

Účinnost tepelné elektrárny je přibližně: $\eta_E \approx 30\%$

Výhřevnost běžného hnědouhelného paliva je v rozsahu: $Q_N = 8 \div 20 \text{ MJ/kg}$.

Pro následné výpočty budeme uvažovat s aktuálně průměrnou hodnotou přibližně: $Q_N = 12 \text{ MJ/kg} = 12000 \text{ kJ/kg}$.

Převod mezi energetickými jednotkami je: $1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ J}$ a tedy $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$

Vztah pro **potřebné jednotkové množství uhlí**:

$$M_U|_{1\text{kWh}} = \frac{3600}{Q_N(\text{kJ/kg}) \cdot \eta_E} \approx 1 \text{ kg/kWh}$$

$$M_U|_{1\text{MWh}} \approx 1 \text{ t/MWh}$$

Spotřeba paliva za den a měsíc

$$M_U|_{DEN} = M_U|_{1\text{MWh}} \cdot A_P|_{DEN} = M_U|_{1\text{MWh}} \cdot P_{MAX} \cdot \tau_D (t|_{DEN})$$

Měsíční průměrná spotřeba a **nutná nouzová zásoba paliva** je:

$$M_U|_{MESIC} \approx 30 \cdot M_U|_{DEN} (t|_{MESIC})$$

Denně vznikne spalováním uhlí následující množství škváry:

$$M_S|_{DEN} \approx (30\%) \cdot M_U|_{DEN} (t|_{DEN})$$

Potom velikost **složité škváry** na 3 roky je:

$$M_{SLS} \approx 3 \cdot 365 \cdot M_S|_{DEN} (t|_{3ROKY})$$

A **objem složité škváry** na 3 roky je:

$$V_{SLS} \approx \frac{M_{SLS}}{1.2} (m^3|_{3ROKY})$$

Okruh páry a napájecí vody

Průměrná spotřeba páry (vody) na výrobu 1 kWh elektrické energie

Pracovní okruh určuje jednotné množství látky: $M_P|_{1\text{kWh}} = M_{NV}|_{1\text{kWh}}$

Účinnost tepelné elektrárny uvažujeme stále přibližně: $\eta_E \approx 30\%$

Entalpie páry pro teplotu $t \approx 500 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlak $p \approx 10 \text{ MPa}$ je přibližně:

$$i_P = i_A = 3.4 \text{ MJ/kg} = 3400 \text{ kJ/kg}$$

Vztah pro **potřebné jednotkové množství páry**:

$$M_P|_{1\text{kWh}} = \frac{3600}{i_P(\text{kJ/kg}) \cdot \eta_E} \approx 4 \text{ kg/kWh}$$

$$M_P|_{1\text{MWh}} \approx 4 \text{ t/MWh}$$

Spotřeba vody za den

Potřebné množství **napájecí vody** je:

$$M_{NV}|_{1MWh} = M_P|_{1MWh} (t|_{DEN})(m^3|_{DEN})$$

$$M_{NV}|_{DEN} = M_P|_{1MWh} \cdot A_P|_{DEN} \approx 4 \cdot P_{MAX} \cdot \tau_D (m^3|_{DEN})$$

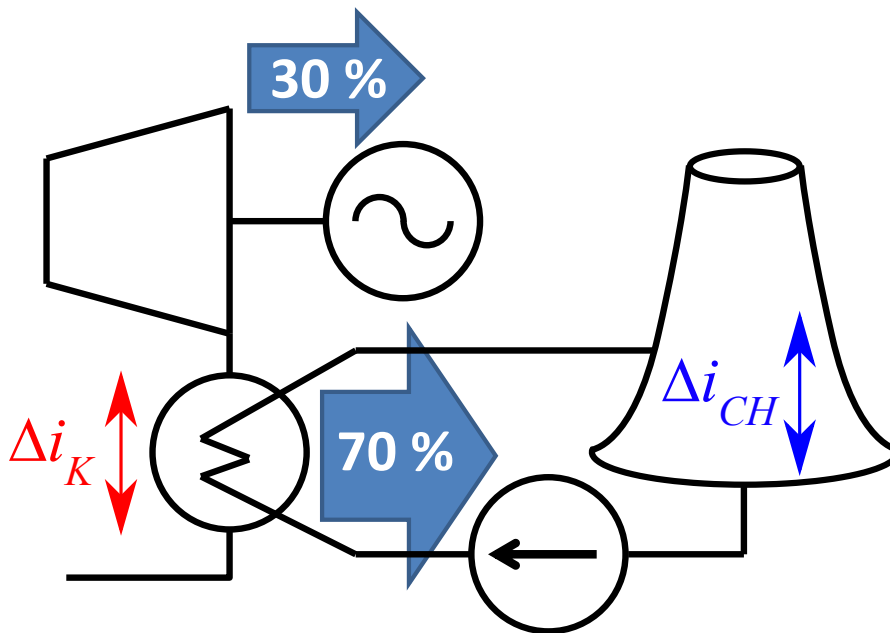
Maximální hodinová spotřeba napájecí vody:

$$M_{NV}|_{HOD} \approx 4 \cdot P_{MAX} (m^3/h)$$

Denní potřebné množství **přidavné napájecí vody**:

$$M_{PNV}|_{DEN} \approx (4 \div 5\%) M_{NV}|_{DEN} (m^3|_{DEN})$$

Spotřeba chladicí vody za den



Jestliže průměrný potřebný odvod tepla pro získání kondenzátu je:

$$\Delta i_K = i_E - i_{KD} \approx (70\%) i_P = 0.7 \cdot 3400 \text{ kJ/kg} \approx 2400 \text{ kJ/kg}$$

a uvažíme-li, že chladicí vodu lze ochladit maximálně o $10^\circ C$, pak odvod 1 kg vody v chladicím okruhu je:

$$\Delta i_{CH} \approx \Delta Q_{CH} = m \cdot c \cdot \Delta t = 1 \cdot 4.2 \cdot 10 \text{ kJ/kg} = 42 \text{ kJ/kg}$$

Potom spotřeba **chladicí vody** na výrobu 1 kWh je:

$$M_{CHV}|_{1kWh} \approx 60 \cdot M_P|_{1kWh} \approx 240 \text{ kg/kWh}$$

Potom spotřeba chladicí vody na jeden den je:

$$M_{CHV}|_{DEN} \approx 240 \cdot A_P|_{DEN} \approx 240 \cdot P_{MAX} \cdot \tau_D (t|_{DEN})(m^3|_{DEN})$$

Denní potřebné množství **přídavné chladicí vody**:

$$M_{PCHV|DEN} \approx (3\%)M_{CHV|DEN} (m^3|_{DEN})$$

Maximální průtok čerpadla napájecí vody:

$$Q_{NV|SEC} = \frac{M_{NV|DEN}}{3600\tau_D} (m^3/sec)$$

Okruh vzduchu

Z měření zaveden empirický vzorec pro hodinové množství potřebného vzduchu:

$$M_{VZDUCH|HOD} = 1.3 \left(0.5 + \frac{Q_N(kJ/kg)}{4186} \right) P_{MAX} \cdot 10^3 (m^3/hod)$$

Průměrný průtok všech ventilátorů:

$$Q_{VZDUCH|SEC} = \frac{M_{VZDUCH|HOD}}{3600} (m^3/sec)$$

Příklad výpočtu provozních médií klasické tepelné elektrárny

Zadání parametrů odpovídajících diagramu zatížení

```
In [17]: VystupniSestava
```

```
Out[17]: interactive(children=(FloatSlider(value=100.0, description='Pmax', max=1000.0, min=10.0, step=10.0), FloatS  
lid...
```

Poznámka: Pro respektování změny nastavení parametrů je nezbytné od této buňky dále provést přepočty (běh, spuštění) všech buněk.

Tedy zvolit tuto buňku a `Runtime/Run after` nebo `CTRL+F10`.

Poprvé je ale nutné spustit všechny buňky `Runtime/Run all` nebo `CTRL+F9`.

Výstupní sestava zadaných a vypočtených parametrů

```
In [18]: VystupniSestava.result
```

Out[18]:

	Veličina	Velikost	Jednotka
	Maximální výkon bloku Pmax	100.00	MW
	Roční doba využití maxima Tau	5,500.00	hod
	Roční doba provozu TauP	8,760.00	hod
	Procentní podíl vlastní spotřeby Av Rok%	10.00	%
	Procentní podíl vlastní spotřeby naprázdno Av0 Rok%	30.00	%
	Výhřevnost uhlí Qn	12,000.00	kJ/kg
	Tepelná účinnost elektrárny EtaE	30.00	%
	Entalpie vyrobené páry Ia = Ip	3,400.00	kJ/kg
	Denní doba provozu TauD	15.07	hod
	Roční vyrobená energie Ap Rok	550,000.00	MWh
	Denní vyrobená energie Ap Den	1,506.85	MWh
	Vlastní spotřeba Av Rok	55,000.00	MWh
	Vlastní spotřeba naprázdno Av0 Rok	16,500.00	MWh
	Spotřeba paliva na výrobu 1 kWh Mu/1kWh	1.00	kg/kWh
	Spotřeba paliva na výrobu 1 MWh Mu/1MWh	1.00	t/MWh
	Denní spotřeba paliva Mu/den	1,506.85	t/den
	Měsíční spotřeba paliva Mu/mesic	45,205.48	t/mesic
	Denní množství zbytkové škváry Ms/den	452.05	t/den
	Velikost složiště zbytkové škváry Msls	495,000.00	t/3 roky
	Objem složiště zbytkové škváry VsIs	412,500.00	m ³ /3 roky
	Spotřeba páry na výrobu 1 kWh Mp/1kWh	3.53	kg/kWh
	Množství napájecí vody na výrobu 1 kWh Mnv/1kWh	3.53	l/kWh
	Množství napájecí vody na výrobu 1 MWh Mnv/1MWh	3.53	m ³ /MWh
	Maximální množství napájecí vody za hodinu Mnv/hod	352.94	m ³ /h
	Množství napájecí vody za den Mnv/den	5,318.29	m ³ /den
	Množství přídavné napájecí vody za den Mpnv	265.91	m ³ /den
	Množství chladicí vody za den Mchv/den	319,097.50	m ³ /den
	Množství přídavné chladicí vody za den Mpchv	9,572.93	m ³ /den
	Maximální průtok napájecího čerpadla Qnv	0.10	m ³ /s
	Hodinové množství potřebného vzduchu Mvzduch hod	437,670.81	m ³ /h
	Průměrný průtok všech ventilátorů Mvzduch sec	121.58	m ³ /s