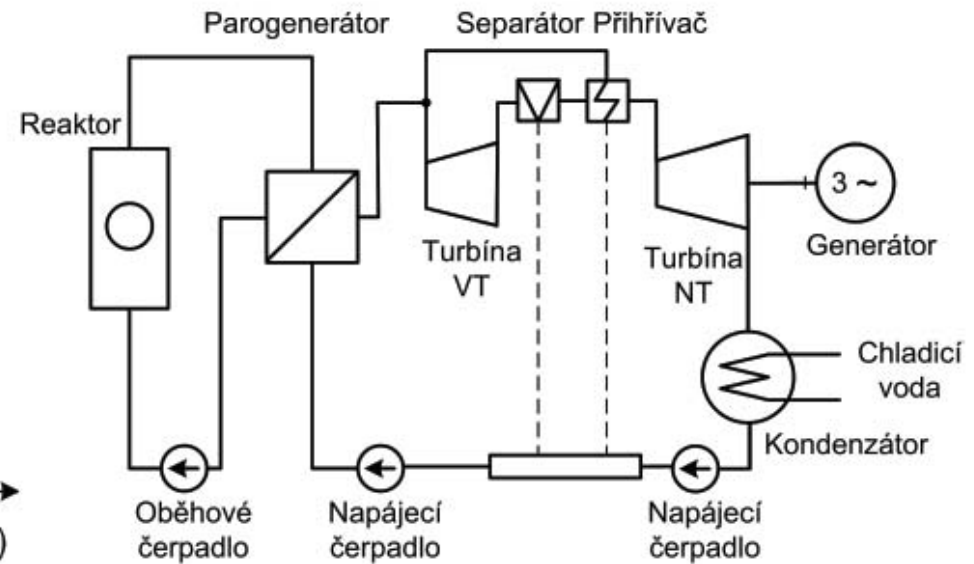
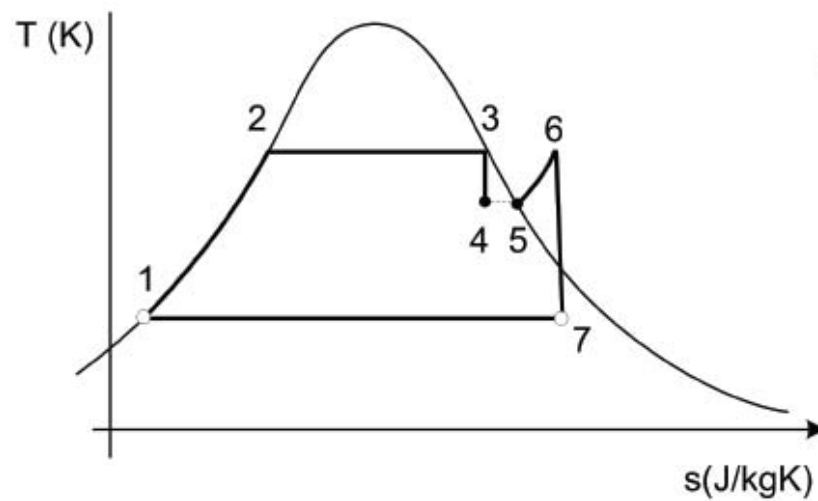


Jaderné elektrárny

- Technologické schéma
 - jendookruhová elna (BWR)



- dvojokruhová elna (PWR)





Decentralizovaná výroba elektrické energie

- **Decentralizovaná výroba elektrické energie:**
 - výpadek marginálně neovlivňuje kvalitu elektrické energie v síti
 - elektřina je vyráběna v místě spotřeby, odpadají přenosové ztráty
 - lokální problémy s připojováním do sítě
 - neodpovídá tradiční koncepci DS
- **Decentralizace soustavy je spjata s rozvojem obnovitelných zdrojů energie (OZE).**
- **Pomocí OZE má být zajištěna ekologická výroba elektrické energie:**
 - energie vodních toků
 - sluneční energie
 - energie spalováním biomasy
 - energie větru



Vodní elektrárny (VE)

- Dle výkonu
 - malé (MVE) – do 20 MW
 - střední
 - velké – nad 200 MW
- Dle funkce
 - průtočné – bez akumulace
 - akumulční - zadržují/akumulují vodu v nádrži
 - největší akumulční VE – Orlické 4 x 91 MW
 - přečerpávací – pracují v generátorickém a čerpadlovém režimu
 - největší přečerpávací VE – Dlouhé Stráně 2 x 325 MW
- Dle spádu
 - nízkotlaké – do 20 m
 - středotlaké
 - vysokotlaké – nad 100 m



Základní charakteristika vodních turbín



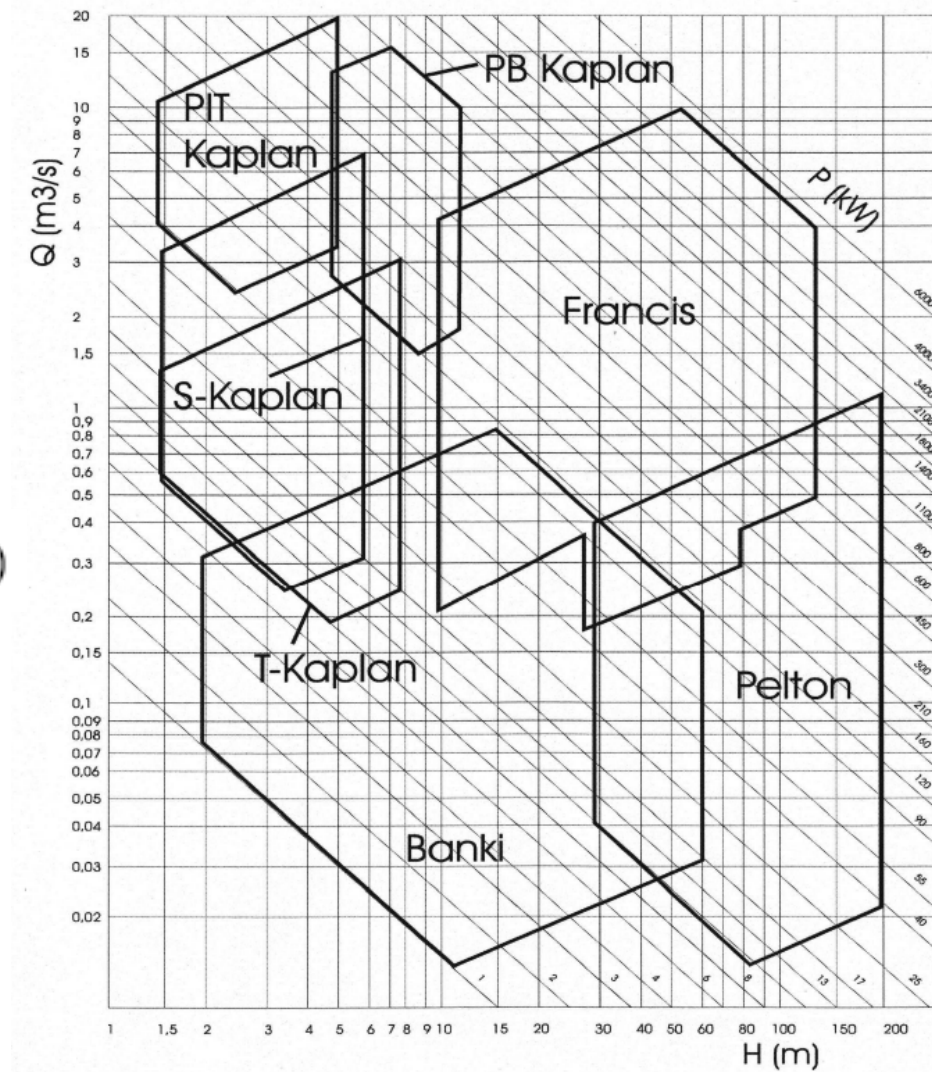
Kaplanova



Francisova

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_{celk} \text{ (kW)}$$

$$\eta_{celk} = 0,6 - 0,8$$

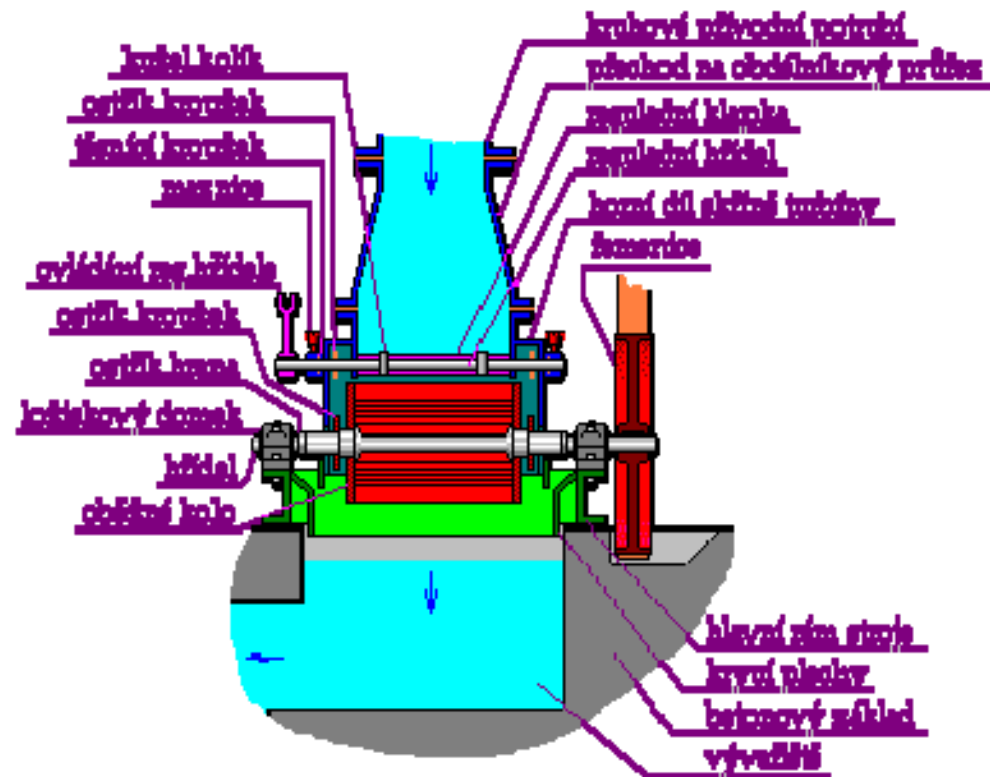
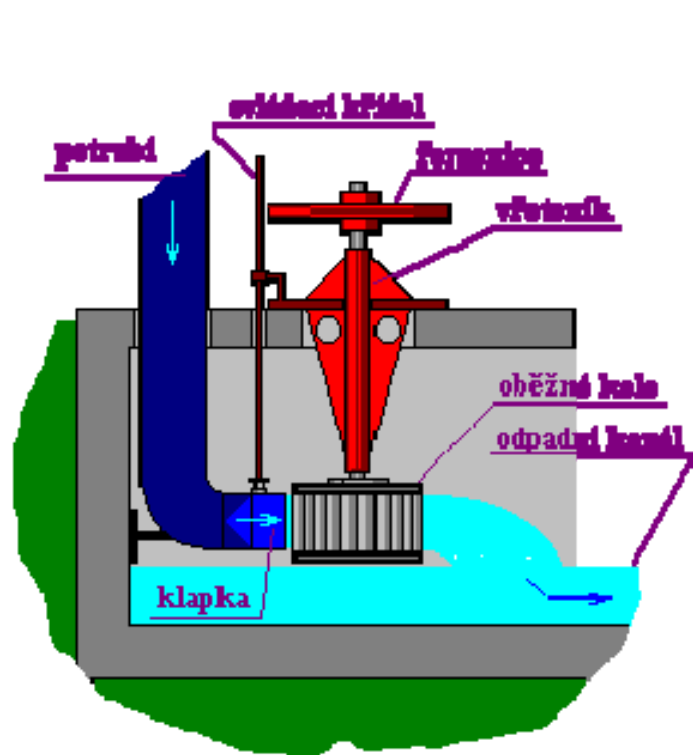


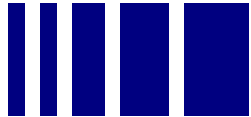
Peltonova



Bánkiho turbína

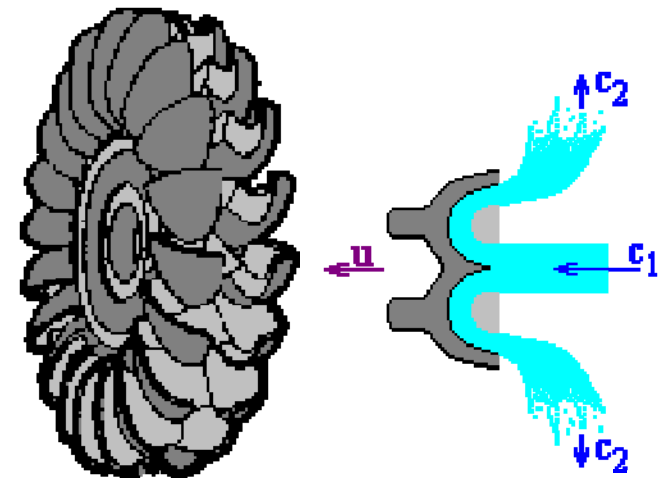
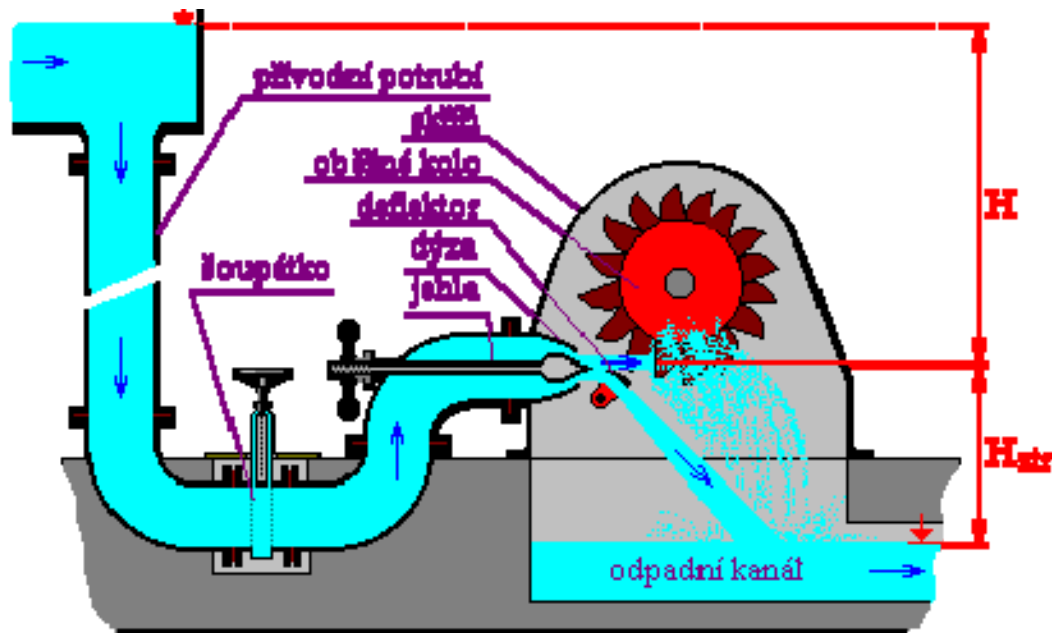
- Rovnotlaká turbína
- Dvojnásobný průtok oběžného kola, pro spád od 1 do 50 m rozsah průtoků je od 50 l do několika m³/s (MVE)





Peltonova turbína

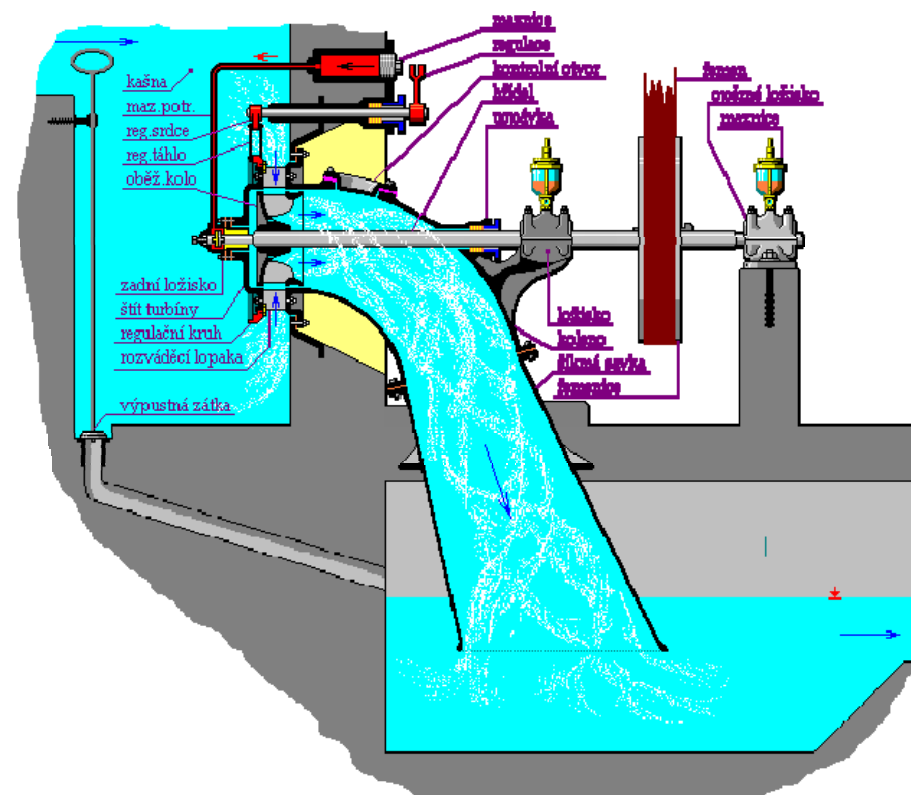
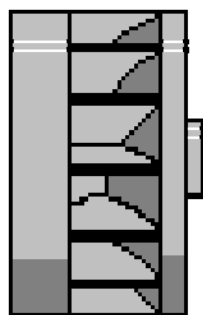
- Rovnotlaká turbína s využitím pro spády nad 30 m a pro průtoky od 10 l/s
- Využívá se ve vysokotlakých (horských) oblastech





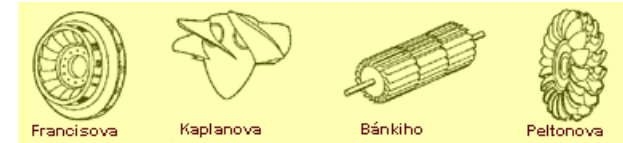
Francisova turbína

- Přetlaková turbína
- Používá se pro velmi nízké spády od 0,8 m a pro velké průtoky i jako reverzní v přečerpávacích elektrárnách se spádem až do 500 m
- I jako reverzibilní stroj

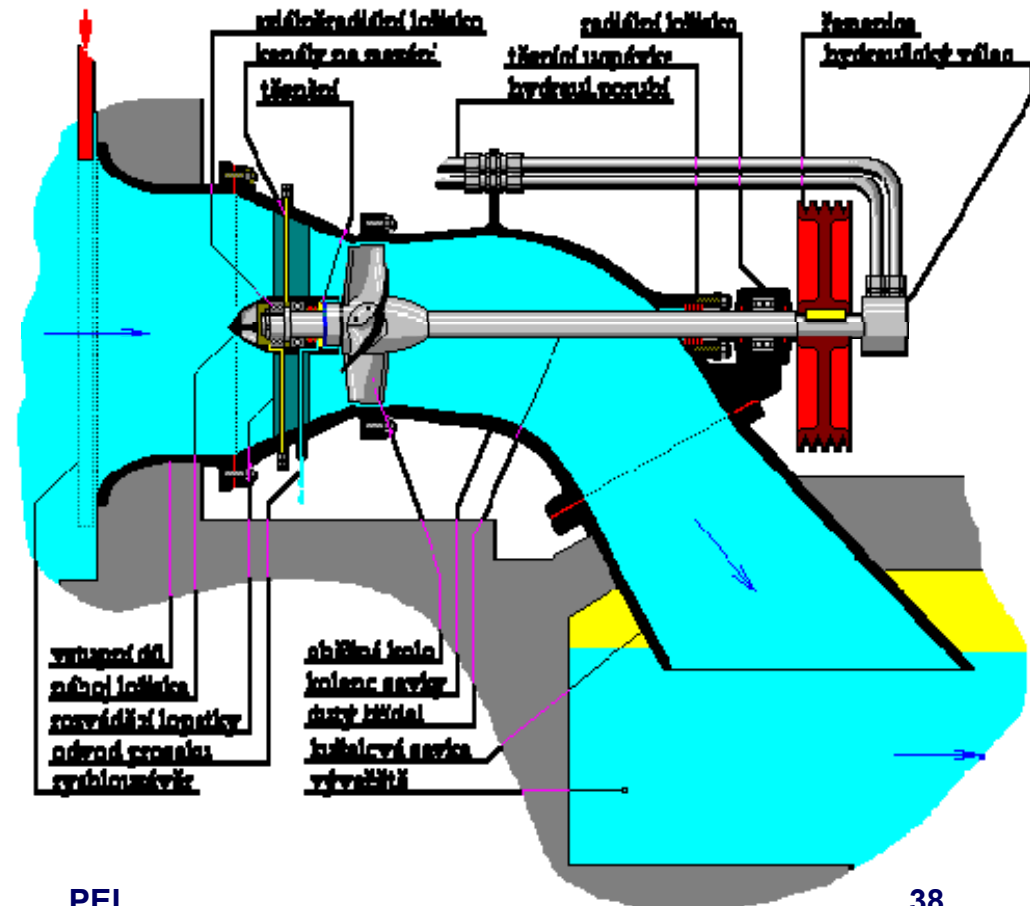
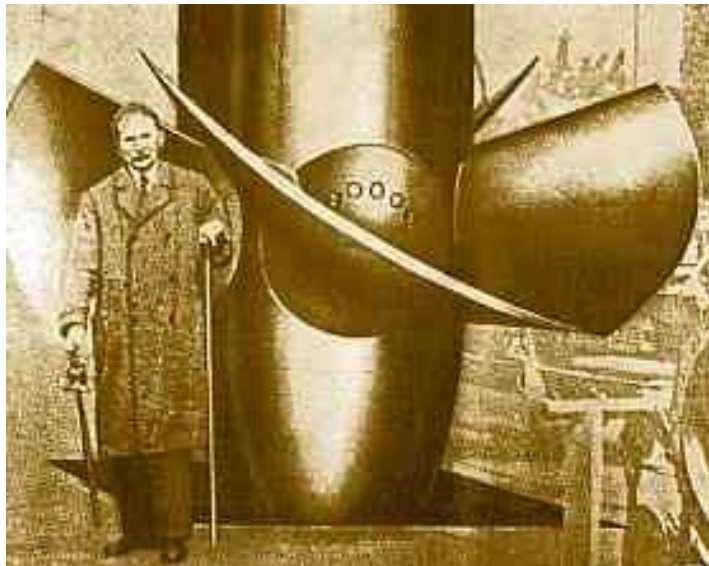




Kaplanova turbína



- Přetlaková výborně regulovatelná turbína
- Výroba je poměrně náročná, což se odráží ve vyšších cenách
- Používá se pro spády od 1 do 20 m, průtoky 0,1 až několik m³/s (jezové a MVE)





Solární elektrárny

- Sluneční elektrárny

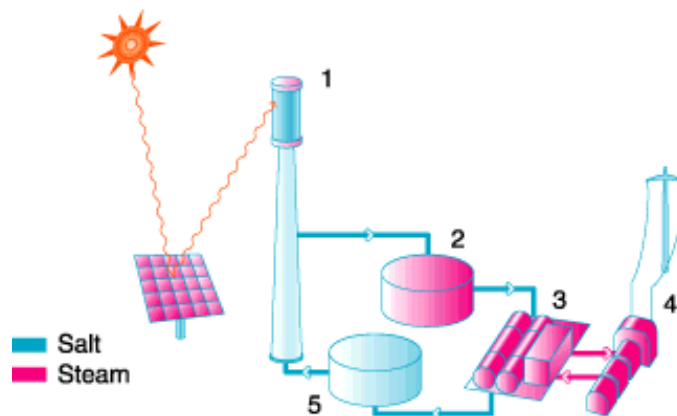
- fotovoltaické

- statické x trackery
 - střešní x volné plochy
 - sluneční elektrárna s kolektory



- věžová sluneční elektrárna (heliostat)

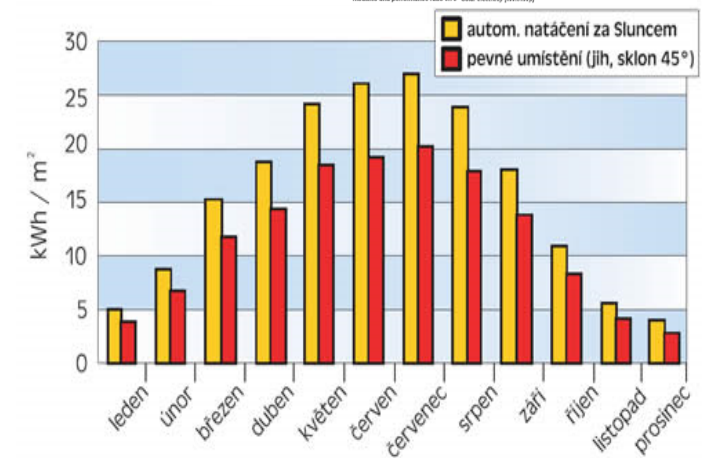
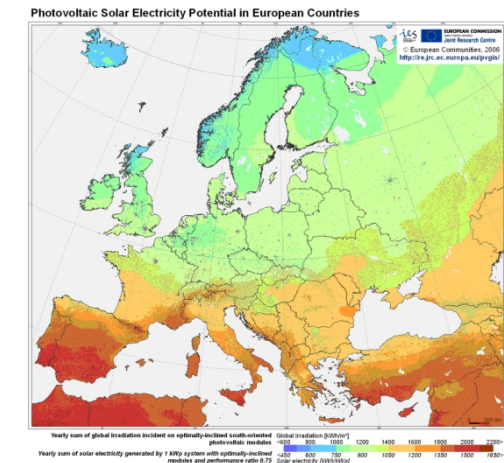
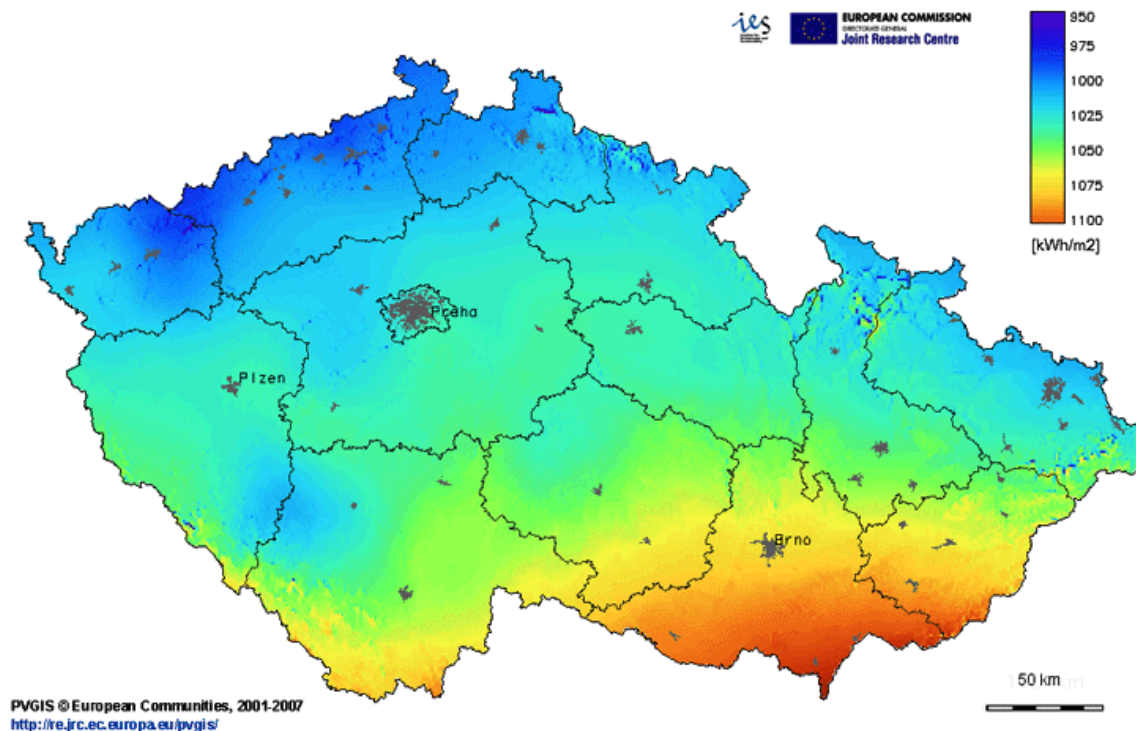
- sluneční záření je soustředěno soustavou naklápějících zrcadel na věž, na jejímž vrcholu je umístěn tepelný výměník určený pro ohřev teplonosného média (princiálně jako PE)

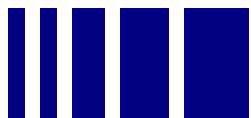




Fotovoltaické elektrárny

- 75 % energie dopadá na naše území v období duben – září
- V ČR dopadne na 1 m² vodorovné plochy zhruba 950 – 1340 kWh energie
- Roční množství slunečních hodin se pohybuje v rozmezí 1331 – 1844 hod
- Účinnost max cca 20 %
- Doba využití maxima cca 10 %
 - → 1 MWh / 1 kW inst.





FVE

- Instalovaný výkon → plocha
 - panely: 150 W/m²
 - menší plochy cca 1 MW/ha = 100 W/m²
 - nad 5 MW instalovaného výkonu musí být plocha větší 0,5 MW/ha
 - komunikace, vývody, měniče, TRF

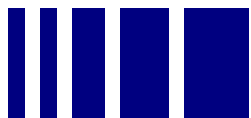


2016



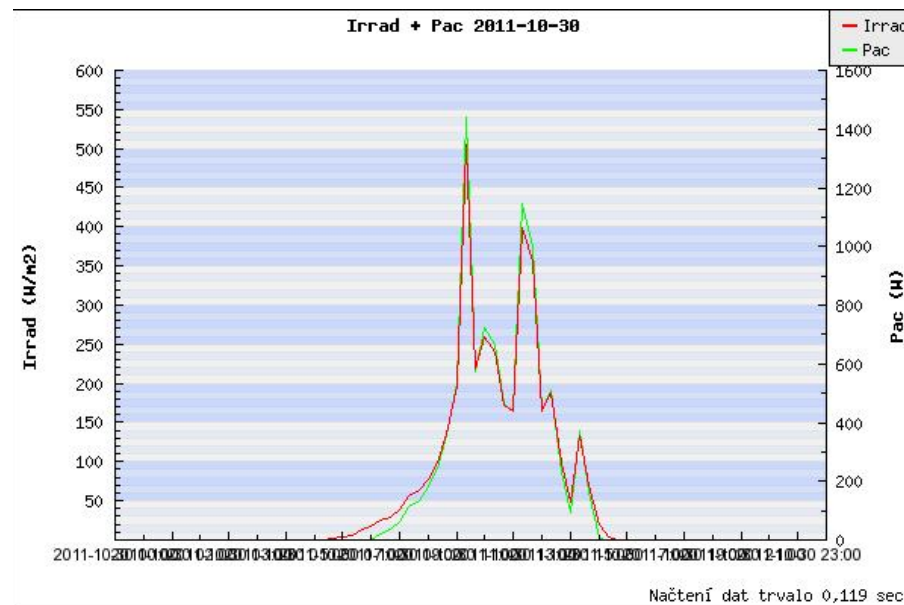
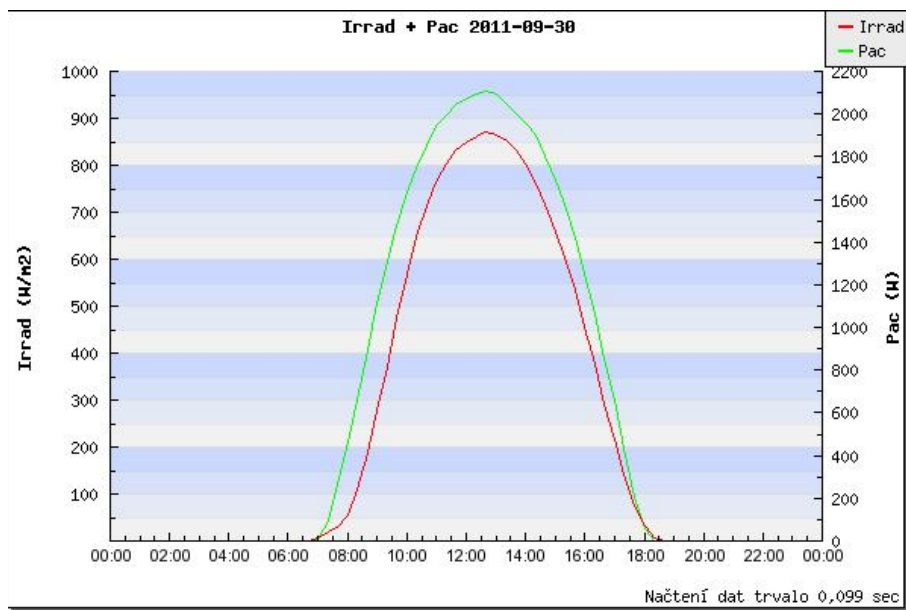
PEL

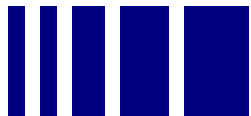
41



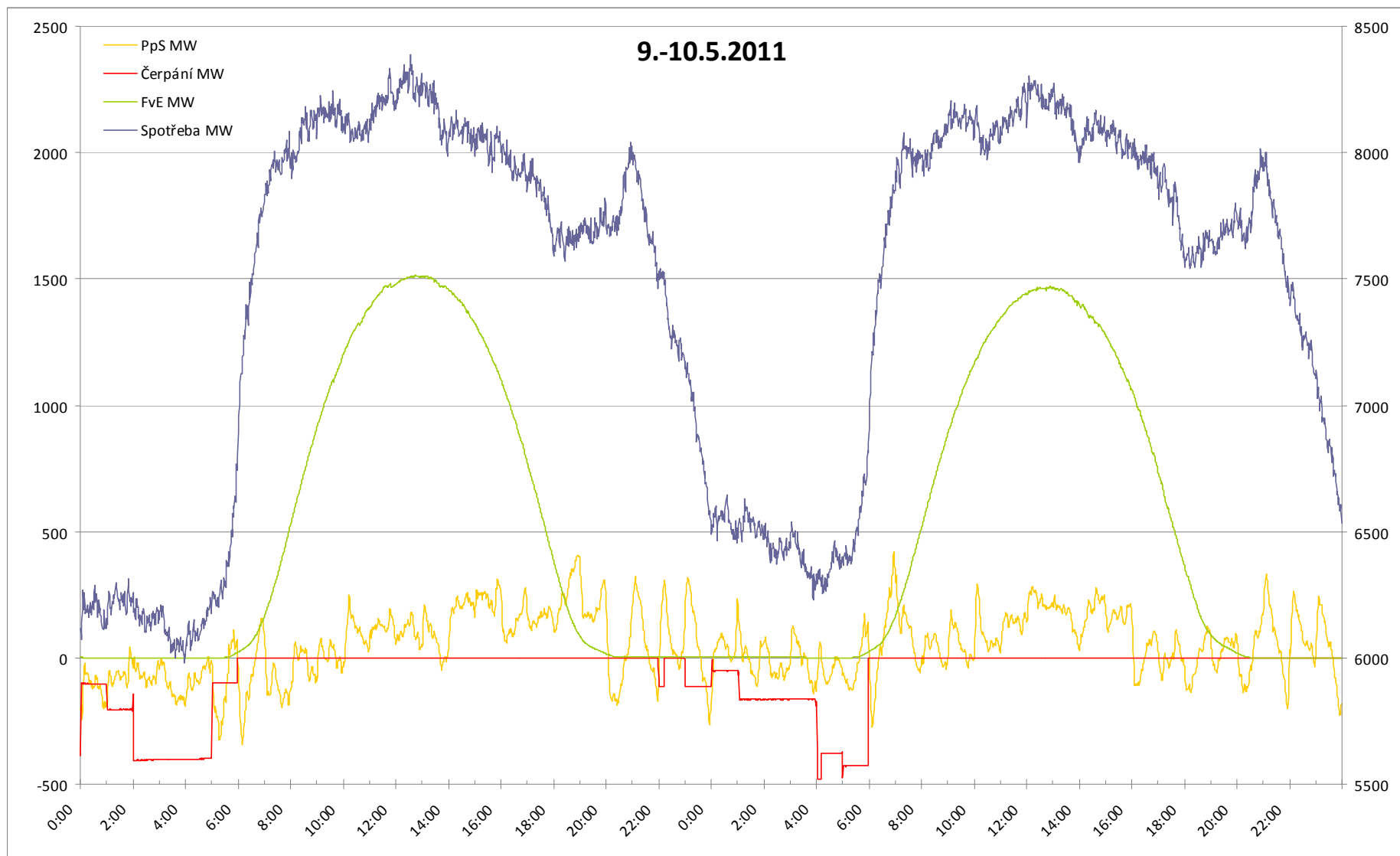
FVE - výkon

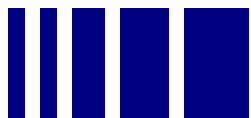
- **Demonstrační systém FEL (K13113) – total 3 kW**



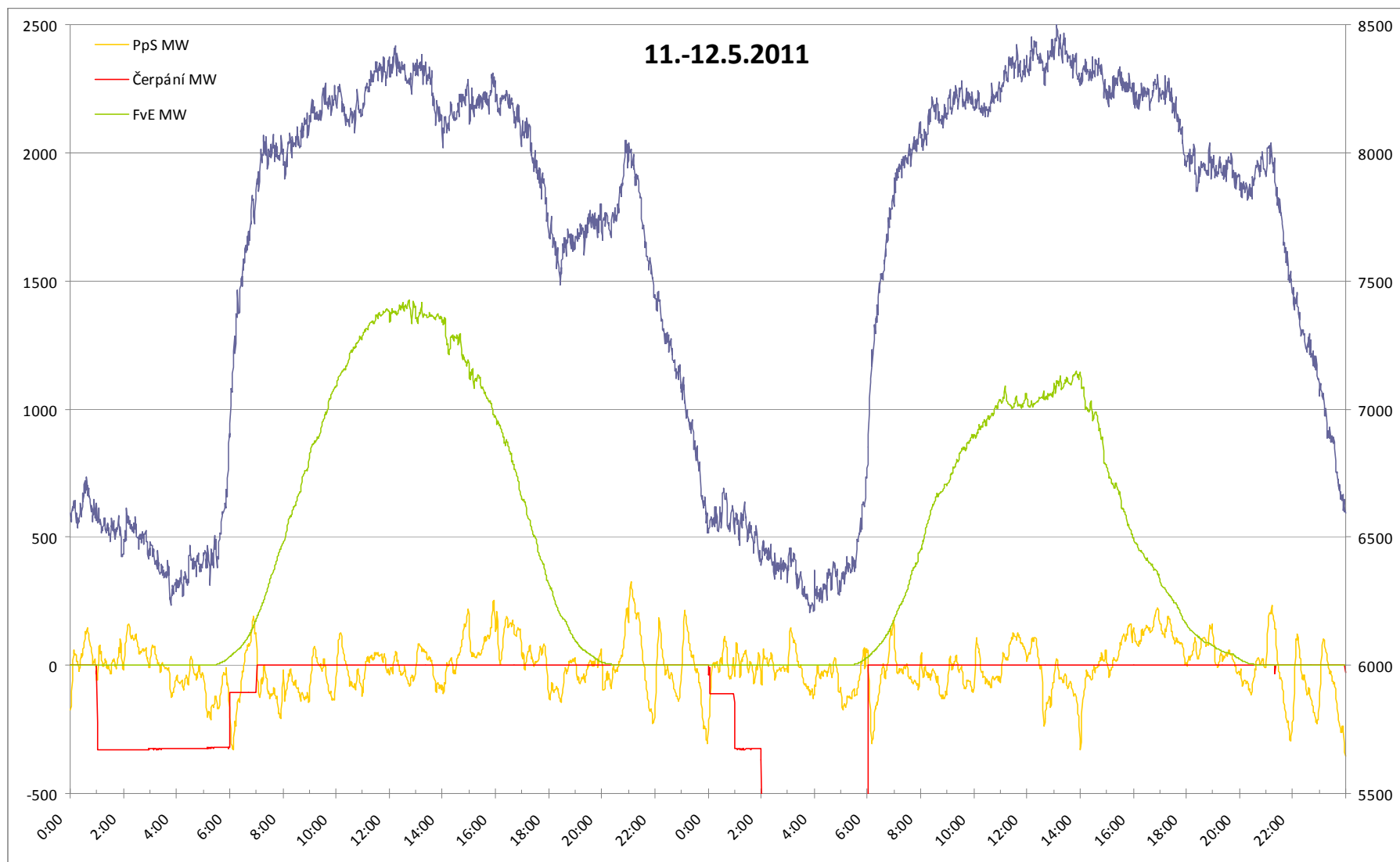


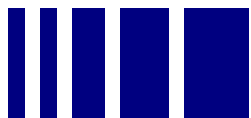
FVE - výkon





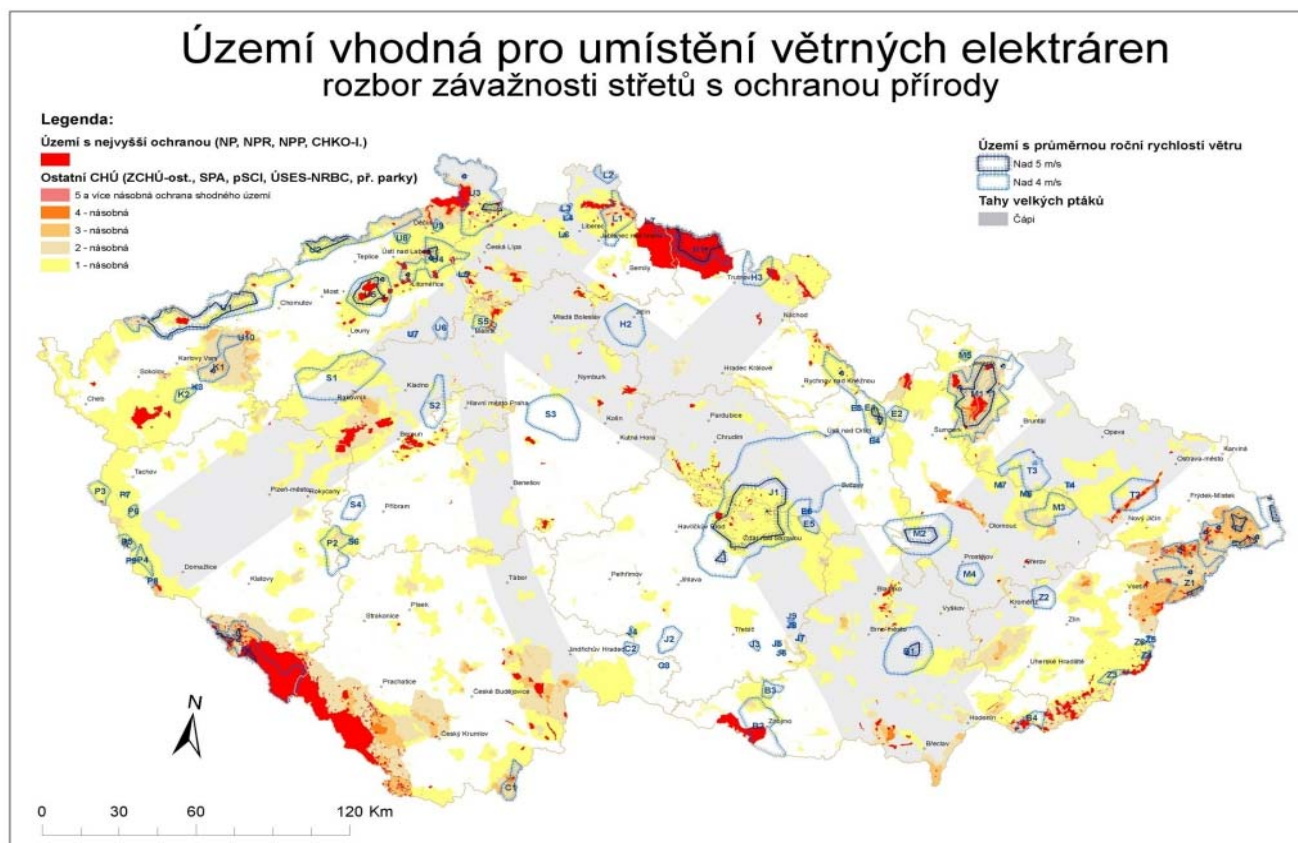
FVE - výkon





Větrné elektrárny

- vyšší polohy nad 650 m n.m.
- nelze realizovat VTE a FVTE v CHKO





Větrné elektrárny

- Rozvoj větrné energetiky na území ČR
 - 90. léta – 1. rozmach
 - poruchy, stagnace
 - zákon 180/2005 – 2. rozmach
 - dočasná stagnace
- VS – vyhřívání lopatek, vytápění, osvětlení, ztráty

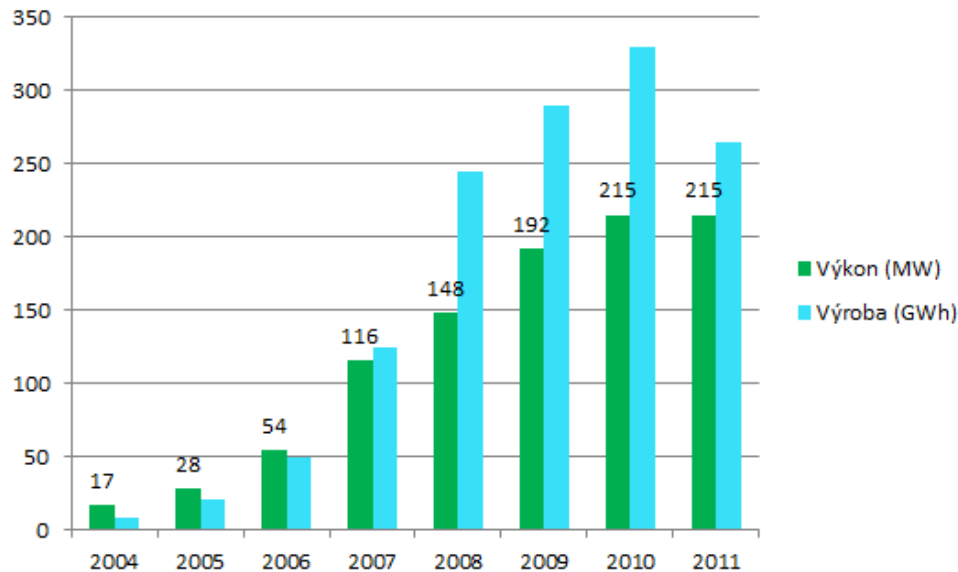
$$P = k \cdot D^2 \cdot v^3$$

D...délka lopatky (m)

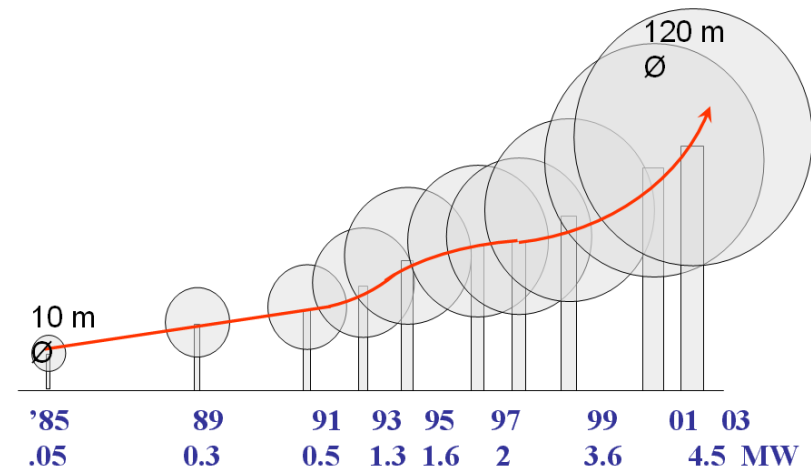
v...rychlost větru ($m \cdot s^{-1}$)

k...koeficient (typ turbíny, účinnost)

VTE v ČR

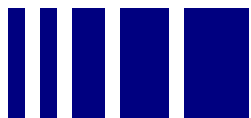


2016



PEL

46



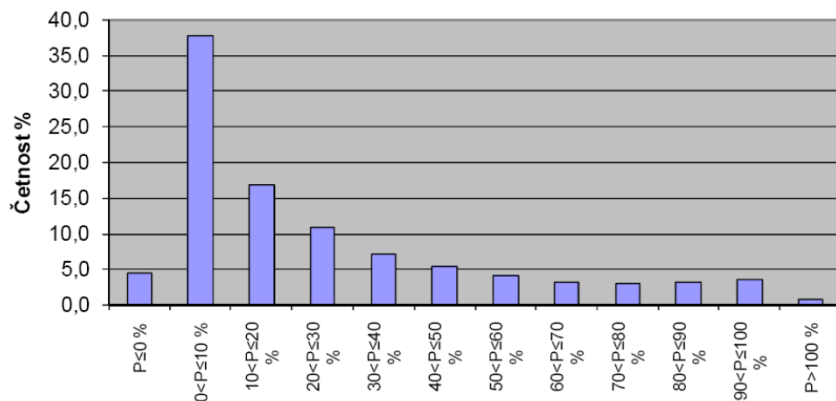
Větrné elektrárny

Farma VTE Kryštofovy Hamry
Měsíční průměrné výkony

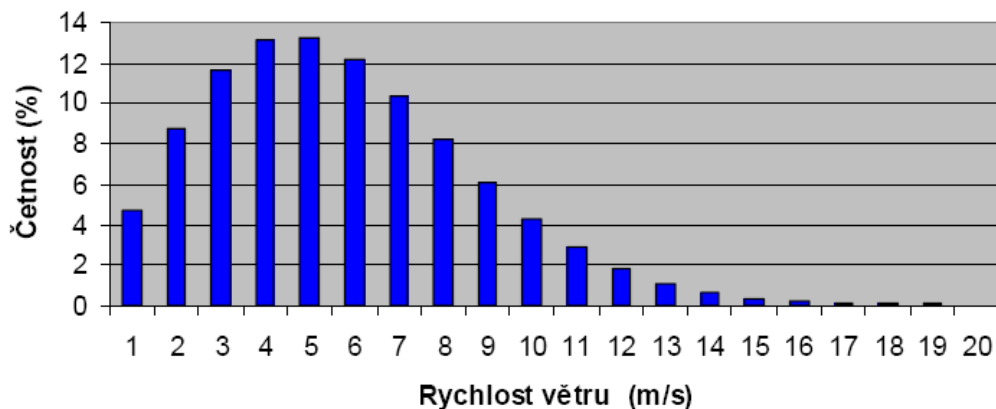
■ 2008 ■ 2009 ■ NORMÁL

- Rychlost větru – Weibullovo rozdělení
- Kryštofovy Hamry – 21 x 2 MW

Statistika provozu farmy Kryštofovy Hamry
1.3.2008-28.2.2009

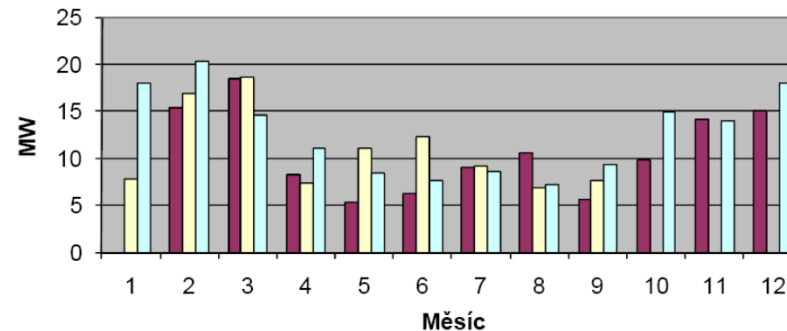


Kryštofovy Hamry, n.v. 855 m, četnost rychlostí větru

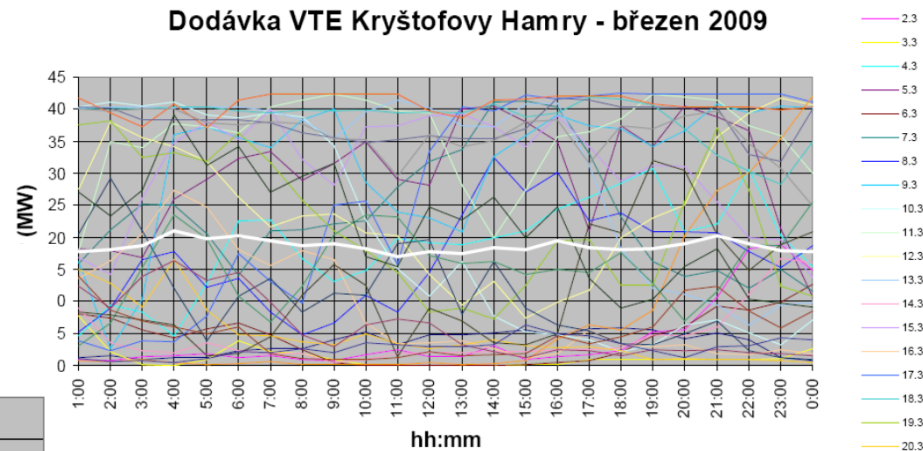


2016

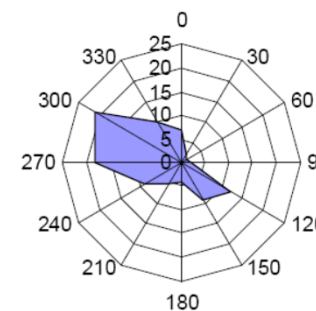
PEL



Dodávka VTE Kryštofovy Hamry - březen 2009



Kryštofovy Hamry, n.v. 855 m, větrná růžice

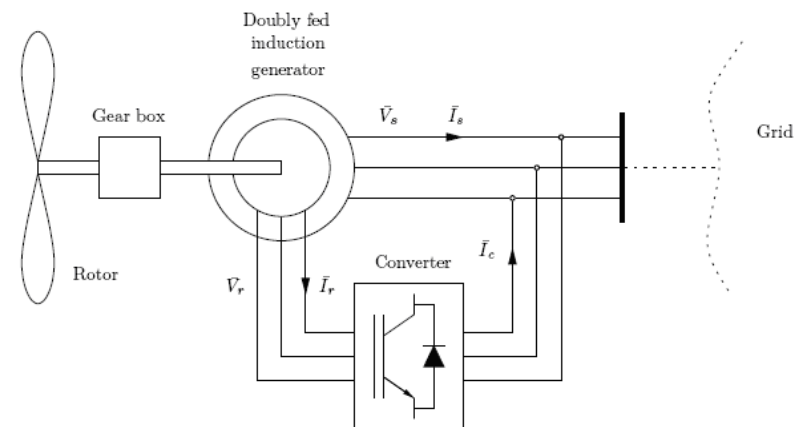
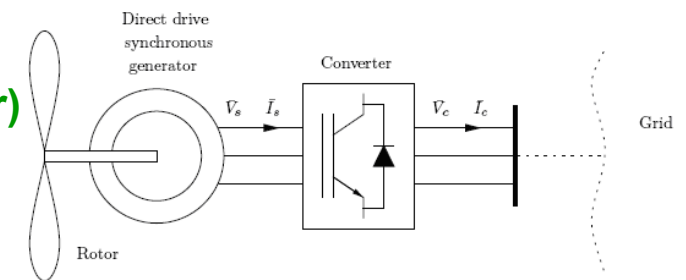
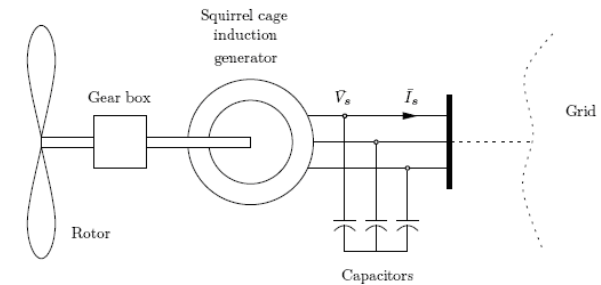


47



Konstrukční provedení VTE

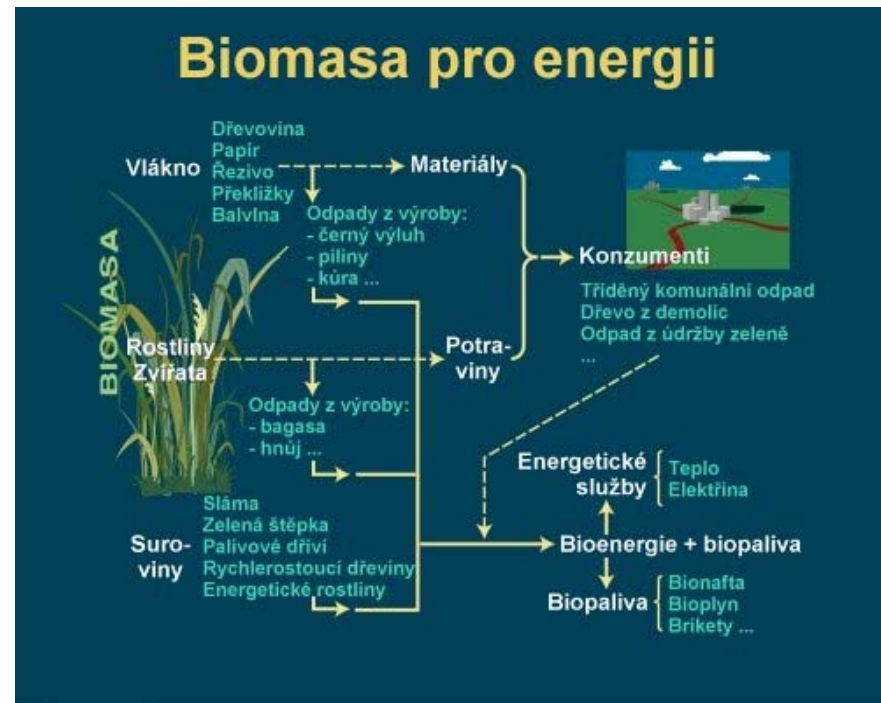
- **Konstrukce rotoru vrtule VTE**
 - pevné připojení lopatek k rotoru turbíny
 - pohyblivé uložení lopatek k rotoru turbíny (pitch regulation)
- **Generátory používané ve VTE**
 - asynchronní generátory
 - synchronní generátory
 - dvojitě napájené generátory (double-fed generator)
- **Připojení VTE do elektrické sítě**
 - přímé připojení (turbína – převodovka – generátor)
 - nepřímé připojení (turbína – měnič f – generátor)





Biomasa

- správné spalování biomasy – uvolnění jen tolik CO₂ kolik je absorbováno rostoucími rostlinami
- obsah zanedbatelného množství síry – nevzniká SO₂
- hodnoty NO_x závisí na obsahu dusíkatých látek a závisí na teplotě spalování
- teplota spalování nižší než 500 °C – uvolnění nespálených dehtových plynů
- lapače nečistot v komíně
- vyšší obsah vody → nižší výhřevnost
- spalování čisté biomasy
 - tuhá
 - kapalná
 - plynná
- spalování biomasy a fosilních paliv





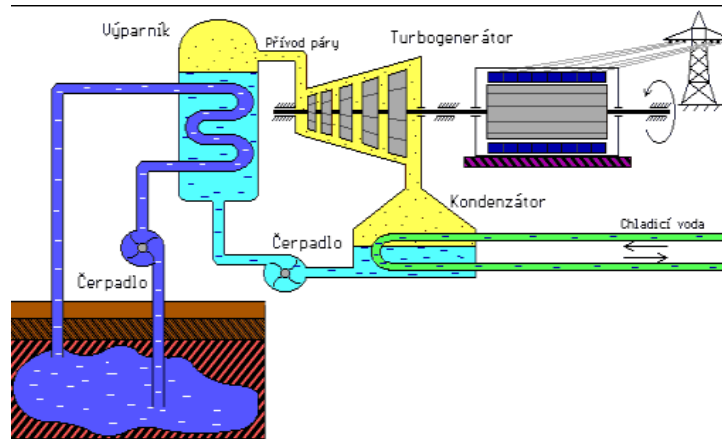
Biomasa

- **Výhody:**
 - zdroj energie – není vázán na lokality
 - pěstování energetických plodin
 - likvidace odpadů – zbytek lze využít jako hnojiva
 - menší negativní dopady na životní prostředí
- **Nevýhody:**
 - vyšší obsah vody → nižší výhřevnost
 - vyšší objem paliva → vyšší skladovací prostory
 - vysoké investiční náklady na výrobu bioplynu
 - nutnost likvidace popela
 - logistika přísunu paliva
- **Situace využití biomasy v ČR**
 - využití rychlerostoucích dřevin (habr, olše, ...)
 - využití dřevěného odpadního materiálu (dřevěné odštěpky a krajinky z pil)
 - obilná sláma:
 - využití v energetice pouze 20 - 30 %
 - hlavní využití v zemědělství

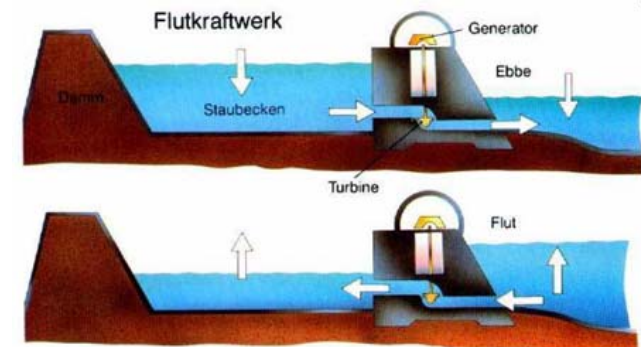
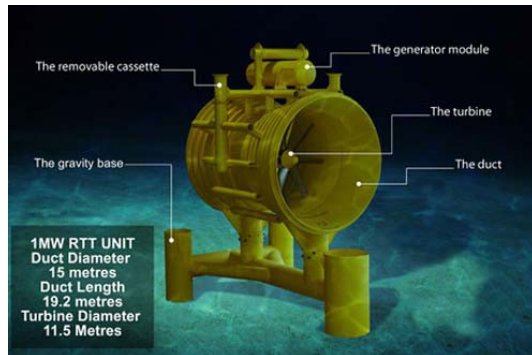


Další OZE

- **Geotermální**



- **Přílivová**



- **Příbojová**