

Č.j. MZP/2020/710/1526

24. března 2020

---

## **Metodická doporučení k problematice elektrické účinnosti a celkového využití paliva dle závěrů o BAT pro velká spalovací zařízení**

---

Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2017/1442 ze dne 31. července 2017, kterým se stanoví závěry o nejlepších dostupných technikách (BAT) podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU pro velká spalovací zařízení se k zjišťování účinnosti vyjadřuje následně.

BAT 2. Nejlepší dostupnou technikou je určení čisté elektrické účinnosti a/nebo čistého celkového využití paliva a/nebo čisté mechanické energetické účinnosti jednotek zplyňování, jednotek IGCC a/nebo spalovacích jednotek prostřednictvím výkonové zkoušky při plném zatížení (1) podle norem EN po uvedení jednotky do provozu a po každé změně, která by mohla významně ovlivnit čistou elektrickou účinnost a/nebo celkové čisté využití paliva a/nebo čistou mechanickou energetickou účinnost jednotky. Pokud nejsou normy EN k dispozici, je nejlepší dostupnou technikou použití norem ISO, vnitrostátních norem nebo jiných mezinárodních norem, jejichž použitím se získají údaje rovnocenné odborné kvality.

(1) Pokud u jednotek pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nelze z technických důvodů výkonovou zkoušku provést s jednotkou provozovanou při plném zatížení pro dodávku tepla, je možné zkoušku doplnit nebo nahradit výpočtem s použitím parametrů pro plné zatížení.

### **1. Účinnost dle BREF LCP (kap. 2.7.2 až 2.7.8, str. 80 – 86)**

Pojem „tepelná účinnost“ je definován v Referenčním dokumentu o nejlepších dostupných technikách pro velká spalovací zařízení z roku 2017 (BREF LCP) jako poměr užitečného mechanického výkonu k teplu přenesenému do cyklu procesního media (zpravidla do vzduchu nebo vody).

V této souvislosti je užitečný mechanický výkon mechanickým výkonem turbíny, kdy je turbínou poháněno napájecí čerpadlo, které je v provozu při odvádění páry z hlavní turbíny. Protože čerpadlo kondenzátu přispívá též ke zvýšení tlaku, považuje se z termodynamického hlediska za součást napájecího čerpadla. Jeho mechanický výkon se tudíž musí odečíst od mechanického výkonu turbíny. Mechanický výkon turbíny v termodynamickém smyslu je v tomto případě výkon pocházející z hmotnostního toku páry a z rozdílu entalpií. Pokud je napájecí čerpadlo poháněno elektrickým motorem, potom je užitečný mechanický výkon roven rozdílu mezi mechanickým výkonem turbíny mínus výkon pohonu napájecího čerpadla plus výkon čerpadla na kondenzát.

Pojem „Elektrická účinnost“ je definována v BREF LCP jako poměr čistého elektrického výkonu elektrárny k energii dodané palivem. Celkový elektrický výkon je dodáváný svorkami generátoru elektrárny. Čistý elektrický výkon je realizován dodávkou do externí

(přenosové) sítě. Rozdíl mezi celkovým výkonem a čistým výkonem je, že celkový výkon zahrnuje spotřebu elektřiny na pohon pomocných zařízení (čerpadla, mlýny, pásové dopravníky ventilátory, osvětlení apod.). Proto je čistý výkon elektrárny důležitější než celkový výkon. Porovnává se se sloupcem „čistá elektrická účinnost“ v tabulce 2 závěrů o BAT.

$$\eta_{net} = P_{el, net} / m_{fuel}H_v = (P_{el, gross} - P_{aux}) / m_{fuel}H_v \quad (1)$$

kde je

$\eta_{net}$	čistá elektrická účinnost (odpovídá $\eta_{el, net}$ ) (-);
$P_{el, net}$	čistý elektrický výkon (MWh);
$m_{fuel} H_v$	energie dodaná palivem (odpovídá $Q_{pal}$ ) (MWh);
$P_{el, gross}$	celkový elektrický výkon (MWh);
$P_{aux}$	vlastní spotřeba elektřiny (MWh).

Mechanická účinnost – mechanická energie se využívá v kompresorových stanicích při dopravě zemního plynu do přenosové sítě. Účinnost se rovná účinnosti vlastního strojního zařízení, jelikož zde nejsou žádné aspekty, které by snižovaly účinnost plynových turbín nebo plynových motorů.

Celkové využití paliva – neboli tepelná účinnost elektrárny se bere v úvahu při souběhu výroby elektřiny a tepla. Celkové využití paliva se vypočítá jako podíl sumy čisté výroby elektřiny (výroby elektřiny po odečtení vlastní spotřeby elektřiny) a dodávky tepelné energie k energii dodané palivem. Porovnává se se sloupcem „Celkové čisté využití paliva“ v tabulce 2 závěrů o BAT.

$$\xi_{net} = (P_{el, net} + Q_{net}) / m_{fuel}H_v \quad (2)$$

kde je

$\xi_{net}$	celkové využití paliva (odpovídá $\eta_{et, net}$ ) (-);
$P_{el, net}$	čistý elektrický výkon (MWh);
$Q_{net}$	dodávka tepelné energie (MWh);
$m_{fuel} H_v$	energie dodaná palivem (odpovídá $Q_{pal}$ ) (MWh).

BREF LCP neuvádí k použitým vzorcům legendu a je tedy dovozena z textu (včetně jednotek). Detailní postupy a výpočty jsou uvedeny dále v textu, kde se používá analogií s národní úpravou.

Dále je nutné uvést doplnění k informaci v BREF LCP ohledně mechanického výkonu. Z praxe v ČR vyplývá, že užitečný mechanický výkon je mechanickým výkonem turbíny, kdy je turbínou poháněn kompresor, či jiné zařízení, které dodává tlakový vzduch, či jinou energii vně cyklu výroby elektřiny a tepla. Nejedná se tedy o parou poháněné napájecí čerpadlo (TBT), protože energie potřebná k výrobě této páry je již obsažena ve spotřebovaném palivu.

## 2. Určení elektrické účinnosti nových a rekonstruovaných elektrárenských bloků

U nových a rekonstruovaných elektrárenských bloků, ale i z provozně-technických důvodů

se provádí ověření stanovené elektrické účinnosti podle vyhlášky č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie, ve znění pozdějších předpisů garančním měřením (garanční zkouškou) elektrické účinnosti při jmenovitém výkonu zařízení a při dodržení podmínek dle ČSN-EN 60953-2 Pravidla pro tepelné přejímací zkoušky parních turbín - Část 2: Metoda B - Široký rozsah přesnosti pro různé typy a velikosti turbín. Pro stanovení účinnosti kotelny je možno použít ČSN 07 0302 Přejímací zkoušky parních kotlů.

Stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie se provádí v souladu vyhláškou č. 441/2012 Sb. Vyhláška stanoví minimální účinnost užití energie pro výstavbu nové výroby elektřiny nebo tepla, u které se provádí změna dokončené stavby dle § 6 odst. 1 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

Stanovení účinnosti při výrobě elektřiny při kombinované výrobě elektřiny a tepla a ve výrobně se jmenovitým tepelným příkonem nad 50 MW (vyhláška č. 441/2012 Sb. - příloha č. 4 b) – vztahy jsou adaptovány kvůli lepší porovnatelnosti s BREF LCP a závěry o BAT.

Účinnost (čistá, netto) výroby elektřiny  $\eta_{el, net}$  v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační turbínou

$$\eta_{el, net} = (E_{sv} - E_{vs}) / Q_{el, pal} \quad (3)$$

kde je

$\eta_{el, net}$	čistá účinnost výroby elektřiny (-);
$E_{sv}$	vyrobená elektřina měřená na svorkách generátoru (MWh);
$E_{vs}$	vlastní spotřeba elektřiny ve výrobně (MWh);
$Q_{el, pal}$	energie paliva spotřebovaného na výrobu elektřiny (MWh).

Účinnost (čistá, netto) výroby elektrické a tepelné energie  $\eta_{et, net}$  v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou

$$\eta_{et, net} = (E_{sv} - E_{vs} + Q_{už}) / Q_{pal} \quad (4)$$

kde je

$\eta_{et, net}$	čistá účinnost výroby elektrické a tepelné energie (-);
$E_{sv}$	vyrobená elektřina měřená na svorkách generátoru (MWh);
$E_{vs}$	vlastní spotřeba elektřiny ve výrobně (MWh);
$Q_{už}$	užitečné teplo dodané z výroby (MWh);
$Q_{pal}$	energie paliva spotřebovaného na výrobu elektřiny a tepla (MWh).

### 3. Metodická doporučení

Definice elektrické účinnosti, resp. čisté elektrické účinnosti a její matematické vyjádření citované v kapitole 2.7.3 BREF LCP (2017) – rovnice (1) jsou analogické s rovnicí (3) vycházející z přílohy č. 4 b) vyhlášky č. 441/2012 Sb. Porovnává se se sloupcem „čistá elektrická účinnost“ v tabulce 2 závěrů o BAT. Nicméně aby byly tyto vztahy zcela

porovnatelné, je nutné zohlednit následující úpravy, aby výsledkem byla čistá elektrická účinnost výroby elektřiny celé elektrárny:

$$\eta_{el, net} = (E_{sv} (G1...Gn) - E_{vs}) / Q_{el, pal} \quad (3^*)$$

kde je

$\eta_{el, net}$	čistá účinnost výroby elektřiny (-);
$E_{sv} (G1...Gn)$	suma vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátorů (MWh);
$E_{vs}$	vlastní spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny (MWh);
$Q_{el, pal}$	energie paliva spotřebovaná na výrobu elektřiny (MWh).

Celkové využití paliva je popsáno v kapitole 2.7.6 BREF LCP – rovnice (2). Této rovnici BREF je analogická rovnice (4) uvedená v příloze č. 4 b) vyhlášky č. 441/2012 Sb. jako rovnice a definice stanovení čisté účinnosti při výrobě tepelné a elektrické energie. Na rozdíl od jednoduchého vzorce uvedeného v BREF je při stanovení čisté elektrické a tepelné účinnosti v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační turbínou zohledněn i odpočet vlastní spotřeby elektřiny a započítání tepla dodaného z výroby k energii paliva připadajícího na jejich výrobu. Ve vyhlášce č. 441/2012 Sb. jsou v přílohách 1 až 23 uvedeny výpočty stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie pro zařízení uvedená v kapitole Stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie tohoto článku. Porovnává se se sloupcem „Celkové čisté využití paliva“ v tabulce 2 závěru o BAT. Nicméně aby byly vztahy (2) a (4) zcela porovnatelné, je nutné zohlednit následující úpravy pro čistou účinnost výroby elektrické a tepelné energie v parním turbosoustrojí s protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou.

$$\eta_{et, net} = (E_{sv} (G1...Gn) - E_{vs} + Q_{už}) / Q_{pal} \quad (4^*)$$

kde je

$\eta_{et, net}$	čistá účinnost výroby elektrické a tepelné energie (-);
$E_{sv} (G1...Gn)$	suma vyrobené elektřiny měřené na svorkách generátorů (MWh);
$E_{vs}$	vlastní spotřeba elektřiny ve výrobě (MWh);
$Q_{už}$	užitečné teplo dodané z výroby (MWh);
$Q_{pal}$	energie paliva spotřebovaného na výrobu elektřiny a tepla (MWh).

České elektrárny byly projektovány na jmenovitou celkovou a čistou elektrickou účinnost, která je provozovateli kontrovaná výpočtem z dosahovaných technických parametrů, nebo výkonovou zkouškou (při plném zatížení) nových a rekonstruovaných zařízení. Provozovatelé se snaží při větších či menších rekonstrukcích a obměnách části zařízení o další navýšení účinnosti, neboť přímo souvisí s ekonomikou provozu. Z provozně technických důvodů stanovují výpočtem čistou elektrickou účinnost měsíčně, případně dle potřeby (dle informací od provozovatelů). U tohoto typu zjišťování by mělo být transparentně doloženo, že jsou zjištěné hodnoty ekvivalentní vztahům (1) a (2), respektive (3\*) a (4\*).

Vztahy uváděné v BREF LCP se primárně vztahují na elektrárnu jako celek, nicméně je přípustné porovnávat s požadavky BAT i jednotlivé bloky nebo jednotky za předpokladu, že lze mezi jednotlivé bloky / jednotky uspokojivě rozdělit spotřebu elektřiny na pohon pomocných zařízení (čerpadla, mlýny, pásové dopravníky, ventilátory apod.) celé

elektrárny jako vlastní spotřeby elektřiny podle vztahů (3) a (4) dílčích bloků či technických jednotek. Budou-li jednotlivé bloky nebo jednotky v souladu s požadavky BAT ohledně účinnosti, bude i elektrárna. Při vyhodnocení BAT 19 (BAT 40) lze uvést obojí.

Zjištěná účinnost zařízení a/nebo dílčích bloků či technických jednotek se ve změnovém řízení, které navazuje na přezkum podle § 18 odst. 3 zákona o integrované prevenci, uvede jako informativní parametr v popisu zařízení dotčeného rozhodnutí podle § 13 odst. 3 písm. c) uvedeného zákona.

Schválil:       Mgr. Evžen Doležal  
ředitel odboru posuzování vlivů na životní prostředí  
a integrované prevence