

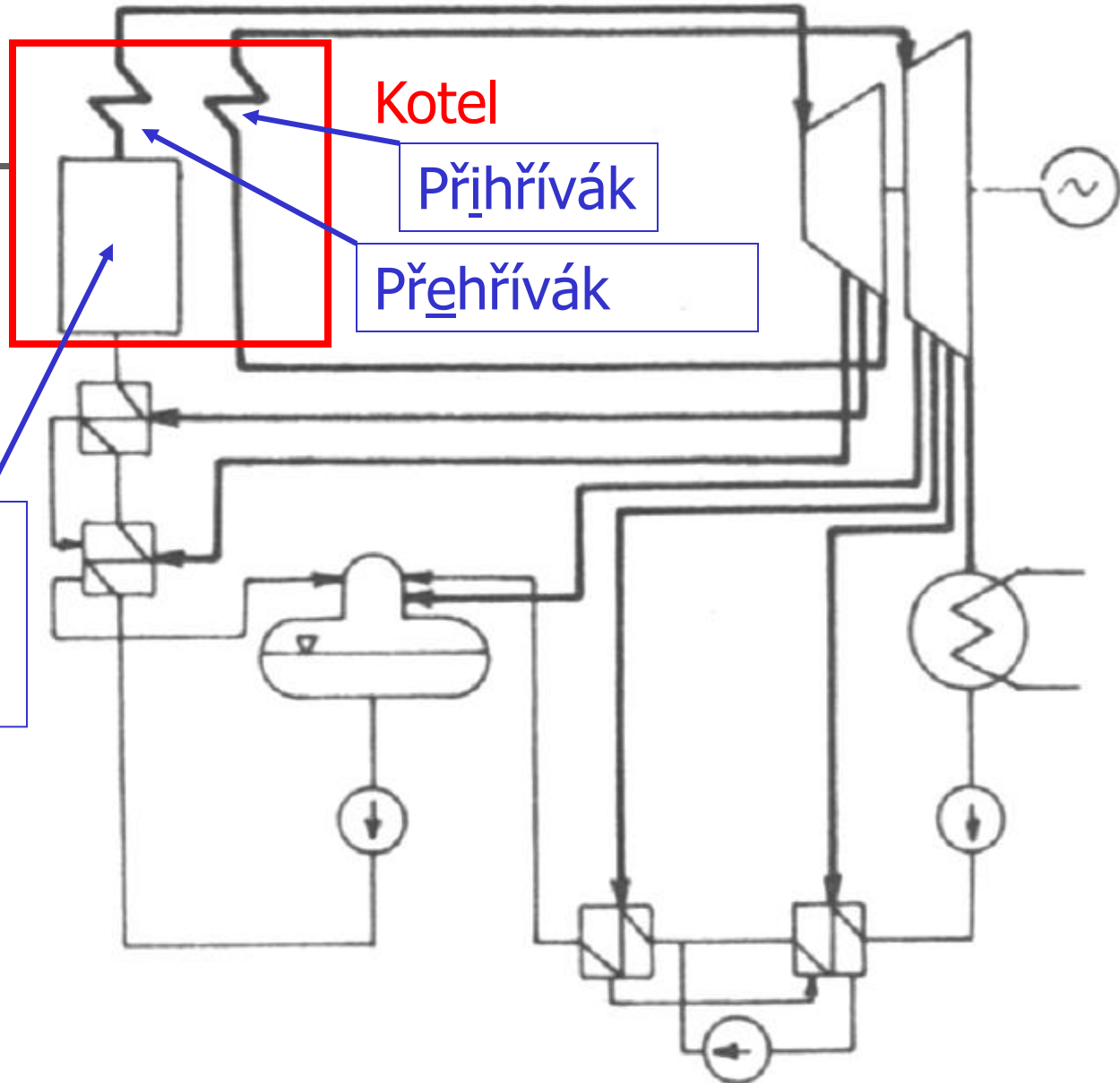
Technologie výroby v elektrárnách



Klasické tepelné elektrárny

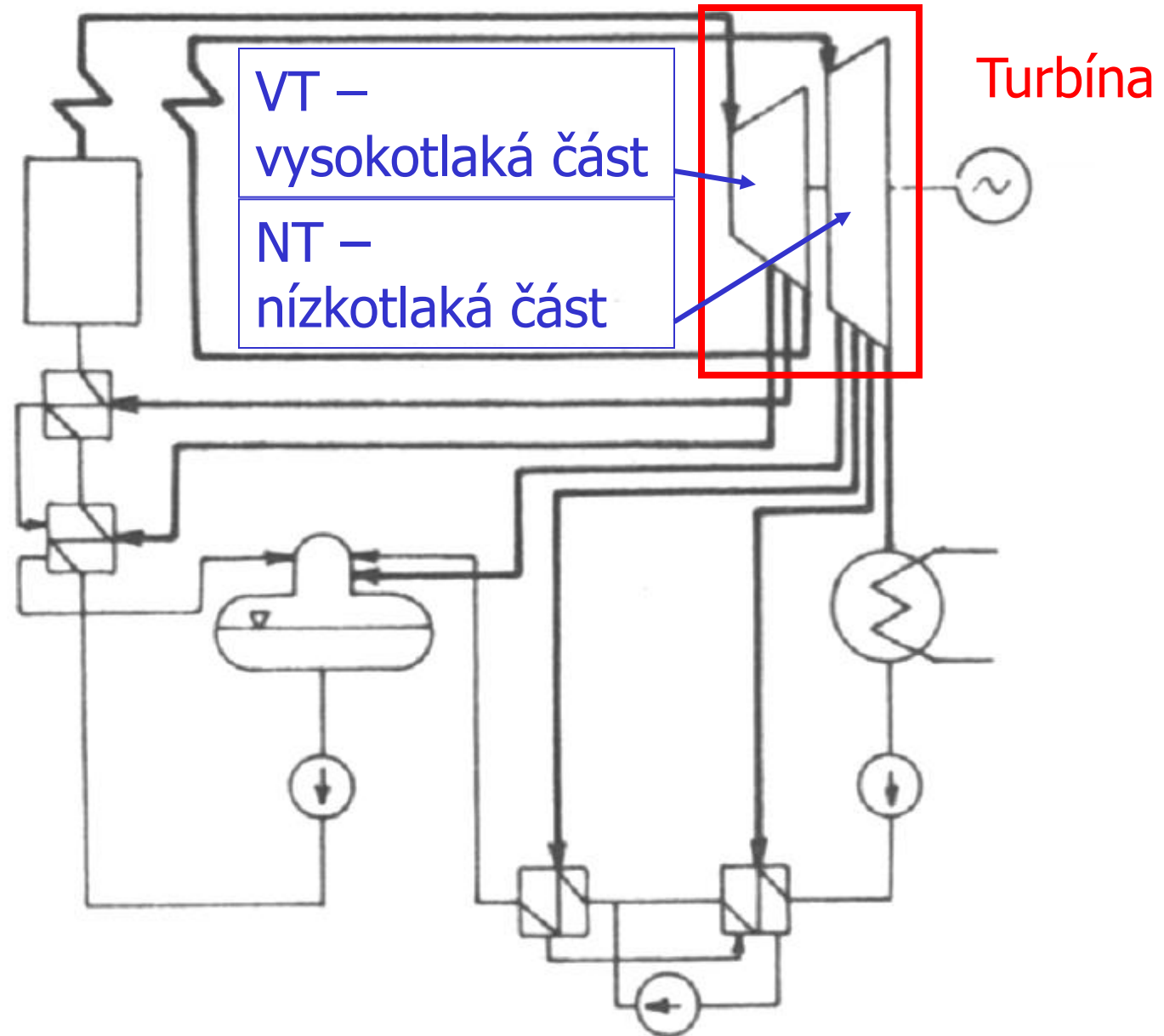
Základní
schéma
výroby:

Ohřívák
(ekonomizér)
plus výparník

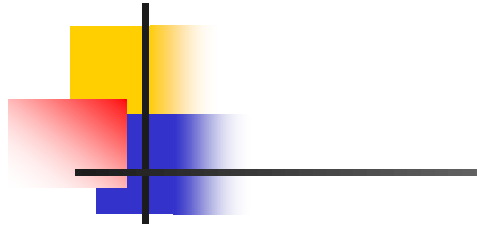


Klasické tepelné elektrárny

Základní
schéma
výroby:



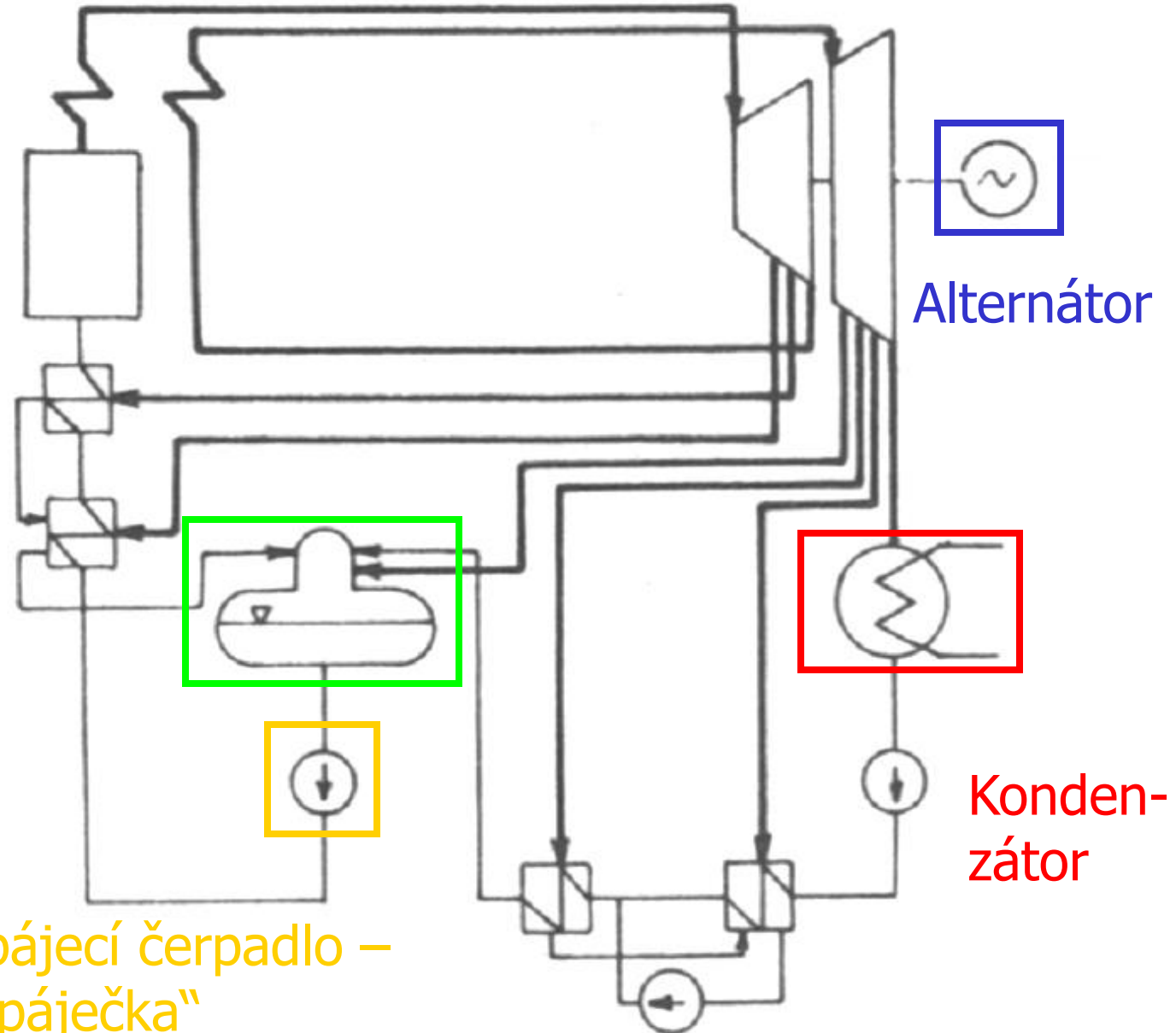
Klasické tepelné elektrárny



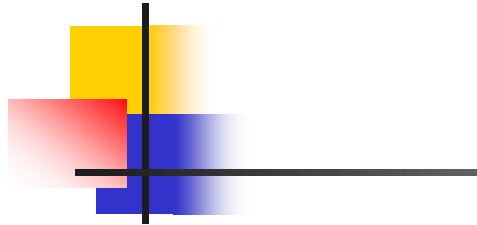
Základní
schéma
výroby:

Napájecí nádrž

Napájecí čerpadlo –
„napáječka“



Klasické tepelné elektrárny

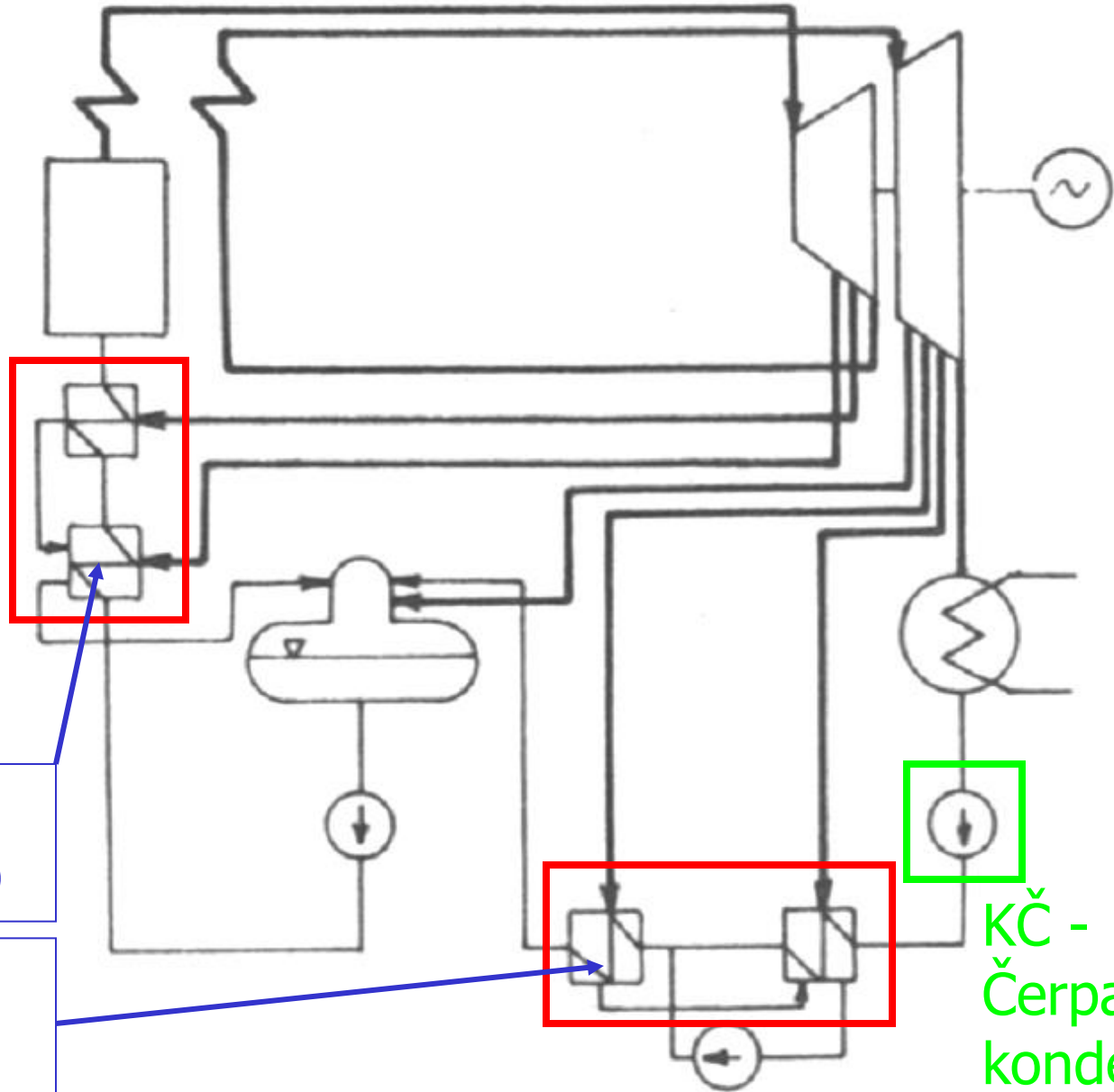


Základní
schéma
výroby:

Regenerativní
ohříváky

VTO –
vysokotlaké RO

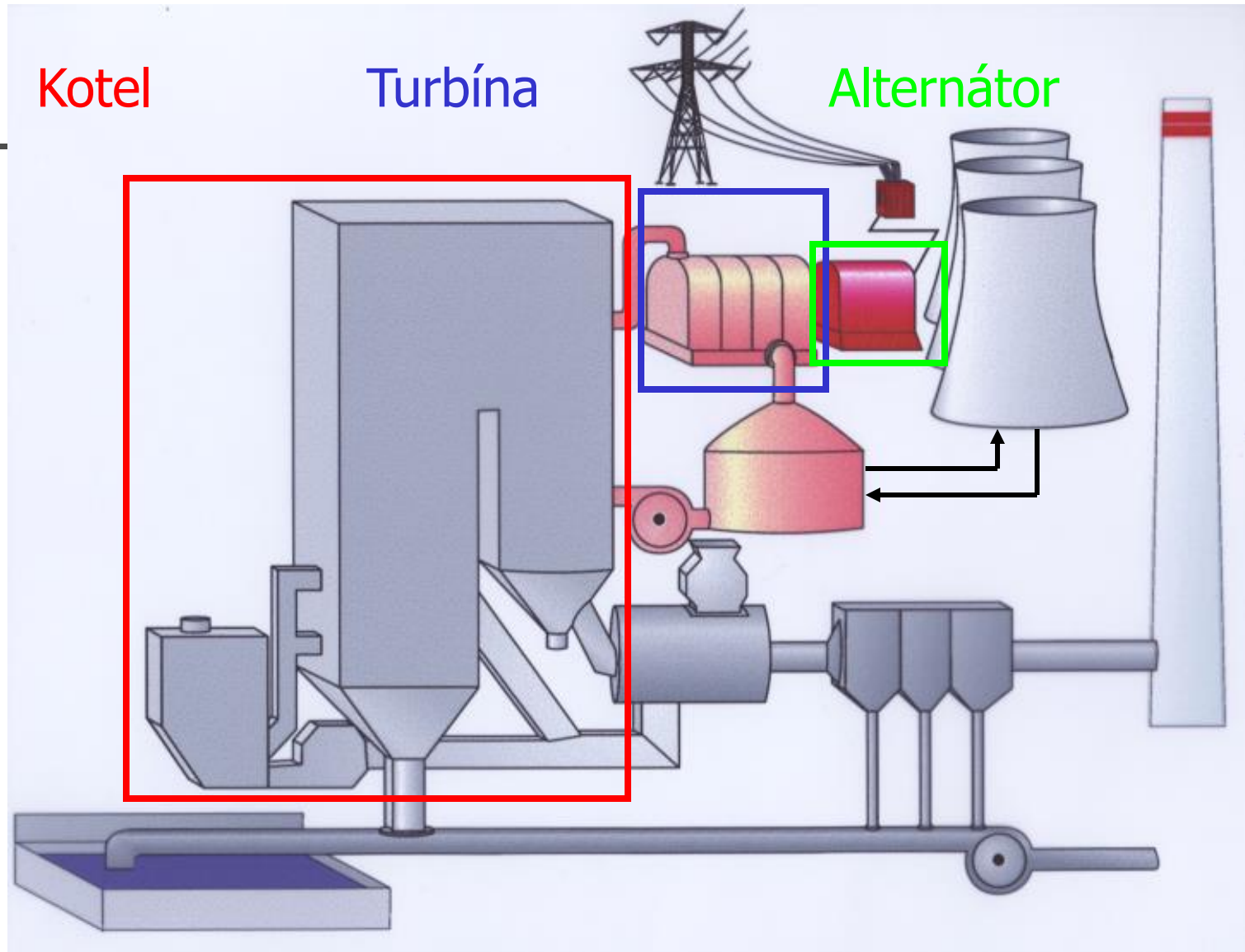
NTO –
nízkotlaké RO



KČ -
Čerpadlo
kondenzátu

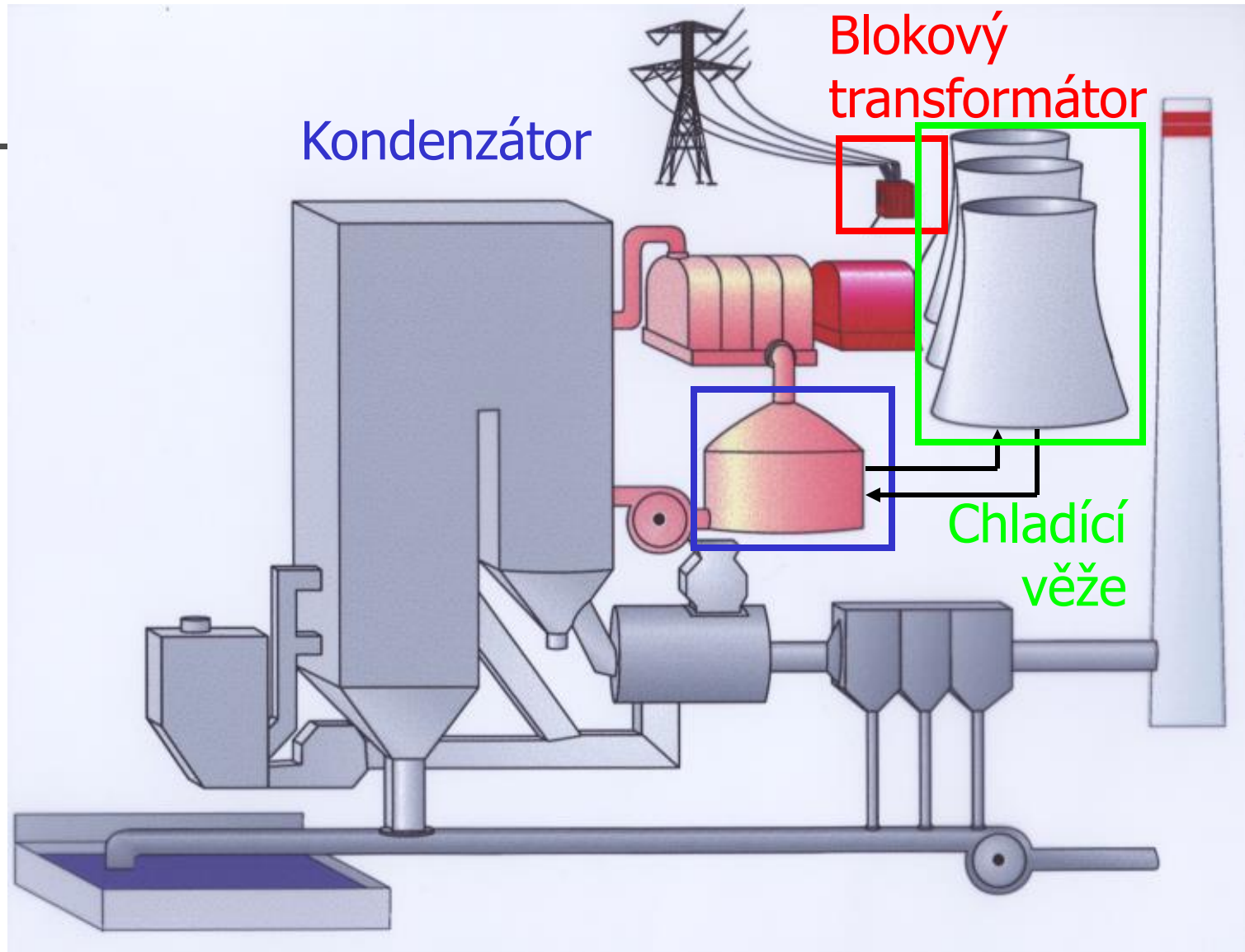
Klasické tepelné elektrárny

Základní
schéma
výroby:



Klasické tepelné elektrárny

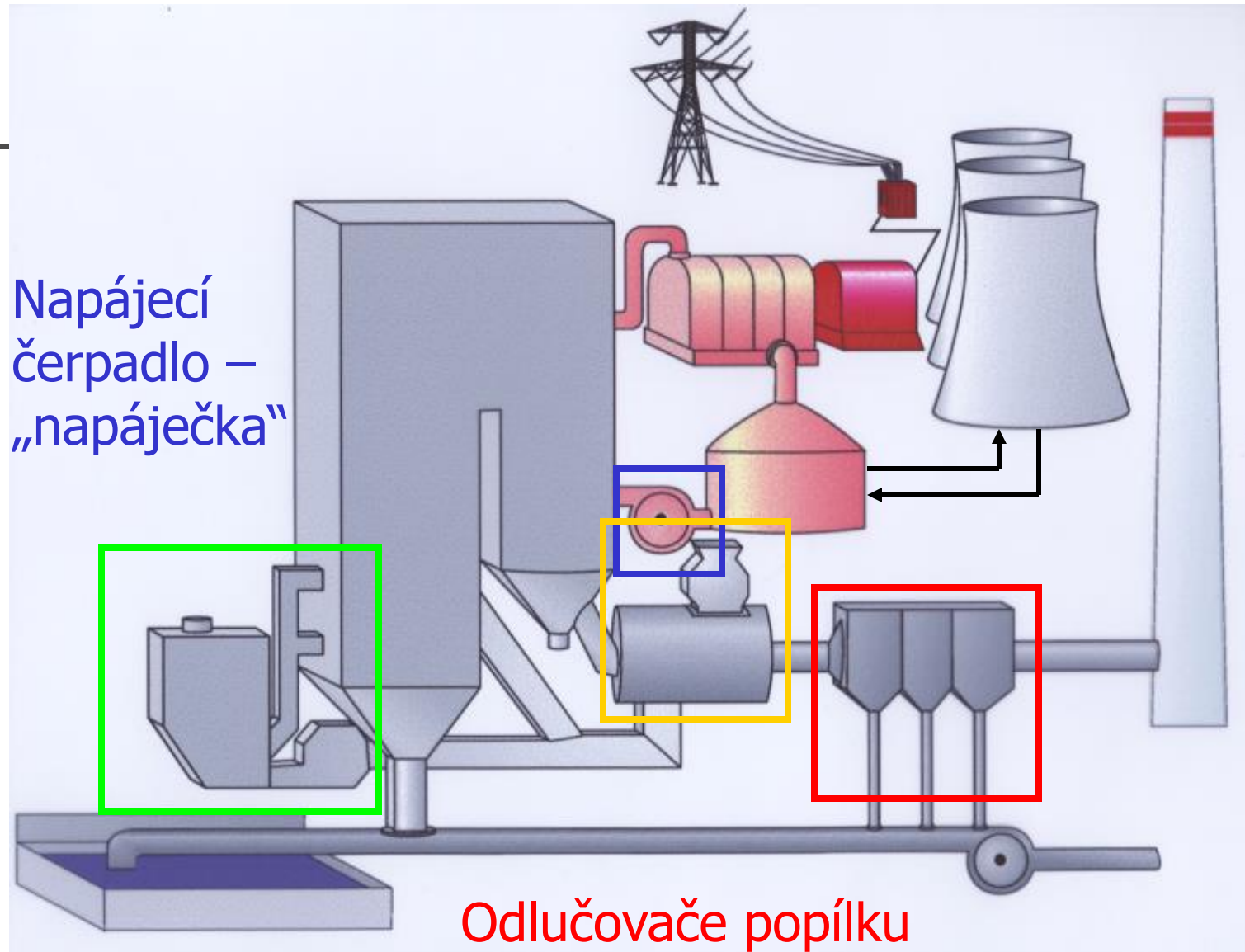
Základní
schéma
výroby:



Klasické tepelné elektrárny

Základní
schéma
výroby:

Mlýn,
hořáky a
ventilátor



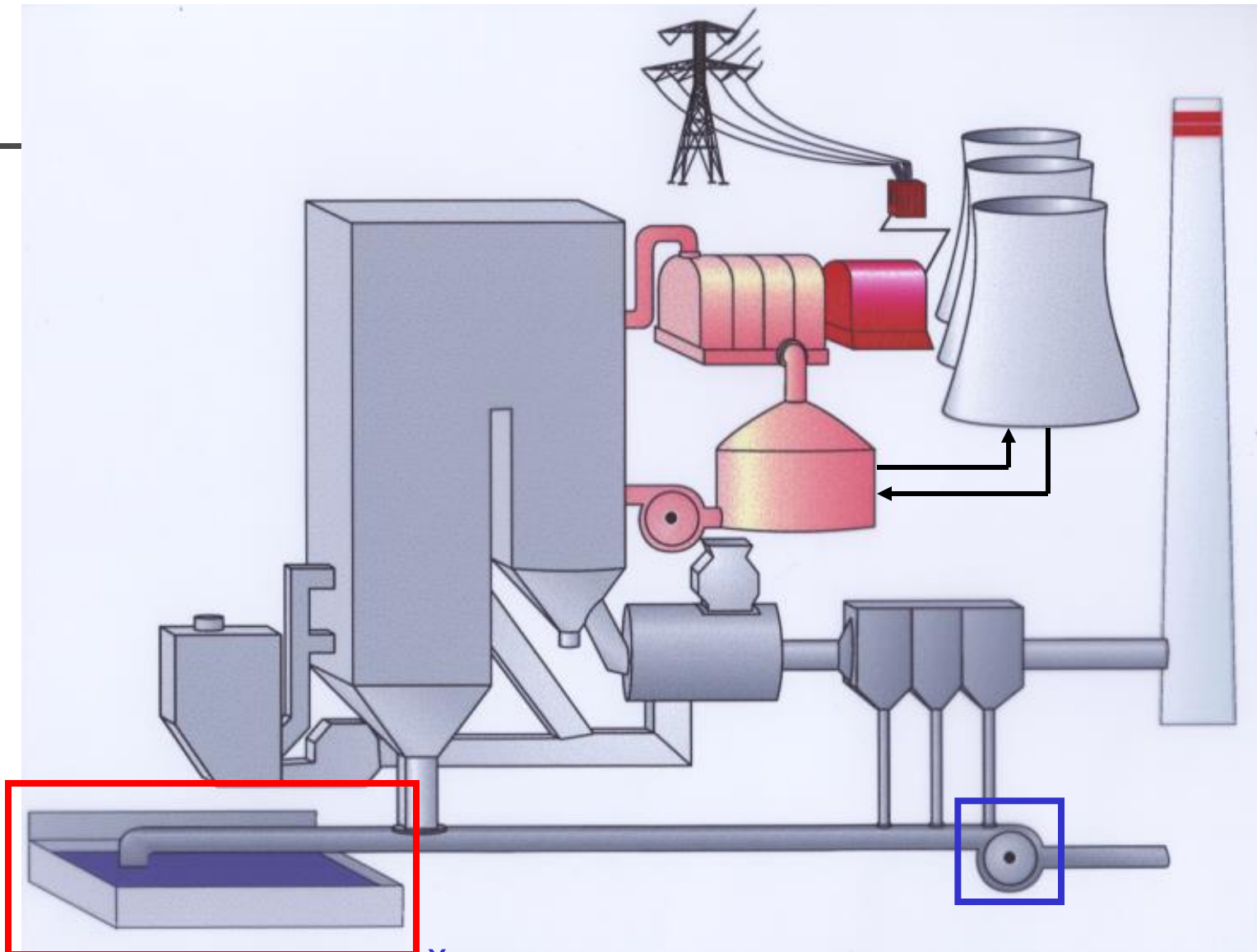
Napájecí
čerpadlo –
„napáječka“

Odlučovače popílků

Ohříváč vzduchu s ventilátorem

Klasické tepelné elektrárny

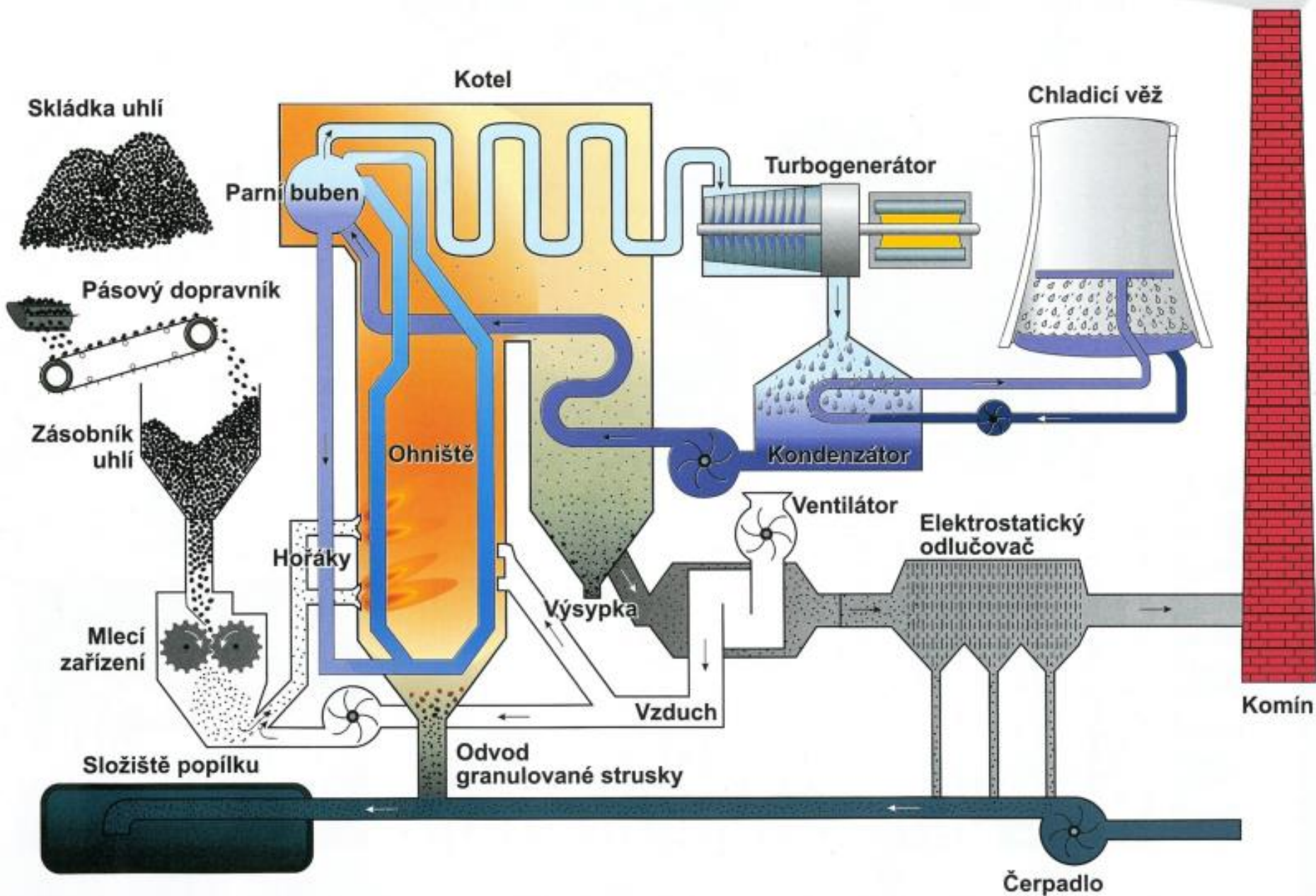
Základní
schéma
výroby:

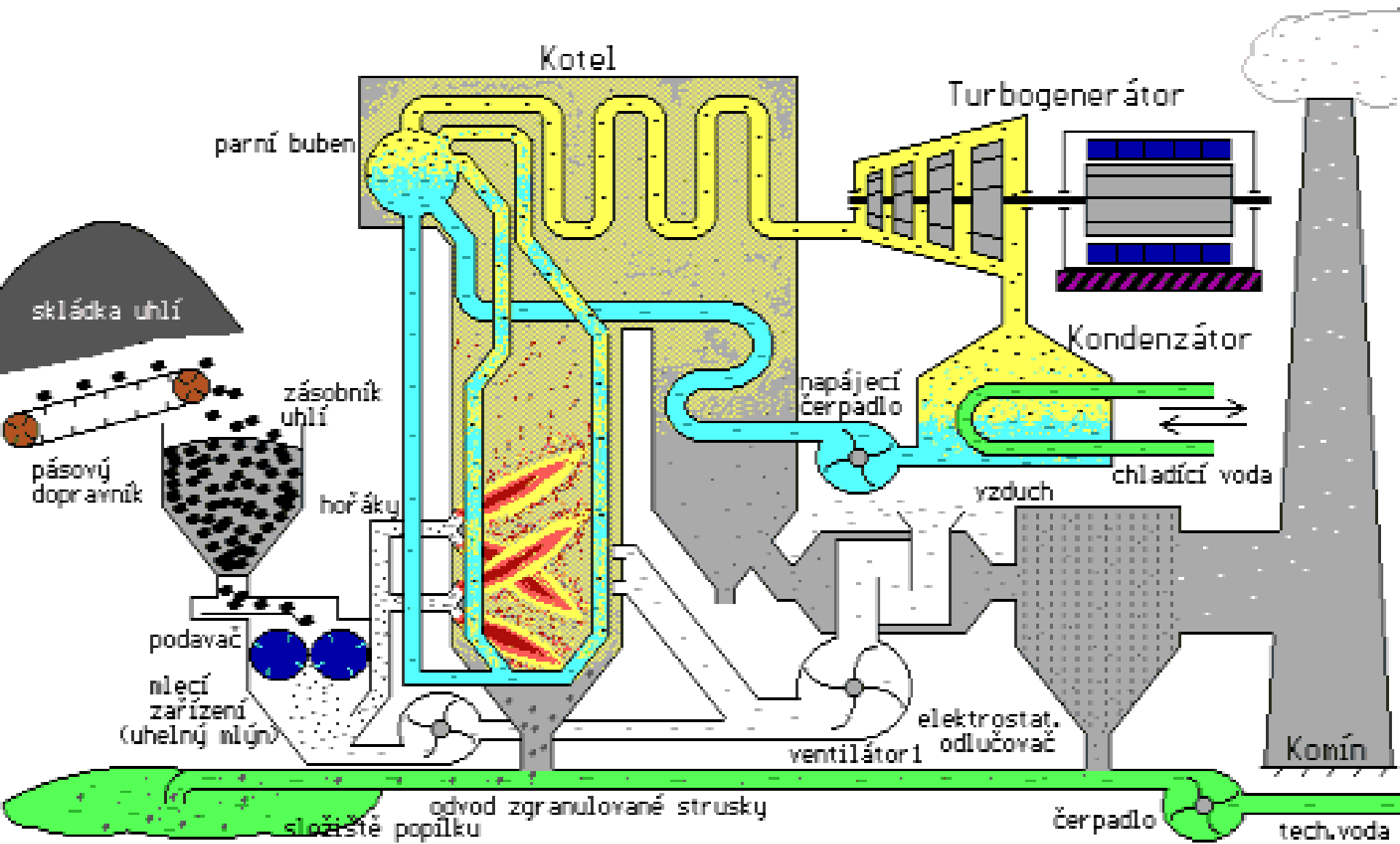


Složišťe
škváry
a popílku

Čerpadlo pro odtah škváry a popílku

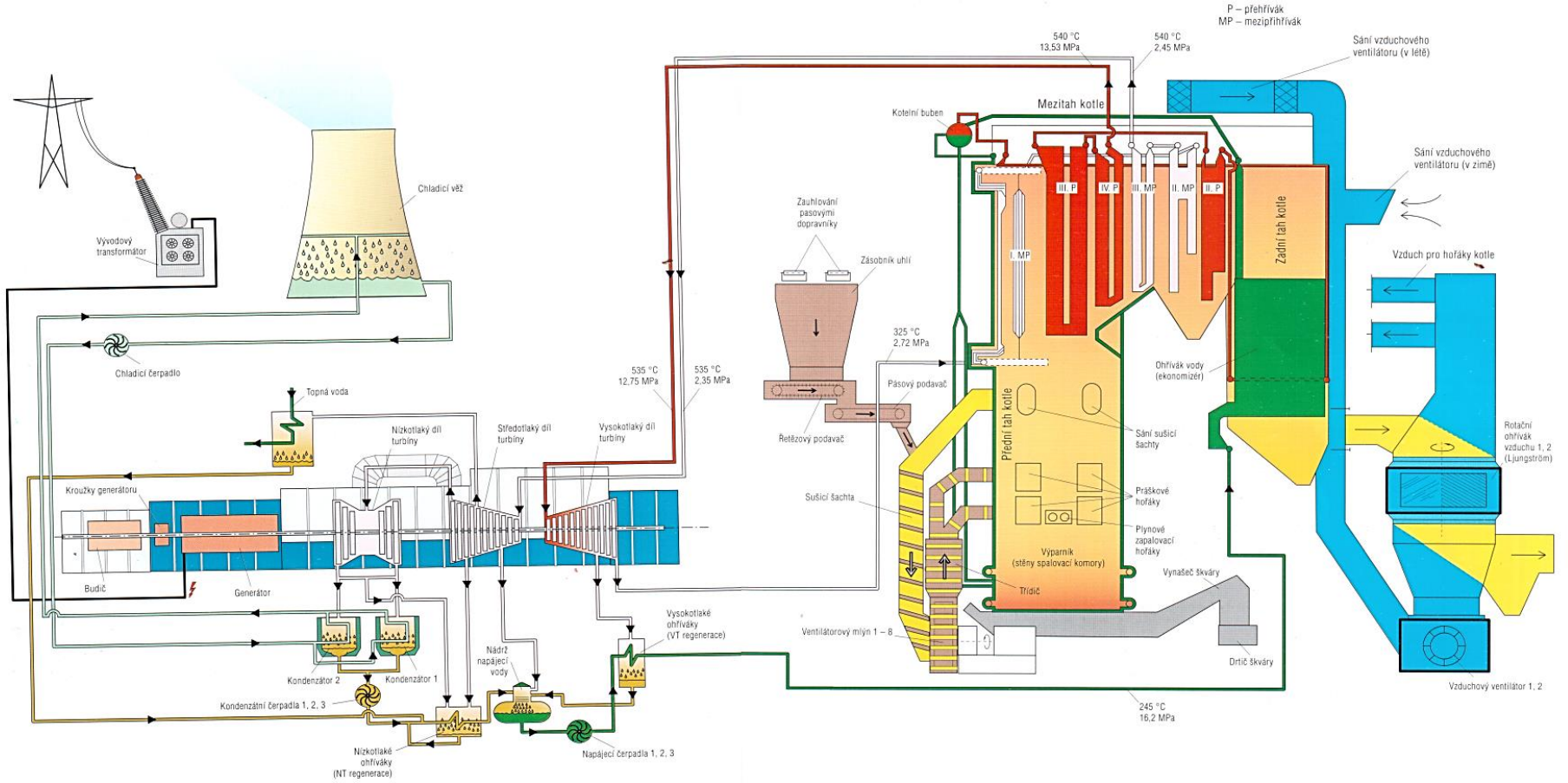
SCHÉMA TEPELNÉ ELEKTRÁRNY

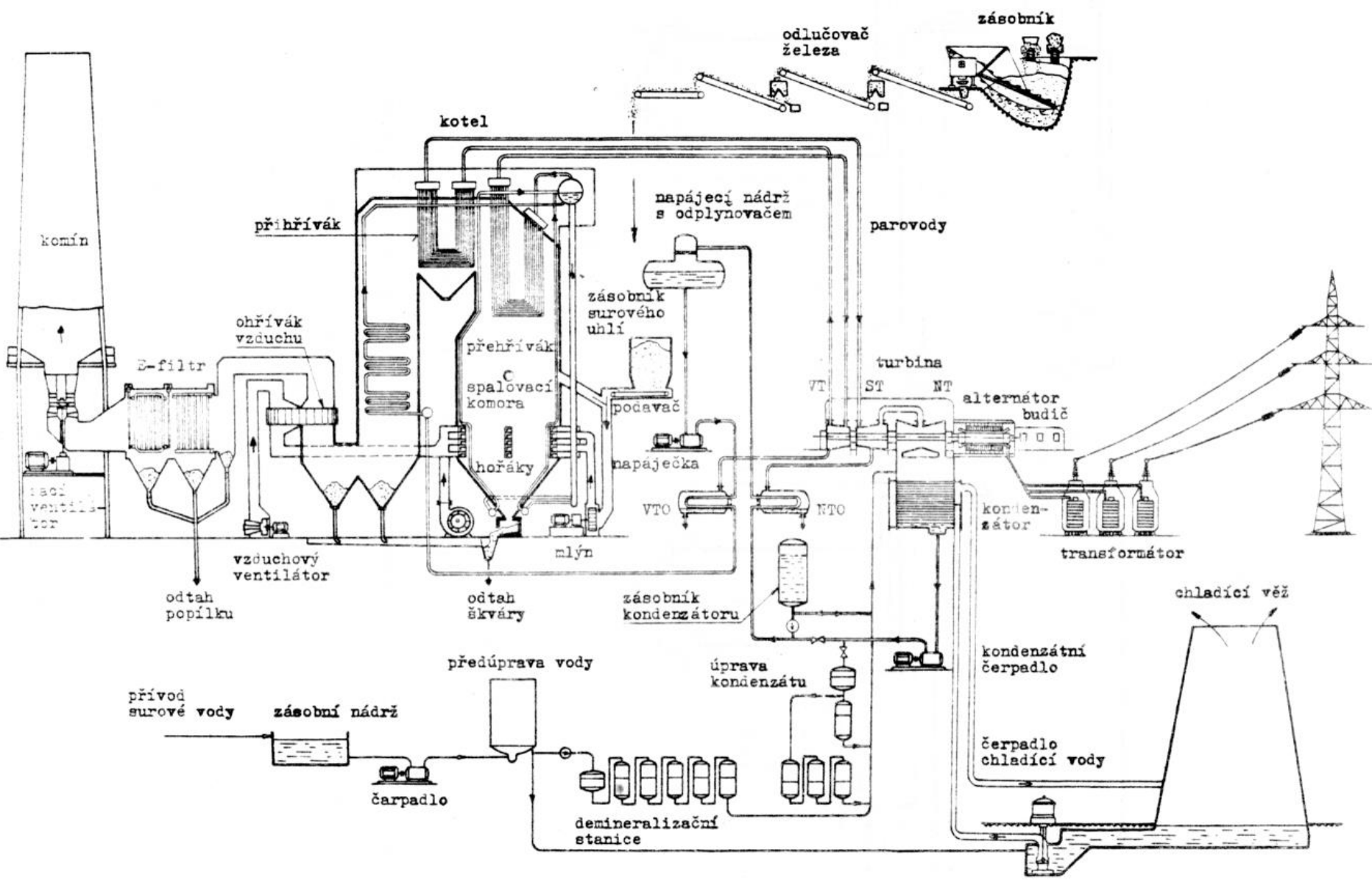


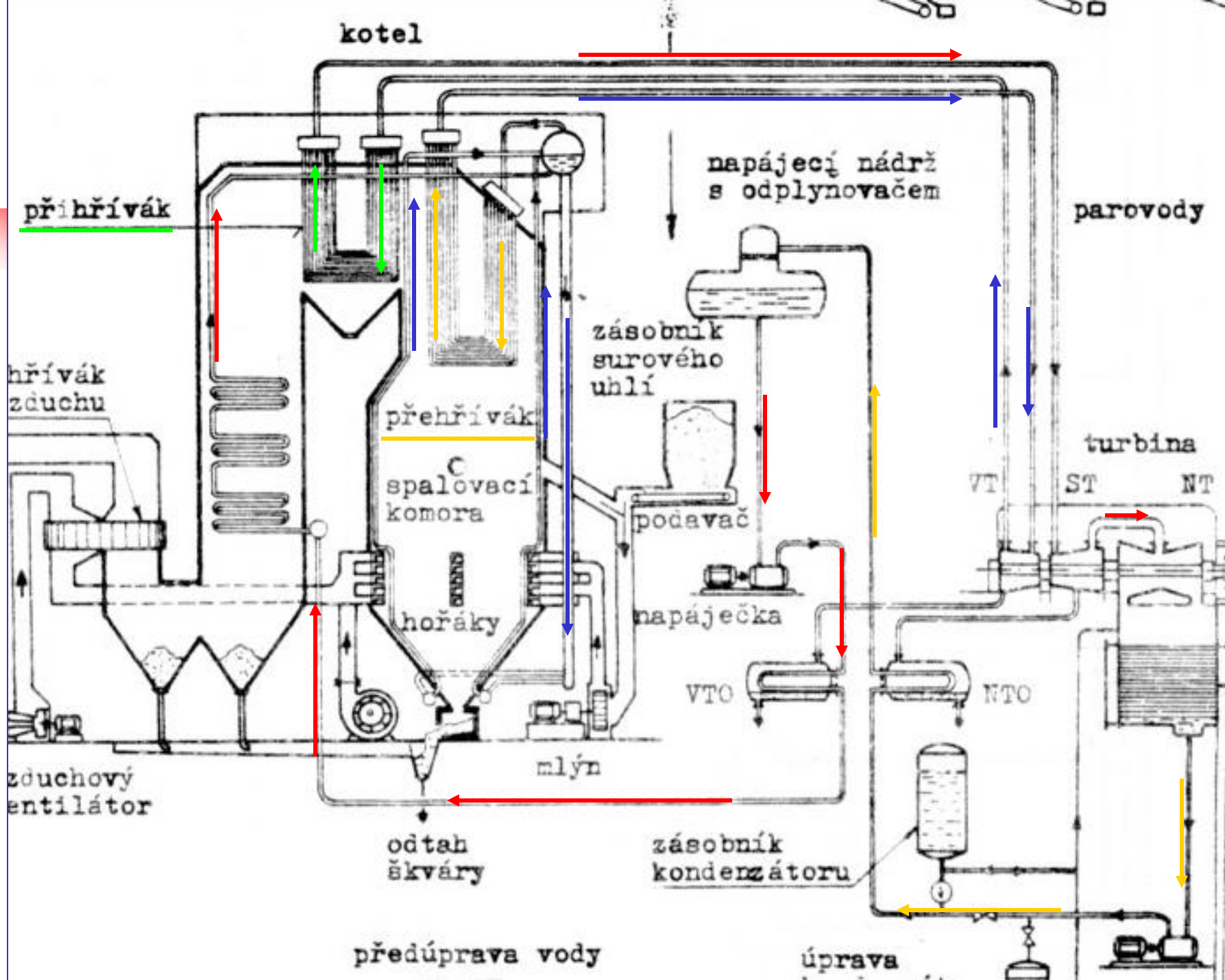


ZJEDNODUŠENÉ SCHÉMA VÝROBNÍHO BLOKU EPR2

- Přeřátá pára (P)
- Mezipřehátá pára a odběry pro ohřev (MP)
- Kondenzát
- Chladicí voda
- Napájecí a topná voda
- Spaliny
- Uhlí
- Vzduch
- Škvára, popílek



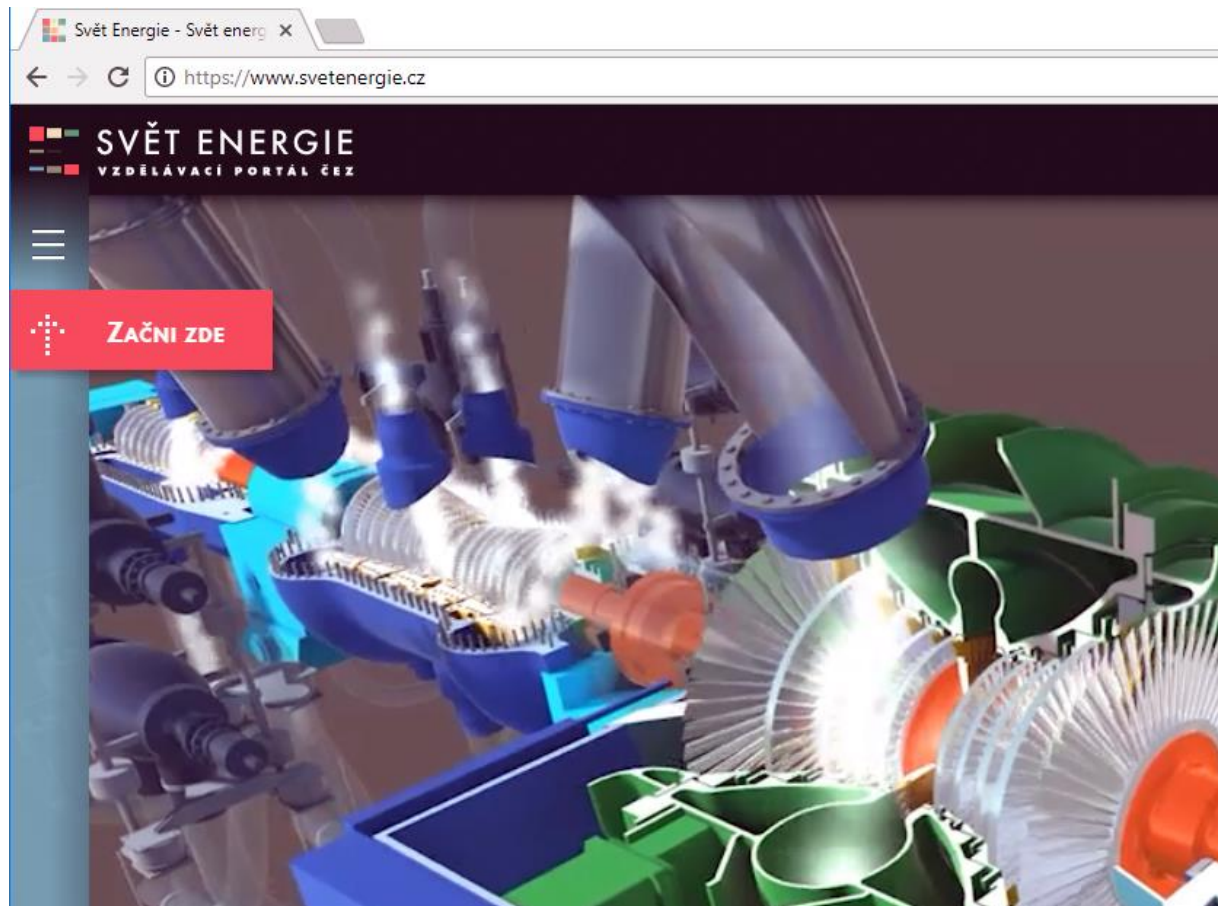




Vzdělávací podklady ČEZ

3D modely technologických prvků a systémů:

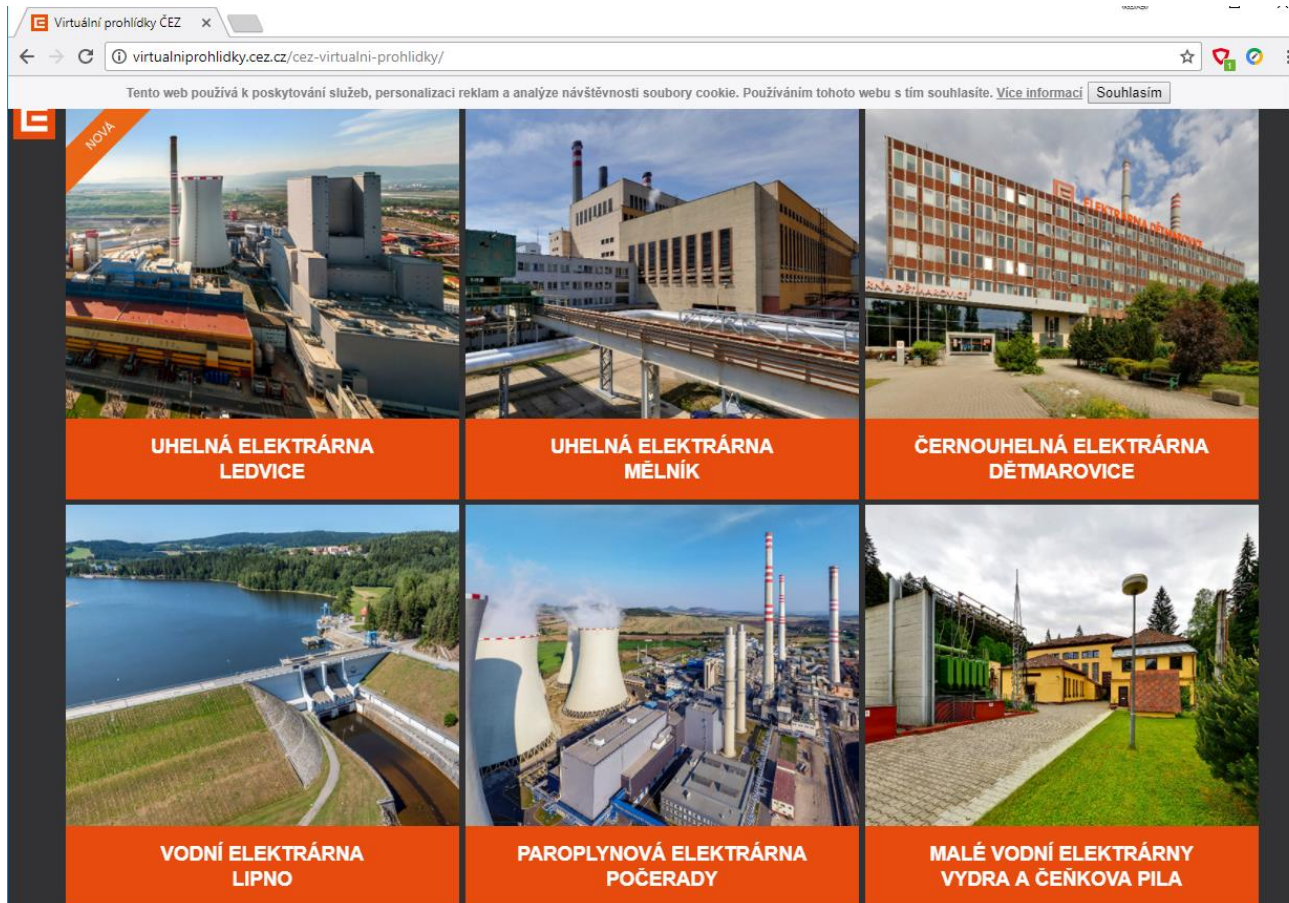
<https://www.svetenergie.cz/>



Vzdělávací podklady ČEZ

Reálné panoramatické prohlídky:

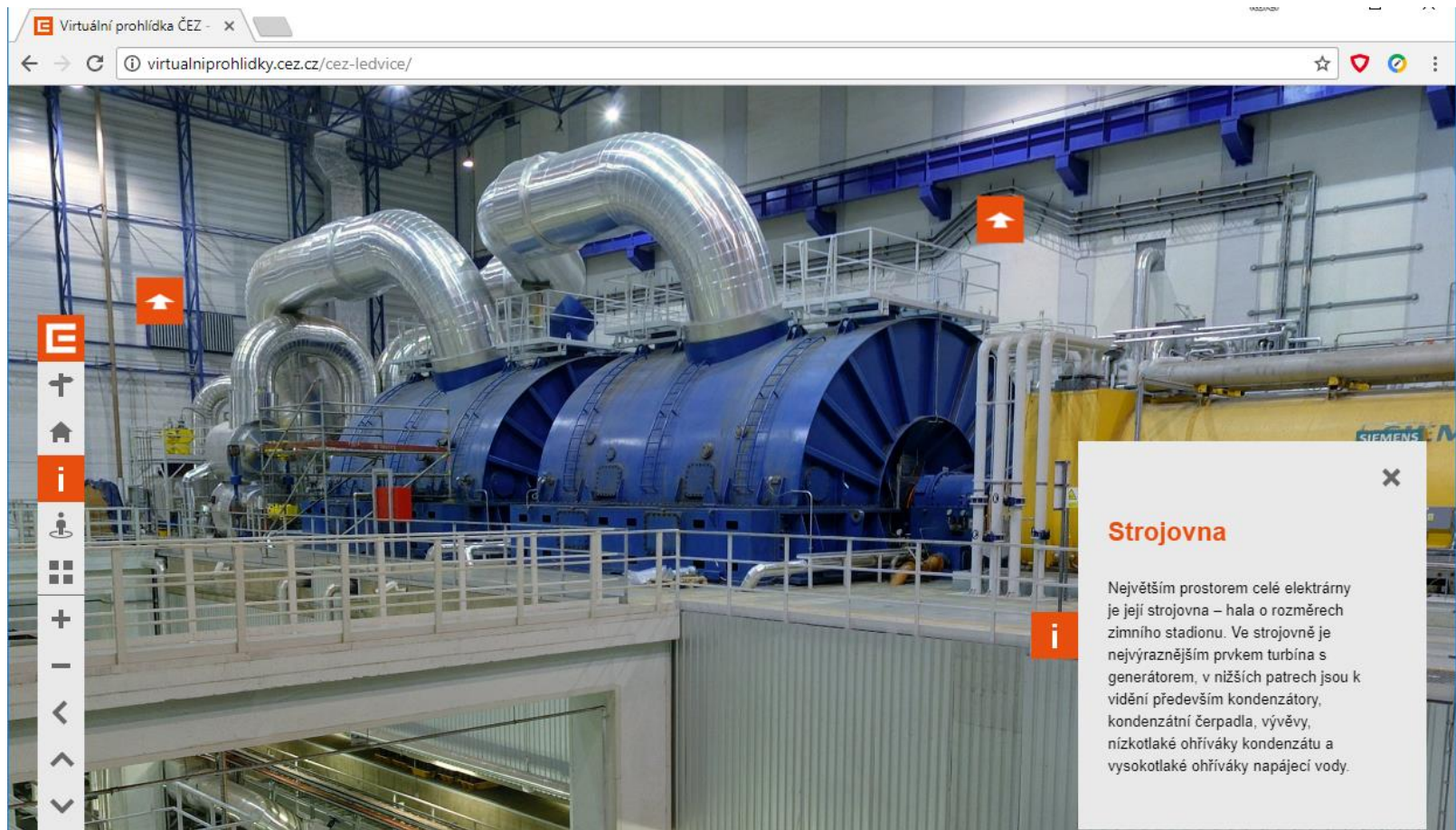
<http://virtualni prohlidky.cez.cz/cez-virtualni-prohlidky/>



Vzdělávací podklady ČEZ

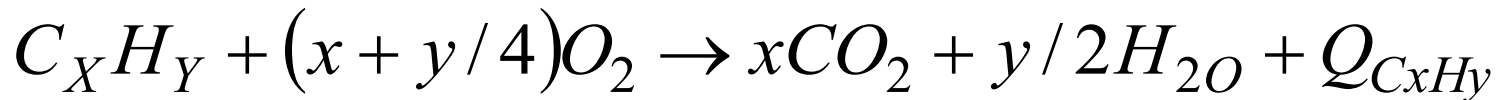
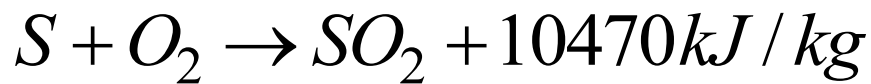
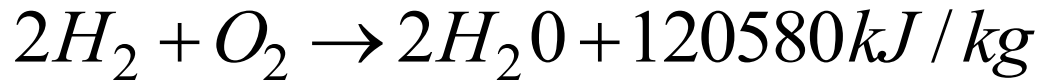
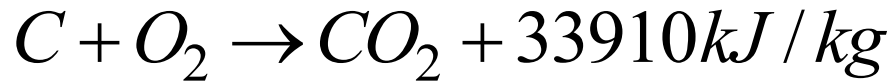
Reálné panoramatické prohlídky:

<http://virtualni prohlidky.cez.cz/cez-virtualni-prohlidky/>



Kotle pro výroby elektřiny

Získávání tepelné energie chemickou reakcí fosilních paliv:



Složení hořlavé části uhlí:

Hnědé uhlí:

C-70%, H-6%, S-2%, N-1%, O-21%

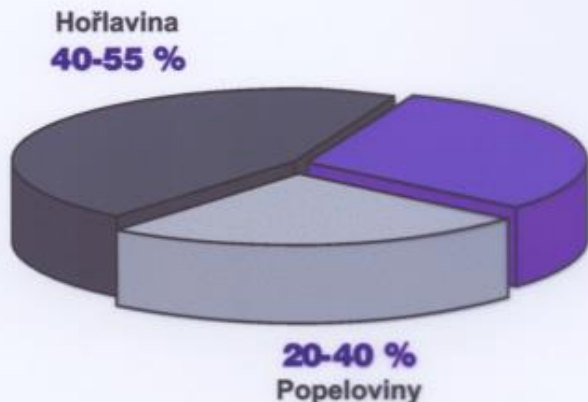
Černé uhlí:

C-85%, H-5%, S-1%, N-1%, O-8%

Kotle pro výroby elektřiny

Složení surového uhlí

Hnědé uhlí



	Hnědé uhlí		Černé uhlí	
	V hořlavinách	Celkem	V hořlavinách	Celkem
C	70	29.8	85	53.1
H	6	2.6	5	3.1
S	2	0.9	1	0.6
N	1	0.4	1	0.6
O	21	8.9	8	5.0
	V popelovinách		V popelovinách	
SiO ₂	48.5	12.1	44.5	12.9
Al ₂ O ₃	28.0	7.0	18.0	5.2
FE ₂ O ₃	9.0	2.3	32.5	9.4
CaO	6.5	1.6	3.0	0.9
MgO	6.5	1.6	0.8	0.2
Voda		33.5		10.0
Celkem		99.6		101.1

Výhřevnost:

$$Q_N = 8 \text{ až } 20 \text{ MJ/kg}$$

typ	podíl uhlíku	výhřevnost
lignit	30 až 50 procent	okolo 13 MJ/kg
hnědé uhlí	50 až 80 procent	15 až 20 MJ/kg
cerné uhlí	80 až 90 procent	18 až 30 MJ/kg
antracit	nad 90 procent	26 až 30 MJ/kg

$$Q_N = 33 \text{ až } 38 \text{ MJ/kg}$$

Kotle pro výroby elektřiny



Kapalná a plynná paliva:

Kapalná paliva: ropa, topné oleje, nafta... $Q_N = 40$ až 45 MJ/kg

Plynná paliva: zemní plyn $Q_N = 50$ až 60 MJ/kg

(pozor nezaměňovat s Q_V [MJ/m³] - spalné teplo na m³)

Kotle pro výroby elektřiny



Dělení kotlů:

Dle typu paliva:

- *tuhá*
- *plynná*
- *kapalná*

Dle výparníku:

- *bubnové - s přirozeným oběhem*
- *bubnové s nuceným oběhem*
- *průtlačné - pro $p_a > 13$ MPa*

Dle tlaku páry:

- *nízkotlaké*
- *vysokotlaké*
- *nadkritické*

Dle spalovacího zařízení:

- *roštové*
- *práškové*
- *fluidní*
- *cyklónové*

Kotle pro výroby elektřiny

Tlakový
systém
kotle:

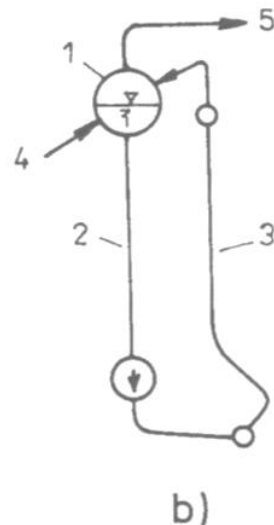
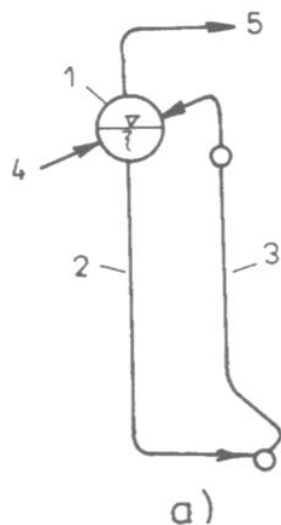
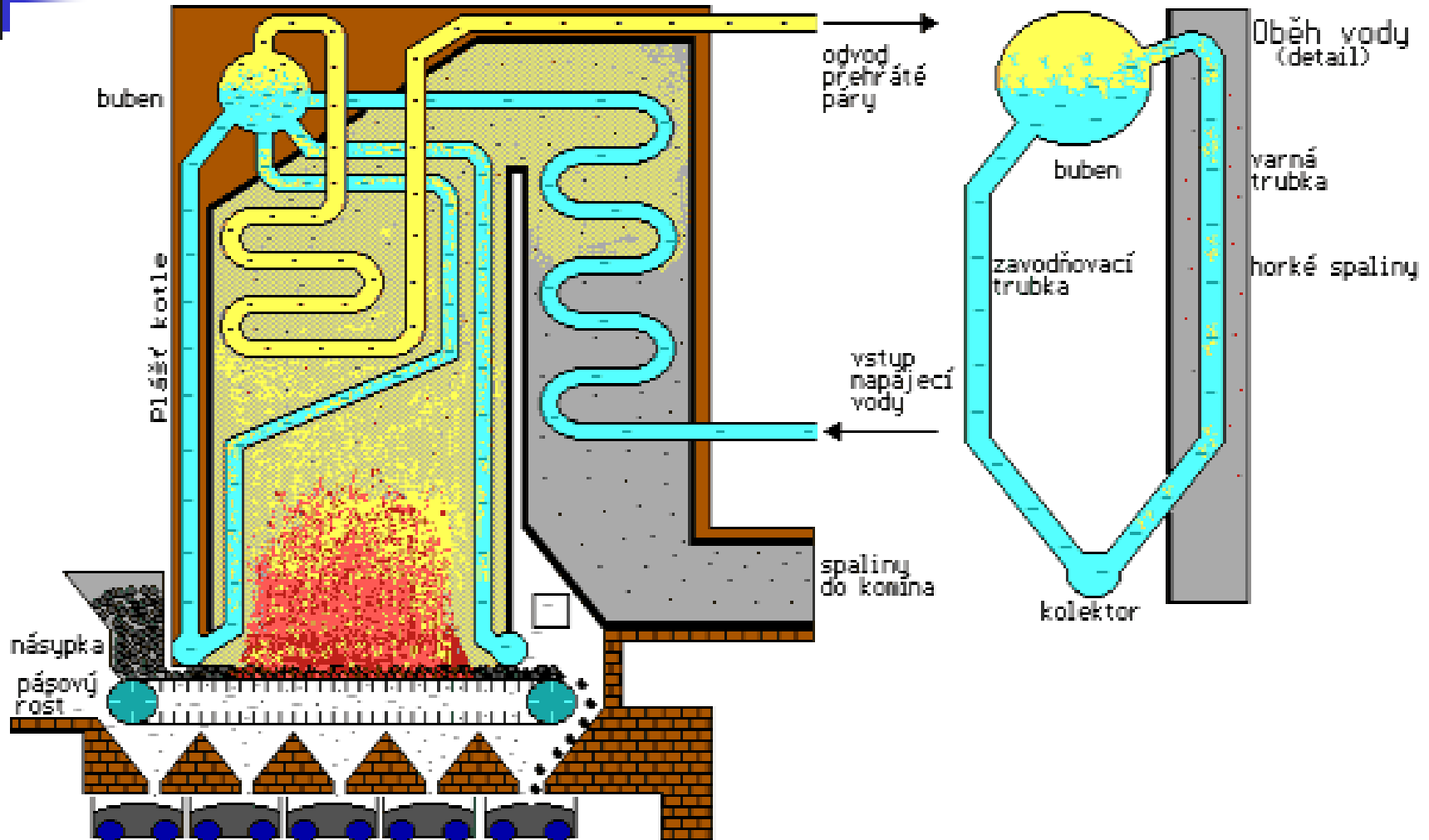


Schéma tlakového systému parního kotle

a) – s přirozeným oběhem, kdy lehčí směs vody a páry je vytlačována z varnic těžší vodou v zavodňovacích trubkách, b) s nuceným oběhem, kdy proudění vody ve varnicích je podpořeno oběhovým čerpadlem, c) průtočný výparník bez oběhu vody ve výparníku a bez bubnu, O – ohřívák vody, V výparník, P přehřívák, 1 – bublen, 2 zavodňovací trubky, 3 varnice, 4 napájecí voda, 5 pára

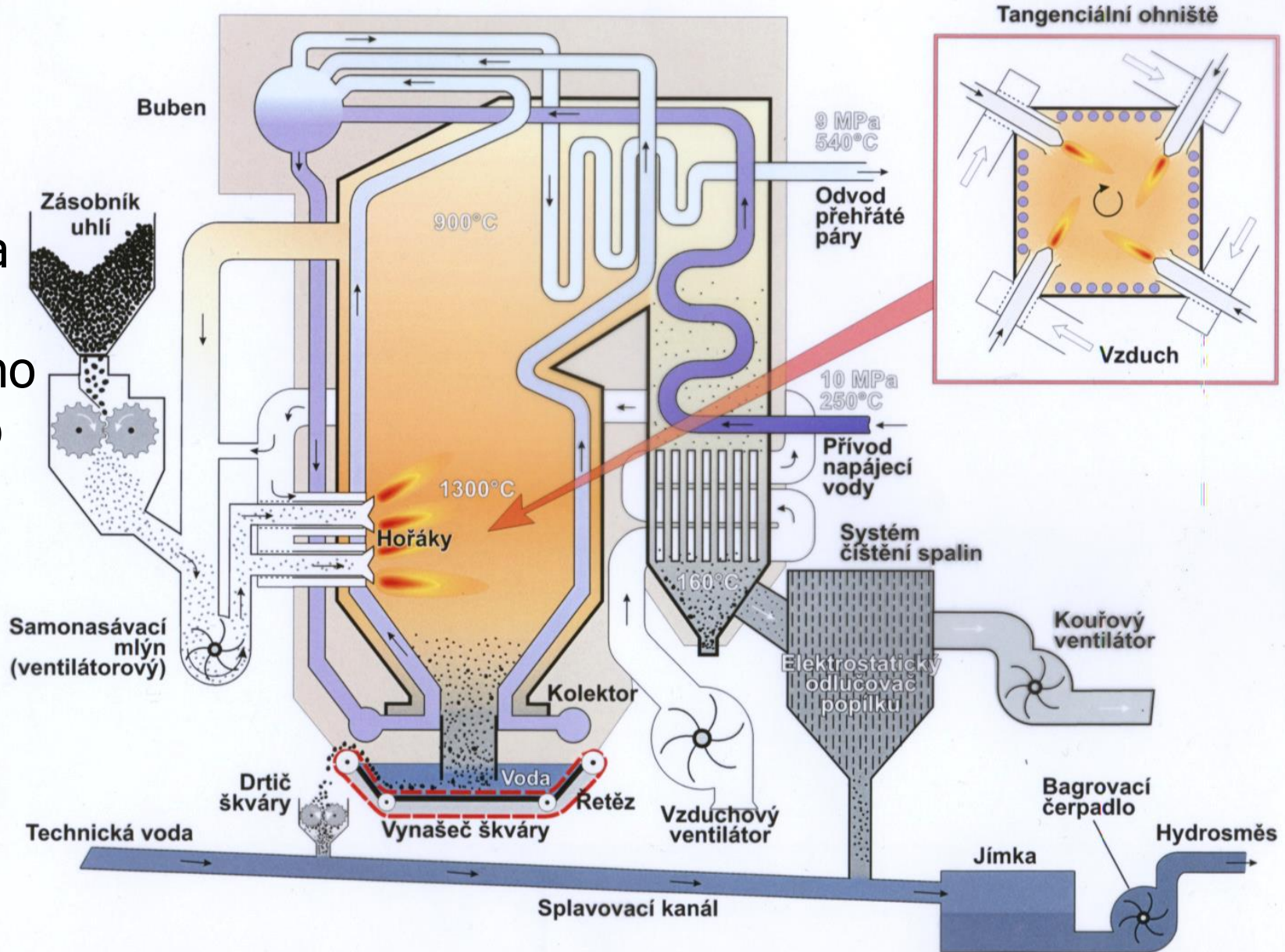
Kotle pro výroby elektřiny

Schéma parního kotle:



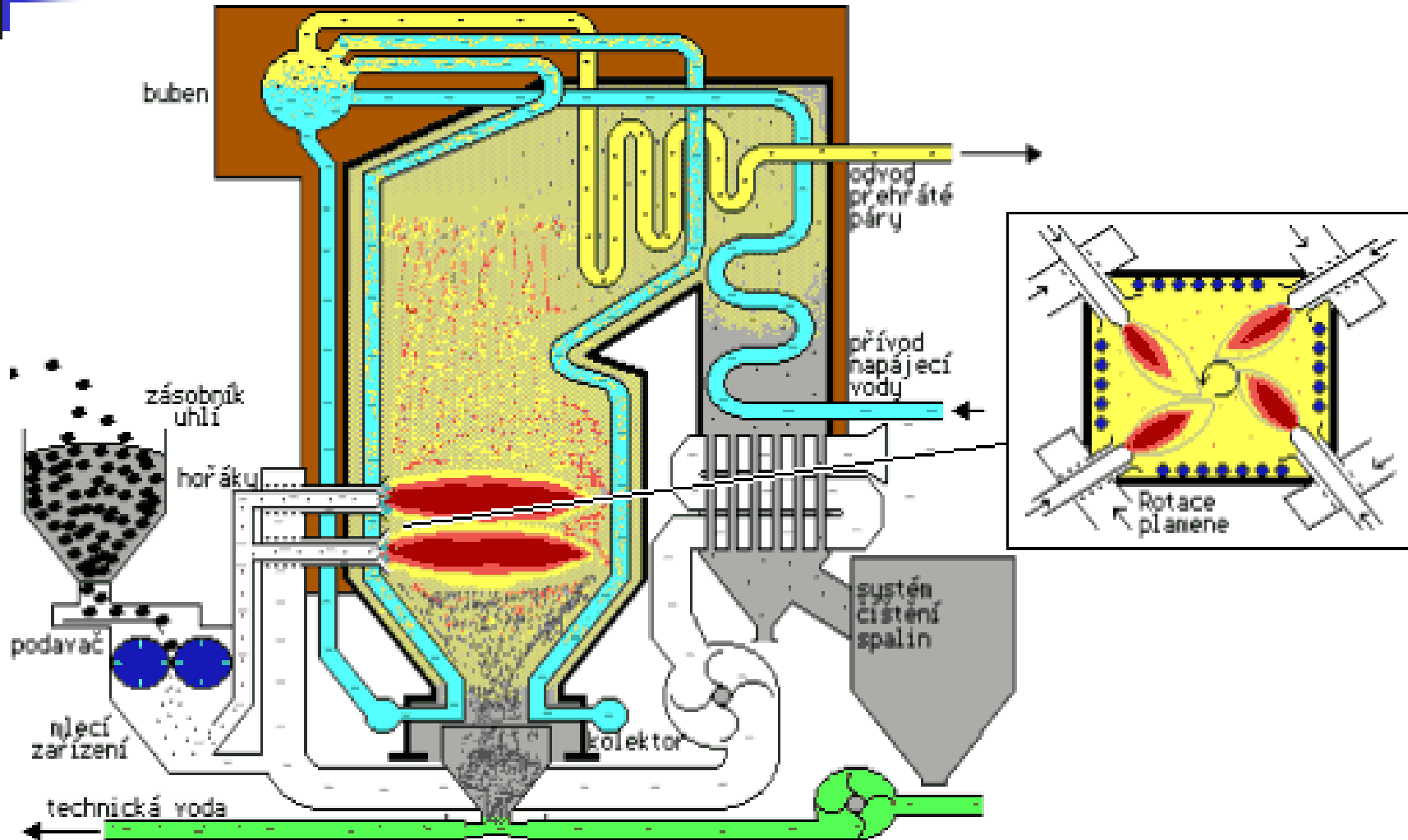
Kotle pro výroby elektřiny

Schéma
strmo-
trubného
parního
kotle:



Kotle pro výroby elektřiny

Schéma parního kotle:



Kotle pro výroby elektřiny



Model parního kotle na FST:



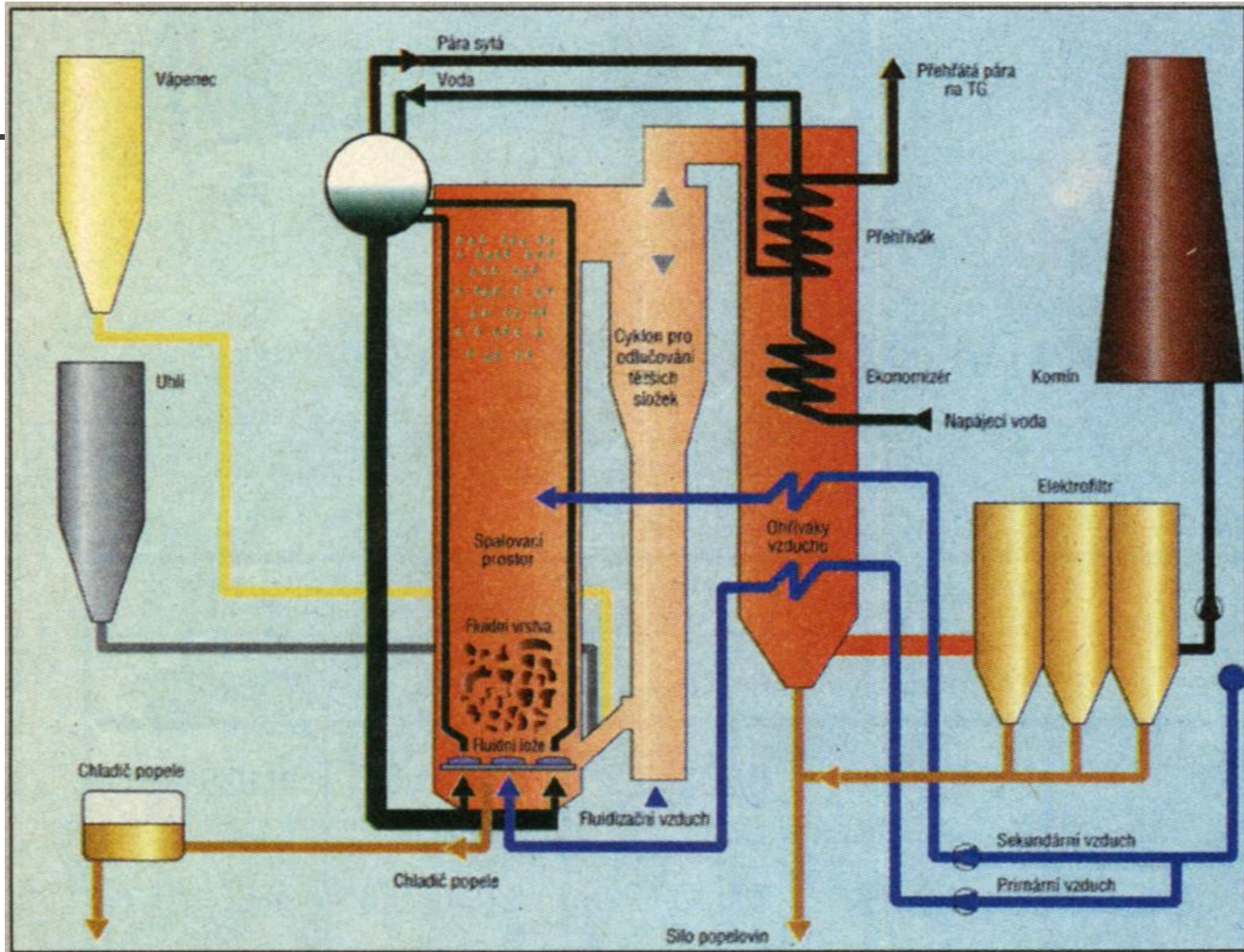
Kotle pro výroby elektřiny

3D modely technologických prvků a systémů:



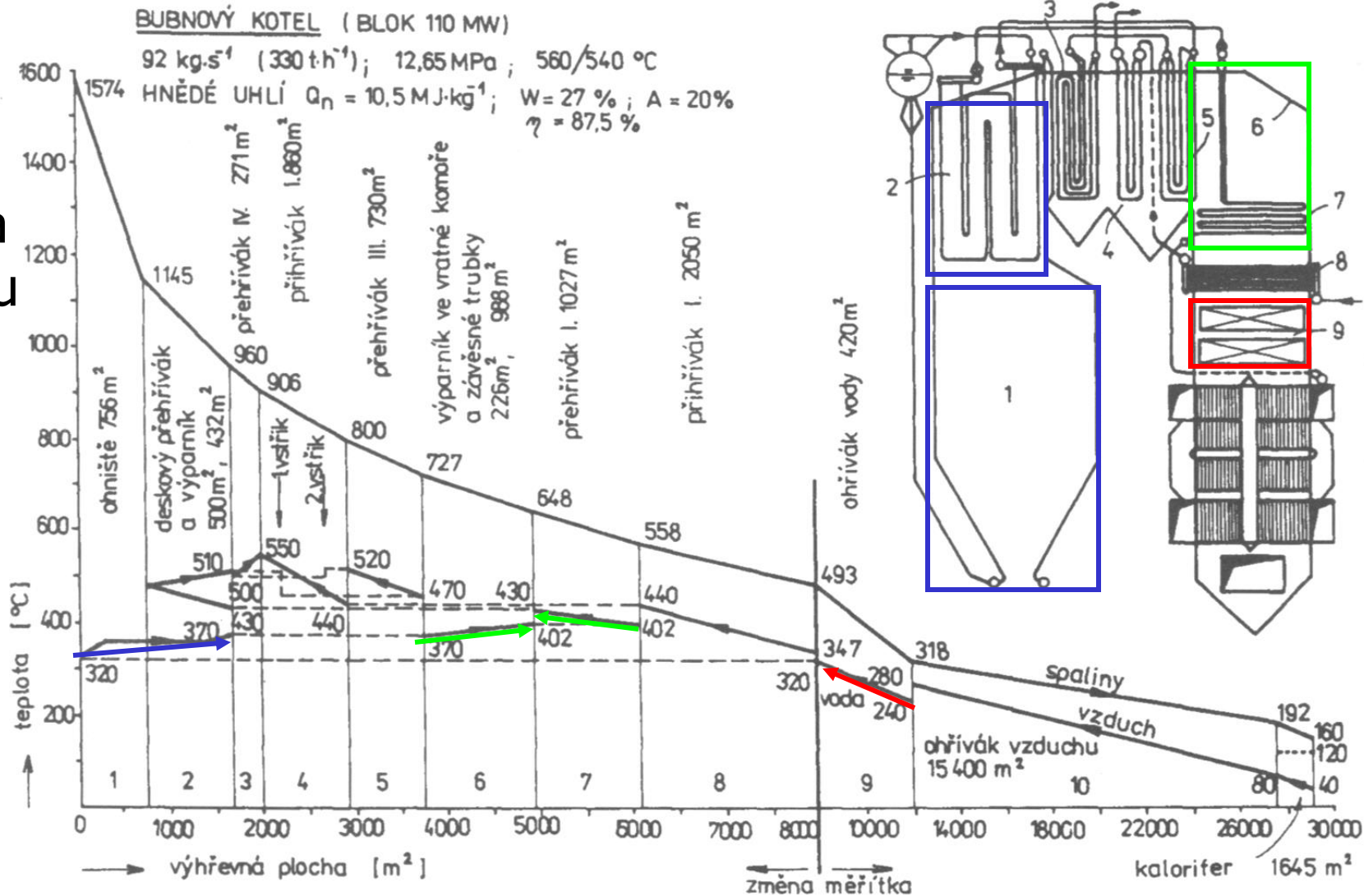
Kotle pro výroby elektřiny

Schéma
fluidního
parního
kotle:



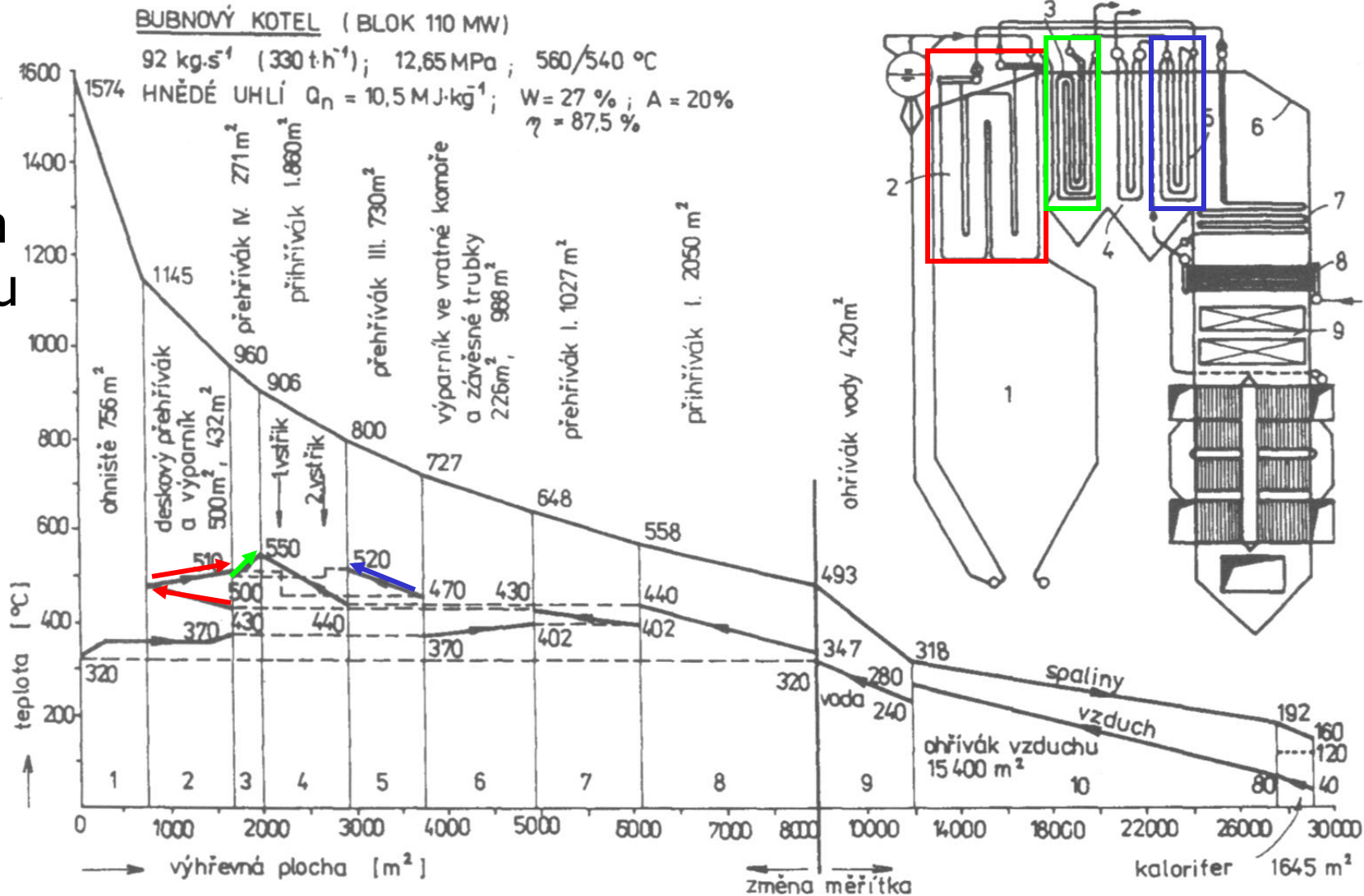
Kotle pro výroby elektřiny

Schéma průběhu výroby páry:



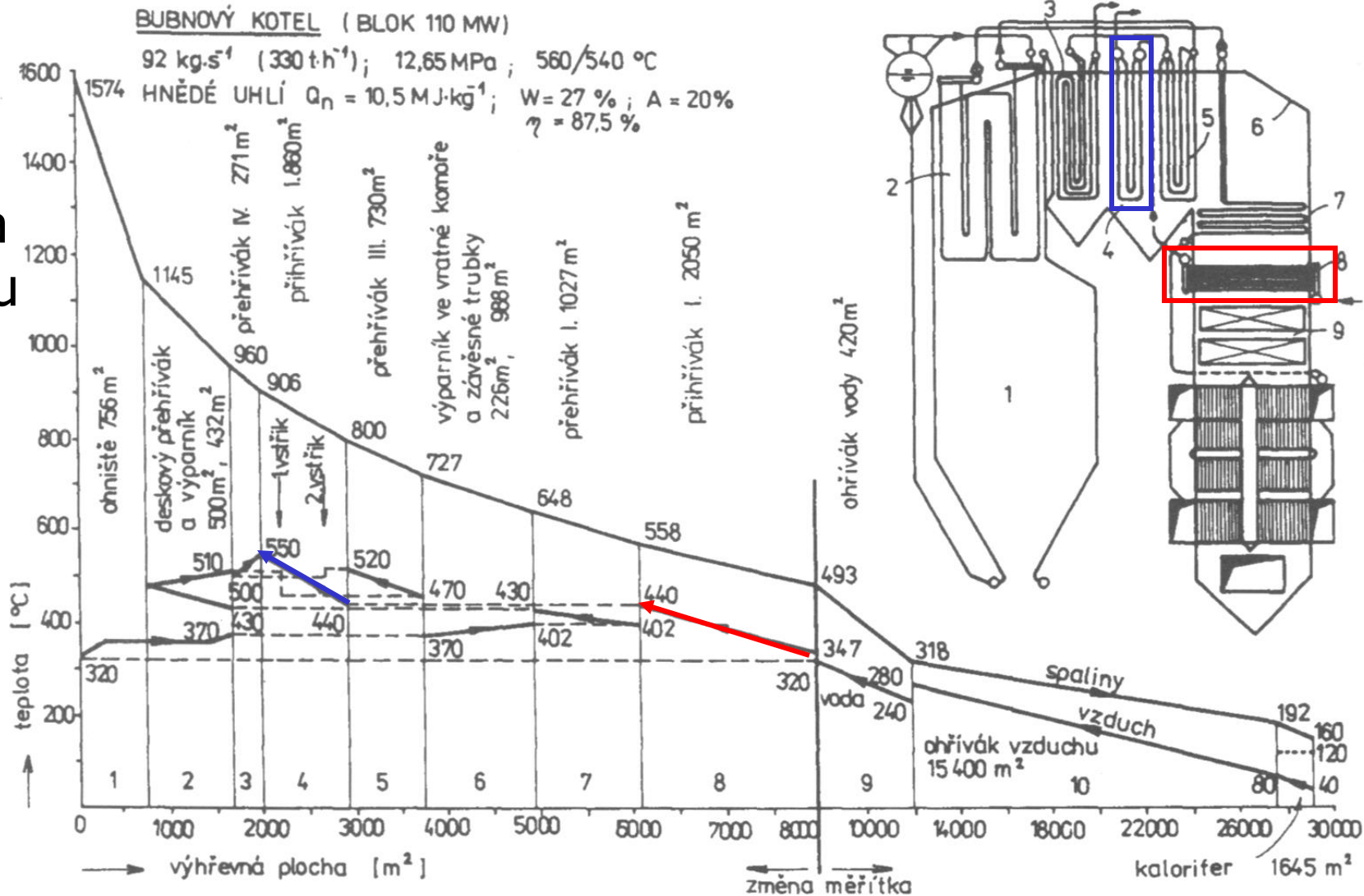
Kotle pro výroby elektřiny

Schéma průběhu výroby páry:



Kotle pro výroby elektřiny

Schéma průběhu výroby páry:



Kotle pro výroby elektřiny

Účinnost kotle:

Ztráty v kotli:

- *ztráta chemickou a mechanickou nedokonalostí spalování*
- *ztráta nedokonalým využitím uvolněného tepla (ztráta komínová, teplem tuhých zbytků, sdílením tepla do okolí)*

$$\eta = \frac{M_P(i_a - i_{NV})}{M_U Q_N}$$

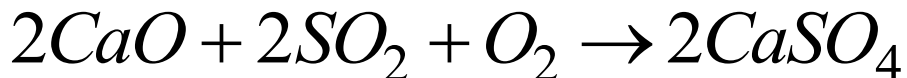
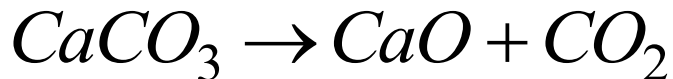
Kotle pro výroby elektřiny

Odsíření spalin:

Mokrý vápencová vypírka (propíráním ve vápencové emulzi plus vháněním vzduchu vzniká sádrovec):



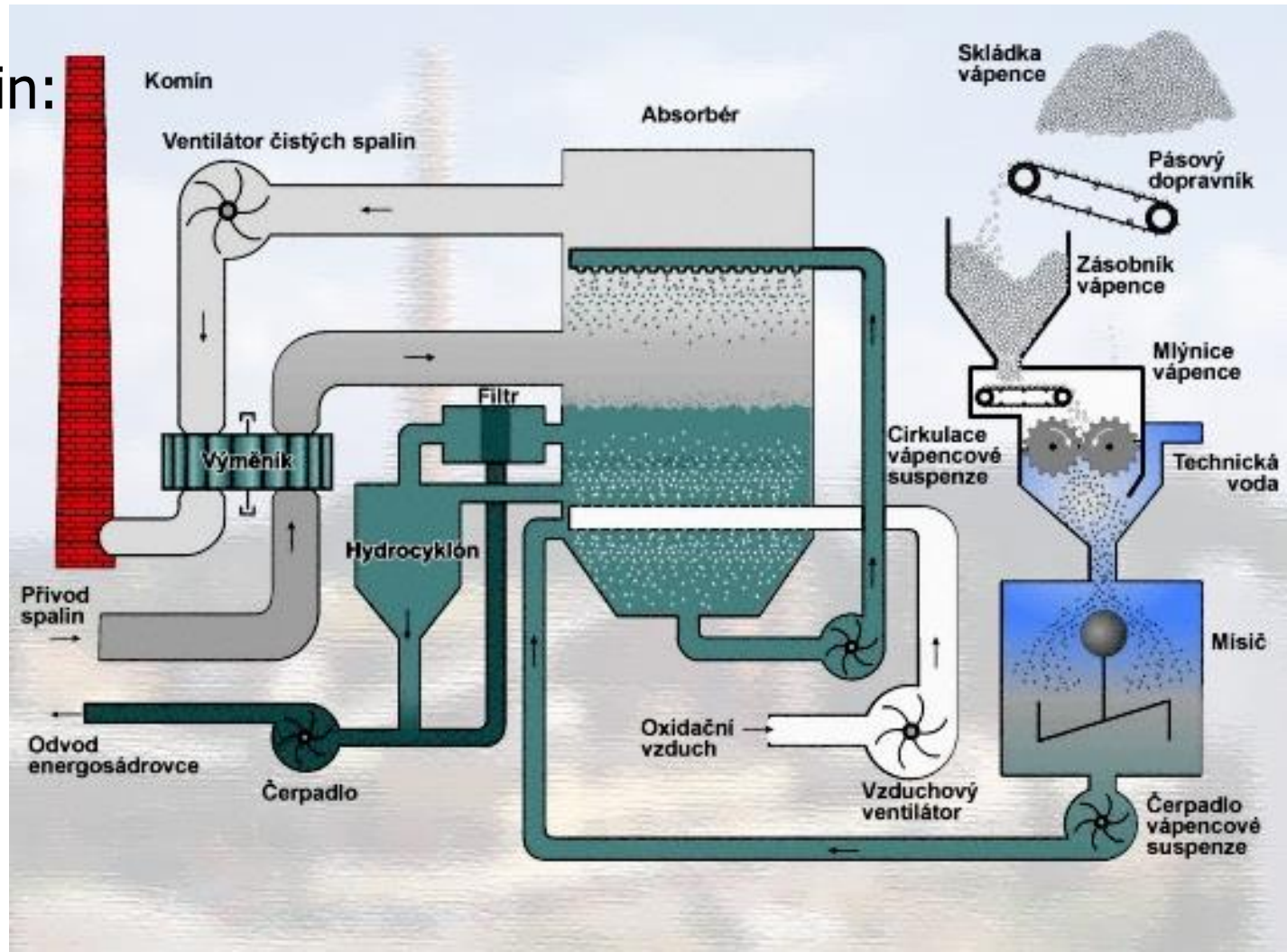
Fluidní kotle (přidáním mletého vápence do ohniště vzniká opět síran vápenatý):



Kotle pro výroby elektřiny

Odsíření spalin:

*Mokrá
vápencová
vypírka*



Kotle pro výroby elektřiny

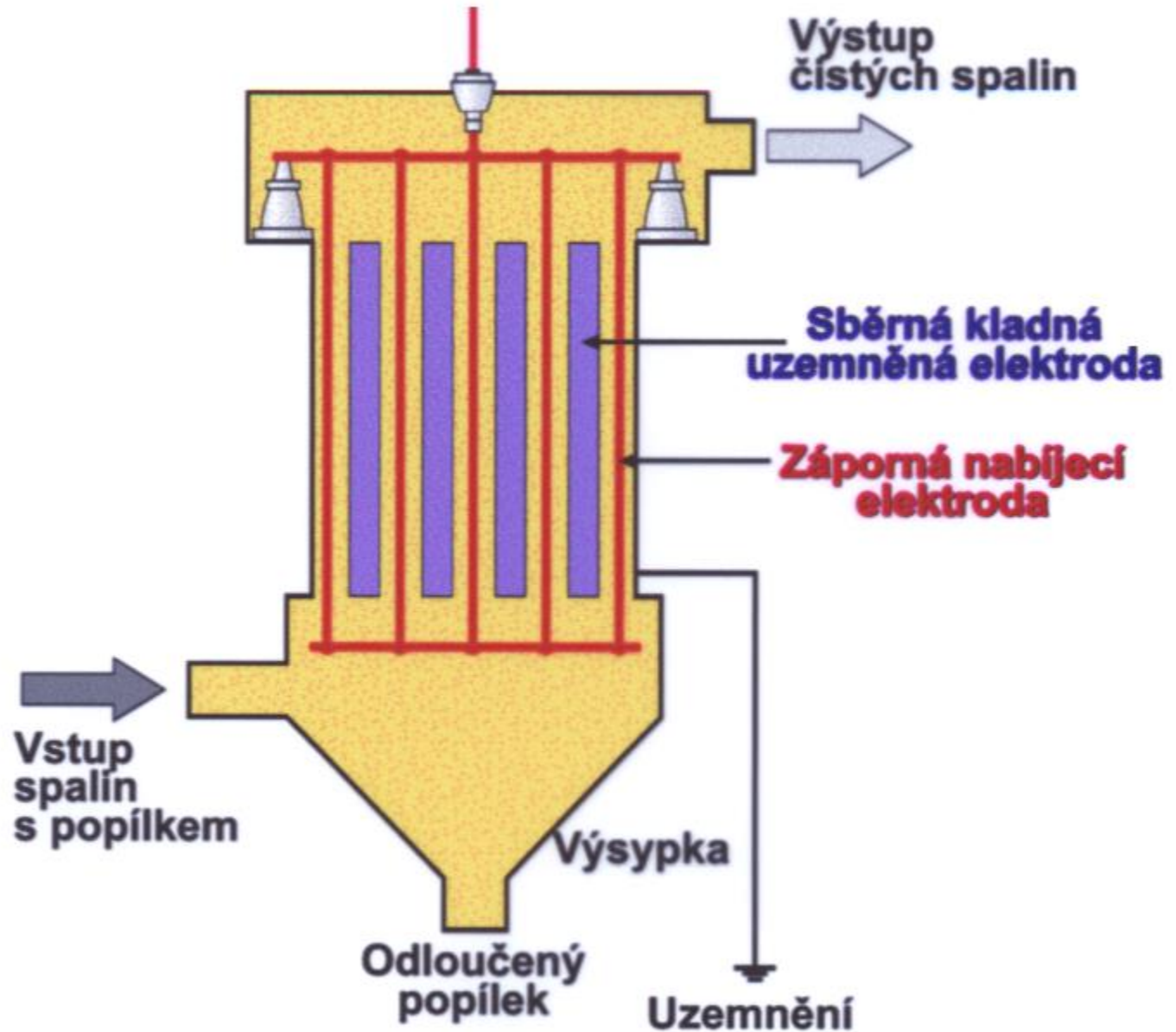


Odlučovače popílků:

- *elektrostatické (účinnost až 99%, nízká spotřeba el. energie)*
- *cyklónové (účinnost ještě lepší, ale vysoká spotřeba el. energie)*
- *textilní filtry (účinnost jen 90%)*

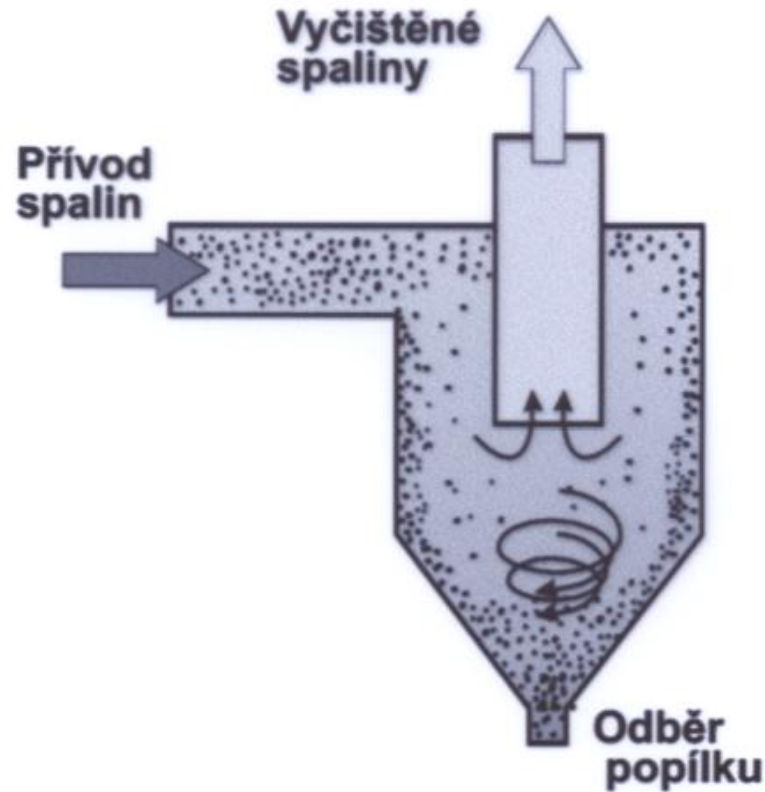
Kotle pro výroby elektřiny

Elektrostatický
odlučovač:



Kotle pro výroby elektřiny

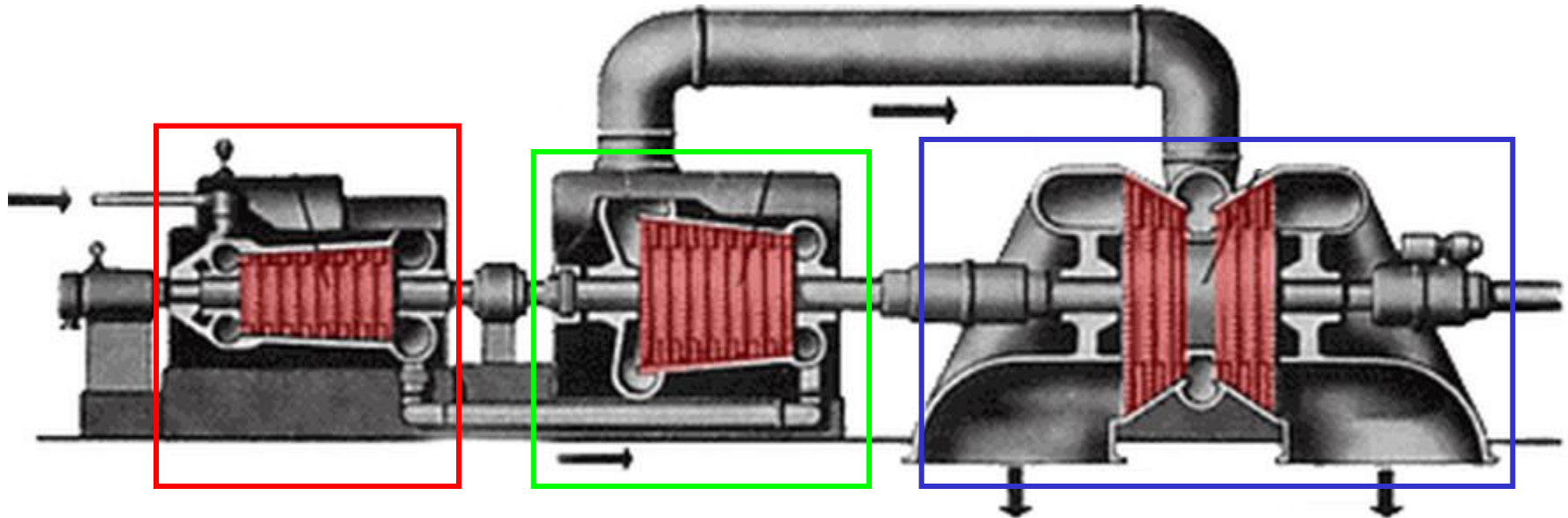
Cyklónový
odlučovač:



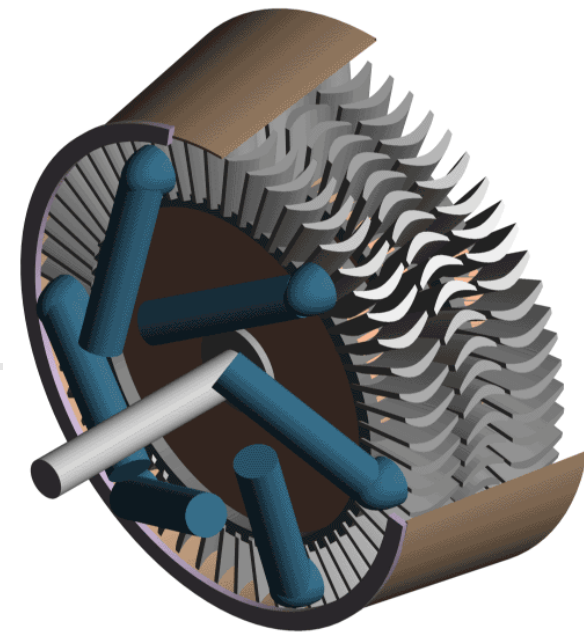
Parní turbíny

Obvykle jsou vícetělesové s VT, NT, popř. ST tělesem a vícestupňové

Ideální jsou turbíny s rovnoměrným rozložením teplot a s minimálními vibracemi v tělese



Parní turbíny



Dělení parních turbín:

- *Dle změny tlaku v oběžných kolech:*

- *rovnotlaké (celá změna entalpie se přemění na rychlost média již v rozváděcích kolech)*
- *přetlakové (částečně i v oběžných) (pro menší výkony)*

- *Dle tlaku výstupní páry:*

- *kondenzační (elektrárenské)*
- *protitlaké (teplárenské)*

$$p_K = 0.002 \div 0.01 \text{ MPa}$$

$$p_K = 0.11 \div 0.6 \text{ MPa}$$

Parní turbíny



Dělení parních turbín:

- *Dle použité páry:*

- *na přehřátou (suchou) páru*
- *na sytou resp. mokrou páru (u JE)*

- *Dle regulace odběrů:*

- *s regulovanými odběry páry (pro tepelné spotřebiče)*
- *s neregulovanými odběry páry (pro regenerativní ohřev)*

Parní turbíny

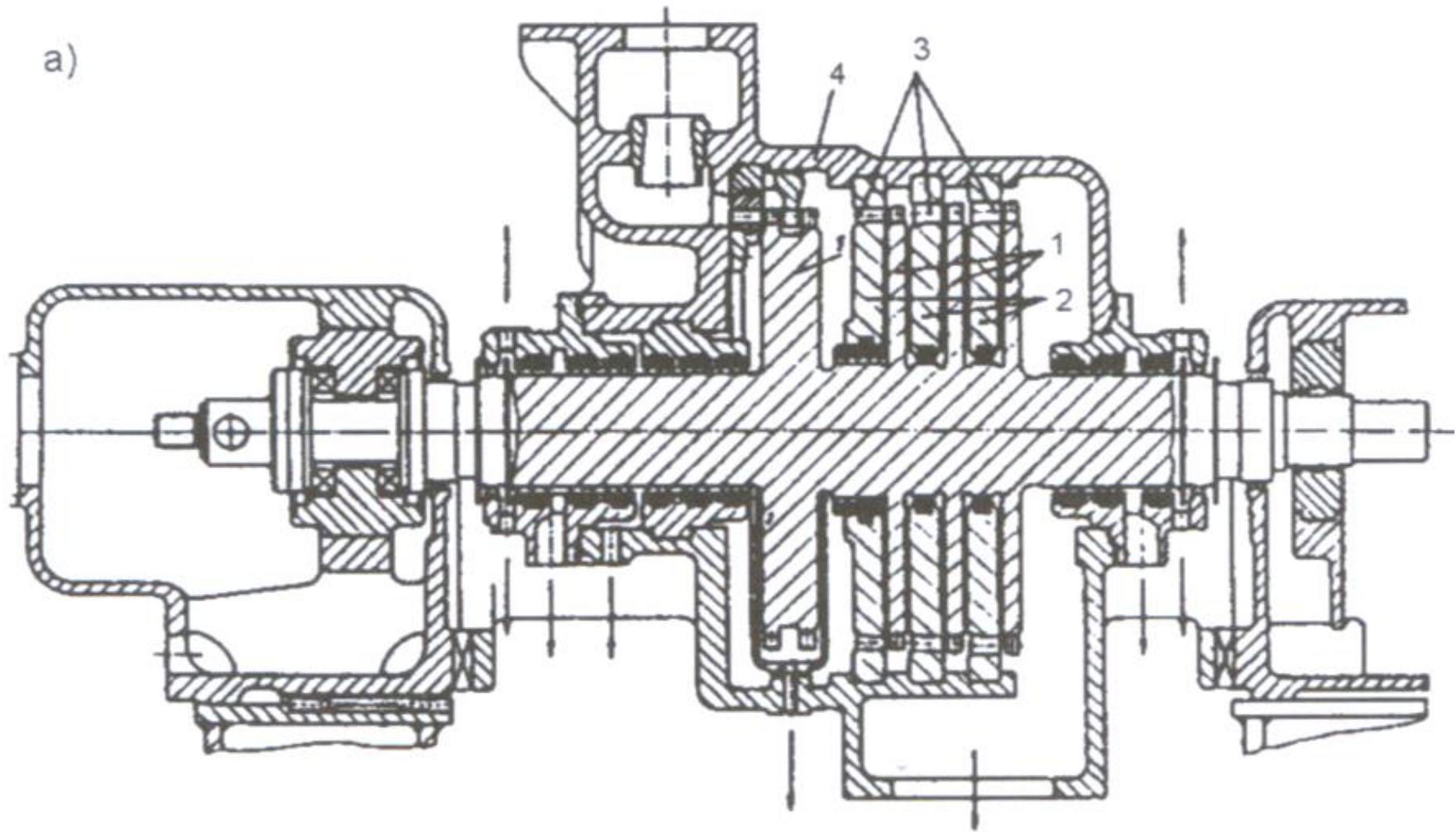


Dělení parních turbín:

- *Dle proudění média:*

- *axiální (rovnoběžně s osou)*
- *radiální (již se neprojektují)*
- *centripetální (radiálně-axiální, pro malé pohonné turbíny)*

Parní turbíny

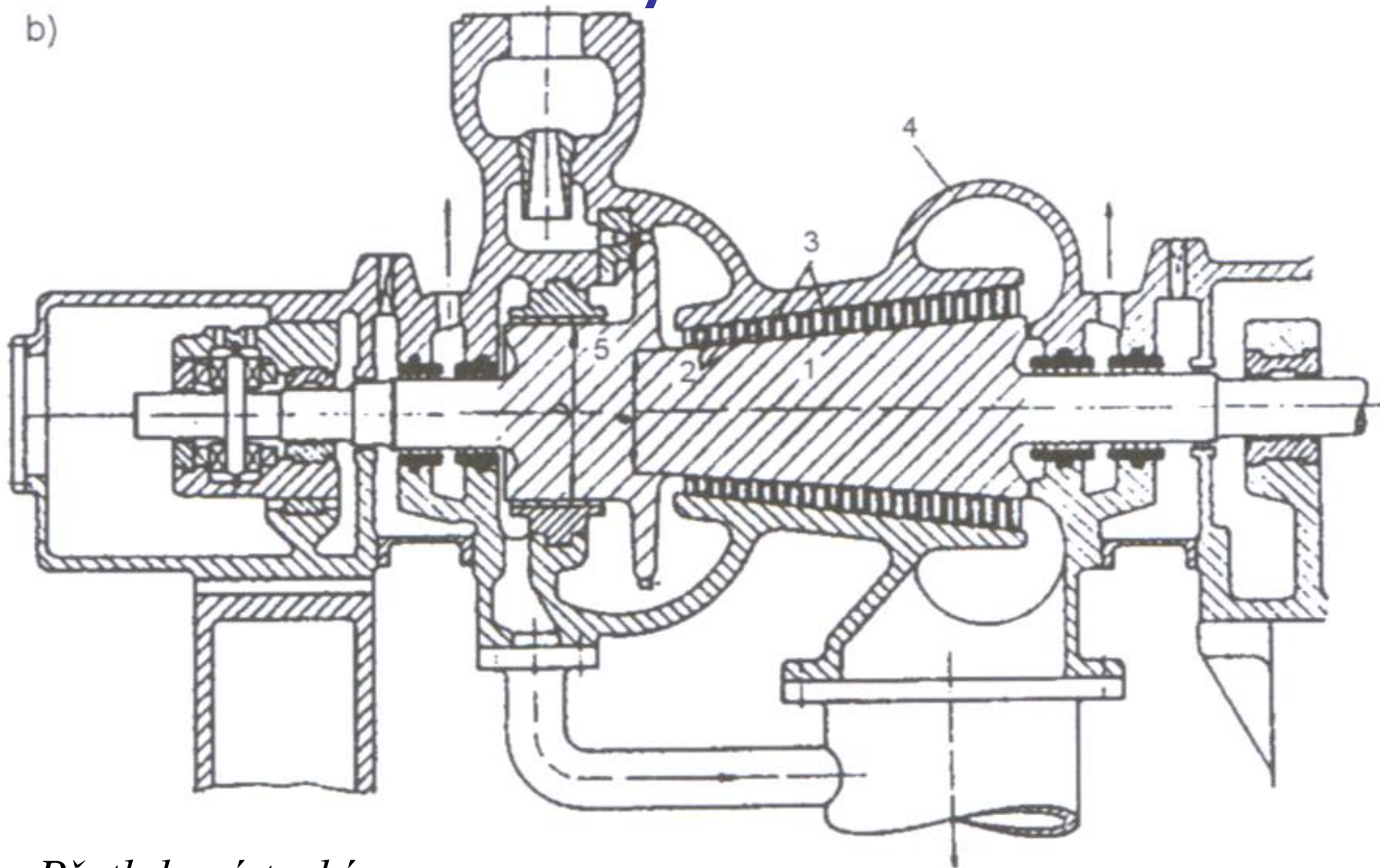


Vícestupňová rovnotlaká turbína

(1 – oběžná kola, 2 – rozváděcí kola, 3 – rozváděcí lopatky)

Parní turbíny

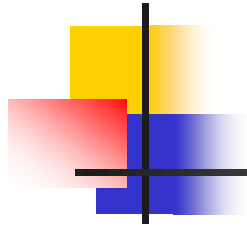
b)



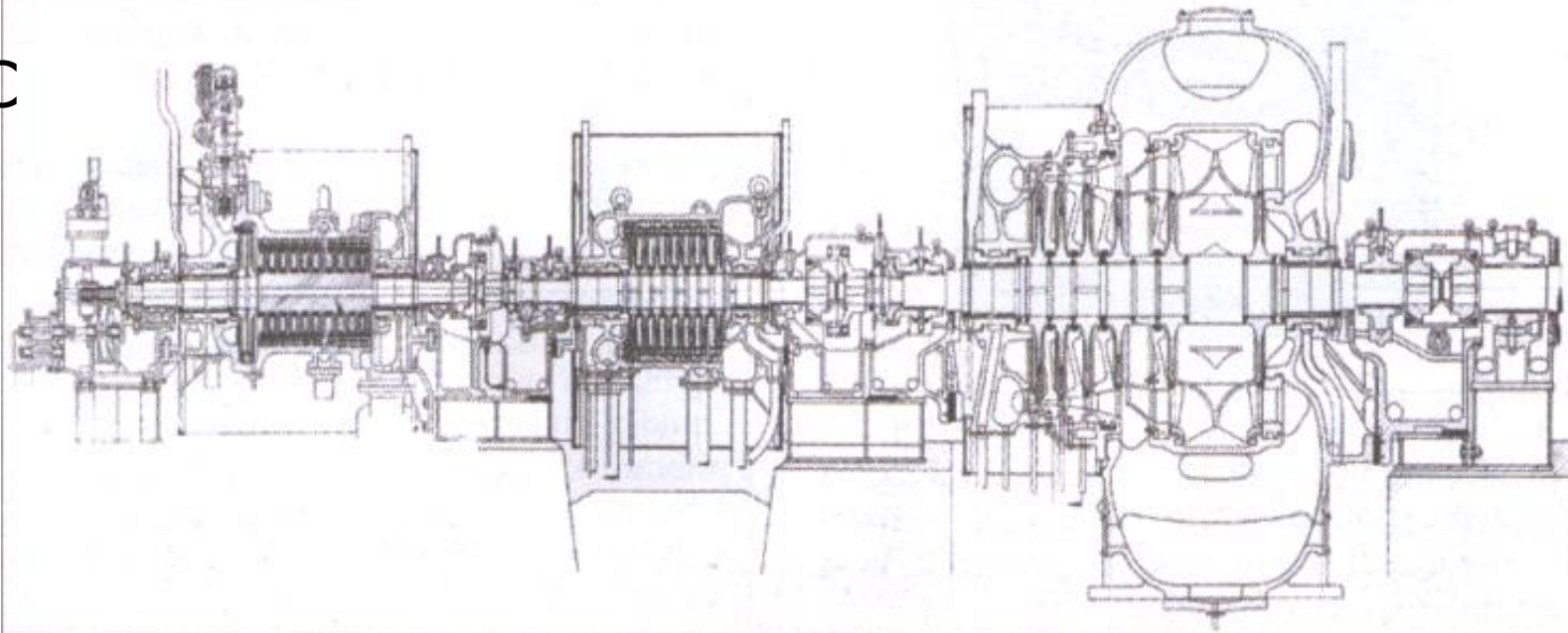
Přetlaková turbína

(1 – bubnový rotor, 2 – oběžné lopatky, 3 – rozváděcí lopatky)

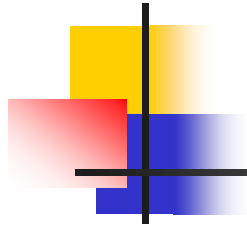
Parní turbíny



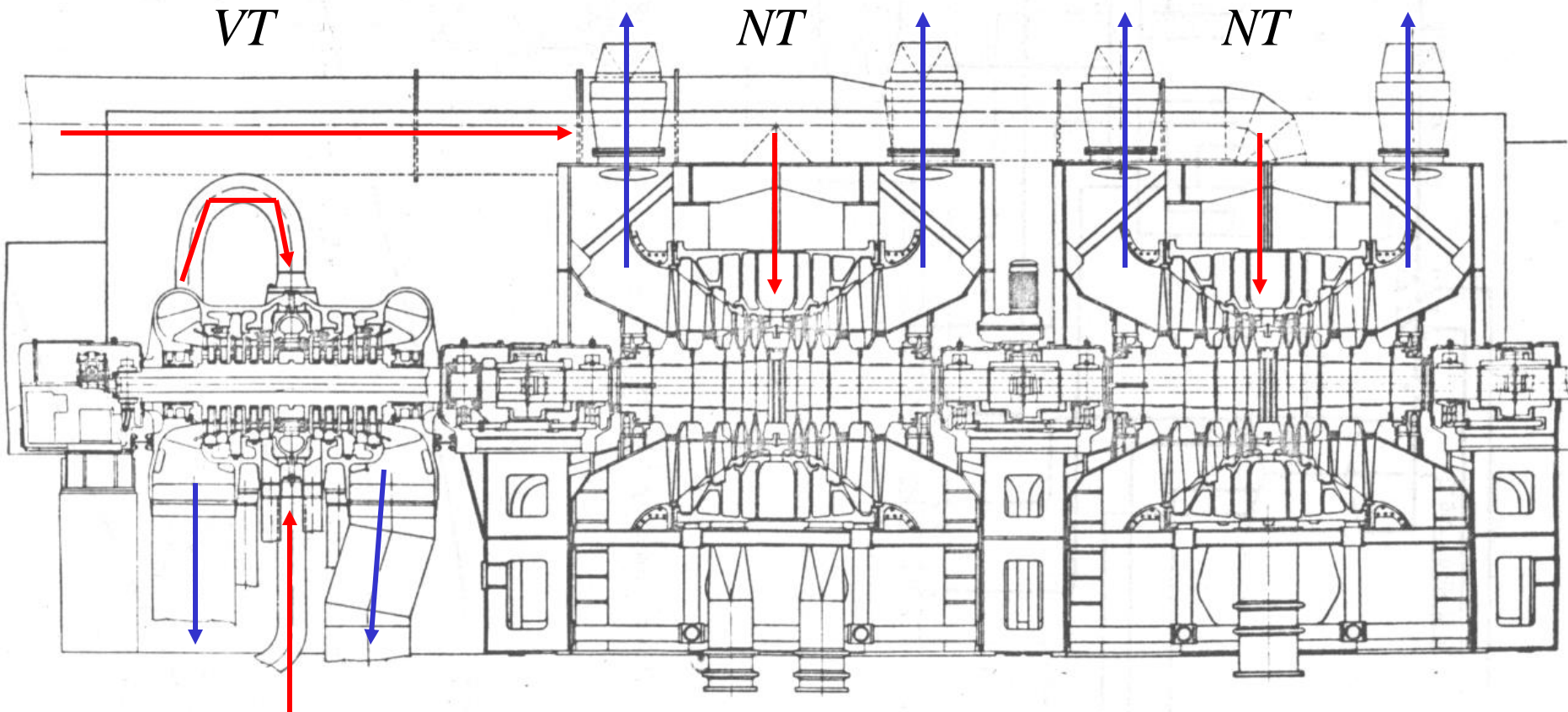
Třítělesová kondenzační
turbína 23 MW,
elektrárna Třebovice
pro parametry páry
12.26 MPa
480-500 °C



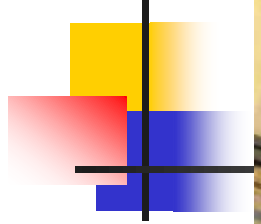
Parní turbíny



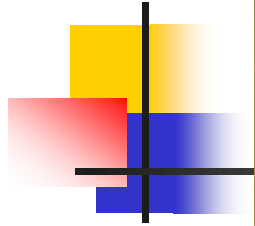
Turbína 220 MW pro JE Dukovany



Parní turbíny



Parní turbíny

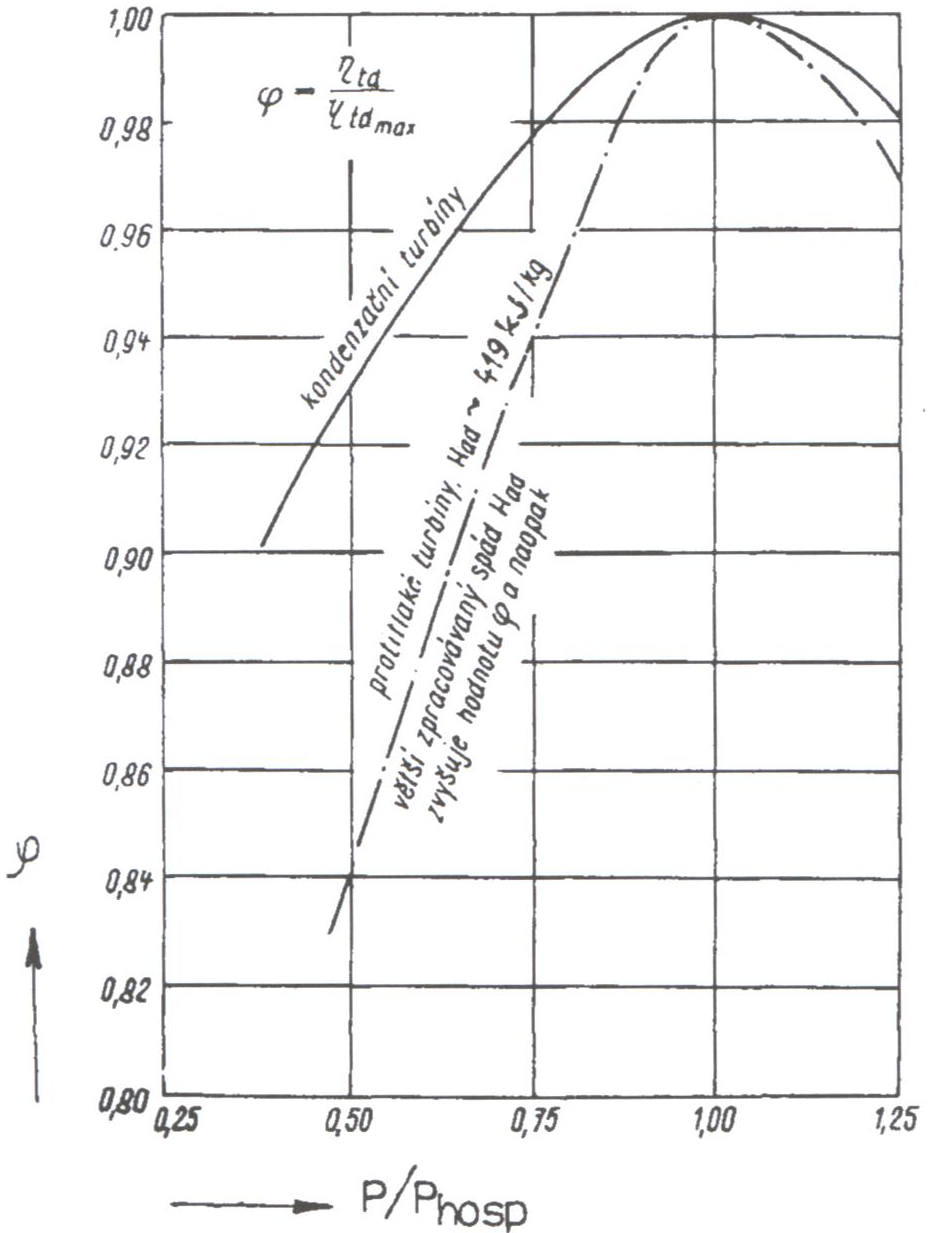


Parní turbíny

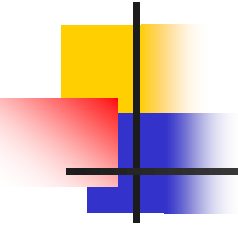
Účinnost turbíny:

Ztráty v turbíně:

Třením na lopatkách, změnou směru proudu média, rázem média na vstupu, vlhkostí páry, výstupní rychlostí média, třením rotoru, ventilační, vnitřními netěsnostmi a netěsnostmi ucpávek, vedením tepla do okolí.



Parní turbíny

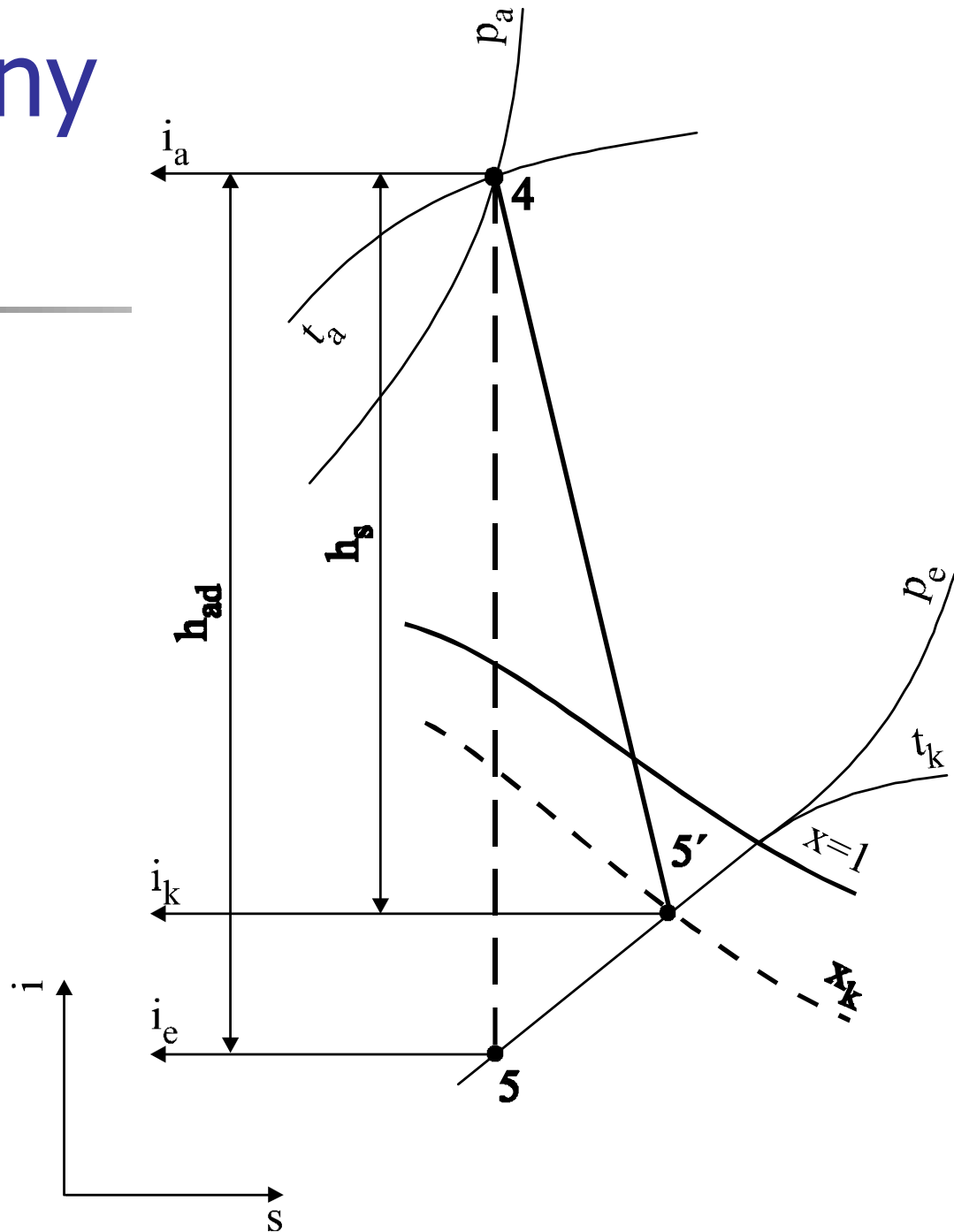


Účinnost turbíny:

*Vlastní účinnost odpovídá
termodynamické účinnosti:*

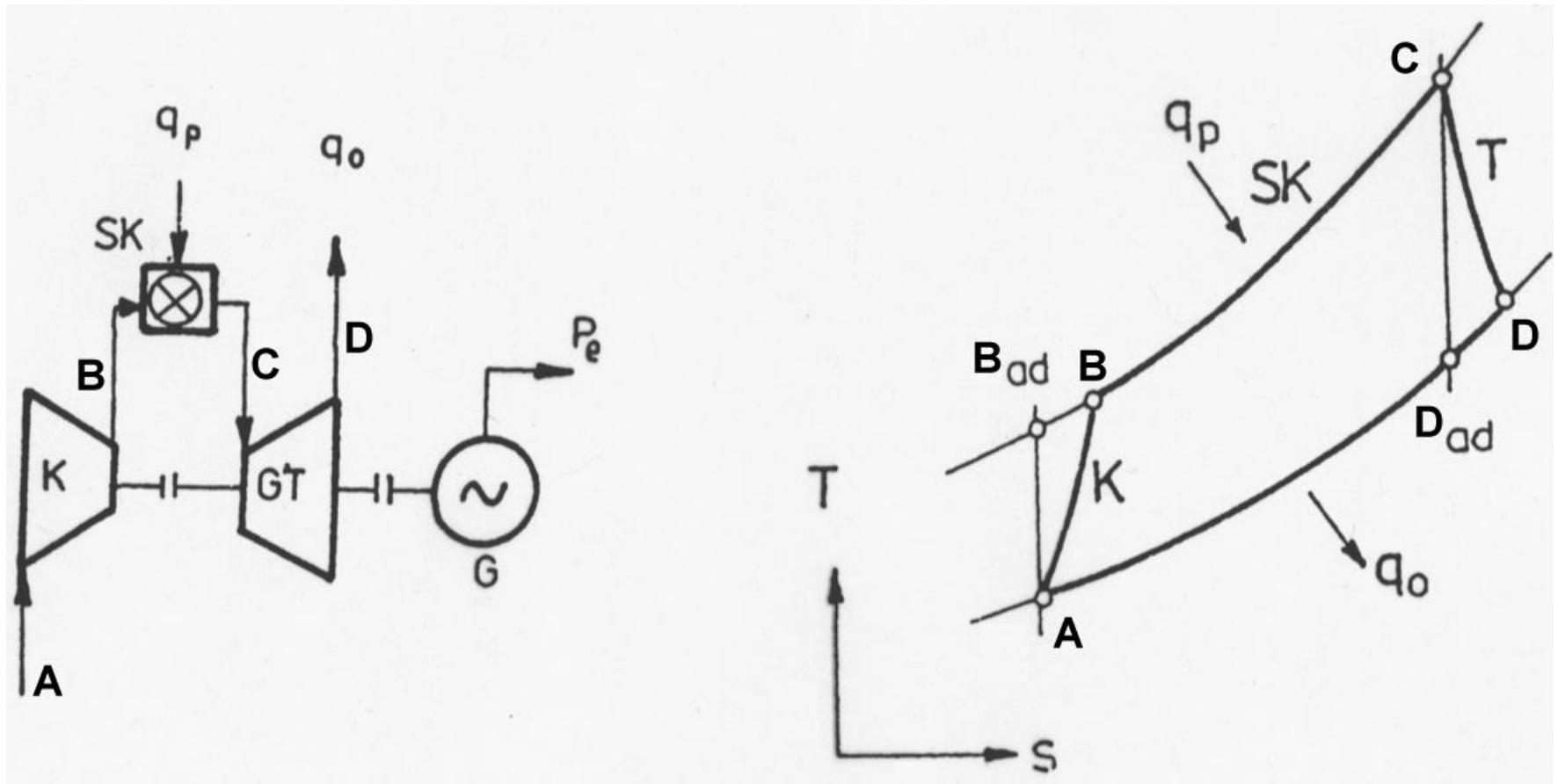
$$\eta_{TD} = \frac{h_S}{h_{ad}} = \frac{i_a - i_K}{i_a - i_e}$$

$$\eta_{TD} \approx 0.7 \div 0.9$$



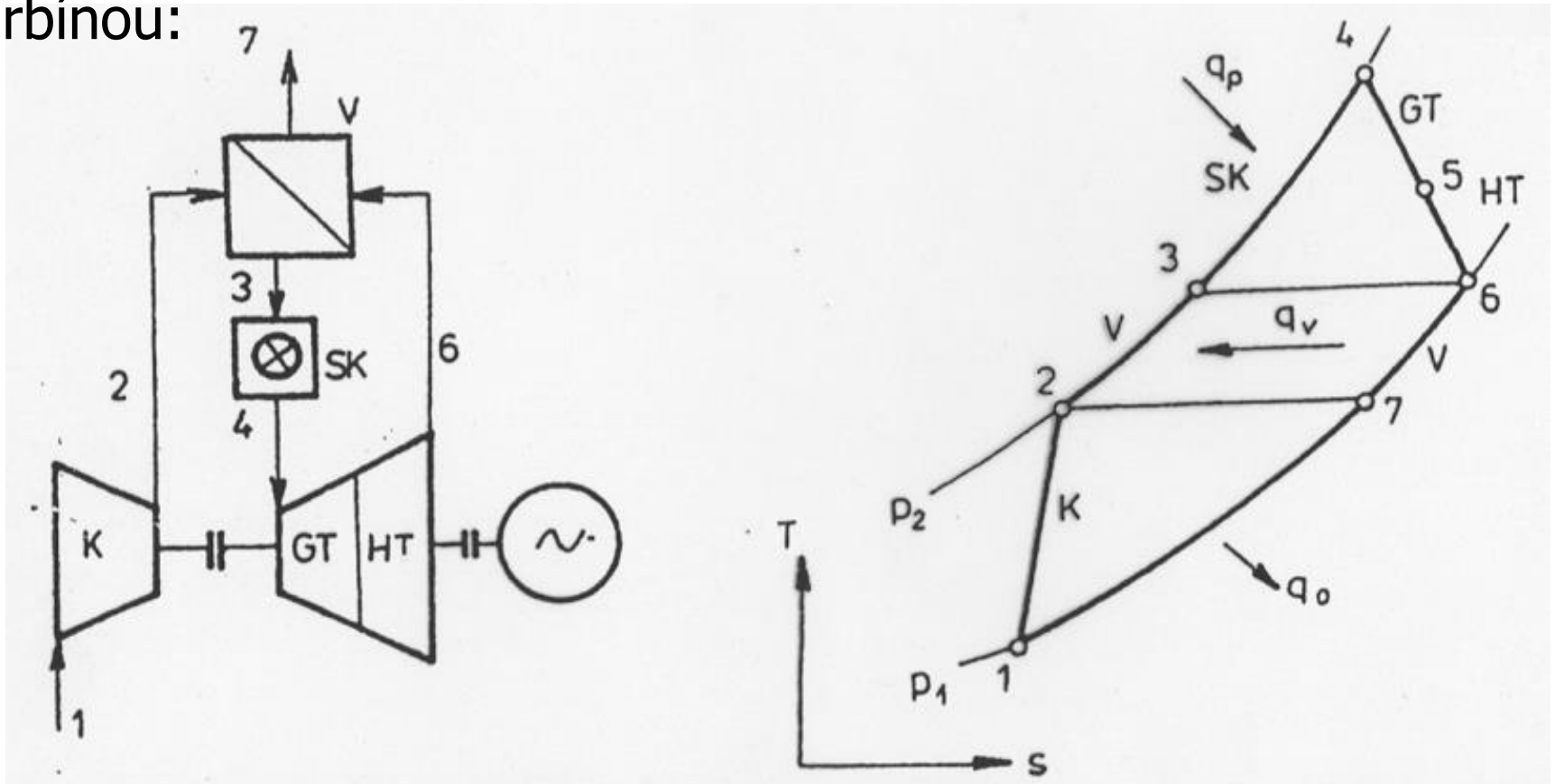
Cyklus s plynovou turbínou

Jouleův-Braytonův cyklus plynové turbíny:

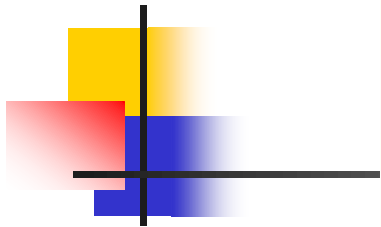


Cyklus s plynovou turbínou

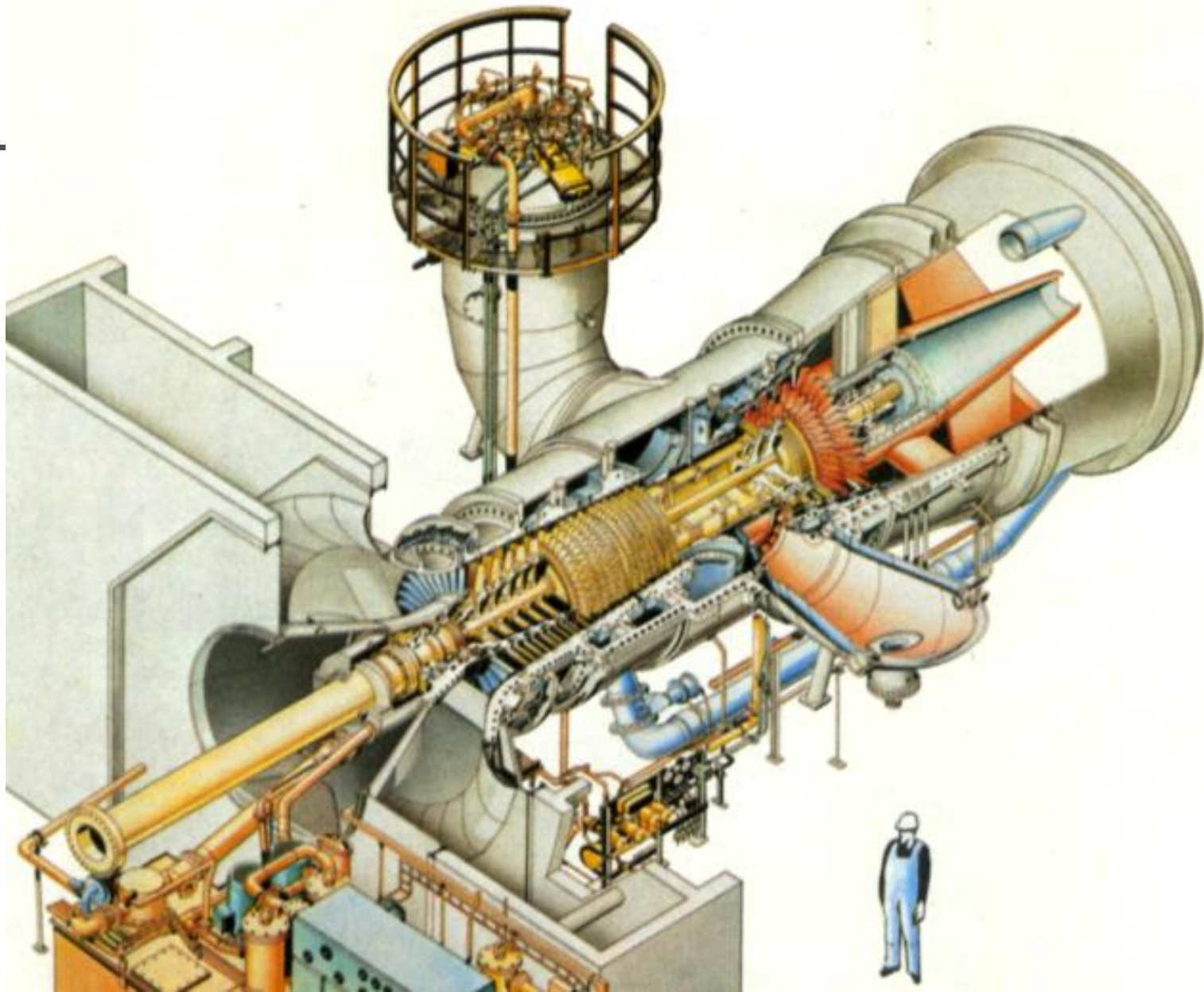
Praktická realizace s výměníkem tepla a rozdělenou turbínou:



Cyklus s plynovou turbínou



Praktická
realizace



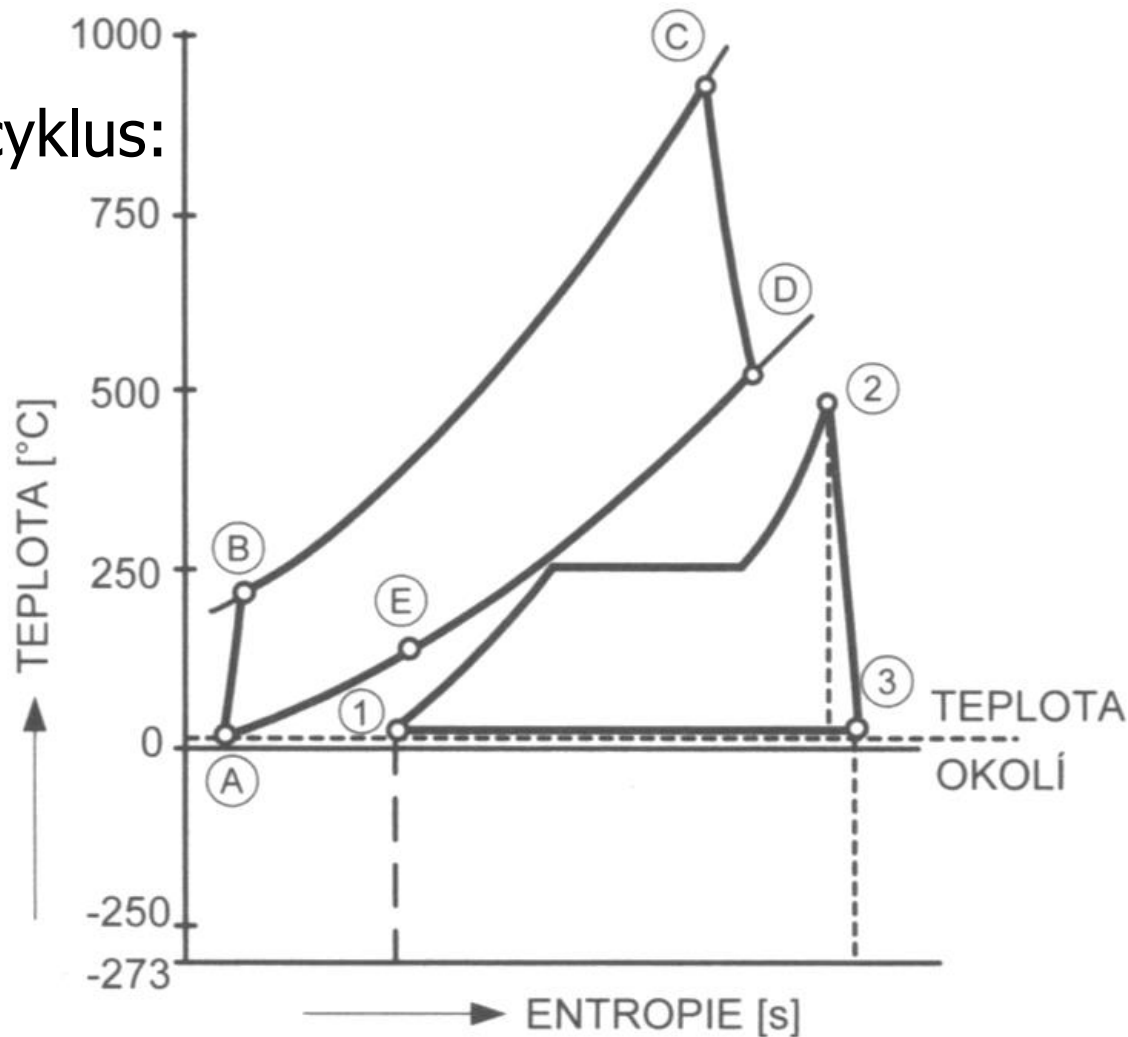
Paroplynný cyklus



Kombinovaný paroplynný cyklus:

*Spojuje výhody a
snižuje nevýhody
obou cyklů:*

- *příliš vysoká výstupní
teplota u plynného*
- *příliš nízká vstupní u
parního*



Plynný cyklus



Kombinovaný paroplynný cyklus:

Reálná praktická účinnost:

0.42 až 0.58

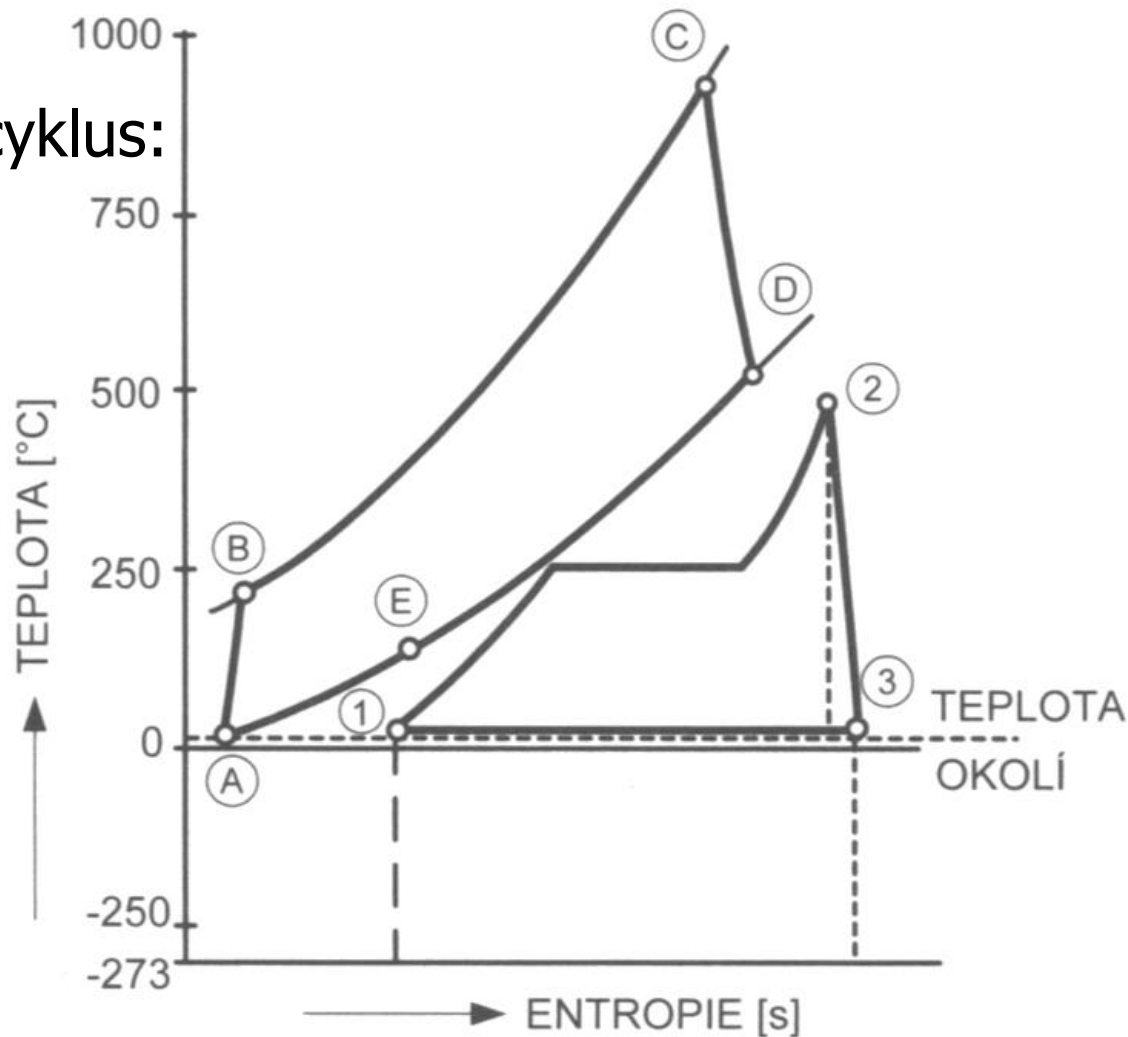
Plynný oběh s běžnou teplotou $t_C > 800\text{ °C}$ má účinnost“

0.28 až 0.38

Parní oběh s běžnou

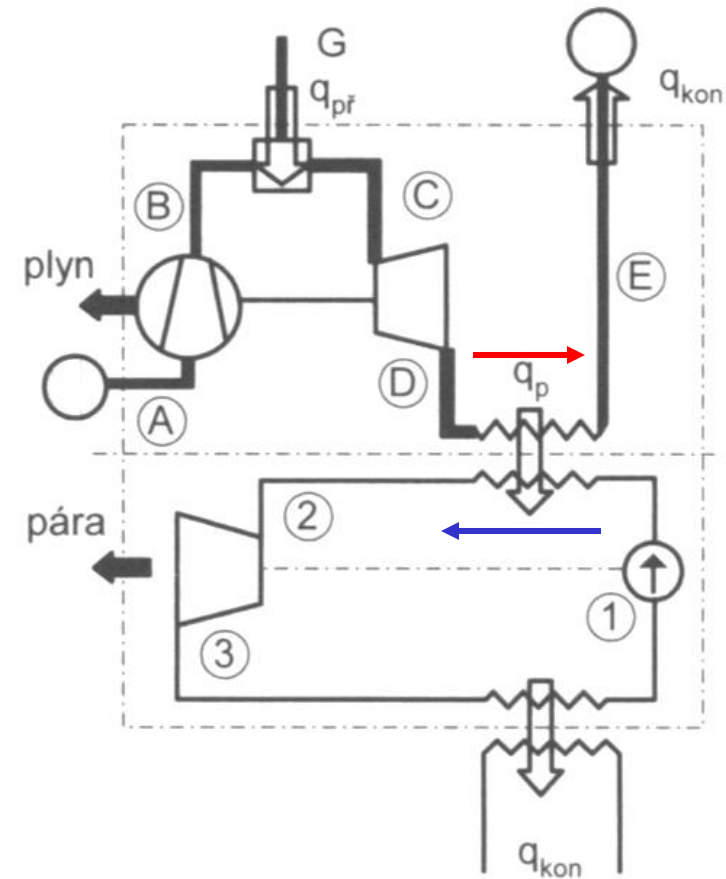
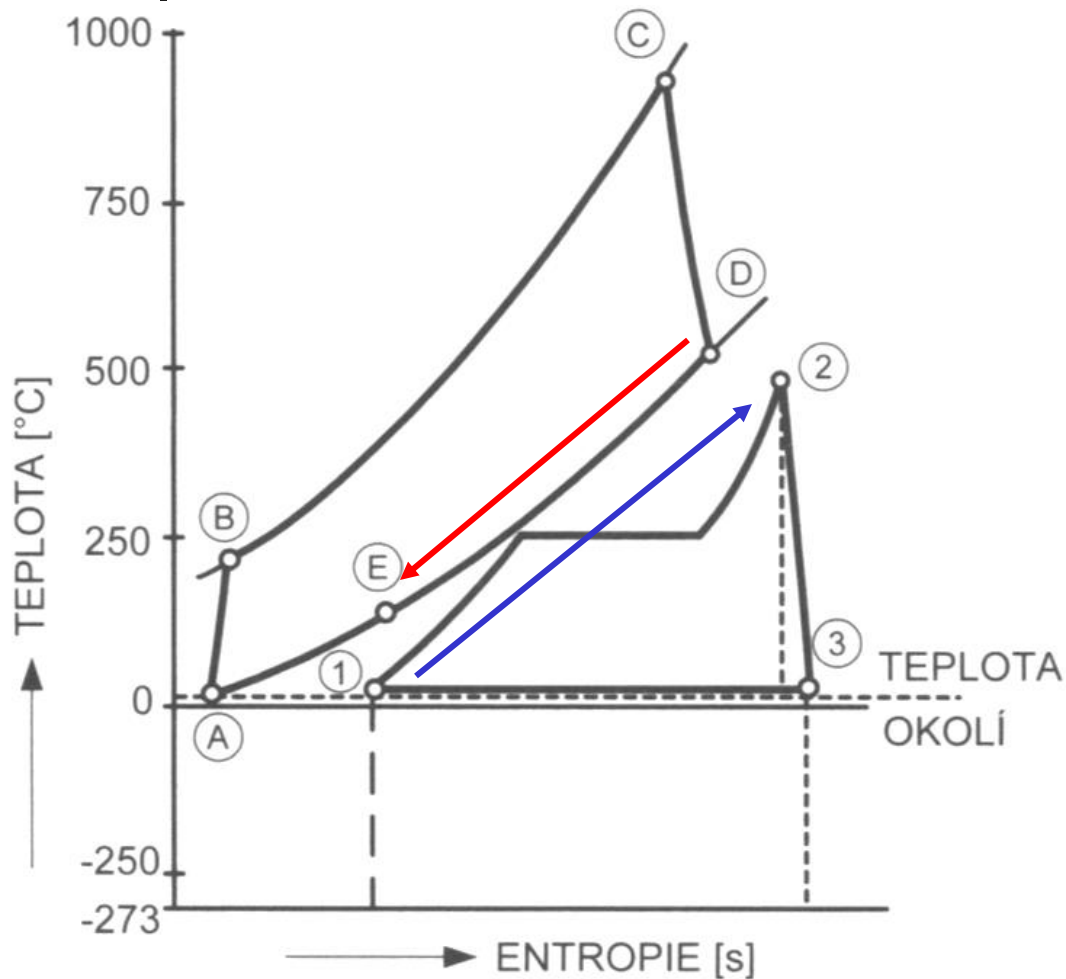
$t_2 > 500\text{ °C}$ má

účinnost: 0.28 až 0.42



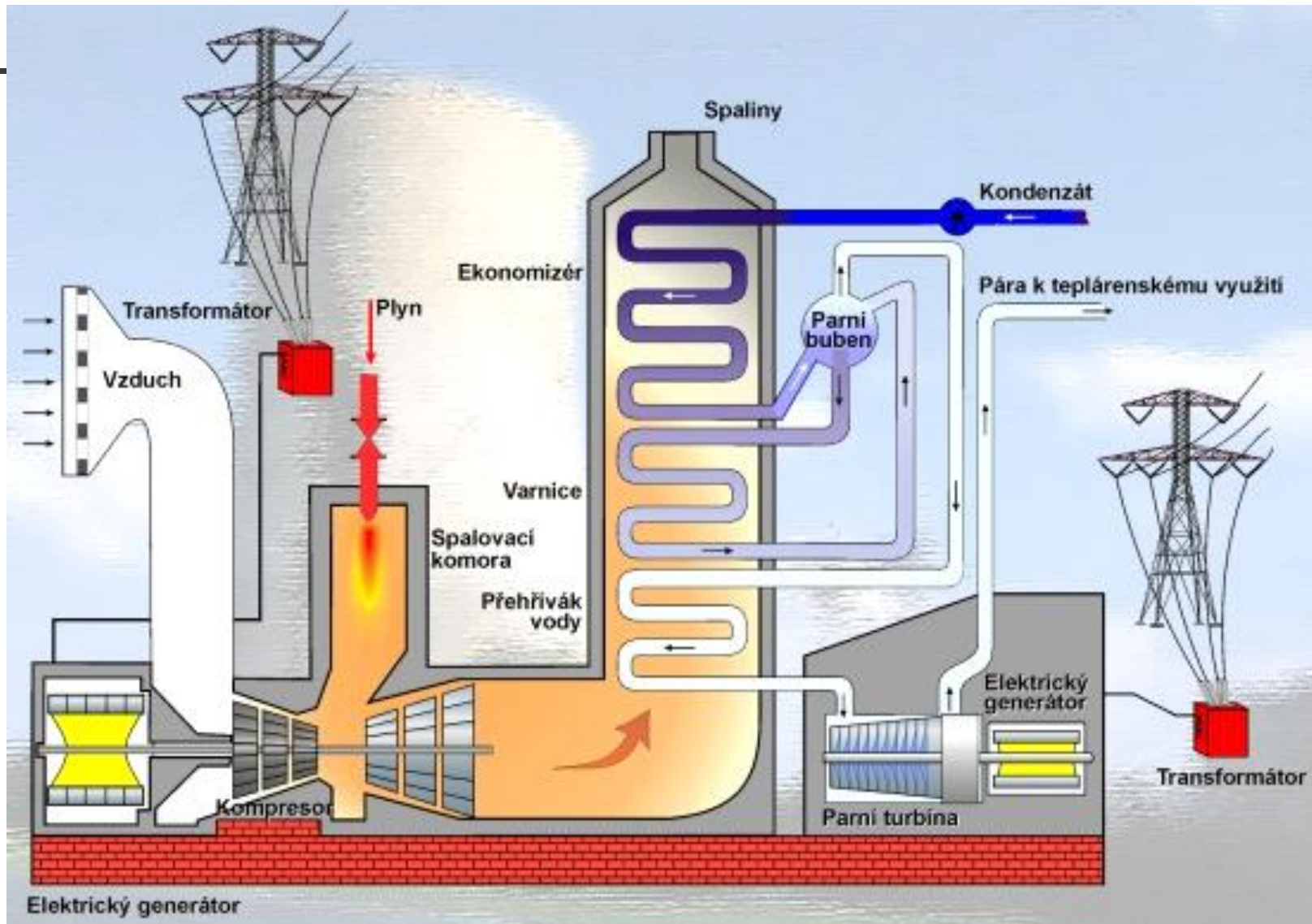
Paroplynný cyklus

Schéma kombinovaného paroplynného cyklu:



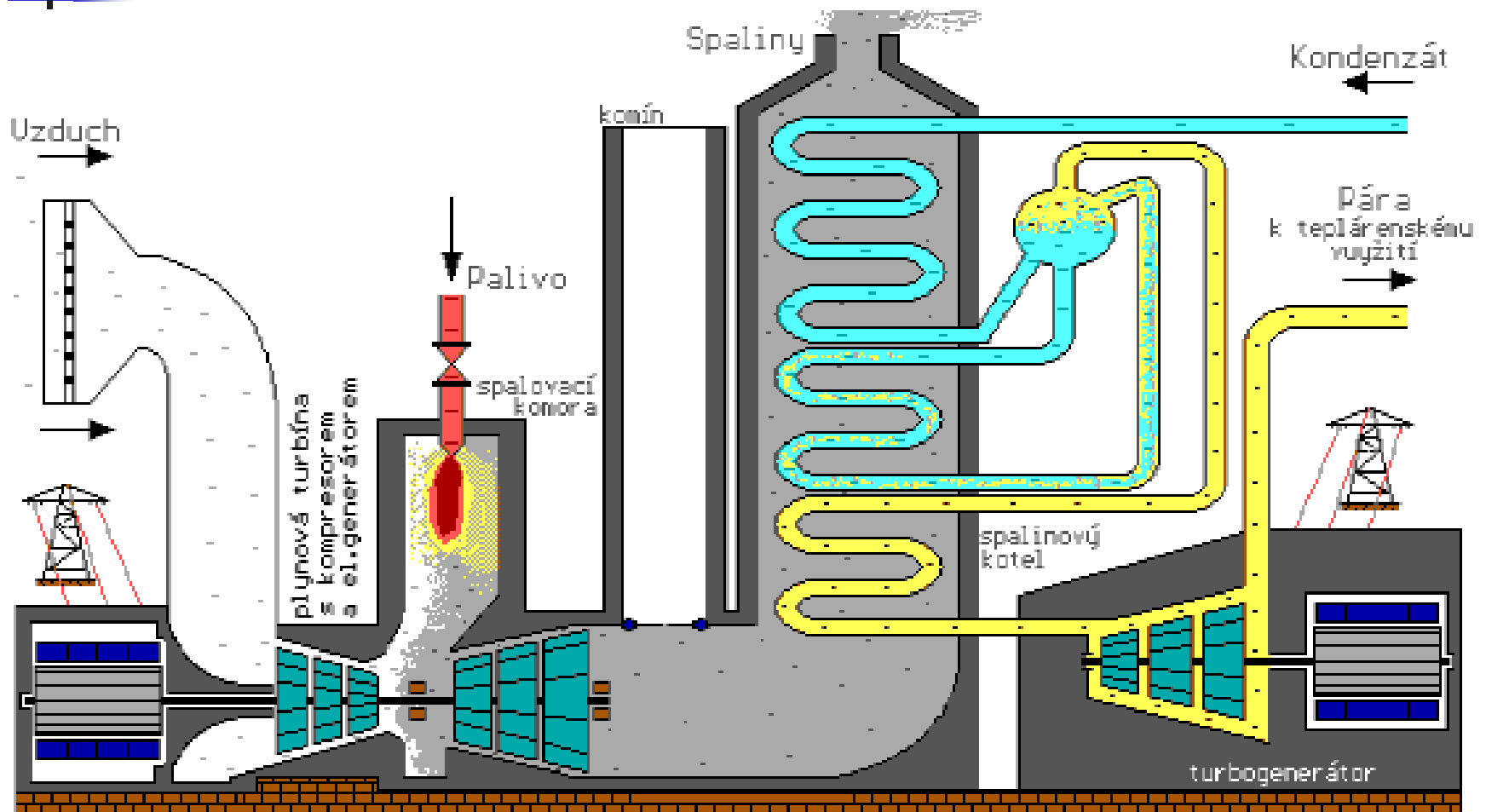
Paroplynný cyklus

Schéma kombinovaného paroplynného cyklu:

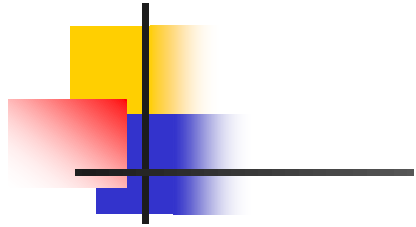


Paroplynný cyklus

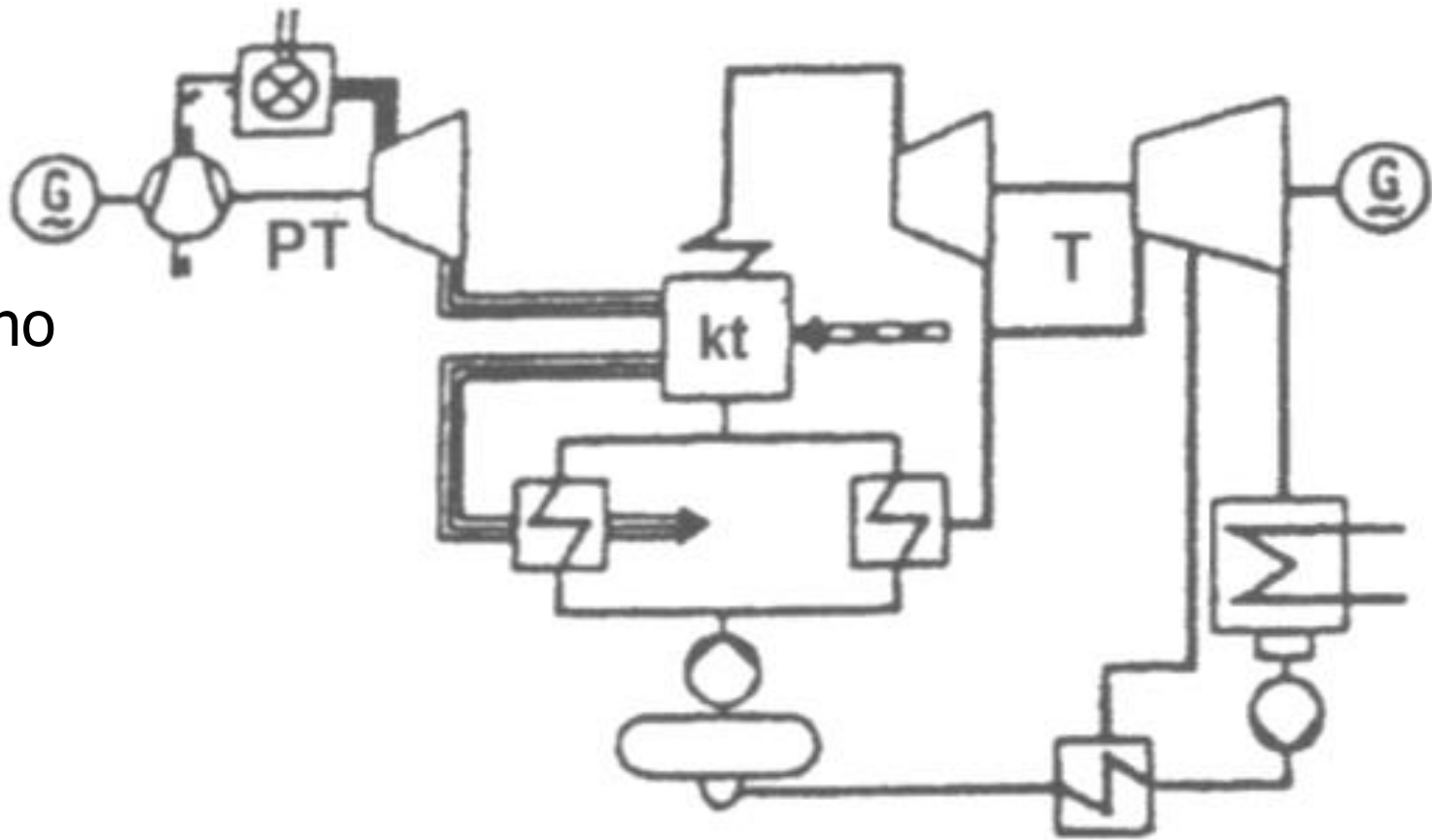
Schéma kombinovaného paroplynného cyklu:



Paroplynný cyklus



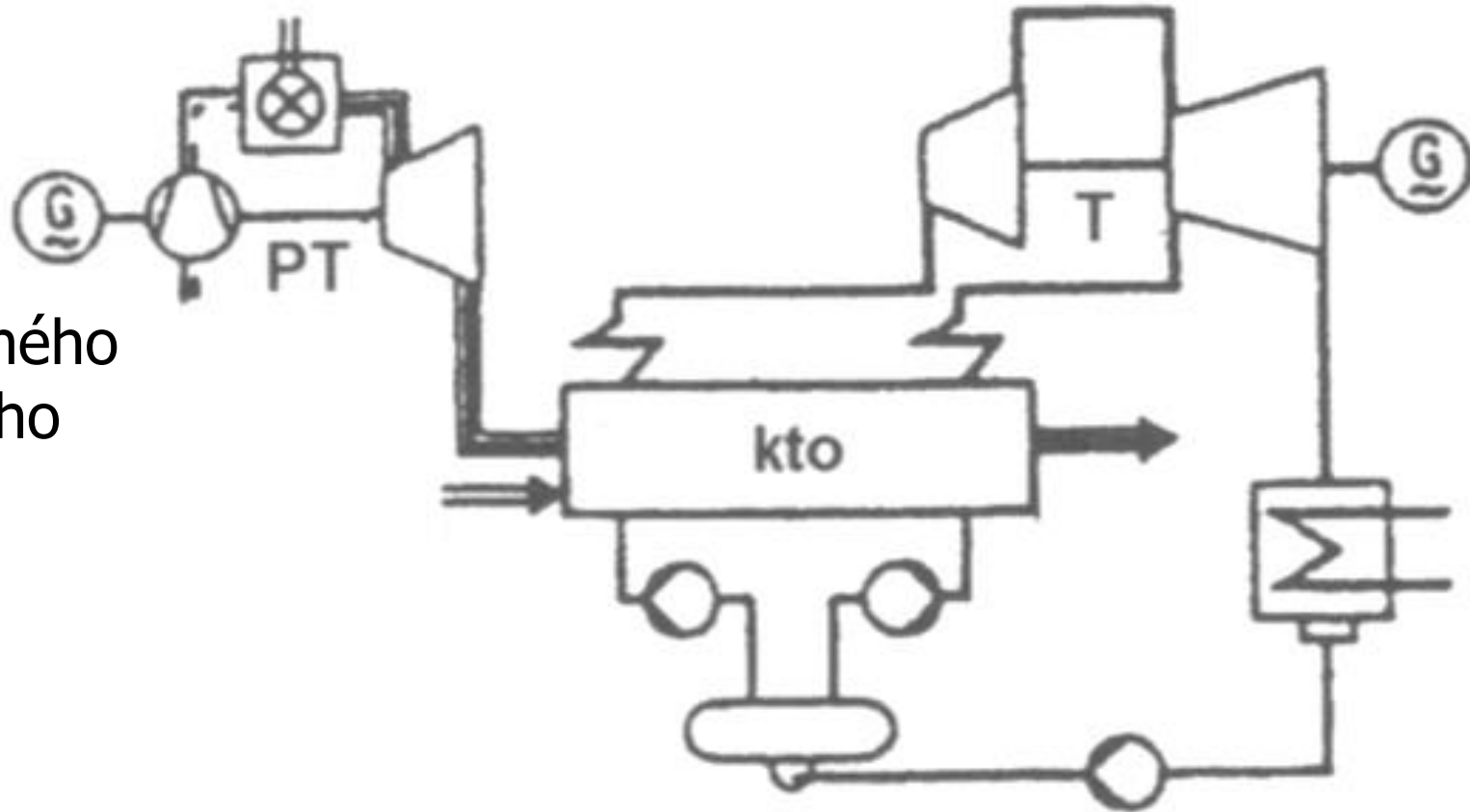
Praktická realizace kombinovaného paroplynného cyklu:



Výfukové plyny do klasického parního kotle plus ohřev vody.

Paroplynný cyklus

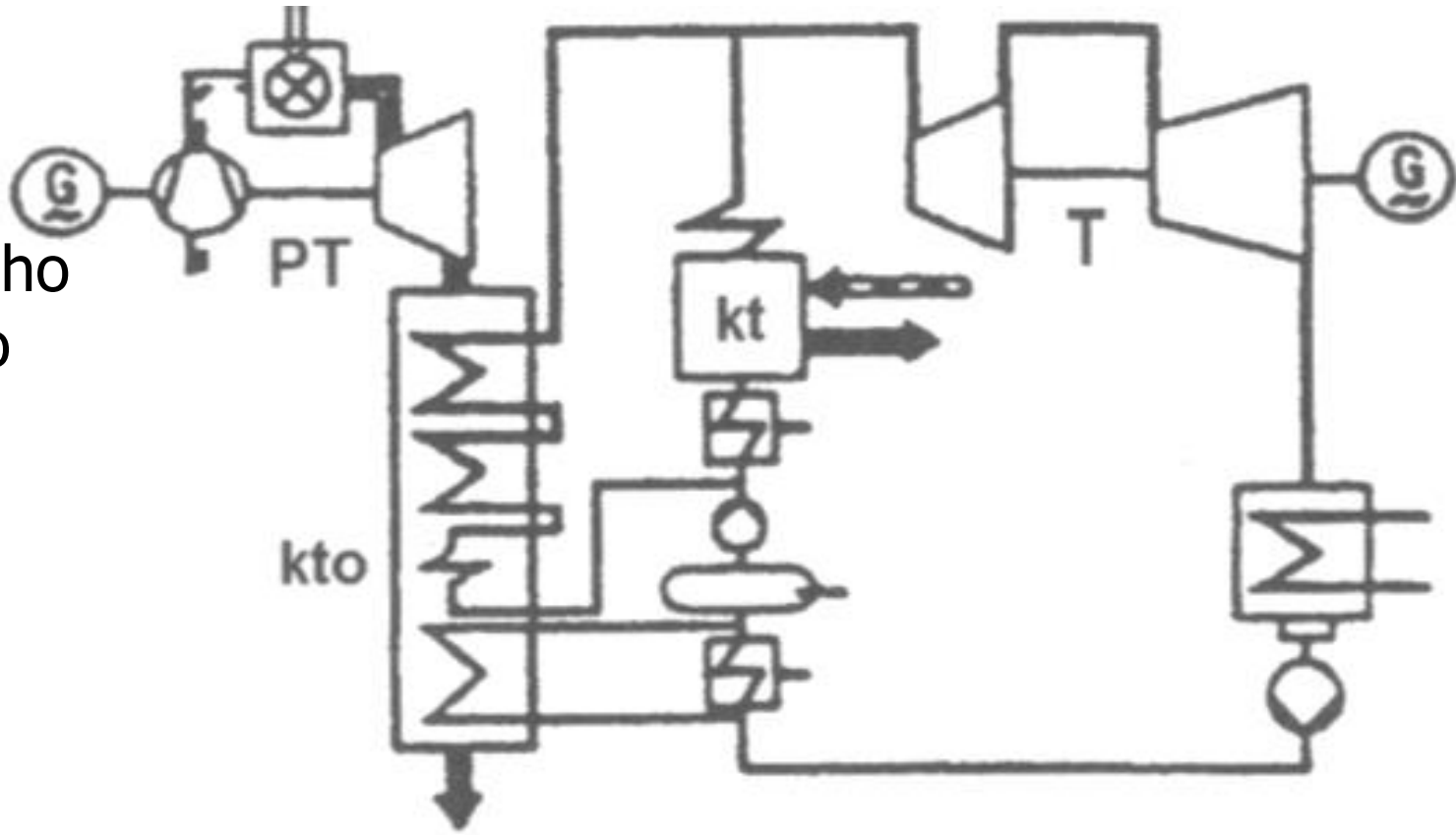
Praktická realizace kombinovaného paroplynného cyklu:



Nepřítápěný kotel, přítápění možné příležitostně (není jen výměník).

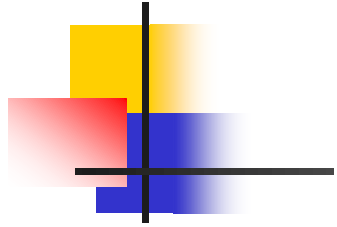
Paroplynný cyklus

Praktická realizace kombinovaného paroplynného cyklu:

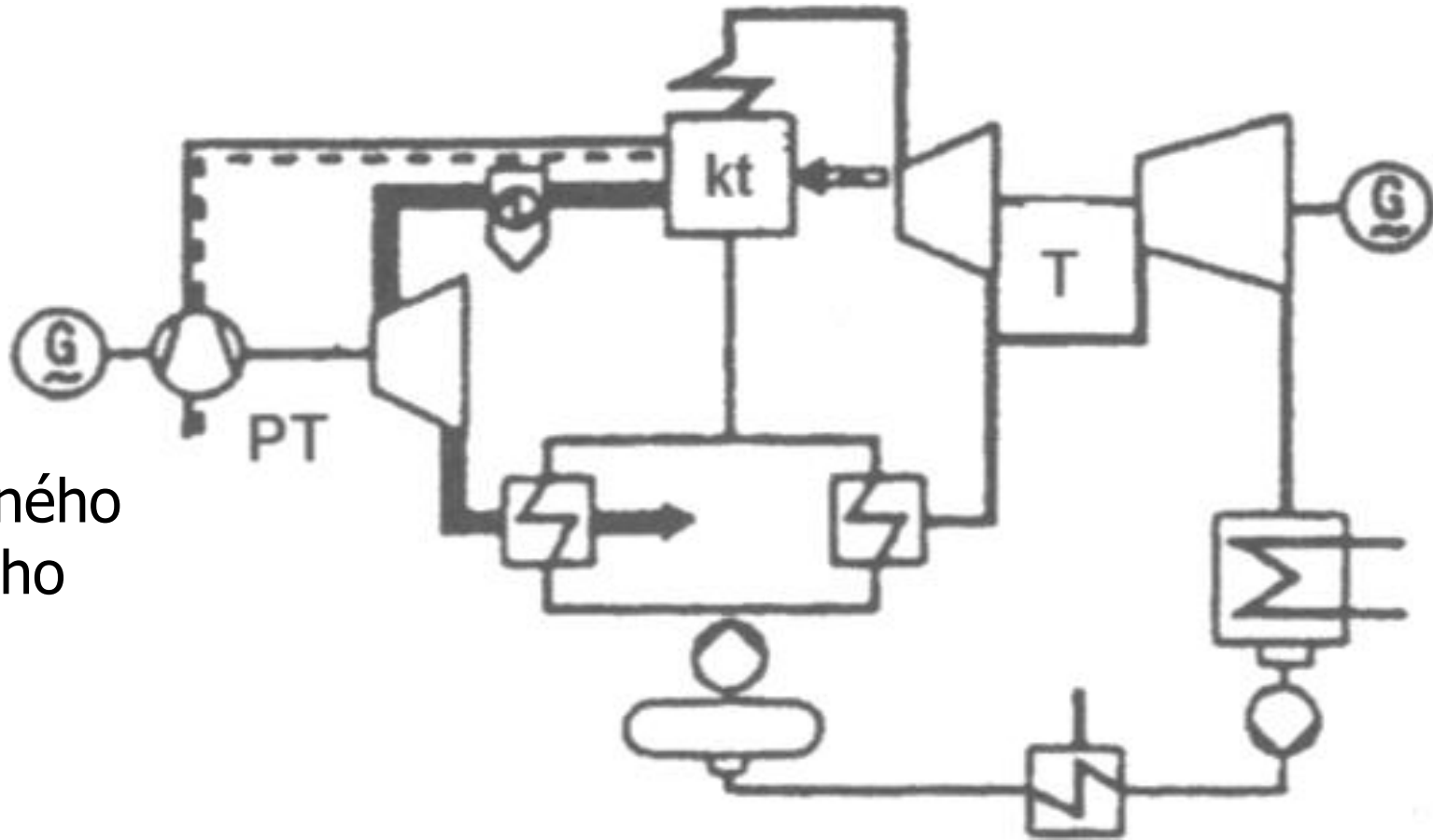


Paralelní spojení plyného a parního cyklu, které jsou relativně samostatné.

Paroplynný cyklus



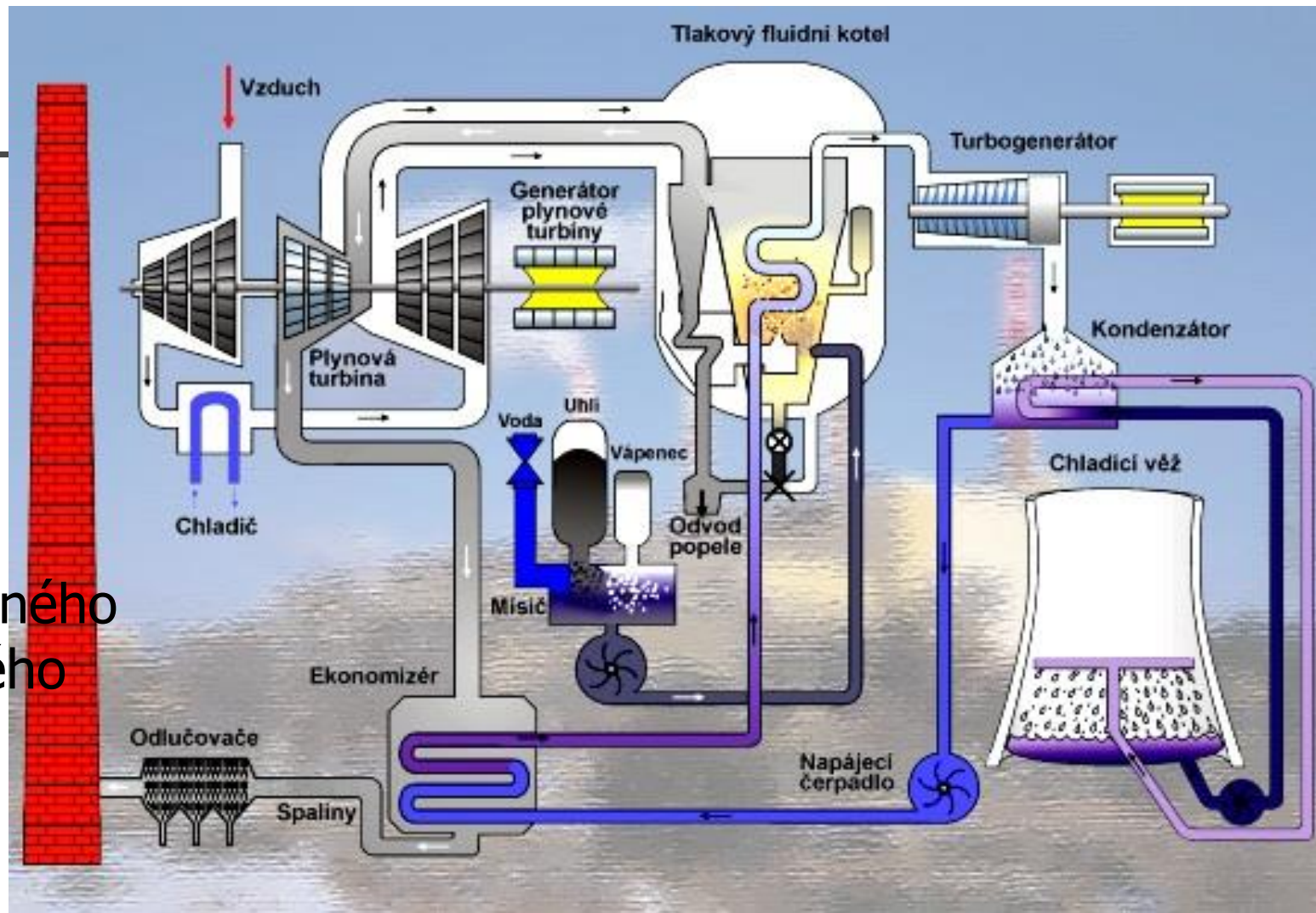
Praktická realizace kombinovaného paroplynného cyklu:



Velmi těsná vazba mezi oběhy, které nemohou pracovat samostatně.

Paroplynný cyklus

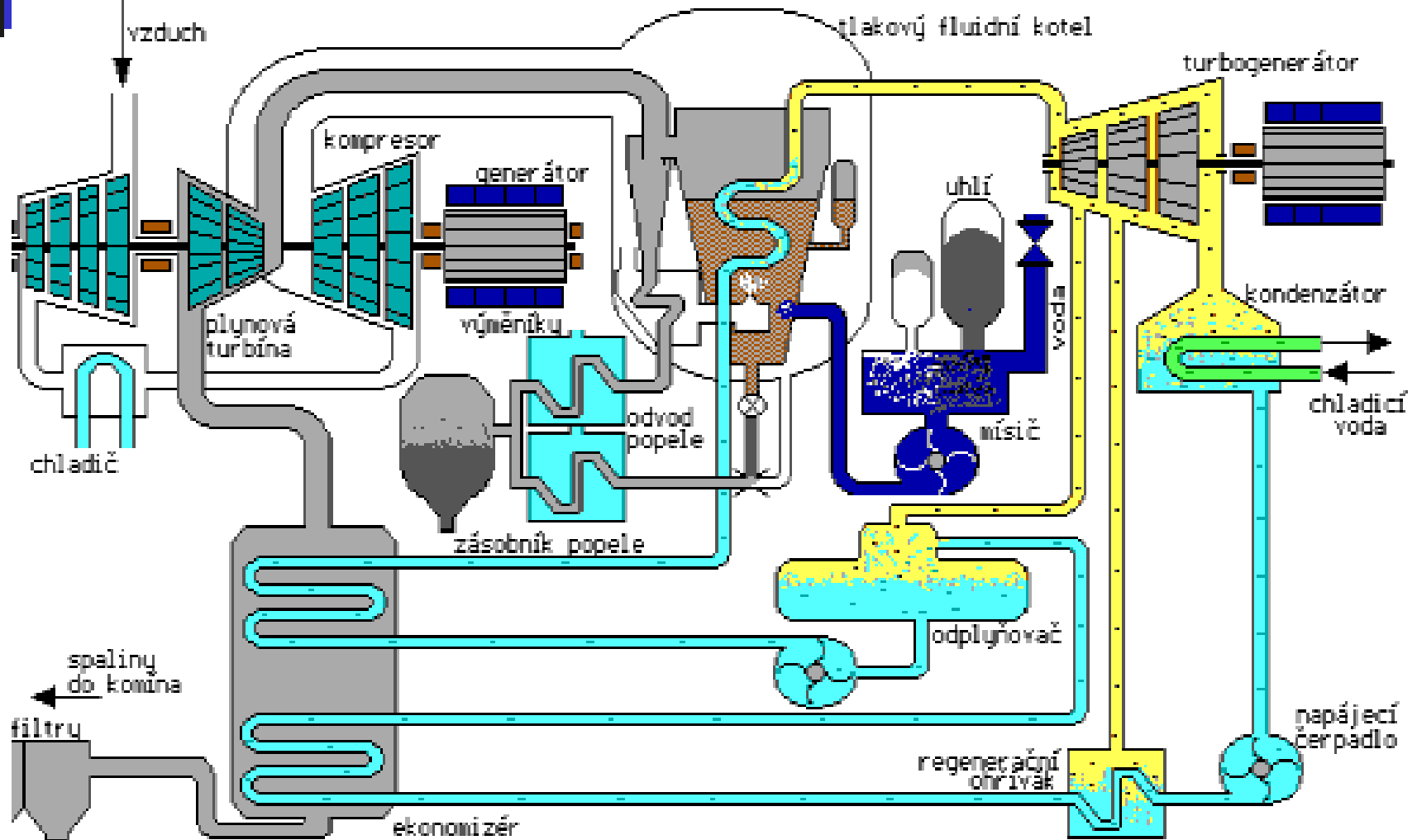
Praktická realizace kombinovaného paroplynného cyklu:



Opět těsná vazba mezi oběhy, které nemohou pracovat samostatně v provedení fluidním kotlem.

Paroplynný cyklus

Praktická realizace kombinovaného paroplynného cyklu:

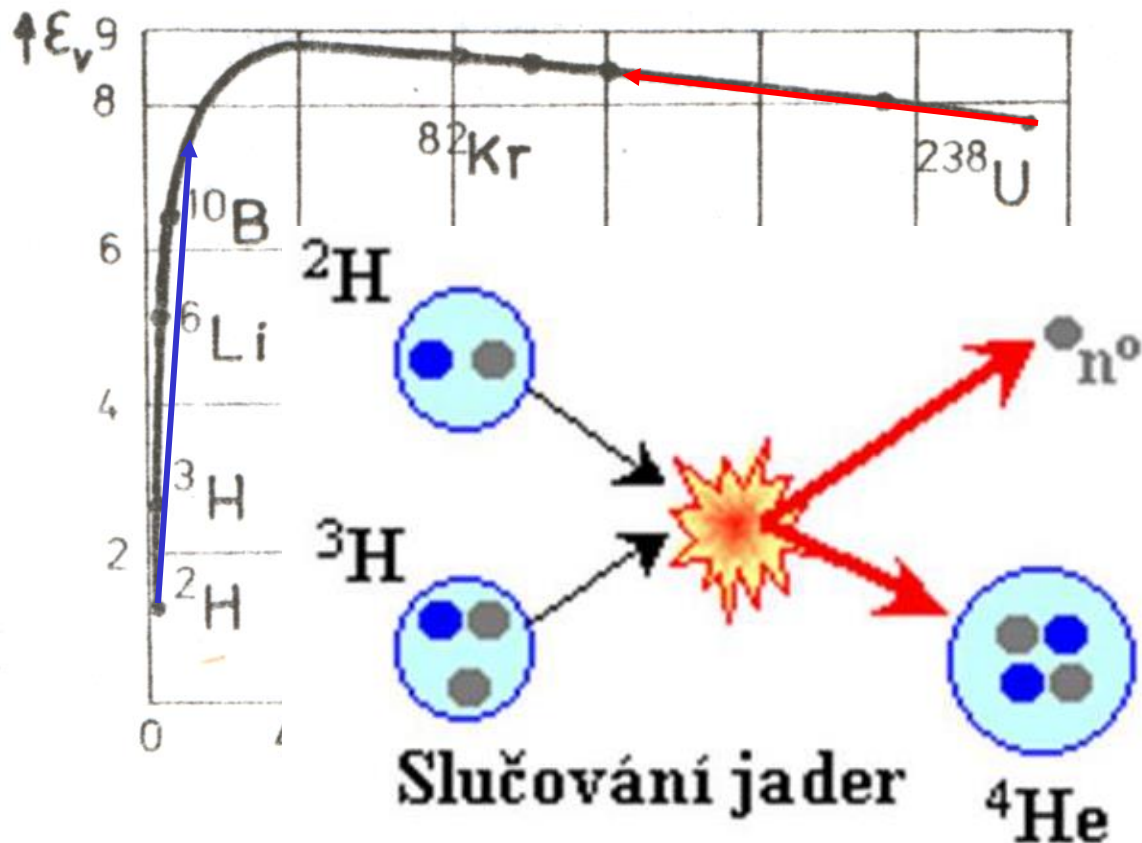


Jaderné elektrárny

Vychází ze získání energie změnou hmotnosti při jaderných reakcích dvou typů:

- štěpením velmi těžkých jader

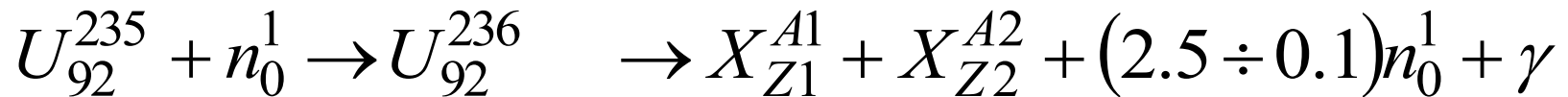
- jadernou fúzí velmi lehkých jader





Jaderné elektrárny

Nejužívanější typ jaderné reakce je štěpení izotopů uranu tepelnými neutrony:



Základní jednotky:

- *atomová jednotka hmoty – u*
1/16 izotopu

$$O_8^{16} = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

- *Energie 1 MeV* $1.602 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6 \text{ J} = 1.602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

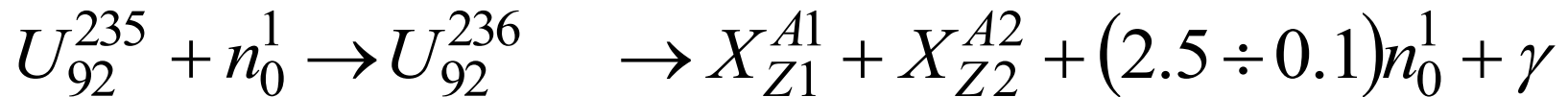
- *Energie 1 u*

$$E = m_u c^2 = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot (2.9979 \cdot 10^8)^2}{1.602 \cdot 10^{-13}} = 931 \text{ MeV}$$



Jaderné elektrárny

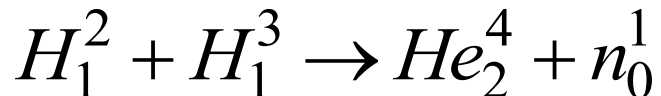
Nejužívanější typ jaderné reakce je štěpení izotopů uranu tepelnými neutrony:



Jedna štěpná reakce
195 +- 5 MeV

odpovídá získání energie

Nejužívanější typ fúzní jaderné reakce je slučování izotopů vodíku:



Jedna fúzní reakce odpovídá získání energie 17.6 MeV



Jaderné elektrárny

Český-jaderný-program:

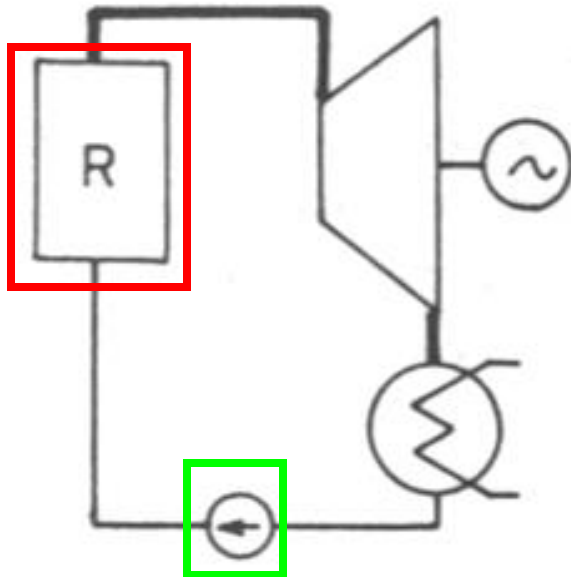
- Založení ÚJV 10. června 1955
- Spolupráce se SSSR
- První neutronový zdroj pro jaderný reaktor
- Vývoj jaderné elektrárny A1
- Přejít na sovětské reaktory typu VVER
- V-1–Jaslovské Bohunice
- EDU – Dukovany - reaktory VVER440
- ETE – Reaktory VVER 1000

Výrobní schémata JE

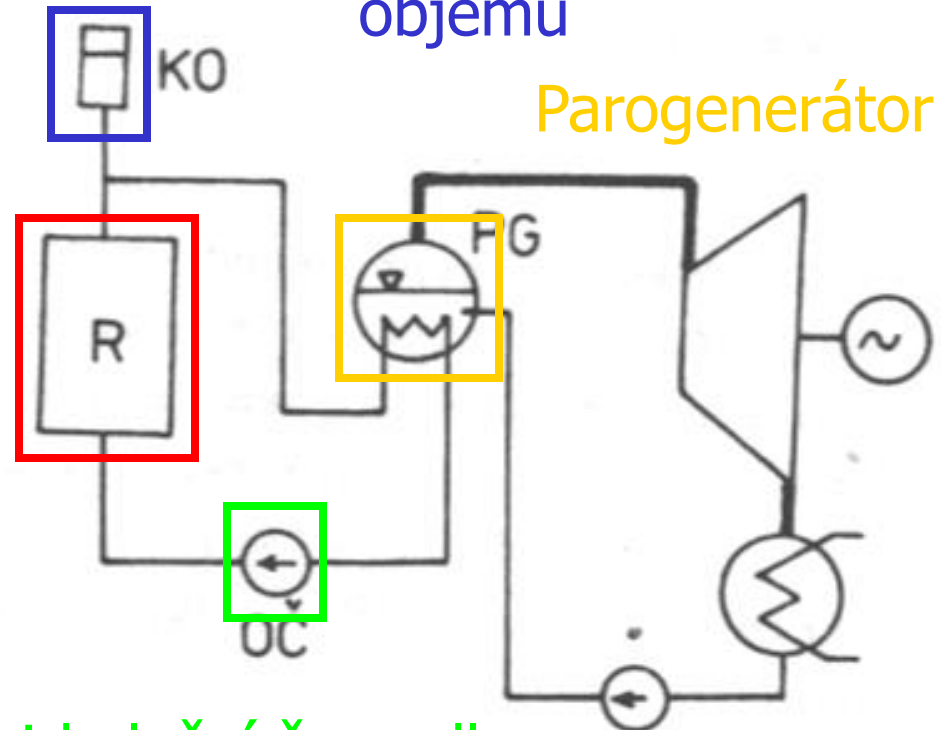
Jednookruhová a dvouokruhová JE:

Kompenzátor
objemu

Parogenerátor



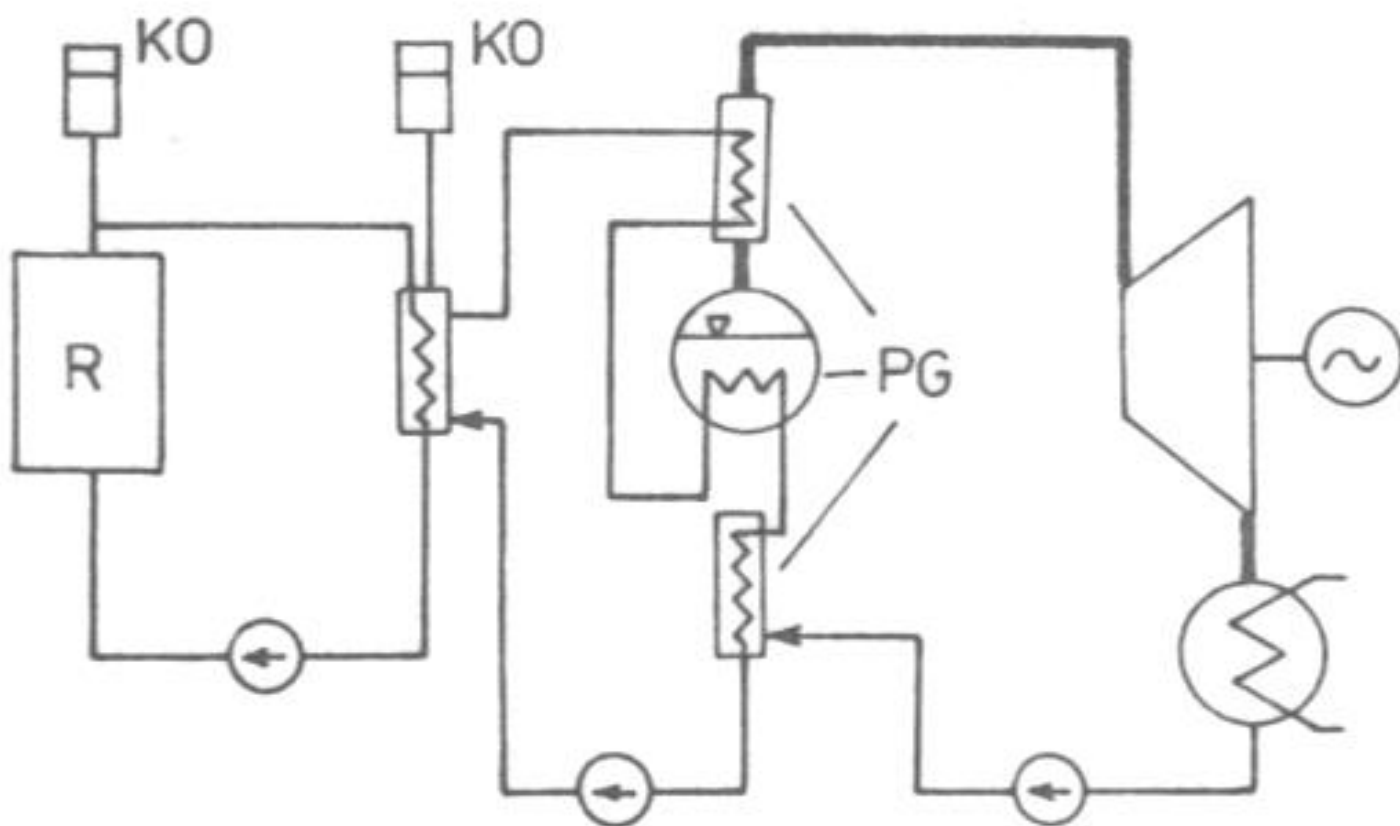
Reaktor



Hlavní cirkulační čerpadlo

Výrobní schémata JE

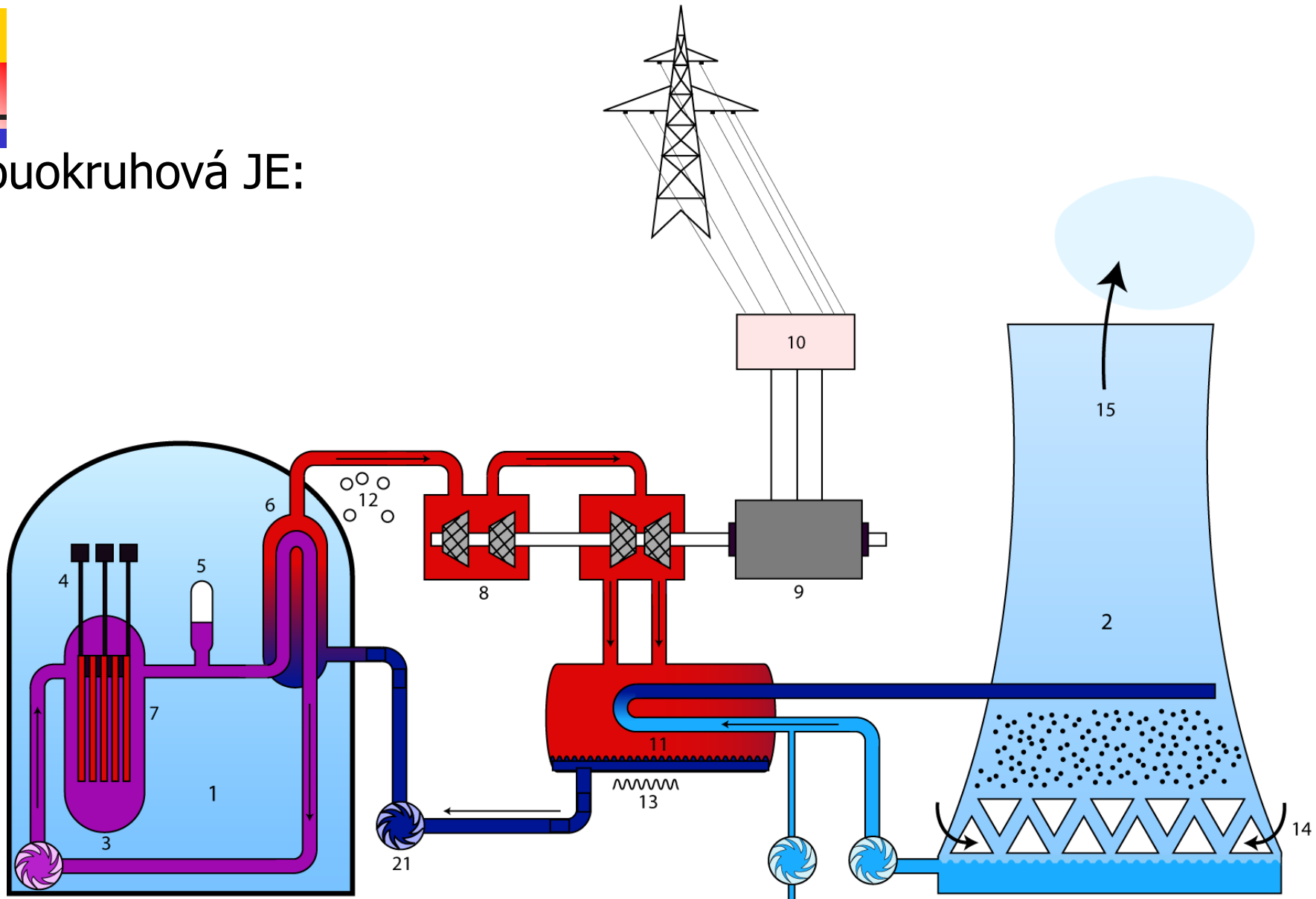
Tříokruhová
JE:



Výrobní schémata JE



Dvouokruhová JE:



Výrobní schémata JE

Dvouokruhová JE:

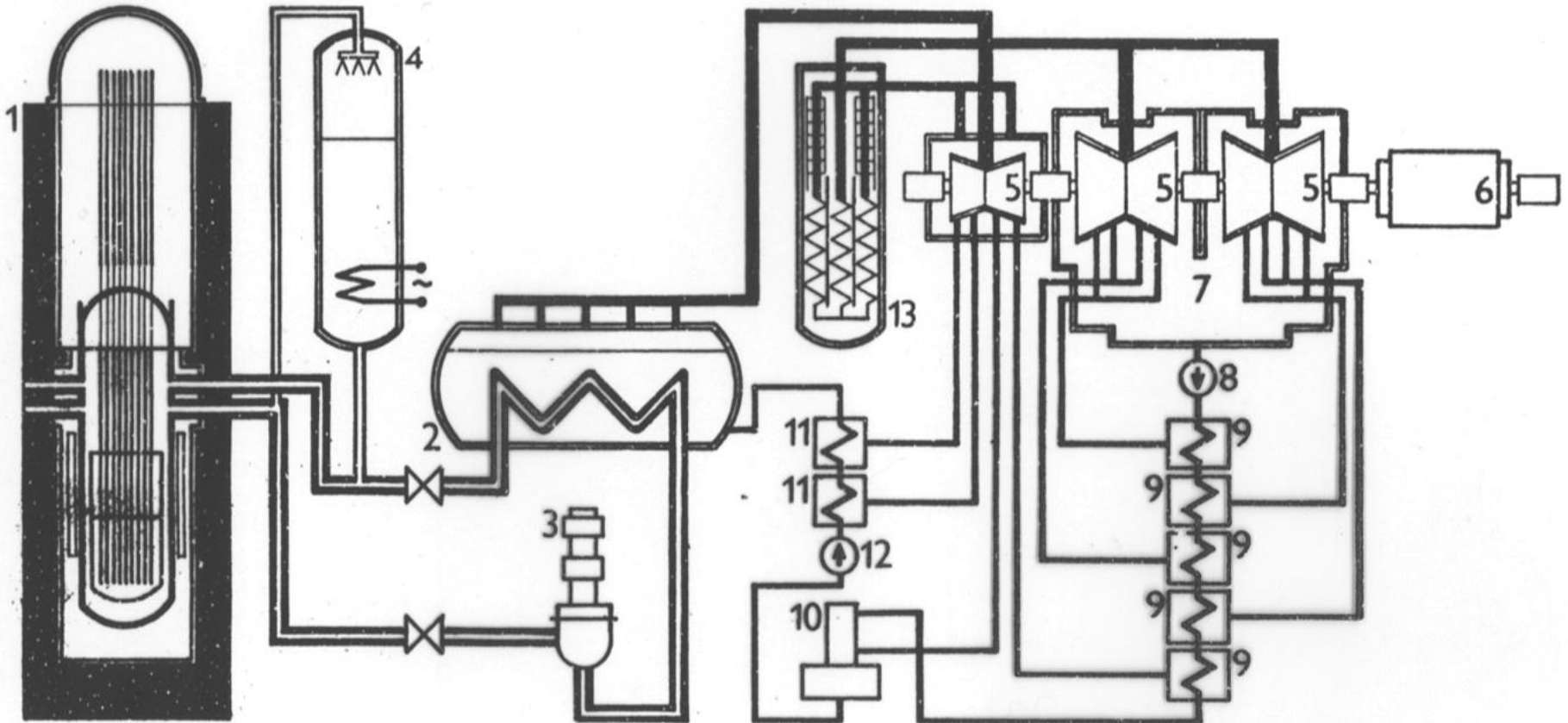
1 – reaktor

2 – parogenerátor

3 – hlavní cirkulační čerpadlo

4 – kompenzátor objemu

13 – přehříváč páry a separátor vlhkosti



Výrobní schémata JE

Schéma JE VVER-440:

5 - odplynění doplňující vody

6 - doplňovací čerpadlo

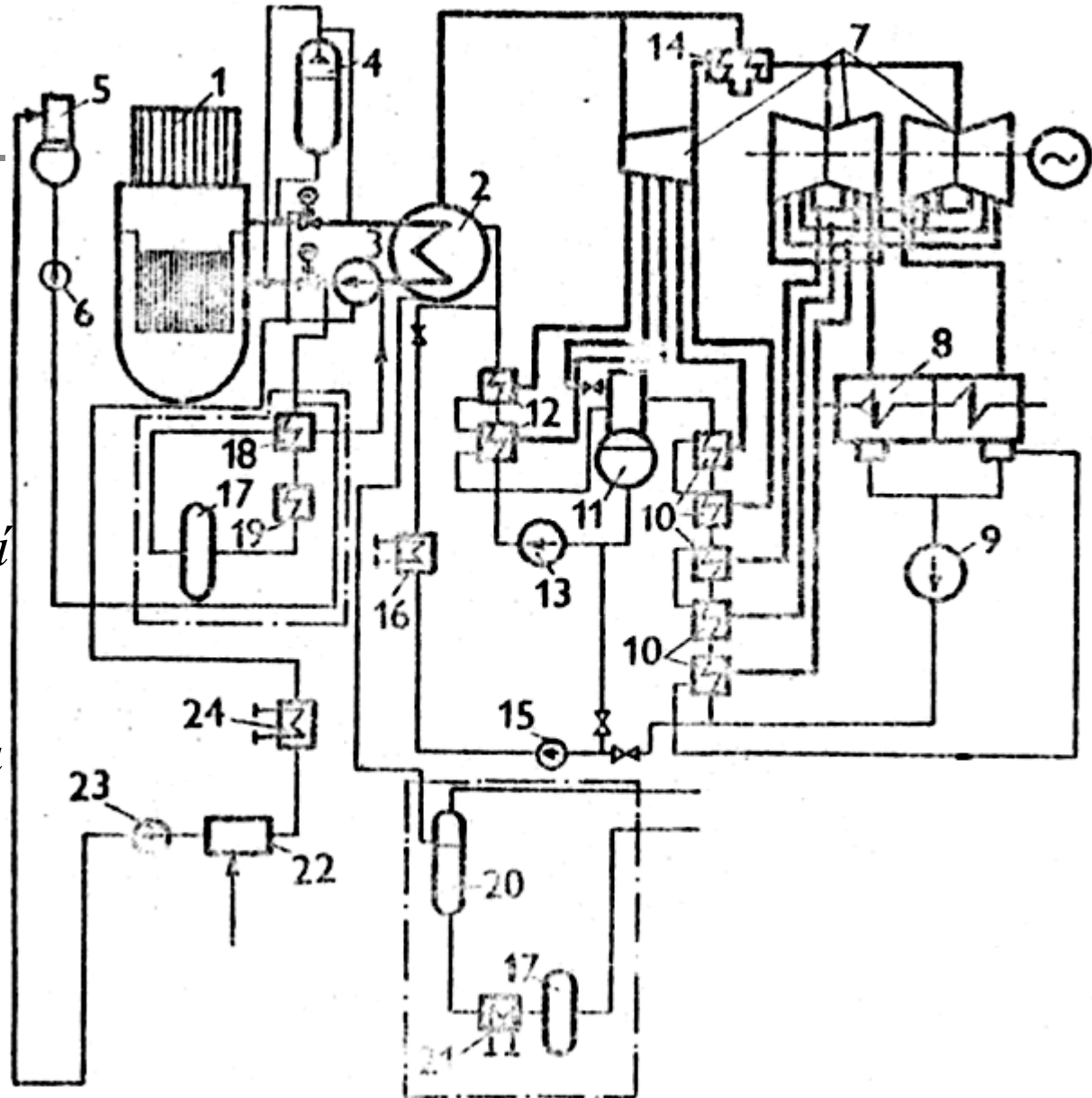
15 - havarijní doplňovací čerpadlo

17 - filtrační stanice

18, 19 - výměníky odluhu prim. okruhu

20 - expandér odluhu parogenerátoru

22 - sběrná nádrž úniků

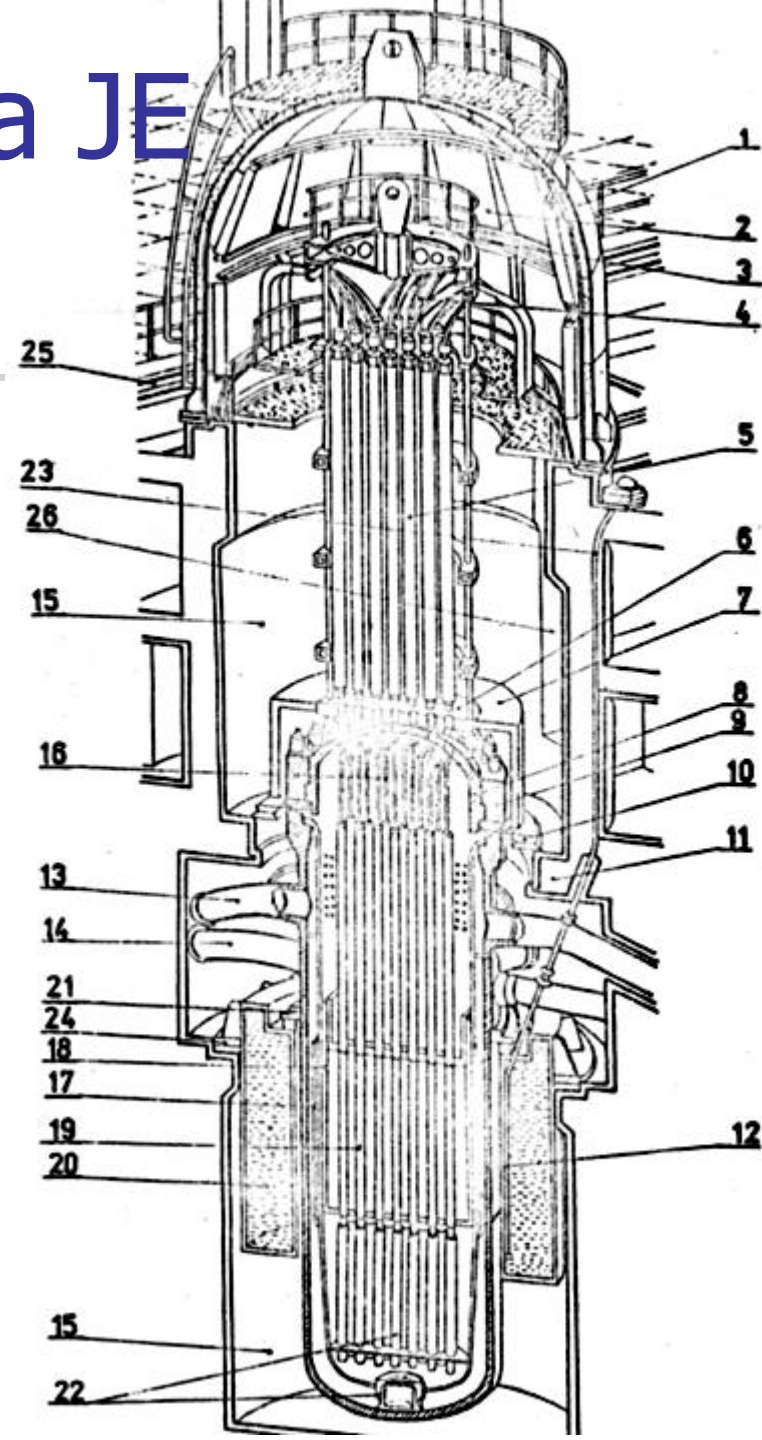


Výrobní schémata JE

U nás se používají dvouokruhové JE s tlakovodními reaktory VVER-440 a VVER-1000, využívající jako moderátoru i chladiva lehkou vodu.

Reaktor VVER-440:

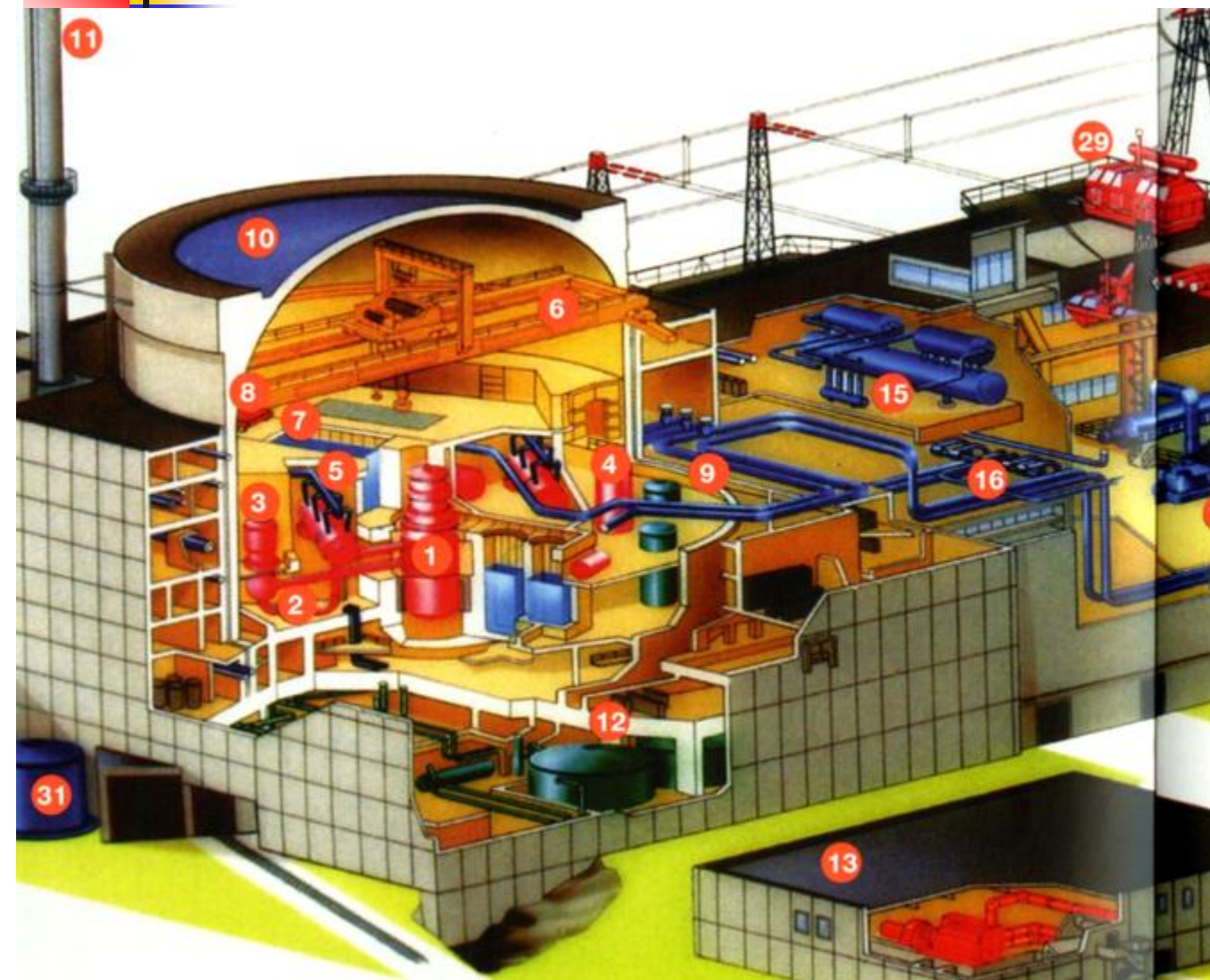
- 1 - ochranné víko – obálka*
- 5 - regulační tyče*
- 13 - výstupní potrubí chladící vody*
- 14 - vstupní potrubí chladící vody*
- 19 - kazety palivových článků*



Výrobní schémata JE

ŘEZ HLAVNÍM VÝROBNÍM BLOKEM JADERNÉ ELEKTRÁRNY TEMELÍN

- 1 Reaktor
- 2 Potrubí primárního okruhu
- 3 Hlavní cirkulační čerpadlo
- 4 Kompenzátor objemu
- 5 Parogenerátor
- 6 Polární jeřáb
- 7 Bazén použitého paliva
- 8 Zavážecí stroj
- 9 Hydroakumulátory
- 10 Ochranná obálka - kontejnment
- 11 Ventilací komín
- 12 Systém havarijního chlazení aktivní zóny
- 13 Diesलगenerátorová stanice
- 14 Strojovna
- 15 Napájecí nádrž
- 16 Hlavní parní potrubí
- 17 Vysokotlaký díl turbíny
- 18 Nízkotlaký díl turbíny
- 19 Generátor
- 20 Budič
- 21 Separátor
- 22 Kondenzátor
- 23 Tepelný výměník
- 24 Vstup a výstup chladicí vody
- 25 Čerpací stanice
- 26 Čerpadlo chladicí vody
- 27 Chladicí věž
- 28 Vývod výkonu z generátoru
- 29 Transformátor
- 30 Vyvedení výkonu
- 31 Zásobníky destilátu



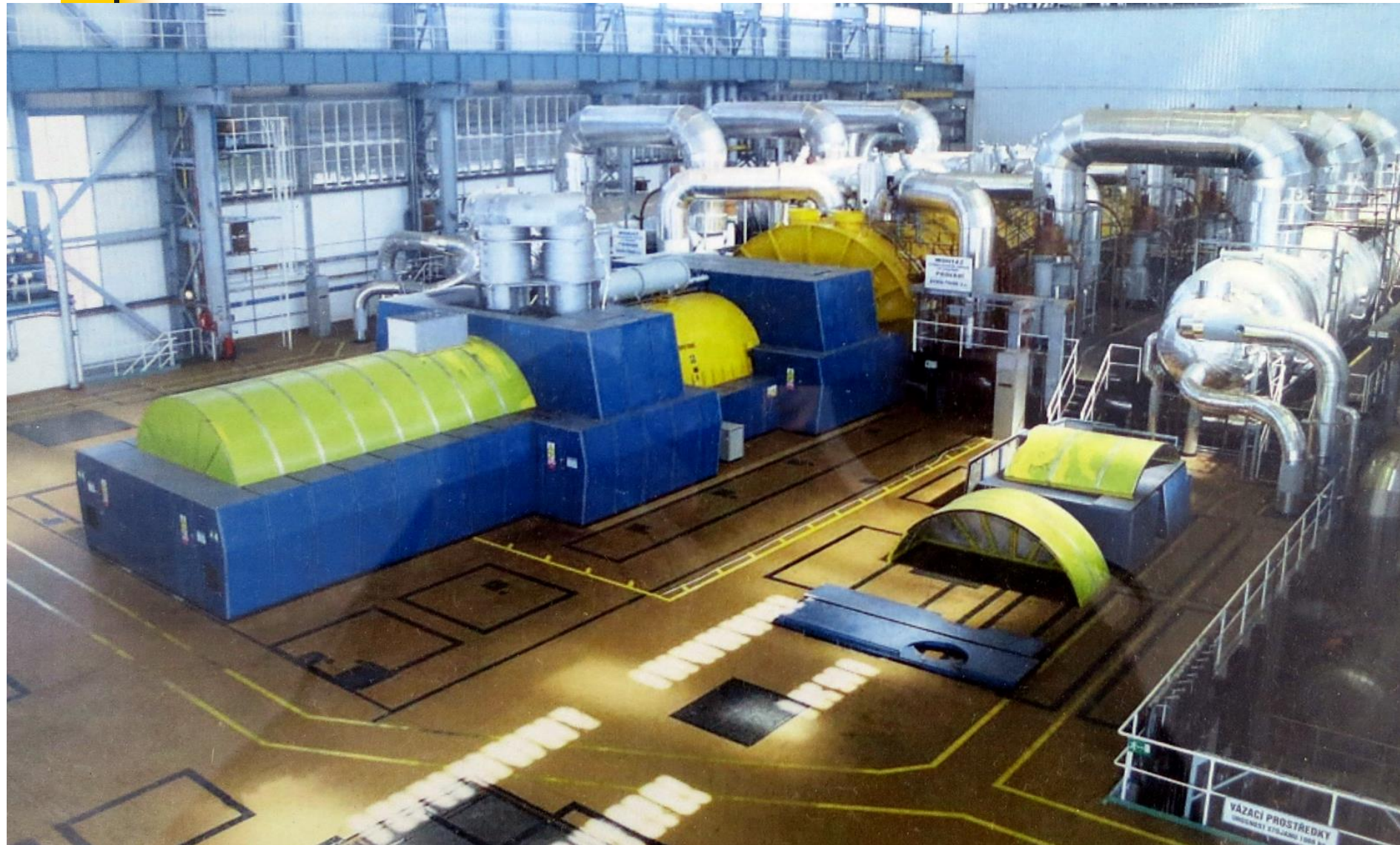
Výrobní schémata JE

ŘEZ HLAVNÍM VÝROBNÍM BLOKEM JADERNÉ ELEKTRÁRNY TEMELÍN

- 1 Reaktor
- 2 Potrubí primárního okruhu
- 3 Hlavní cirkulační čerpadlo
- 4 Kompenzátor objemu
- 5 Parogenerátor
- 6 Polární jeřáb
- 7 Bazén použitého paliva
- 8 Zavážecí stroj
- 9 Hydroakumulátory
- 10 Ochranná obálka – kontejnment
- 11 Ventilací komín
- 12 Systém havarijního chlazení aktivní zóny
- 13 Diesलगenerátorová stanice
- 14 Strojovna
- 15 Napájecí nádrž
- 16 Hlavní parní potrubí
- 17 Vysokotlaký díl turbíny
- 18 Nízkotlaký díl turbíny
- 19 Generátor
- 20 Budič
- 21 Separátor
- 22 Kondenzátor
- 23 Tepelný výměník
- 24 Vstup a výstup chladicí vody
- 25 Čerpací stanice
- 26 Čerpadlo chladicí vody
- 27 Chladicí věž
- 28 Vývod výkonu z generátoru
- 29 Transformátor
- 30 Vyvedení výkonu
- 31 Zásobníky destilátu



Výrobní schémata JE



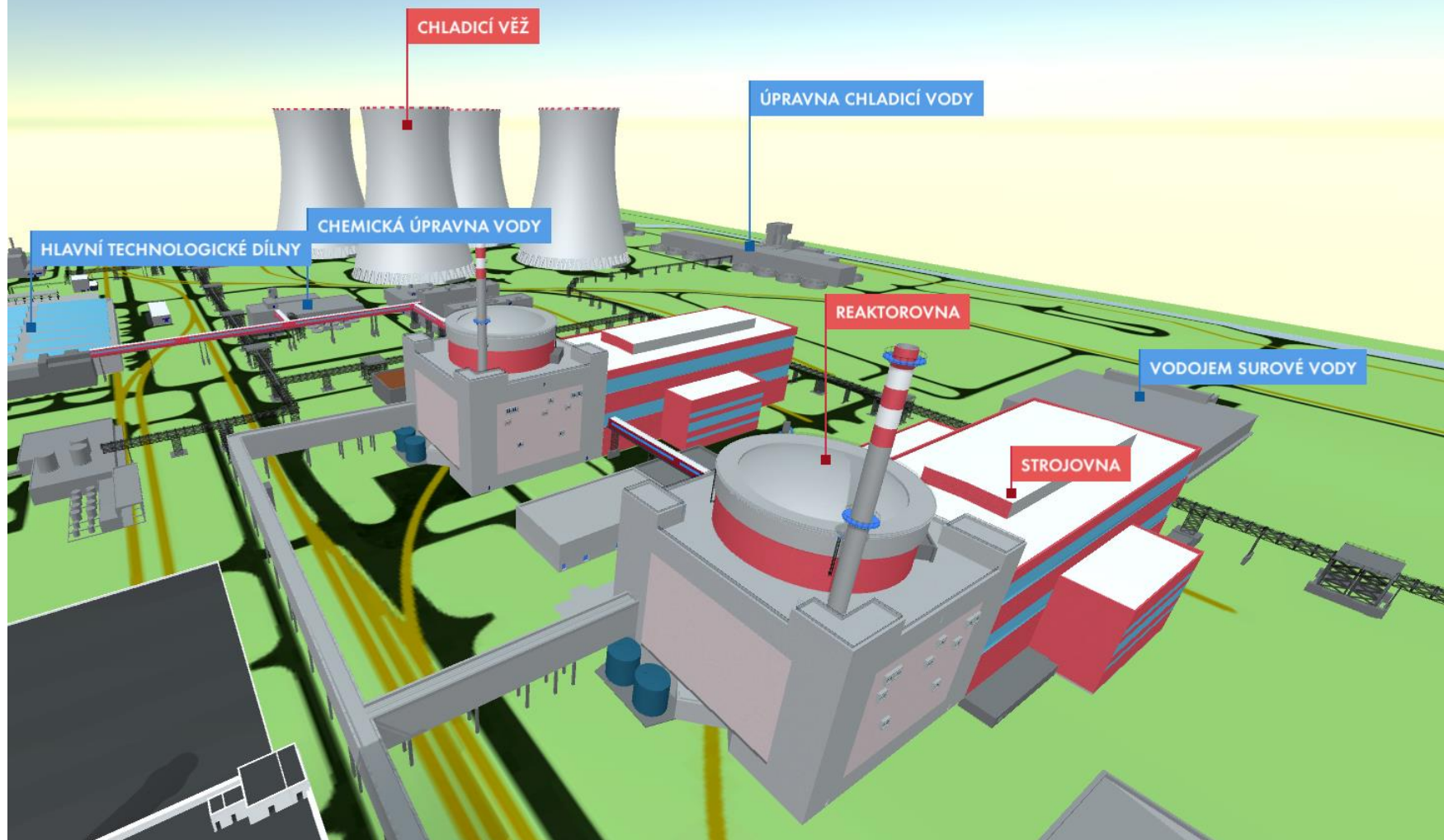
Výrobní schémata JE



Výrobní schémata JE

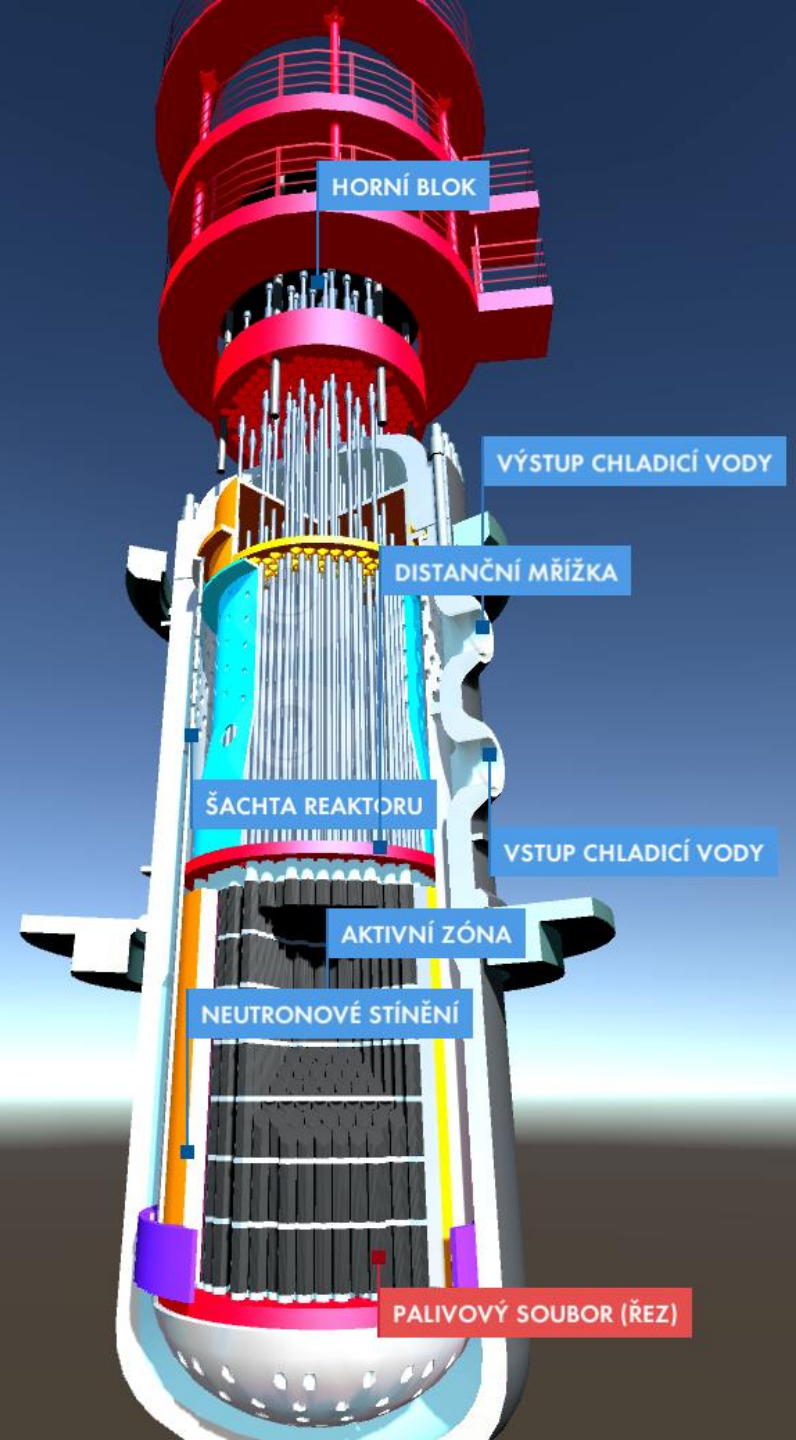
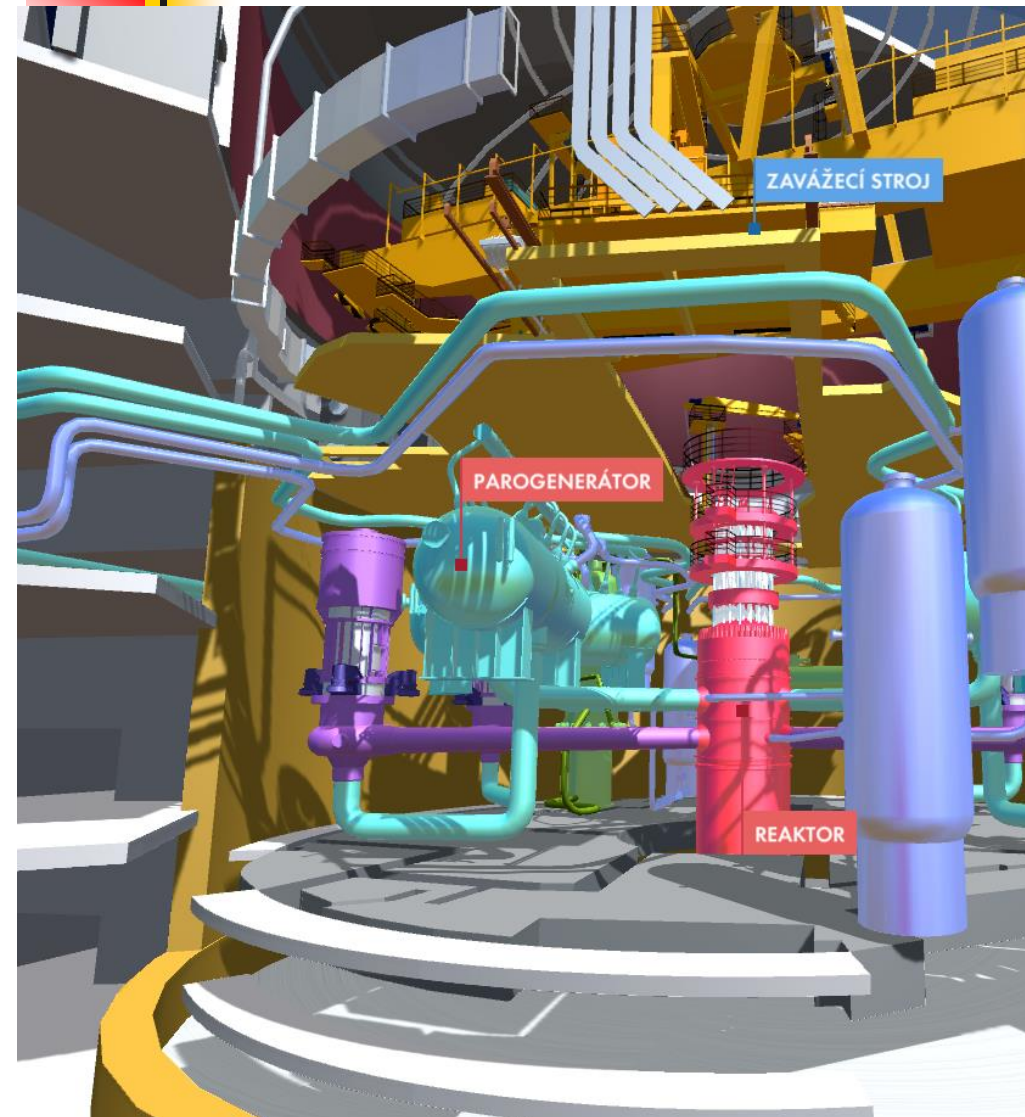
<https://www.svetenergie.cz/3d/temelin/>

AREÁL JADERNÉ ELEKTRÁRNY TEMELÍN



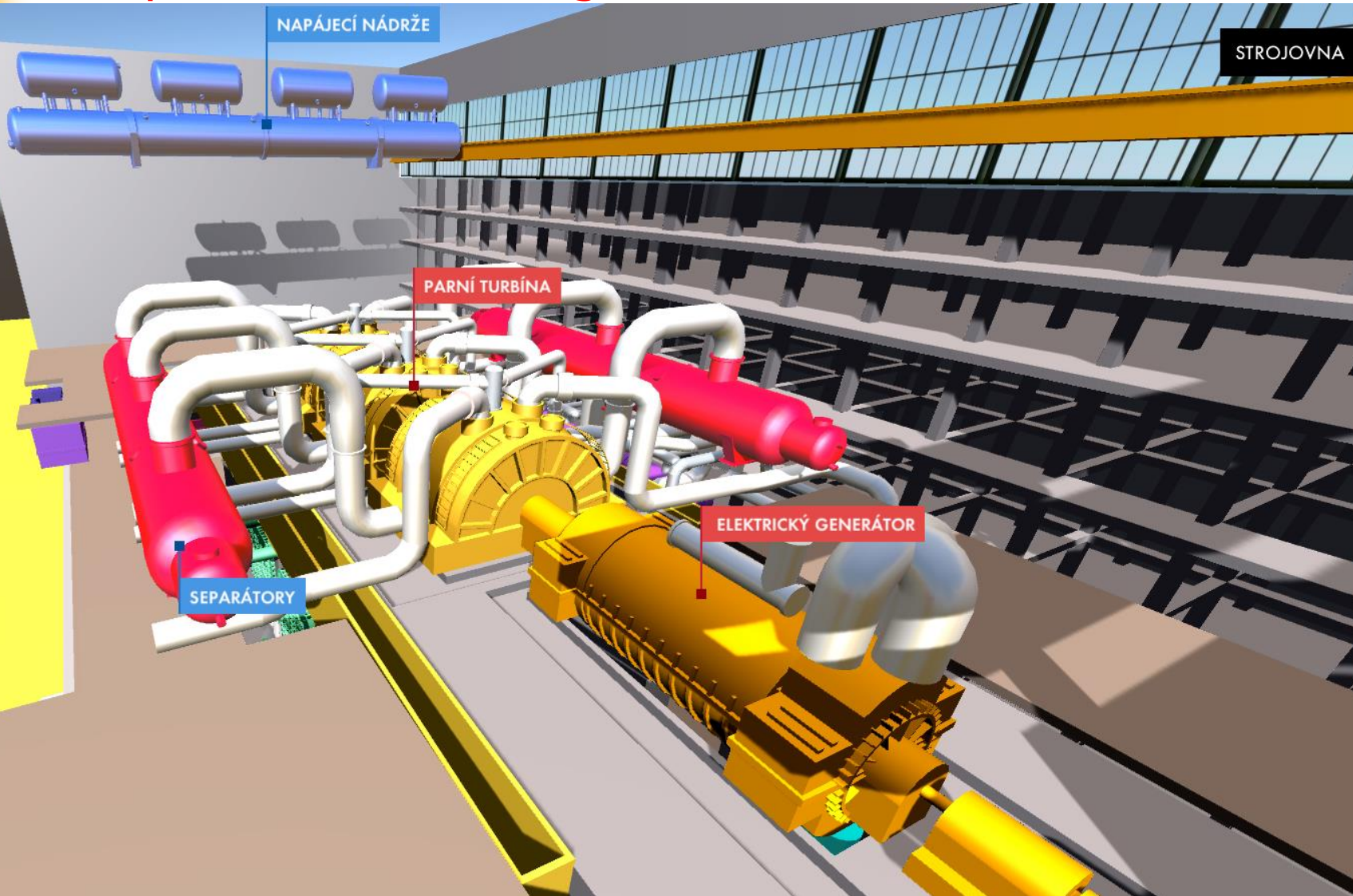
Výrobní schéma

<https://www.svetenergie.cz>

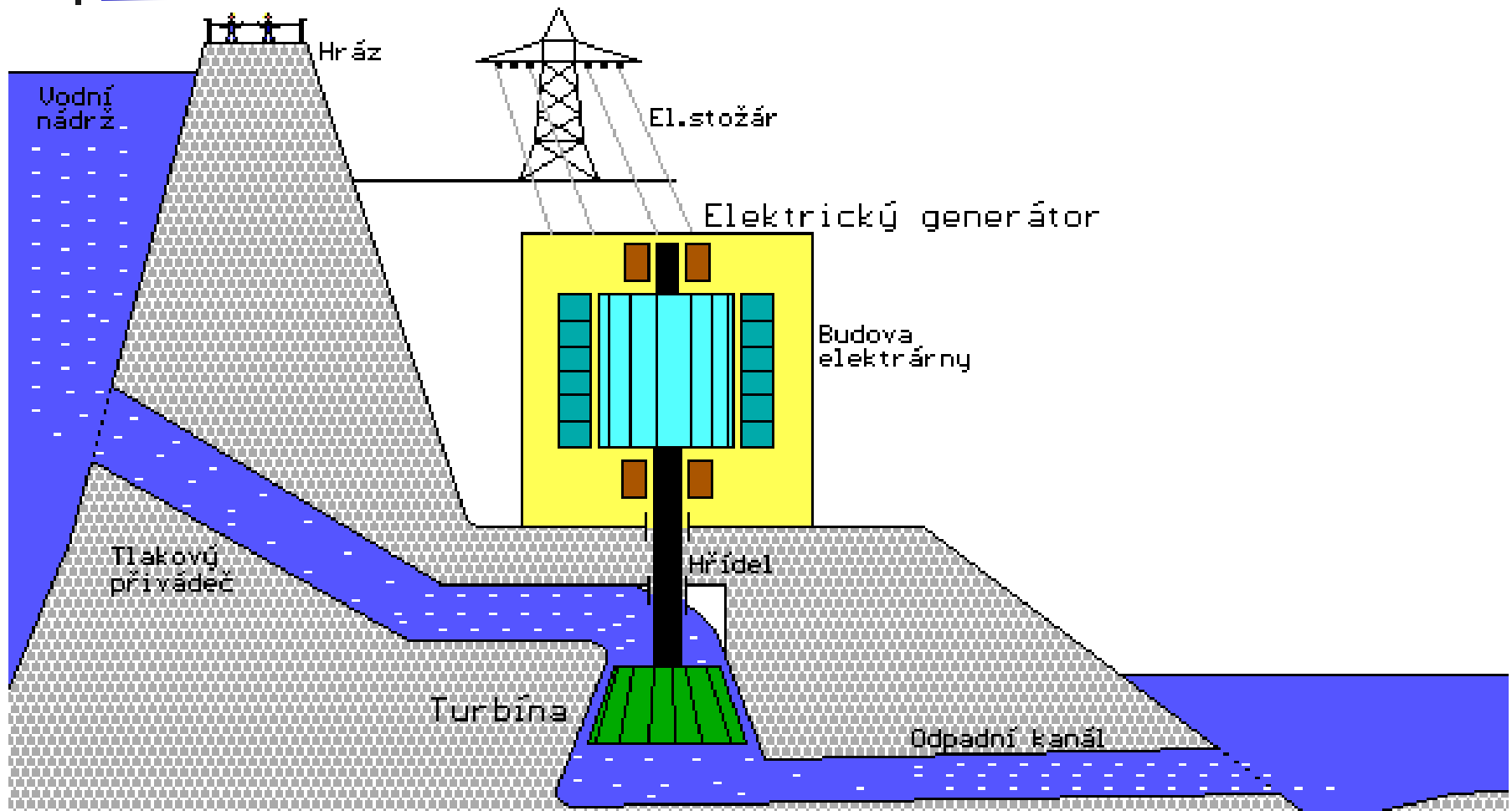


Výrobní schémata JE

<https://www.svetenergie.cz/3d/temelin/>



Vodní elektrárny





Vodní elektrárny

Vychází ze získání energie z potenciální, tlakové a kinetické energie vody.

$$W_H = m \cdot g \cdot h \qquad W_P = V \cdot p = \frac{m}{\rho} p \qquad W_V = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Měrná energie 1 kg vody:

$$E_H = g \cdot (h_1 - h_2) \qquad E_P = \frac{(p_1 - p_2)}{\rho} \qquad E_V = \frac{1}{2} (v_1^2 - v_2^2)$$

$$E_{CELK} = E_H + E_P + E_V \qquad W = m \cdot E_{CELK} = V \cdot \rho \cdot E_{CELK}$$

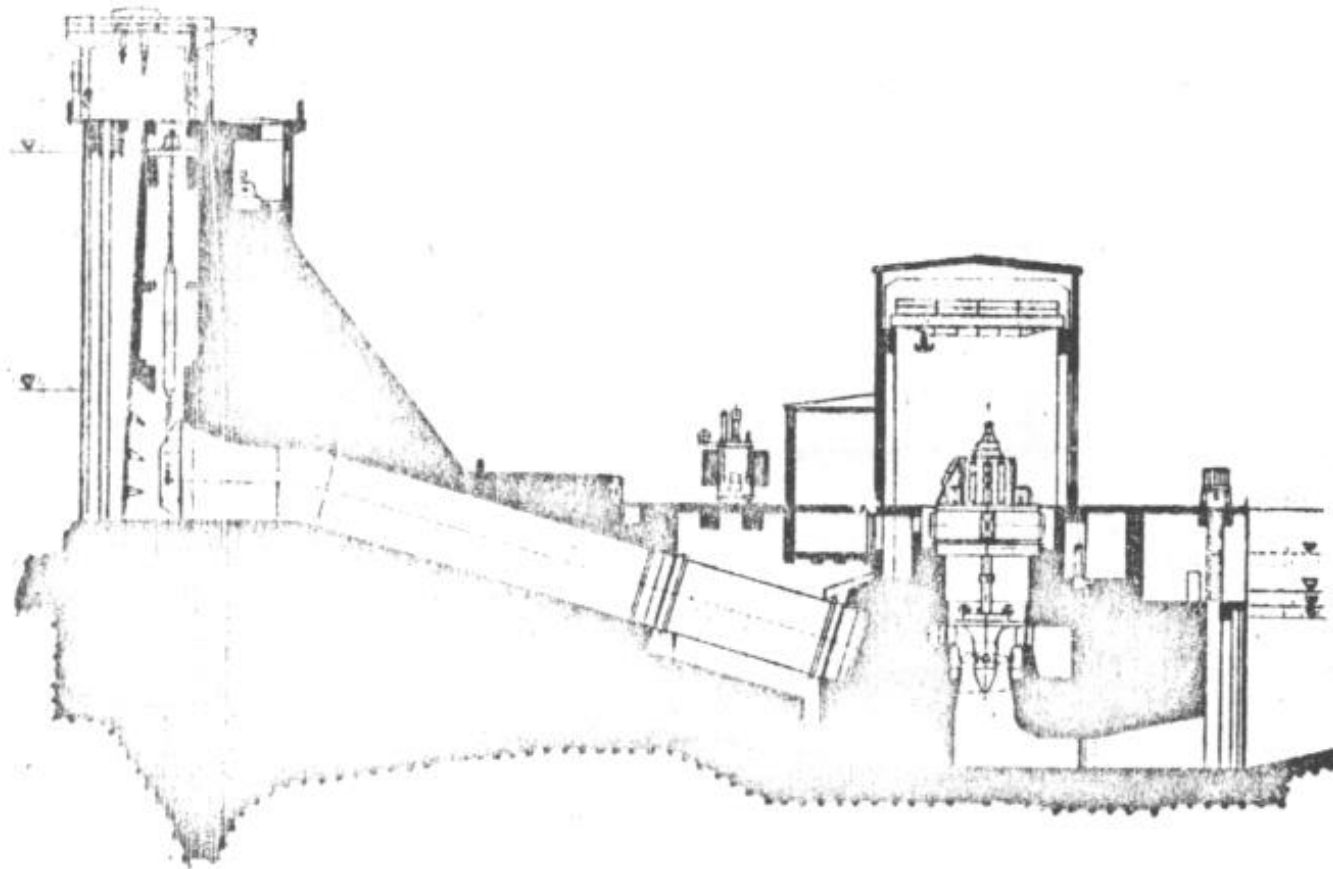
$$P = Q \cdot \rho \cdot E_{CELK} \qquad [W] = [J/s] = [m^3/s] \cdot [kg/m^3] \cdot [J/kg]$$

Vodní elektrárny

Dělení VE:

Dle systému
soustředění
energie:

- *přehradní a jezové*
- *derivační*
- *přečerpávací*
- *přilivové*

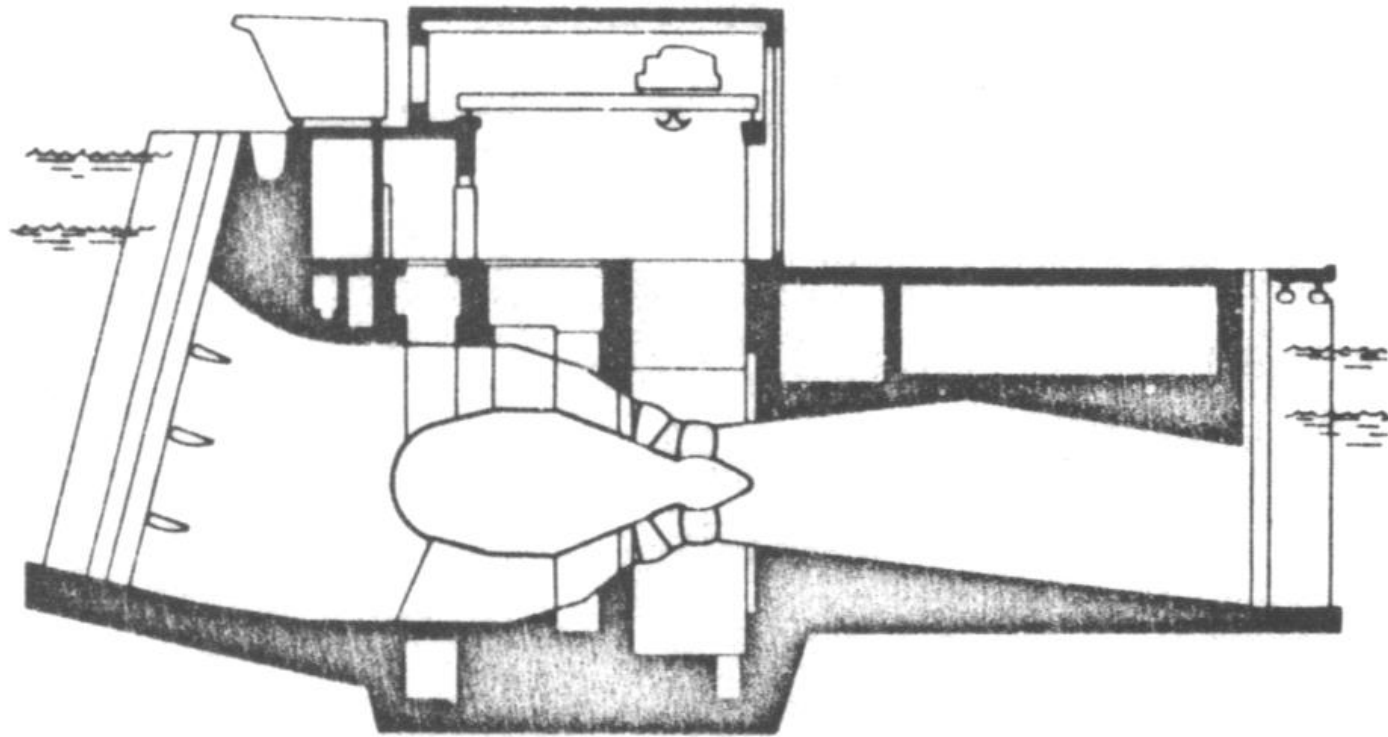


Vodní elektrárny

Dělení VE:

Dle systému
soustředění
energie:

- *přehradní a jezové*
- *derivační*
- *přečerpávací*
- *přilivové*

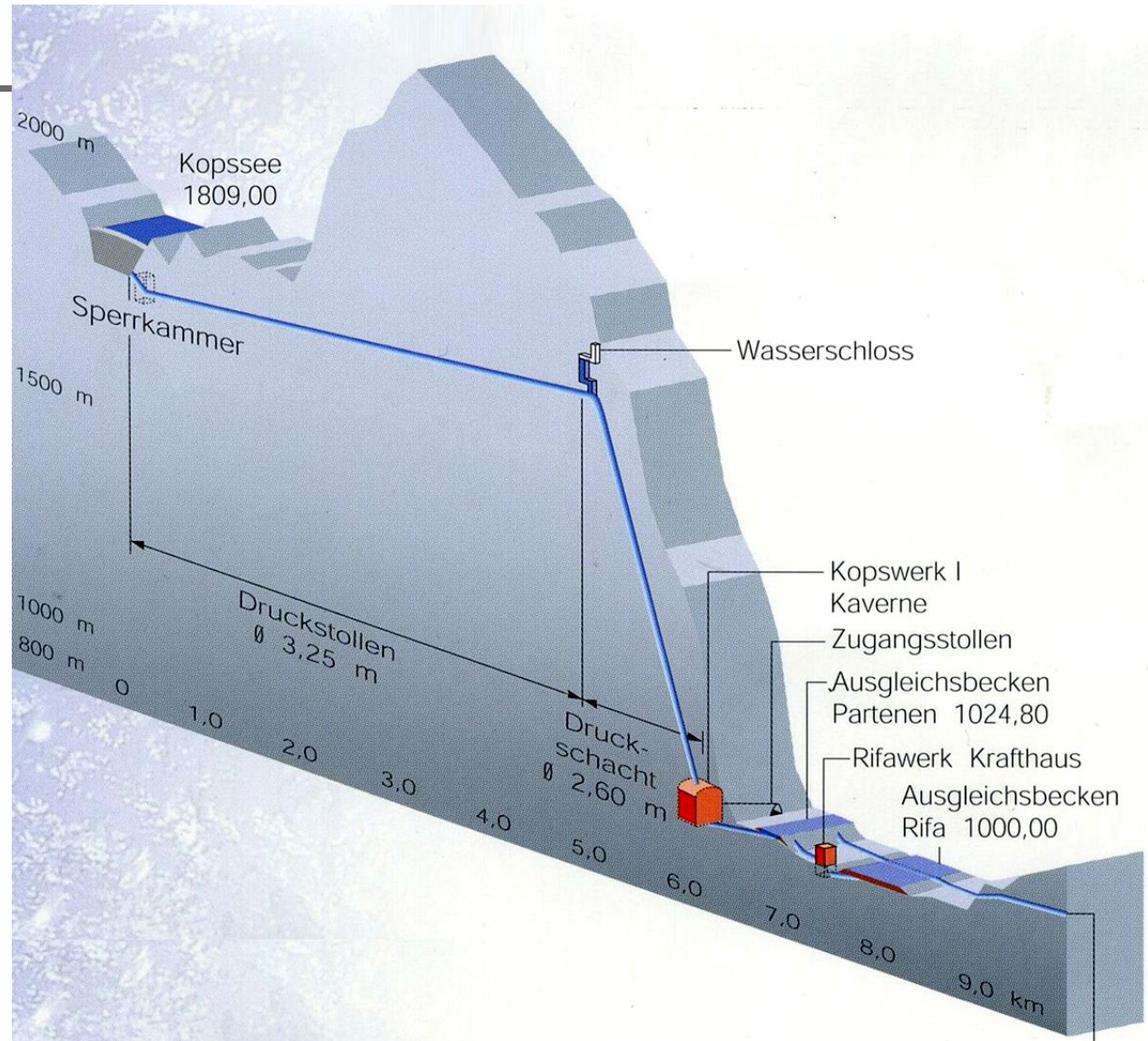


Vodní elektrárny

Dělení VE:

Dle systému
soustředění
energie:

- přehradní a jezové
- derivační
- přečerpávací
- přílivové

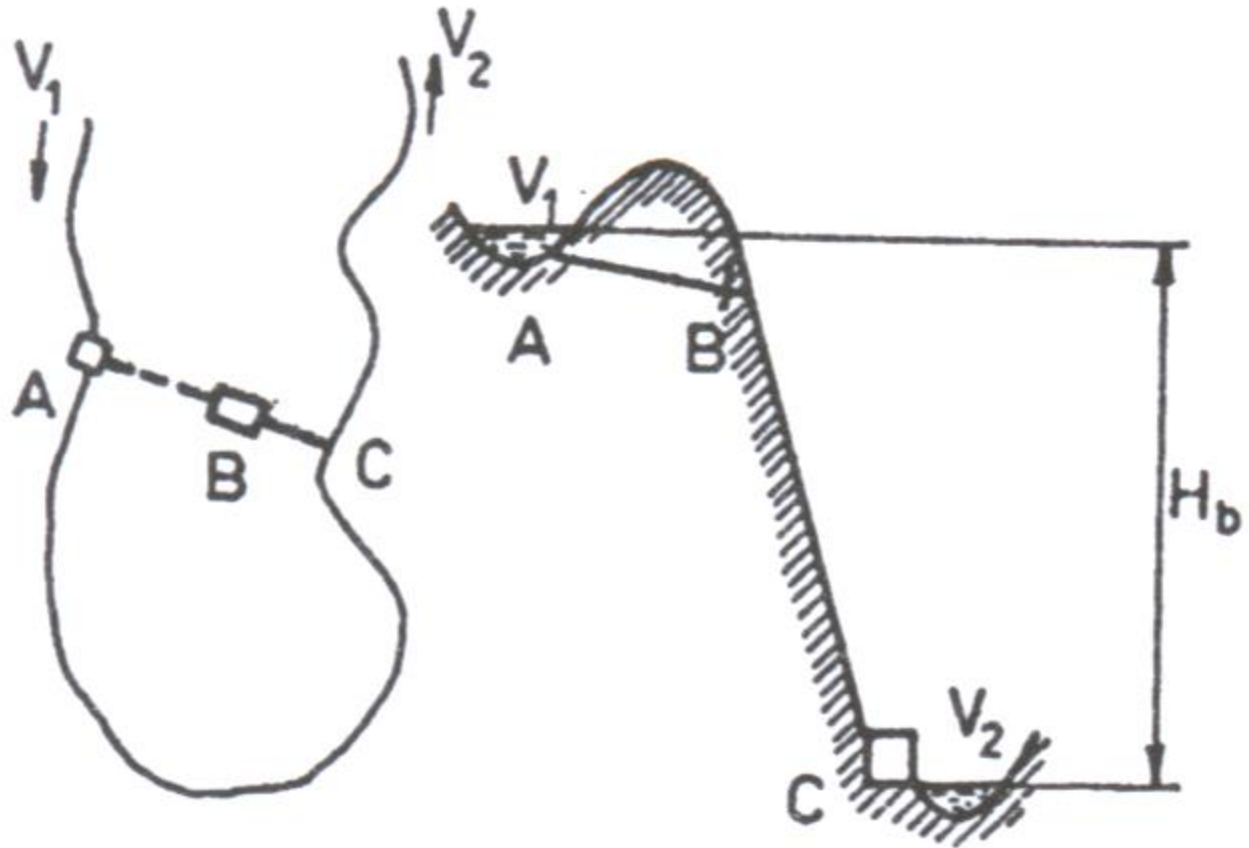


Vodní elektrárny

Dělení VE:

Dle systému
soustředění
energie:

- přehradní a jezové
- *derivační*
- přečerpávací
- přílivové

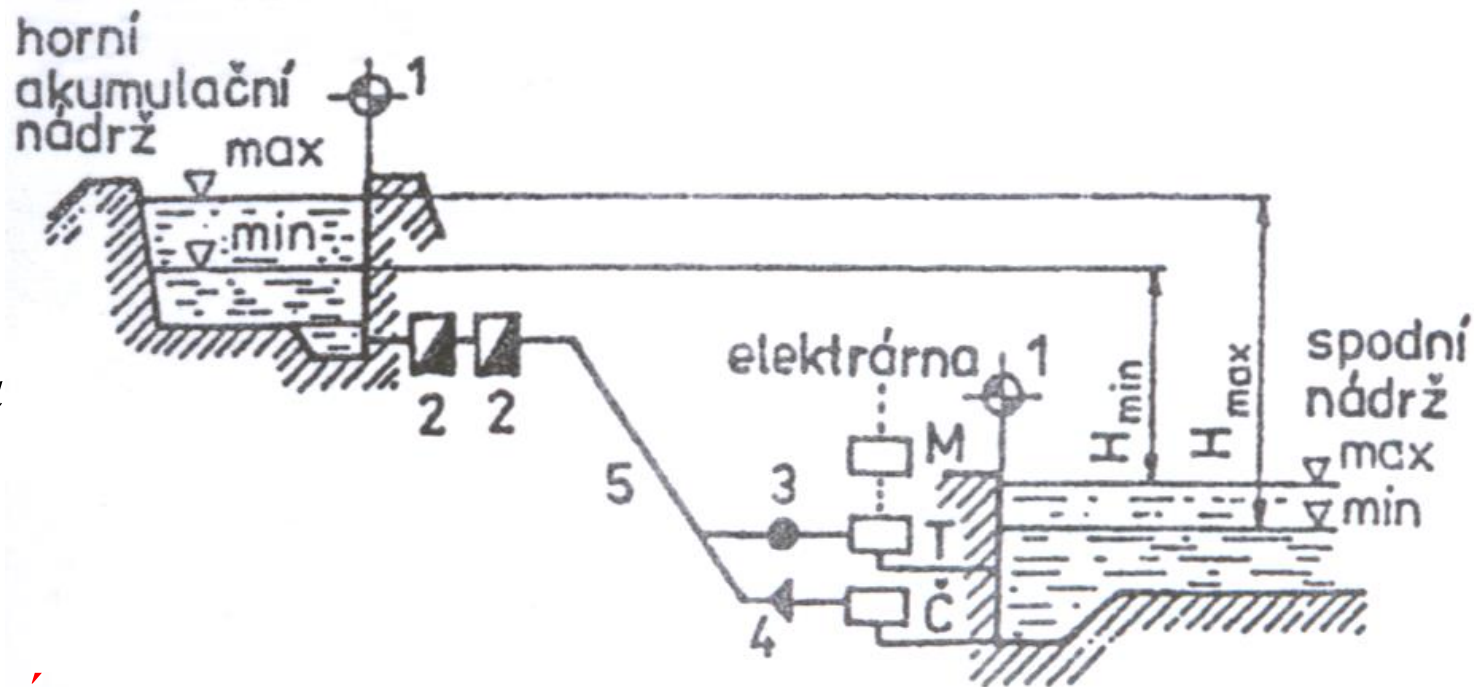


Vodní elektrárny

Dělení VE:

Dle systému
soustředění
energie:

- přehradní a jezové
- derivační
- *přečerpávací*
- přílivové





Vodní elektrárny

Dělení VE:

Dle tlaku vody:

- nízkotlaké ($EV \leq 200 \text{ J/kg}$)
- středotlaké ($EV \leq 1000 \text{ J/kg}$)
- vysokotlaké

Dle charakteru provozu:

- průtočné
- akumulční
- přečerpávací

Dělení vodních turbín:

Dle způsobu přenosu energie:

- rovnotlaké (veškerý přetlak přeměněn na rychlost vody ještě před oběžným kolem) (tzv. akční)
- přetlakové (částečná přeměna přetlaku ještě v oběžných kolech) (tzv. reakční)



Vodní elektrárny

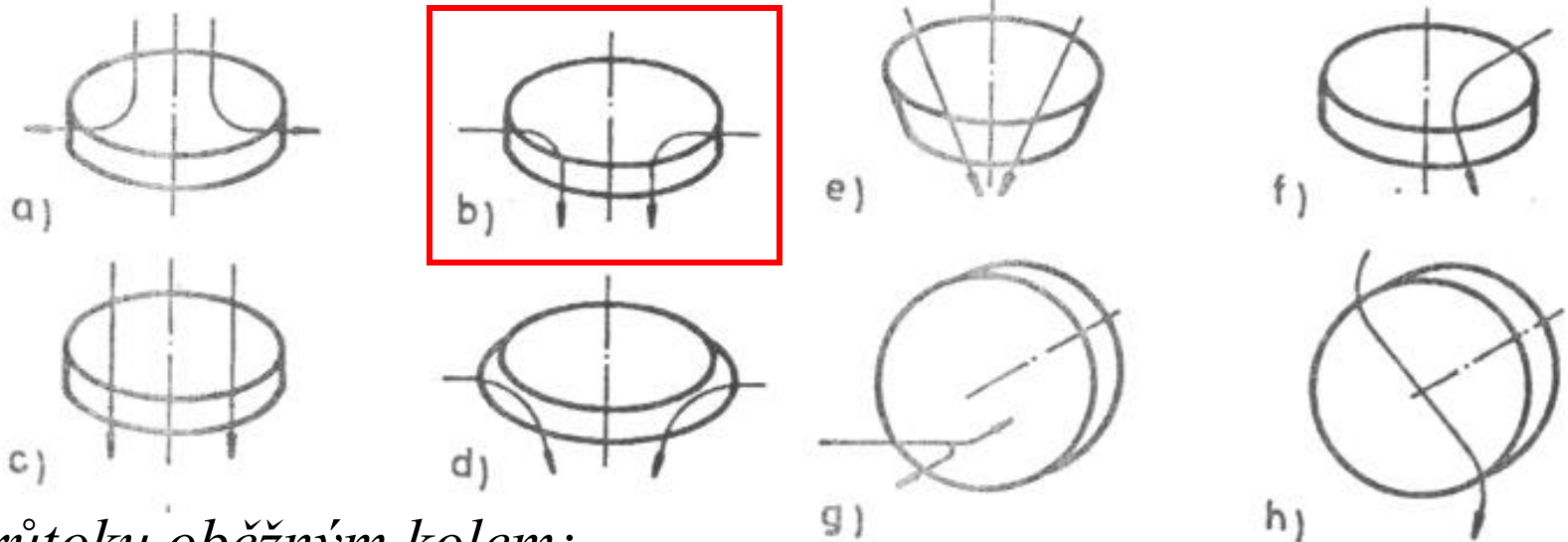
Dělení vodních turbín:

Dle průtoku oběžným kolem:

- a) *centrifugální (vnitřní vtok, proudění od hřídele)(Fourneyronova)*
- b) *centripetální (s vnějším vtokem, proudění ke hřídeli)(historická Francisova)*
- c) *axiální (Kaplanova)*
- d) *radiálně - axiální (moderní Francisova)*
- e) *diagonální (Dériazova)*
- f) *se šikmým průtokem (Turgo)*
- g) *tangenciální (Peltonova)*
- h) *s dvojím průtokem (vstup centripetálně, výstup centrifugálně)(Bánkiho)*

Vodní elektrárny

Dělení vodních turbín:



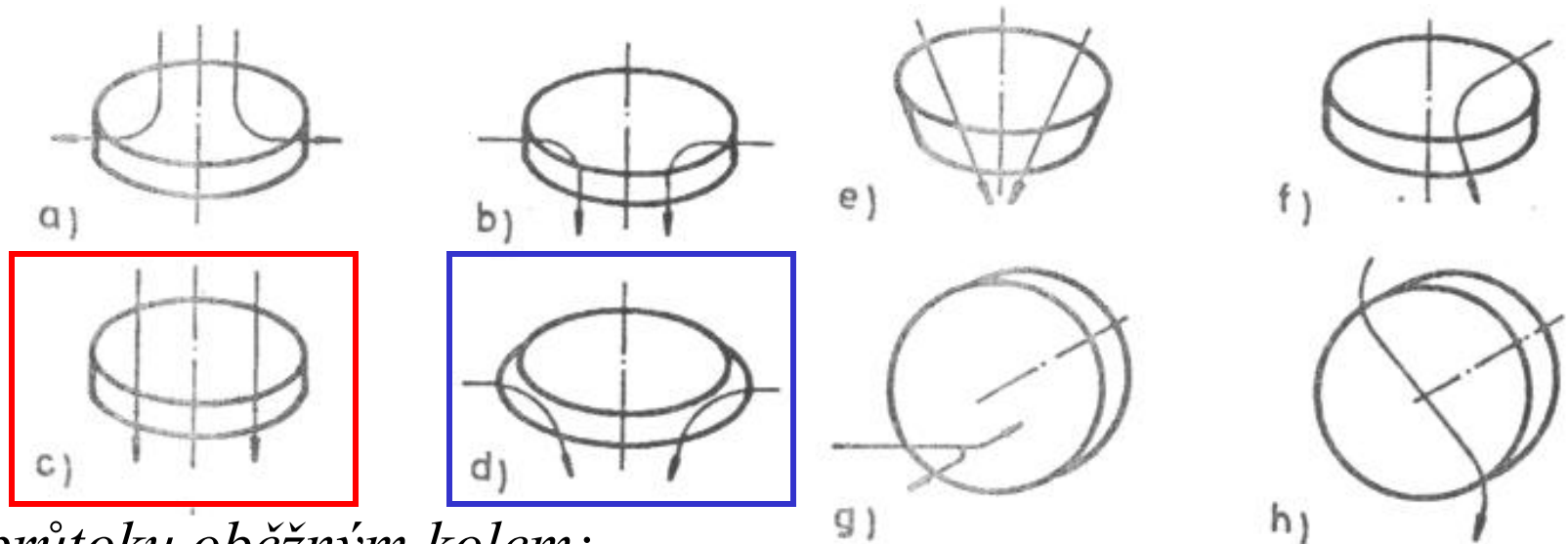
Dle průtoku oběžným kolem:

a) *centrifugální (vnitřní vtok, proudění od hřídele)(Fourneyronova)*

b) *centripetální (s vnějším vtokem, proudění ke hřídeli)(historická Francisova)*

Vodní elektrárny

Dělení vodních turbín:



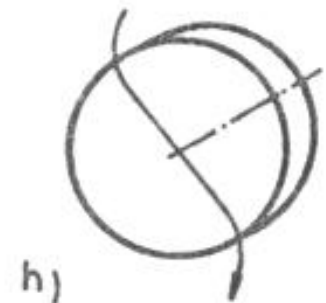
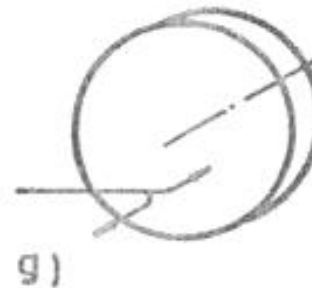
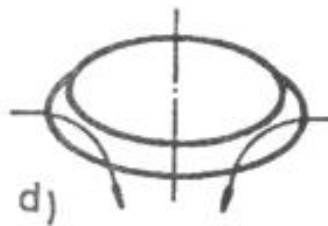
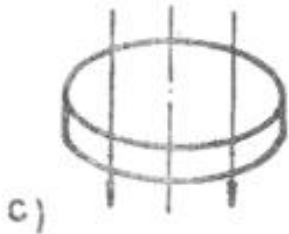
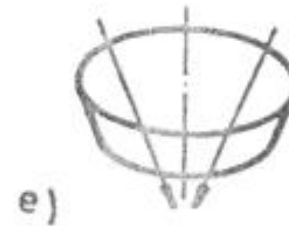
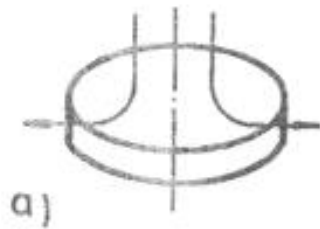
Dle průtoku oběžným kolem:

c) axiální (Kaplanova)

d) radiálně - axiální (moderní Francisova)

Vodní elektrárny

Dělení vodních turbín:



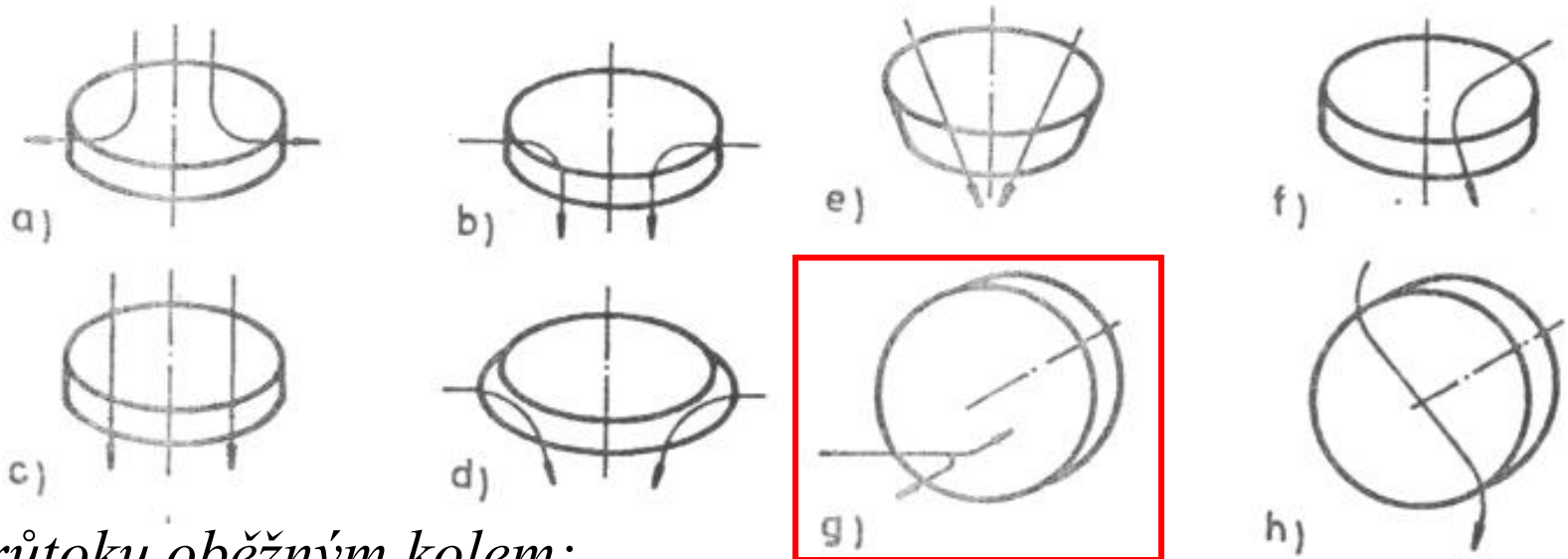
Dle průtoku oběžným kolem:

e) diagonální (Dériazova)

f) se šikmým průtokem (Turgo)

Vodní elektrárny

Dělení vodních turbín:



Dle průtoku oběžným kolem:

g) tangenciální (Peltonova)

h) s dvojím průtokem (vstup centripetálně, výstup centrifugálně) (Bánkiho)



Vodní elektrárny

Dělení vodních turbín:

Dle polohy hřídele:

- *horizontální*
- *vertikální*
- *šikmé*

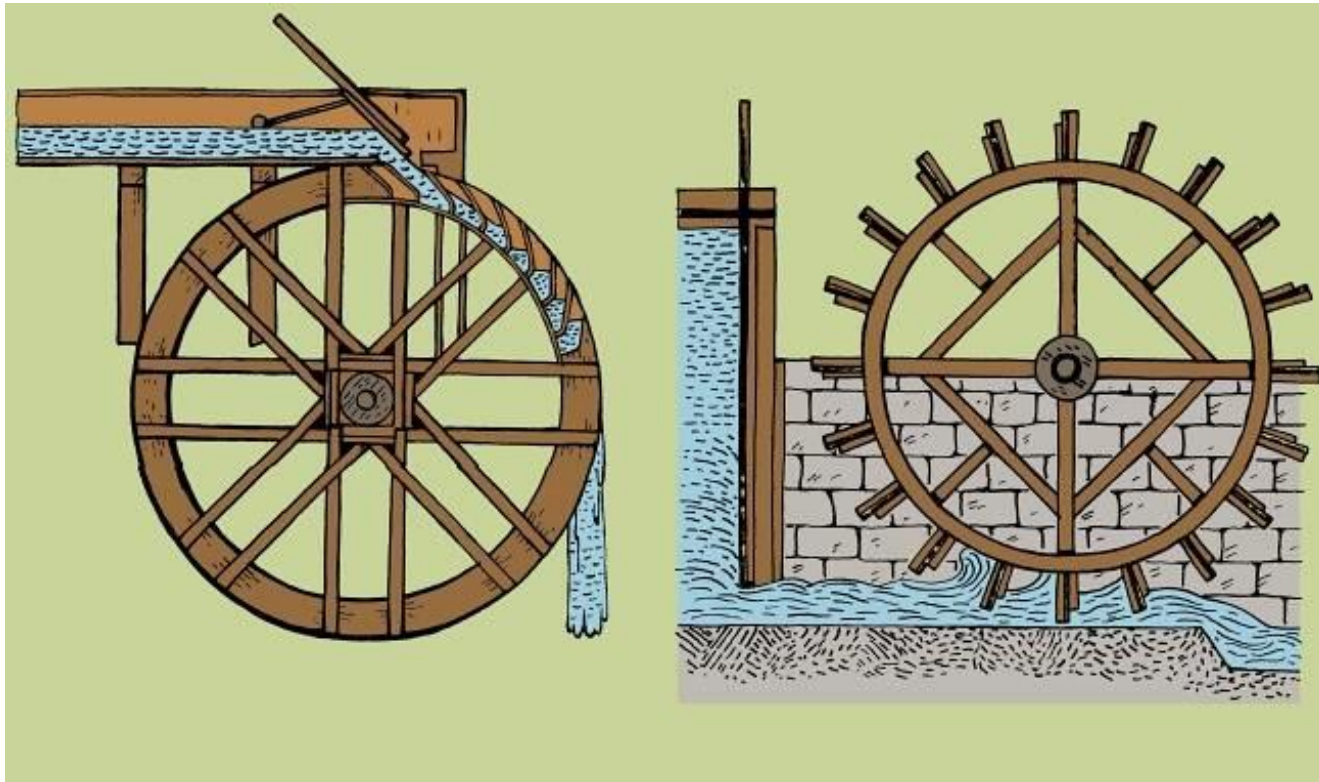
Dle vstupní části:

- *spirální*
- *kašnová*
- *kotlová*
- *násosková*
- *přímoproudá*

Vodní elektrárny

Dělení vodních turbín:

Vodní kola na vrchní a spodní vodu

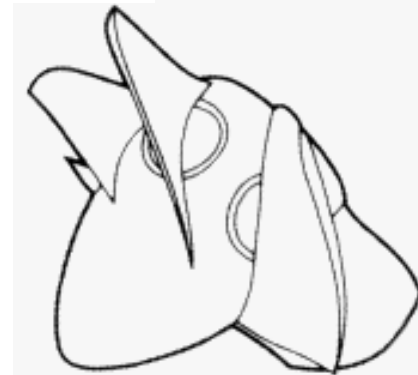
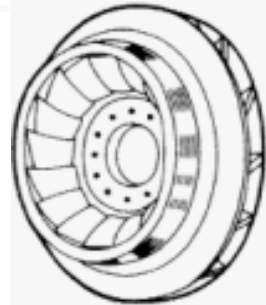


Vodní elektrárny

Dělení vodních turbín:

Dle konstrukce:

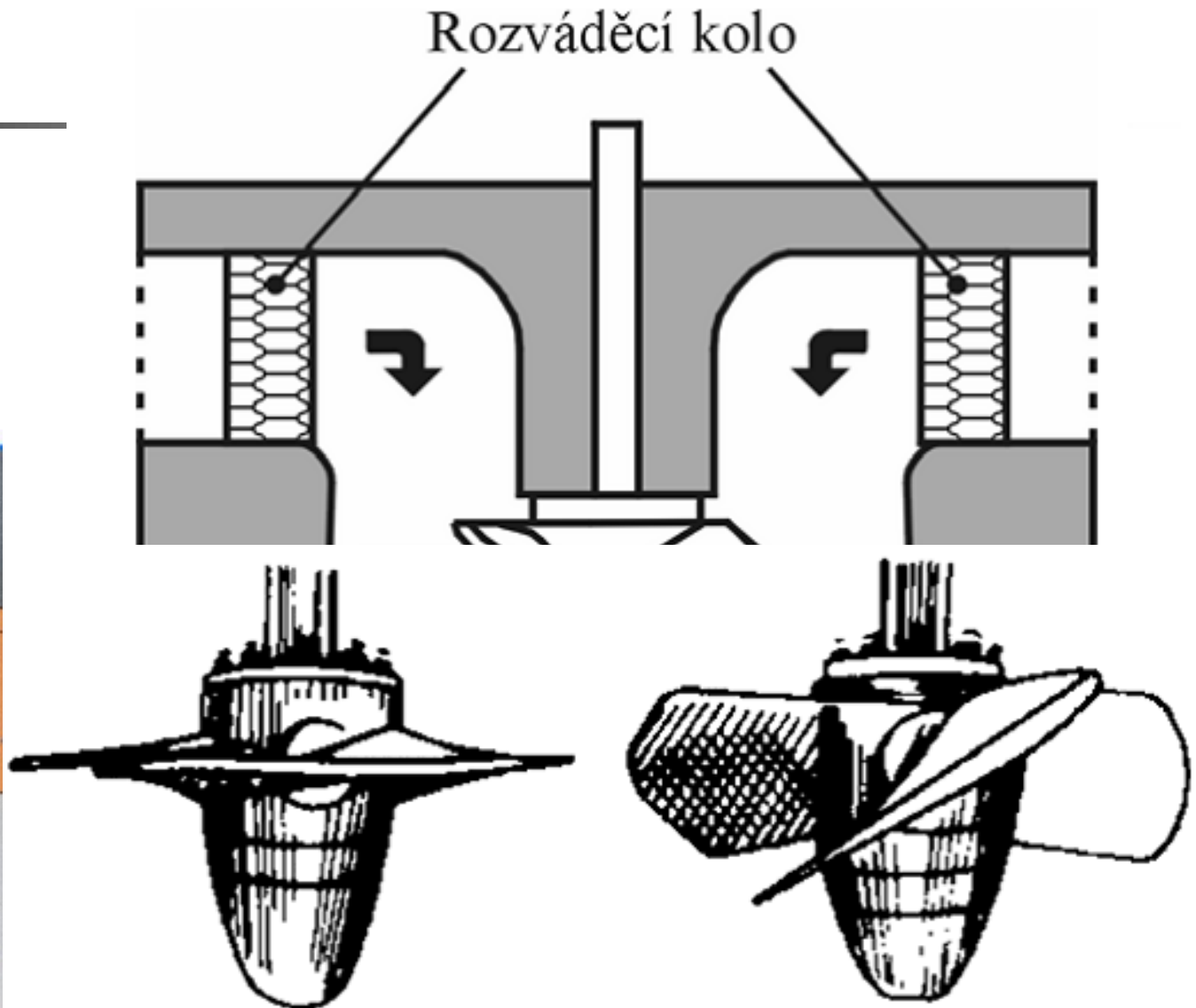
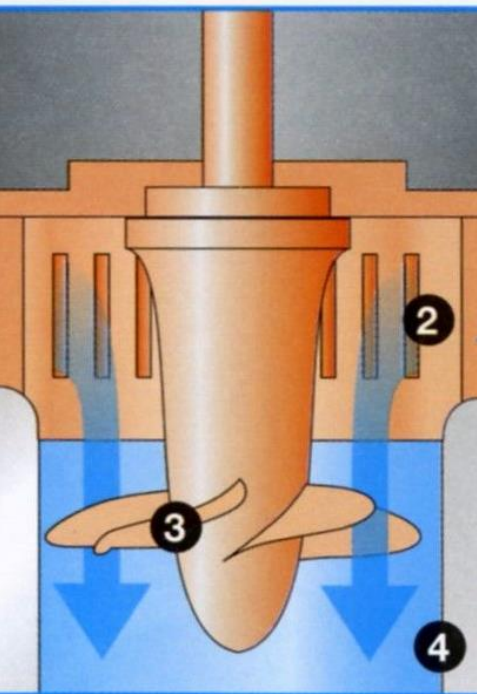
- **Francisova** - přetlaková, radiálně-axiální, nebo centripetální, regulované rozváděcí lopatky, vhodné pro reversibilní provoz
- **Kaplanova** - přetlaková, axiální, regulované rozváděcí i oběžné lopatky
- **Peltonova** - rovnotlaká, tangenciální



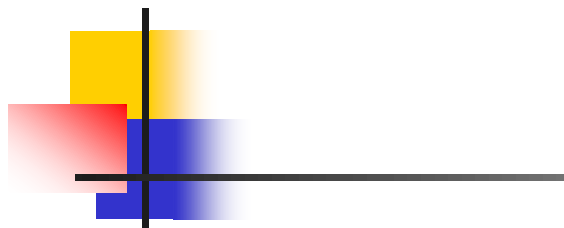
Vodní elektrárny



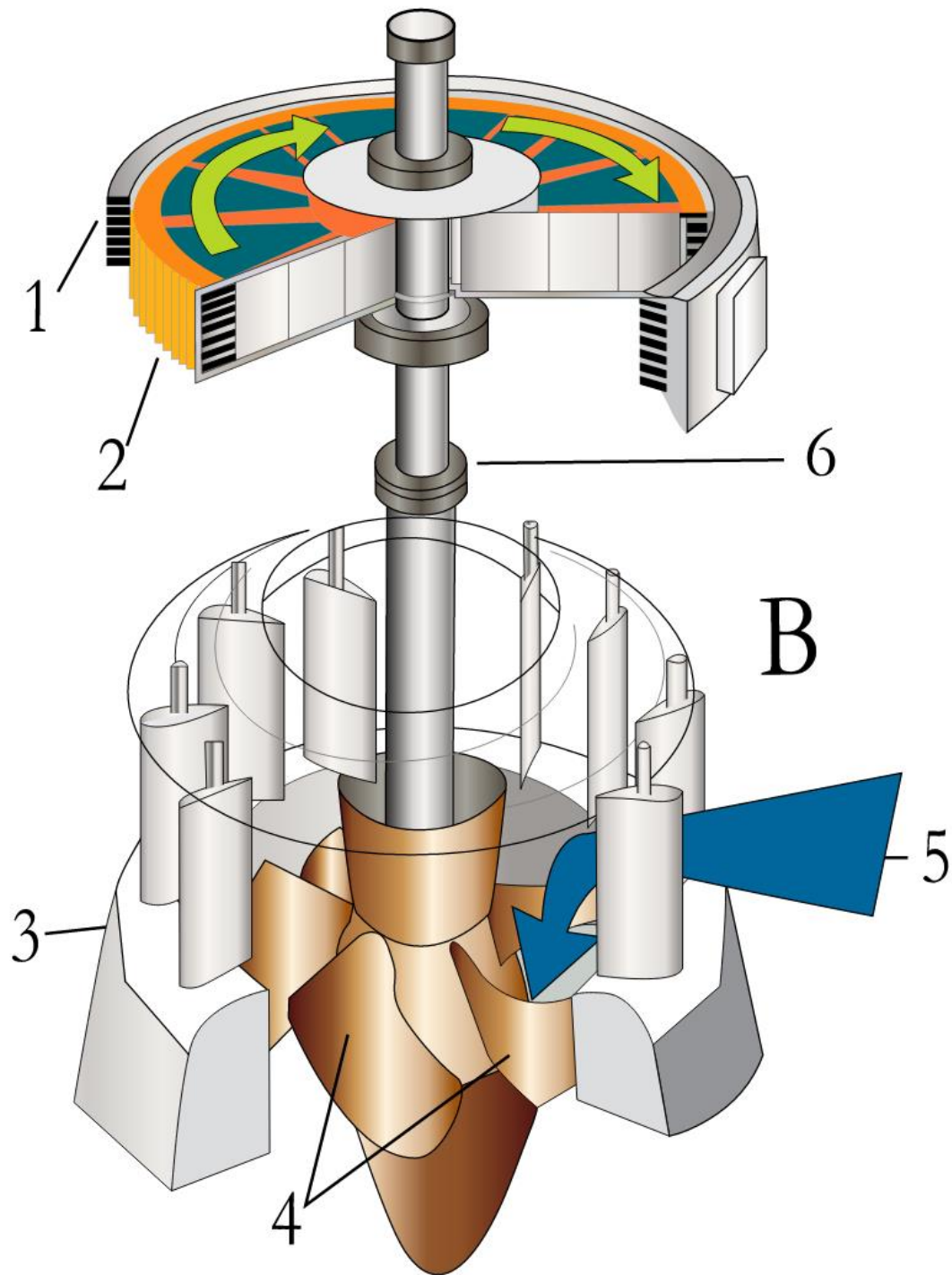
Kaplanova
vertikální
turbína



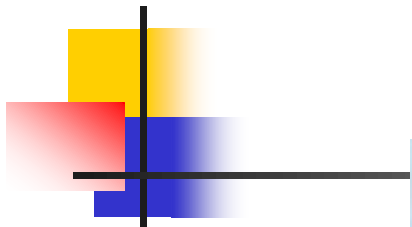
Vodní



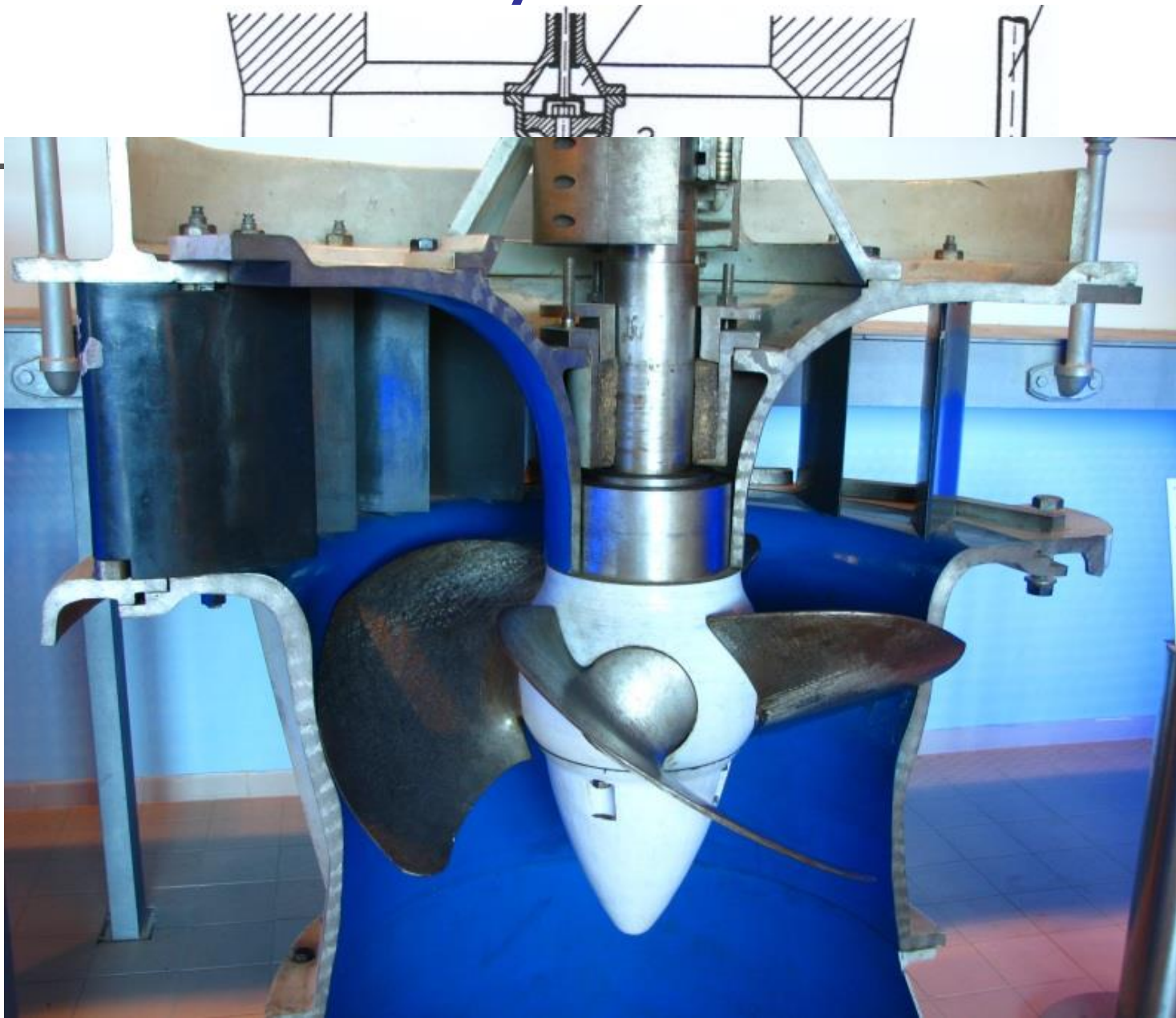
Kaplanova
vertikální
turbína
s
generátorem



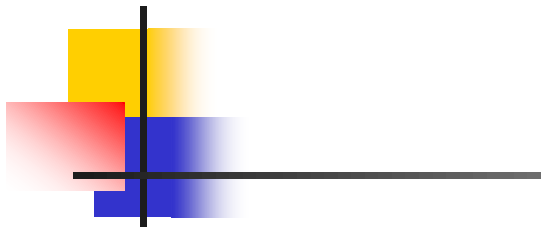
Vodní elektrárny



Kaplanova
vertikální
turbína
s diagonálním
rozvaděčem



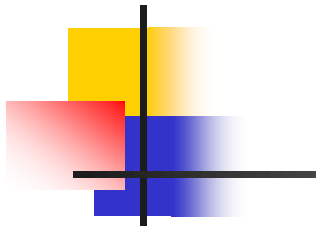
Vodní



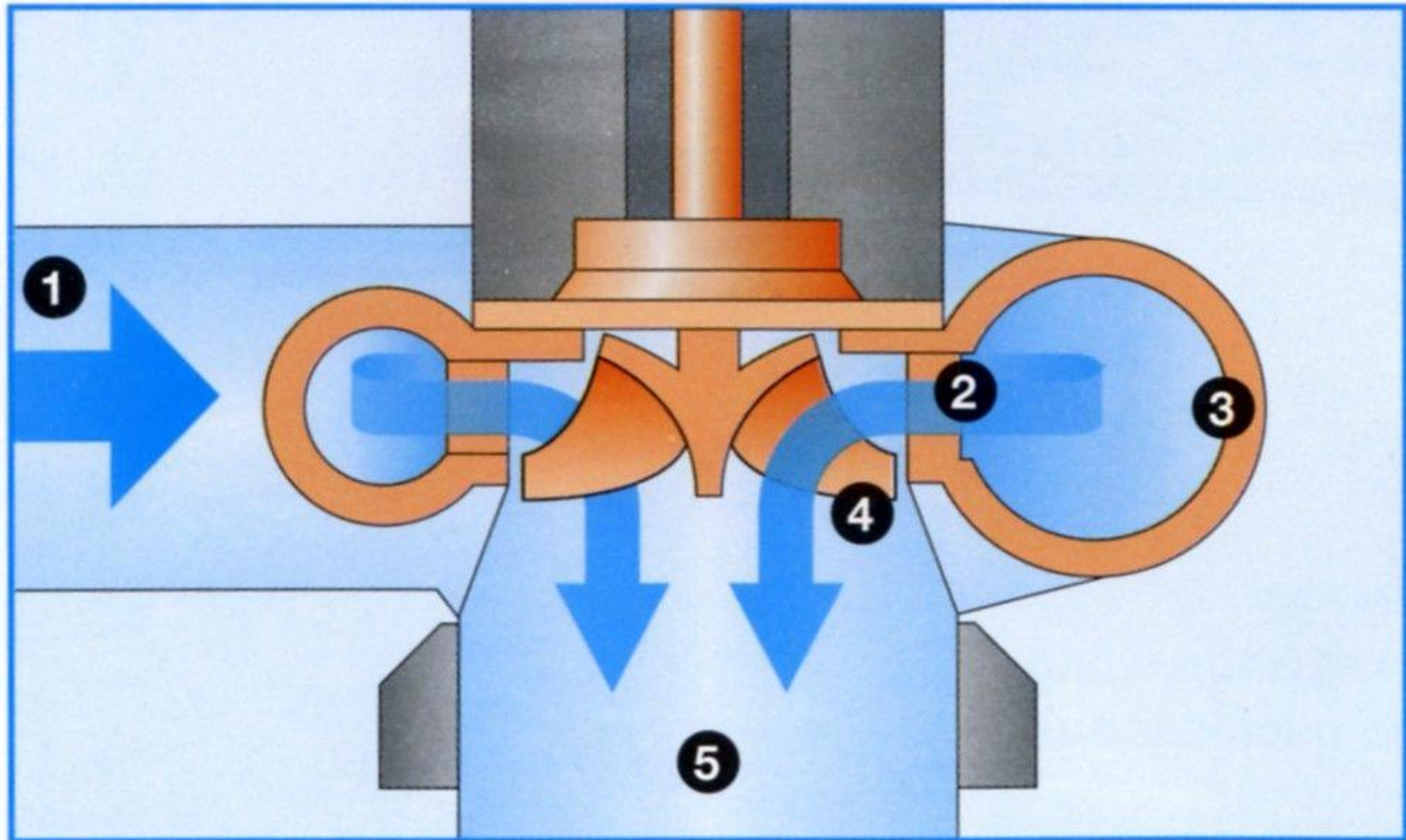
Kaplanova
vertikální
turbína



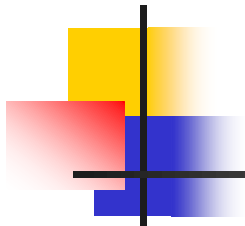
Vodní elektrárny



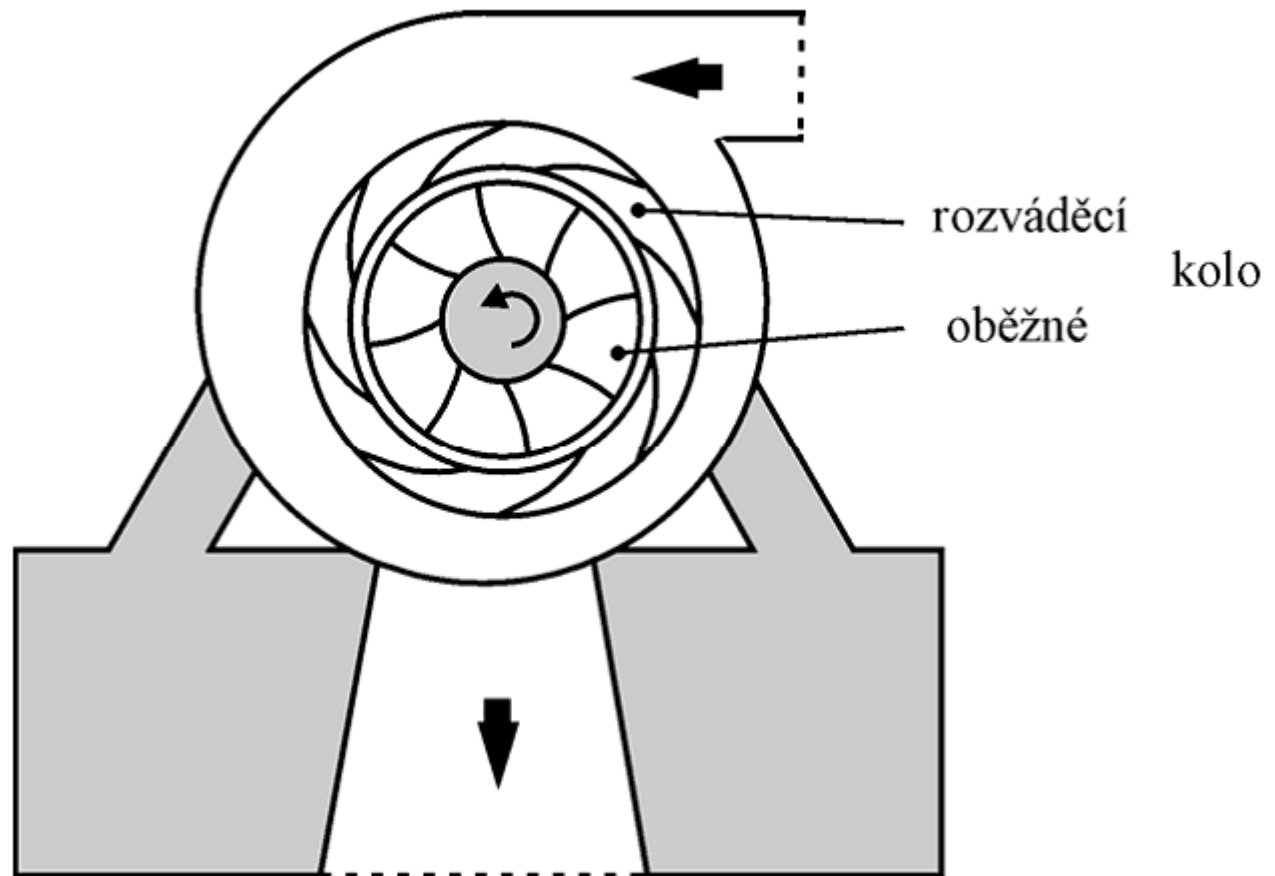
Francisova
vertikální
spirální
turbína



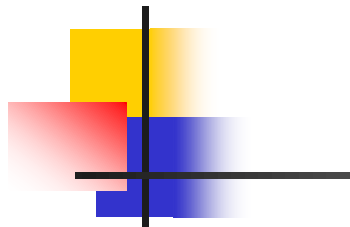
Vodní elektrárny



Francisova
horizontální
turbína



Vodní elektrárny



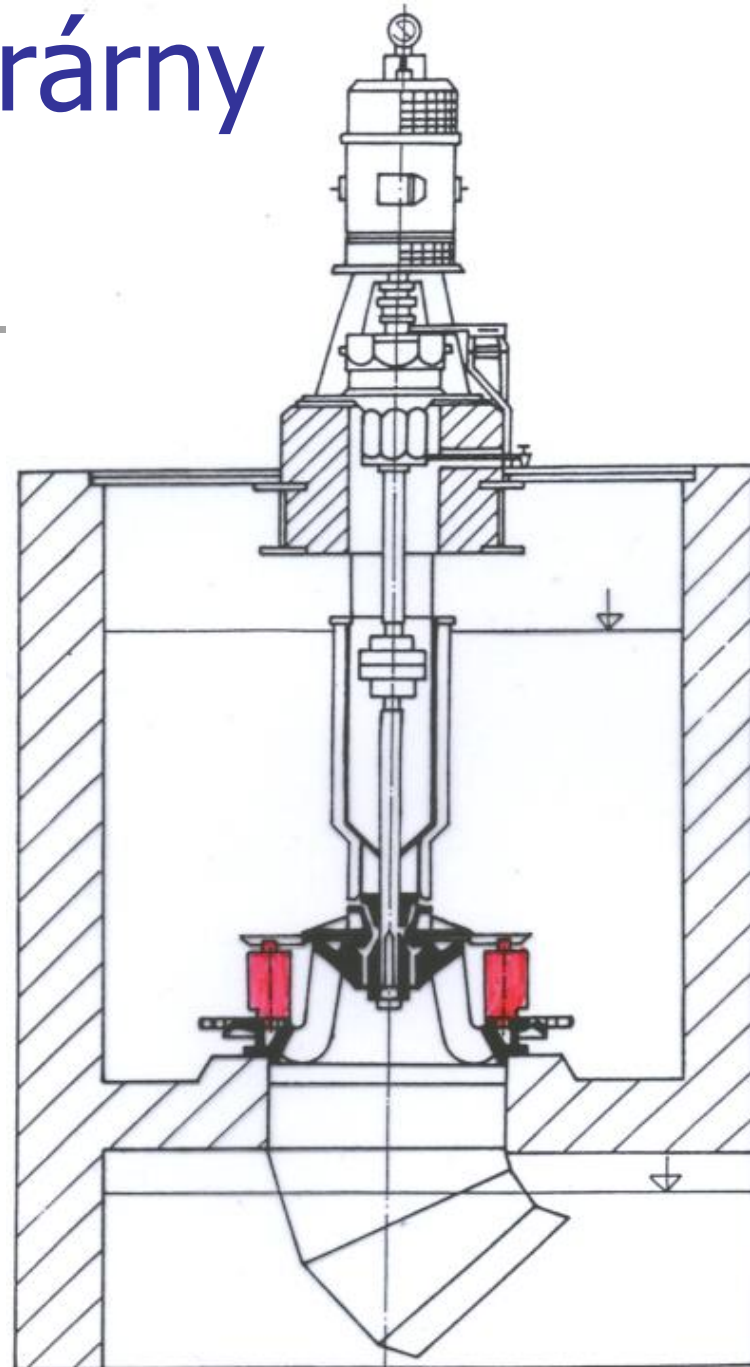
Francisova
horizontální
spirální
turbína



Vodní elektrárny

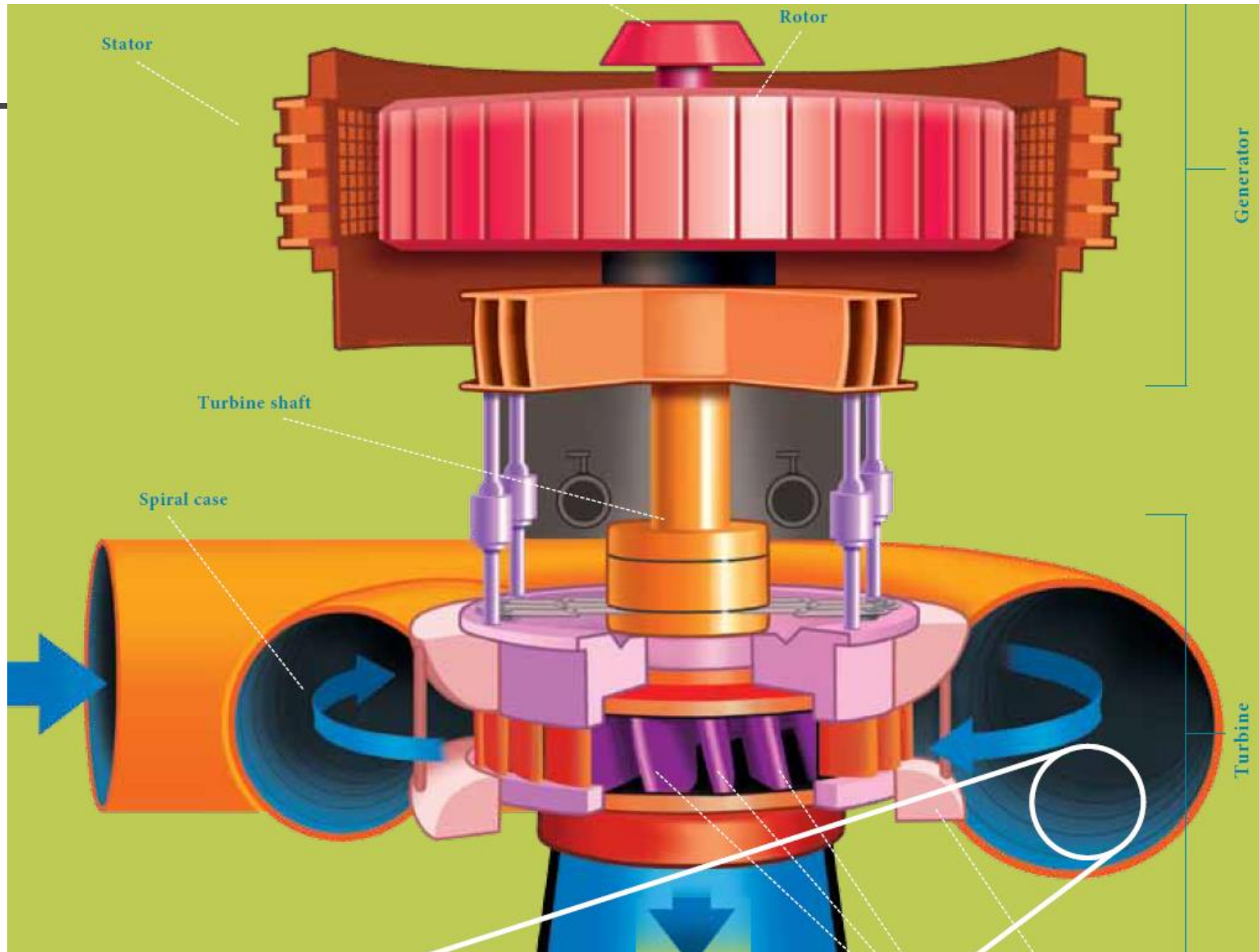


Francisova
vertikální
kašnová
turbína



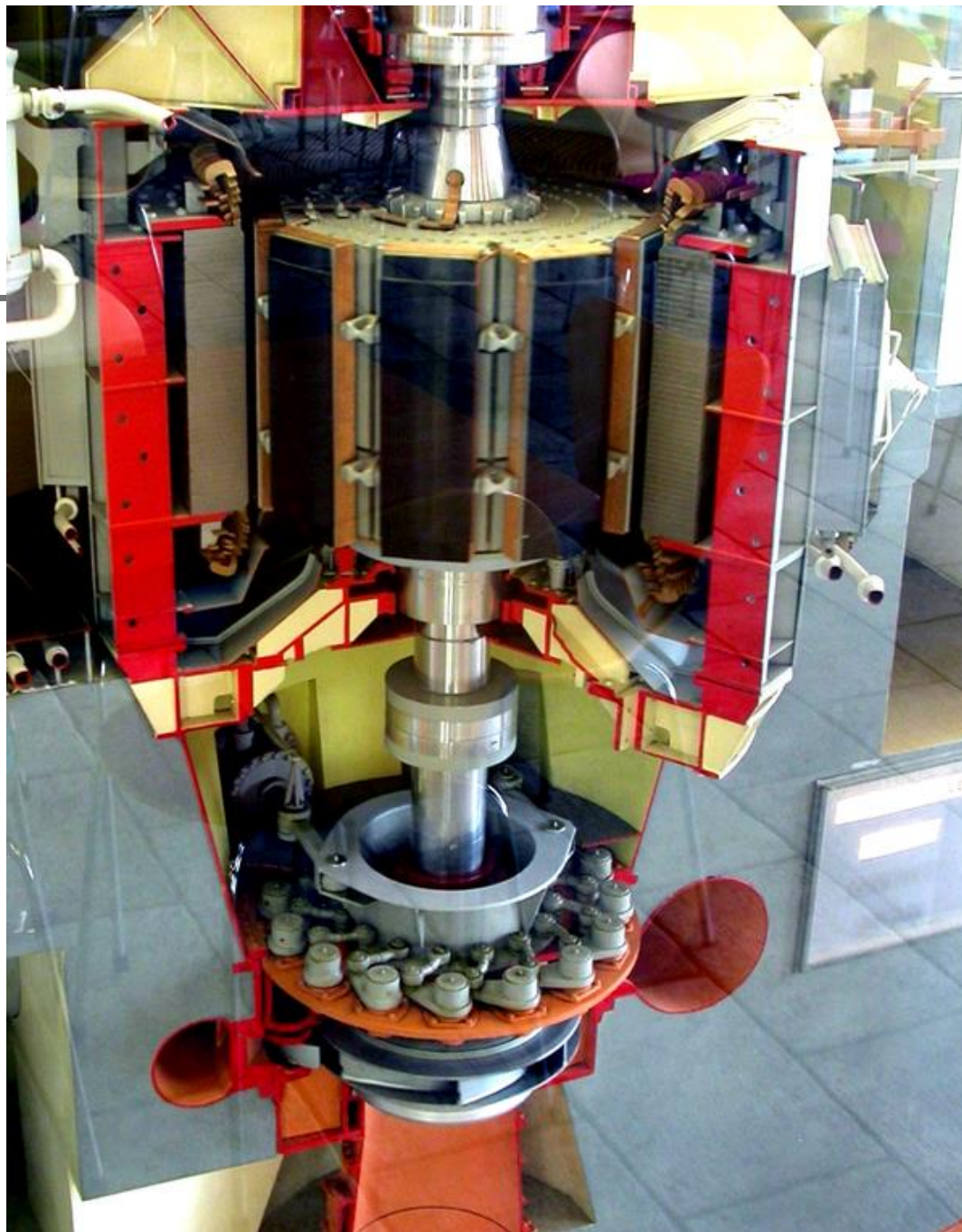
Vodní elektrárny

Soustrojí
Francisovy
vertikální
turbíny
a
generátoru

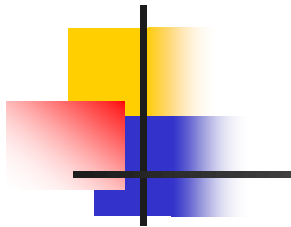


Vodní

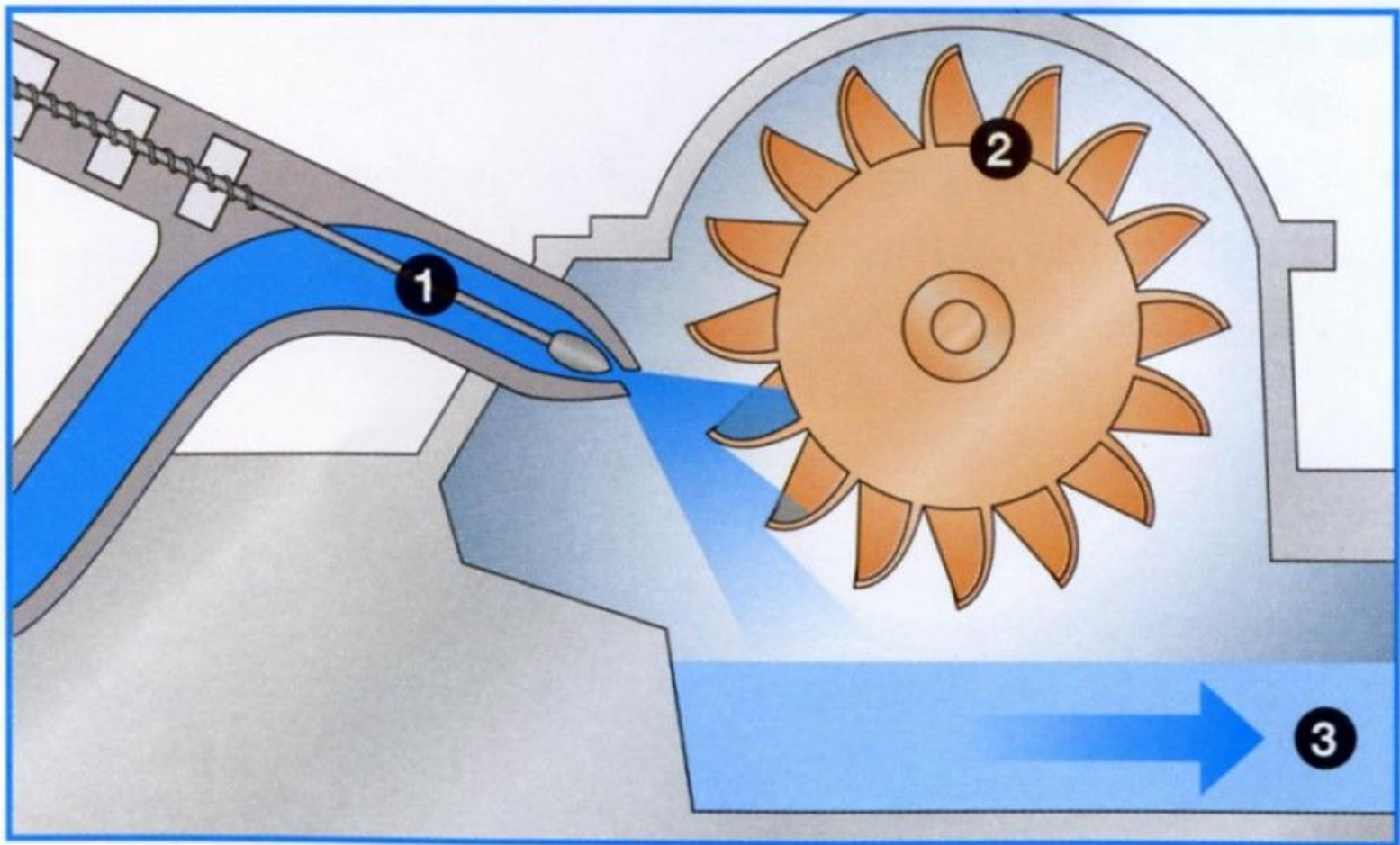
Provedení VE:



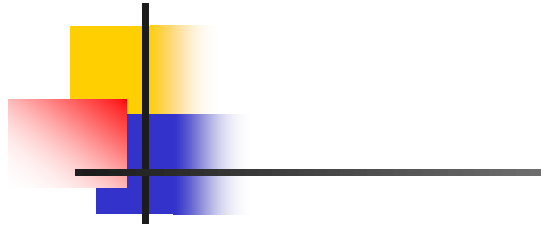
Vodní elektrárny



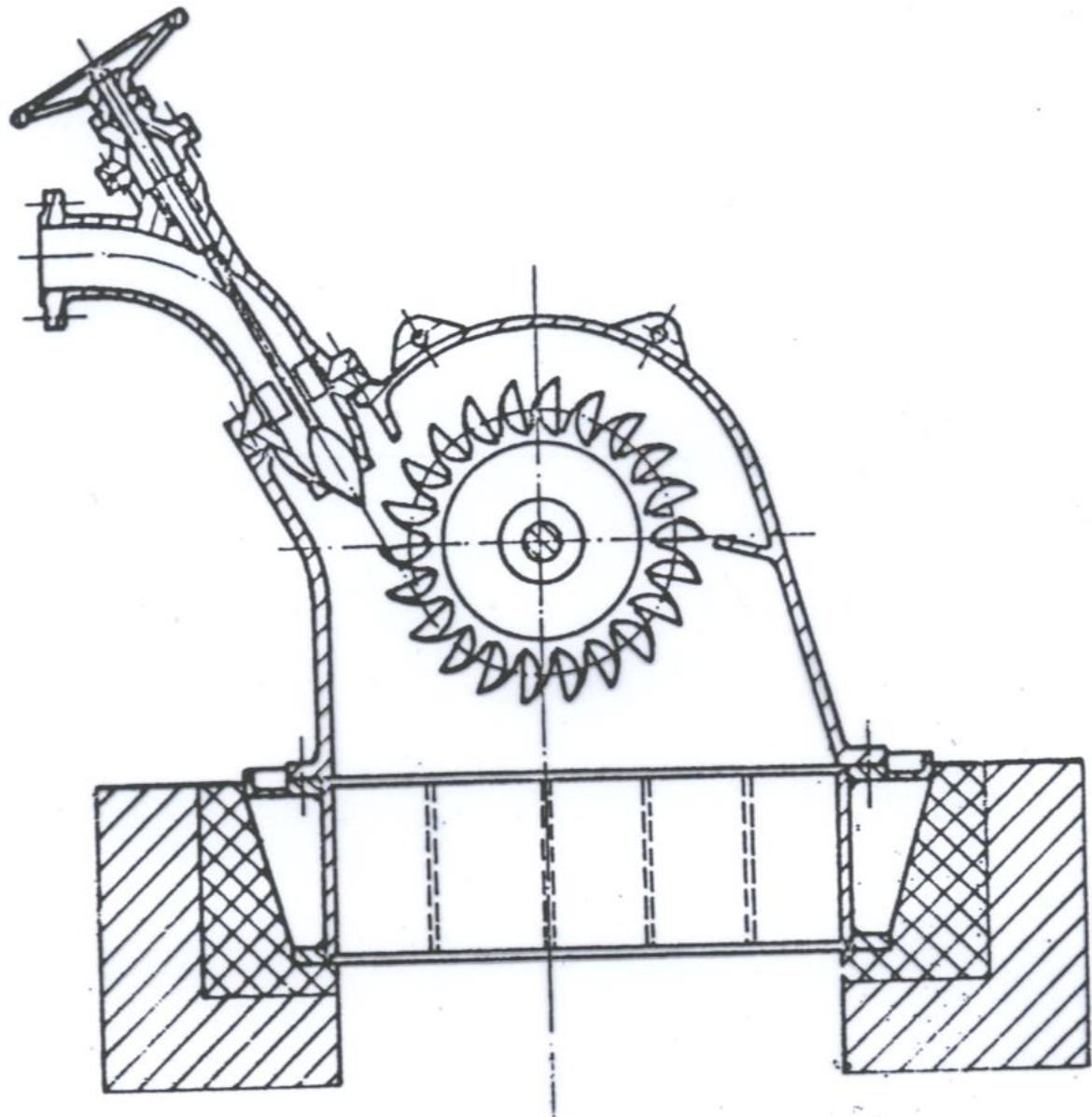
Peltonova
turbína



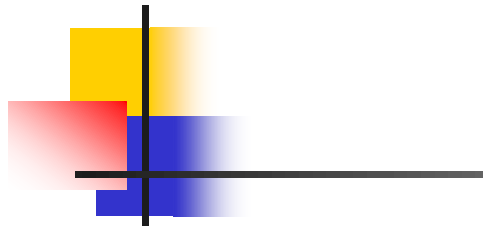
Vodní elektrárny



Peltonova
turbína



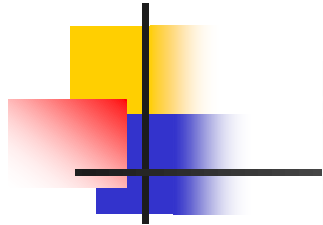
Vodní elektrárny



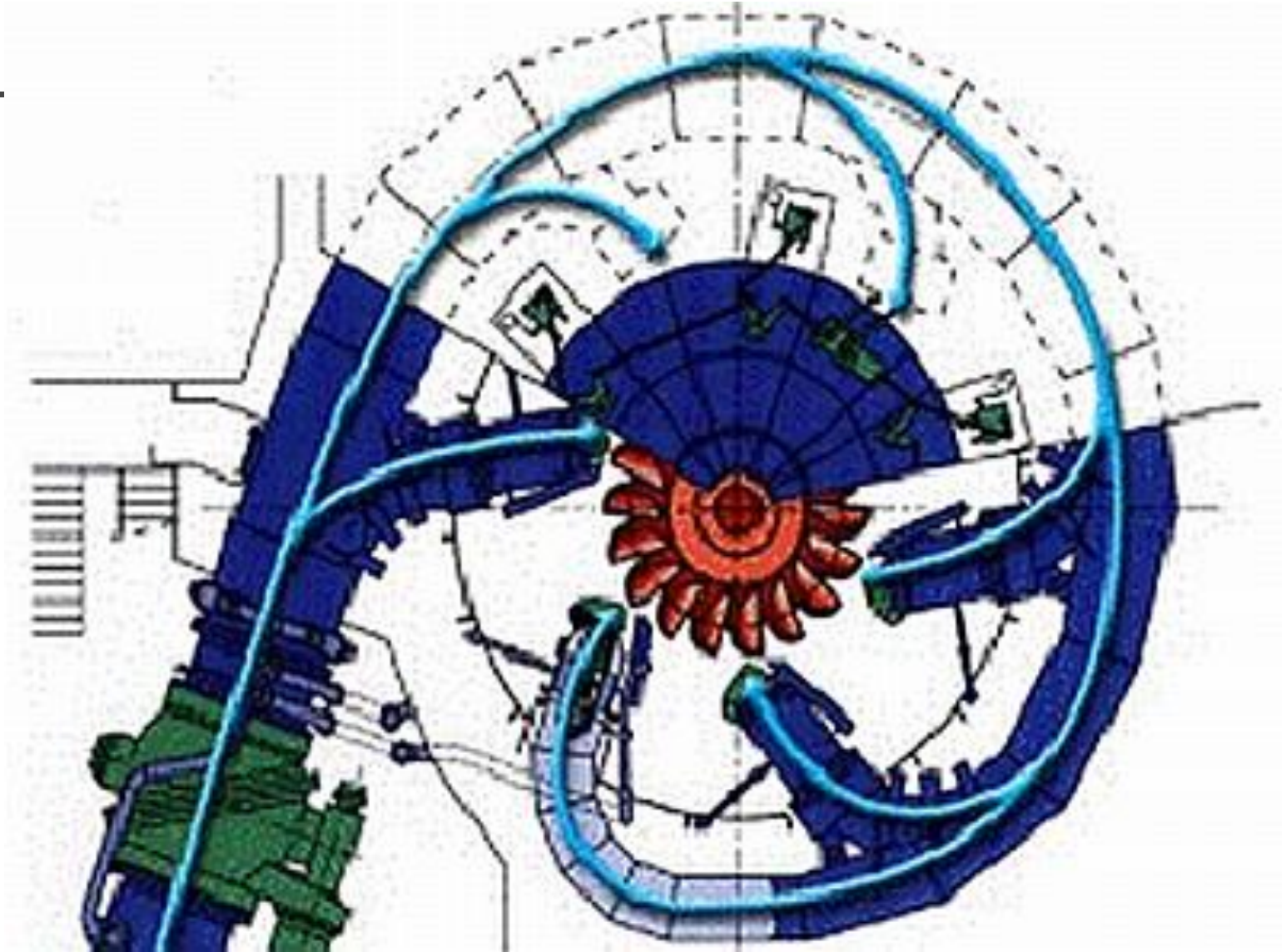
Peltonova
turbína



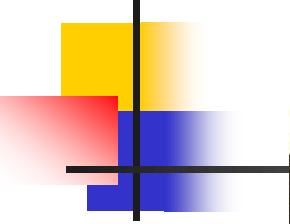
Vodní elektrárny



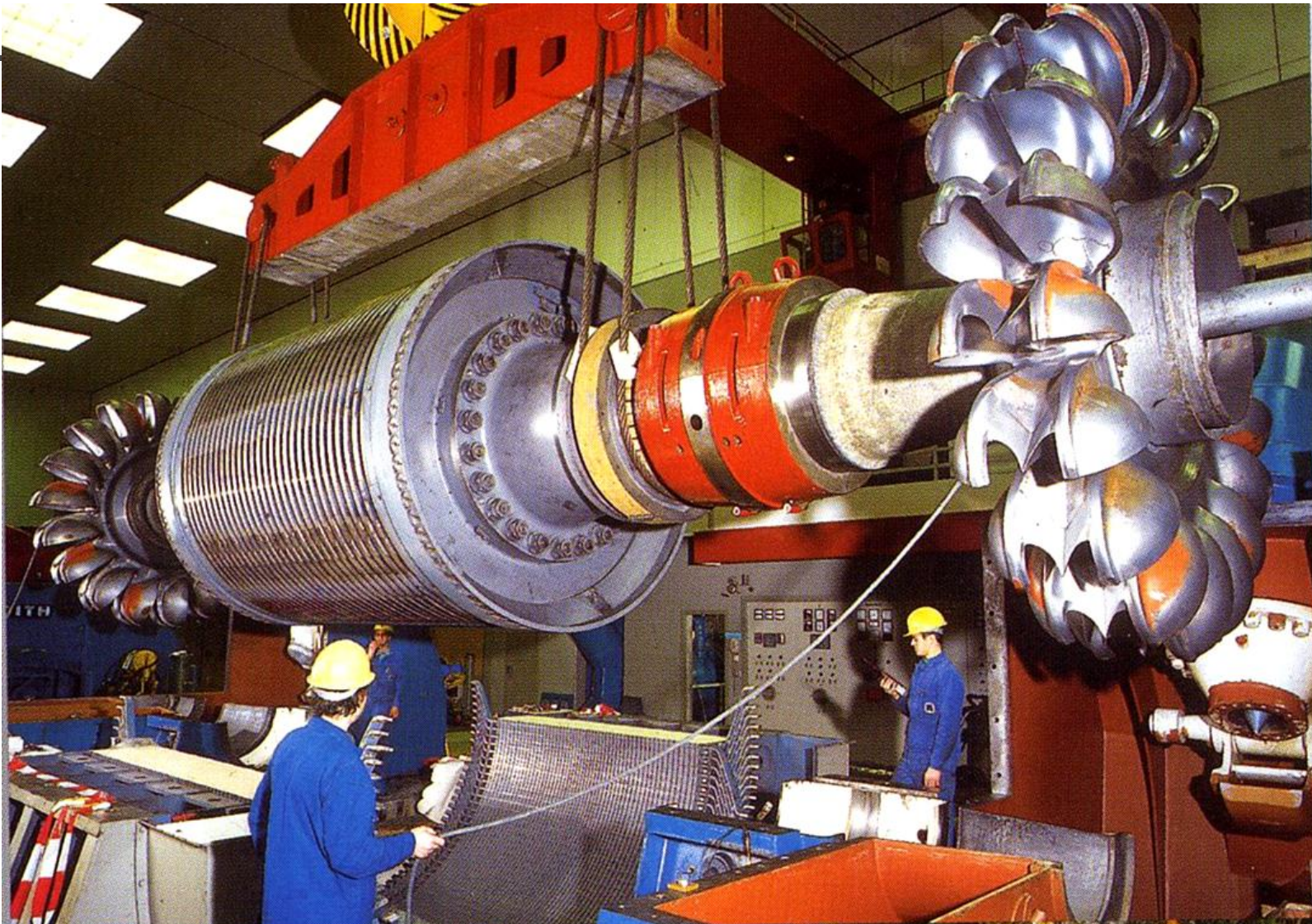
Peltonova
turbína



Vodní elektrárny



Peltonova
turbína
Kopswerk
85 MW,
spád
800 m,
12 m³/s,
500 ot./s,
12.5 kV



Vodní elektrárna

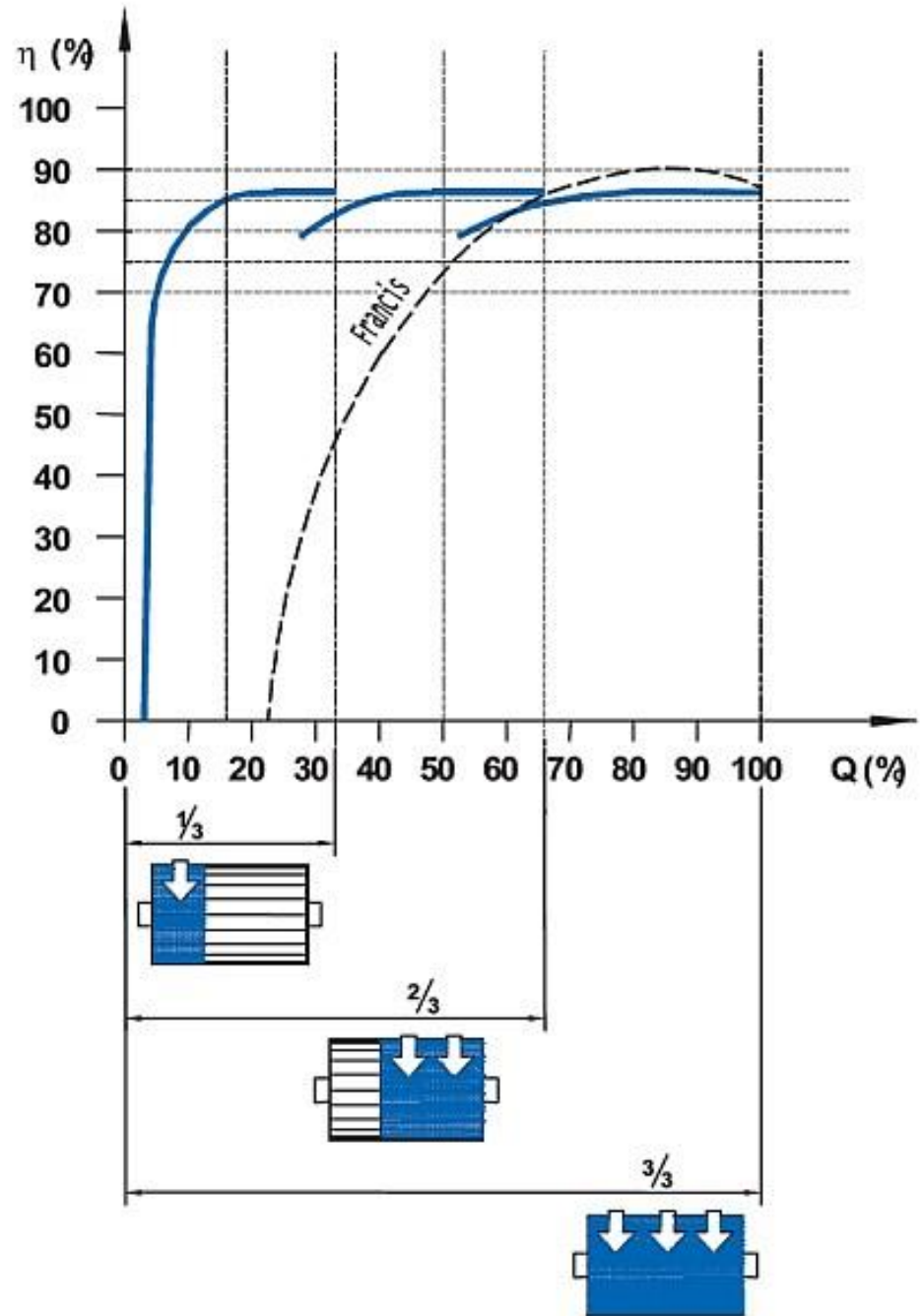
Bánkiho
turbína

Emergency shutdown weight

Inlet pipe

Bearings

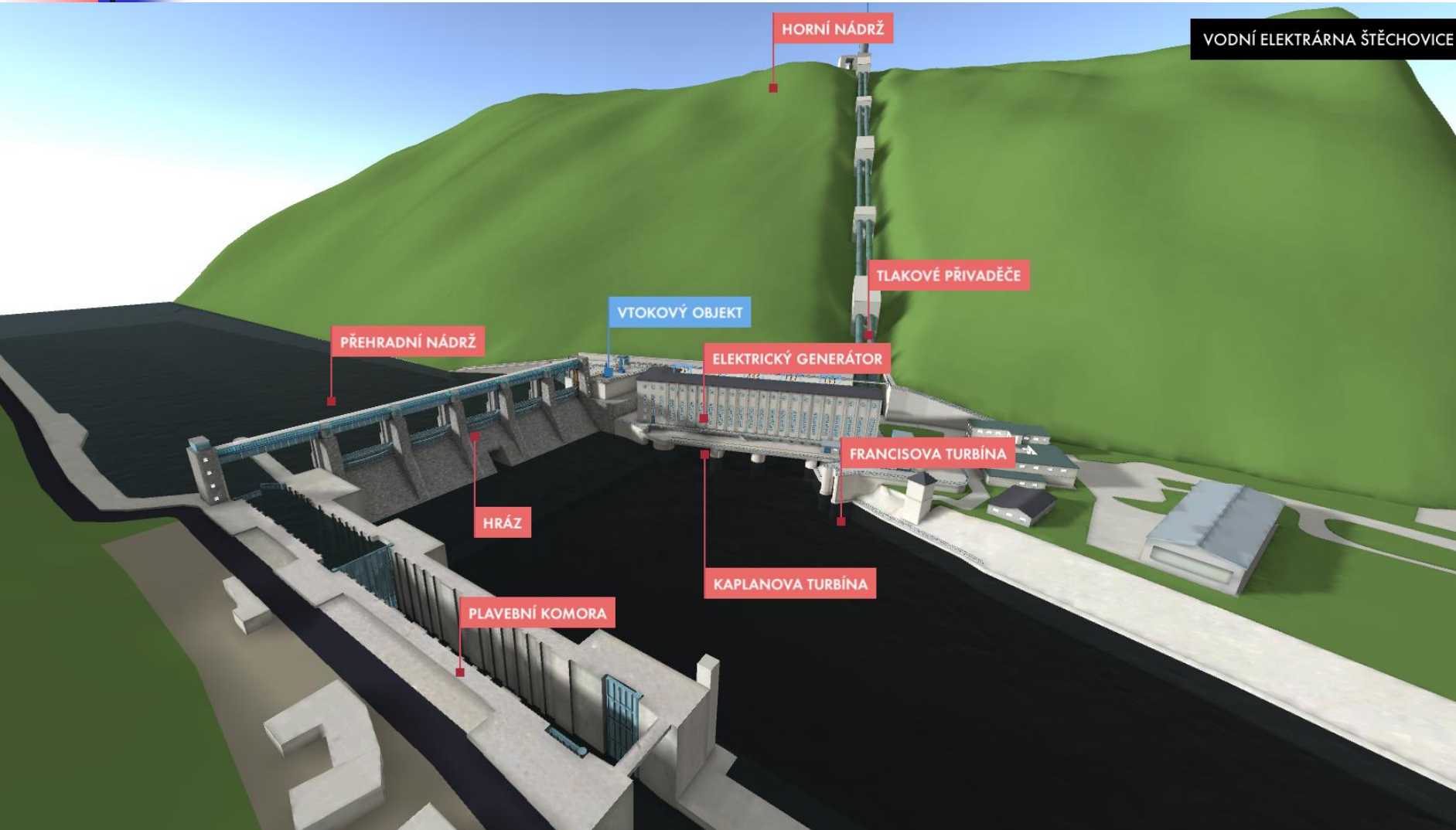
Base plate frame



Vodní elektrárny

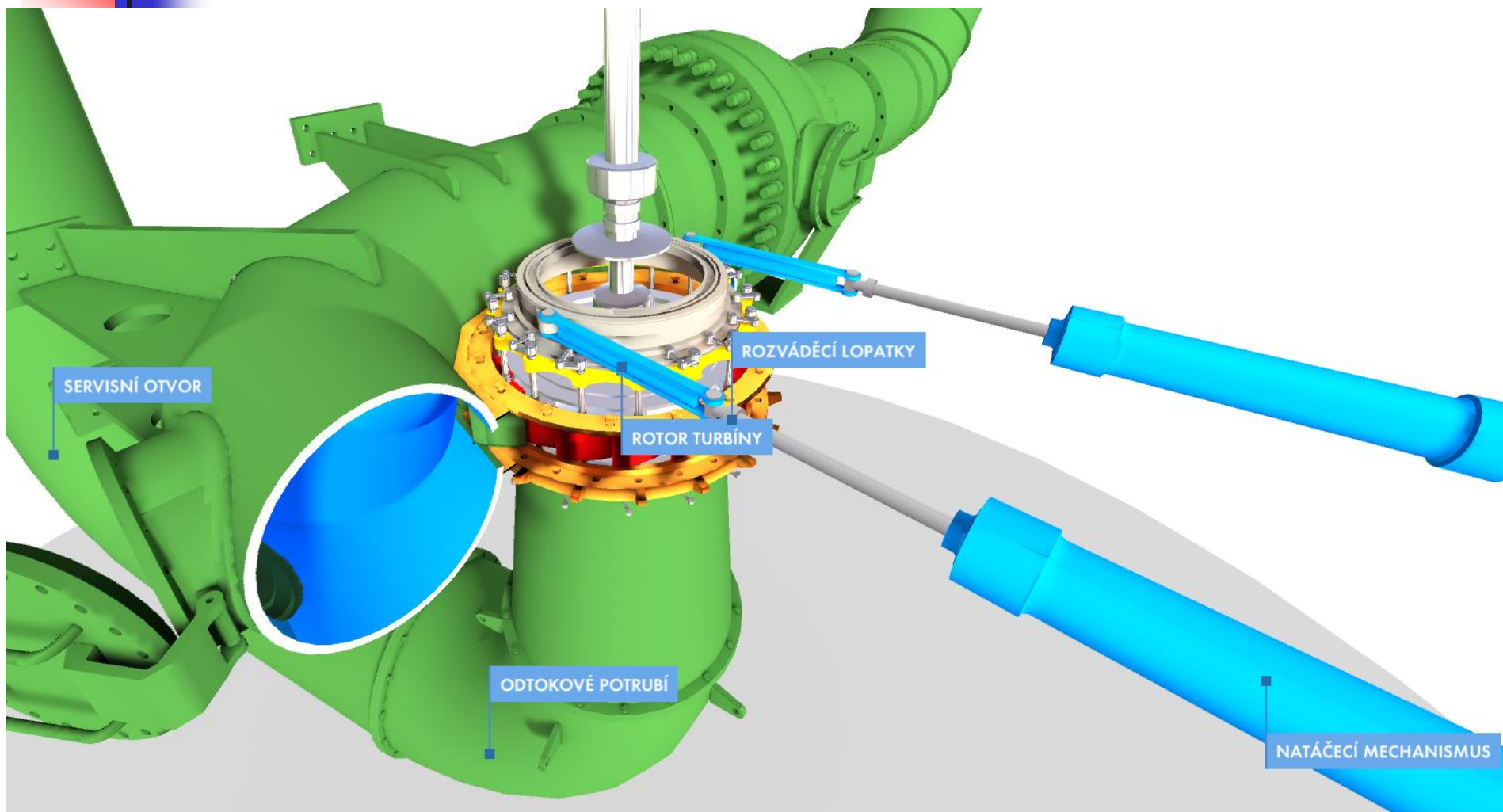
<https://www.svetenergie.cz/3d/stechovice/>

VODNÍ ELEKTRÁRNA ŠTĚCHOVICE



Vodní elektrárny

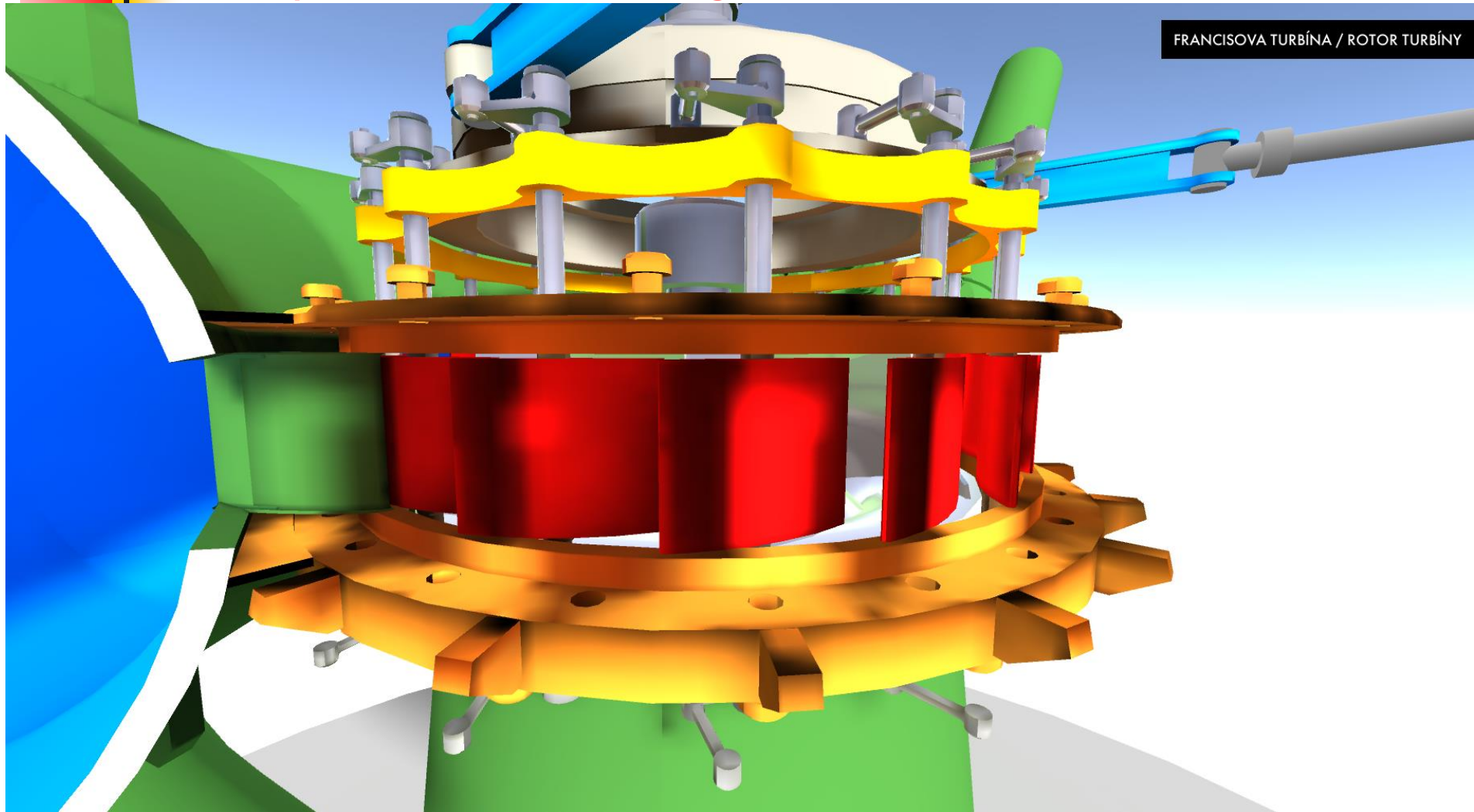
<https://www.svetenergie.cz/3d/stechovice/>



Vodní elektrárny

<https://www.svetenergie.cz/3d/stechovice/>

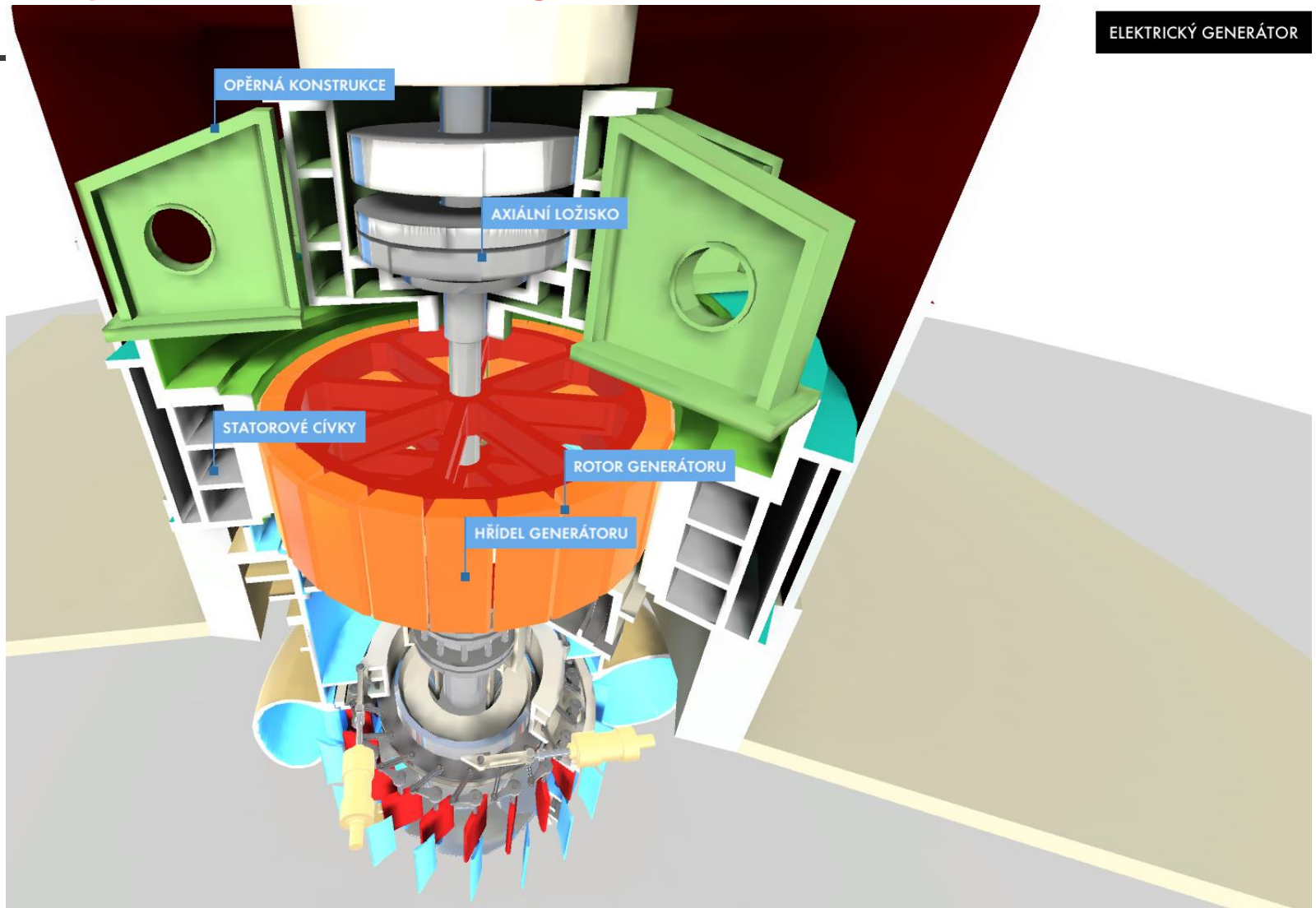
FRANCISOVA TURBINA / ROTOR TURBÍNY



Vodní elektrárny

<https://www.svetenergie.cz/3d/stechovice/>

ELEKTRICKÝ GENERÁTOR

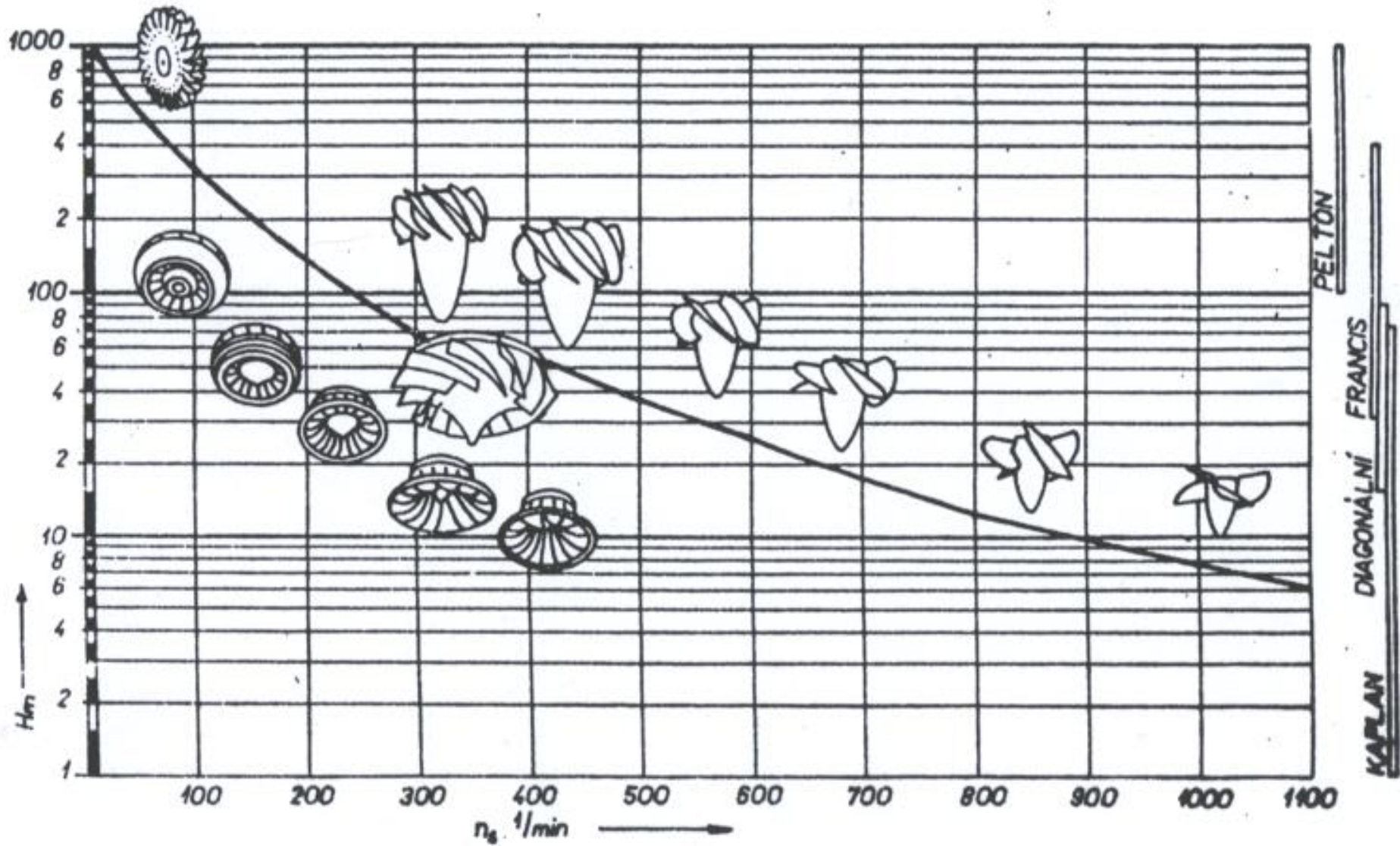


Vodní elektrárny

<https://www.svetenergie.cz/3d/stechovice/>



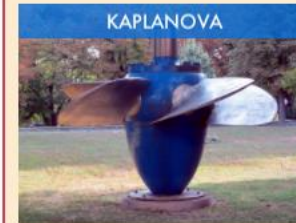
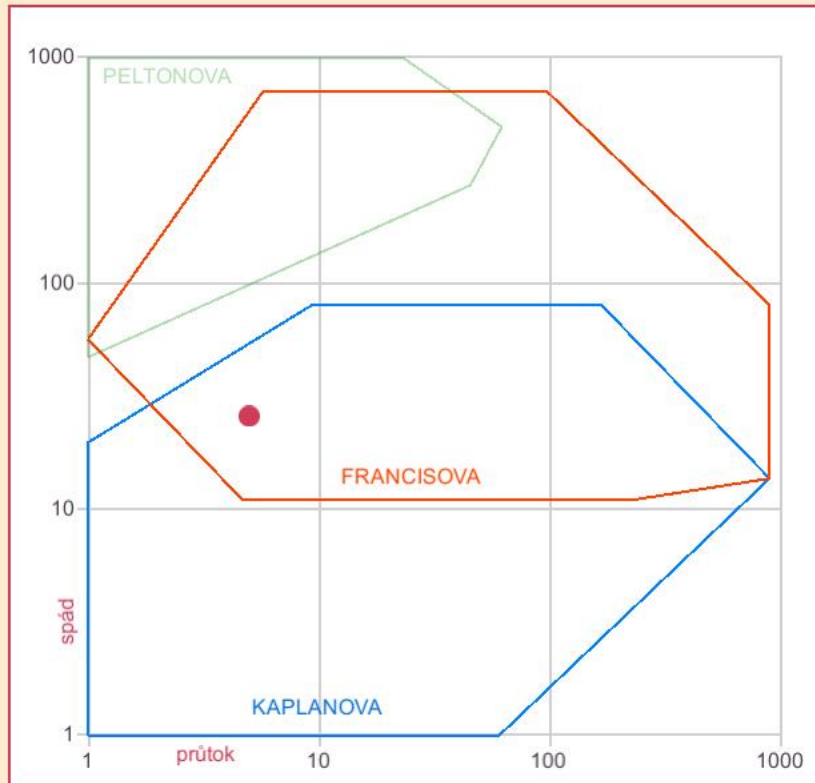
Vodní elektrárny



Vodní elektrárny

<https://www.svetenergie.cz/3d/stechovice/>

VÝKON A VÝBĚR SPRÁVNÉ TURBÍNY



VÝKON $P_t = 1 \text{ MW}$ $P_t = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$

SPÁD $H = 26 \text{ m}$

PRŮTOK $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$

KONSTANTY ρ : měrná hmotnost vody [kg/m^3] g : gravitační zrychlení [m/s^2]



Vodní elektrárny

Účinnost vodních turbin:

$$\eta = \eta_Q \cdot \eta_H \cdot \eta_M$$

Objemové ztráty (únikem množství QZ netěsnostmi mimo oběžné kolo):

$$\eta_Q = 1 - \frac{Q_Z}{Q}$$

Hydraulické ztráty (vazkostí vody, změny směru proudění, ráz při vstupu, změna průřezu, ...):

$$\eta_H = \frac{P_H}{P_T} = 1 - \frac{E_Z}{E}$$



Vodní elektrárny

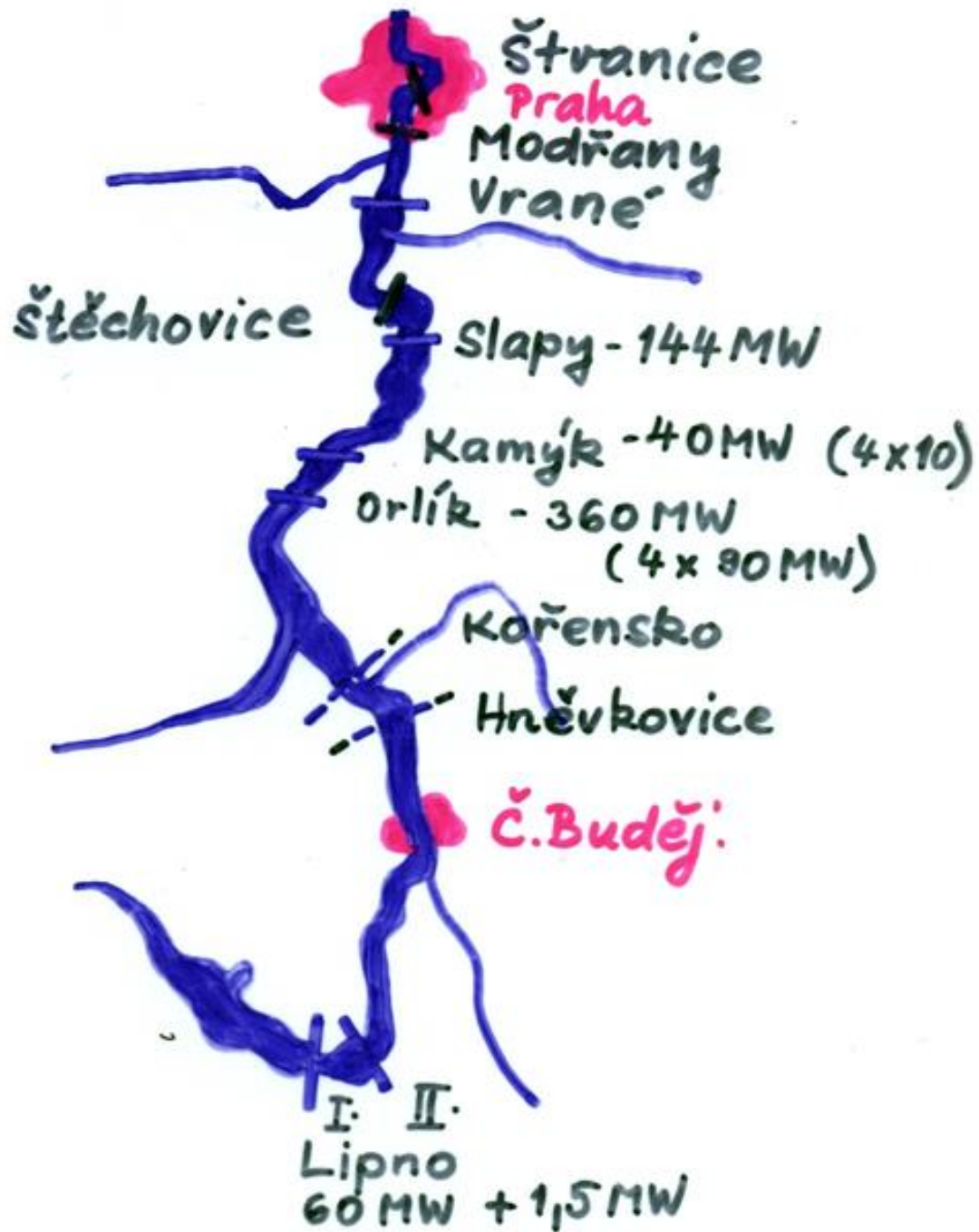
Účinnost vodních turbín:

$$\eta = \eta_Q \cdot \eta_H \cdot \eta_M$$

Mechanické ztráty (mechanické tření v ložiskách a ucpávkách):

$$\eta_M = \frac{P}{P_H} = 1 - \frac{P_Z}{P_H}$$

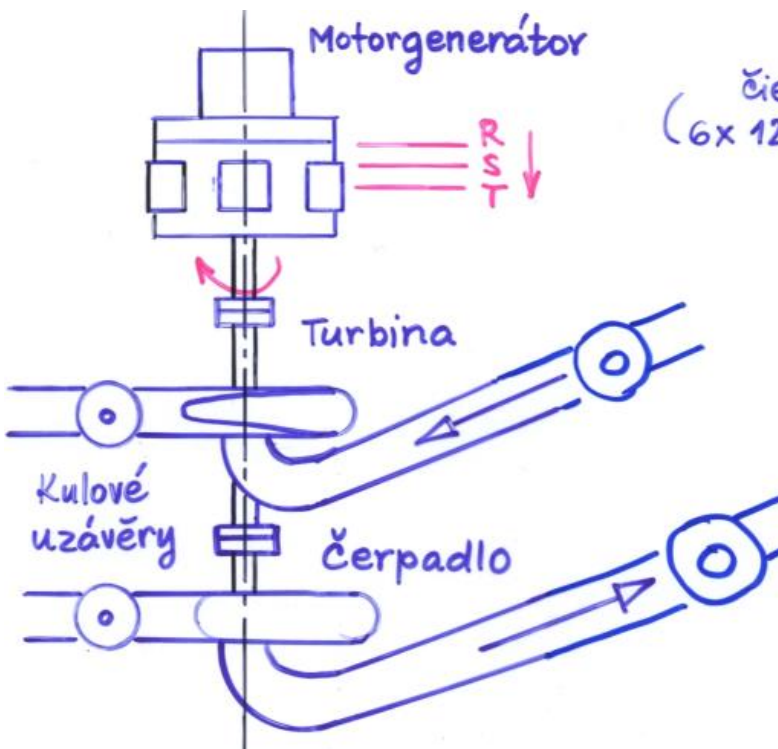
Vodní



Vodní elektrárny

Provedení přečerpávacích V

Třístrojové:



Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně v Jeseníkách, spuštěná v roce 1996, má tři NEJ: největší reverzní turbínu v Evropě, největší spád v ČR (510,7 m) a největší instalovaný výkon v ČR (2x325 MW)



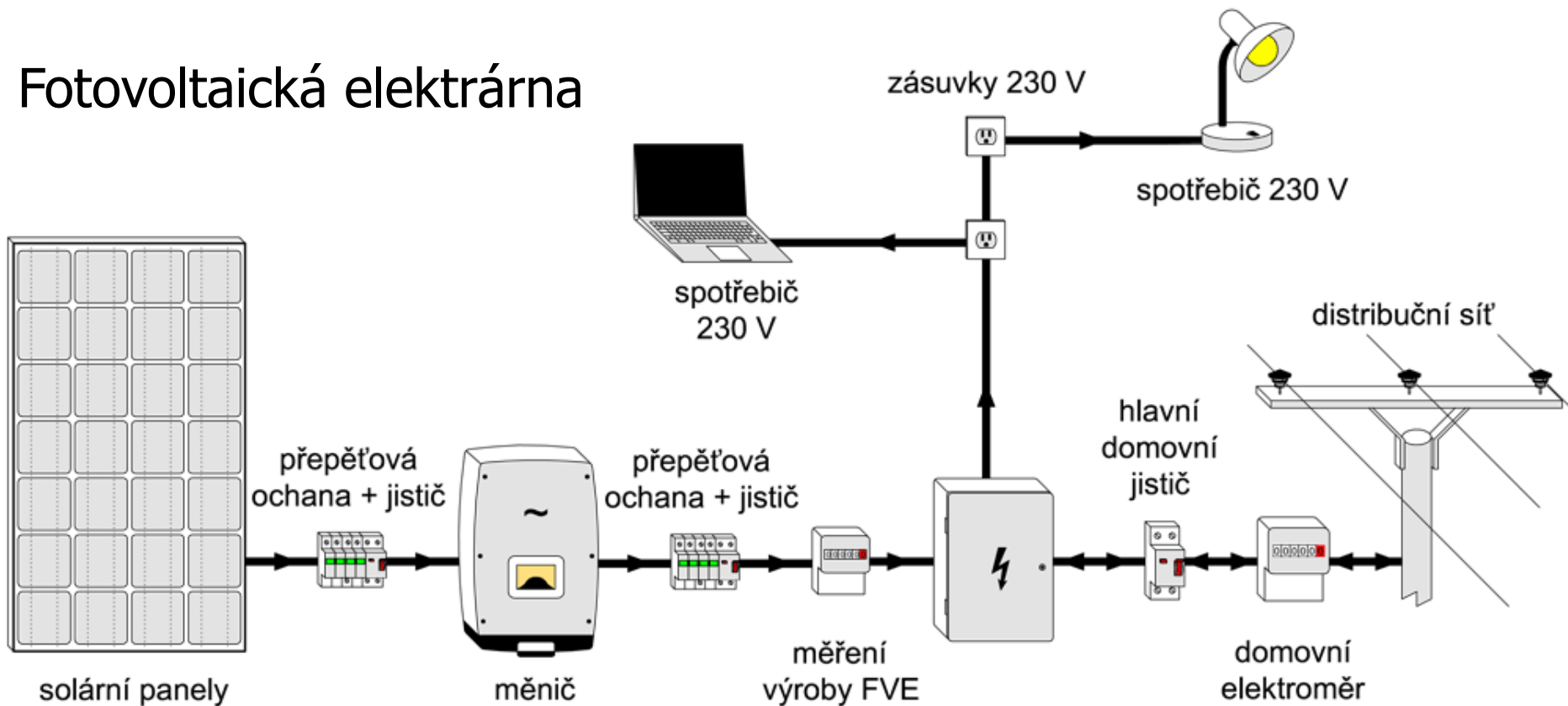
Sluneční elektrárny

Fotovoltaická elektrárna



Sluneční elektrárny

Fotovoltaická elektrárna

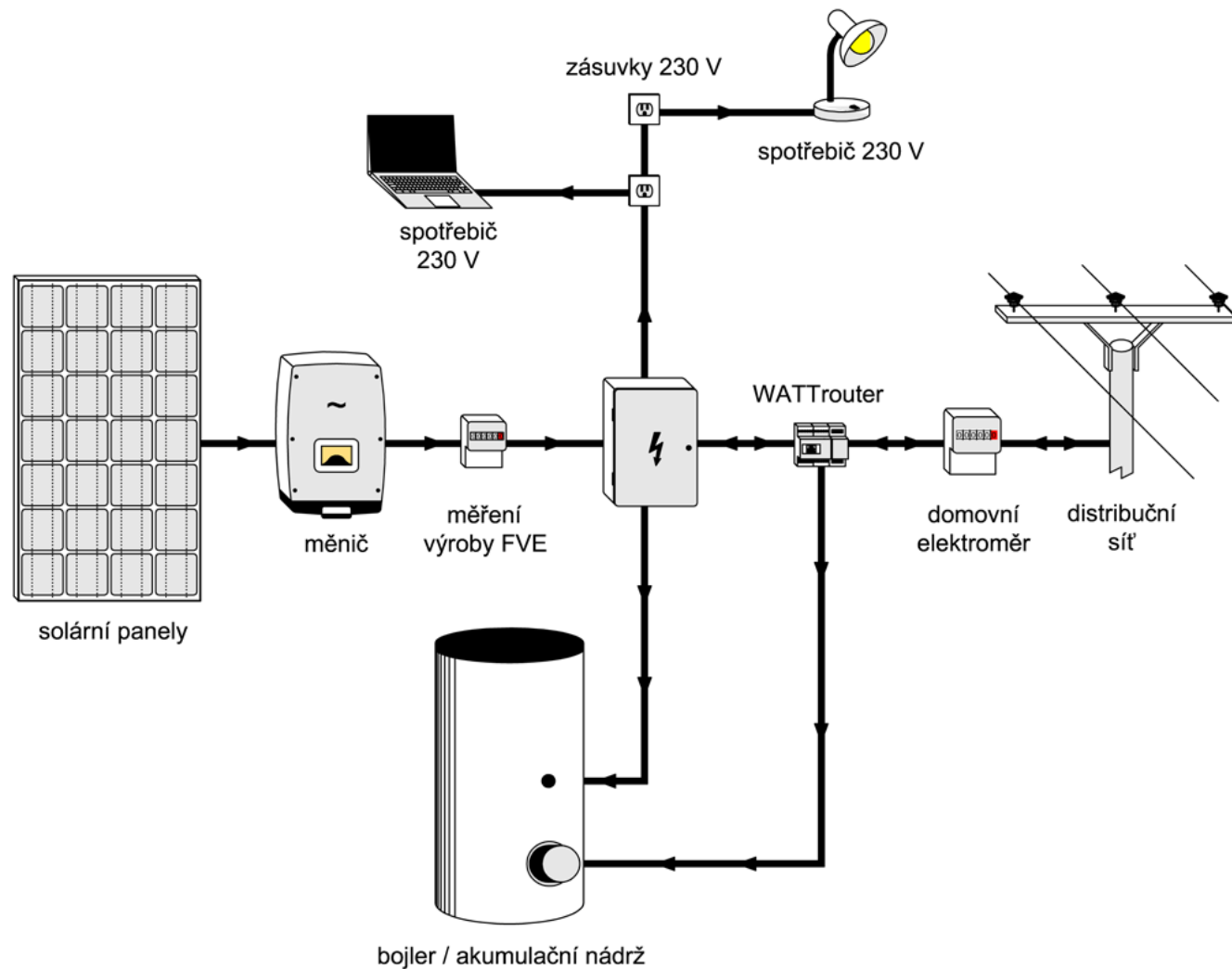


Převzato z:

<https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-stresni-fotovoltaicka-elektrarna/>

Sluneční elektrárny

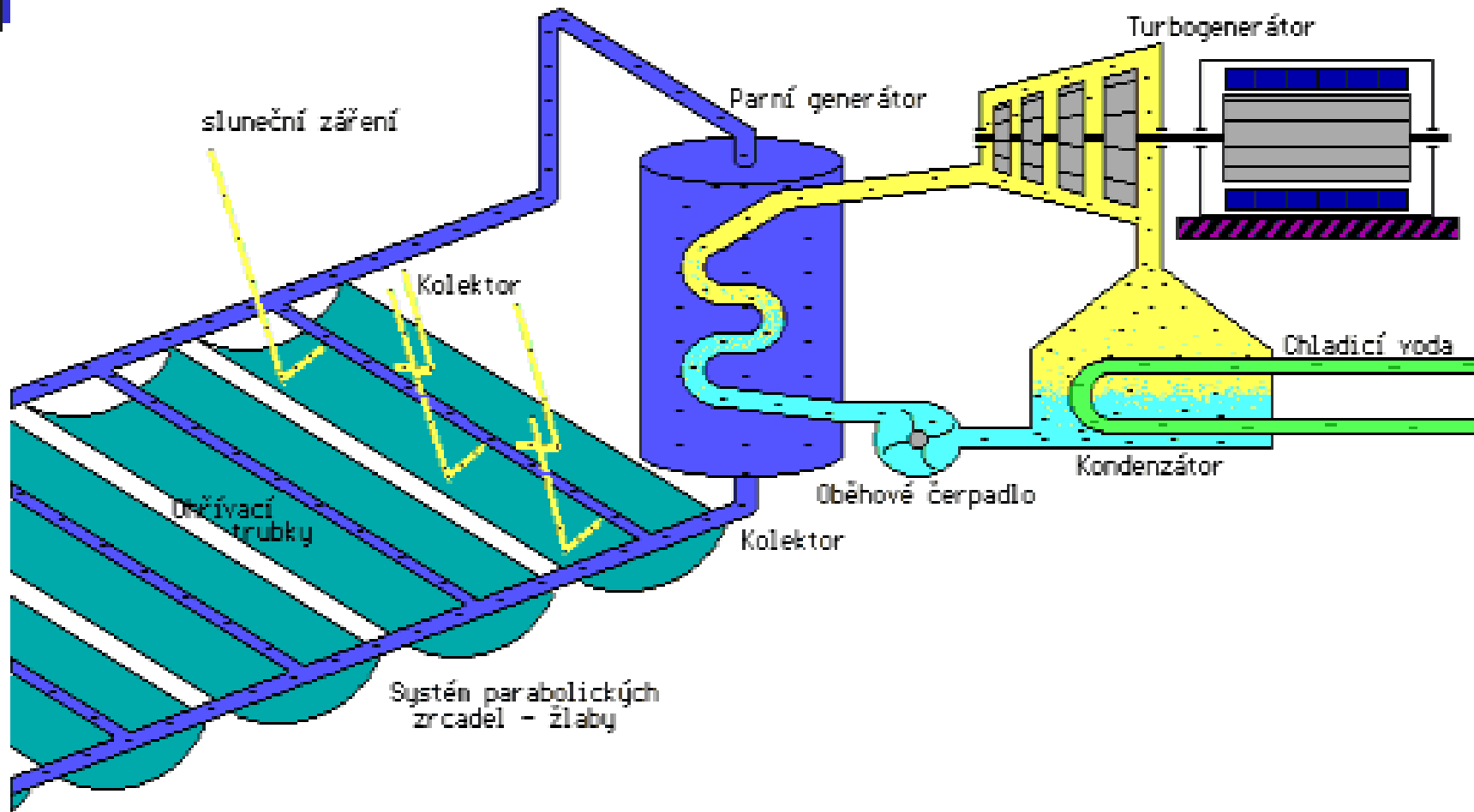
Fotovoltaická
elektrárna
s optimalizací
vlastní
Spotřeby



Převzato z:

<https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-stresni-fotovoltaicka-elektrarna/>

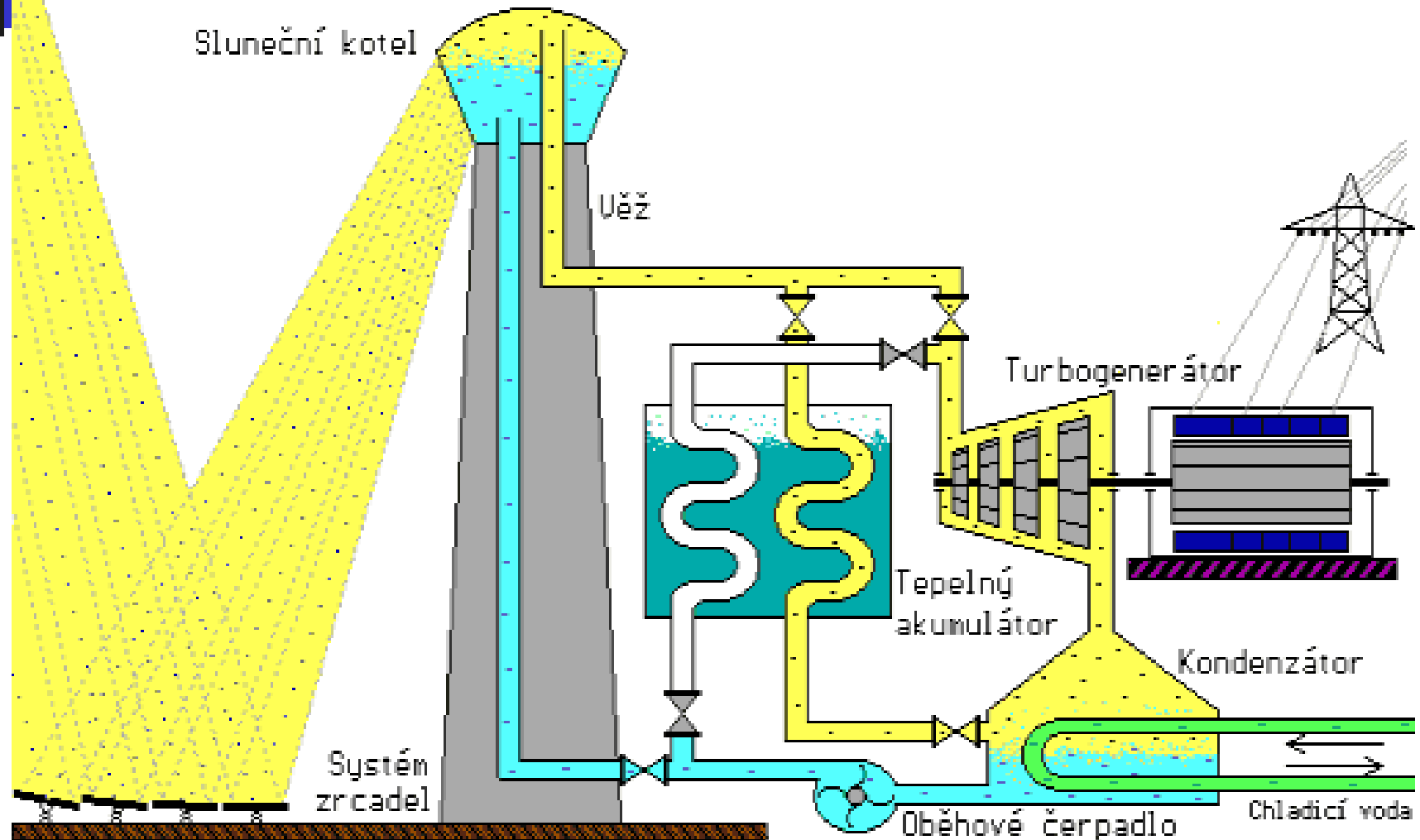
Sluneční elektrárny



Sluneční elektrárny



Sluneční elektrárny



Sluneční elektrárny



Sluneční elektrárny



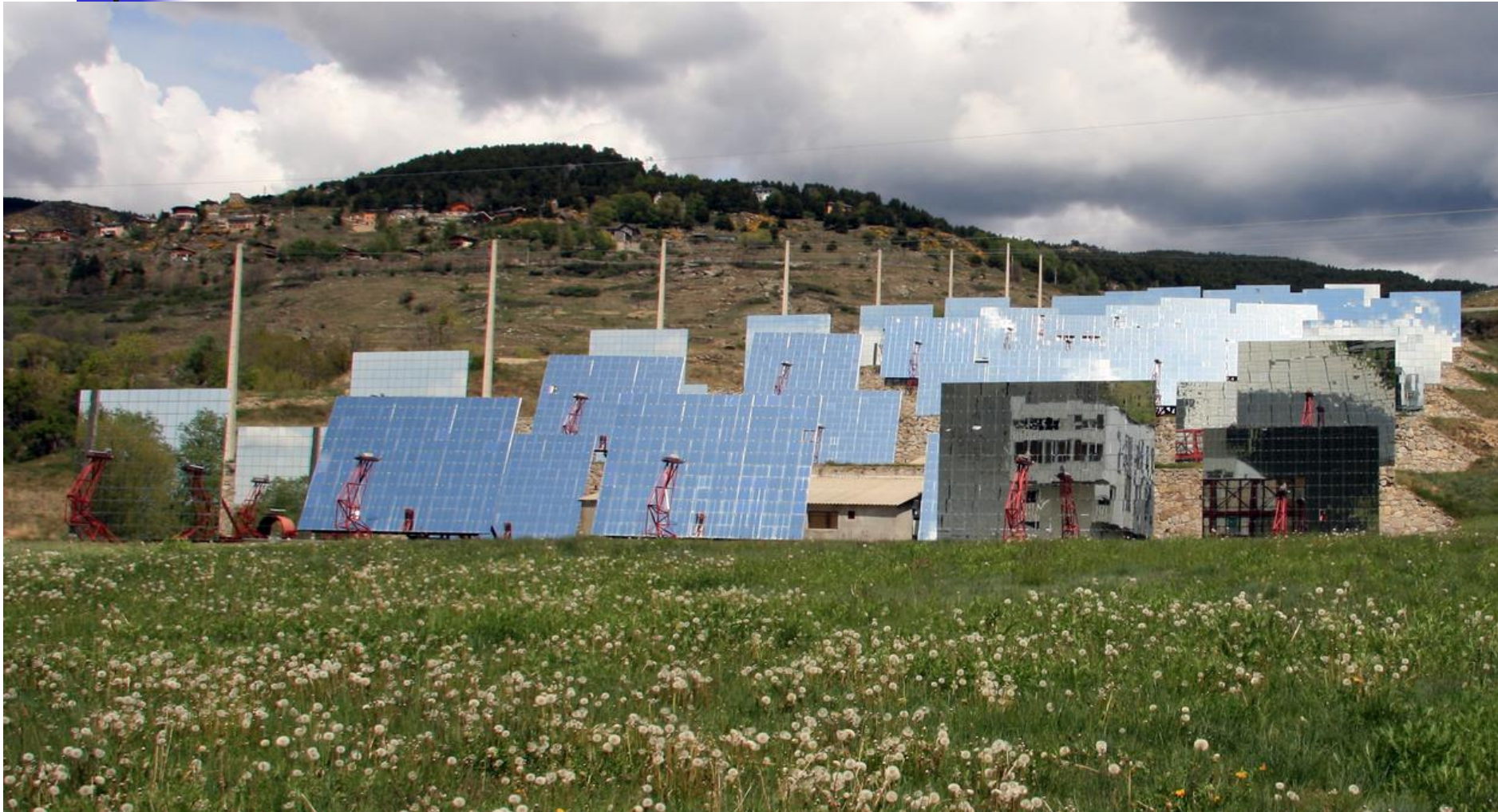
Sluneční elektrárny



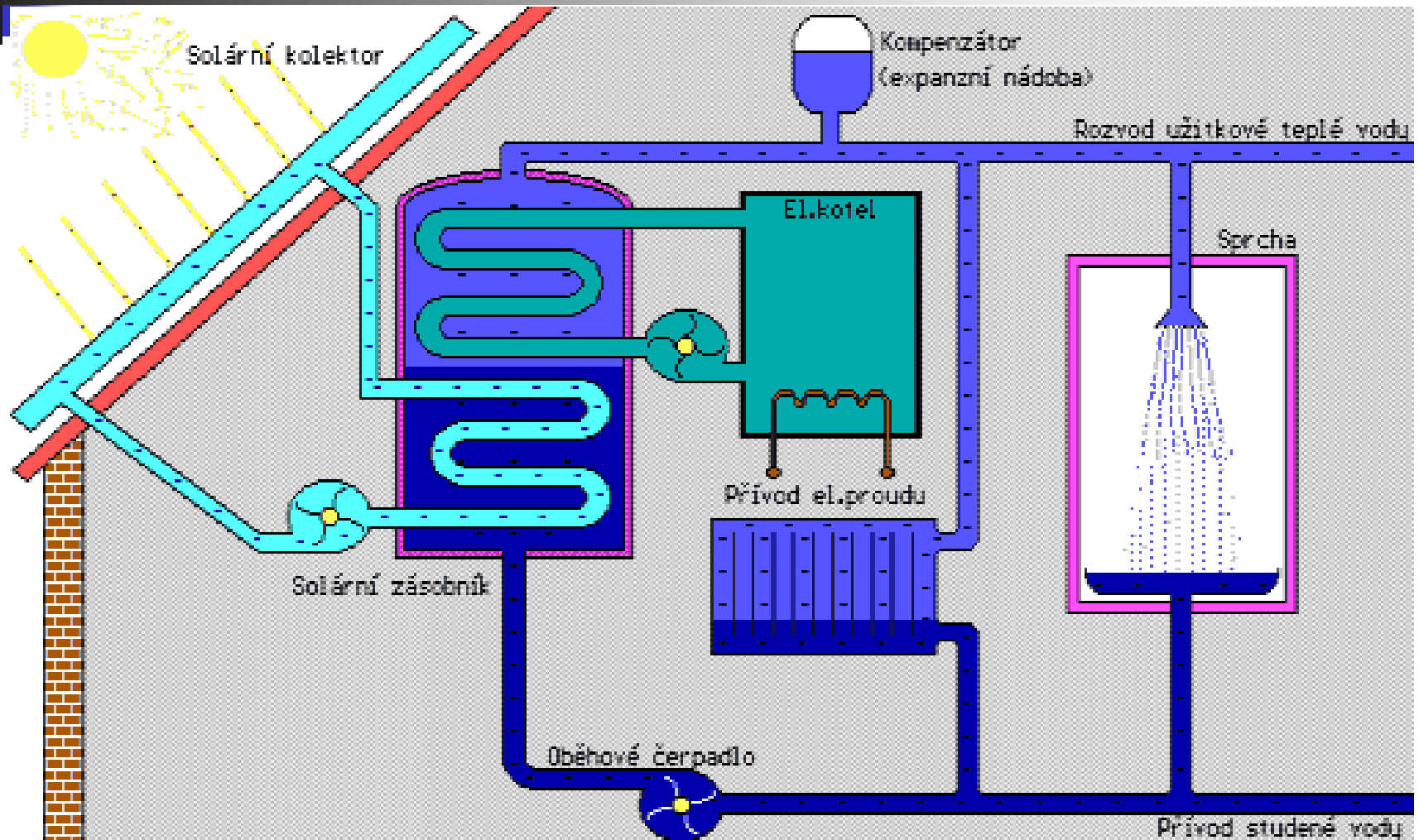
Sluneční elektrárny



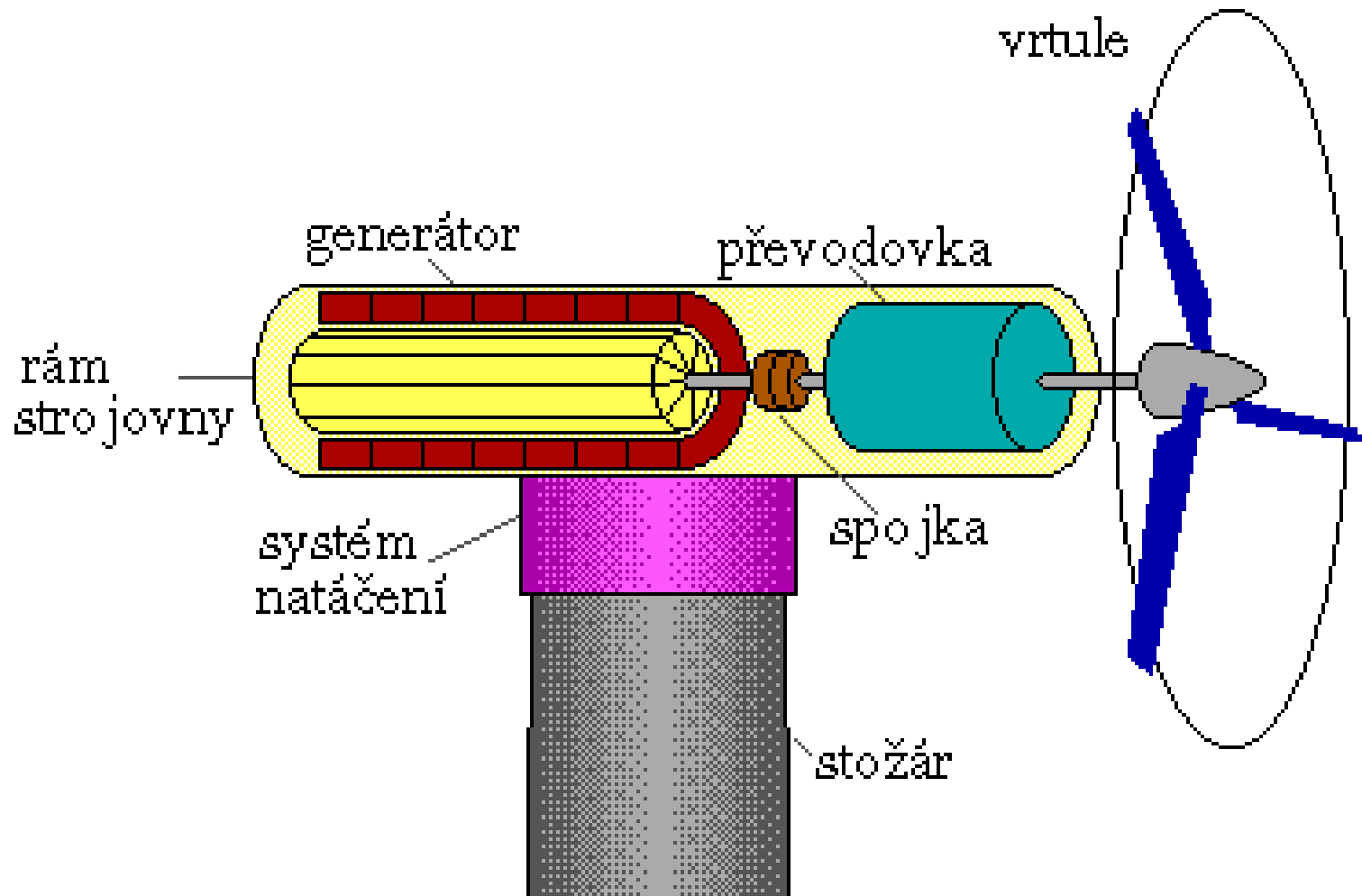
Sluneční elektrárny



Sluneční elektrárny



Větrné elektrárny



Větrné elektrárny



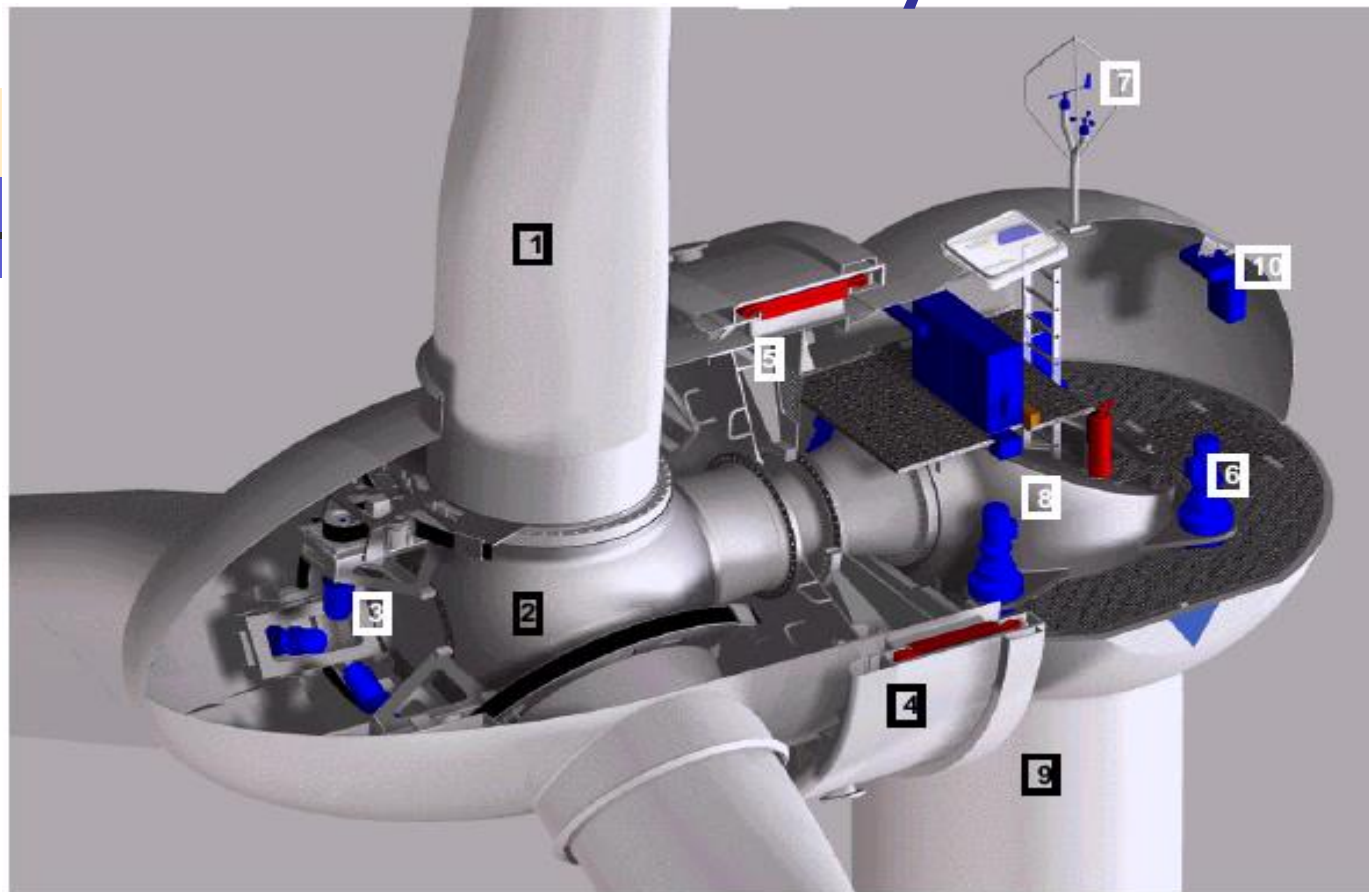
Větrné elektrárny



Větrné elektrárny



Větrné elektrárny



1 List rotoru

2 Litinový náboj

3 Nastavování listů

4 Rotor generátoru

5 Stator generátoru

6 Azimutální pohon

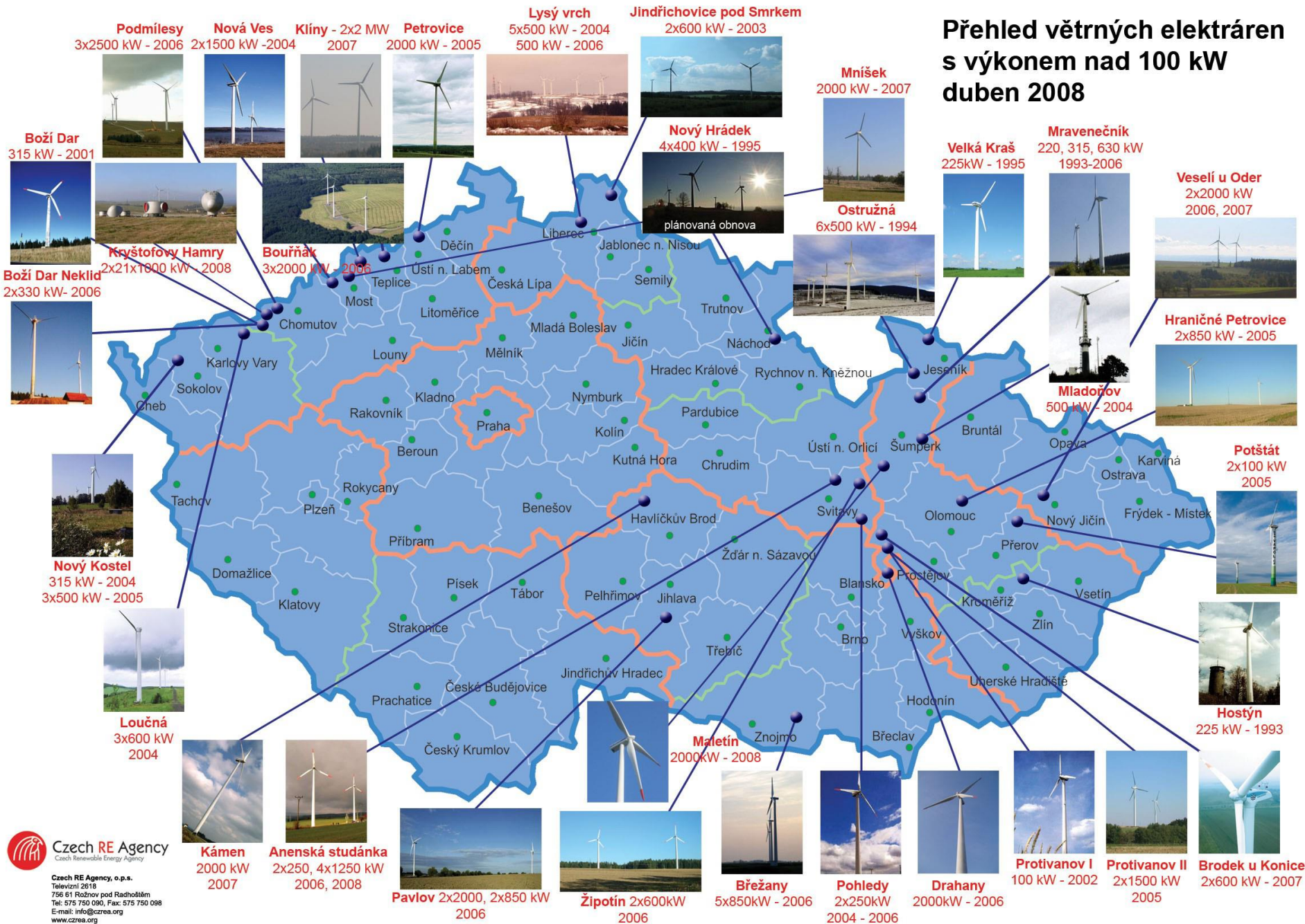
7 Zařízení pro měření větru

8 Základní rám stroje

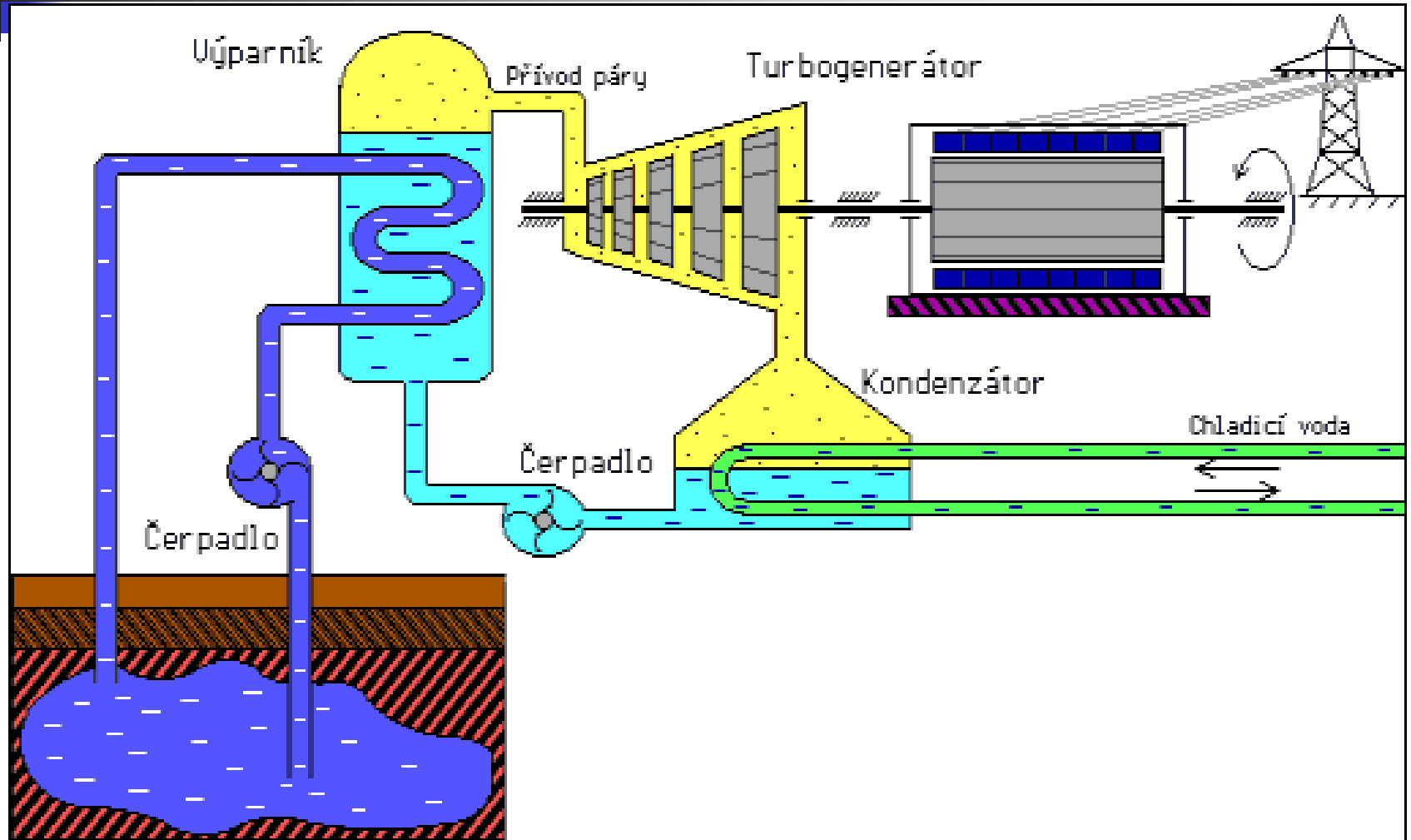
9 Věž

10 Pomocný jeřáb

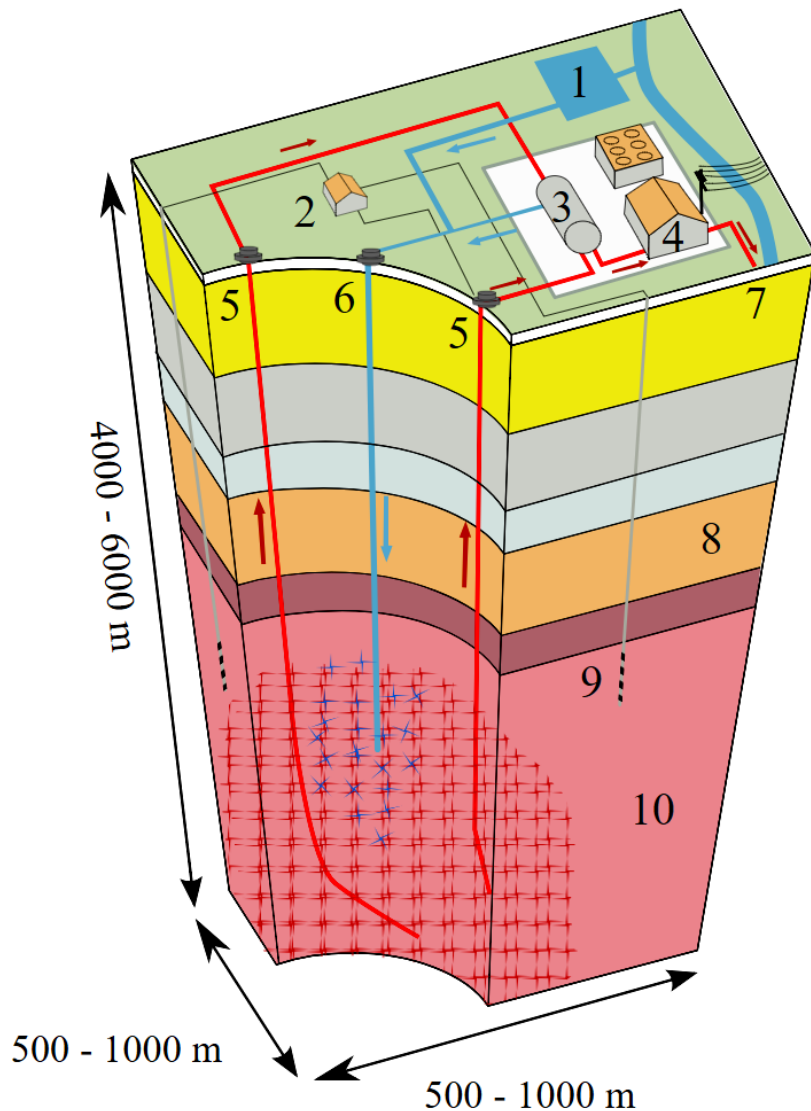
Přehled větrných elektráren s výkonem nad 100 kW duben 2008



Geotermální elektrárny



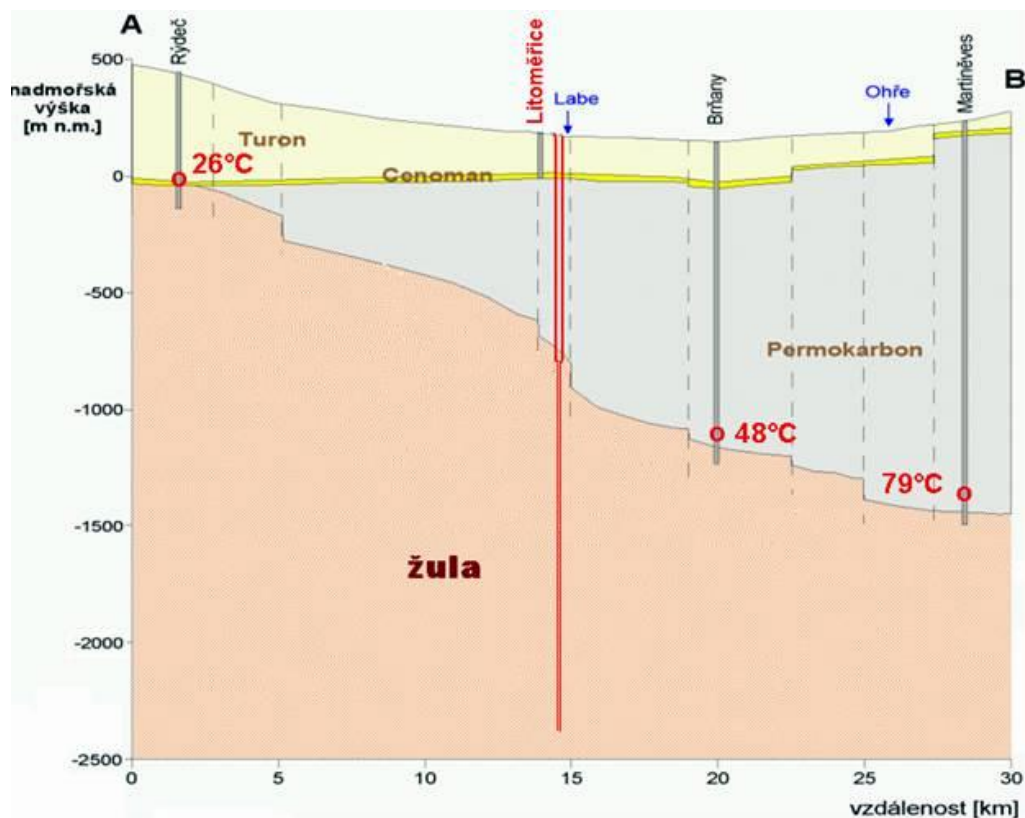
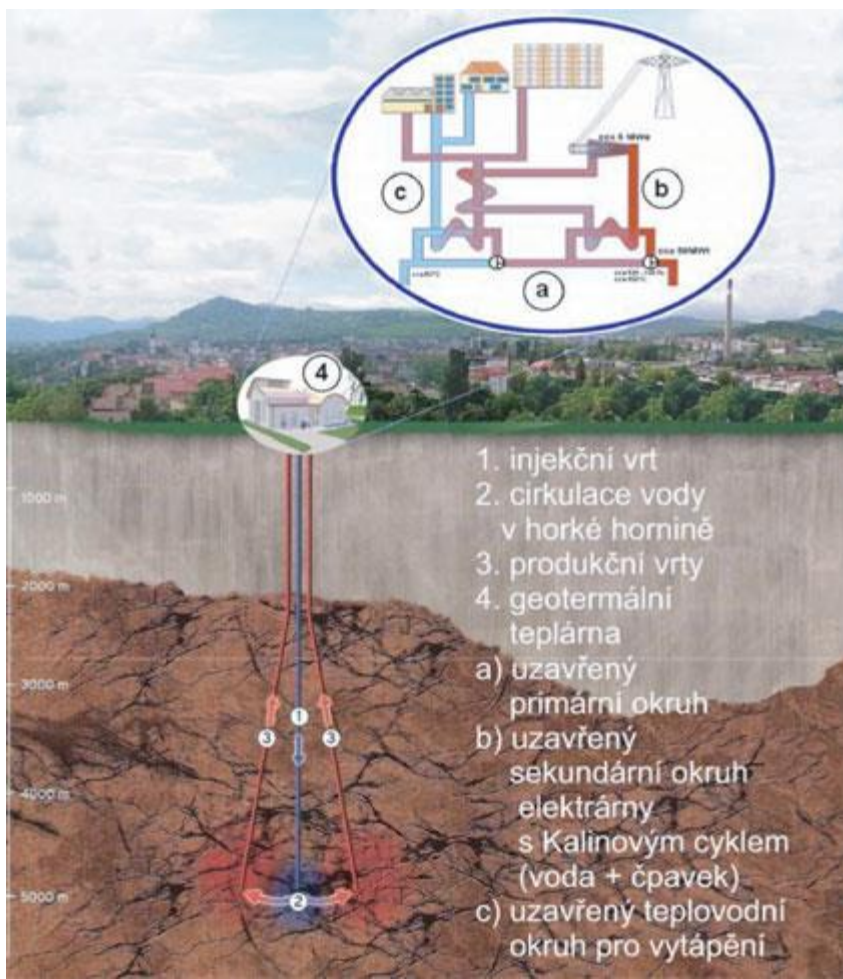
Geotermální elektrárny



- 1:Nádrž
- 2:Čerpací stanice
- 3:Tepelný výměník
- 4:Strojovna
- 5:Vstupní produkční šachta (vrt)
- 6:Výstupní vstřiková šachta (vrt)
- 7:Horkovod pro teplárenské účely
- 8:Porézní sedimenty
- 9:Měřicí šachta (vrt)
- 10:Krystalické podloží

Geotermální elektrárny

Projekt HDR (Hot Dry Rock) Litoměřice



Geotermální elektrárny

Geotermální elektrárna Nesjavellir (Island) - 120 MW



Geotermální elektrárny

Země	Instalovaná kapacita 2014 (MWe)	Výroba elektřiny v roce 2012 (GWh)	Podíl na výrobě elektřiny 2012 (%)
Spojené státy Americké	3 442	15 562	0,38
Filipíny	1 904	9 934	15,05
Indonésie	1 333	10 556	6,11
Mexiko	1 005	5 792	2,09
Itálie	901	8 768	3,06
Nový Zéland	895	6 015	14,02
Island	664	4 974	28,93
Japonsko	537	2 917	0,30
Turecko	275	850	0,37
Keňa	237	1 518	19,93
Kostarika	208	1 473	14,90
Salvador	204	1 525	25,45
Nikaragua	104	550	15,63
Rusko	97	505	0,05
Papua-Nová Guinea	56	400	12,03
Guatemala	42	271	3,24
ostatní	>30	>250	-