

125 TBA1 Vytápění 5



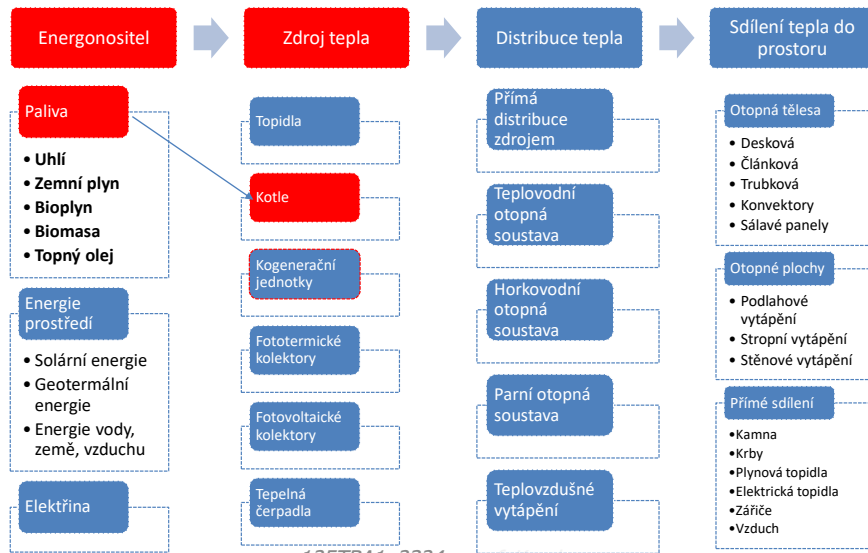
prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

266



268

Výroba tepla spalováním paliv

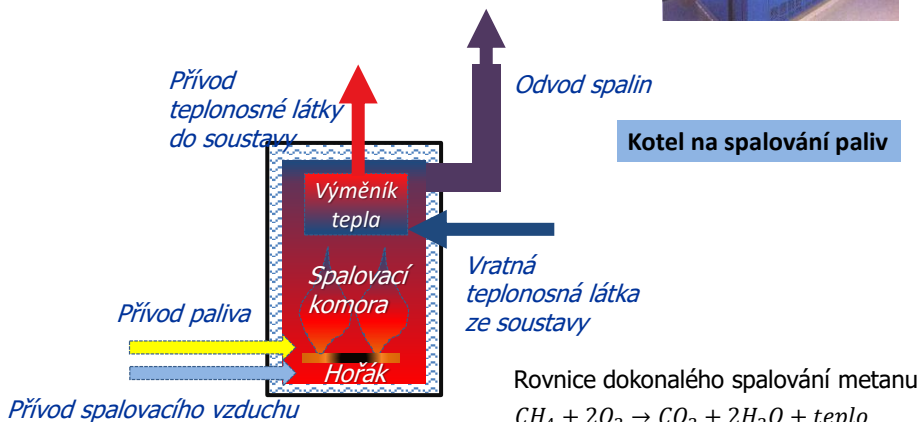


125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

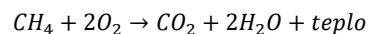
269

Kotel

- Zdroj tepla, kde teplo vyráběné spalováním je odváděno k dalšímu využití teplonosnou látkou – vodou, párou nebo vzduchem.**



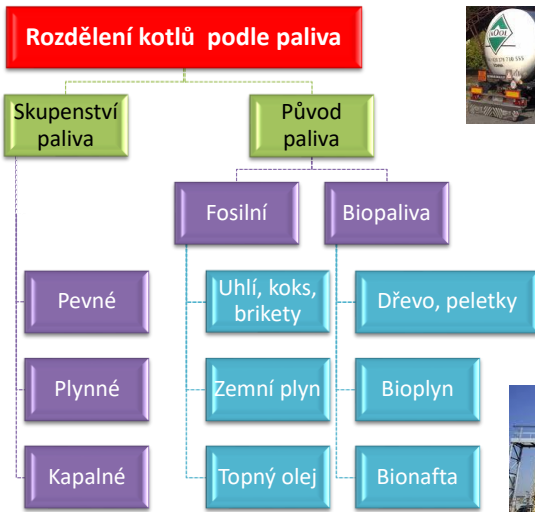
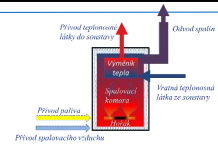
Rovnice dokonalého spalování metanu



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

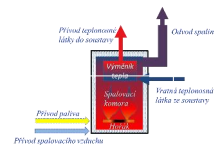
270

Kotle na spalování paliv

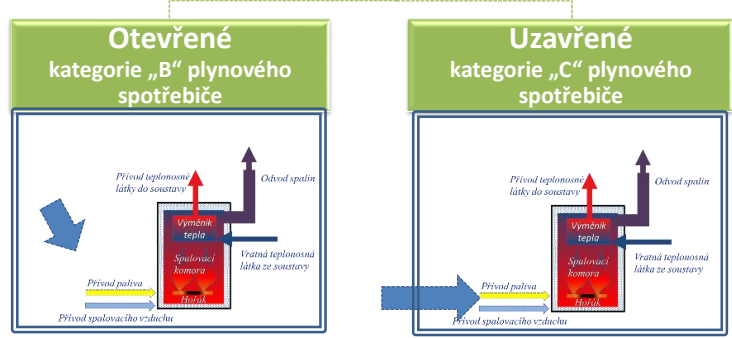


125TBA1_2324 - prof. K.

Kotle na spalování paliv



Rozdělení podle přívodu spalovacího vzduchu



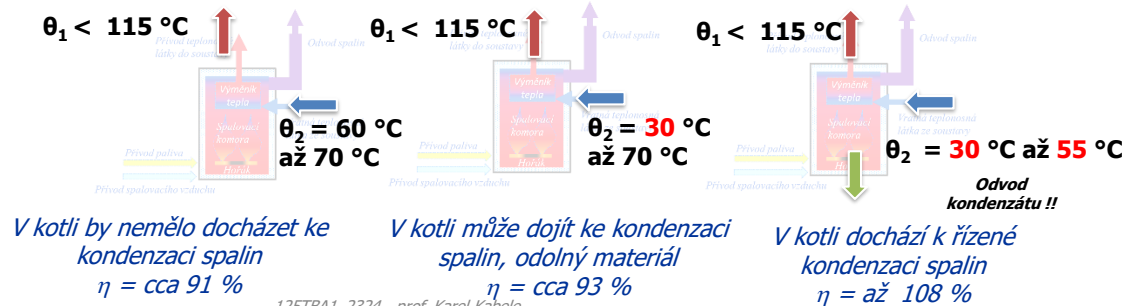
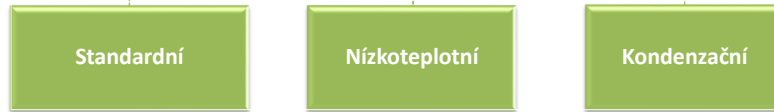
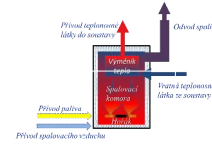
Přívod vzduchu z prostoru kotelny

Přívod vzduchu přímo z vnějšího prostředím samostatným potrubím

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

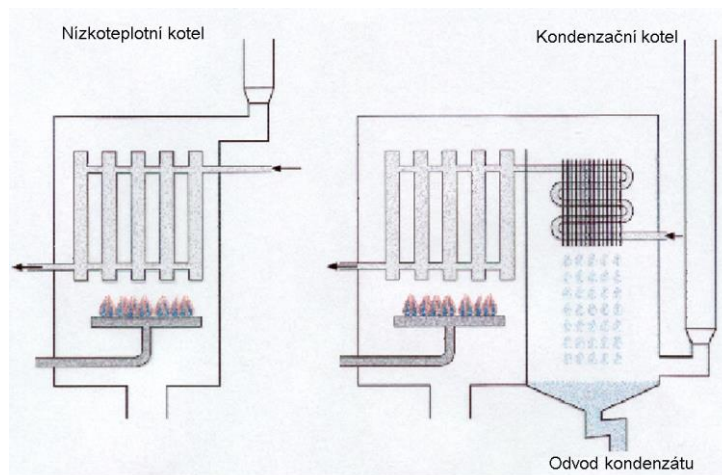
Kotle na spalování paliv

Rozdělení teplovodních kotlů podle teploty otopné vody



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

273



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

274

Tepelný výkon a příkon kotle

Tepelný výkon ϕ_O (W) vyjadřuje teplo, dodané do teplotnosné látky mezi jejím vstupem a výstupem do kotle.

- **imenovitý tepelný výkon kotle** ϕ_N (W). – maximální trvalý výkon stanovený výrobcem pro určitý druh paliva,
- **nejmenší tepelný výkon** $\phi_{N, \min}$ (W). - nejmenší trvalý výkon stanovený výrobcem pro určitý druh paliva. Např. u plynových kotlů závisí na typu hořáku a regulace, která může být
 - plynulá u atmosférického hořáku ($\phi_{N, \min} =$ cca 30 % až 100 % ϕ_N),
 - plynulá u přetlakového hořáku ($\phi_{N, \min} =$ cca 20 % až 100 % ϕ_N),
 - dvoustupňová ($\phi_{N, \min} =$ 100 %, 50 % ϕ_N)

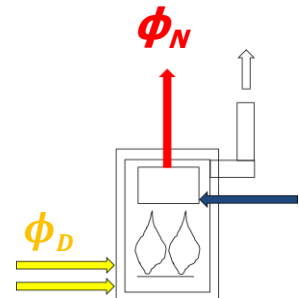
Tepelný příkon ϕ_D (W). vyjadřuje energii obsaženou v palivu přiváděném do kotle:

$$\phi_D = Q_i / m_{pal}$$

kde Q_i [J/kg] je **výhřevnost paliva** (nebo **spalné teplo**)

m_{pal} [kg/s] je množství paliva spáleného v kotli za jednotku času

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele



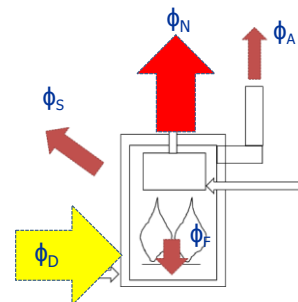
276

Jmenovitá účinnost kotle

Podíl výkonu a příkonu kotle za standardních podmínek

$$\eta = \frac{\Phi_N}{\Phi_D} = \frac{\Phi_D - \Phi_A - \Phi_S - \Phi_F}{\Phi_D}$$

- ϕ_S (W) **kotlová ztráta** (sáláním a prouděním vzduchu v okolí kotle, projevuje se zvýšením teploty v kotelně),
- ϕ_F (W) **ztráta nedopalem** (v kotli neproběhne vždy dokonalé spálení všeho paliva, zbytky ve strusce a popelu vzniklých při spalování pevných paliv, nespálený CH_4 ve spalínách)
- ϕ_A (W) **komínová ztráta** (nevyužitá teplo ve spalínách odváděných do venkovního prostředí).



$$\eta = 90 \% \text{ až } 108 \%$$

Vyhláška č. 38/2022 Sb. Vyhláška o kontrole provozovaného systému vytápění a kombinovaného systému vytápění a větrání

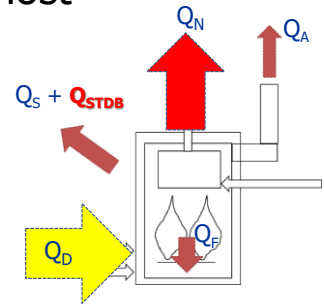
125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

277

Sezónní energetická účinnost

$$\eta_a = \frac{Q_N}{Q_D}$$

η_a	sezónní energetická účinnost [-]
Q_N	roční spotřeba tepla na výstupu ze zdroje [kWh]
Q_D	roční spotřeba energie obsažené v palivu [kWh]
Q_{STDB}	roční spotřeba tepla při stand-by režimu zdroje [kWh]
Q_s, Q_a, Q_f	roční ztráta kotlová, komínová a nedopalem [kWh]



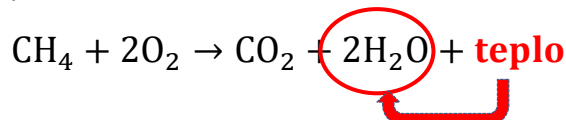
NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 813/2013 ze dne 2. srpna 2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na **EKODESIGN** ohřivačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřivačů

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

278

Účinnost > 100 % ??????

Rovnice dokonalého spalování metanu



Spalné teplo (Q_s) a výhřevnost (Q_i) paliva

$$Q_s = Q_i + r \cdot m_{\text{H}_2\text{O}}$$

$m_{\text{H}_2\text{O}}$ hmotnost vody ve spalínách na jednotku spáleného paliva [kg/kg]
 r skupenské teplo vypařování vody 2500 ~ 2453 [J/kg]

Zemní plyn

- výhřevnost $Q_i = 35$ [MJ/m³]
- spalné teplo $Q_s = 38,6$ [MJ/m³]

Kondenzát 0,14 kg/kWh

tzn. kotel 10 kW za hodinu provozu vyprodukuje cca 1,4 l kondenzátu

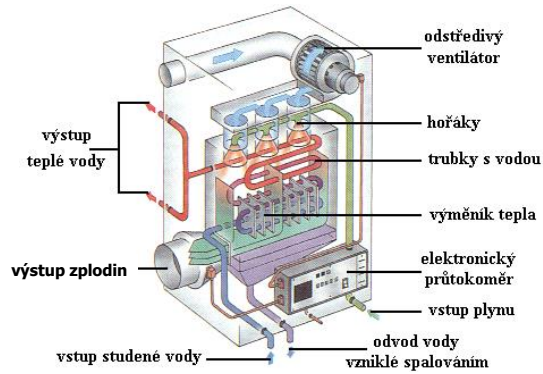


125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

279

Příklady užívaných kotlů - plyn

Plynový kondenzační kotel



<http://fyzika.jreichl.com>

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

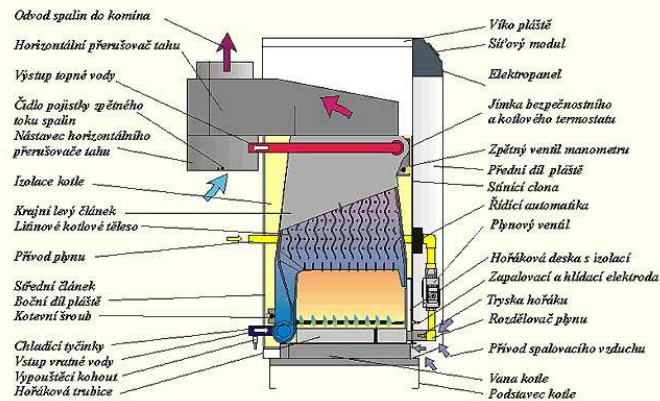
280

Příklady užívaných kotlů – plyn



Plynový atmosférický kotel

Schéma plynového stacionárního kotle (Viadrus G100L)



www.viadrus.cz

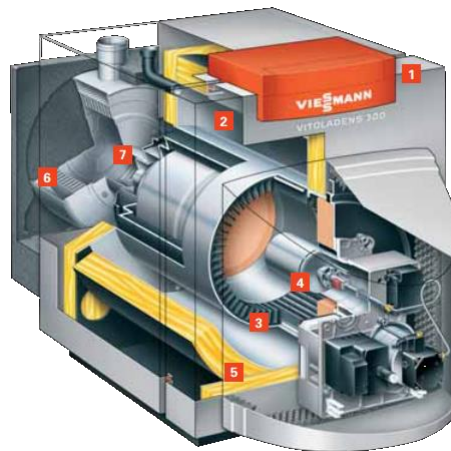
125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

281

Příklady užívaných kotlů - plyn



Plynový přetlakový kotel

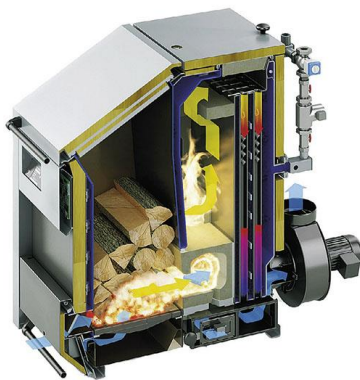


www.viessmann.cz

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

282

Příklady užívaných kotlů - biomasa



Podtlakový kotel na spalování dřeva
www.viessmann.cz



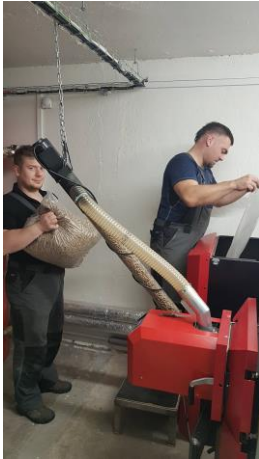
Podtlakový kotel na spalování dřeva a peletek

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

283

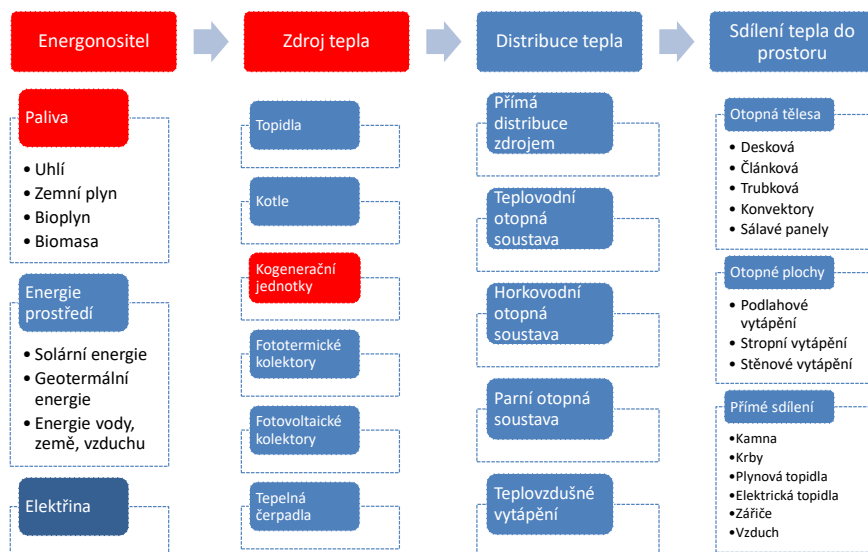
Příklady užívaných kotlů – spalování biomasy

- kotel na **peletky** + zásobník peletek + dopravník



125TBUE 23/24 ZS - prof. Karel Kabele

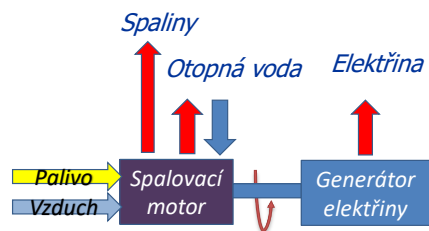
Výroba tepla spalováním paliv



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

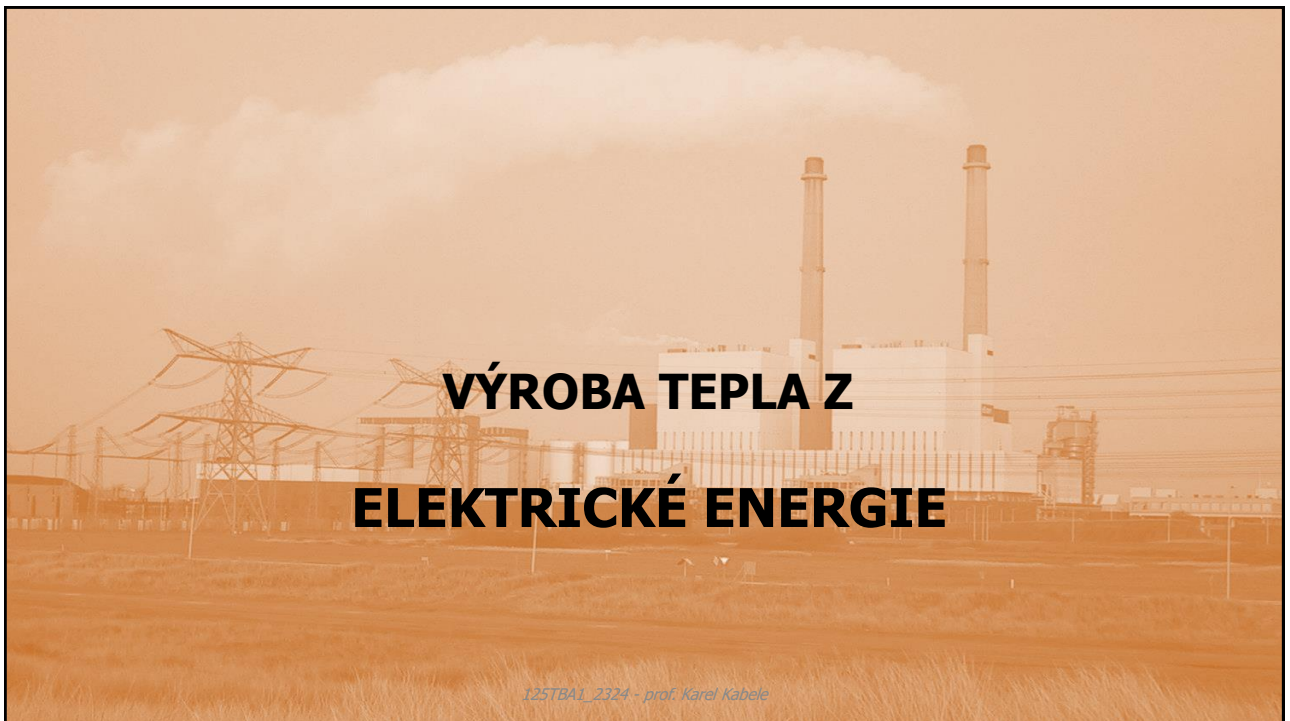
Kogenerace

- Plynový spalovací motor s elektrickým generátorem
- topným zdrojem je chlazení motoru
- výkon např. 42 kW tepla + 25 kW elektřiny
- hluk
- X nesoučasnost odběru tepla a elektřiny
- problém s prodejem el.energie
- nutný odběr tepla po celý rok



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

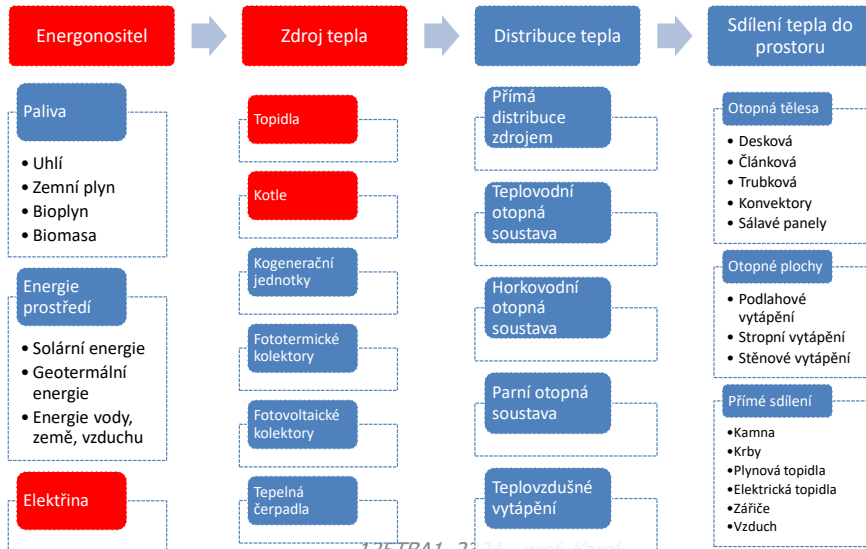
291



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

293

Výroba tepla z elektřiny



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

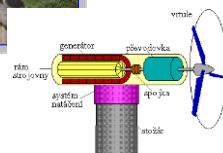
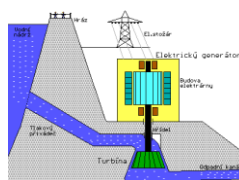
294

Elektrická energie - výroba

Situace v ČR (2020)

- 40 % Uhlí
- 37 % Jádno
- 6 % Biomasa
- 7 % Zemní plyn
- 4 % Jiná fosilní paliva
- 3 % Slunce
- 2 % Voda
- 1 % Větr

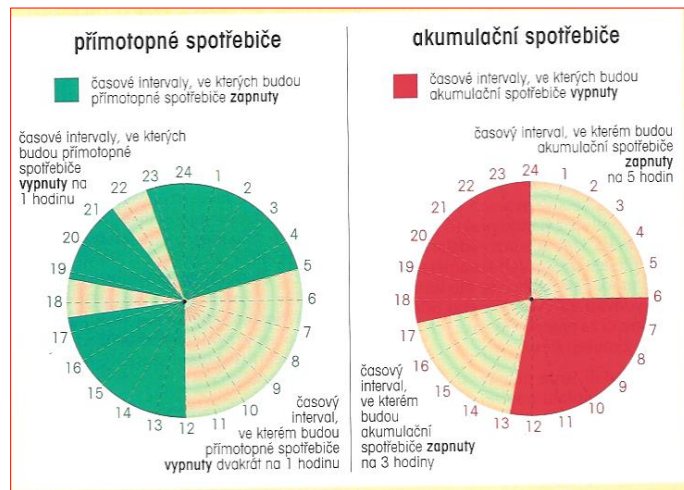
<https://public.tableau.com/app/profile/marek.lutonsk/viz/EUS-truktura:drojelektrickeenergie/Zemvojiinteraktivn>



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

295

Elektrická energie - dodávka



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

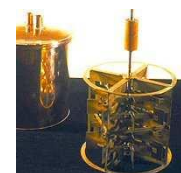
296

Fyzikální principy elektrického vytápění 1

- **Jouleův - Lenzův zákon** vyjadřuje práci W ve stacionárním elektrickém poli:
- **$W = UI t = RI^2 t = (U^2/R) \cdot t$ [J]**
 - U – napětí [V]
 - I – proud [A]
 - t – čas [s]
 - R – odpor [Ω]
- Zákon experimentálně objevil pomocí kalorimetru v roce 1844 **James Prescott Joule** (24. 12. 1818 - 11. 10. 1889) a profesor petrohradské univerzity **Lenz**. Vyvinuté teplo se nazývá **Joulovo teplo (Joulova ztráta)**. Tímto teplem se zahřívá vodič až na teplotu, při které se přiváděný výkon vyrovná se ztrátami tepla do okolí. Při vhodných podmínkách se může vodič roztavit.



James Prescott



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

297

Elektrické vytápění

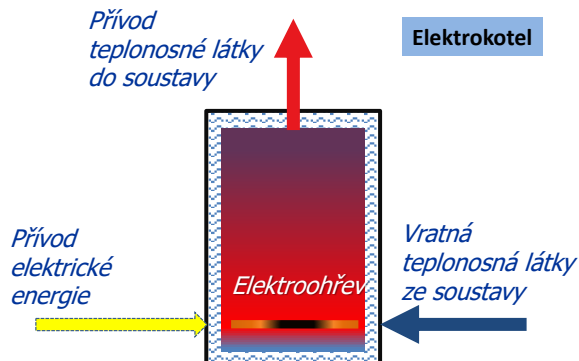
	Přímotopné	Akumulační
Topidla	Infrazářiče Radiátory Konvektory Teplovzdušné jednotky Sálavé plochy (panely, folie, topné kabely)	Akumulační kamna (statická, dynamická, hybridní)
Kotle	Teplovodní elektrokotle přímotopné	Akumulační elektrokotelna

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

298

Elektrokotel

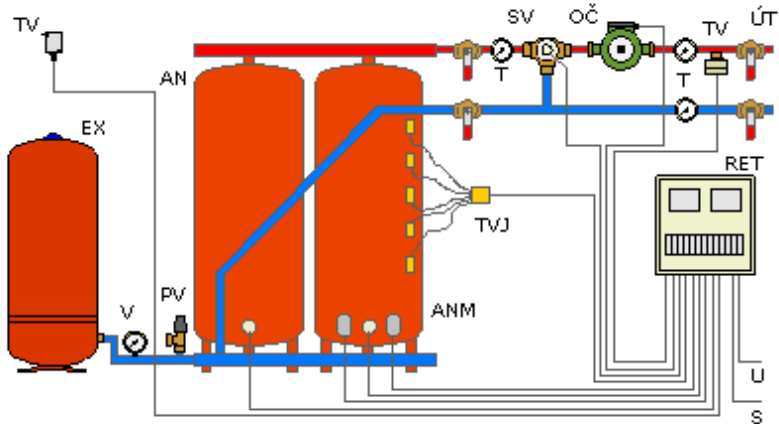
- **Zdroj tepla**, kde **teplo** vyráběné **elektrickým ohřevem** je **odváděno k dalšímu využití teplonosnou látkou** – vodou, párou nebo vzduchem.



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

299

Akumulační elektrokotelna



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

300

Příklad akumulční elektrokotelny



*Tepelná ztráta objektu 120 kW
 Výkon kotle 390 kW
 Objem nádrží 50 m³*

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

301

Příklad moderní elektrokotelny



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

302

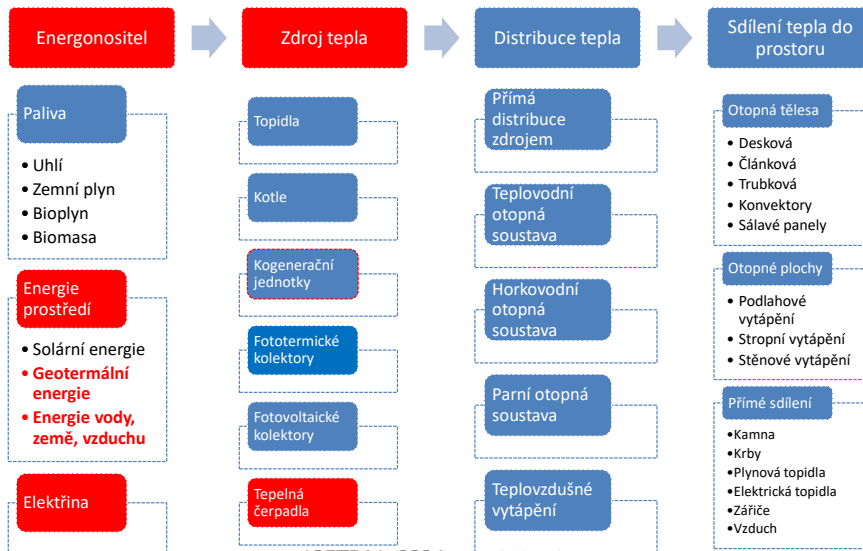


**VÝROBA TEPLA Z
ENERGIE PROSTŘEDÍ**

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

303

Výroba tepla z energie prostředí



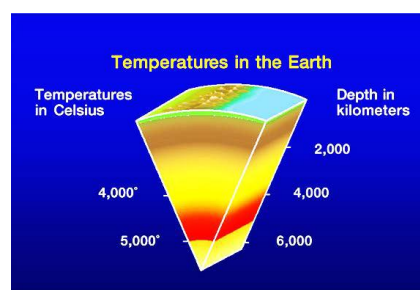
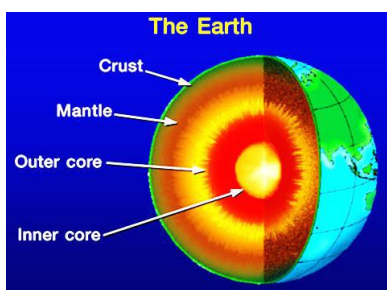
125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

304

Tepelná energie z prostředí

Geotermální energie

Teplotní spád 25 °C – 30 °C / km hloubky



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

305

Tepelná energie z prostředí

Geotermální energie GE

Vysokoteplotní GE (nad 150 °C)

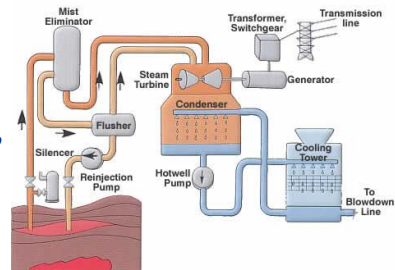
potřebujete podrobnější technicko-ekonomické posouzení,
 Voda je obvykle vysoce mineralizována,
 přímá produkce el. energie pomocí parních turbín, kogenerace

Středněteplotní GE (100 - 150 °C)

Nepřímá produkce el. energie, horká voda nebo pára přenese
 energii na další medium, které pohání turbínu

Nízkoteplotní GE (pod 100 °C)

Použitelné téměř všude, nutné respektovat lokální podmínky
 Výměníky, tepelná čerpadla



http://www.emt-india.net/process/power_plants/img/gt1.jpg

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

306

Výroba tepla z energie vody, půdy, vzduchu

- Nízkopotenciální zdroj - teplota v rozmezí cca -20 až +30°C
 - Nutno zvýšit teplotní úroveň
- > **tepelné čerpadlo ...**

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

307

Tepelné čerpadlo

- Tepelný stroj, umožňující využití nízkopotenciálního tepla okolí pro energetické systémy budov.



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

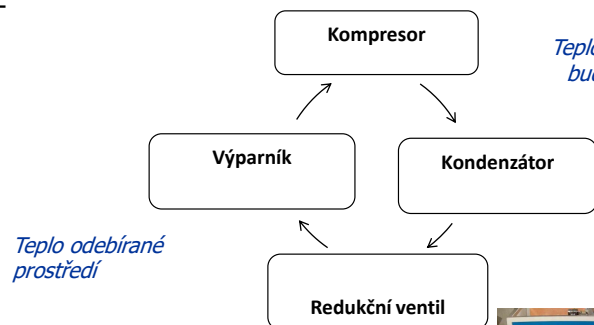
308

Tepelné čerpadlo

- Tepelný stroj, umožňující využití nízkopotenciálního tepla okolí pro energetické systémy budov.
- Výparník-kompresor-kondenzátor-redukční ventil

*Energie na pohon kompresoru = **příkon***

*Teplo dodávané do budovy = **výkon***

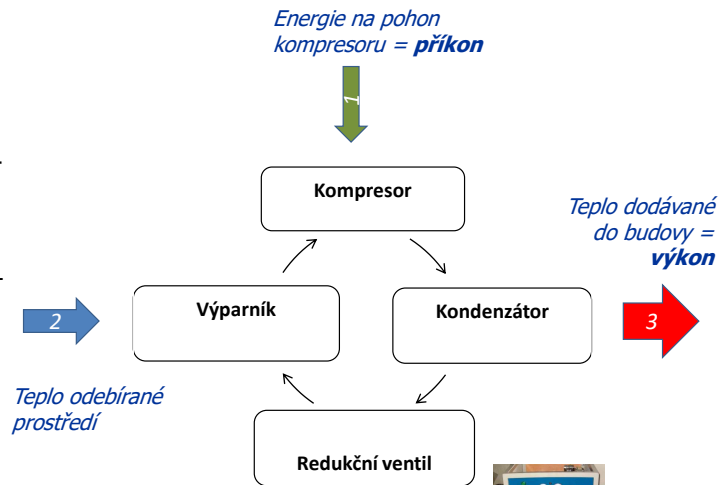


125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

309

Tepelné čerpadlo

- Tepelný stroj, umožňující využití nízkopotenciálního tepla okolí pro energetické systémy budov.
- Výparník-kompresor-kondenzátor-redukční ventil
- **Topný faktor (COP)**
 - **Podíl výkonu a příkonu** >1 optimum 3
 - Závislý na pracovních podmínkách
- Chladivo
 - Freony!!!
- Limit maximální výstupní teploty 55 – 65 °C



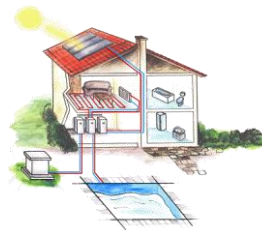
125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

310

Zdroje nízkopotenciálního tepla pro tepelné čerpadlo

– Vzduch

- Venkovní vzduch
- -18 +30°C
- Proměnná teplota ovlivňuje topný faktor
- Instalace venkovní jednotky s ventilátorem
- Hluk!!!



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

311

Zdroje nízkopotenciálního tepla pro tepelné čerpadlo

– Voda

- Studniční
 - Dvě studny
 - Další čerpadlo
- Povrchová
 - výměník nebo čerpání?



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

312

Zdroje nízkopotenciálního tepla pro tepelné čerpadlo

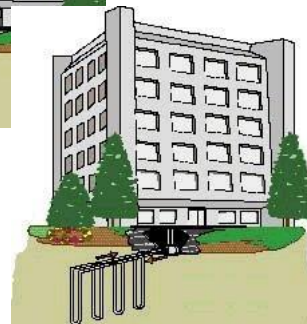
– Země

○ Zemní kolektor

- 1,0-1,8 m hluboko,
- 15-35 W/m²,
- rozteč 0,6-1 m,
- délka 100 m

• Vrty

- 20-100 W/m
- čtyři trubky DN 25-32
- hloubka 75-150 m

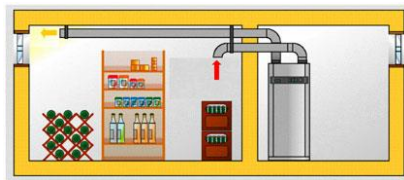


125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

313

Použití TČ

- Příprava teplé vody, ohřev bazénu
 - Optimální pracovní podmínky
 - Systémy vzduch-voda, chlazení sklepa...
 - Samostatné zařízení nebo kombinace s TČ pro vytápění?



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

314

Použití TČ

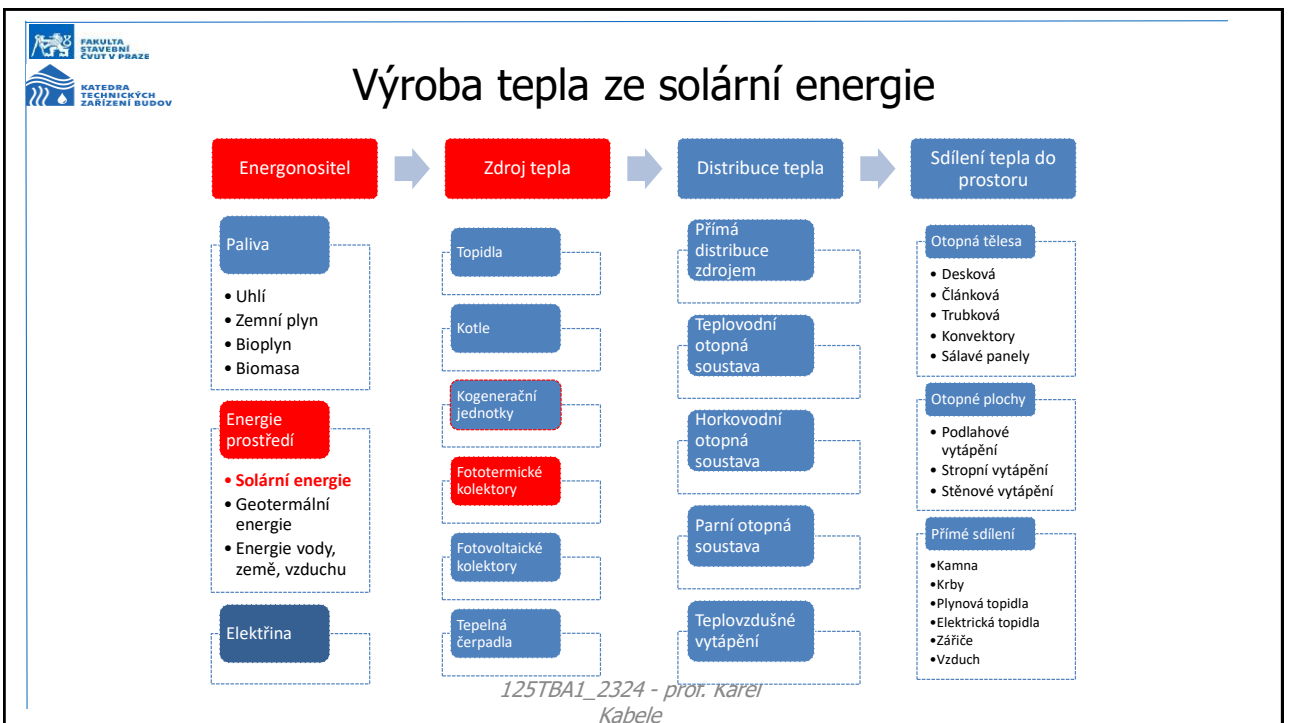
- Teplovodní vytápění
 - Nízkoteplotní zdroj → nízkoteplotní soustava, podlahové vytápění, desková tělesa, konvektory?
 - Bivalentní nebo monovalentní zdroj ? (elektrokotel, pevná paliva, solární kolektory)
 - Konstantní pracovní podmínky
 - X požadavky na proměnný výkon otopné soustavy
 - → akumulace tepla, hydraulické řešení

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

315



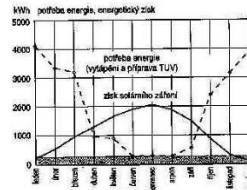
318



319

Solární energie

- Sluneční záření
- elektromagnetické záření
- Slunce - pohyb po obloze
- difúzní a přímé záření
- solární konstanta 1360 W/m^2
- zaclonění mraky
- skutečně dopadající energie max 1000 W/m^2



Obr.1: Potřeba energie a měsíční zisky solárního záření



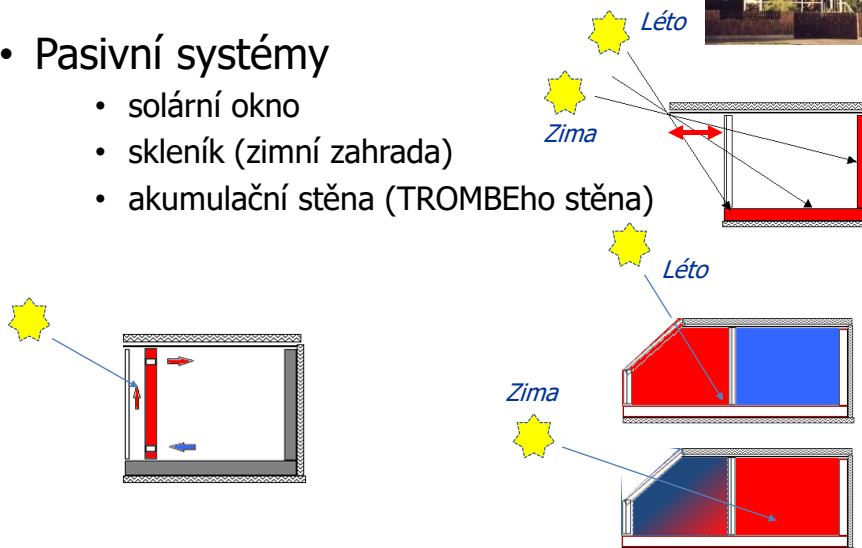
Globální sluneční záření dopadající na území ČR [$\text{MJ} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{rok}$]

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

320

Solární energie

- Pasivní systémy
 - solární okno
 - skleník (zimní zahrada)
 - akumulční stěna (TROMBEho stěna)



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

321

Solární energie

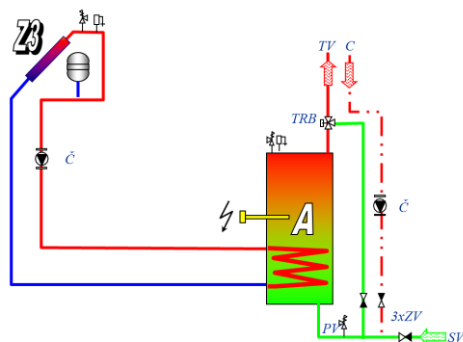
- Aktivní solární systémy
 - Vodní kolektory 80-90 %
 - Ploché
 - Trubicové
 - Vzdušné kolektory
 - Fotovoltaické články 23 %



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

322

Zapojení vodního solárního kolektoru pro přípravu teplé vody



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

323