

## 441

## VYHLÁŠKA

ze dne 5. prosince 2012

## o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 14 odst. 4 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění zákona č. 165/2012 Sb. a zákona č. 318/2012 Sb., k provedení § 6 odst. 1 a podle § 53 odst. 1 písm. b) zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů:

## § 1

## Předmět a rozsah úpravy

(1) Vyhláška stanoví minimální účinnost užití energie pro výstavbu nové výroby elektřiny nebo tepla nebo pro výrobu elektřiny nebo tepla, u které se provádí změna dokončené stavby, podle § 6 odst. 1 zákona o hospodaření energií

- a) při výrobě tepelné energie pro
    1. kotle,
    2. spalínové kotle a
    3. solární kolektory,
  - b) při výrobě elektřiny pro
    1. parní turbosoustrojí s kondenzační turbínou,
    2. plynovou turbínu,
    3. paroplynové zařízení,
    4. spalovací motor,
  - c) při kombinované výrobě elektřiny a tepla pro
    1. paroplynové zařízení s dodávkou tepla,
    2. parní protitlakou turbínu,
    3. kondenzační odběrovou turbínu,
    4. plynovou turbínu,
    5. spalovací motor,
    6. mikroturbínu,
    7. Stirlingův motor,
    8. palivový článek,
    9. parní stroj,
    10. organický Rankinův cyklus, nebo
    11. kombinace technologií uvedených v bodech 1 až 10.
- (2) Minimální účinnost užití energie podle § 6

odst. 1 zákona o hospodaření energií se nestanoví pro výrobu elektřiny nebo výroby tepla

- a) se spalovacími motory do celkového elektrického výkonu výroby energie 90 kW,
- b) využívající jaderné palivo,
- c) využívající odpadní tepelnou energii z chemických procesů, nebo
- d) určené jako náhradní nebo nouzové zdroje provozované pouze při řešení mimořádných událostí k zabezpečování nouzových dodávek energie a zdroje sloužící k uvádění výroby tepla nebo výroby elektřiny do provozu, které jsou takto navrženy a specifikovány v dokumentaci pro umístění a povolení stavby.

(3) Vyhláška dále stanoví minimální účinnost užití energie pro splnění nároku na podporu elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů podle § 4 odst. 4 zákona o podporovaných zdrojích energie, nároku na podporu elektřiny vyrobené z druhotných zdrojů podle § 5 odst. 3 zákona o podporovaných zdrojích energie a nároku na podporu tepla z obnovitelných zdrojů podle § 24 odst. 3 a § 25 odst. 1 zákona o podporovaných zdrojích energie

- a) při výrobě tepelné energie pro
  1. kotle,
  2. technologie uvedené v odstavci 1 písm. c) do celkového elektrického instalovaného výkonu 7,5 MW, při jejich instalaci do stávající výroby tepla však jen do výše odpovídající možnému využití jejího dosavadního tepelného výkonu pro výrobu elektřiny,
  3. výroby tepla využívající geotermální energii s výkonem nad 200 kW,
- b) při výrobě elektřiny pro technologie uvedené v odstavci 1 písm. c).

(4) Vyhláška stanoví dále

- a) způsob stanovení účinnosti užití energie ve výrobních elektřiny, výrobních tepla nebo v kombinované výrobě elektřiny a tepla,

- b) četnost vyhodnocování skutečné účinnosti užití energie a její porovnání s hodnotami minimální účinnosti užití energie.

## § 2

### Stanovení účinnosti a minimální účinnost užití energie při výrobě tepelné energie

(1) Ustanovení tohoto paragrafu se vztahují k požadavkům pro výstavbu nové výrobní teply nebo pro její změnu podle § 6 odst. 1 zákona o hospodaření energií a k požadavkům pro nárok na provozní podporu tepla z podporované biomasy se jmenovitým tepelným výkonem nad 200 kW podle § 24 a investiční podporu tepla z obnovitelných zdrojů podle § 25 zákona o podporovaných zdrojích energie.

(2) Účinnost užití energie při výrobě tepelné energie

- a) v palivovém a spalínovém kotli se účinnost výroby tepelné energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 1 k této vyhlášce,
- b) v solárním kolektoru se účinnost výroby tepelné energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 3 k této vyhlášce.

(3) Účinnost dodávky tepelné energie z výrobní teply se stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 2 k této vyhlášce.

(4) Minimální účinnost výroby tepla při provozu kotlů v závislosti na druhu spalovaného paliva a jmenovitým výkonem kotle je uvedena v příloze č. 15 k této vyhlášce, při provozu spalínových kotlů za plynovou turbínou je uvedena v příloze č. 16 k této vyhlášce. Minimální účinnost dodávky tepelné energie z výrobní teply je uvedena v příloze č. 17 k této vyhlášce.

(5) Jestliže je ve výrobně tepla instalováno více kotlů, nevztahuje se minimální účinnost výroby tepelné energie na kotel, který byl v daném roce z provozních důvodů využíván opakovaně jen v časových intervalech kratších než 168 hodin a nepřekračujících celkovou dobu provozu 2 000 hodin/rok nebo jde-li o kotel provozovaný s výkonem sníženým na 60 % jmenovité hodnoty nebo méně. Tím není dotčeno dodržení minimální účinnosti dodávky tepelné energie uvedené v příloze č. 17 k této vyhlášce.

(6) Není-li ve výrobně tepla instalováno měření vyrobené tepelné energie a spotřeby paliva na všech kotlích, zjišťuje se dodržení minimální účinnosti výroby u kotlů, které jsou měřením vybaveny. U ostatních kotlů se dodržení minimální účinnosti výroby zjišťuje

za část roku, kdy to provozní podmínky umožňují, zejména za dobu, kdy byl kotel v provozu samostatně. Vždy se zjišťuje dodržení minimální účinnosti dodávky tepelné energie uvedené v příloze č. 17 k této vyhlášce.

(7) Při rekonstrukci kotle nemusí být dodržena minimální účinnost výroby tepelné energie podle přílohy č. 15 k této vyhlášce nebo přílohy č. 16 k této vyhlášce nebo minimální účinnost dodávky tepelné energie podle přílohy č. 17 k této vyhlášce, prokáže-li energetický audit nebo energetický posudek, že její dodržení není technicky možné nebo je ekonomicky neefektivní. V takovém případě se realizují veškerá dostupná technická opatření a úpravy provozního režimu vedoucí ke zlepšení dosud dosahované účinnosti užití energie.

(8) Minimální účinnost podle přílohy č. 15 k této vyhlášce nemusí splňovat za provozu parní kotle, které se podílejí na výrobě elektřiny, jestliže účinnost výroby elektřiny splňuje požadavky přílohy č. 18 k této vyhlášce.

(9) Minimální účinnost výroby tepelné energie ze solárního kolektoru je uvedena v příloze č. 22 k této vyhlášce.

## § 3

### Stanovení účinnosti a minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny

(1) Ustanovení tohoto paragrafu se vztahují k požadavkům pro výstavbu nové výrobní elektřiny nebo pro její změnu podle § 6 odst. 1 zákona o hospodaření energií a k požadavkům pro nárok na podporu elektřiny vyrobené z degazačního nebo důlního plynu podle § 5 odst. 3 zákona o podporovaných zdrojích energie.

(2) Účinnost užití energie při výrobě elektřiny

- a) v parním soustrojí s kondenzační turbínou se účinnost výroby elektřiny stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 4 k této vyhlášce,
- b) v soustrojí se spalovacím motorem se účinnost výroby elektřiny stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 7 k této vyhlášce,
- c) v plynové turbíně se účinnost výroby elektřiny stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 5 k této vyhlášce,
- d) v paroplynovém zařízení se účinnost výroby elektřiny stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 6 k této vyhlášce.

(3) Minimální účinnost výroby elektřiny při provozu parního turbosoustrojí je uvedena v příloze č. 18 k této vyhlášce. Je-li ve výrobně elektřiny více parních turbosoustrojí, vztahuje se minimální účinnost výroby elektřiny podle přílohy č. 18 k této vyhlášce na průměrnou hodnotu celé výroby elektřiny.

(4) Minimální účinnost výroby elektřiny podle přílohy č. 18 k této vyhlášce se nevztahuje na parní kondenzační soustrojí, které odebírá páru z rozvodu o nižším tlaku, než je na výstupu z kotlů, a slouží zpravidla k regulaci kolísavého odběru páry.

(5) Při rekonstrukci parního kondenzačního turbosoustrojí nemusí být dodržena minimální účinnost výroby elektřiny podle přílohy č. 18 k této vyhlášce, prokáže-li energetický audit nebo energetický posudek, že pro její dodržení nelze zajistit dostatečný odběr tepelné energie nebo zavedení kombinované výroby tepla a elektřiny je technicky nevhodné nebo ekonomicky neefektivní.

#### § 4

##### **Stanovení účinnosti a minimální účinnost užití energie při kombinované výrobě elektřiny a tepla**

(1) Ustanovení tohoto paragrafu se vztahují na výstavbu nové výroby pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla nebo pro její změnu podle § 6 odst. 1 zákona o hospodaření energií a k požadavkům pro nárok na podporu elektřiny vyrobené z biomasy nebo biokapalin nebo bioplynu podle § 4 odst. 4 zákona o podporovaných zdrojích energie, nárok na podporu elektřiny vyrobené z druhotných zdrojů jiných, než je degazační nebo důlní plyn podle § 5 odst. 3 zákona o podporovaných zdrojích energie, a nárok na provozní podporu tepla vyrobeného z biomasy s instalovaným elektrickým výkonem do 7,5 MWe podle § 24 odst. 3 a § 25 odst. 1 zákona o podporovaných zdrojích energie.

(2) Účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepla

- a) v paroplynovém zařízení s dodávkou tepla se účinnost výroby energie stanoví postupem podle přílohy č. 6 k této vyhlášce,
- b) v parní protitlaké turbíně nebo v kondenzační odběrové turbíně se účinnost výroby energie stanoví postupem podle přílohy č. 4 k této vyhlášce,
- c) v plynové turbíně se účinnost výroby energie stanoví postupem podle přílohy č. 5 k této vyhlášce,
- d) ve spalovacím motoru se účinnost výroby energie

a v kombinaci s kotli stanoví postupem podle přílohy č. 7 k této vyhlášce,

- e) v palivovém článku se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 8 k této vyhlášce, a v kombinaci s kotli se stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 9 k této vyhlášce,
- f) v organickém Rankinově cyklu se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 10 k této vyhlášce, a v kombinaci se spalovacím motorem se stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 11 k této vyhlášce,
- g) v mikroturbíně se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 14 k této vyhlášce,
- h) ve Stirlingově motoru se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 12 k této vyhlášce,
- i) v parním stroji se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 13 k této vyhlášce.

(3) Minimální účinnost výroby elektřiny a tepla

- a) v paroplynovém zařízení s dodávkou tepla je uvedena v příloze č. 19 k této vyhlášce,
- b) v parní protitlaké turbíně a v kondenzační odběrové turbíně je uvedena v příloze č. 18 k této vyhlášce,
- c) v plynové turbíně je uvedena v příloze č. 19 k této vyhlášce,
- d) ve spalovacím motoru je uvedena v příloze č. 20 k této vyhlášce a v kombinaci s kotli v příloze č. 21 k této vyhlášce,
- e) v palivovém článku, v mikroturbíně, ve Stirlingově motoru, v parním stroji a v kombinaci spalovacího motoru s palivovým článkem nebo s ORC cyklem navrhuje na základě výpočtu podle odstavce 2 písm. e), g), h) a i) stavebník nebo vlastník uvedené výroby elektřiny nebo výroby tepla. Navržené hodnoty minimální účinnosti odsouhlasuje ministerstvo,
- f) v organickém Rankinově cyklu je uvedena v příloze č. 18 k této vyhlášce.

(4) Je-li ve výrobně energie více stejných technologií uvedených v odstavci 1, vztahuje se minimální účinnost výroby elektřiny a tepelné energie na průměrnou hodnotu celé výroby energie.

(5) Při rekonstrukci parní kondenzační odběrové

turbíny nemusí být dodržena minimální účinnost výroby elektřiny podle přílohy č. 18 k této vyhlášce, prokáže-li energetický audit nebo energetický posudek, že pro její dodržení nelze zajistit dostatečný odběr tepelné energie nebo zavedení kombinované výroby tepla a elektřiny je technicky nevhodné nebo ekonomicky neefektivní.

#### § 5

##### Referenční parametry vztahující se ke kvalitě paliv

(1) Při stanovení minimální účinnosti jednotlivých typů technologií na výrobu energie se vychází z výhřevnosti jednotlivých druhů paliv uvedené v příloze č. 23 k této vyhlášce a v případě biomasy také z obsahu vody v palivu.

(2) Výhřevnosti jednotlivých druhů paliv jiné, než jsou uvedeny v příloze č. 23 k této vyhlášce, doloží vlastník výroby elektřiny nebo tepelné energie protokolem vystaveným akreditovanou laboratoří nebo jinou oprávněnou osobou.

(3) Výrobce energie ověřuje výhřevnost paliva alespoň jednou za 6 měsíců a při každé změně dodavatele paliva.

#### § 6

##### Četnost vyhodnocování minimální účinnosti užití energie

(1) Účinnost výroby tepelné energie, účinnost výroby elektřiny včetně účinnosti výroby elektřiny

z kombinované výroby elektřiny a tepla se vyjma případů uvedených v odstavci 2 vyhodnocuje minimálně jednou ročně.

(2) V případě uplatňování nároku na podporu podle § 4, 5, 24 a 25 zákona o podporovaných zdrojích energie se vyhodnocuje účinnost jednou měsíčně.

(3) Výsledky porovnání vypočtené účinnosti užití energie s minimální účinností užití energie se použijí

- a) ve zprávě o pravidelné kontrole kotle a tepelných rozvodů podle zákona o hospodaření energií,
- b) ve výkazu o výrobě elektřiny z podporovaných zdrojů a ve výkazu o výrobě tepla z obnovitelných zdrojů podle zákona o podporovaných zdrojích energie.

(4) Na vyžádání se předkládá výpočet, vyhodnocení účinnosti užití energie a porovnání s minimální účinností užití energie za požadovaná období ministerstvu nebo Státní energetické inspekci.

#### § 7

##### Zrušovací ustanovení

Vyhláška č. 349/2010 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie, se zrušuje.

#### § 8

##### Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2013.

Ministr:

MUDr. Kuba v. r.

### Stanovení účinnosti výroby tepelné energie v kotlích

(1) Účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  ve všech typech kotlů se všemi druhy paliv se stanoví jako poměr tepelné energie vyrobené v kotli  $Q_v$  [GJ] a energie paliva spáleného v kotli  $Q_{pal}$  [GJ] za stejnou dobu vyjádřený

$$\eta_v = \frac{Q_v \times 100}{Q_{pal}} = \frac{Q_v \times 100}{M_{pal} \times Q_i} \quad [\%]$$

(2) Tepelná energie vyrobená v kotli  $Q_v$  se stanoví podle druhu teplotnosné látky

a) pro teplovodní a horkovodní kotle

$$Q_v = \frac{M_v \times (i_{vy} - i_{vs})}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

b) pro parní kotle s výrobou přehřáté páry

$$Q_v = \frac{M_p \times (i_p - i_{mv})}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

c) pro parní kotle s výrobou syté páry

$$Q_v = \frac{M_{mv} \times (i_p - i_{mv})}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

(3) Není-li možno použít postup podle odstavce 2, protože nejsou pro kotle o jmenovitém výkonu do 2,5 MW na plynné nebo kapalné palivo k dispozici spolehlivá, technicky vhodná měřidla nebo by jejich pořízení bylo ekonomicky neefektivní, stanoví se účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  prostřednictvím provedeného měření v příslušném roce podle vztahu

$$\eta_v = 100 - \xi_k - 4 \quad [\%]$$

(4) U kotlů o jmenovitém výkonu nad 2,5 MW se účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  stanoví podle normy ČSN 07 0305 - Hodnocení kotlových ztrát.

(5) U kotlů instalovaných ve spalovnách komunálního nebo průmyslového odpadu se účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  stanoví prostřednictvím kontinuálně nebo pravidelně prováděného měření v příslušném roce podle vztahu:

$$\eta_v = 100 - \xi_k - 8 \quad [\%]$$

(6) U spalinových kotlů za plynovou turbínou se účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  stanoví jako poměr rozdílu průměrných ročních teplot spalin na vstupu do kotle a na výstupu z něho a průměrné roční teploty na vstupu, s odečtením ztráty tepla z kotle do okolí podle vztahu:

$$\eta_v = \left( \frac{t_s - t_k}{t_s} - \frac{\xi_{ss}}{100} \right) \times 100 \quad [\%]$$

(7) Ztrátu citelným teplem spalin  $\xi_k$  pro případ podle odst. 3 a odst. 5 je možno stanovit pomocí změření obsahu  $\text{CO}_2$  ( $\omega_{\text{CO}_2}$ ) ve spalinách za kotlem, tzn. ztrátu citelným teplem spalin  $\xi_k$  - podle ČSN 07 0305 - Hodnocení kotlových ztrát

$$\xi_k = K_1 \cdot \frac{t_k - t_{vz}}{\omega_{\text{CO}_2}} \quad [\%]$$

Hodnota  $\omega_{\text{CO}_2}$  se stanoví buď přímým měřením nebo přepočtem z naměřeného obsahu  $\text{O}_2$  ve spalinách za kotlem a přebytku vzduchu  $\alpha$

$$\omega_{\text{CO}_2} = \frac{\omega_{\text{CO}_2\text{max}}}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{21}{21 - \omega_{\text{O}_2}}$$

kde

$K_1$	[-]	Koeficient pro uhlí podle ČSN 070305; pro LTO = 0,58; pro TTO = 0,6; pro ZP = 0,48; pro komunální odpad = 0,7;
$M_{\text{nv}}$	[t]	množství napájecí vody na vstupu do kotle
$M_{\text{p}}$	[t]	množství páry na výstupu z kotle
$M_{\text{pal}}$	[t, tis.m <sup>3</sup> ]	množství spáleného paliva
$M_{\text{v}}$	[t]	množství oběhové vody proteklé kotlem
$Q_i^r$	[MJ/kg, MJ/m <sup>3</sup> ]	výhřevnost paliva
$Q_{\text{pal}}$	[GJ]	energie paliva spáleného v kotli, resp. ve výrobně tepla
$Q_{\text{v}}$	[GJ]	teplo vyrobené v kotli
$\xi_{\text{ss}}$	[%]	Ztráta sdílením tepla z kotle do okolí (pokud není známa z dokumentace, dosadí se $\xi_{\text{ss}} = 1$ %)
$\xi_k$	[%]	Ztráta citelným teplem spalin (komínová) zjištěná na základě měření teploty a analýzy spalin za kotlem (při větším počtu měření průměrná hodnota v příslušném roce)
$i_{\text{nv}}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie napájecí vody na vstupu do kotle
$i_{\text{p}}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry na výstupu z kotle
$i_{\text{vs}}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie horké nebo teplé vody na vstupu do kotle

$i_{vy}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie horké nebo teplé vody na výstupu z kotle
$t_k$	[°C]	průměrná roční nebo měsíční teplota spalin (resp. teplota spalin při stanovení ztráty citelným teplem spalin) na výstupu z kotle do komína
$t_s$	[°C]	průměrná roční nebo měsíční teplota spalin z turbíny na vstupu do kotle
$\eta_v$	[%]	účinnost výroby tepla v kotli
$t_{vz}$	[°C]	teplota vzduchu vstupujícího do kotle
$\alpha$	[-]	přebytek vzduchu ve spalinách za kotlem
$\omega_{CO_2}$	[obj.% ]	naměřený obsah CO <sub>2</sub> ve spalinách za kotlem
$\omega_{CO_2max}$	[obj.% ]	obsah CO <sub>2</sub> ve spalinách při teoretickém spalování (závisí na druhu paliva) pro černé uhlí = 18,7; pro hnědé uhlí = 19; pro LTO = 15,6; pro TTO = 16; pro ZP = 11,9; pro komunální odpad = 17;
$\omega_{O_2}$	[obj.% ]	naměřený obsah O <sub>2</sub> ve spalinách za kotlem

### Stanovení účinnosti dodávky tepelné energie z výroby tepla

(1) Účinnost dodávky tepelné energie  $\eta_d$  se stanoví jako poměr tepelné energie dodané z výroby tepla  $Q_d$  [GJ] a energie paliva spáleného ve všech kotlích  $Q_{pal}$  [GJ] za stejnou dobu vyjádřený

$$\eta_d = \frac{Q_d \times 100}{Q_{pal}} = \frac{Q_d \times 100}{M_{pal} \times Q_i^r} \quad [\%]$$

(2) Tepelná energie dodaná z výroby tepla  $Q_d$  se stanoví podle druhu teplonosné látky

a) tepelná energie dodávaná v teplé nebo horké vodě

$$Q_d = \frac{M_{vd} \times (i_{dv} - i_{dz})}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

b) tepelná energie dodávaná v páře

$$Q_d = \frac{M_{pd} \times (i_{pd} - i_k)}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

c) tepelná energie dodávaná v páře při zahrnutí ztráty kondenzátu v rozvodu tepla a u odběratele (mimo zdroj tepla)

$$Q_d = \frac{M_{pd} \times i_{pd} - M_k \times i_k}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

d) tepelná energie dodávaná v páře několika výstupy s různými parametry je součtem ze součinů měřeného množství a jemu odpovídající entalpie pro jednotlivé parametry páry a vratného kondenzátu

$$Q_d = \frac{\sum_{i=1}^n M_{pdi} \times (i_{pd} - i_k)_i}{1000} \quad \text{resp.} \quad Q_d = \frac{\sum_{i=1}^n M_{pdi} \times i_{pdi} - \sum_{i=1}^n M_{ki} \times i_{ki}}{1000} \quad [\text{GJ}]$$



kde

$M_k$	[t]	množství vratného kondenzátu na vstupu do výroby tepla,
$M_{ki}$	[t]	množství vratného kondenzátu jednotlivých parametrů na vstupu do výroby tepla
$M_{pal}$	[t, tis.m <sup>3</sup> ]	množství spáleného paliva
$M_{pd}$	[t, tis.m <sup>3</sup> ]	množství páry měřené na výstupu z výroby tepla
$M_{pdi}$	[t]	množství páry jednotlivých parametrů na výstupu z výroby tepla
$M_{vd}$	[t]	množství oběhové vody měřené na výstupu z výroby tepla
$Q_d$	[GJ]	teplo dodané z výroby tepla
$Q_i^r$	[MJ/kg, MJ/m <sup>3</sup> ]	výhřevnost paliva
$Q_{pal}$	[GJ]	energie paliva spáleného v kotli, resp. ve výrobě tepla
$i_{dv}$	[kJ/kg]	průměrná roční entalpie oběhové vody na výstupu z výroby tepla
$i_{dz}$	[kJ/kg]	průměrná roční entalpie oběhové vody na vstupu do výroby tepla
$i_k$	[kJ/kg]	průměrná roční entalpie vratného kondenzátu
$i_{ki}$	[kJ/kg]	roční entalpie vratného kondenzátu jednotlivých parametrů na vstupu do výroby tepla
$i_{pd}$	[kJ/kg]	průměrná roční entalpie páry v místě měření průtoku
$i_{pdi}$	[kJ/kg]	roční entalpie páry jednotlivých parametrů na výstupu z výroby tepla
$\eta_d$	[%]	účinnost dodávky tepelné energie z výroby tepla

### Stanovení účinnosti výroby tepelné energie v solárním kolektoru

#### (1) Účinnost solárního kolektoru

Závislost účinnosti kapalinového solárního kolektoru na definovaných okrajových podmínkách se stanovuje z křivky účinnosti (při kolmém úhlu dopadu slunečního záření) ve tvaru

$$\eta_{sk} = \eta_o - a_1 \cdot \frac{(t_m - t_e)}{G} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_e)^2}{G} \quad [\%]$$

kde

$\eta_o$	[-]	účinnost solárního kolektoru při nulovém teplotním spádu mezi střední teplotou teplotnosné kapaliny $t_m$ a okolím $t_e$ (nulové tepelné ztráty), zjednodušeně označovaná jako optická účinnost
$a_1$	[W/m <sup>2</sup> K]	lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru
$a_2$	[W/m <sup>2</sup> K]	kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru
$G$	[W/m <sup>2</sup> ]	sluneční ozáření

Tři konstanty křivky účinnosti  $\eta_o$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  vztažené k ploše apertury zcela charakterizují účinnost kolektoru v celém rozsahu provozních podmínek.

#### (2) Účinnost kolektoru

Z křivky účinnosti je možné stanovit pro referenční podmínky:

- sluneční ozáření  $G = \text{W/m}^2$
- zvolený rozdíl teplot mezi střední teplotou teplotnosné kapaliny v kolektoru  $t_m$  a venkovním prostředím  $t_e$  podle typu kolektoru
- minimální účinnost kolektoru  $\eta_r$  pro instalace větších výkonů

Hodnoty  $\eta_o$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  jsou stanoveny zkouškou tepelného výkonu kolektoru.

### Stanovení účinnosti výroby energie v parním turbosoustrojí

Vzorce uvedené v části a) této přílohy platí pro výpočet a porovnání účinnosti a měrné spotřeby energie v palivu u zařízení ve výrobnách elektřiny a ve výrobnách elektřiny a tepla bez rozdílu výkonu. Podle Směrnice LCP<sup>1)</sup> pro velká spalovací zařízení je porovnávací hodnotou čistá účinnost (netto účinnost), jejíž výpočet je uveden v části b). Pro tato zařízení mohou vzorce v části a) sloužit k výpočtu dílčích účinností, popř. k porovnání se zařízením menšího výkonu.

#### **a) při výrobě elektřiny a při kombinované výrobě elektřiny a tepla ve výrobně s jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW**

(1) Účinnost výroby elektřiny  $\eta_{el}$  v parním turbosoustrojí bez dodávky tepla se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{sv}$  [MWh] k energii paliva spotřebovaného na její výrobu  $Q_{pal}^e$  [GJ] za stejnou dobu:

$$\eta_{el} = \frac{3,6x E_{sv} x 100}{Q_{pal}^e} \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny v parním turbosoustrojí bez využití tepla

$$S_{pal}^{ev} = \frac{Q_{pal}^e}{E_{sv}} = \frac{3,6x 100}{\eta_{el}} \quad [\text{GJ/MWh}]$$

(2) Účinnost výroby elektřiny  $\eta_{el}$  v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{sv}$  [MWh] k energii paliva připadajícího na její výrobu  $Q_{pal}^e$  [GJ] za stejnou dobu:

$$\eta_{el} = \frac{3,6x E_{sv} x 100}{Q_{pal}^e} = \frac{3,6x E_{sv} x 100}{Q_{el}} x \frac{Q_{el} + Q_{tep}}{Q_{pal}^e} \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou

$$S_{pal}^{ev} = \frac{Q_{pal}^e}{E_{sv}} = \frac{Q_{pal}^e}{E_{sv}} x \frac{Q_{el}}{Q_{el} + Q_{tep}} = \frac{3,6x 100}{\eta_{el}} \quad [\text{GJ/MWh}]$$

<sup>1)</sup> Směrnice 2001/80/ES z 23.10.2001 o omezování emisí určitých znečišťujících látek do ovzduší z velkých spalovacích zařízení

Tepelná energie v páře spotřebovaná k výrobě elektřiny v parním turbosoustrojí bez mezipřehřátí páry

$$Q_{el} = \frac{M_{ad} \times i_{ad} - M_e \times i_e - M_u \times i_u - \sum_{i=1}^n M_{oi} \times i_{oi}}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

(3) Účinnost výroby energie  $\eta_{et}$  v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{sv}$  [MWh] a užitečného tepla dodaného z výroby  $Q_{tep}$  [GJ] k energii paliva spotřebovaného na jejich výrobu  $Q_{pal}$  [GJ] za stejnou dobu:

$$\eta_{et} = \frac{3,6 \times E_{sv} + Q_{tep}}{Q_{pal}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}}{3,6 \times E_{sv} + Q_{tep}} = \frac{100}{\eta_{et}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{sv}$	[MWh]	výroba elektřiny měřená na svorkách generátoru
$E_{vs}$	[MWh]	část vlastní spotřeby elektřiny ve výrobě připadající na výrobu elektřiny včetně transformačních ztrát
$M_{ad}$	[t]	celkové množství páry na vstupu do turbíny (admisní)
$M_e$	[t]	množství páry do protitlaku nebo množství turbinového kondenzátu (podle druhu turbíny)
$M_{oi}$	[t]	množství páry do jednotlivých odběrů
$M_u$	[t]	množství ucpávkové páry, pokud je její teplo využíváno (není-li využíváno, člen $M_u \times i_u$ odpadá)
$Q_{el}$	[GJ]	tepelná energie v páře spotřebovaná k výrobě elektřiny v parním turbosoustrojí
$Q_{pal}$	[GJ]	energie paliva spotřebovaného v kotlích ke krytí výroby elektřiny a tepla
$Q_{pal}^c$	[GJ]	energie paliva spotřebovaného v kotlích připadajícího na výrobu elektřiny
$Q_{tep}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z výroby (užitečné teplo)
$S_{pal}^{cv}$	[GJ/MWh]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny v parním turbosoustrojí
$S_{pal}^{ct}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu energie (elektřiny a tepla) v parním turbosoustrojí
$i_{ad}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry na vstupu do turbíny (admisní)

$i_e$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry vystupující z turbíny do protitlaku nebo entalpie kondenzátu (podle druhu turbíny)
$i_{oi}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry na výstupu z turbíny do jednotlivých odběrů
$i_u$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie ucpávkové páry (pokud je využívána)
$\eta_{el}$	[%]	účinnost výroby elektřiny v parním turbosoustrojí
$\eta_{et}$	[%]	účinnost výroby energie (elektrické a tepelné) v parním turbosoustrojí

**b) při výrobě elektřiny a při kombinované výrobě elektřiny a tepla ve výrobně se jmenovitým tepelným příkonem nad 50 MW**

(1) Účinnost (čistá, netto) výroby elektřiny  $\eta_{el}^{net}$  v parním turbosoustrojí bez dodávky tepla se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{sv}$  [MWh] - po odečtení vlastní spotřeby elektřiny ve výrobně  $E_{vs}$  [MWh] k energii paliva spotřebovaného na její výrobu  $Q_{pal}^e$  [GJ] za stejnou dobu:

$$\eta_{el}^{net} = \frac{3,6x(E_{sv} - E_{vs})x100}{Q_{pal}^e} = \eta_{el} \times \frac{E_{sv} - E_{vs}}{E_{sv}} \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na dodávku elektřiny (na netto elektřinu) v parním turbosoustrojí bez využití tepla

$$\begin{aligned} S_{pal}^{ed} &= \frac{Q_{pal}}{E_{sv} - E_{vs}} = \frac{3,6x100}{\eta_{el}^{net}} = \frac{3,6 \times 100}{\eta_{el}} \times \frac{E_{sv}}{E_{sv} - E_{vs}} = \\ &= S_{pal}^{ev} \times \frac{E_{sv}}{E_{sv} - E_{vs}} \quad [\text{GJ/MWh}] \end{aligned}$$

(2) Účinnost (čistá, netto) výroby elektřiny  $\eta_{el}^{net}$  v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{sv}$  [MWh] - po odečtení vlastní spotřeby elektřiny ve výrobně  $E_{vs}$  [MWh] k energii paliva připadajícího na její výrobu  $Q_{pal}^e$  [GJ] za stejnou dobu:

$$\begin{aligned} \eta_{el}^{net} &= \frac{3,6x(E_{sv} - E_{vs})}{Q_{pal}^e} \times 100 = \frac{3,6xE_{sv}x100}{Q_{el}} \times \frac{Q_{el} + Q_{tep}}{Q_{pal}} \times \frac{E_{sv} - E_{vs}}{E_{sv}} = \\ &= \eta_{el} \times \frac{E_{sv} - E_{vs}}{E_{sv}} \quad [\%] \end{aligned}$$

Měrná spotřeba energie v palivu na dodávku elektřiny (netto elektřinu) v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou

$$S_{pal}^{ed} = \frac{Q_{pal}^e}{E_{sv} - E_{vs}} = \frac{Q_{pal}}{(E_{sv} - E_{vs})} \times \frac{Q_{el}}{Q_{el} + Q_{tep}} = \frac{3,6 \times 100}{\eta_{el}^{net}} =$$

$$= \frac{3,6 \times 100}{\eta_{el}} \times \frac{E_{sv}}{E_{sv} - E_{vs}} = S_{pal}^{ev} \times \frac{E_{sv}}{E_{sv} - E_{vs}} \quad [\text{GJ/MWh}]$$

Tepelná energie v páře spotřebovaná k výrobě elektřiny v parním turbosoustrojí s jedním mezipřehřátím

$$Q_{el} = \frac{M_{ad} \times i_{ad} - M_e \times i_e - M_u \times i_u - \sum_{i=1}^n M_{oi} \times i_{oi} + M_{vt}(i_{nt} - i_{vt}) + M_{v1} \times i_{nt}}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

Tepelná energie v páře spotřebovaná k výrobě elektřiny v parním turbosoustrojí s dvojnásobným mezipřehřátím

$$Q_{el} = \frac{M_{ad} \times i_{ad} - M_e \times i_e - M_u \times i_u - \sum_{i=1}^n M_{oi} \times i_{oi} + M_{vt}(i_{st} - i_{vt}) + M_{st}(i_{nt} - i_{st}) + M_{v1} \times i_{st} + M_{v2} \times i_{nt}}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

(3) Čistá účinnost výroby elektrické a tepelné energie  $\eta_{et}^{net}$  v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{sv}$  [MWh] - po odečtení vlastní spotřeby elektřiny ve výrobě  $E_{vs}$  [MWh] a užitečného tepla dodaného z výroby k energii paliva připadajícího na jejich výrobu  $Q_{pal}$  [GJ] za stejnou dobu:

$$\eta_{et}^{net} = \frac{3,6 \times (E_{sv} - E_{vs}) + Q_{tep}}{Q_{pal}} \times 100 = \eta_{et} - \frac{3,6 \times 100 \times E_{vs}}{Q_{pal}} \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na dodávku elektřiny (netto elektřinu) a dodávku užitečného tepla z výroby v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou

$$S_{pal}^{edt} = \frac{Q_{pal}}{3,6 \times (E_{sv} - E_{vs}) + Q_{tep}} = \frac{100}{\eta_{el}^{net}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$M_{vt}$ [t]	množství páry na výstupu z vysokotlakého dílu turbíny do 1. mezipřehříváku
$M_{st}$ [t]	množství páry ze středotlakého dílu turbíny do 2. mezipřehříváku
$M_v$ [t]	množ. vody (vstřiku) pro regulaci teploty páry v 1. mezipřehříváku
$M_{v2}$ [t]	množ. vody (vstřiku) pro regulaci teploty páry v 2. mezipřehříváku
$S_{pal}^{cdt}$ [GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny a tepla zvýšená o vlastní spotřebu elektřiny ve výrobě
$i_{st}$ [kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry na vstupu do středního dílu turbíny
$i_{nt}$ [kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry na vstupu do nízkotlakého dílu turbíny
$i_{vt}$ [kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry na výstupu z vysokotlakého dílu turbíny do 1. mezipřehříváku
$i_{sn}$ [kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry na výstupu ze středotlakého dílu turbíny do 2. mezipřehříváku
$\eta_{et}^{net}$ [%]	účinnost výroby elektřiny a tepla snižená o vlastní spotřebu elektřiny ve výrobě

### **Stanovení účinnosti výroby energie v soustrojí s plynovou turbínou a spalínovým kotlem**

**a) při výrobě elektřiny a při kombinované výrobě elektřiny a tepla ve výrobně se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW**

(1) Účinnost výroby elektřiny v soustrojí s plynovou turbínou při provozu do obchozu (bez využití tepla) se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru k celkové energii paliva spáleného v plynové turbíně, vyjádřený:

$$\eta_{el} = \frac{3,6 \times E_{sv}^o}{Q_{pal}^o} \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu k výrobě elektřiny v soustrojí s plynovou turbínou při provozu do obchozu (bez využití odpadního tepla), např. při poruše kotle nebo při nutnosti špičkové výroby elektřiny bez možnosti odběru tepla

$$S_{pal}^{ev} = \frac{Q_{pal}^o}{E_{sv}^o} = \frac{3,6 \times 100}{\eta_{el}} \quad [\text{GJ/MWh}]$$

(2) Účinnost výroby energie v soustrojí s plynovou turbínou a spalínovým kotlem (včetně příp. přitápění) se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru a užitečného tepla dodaného z výroby k celkové energii paliva spáleného v plynové turbíně a ve spalínovém kotli (popř. také v palivovém kotli, je-li instalován), vyjádřený:

$$\eta_{et} = \frac{3,6x(E_{sv}^s + E_{sv}^o) + Q_{tep} + Q_v^{ov}}{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu, které bylo spáleno v plynové turbíně a v kotli a využito k výrobě elektrické a tepelné energie v soustrojí s plynovou turbínou a spalínovým kotlem

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d}{3,6x(E_{sv}^s + E_{sv}^o) + Q_{tep} + Q_v^{ov}} = \frac{100}{\eta_{et}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$



**b) při výrobě elektřiny a při kombinované výrobě elektřiny a tepla ve výrobně se jmenovitým tepelným příkonem nad 50 MW**

(1) Čistá (netto) účinnost výroby energie v soustrojí s plynovou turbínou a spalínovým kotlem (včetně přitápění) se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru, snížené o vlastní spotřebu elektřiny ve výrobně, a užitečného tepla dodaného z výroby k celkové energii paliva spáleného v plynové turbíně a ve spalínovém kotli, vyjádřený v %:

$$\eta_{et}^{net} = \frac{3,6x(E_{sv}^s + E_{sv}^o - E_{vs}) + Q_{tep} + Q_v^{ov}}{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d} \times 100 = \eta_{et} - \frac{3,6 \times 100 \times E_{vs}}{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na dodávku elektřiny (netto elektřinu) a dodávku užitečného tepla v soustrojí s plynovou turbínou a spalínovým kotlem

$$S_{pal}^{edt} = \frac{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d}{3,6x(E_{sv}^s + E_{sv}^o - E_{vs}) + Q_{tep} + Q_v^{ov}} = \frac{100}{\eta_{et}^{net}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{sv}^0$  [MWh] : elektrická energie vyrobená v plynovém turbosoustrojí při provozu do u (bez využití odpadního tepla)

$E_{sv}^s$  [MWh] elektrická energie vyrobená v plynovém turbosoustrojí při provozu se spalínovým kotlem

$E_{vs}$  [MWh] část vlastní spotřeby elektřiny ve výrobně připadající na výrobu elektřiny včetně transformačních ztrát (do vlastní spotřeby není zahrnut kompresor plynu)

$Q_{pal}^d$  [GJ] energie paliva spáleného v kotli pomocí přitápěcího hořáku

$Q_{pal}^o$  [GJ] energie paliva spáleného v plynové turbíně při provozu do obchozu (bez využití tepla)

$Q_{pal}^s$  [GJ] energie paliva spáleného v plynové turbíně při provozu s kotlem

$Q_{tep}$  [GJ] tepelná energie dodaná z výroby (užitečné teplo)

$Q_v^{ov}$  [GJ] tepelná energie dodaná vodě v nízkoteplotním ohříváku spalínového kotle (ve vychlázovací smyčce) pro vytápění nebo jiné účely, nikoliv pro napájení spalínového kotle

$S_{pal}^{et}$  [GJ/GJ] měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny a tepla

$S_{pal}^{edt}$  [GJ/GJ] měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny a tepla zvýšená o vlastní spotřebu elektřiny ve výrobně

$\eta_{et}$  [%] účinnost výroby energie (elektřiny a tepelné energie) v soustrojí s plynovou turbínou a spalínovým kotlem

$\eta_{et}^{net}$  [%] účinnost (čistá, netto) výroby energie (elektřiny a tepelné energie) v soustrojí s plynovou turbínou a spalínovým kotlem snížená o vlastní spotřebu elektřiny ve výrobně

### Stanovení účinnosti výroby energie v paroplýnovém cyklu

**a) při výrobě elektřiny a při kombinované výrobě elektřiny a tepla ve výrobně se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW**

Účinnost výroby energie v paroplýnovém cyklu se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu elektřiny měřené na svorkách generátorů a užitečné tepelné energie dodané z výroby k celkové energii paliva spáleného v plynové turbíně a ve spalínovém kotli (popř. také v palivovém kotli, je-li instalován) vyjádřený:

$$\eta_{et} = \frac{3,6x(E_{sv}^s + E_{sv}^o + E_{sv}) + Q_{tep} + Q_v^{ov}}{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d + Q_{pal}^k} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu energie v paroplýnovém cyklu

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d + Q_{pal}^k}{3,6x(E_{sv}^s + E_{sv}^o + E_{sv}) + Q_{tep} + Q_v^{ov}} = \frac{100}{\eta_{et}^{net}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

**b) při výrobě elektřiny a při kombinované výrobě elektřiny a tepla ve výrobně se jmenovitým tepelným příkonem nad 50 MW**

Účinnost výroby energie v paroplýnovém cyklu se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu elektřiny měřené na svorkách generátorů, snížené o vlastní spotřebu elektřiny ve výrobně, a užitečné tepelné energie dodané z výroby k celkové energii paliva spáleného v plynové turbíně a ve spalínovém kotli (popř. také v palivovém kotli, je-li instalován) vyjádřený:

$$\begin{aligned} \eta_{et}^{net} &= \frac{3,6x(E_{sv}^s + E_{sv}^o + E_{sv} - E_{vs}) + Q_{tep} + Q_v^{ov}}{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d + Q_{pal}^k} \times 100 = \\ &= \eta_{et} \times \frac{E_{sv}^s - E_{sv}^o - E_{sv} - E_{vs}}{E_{sv}^s - E_{sv}^o - E_{sv}} \quad [\%] \end{aligned}$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu netto energie v paroplýnovém cyklu

$$S_{pal}^{edt} = \frac{Q_{pal}^s + Q_{pal}^o + Q_{pal}^d + Q_{pal}^k}{3,6x(E_{sv}^s + E_{sv}^o + E_{sv} - E_{vs}) + Q_{tep} + Q_v^{ov}} = \frac{100}{\eta_{et}^{net}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{sv}$	[MWh]	elektrina vyrobená v parním turbosoustrojí
$E_{sv}^o$	[MWh]	elektrická energie vyrobená v plynovém turbosoustrojí při provozu do obchozu (bez využití odpadního tepla)
$E_{sv}^s$	[MWh]	elektrická energie vyrobená v plynovém turbosoustrojí při provozu se spalínovým kotlem
$E_{vs}$	[MWh]	část vlastní spotřeby elektřiny ve výrobně připadající na výrobu elektřiny včetně transformačních ztrát (do vlastní spotřeby není zahrnut kompresor plynu)
$Q_{pal}^d$	[GJ]	energie paliva spáleného v kotli pomocí přitápěcího hořáku
$Q_{pal}^k$	[GJ]	energie paliva spáleného v palivovém kotli, který dodává další páru do parního turbosoustrojí, pokud je ve výrobně instalován
$Q_{pal}^o$	[GJ]	elektrická energie vyrobená v plynovém turbosoustrojí při provozu do obchozu
$Q_{pal}^s$	[GJ]	energie paliva spáleného v plynové turbíně při provozu s kotlem
$Q_{tep}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z výrobní (užitečné teplo)
$Q_v^{ov}$	[GJ]	tepelná energie dodaná vodě v nízkoteplotním ohříváku spalínového kotle (ve vychlazovací smyčce) pro vytápění nebo jiné účely, nikoliv pro napájení spalínového kotle
$S_{pal}^{ct}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny a dodávku užitečného tepla z výrobní
$S_{pal}^{cdt}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu vztažená na vyrobenou elektřinu, sníženou o vlastní spotřebu elektřiny ve výrobně, a na dodávku tepelné energie z výrobní
$\eta_{et}$	[%]	účinnost výroby energie v paroplynovém cyklu vztažená na výrobu elektřiny a na dodávku tepelné energie z výrobní
$\eta_{et}^{net}$	[%]	čistá (netto) účinnost výroby energie v paroplynovém cyklu vztažená na výrobu elektřiny, sníženou o vlastní spotřebu elektřiny ve výrobně, a na dodávku tepelné energie z výrobní

### Stanovení účinnosti výroby energie v kogenerační jednotce se spalovacím motorem a ve výrobně s více kogeneračními jednotkami

(1) Účinnost výroby elektřiny v jednom soustrojí se spalovacím motorem  $\eta_{kj}^e$  při provozu bez využití tepla se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu elektrické energie měřené na svorkách generátoru  $E_{kj}$  [MWh] k energii paliva spáleného v této jednotce  $Q_{pal}^{kj}$  [GJ] vyjádřený

$$\eta_{kj}^e = \frac{3,6xE_{kj}}{Q_{pal}^{kj}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické energie v jedné kogenerační jednotce se spalovacím motorem při provozu bez využití tepla

$$S_{pal}^{ev} = \frac{Q_{pal}^{kj}}{E_{kj}} = \frac{3,6 \times 100}{\eta_{kj}^e} \quad [\text{GJ/MWh}]$$

(2) Účinnost výroby elektrické a tepelné energie v jednom soustrojí se spalovacím motorem  $\eta_{kj}$  se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu elektrické energie měřené na svorkách generátoru  $E_{kj}$  [MWh] a tepelné energie dodané z kogenerační jednotky  $Q_{kj}$  [GJ] k energii paliva spáleného v této jednotce  $Q_{pal}^{kj}$  [GJ], vyjádřený

$$\eta_{kj} = \frac{3,6xE_{kj} + Q_{kj}}{Q_{pal}^{kj}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie v jedné kogenerační jednotce se spalovacím motorem

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^{kj}}{3,6xE_{kj} + Q_{kj}} = \frac{100}{\eta_{kj}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{kj}$	[MWh]	elektřina vyrobená v kogenerační jednotce, měřená na svorkách generátoru
$Q_{kj}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z kogenerační jednotky
$Q_{pal}^{kj}$	[GJ]	energie paliva spáleného v kogenerační jednotce
$S_{pal}^{ev}$	[GJ/MWh]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny v kogenerační jednotce při provozu bez využití tepla
$S_{pal}^{et}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny a tepla v kogenerační jednotce
$\eta_{kj}^e$	[%]	účinnost výroby elektřiny v kogenerační jednotce při provozu bez využití tepla
$\eta_{kj}$	[%]	účinnost výroby elektrické a tepelné energie v kogenerační jednotce

(3) Účinnost výroby energie ve výrobně zahrnující jednu nebo více kogeneračních jednotek se spalovacím motorem a jeden nebo více kotlů, obvykle teplovodních, se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektrické energie měřené na svorkách generátorů  $\Sigma E_{kj}$  a tepelné energie dodané celkem z kogeneračních jednotek a z kotlů  $Q_{vyt}$  [GJ] k celkové energii paliva spáleného v kogeneračních jednotkách a v kotlích, vyjádřený v %:

$$\eta_{et} = \frac{3,6x\Sigma E_{kj} + Q_{vyt}}{Q_{pal}^{kj} + Q_{pal}^{ko}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie ve výrobně s více kogeneračními jednotkami se spalovacím motorem a s kotli

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^{kj} + Q_{pal}^{ko}}{3,6x\Sigma E_{kj} + Q_{vyt}} = \frac{100}{\eta_{et}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$\Sigma E_{kj}$	[MWh]	součet elektřiny vyrobené v kogeneračních jednotkách, měřené na svorkách generátorů, popř. součtovým elektroměrem
$Q_{pal}^{ko}$	[GJ]	energie paliva spáleného v kotlích
$Q_{vyt}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z výroby celkem (z kogeneračních jednotek a kotlů)
$S_{pal}^{et}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu energie ve výrobně
$\eta_{et}$	[%]	účinnost výroby elektrické a tepelné energie ve výrobně

### **Stanovení účinnosti výroby energie v palivovém článku**

Účinnost výroby energie v palivovém článku  $\eta_{pc}$  se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu elektřiny měřené na svorkách palivového článku  $E_{pc}$  [MWh] a tepelné energie dodané z palivového článku  $Q_{pc}$  [GJ] k energii paliva (nosiče energie) spáleného v této jednotce vyjádřený:

$$\eta_{pc} = \frac{3,6xE_{pc} + Q_{pc}}{Q_{pal}^{pc}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie v palivovém článku

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^{pc}}{3,6xE_{pc} + Q_{pc}} = \frac{100}{\eta_{pc}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{pc}$	[MWh]	elektřina vyrobená v palivovém článku, měřená na jeho svorkách
$Q_{pc}$	[GJ]	tepelná energie vyrobená v palivovém článku
$Q_{pal}^{pc}$	[GJ]	energie paliva (nosiče energie) spáleného v palivovém článku
$S_{pal}^{ev}$	[GJ/MWh]	měrná spotřeba energie paliva (nosiče energie) spotřebovaného v palivovém článku na výrobu elektrické a tepelné energie
$\eta_{pc}$	[%]	účinnost výroby elektrické a tepelné energie v palivovém článku

### Stanovení účinnosti výroby energie ve výrobně s palivovými články a kotli

Účinnost výroby energie ve výrobně  $\eta_{et}$  zahrnující jeden nebo více palivových článků a jeden nebo více kotlů (obvykle teplovodních) se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektrické energie měřené na svorkách palivových článků a tepelné energie dodané celkem z palivových článků a z kotlů k celkové energii paliva spáleného v palivových člancích a v kotlích vyjádřený:

$$\eta_{et} = \frac{3,6xE_{pc} + Q_{vyt}}{Q_{pal}^{pc} + Q_{pal}^{ko}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie ve výrobně

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^{pc} + Q_{pal}^{ko}}{3,6xE_{pc} + Q_{vyt}} = \frac{100}{\eta_{et}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{pc}$	[MW]	elektrina vyrobená v palivových člancích, měřená na jejich svorkách
$Q_{pal}^{ko}$	[GJ]	energie paliva spáleného v kotlích
$Q_{pal}^{pc}$	[GJ]	energie paliva (nosiče energie) spáleného v palivových člancích
$Q_{vyt}$	[GJ]	tepelná energie dodaná celkem z výroby (z palivových článků a z kotlů)
$S_{pal}^{et}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie ve výrobně (v palivových člancích a v kotlích)
$\eta_{et}$	[%]	účinnost výroby elektrické a tepelné energie ve výrobně

### Stanovení účinnosti výroby energie v ORC turbosoustrojích

(1) Účinnost výroby elektřiny v ORC turbosoustrojích  $\eta_{ORC}^e$  se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{ORC}$  [MWh] k energii paliva spáleného v kotlích připadajícího na její výrobu  $Q_{pal}^e$  [GJ] vyjádřený:

$$\eta_{ORC}^e = \frac{3,6 \times E_{ORC}}{Q_{pal}^e} \times 100 = \frac{3,6 \times E_{ORC}}{Q_{el}^{ORC}} \times \frac{Q_{el}^{ORC} + Q_{ORC}}{Q_{pal}^{ORC}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické energie

$$S_{pal}^{ev} = \frac{Q_{pal}^e}{E_{ORC}} = \frac{Q_{pal}^{ORC}}{E_{ORC}} \times \frac{Q_{el}^{ORC}}{Q_{el}^{ORC} + Q_{ORC}} = \frac{3,6 \times 100}{\eta_{ORC}^e} \quad [\text{GJ/MWh}]$$

(2) Účinnost výroby elektrické a tepelné energie v soustrojí s ORC turbínou  $\eta_{ORC}$  se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{ORC}$  [MWh] a tepelné energie dodané z výroby (užitečného tepla)  $Q_{ORC}$  [GJ] k energii paliva spáleného v kotlích zásobujících jednotku  $Q_{pal}^{ORC}$  [GJ] vyjádřený:

$$\eta_{ORC} = \frac{3,6 \times E_{ORC} + Q_{ORC}}{Q_{pal}^{ORC}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie v soustrojí s ORC parní turbínou

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^{ORC}}{3,6 \times E_{ORC} + Q_{ORC}} = \frac{100}{\eta_{ORC}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{ORC}$	[MWh]	elektřina vyrobená v ORC turbosoustrojích měřená na svorkách generátoru
$Q_{ORC}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z výroby (užitečné teplo)
$Q_{pal}^{ORC}$	[GJ]	energie paliva spotřebovaného v kotlích ke krytí výroby elektřiny a tepla
$Q_{pal}^e$	[GJ]	energie paliva spotřebovaného v kotlích, připadajícího na výrobu elektřiny
$Q_{el}^{ORC}$	[GJ]	tepelná energie v páře spotřebovaná k výrobě elektřiny v ORC turbosoustrojích
$S_{pal}^{ev}$	[GJ/MWh] [GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny v ORC turbosoustrojích
$S_{pal}^{et}$		měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie v soustrojí s ORC turbínou
$\eta_{ORC}^e$	[%]	účinnost výroby elektřiny v ORC turbosoustrojích
$\eta_{ORC}$	[%]	účinnost výroby elektrické a tepelné energie v soustrojí s ORC turbínou



### **Stanovení účinnosti výroby energie v kombinovaném cyklu se spalovacím motorem a ORC turbínou**

Účinnost výroby energie v kombinovaném cyklu se spalovacím motorem a ORC turbínou  $\eta_{et}$  se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátorů (motoru a ORC turbíny)  $E_{kj}$ ,  $E_{ORC}$  [MWh] a užitečného tepla dodaného z výroby  $Q_{tep}$  k energii paliva spáleného ve spalovacím motoru  $Q_{pal}^{kj}$  [GJ] vyjádřený:

$$\eta_{et} = \frac{3,6x(E_{kj} + E_{ORC}) + Q_{tep}}{Q_{pal}^{kj}} \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie v kombinovaném cyklu se spalovacím motorem a ORC turbínou

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^{kj}}{3,6x(E_{kj} + E_{ORC}) + Q_{tep}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{kj}$	[MWh]	elektřina měřená na svorkách generátoru spalovacího motoru
$E_{ORC}$	[MWh]	elektřina měřená na svorkách generátoru turbíny ORC
$Q_{tep}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z výroby (užitečné teplo)
$Q_{pal}^{kj}$	[GJ]	energie paliva spotřebovaného ve spalovacím motoru ke krytí výroby elektřiny a tepla
$S_{pal}^{et}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu energie (elektřiny a tepla) v spalovacím motoru a ORC turbosoustrojí
$\eta_{et}$	[%]	účinnost výroby energie v kombinovaném cyklu vztažená na výrobu elektřiny na svorkách všech generátorů a na dodávku tepelné energie z výroby

### Stanovení účinnosti výroby energie ve Stirlingově motoru

Účinnost výroby energie v soustrojí se Stirlingovým motorem se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{st}$  [MWh] a užitečného tepla  $Q_{st}$  [GJ] dodaného z výroby k celkové energii paliva spáleného ve Stirlingově motoru (resp. jiné energie dodané motoru)  $Q_{pal}^{st}$ , vyjádřený:

$$\eta_{st} = \frac{3,6 \times E_{st} + Q_{st}}{Q_{pal}^{st}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu k výrobě energie ve Stirlingově motoru

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^{st}}{3,6 \times E_{st} + Q_{st}} = \frac{100}{\eta_{st}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{st}$	[MWh]	elektrická energie vyrobená ve Stirlingově motoru
$Q_{pal}^{st}$	[GJ]	energie paliva spáleného ve Stirlingově motoru (resp. jiné energie dodané do motoru)
$Q_{st}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z výroby (užitečné teplo)
$S_{pal}^{et}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie vztážená na výrobu elektřiny na svorkách generátoru a na dodávku tepelné energie z výroby
$\eta_{st}$	[%]	účinnost výroby elektrické a tepelné energie v soustrojí se Stirlingovým motorem

### **Stanovení účinnosti výroby elektřiny v kombinovaném cyklu s parním strojem**

Účinnost výroby elektrické a tepelné energie v parním soustrojí se stanoví jako poměr fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátoru  $E_{ps}$  [MWh] a užitečného tepla dodaného z výroby  $Q_{tep}$  [GJ] k energii paliva připadajícího na její výrobu  $Q_{pal}^c$  [GJ] za stejnou dobu:

$$\eta_{et} = \frac{3,6 \times E_{ps} + Q_{tep}}{Q_{pal}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny v parním soustrojí

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}}{3,6 \times E_{ps} + Q_{tep}} = \frac{100}{\eta_{et}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{ps}$	[MWh]	výroba elektřiny měřená na svorkách generátoru parního stroje
$Q_{pal}$	[GJ]	energie paliva spotřebovaného v kotlích ke krytí výroby elektřiny a tepla
$Q_{tep}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z výroby (užitečné teplo)
$S_{pal}^{et}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny a tepla v parním soustrojí
$\eta_{et}$	[%]	účinnost výroby energie (elektřiny a tepla) v parním soustrojí

### **Stanovení účinnosti výroby energie v plynové mikroturbíně**

Účinnost výroby energie v soustrojí s plynovou mikroturbínou se stanoví jako poměr součtu fyzikálního ekvivalentu vyrobené elektřiny  $E_{mt}$  [MWh] měřené na svorkách generátoru a užitečného tepla  $Q_{tep}$  [GJ] dodaného z výroby k celkové energii paliva spáleného v plynové mikroturbíně  $Q_{pal}^{mt}$  [GJ] vyjádřený:

$$\eta_{et} = \frac{3,6x E_{mt} + Q_{tep}}{Q_{pal}^{mt}} \times 100 \quad [\%]$$

Měrná spotřeba energie v palivu k výrobě elektrické a tepelné energie v plynové mikroturbíně

$$S_{pal}^{et} = \frac{Q_{pal}^{mt}}{3,6x E_{mt} + Q_{tep}} = \frac{100}{\eta_{et}} \quad [\text{GJ/GJ}]$$

kde

$E_{mt}$	[MWh]	elektrická energie vyrobená v plynové mikroturbíně
$Q_{pal}^{mt}$	[GJ]	energie paliva spáleného v plynové mikroturbíně
$Q_{tep}$	[GJ]	tepelná energie dodaná z výroby (užitečné teplo)
$S_{pal}^{et}$	[GJ/GJ]	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické a tepelné energie vztážená na výrobu elektřiny na svorkách generátoru a na dodávku tepelné energie z výroby
$\eta_{et}$	[%]	účinnost výroby elektrické a tepelné energie v soustrojí s plynovou mikroturbínou

**Minimální účinnost výroby tepelné energie pro palivové kotle****a) neobnovitelné zdroje energie**

Palivo	účel	účinnost $\eta_v$ [%]										
		výrobna se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW						výrobna se jmenovitým tepelným příkonem nad 50 MW				
výkon kotle		do 0,5 MW	0,51–3 MW	3,1-6 MW	6,1–20 MW	nad 20 MW		hořák	rošty	prášk.	fluidní	
spal.zař.		roštové						prášk.				
<b>koks</b>	<i>výstavba</i> *	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>změna</i> *	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>černé uhlí</b> **	<i>výstavba</i> *	68	70	75	81	82	86	-	83	87	84	
	<i>změna</i> *	68	70	75	79	80	84	-	81	85	84	
<b>brikety</b>	<i>výstavba</i> *	67	69	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>změna</i> *	67	69	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>hnědé uhlí</b> ***	<i>výstavba</i> *	66	68	72	78	79	85	-	-	86	84	
	<i>změna</i> *	66	67	70	76	77	83	-	-	84	83	
<b>spal.zař.</b>	→	hořáky							-	-	-	-
<b>LTO</b>	<i>výstavba</i> *	80	83	84	85	87	89	89	-	-	-	
	<i>změna</i> *	80	83	84	85	86	88	88	-	-	-	
<b>TTO</b>	<i>výstavba</i> *	-	-	82	83	85	87	87	-	-	-	
	<i>změna</i> *	-	-	82	82	84	86	86	-	-	-	
<b>zemní plyn</b>	<i>výstavba</i> *	85	86	87	90	92	93	93	-	-	-	
	<i>změna</i> *	85	86	87	89	91	92	92	-	-	-	
	<i>spol.spal.</i> *	82	83	84	87	89	90	90	-	-	-	

Poznámky:\* *výstavba* značí hodnotu min. účinnosti pro novou výstavbu kotle,*změna* značí hodnotu min. účinnosti pro změnu (rekonstrukci) kotle*spol.spal.* značí hodnotu min. účinnosti pro společné spalování s jiným palivem

\*\* a \*\*\* platí pro standardní uhlí podle přílohy č. 23 této vyhlášky, kde je uveden také způsob přepočtu účinnosti pro uhlí jiných parametrů

## b) obnovitelné zdroje energie

Palivo	účel	účinnost $\eta_v$ [%]					
		výrobní se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW					výrobní se jmenovitým tepelným příkonem nad 50MW
výkon kotle		do 0,5 MW	0,51 – 3 MW	3,1 - 6 MW	6,1 – 20 MW	nad 20 MW	
dřevěná paliva**	výstavba *	65	67	72	74	76	79
	změna *	65	67	70	72	74	77
	podpora *	64	66	69	71	73	76
zemědělská biomasa	výstavba *	64	66	71	73	76	78
	změna *	64	65	70	72	74	76
	podpora *	63	64	69	71	73	75
biologicky rozložitelná složka komunálního a průmyslového odpadu	výstavba *	65	67	72	74	75	79
	změna *	64	66	70	72	74	77
	podpora *	63	65	69	71	73	76
ostatní biomasa jinde neuvedená	výstavba *	60	59	-	-	-	-
	změna *	60	59	-	-	-	-
	podpora *	59	58	-	-	-	-
biokapaliny (rostlinné oleje, alkoholy)	výstavba *	80	83	-	-	-	-
	změna *	80	82	-	-	-	-
	podpora *	78	80	-	-	-	-
bioplyn, kalový plyn	výstavba *	80	83	85	88	-	-
	změna *	79	82	84	87	-	-
	podpora *	78	81	83	86	-	-
skládkový plyn	výstavba *	80	82	84	87	-	-
	změna *	79	81	83	85	-	-
	podpora *	78	80	82	84	-	-

Poznámky:

\* *výstavba* značí hodnotu min. účinnosti pro novou výstavbu kotle,

*změna* značí hodnotu min. účinnosti pro změnu (rekonstrukci) kotle,

*podpora* značí hodnotu min. účinnosti pro přiznání podpory podle zákona o podporovaných zdrojích energie

\*\* dřevní hmota s relativní vlhkostí do 30 % a ušlechtilá paliva s převážujícím podílem dřevní hmoty

## c) druhotné zdroje energie

Palivo	účel	účinnost $\eta_v$ [%]					
		výrobní se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW					výrobní se jmenovitým tepelným příkonem nad 50MW
výkon kotle →		do 0,5 MW	0,51 – 3 MW	3,1 - 6 MW	6,1 – 20 MW	nad 20 MW	
biologicky nerozložitelná složka komunálního a průmyslového odpadu	výstavba *	65	67	72	74	75	79
	změna *	64	66	70	72	74	77
	podpora *	63	65	69	71	73	76
koksárenský plyn	výstavba *	-	-	84	87	89	90
	změna *	-	-	84	86	88	89
	podpora *	-	-	83	86	87	88
vysokopecní plyn	výstavba *	-	-	-	-	83	85
	změna *	-	-	-	-	82	84
	podpora *	-	-	-	-	81	83
důlní a degazační plyn**	výstavba *	80/79/78	82/81/80	84/83/82	-	-	-
	změna *	79/78/77	81/80/79	82/81/80	-	-	-
	podpora *	77	79	80	-	-	-

## Poznámky:

\* *výstavba* značí hodnotu min. účinnosti pro novou výstavbu kotle,

*změna* značí hodnotu min. účinnosti pro změnu (rekonstrukci) kotle,

*podpora* značí hodnotu min. účinnosti pro přiznání podpory podle zákona o podporovaných zdrojích energie

\*\* nejvyšší hodnota na každém řádku platí pro plyn s obsahem metanu nad 40 % , prostřední s obsahem 25 až 40 % , nejnižší s obsahem metanu pod 25 %

Příloha č. 16 k vyhlášce č. 441/2012 Sb.

**Minimální účinnost výroby tepelné energie pro spalínové kotle za plynovou turbínou**

teplota spalin na vstupu do kotle $t_s$ [°C]	účinnost výroby tepelné energie $\eta_v$ [%]	měrná spotřeba energie v palivu $S_{\text{pal}}^{\text{tv}}$ [GJ/GJ]
do 400	74	1,35
401 - 450	76	1,32
451 - 500	78	1,28
501 - 550	80	1,25
nad 550	81	1,24



### **Minimální účinnost dodávky tepla z výroby tepla**

Minimální účinnost dodávky tepla z výroby tepla  $\eta_d$  může být oproti účinnosti výroby tepelné energie  $\eta_v$  podle tabulek v přílohách 2 a 3 nižší až o 2 % u teplovodních kotlů a horkovodních kotlů a až o 3 % nižší u parních kotlů při blokovém uspořádání a 8 % při neblokovaném uspořádání. Snížení kompenzuje vlastní spotřebu a ztráty vznikající při provozu kotlů a jejich příslušenství, s výjimkou stáčení mazutu, ohřevu zásobních nádrží, rozmrazování uhlí v tunelu nebo trvalého provozu parních turbonapáječek.

### Minimální účinnost výroby energie v parním turbosoustrojí a v soustrojí ORC

#### a) pro výrobu elektřiny

Palivo	účel	výrobní se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW		výrobní se jmenovitým tepelným příkonem nad 50 MW		
		$\eta_{el}$	$S_{pal}^{ev}$	spalovací zařízení	$\eta_{el}^{net}$	$S_{pal}^{ed}$
		[%]	[GJ/MWh]		[%]	[GJ/MWh]
černé uhlí	výstavba *	28	12,86	práškové	43	8,37
	změna *	24	15,0	fluidní	41	8,78
hnědé uhlí	výstavba *	28	12,86	-	36	10,0
	změna *	23	15,65	práškové	42	8,57
TTO (mazut)	výstavba *	28	12,86	fluidní	40	9,0
	změna *	24	15,0	-	36	10,0
zemní plyn	výstavba *	30	12,0	hořáky	40	9,0
	změna *	28	12,86	-	36	10,0
biomasa**	změna *	19	18,95	hořáky	40	9,0
důlní a degazační plyn, koksárenský plyn	změna *	19	18,95	rošty	20	18,0
	výstavba *	20	18,0	-	35	10,28
	změna *	19	18,95	-	33	10,91
biologicky rozložitelná i nerozložitelná složka komunálního a průmyslového odpadu	podpora *	18	20,0	-	32	11,25
	změna *	24	15,0	-	24	15,0

#### Poznámky:

- \* *výstavba* značí hodnotu minimální účinnosti pro novou výstavbu výroby elektřiny
- změna* značí hodnotu minimální účinnosti pro změnu (rekonstrukci) výroby elektřiny
- podpora* značí hodnotu minimální účinnosti pro přiznání podpory podle zákona o podporovaných zdrojích energie
- \*\* *biomasa* = dřevěná paliva (dřevní hmota s relativní vlhkostí do 30 % a ušlechtilá paliva s převažujícím podílem dřevní hmoty), zemědělská biomasa a ostatní biomasa jinde neuvedená

Hodnoty uvedené v tabulce platí i pro výroby elektřiny s kondenzačním provozem a s dodávkou užitečného tepla v poměru vyrobené elektřiny a dodávky užitečného tepla  $E_{sv} [MWh]/Q_{tep} [MWh]$  rovným nebo větším než 4,4 (elektrárny s dodávkou tepla).

## b) pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v parním turbosoustrojí

Turbosoustrojí	účel	výrobní se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW				výrobní se jmenovitým tepelným příkonem nad 50 MW			
		kondenzační odběrová		protitlaká		kondenzační odběrová		protitlaká	
-	-	$\eta_{el}$	$S_{pal}^{cv}$	$\eta_{el}$	$S_{pal}^{cv}$	$\eta_{el}^{net}$	$S_{pal}^{cd}$	$\eta_{el}^{net}$	$S_{pal}^{cd}$
-	-	[%]	[GJ/MWh]	[%]	[GJ/MWh]	[%]	[GJ/MWh]	[%]	[GJ/MWh]
fosilní paliva	výstavba*	49/48**	7,35/7,5	67/64**	5,35/5,6	49	7,35	68	5,29
	změna*	49/48**	7,35/7,5	65/62**	5,55/5,8	49	7,35	66	5,45
	podpora*	48/47**	7,5/7,65	64/61**	5,6/5,9	48	7,5	65	5,54
druhotný zdroj	výstavba*	49/48**	7,35/7,5	65/64	5,55/5,6	47	7,65	65	5,55
	změna*	47/46**	7,65/7,8	63/62	5,7/5,8	46	7,8	64	5,6
	podpora*	46/45**	7,8/8,0	62/61**	5,8/5,9**	45	8,0	63	5,7
biomasa***	výstavba*	49/48**	7,35/7,5	65/64	5,55/5,6	47	7,65	65	5,55
	změna*	46/45**	7,8/8,0	63/62	5,7/5,8	46	7,8	64	5,6
	podpora*	45/44**	8,0/8,2	62/61	5,8/5,9	45	8,0	63	5,7

## Poznámky:

- \* *výstavba* značí hodnotu minimální účinnosti pro novou výstavbu výroby  
*změna* značí hodnotu minimální účinnosti pro změnu (rekonstrukci) výroby  
*podpora* značí hodnotu minimální účinnosti pro přiznání podpory podle zákona o podporovaných zdrojích energie

\*\* nižší hodnoty platí pro turbínu o elektrickým výkonem menším než 6 MW

\*\*\* *biomasa* = dřevní paliva (dřevní hmota s relativní vlhkostí do 30 % a ušlechtilá paliva s převažujícím podílem dřevní hmoty), zemědělská biomasa a ostatní biomasa jinde neuvedená

## c) pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v soustrojí ORC

Palivo	účel	výrobní se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW					
		do 0,5 MW		0,5 – 3 MW		od 3,1 MW	
Výkon kotle	-	$\eta_{ORC}$	$S_{pal}^{ev}$	$\eta_{ORC}$	$\eta_{el}$	$\eta_{ORC}$	$\eta_{el}$
-	-	[%]	[GJ/MWh]	[%]	[GJ/MWh]	[%]	[GJ/MWh]
dřevěná paliva**	výstavba *	64	5,6	66	5,45	71	5,05
	změna *	64	5,6	66	5,45	69	5,2
	podpora *	63	5,7	65	5,55	68	5,3
zemědělská biomasa	výstavba *	63	5,7	65	5,55	70	5,15
	změna *	63	5,7	64	5,6	69	5,2
	podpora *	62	5,8	63	5,7	68	5,3
ostatní biomasa jinde neuvedená	výstavba *	63	5,7	65	5,55	70	5,15
	změna *	63	5,7	64	5,6	69	5,2
	podpora *	62	5,8	63	5,7	68	5,3

## Poznámky:

- \* *výstavba* značí hodnotu minimální účinnosti pro novou výstavbu výrobní
- změna* značí hodnotu minimální účinnosti pro změnu (rekonstrukci) výrobní
- podpora* značí hodnotu minimální účinnosti pro přiznání podpory podle zákona o podporovaných zdrojích energie
- \*\* *dřevní paliva* - dřevní hmota s relativní vlhkostí do 30 % a ušlechtilá paliva s převažujícím podílem dřevní hmoty

**Minimální účinnost výroby elektřiny a výroby elektřiny a tepla v kombinovaném cyklu s plynovou turbínou a spalínovým kotlem a v paroplynovém cyklu**

Provozní soubor	účel	výrobna se jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW				výrobna se jmenovitým tepelným příkonem nad 50 MW	
		$\eta_{el}$	$S_{pal}^{ev}$	$\eta_{et}$	$S_{pal}^{et}$	$\eta_{el}^{net}$	$S_{pal}^{ev}$
		[%]	[GJ/MWh]	[%]	[GJ/GJ]	[%]	[GJ/MWh]
plynová turbína	<i>výstavba*</i>	32	11,25	-	-	36	10,0
	<i>změna *</i>	32	11,25	-	-	36	10,0
paroplynové zařízení s kondenzací **	<i>výstavba*</i>	-	-	-	-	54	1,85
	<i>změna *</i>	-	-	-	-	54	1,85
plynová turbína se spalínovým kotlem	<i>výstavba*</i>	-	-	81	1,23	84	1,19
	<i>změna *</i>	-	-	80	1,25	83	1,20
	<i>podpora *</i>	-	-	79	1,26	82	1,22
paroplynové zařízení s dodávkou tepla***	<i>výstavba*</i>	-	-	75	1,33	75	1,33
	<i>změna *</i>	-	-	75	1,33	75	1,33
	<i>podpora*</i>	-	-	75	1,33	75	1,33

Poznámky:

- \* *výstavba* značí hodnotu minimální účinnosti pro novou výstavbu výroby  
*změna* značí hodnotu minimální účinnosti pro změnu (rekonstrukci) výroby  
*podpora* značí hodnotu minimální účinnosti pro přiznání podpory podle zákona o podporovaných zdrojích energie

\*\* plynová turbína + spalínový kotel + parní kondenzační turbína

\*\*\* plynová turbína + spalínový kotel + parní protitlaká turbína

Do vlastní spotřeby není zahrnuta spotřeba kompresoru plynu.

### Minimální účinnost výroby elektřiny v kogenerační jednotce se spalovacím motorem

Jedná se o výrobu elektřiny v kogenerační jednotce, kde není k dispozici odběr tepelné energie  $Q_{tep}$  (např. zdroje elektřiny na degazační plyn). Uvedené účinnosti kogenerační jednotky platí jak pro její výstavbu, tak pro provoz. Hodnoty pro degazační plyn platí i pro jiný odpadní plyn s obsahem metanu nad 40 %.

Jmenovitý elektrický výkon kogenerační jednotky		účinnost výroby elektrické energie			měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny		
		$\eta_{ki}^e$			$S_{pal}^{ev}$		
[kW]		[%]			[GJ/MWh]		
		zemní plyn, nafta	bioplyn	degazační, kalový, skládkový plyn	zemní plyn, nafta	bioplyn	degazační, kalový skládkový plyn
do 30	výstavba*	26	26	-	13,85	13,85	-
	změna*	26	25	-	13,85	14,4	-
	podpora*	-	25	-	-	14,4	-
31 – 100	výstavba*	30	30	-	12,0	12,0	-
	změna*	30	29	-	12,0	12,4	-
	podpora*	-	29	-	-	12,4	-
101 - 300	výstavba*	32	31	29	11,25	11,6	12,4
	změna*	32	30	28	11,25	12,0	12,85
	podpora*	-	30	28	-	12,0	-
301 - 700	výstavba*	36	35	32	10,0	10,3	11,25
	změna*	36	34	31	10,0	10,6	11,6
	podpora*	-	34	31	-	10,6	11,6
701 - 1100	výstavba*	41	40	37	8,78	9,0	9,7
	změna*	41	39	36	8,78	9,2	10,0
	podpora*	-	39	36	-	9,2	10,0
nad 1100	výstavba*	42	41	38	8,57	8,8	9,45
	změna*	42	40	37	8,57	9,0	9,7
	podpora*	-	40	37	8,57	9,0	9,7

#### Poznámky:

- \* *výstavba* značí hodnotu minimální účinnosti pro novou výstavbu výrobní
- změna* značí hodnotu minimální účinnosti pro změnu (rekonstrukci) výrobní
- podpora* značí hodnotu minimální účinnosti pro přiznání podpory podle zákona o podporovaných zdrojích energie

Příloha č. 21 k vyhlášce č. 441/2012 Sb.

**Minimální účinnost výroby energie v kogenerační jednotce se spalovacím motorem  
a minimální účinnost výroby energie ve výrobně s kogeneračními jednotkami a kotli**

Jmenovitý elektrický výkon kogenerační jednotky	teplota vody na výstupu z kogenerační jednotky	účinnost výroby energie v kogenerační jednotce			měrná spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny			účinnost výroby energie (elektr.+tepel.) ve výrobně s kogeneračními jednotkami a kotli
		t	$\eta_{kj}$			$S^{ev}_{pal}$		
[kW]	[°C]	[%]			[GJ/MWh]			[%]
		zemní plyn, nafta	bioplyn	degazační plyn	zemní plyn, nafta	bioplyn	degazační plyn	zemní plyn, nafta
do 100	do 90	75	74	-	4,8	4,85	-	$75 + 9 \times K / (1+K)$
101 - 1100	do 90	80	79	72	4,5	5,0	5,0	$80 + 5 \times K / (1+K)$
nad 1100	do 90	85	84	76	4,2	4,3	4,75	85
nad 100	91 - 100	75	74	67	4,8	4,85	5,35	$75 + 10 \times K / (1+K)$
nad 100	101 - 110	69	68	62	5,2	5,3	5,8	$69 + 16 \times K / (1+K)$
nad 100	111 - 120	64	63	57	5,6	5,7	6,3	$64 + 21 \times K / (1+K)$
nad 100	121 - 130	59	58	53	6,1	6,2	6,8	$59 + 26 \times K / (1+K)$
nad 100	nad 130	54	53	48	6,65	6,8	7,5	$54 + 31 \times K / (1+K)$

Poznámky:

$$* K = \frac{Q_{pal}^{ko}}{Q_{pal}^{kj}} \quad \text{kde} \quad \begin{array}{ll} Q_{pal}^{kj} & [\text{GJ}] \text{ energie paliva spáleného v kogenerační jednotce} \\ Q_{pal}^{ko} & [\text{GJ}] \text{ energie paliva spáleného v kotlích} \end{array}$$

**Minimální účinnost výroby tepelné energie v solárním kolektoru**

Hodnoty minimální účinnosti

Typ solárního kolektoru	rozdíl teplot $t_m - t_e$	minimální účinnost $\eta_r$
	[°C]	[%]
nezasklený kolektor (absorbér)	10	70
plochý zasklený kolektor	30	60
trubkový vakuový kolektor	50	55



## **Referenční parametry vztahující se ke kvalitě paliv**

### **1. Způsoby prokazování kvality paliv**

#### **a) Obecné zásady**

- 1) U fosilních a uhlovodíkových paliv výhřevnost nebo spalné teplo stanovuje, pokud není dohodnuto jinak, dodavatel paliva. Odběratel paliva (výrobce energie) může dodatečně laboratorně stanovit obsah tepla v palivu.
- 2) U obnovitelných zdrojů energie a druhotných zdrojů energie stanovuje, pokud není stanoveno jinak, obsah tepla v palivu odběratel paliva (výrobce energie).

#### **b) Analýza paliva**

- 1) Provádí se podle pravidel uvedených v technické normě ČSN EN 15234-1 - Tuhá biopaliva - Prokazování kvality paliv - Část 1: Obecné požadavky (v bodu 6.6.1)
- 2) Použití typických hodnot, např. uvedených v technické normě ČSN EN 14961-1 - Tuhá biopaliva - Specifikace a třídy paliv - Část 1: Obecné požadavky (příloha B), nebo získaných praktickými zkušenostmi.
- 3) Výpočet vlastností, např. použitím typických hodnot a s ohledem na dokumentované specifické hodnoty.
- 4) Provedení fyzikálních a chemických analýz způsobem používaným v akreditovaných laboratořích s použitím příslušných technických norem.
- 5) V případě, že vlastnosti paliva jsou dostatečně známy z hlediska získaných informací o původu, pak nemusí být prováděn fyzikální a chemický rozbor paliva.

#### **c) Vzorkování a manipulace se vzorky**

Provádí podle norem ČSN EN 15234-1 - Tuhá biopaliva - Prokazování kvality paliv - Část 1: Obecné požadavky, ČSN EN 14961-1 - Tuhá biopaliva - Specifikace a třídy paliv - Část 1: Obecné požadavky.

#### **d) Výhřevnost tuhých paliv pro malé a střední stacionární výroby<sup>1</sup>**

- 1) Výhřevnost tuhých fosilních paliv ke spalování v malých stacionárních výrobnách do výkonu 0,2 MW nesmí být u hnědého uhlí nižší než 10 MJ/kg a u černého uhlí nižší než 15 MJ/kg.

<sup>1</sup> Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.  
Vyhláška č. 13/2008 Sb.

- 2) Výhřevnost tuhých fosilních paliv ke spalování ve středních stacionárních výrobnách do výkonu 5 MW nesmí být u hnědého uhlí nižší než 9,2 MJ/kg a u černého uhlí 14,2 MJ/kg.
- 3) Výhřevnost tuhých paliv vyrobených z obnovitelných zdrojů energie ke spalování biomasy ve stacionárních výrobnách s uvedeným obsahem vody:

Obsah vody	Výhřevnost	Spalné teplo
W	$Q_i^r$	$Q_n^r$
[%]	[MJ/kg]	[MJ/kg]
0	18,5	19,858
5	17,452	18,865
10	16,405	17,872
15	15,357	16,879
20	14,309	15,886
25	13,262	14,894
30	12,214	13,901
35	11,166	12,908
40	10,119	11,915
45	9,071	10,922
50	8,023	9,929
55	6,976	8,936
60	5,928	7,943
65	4,880	6,950
70	3,833	5,957
75	2,785	4,965
80	1,737	3,972

Výhřevnost ostatních paliv vyrobených z obnovitelných zdrojů ke spalování v malých a středních stacionárních výrobnách se stanovuje individuálně na základě měření a dokládá se protokolem.

#### e) Výhřevnost kapalných paliv pro malé a střední stacionární výroby

- 1) Výhřevnost kapalných uhlovodíkových paliv ke spalování v malých a středních stacionárních výrobnách do výkonu 5 MW nesmí být u topné nafty nižší než 41, 5 MJ/kg, u lehkého topného oleje 41,9 MJ/kg a u mazutu 40,8 MJ/kg.
- 2) Výhřevnost kapalných paliv vyrobených z obnovitelných zdrojů energie ke spalování v malých a středních stacionárních výrobnách do výkonu 5 MW se stanovuje individuálně na základě měření a dokládá se protokolem.

#### f) Výhřevnost plyných paliv pro malé a střední stacionární výroby

- 1) Přepočítání ze spalného tepla na výhřevnost zemního plynu

$$Q_i^r = 3600x \frac{Q_{pal}}{V_p} x k_s \quad [\text{MJ/m}^3]$$

$Q_i^r$  – výhřevnost ZP [MJ/m<sup>3</sup>]

$Q_{\text{pal}}$  – množství dodané energie plynu [MWh]

$V_p$  – množství dodaného plynu [m<sup>3</sup>]

$k_s$  – přepočítávací koeficient spalného tepla na výhřevnost – 0,901

- 2) Výhřevnost plyných paliv vyrobených z obnovitelných nebo druhotných zdrojů energie se stanovuje individuálně na základě měření a dokládá se protokolem.

**g) Výhřevnost tuhých, kapalných a plyných paliv pro velké výroby do výkonu 50 MW a zvláště velké o výkonu nad 50 MW je předmětem dodavatelsko – odběratelských vztahů.**

## **2. Referenční parametry pro stanovení minimální účinnosti výroby tepla pro palivové kotle**

### Černé uhlí:

- a) Hodnoty uvedené v tabulce a) v příloze 15 a v tabulkách a) a b) v příloze 18 platí pro standardní uhlí, které je definované parametry: voda  $W_{\text{st}}^r=7$  %, popel v sušině  $A_{\text{st}}^d=16$  %, výhřevnost  $Q_{\text{ist}}^r=26630$  kJ/kg.
- b) Pro uhlí s vyšším obsahem vody  $W^r$  a popela  $A^d$  při výpočtové hodnotě (projektové nebo naměřené)  $\eta_k$  [%] platí:
- roštových kotlů  $\eta_k + 0,04 \times (W^r - 7) + 0,33 \times (A^d - 16) \geq \eta_v$  [%]
  - granulačních kotlů  $\eta_k + 0,04 \times (W^r - 7) + 0,22 \times (A^d - 16) \geq \eta_v$  [%]

### Hnědé uhlí:

- a) Hodnoty uvedené v tabulce a) v příloze 15 a v tabulkách a) a b) v příloze 18 platí pro standardní uhlí, které je definované parametry: voda  $W_{\text{st}}^r=26,5$  %, popel v sušině  $A_{\text{st}}^d=21,5$  %, výhřevnost  $Q_{\text{ist}}^r=13600$  kJ/kg.
- b) Pro uhlí s vyšším obsahem vody  $W^r$  a popela  $A^d$  při výpočtové hodnotě (projektové nebo naměřené)  $\eta_k$  [%] platí:
- roštových kotlů  $\eta_k + 0,01 \times (W^r - 26,5) + 0,5 \times (A^d - 21,5) \geq \eta_v$  [%]
  - granulačních kotlů  $\eta_k + 0,01 \times (W^r - 26,5) + 0,35 \times (A^d - 21,5) \geq \eta_v$  [%]