

Ing. Zdeněk LYČKA
LING Krnov s.r.o.

Metodika měření již instalovaných kotlů na pevná paliva

Methodology of Measurement of Already Installed Solid Fuel Boilers

Recenzent
Ing. Roman Vavříčka, Ph.D.

O povinném plošném měření teplovodních kotlů na pevná paliva u jejich provozovatelů se hovoří již dlouho, ale na jeho praktické provedení je reálně připraven jen málokdo. Samotné vlastnictví vhodného analyzátoru je pouze minimálním základem. U nás jen několik desítek opravdu solidních firem provádí základní měření koncentrací CO a O₂ ve spalínách a následně pak stanovení komínové ztráty při seřizování kotlů; další skupinu tvoří energetičtí specialisté, kteří provádí měření účinnosti kotlů podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií [1]. Navíc praxe ukázala, že neexistuje jednotná metodika pro provádění samotného měření, která by při jeho plošném zavedení zajistila jistou míru objektivnosti a transparentnosti provedeného úkonu. V článku je proto uveden návrh metodiky měření emisí a komínové ztráty u zdrojů tepla na tuhá paliva, která vychází z téměř třicetileté praxe autora s touto činností a z praktické zkušenosti s tzv. „německým modelem“, tj. metodikou měření vypracovanou pro aplikaci „Nařízení o malých a středních spalovacích zařízeních – 1. BlmSchV“ [2], kterou již po mnoho let úspěšně využívají naši sousedé.

Klíčová slova: zdroje tepla, kontrola kotlů, kontrola rozvodů tepelné energie, měření

Compulsory measuring of solid fuel hot water boilers at their operators has long been discussed, but just a few people are actually ready for its practical implementation. The ownership of a suitable analyzer is only a mere basis. There is just a few dozens of truly creditable companies in our country which perform basic measurements of CO and O₂ concentrations in the flue gases and subsequently determination of chimney loss during the boiler setup; another group consists of energy specialists, who perform measurements of boilers efficiency according to Act No. 406/2000 Coll. on energy management [1]. In addition, it has been shown in the practice that there is no common methodology to carry out the measurement itself, which would ensure a certain degree of objectivity and transparency in the implementation of the measure. The paper presents the proposal of the methodology for measurement of emissions and chimney loss for solid fuels heat sources, which is based on almost 30 years of author's practice and experience with the so-called „German model“, i.e. the measurement methodology developed for the application of the „Ordinance on Small and Medium Combustion Plants – 1. BlmSchV“, [2], which our neighbors have been using for many years.

Keywords: heat sources, inspection of boilers, inspection of thermal energy distribution systems, measurement

ÚVOD

Současným problémem teplovodních kotlů na pevná paliva jsou pochybnosti o reálných provozních vlastnostech některých nově instalovaných zdrojů. Tyto pochybnosti vyvolávají podezření, že díky „cenové válce“ výrobců a prodejců těchto zdrojů může být zákazníkům nabízeno něco jiného (ochuzeného), než co bylo certifikováno u autorizované osoby.

U již provozovaných kotlů jejich provozní vlastnosti – a tím i účinnost a emise – do značné míry závisí na technickém stavu kotle, jeho seřízení, kvalitě paliva i obsluhy. Proto by bylo žádoucí zavést povinné měření kotlů při jejich uvádění do provozu a poté následná měření při pravidelných kontrolách. Metodiky obou typů měření by měly být shodné. Rozdílné by byly pouze referenční hodnoty, se kterými by se měly naměřené a vypočítané veličiny při vyhodnocování srovnávat.

Měření při uvádění kotle do provozu

Povinné celoplošné měření teplovodních kotlů na pevná paliva sice doposud není zavedeno legislativně, nic však nebrání tomu, aby zákazník takové měření smluvně požadoval při sjednávání objednávky na instalaci a zprovoznění nového kotle.

Měření vlastností kotle při jeho uvádění do provozu by měla provádět nezávislá oprávněná osoba. Kontrola by měla potvrdit, že měřený kotel skutečně odpovídá parametrům, které deklaruje výrobce, tedy třídu kotle dle ČSN EN 303-5 [3] uvedené na jeho výrobním štítku. Vzhledem

k tomu, že v běžných provozních podmínkách u zákazníka nelze dosáhnout podmínek, a tedy i parametrů, které byly ověřeny v laboratorních podmínkách při počáteční zkoušce (certifikaci), měly by být zjištěné parametry korigovány (definovaná tolerance). Aby kontrola byla opravdu přínosná (a nezatížila zákazníka pouze dalšími zbytečnými náklady), je žádoucí, aby ji prováděla osoba nezávislá na výrobci kotle, která by pro měření měla certifikovanou techniku.

Měřit by se měl ideálně každý kotel (jedná se o dlouhodobý požadavek Asociace podniků topenářské techniky, sdružující přední české výrobce), který je nově uváděn do provozu, popř. kotel, na němž byla provedena zásadní konstrukční změna (např. přestavba kotle s ručním přikládáním paliva na kotel se samočinným přikládáním instalací hořáku). Měření by mělo proběhnout před uvedením kotle do pravidelného provozu (mimo zkušební provoz), nejpozději však do 4 týdnů po jeho instalaci (stejná praxe je v Německu dle [2]). Pokud nelze zajistit vhodné podmínky pro měření, zejména dostatečný provozní tah komína a dostatečný odvod tepla (například v teplých letních měsících), je nutné ve výjimečných případech měření odložit do doby, kdy tyto podmínky již zajištěny jsou. To lze ale pouze v případě, že kotel ještě není v pravidelném provozu. Doporučuje se, aby před samotným měřením kotel prošel zkušebním provozem, během kterého by došlo k vypálení vnitřku spalovací komory a žáruvzdorné vyzdívkou a k úvodnímu dehtování a rosení, které jsou průvodním jevem prvního zprovoznění kotle a které mohou negativně ovlivnit naměřené hodnoty emisí.

Měření již provozovaného kotle

Jedná se o měření prováděná již nyní energetickými specialisty podle zákona o hospodaření energií [1] a vyhlášky č. 194/2013 Sb. o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie [4], s cílem primárně zjistit účinnost kotle. Přínosné by ovšem bylo závazné zavedení tohoto typu měření také při pravidelných kontrolách kotle, tedy seřízení kotle tak, aby byl provozován při optimálním nastavení provozních parametrů. Měření by měly provádět osoby odborně způsobilé pro provádění pravidelných kontrol kotlů dle § 17 odst. h) zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší [4], tedy osoby proškolené výrobcem kotle. Nastavení parametrů by mělo proběhnout v souladu s doporučením výrobce. Měření by měla být prováděna souběžně s pravidelnou kontrolou, popř. při každé závažné změně na spalovacím zařízení (výměna zásadních konstrukčních celků kotle) nebo úpravě spalinových cest.

METODIKA MĚŘENÍ KOTLŮ

Úvodní kontrola

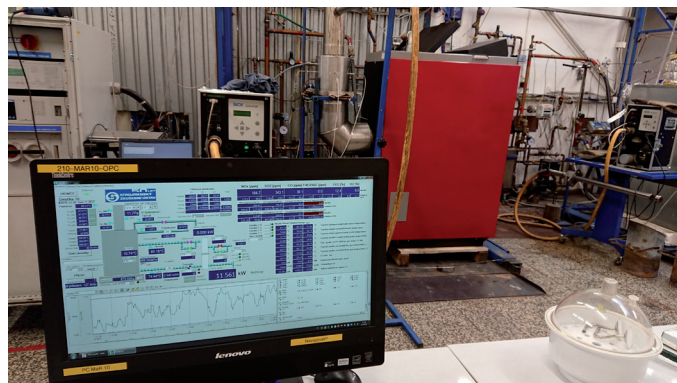
Před samotným měřením musí být provedena základní kontrola kotle a jeho napojení na spalinové cesty a otopnou soustavu. Kontrola musí obsahovat především:

- ❑ identifikaci kotle podle výrobního štítku a průvodní technické dokumentace,
- ❑ ověření, zda byl kotel instalován v souladu s pokyny výrobce pro instalaci, provoz a údržbu,
- ❑ zajištění dostatečného přívodu spalovacího vzduchu po celou dobu provozu zdroje,
- ❑ zajištění dostatečného odvodu spalin spalinovými cestami a jejich těsnost,
- ❑ zajištění dostatečného odvodu vyrobeného tepla do otopné soustavy – funkčnost soustavy (především kontrola tlaku a funkce oběhových čerpadel),
- ❑ v případě, že je dle platné legislativy či dle pokynů výrobce požadován provoz s akumulací (vyrovnávací) nádrží, je nutné překontrolovat velikost této nádrže a její funkční zapojení,
- ❑ kontrolu používaného paliva a jeho skladování – především, zda odpovídá výrobcem deklarovaným požadavkům na kvalitu paliva a zda se jedná o palivo obvyklé obchodní jakosti dle [3] a platné legislativy [4].

Zjištěné nedostatky musí být před měřením odstraněny.

Měřené veličiny

Před uvedením teplovodního kotle na pevná paliva na trh je nutné dle [4] ověřit limitní hodnoty pro CO, TOC (celkový organický uhlík) a TZL (prach). Koncentrace CO je jednoduše zjištělná běžným analyzátozem spalin a její hodnota udává základní informaci o kvalitě spalovacího procesu. Koncentraci TOC lze přesně změřit pouze drahými analyzátozem



Obr. 1 Ukázka autorizovaného měření kotle na zkušebně

Fig. 1 Demonstration of accredited boiler measurement at the testing laboratory

náročnějšími na kalibraci. Hodnota koncentrace TOC je do značné míry závislá na hodnotě koncentrace CO, takže pro ověřování parametrů již provozovaných kotlů by mělo postačit ověřit koncentraci CO. Cenově dražší jsou v současnosti i analyzátozem TZL, nicméně emise prachových částic jsou jedním z nejzávažnějších problémů provozu teplovodních kotlů na pevná paliva, proto by ověřování koncentrace TZL mělo být vyžadováno minimálně při uvádění kotle do provozu.

Jako **hlavní měřené veličiny** by tedy měly být definovány emise **CO** a **TZL** a **ztráta citelným teplem spalin** (komínová ztráta). Pro tyto veličiny by byly stanoveny limitní hodnoty, které by po započítání korekčního činitele nesměly být při měření překročeny. Limitní hodnoty CO a TZL jsou závislé na účelu měření. V současnosti by se tedy měly odvíjet od hodnot dle zákona o ochraně ovzduší [4]. Komínová ztráta je důležitým srovnávacím parametrem pro posouzení technické úrovně kotle (zda odpovídá parametrům deklarovaným výrobcem). Při měření kotlů podle [1] je komínová ztráta jedinou měřitelnou ztrátou. V honbě za vysokými účinnostmi mnozí výrobci konstruují své výrobky tak, že za ideálních laboratorních podmínek (např. extrémně nízkých komínových teplot) mohou dosáhnout vysoké účinnosti, ale v reálném provozu jsou dosahované účinnosti často o řád nižší. Pro komínovou ztrátu by proto bylo vhodné stanovit pevnou hodnotu, kterou by konkrétní technologie spalování měla bezpodmínečně dosáhnout.

Jako **vedlejší veličiny** jsou měřeny emise **O₂**, **CO₂**, **teplota spalin**, **provozní tah**, **výstupní teplota otopné vody**. Pro tyto veličiny nejsou legislativně stanoveny limitní hodnoty. Provozní tah je nutné znát pro ověření výrobcem požadovaných provozních podmínek. Teplota spalin a koncentrace O₂ jsou důležité pro stanovení komínové ztráty. Koncentraci CO₂ je důležité znát pro kontrolu správnosti nastavení analyzátozem spalin. Vzájemná korelace mezi O₂ a CO₂ vypovídá o vhodně nastaveném referenčním palivu. U mnoha analyzátozem spalin nelze ve výstupním protokolu poznat nastavení referenčního paliva, což je důležité pro správný výpočet komínové ztráty. Výstupní teplota otopné vody je důležitá jako důkaz, že kotel byl během zkoušek provozován v požadovaném provozním režimu.

Naměřené a vypočítané hodnoty jsou pro pevná paliva dle [3] a [4] přepočítány pro referenční obsah O₂ 10 %. Koncentrace CO, TZL a O₂ se měří současně. **Výsledná hodnota koncentrace CO a O₂ a vypočítaná komínová ztráta jsou stanoveny jako průměr z 15minutového měření.** Při stanovení koncentrace TZL se vychází z pokynů výrobce analyzátozem.

Hodnoty CO₂ jsou vypočítány analyzátozem spalin z nastavené referenční hodnoty CO_{2max} a naměřené hodnoty O₂, komínová ztráta je vypočítána analyzátozem jednou z variant Siegertova vzorce (varianty se liší podle výrobce analyzátozem). Teplota výstupní otopné vody je odečítána ze zařízení, které je povinnou součástí kotle dle ČSN EN 303-5:2013 (termostat, displej regulátoru apod.).

Referenční hodnoty a korekční činitel

Jak již bylo uvedeno výše, naměřené hodnoty jednotlivých veličin by měly být přepočteny na hodnoty korigované pomocí korekčního součinitele. Korekční součinitel je hodnota, o kterou se snižují hodnoty veličin zjištěné při měření. Korigovanou hodnotu tedy získáme vynásobením naměřené hodnoty korekčním součinitelem. Tu následně v protokolu srovnáme s hodnotou referenční.

Jako příklad jsou uvedeny referenční hodnoty odpovídající třídě kotle 4 dle [3], viz tab. 1. Tedy parametry, které musí splnit kotel na pevná paliva uváděné na trh od 1. 1. 2018. Navrženy jsou korekční součinitele odpovídající toleranci 30 % pro emise CO a 40 % pro emise TZL. Navrženy jsou i hodnoty referenční komínové ztráty, které odpovídají daným technologiím spalování.

Tab. 1 Referenční hodnoty odpovídající třídě kotle 4 dle [3]

Tab. 1 Reference values corresponding to boiler class 4 according to [3]

CO (korekční součinitel 0,7)	1200 mg/m ³	ruční přikládání
	1000 mg/m ³	samočinná dodávka paliva
TZL (korekční součinitel 0,6)	75 mg/m ³	ruční přikládání
	60 mg/m ³	samočinná dodávka paliva
Kominová ztráta (bez korekce)	15 %	ruční přikládání
	15 %	samočinná dodávka paliva

Měřicí místo

Provozovatel spalovacího zdroje je povinen zřídit nebo nechat si zřídit měřicí otvor, který je nutné umístit na rovném (měřicím) úseku kouřovodu tak, aby byl zajištěn stabilizovaný proud spalin. Vzdálenost mezi měřicím otvorem a odtahovým hrdlem kotle (určeným k připojení kouřovodu) musí být přibližně dvojnásobkem vnějšího průměru odtahového hrdla. Měřicí úsek musí být umístěn za posledním technologickým celkem kotle, ve kterém dochází ke změně vlastností spalin (odlučovač pevných částic, doplňkový výměník). Pokud je na kouřovodu instalován omezovač tahu, musí být měřicí otvor umístěn před tímto omezovačem. Pokud to není možné, musí být omezovač uzavřen a zajištěna jeho těsnost.

Měřicí otvor musí být dostatečně velký, aby sonda určená k odběru mohla dosáhnout jádra (středu proudu) spalin. Pokud je nutné pro měření mít 2 měřicí otvory (samostatný odběr prachu), musí být tyto otvory od sebe vzdáleny alespoň 10 cm tak, aby nedocházelo k vzájemnému ovlivňování jednotlivých odběrů. Měřicí otvory musí být před měřením vždy řádně vyčištěny, aby případné zanesení nečistotami nemohlo ovlivnit výsledek měření.

Měřicí zařízení a jeho nastavení

Měřicí zařízení musí být pro požadovanou funkci měření řádně certifikováno (projít průkazní zkouškou) a minimálně 1× ročně přezkoušeno výrobcem nebo jeho autorizovaným zástupcem. Měřicí zařízení musí být schopno generovat tištěný záznam naměřených a vypočítaných veličin v takovém rozsahu, aby bylo možné identifikovat průměrné hodnoty naměřených a vypočítaných veličin v požadovaném časovém úseku (minimálně 15 minut). Pokud není schopen takový záznam vytisknout přímo analyzátor, je nutné mít doplňkové zařízení (PC) s požadovaným programovým vybavením.

Před samotným měřením musí být měřicí zařízení zahřáto na teplotu prostředí v místě měření (měla by být alespoň 10 °C), aby nedocházelo k nežádoucí kondenzaci spalin v podchlazeném zařízení v počáteční fázi měření. Před započítáním měření musí být zařízení zprovozněno (zkalibrováno) a připraveno k měření podle pokynů výrobce. U analyzátorů spalin, které využívají pro stanovení kominové ztráty Siegertova vzorce, musí být provedeno správné nastavení referenčního paliva.

Před započítáním měření musí být překontrolována těsnost celé měřicí soustavy (utěsnění sondy v měřicím otvoru a řádné napojení sondy na samotný analyzátor).

Postup měření

Měření se provádí za ustáleného provozního stavu (teplota výstupní vody by se během měření neměla měnit o více než 3 K). Teplota výstupní vody by se měla pohybovat v rozsahu 60 až 85 °C, musí však být dodrženy požadavky na dosažení minimální provozní teploty kotle stanovené výrobcem. Před měřením musí být zajištěn dostatečný odvod tepla z kotle tak, aby v průběhu měření nedošlo k narušení ustáleného provozního

stavu (vynucenému snížení výkonu) či přerušení provozu kotle v důsledku dosažení vysoké provozní teploty teplosnosné látky.

V průběhu měření musí být kotel provozován v souladu s provozními pokyny výrobce.

Měření probíhá při jmenovitém tepelném výkonu, který je nastaven podle pokynů výrobce kotle. Musí být dodržen provozní tah v rozsahu stanoveném výrobcem v průvodní technické dokumentaci ke kotli. Pokud v důsledku vysoké teploty venkovního vzduchu nelze dosáhnout spodní hranice provozního tahu a měření přesto proběhlo s kladným výsledkem, lze takové měření považovat za regulérní. Měření při uvádění do provozu se často provádí v letních měsících před topnou sezónou, kdy vysoké teploty venkovního vzduchu podstatně snižují tah komína. Pokud kotel splní požadované podmínky pro uvedení do provozu i za nižšího provozního tahu, než deklaruje výrobce, lze to přičíst pouze jako kladnou provozní vlastnost kotle (v běžném provozu, např. při inverzích, často dochází k dramatickým změnám provozního tahu).

Před zahájením měření musí být zkontrolována těsnost měřicí soustavy i spalinových cest v měřicím úseku tak, aby byla vyloučena možnost přísávání vzduchu z okolního prostředí.

Měření lze zahájit pouze v takovém provozním stavu, kdy lze vyloučit ovlivnění výsledků měření jevy provázejícími úvodní zprovoznění kotle (vypalování, rosení, dehtování).

Sonda pro odběr spalin musí být umístěna v jádru proudu spalin. Měření probíhá kontinuálně po dobu 15 minut (u měření TZL podle pokynů výrobce analyzátoru). Tato doba musí být dodržena vždy, tedy i v případě, že je z průběhu měření patrné, že výsledek bude negativní.

Po ukončení měření musí být z měřicího zařízení vytištěn **Záznam z měření**, který je nedílnou součástí **Protokolu u měření**.

V průběhu doby měření není přípustný jakýkoliv ruční zásah ve formě roštování, prohrabávání paliva, nastavování ventilátoru či upravování programu v regulátoru.

Pro zkoušky lze použít pouze výrobcem předepsané palivo. Kvalitu paliva je nutné zjistit v maximálním možném rozsahu, který je v daném okamžiku dosažitelný. U kusového dřeva lze vlhkoměrem zjistit vlhkost paliva, ovšem toto zpravidla není možné u uhlí. Výhřevnost paliva bez rozboru lze vždy pouze velice omezeně odhadnout. Ověřitelné jsou především velikost či zrnitost. Pokud je výrobcem předepsáno více druhů paliv, musí být na zkušební měření provedeno pro všechna předepsaná paliva. Vzhledem k finanční i časové náročnosti měření pro provozovatele je na zvážení, zda by provozovatel kotle nebyla dána možnost výběru jednoho paliva, které bude používat výhradně – s tím, že se zaváže, že při přechodu na nové palivo si nechá provést zkoušku novou. Měřicí otvor musí být po ukončení měření řádně a bezpečně uzavřen (například hliníkovou lepicí páskou, která svými vlastnostmi vyhoví povrchové teplotě kouřovodu).

Měření kotlů s ručním přikládáním paliva

Před zahájením měření musí být s dosažením ustáleného provozního stavu zajištěna také dostatečná základní vrstva paliva (nejnižší vrstva hořícího paliva umožňující spolehlivé a bezpečné zapálení nově přiloženého paliva). Požadovaná základní vrstva paliva má být dle [3] popsána výrobcem a uvedena v průvodní technické dokumentaci. Pokud tomu tak není, je posouzení dostatečného vytvoření základní vrstvy paliva na osobě provádějící měření.

Posouzení vytvoření základní vrstvy paliva je možné provést vizuálně nebo měřením koncentrace CO₂ či teploty spalin. Po dosažení základní

vrstvy paliva se doplní nové palivo do maximální plnicí výšky, popř. tak, aby byla zajištěna minimální doba hoření při jmenovitém tepelném výkonu 2 hodiny pro kotle na biologická paliva a 4 hodiny pro kotle na fosilní paliva. Měření začíná po uplynutí 15 minut od doby přiložení nového paliva na základní vrstvu.

Měření kotlů se samočinnou dodávkou paliva

Kotel je uveden do ustáleného provozního stavu při jmenovitém výkonu. Po dosažení ustáleného provozního stavu při jmenovitém tepelném výkonu je zahájeno měření.

ZÁVĚR

Měření již instalovaných a provozovaných kotlů bude vždy subjektivní záležitostí. Používáním jednotné metodiky však lze do značné míry eliminovat vliv osoby, která měření provádí.

Kontakt na autora: zdenek.lycka@razdva.cz

Použité zdroje:

- [1] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií (se změnami č. 225/2017 Sb.).
- [2] Verdonung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1.BImSchV. 2010.
- [3] ČSN EN 303-5:2013. Kotle pro ústřední vytápění – Část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční a samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 500 kW – Terminologie, požadavky, zkoušení a značení. ÚNMZ 2013.
- [4] Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší.
- [5] Vyhláška č. 194/2013 Sb. o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie. MPO ČR 2013.

Poznámka recenzenta:

Povinnost četnosti kontrol kotlů a rozvodů tepelné energie stanovuje vyhláška č. 194/2013 Sb., která v příloze č. 5 uvádí předepsanou četnost kontrol pro jednotlivé zdroje tepla. V původním návrhu vyhlášky byly uvedeny kontroly v časových intervalech 2 roky po uvedení do provozu a následně po dalších 2 letech (systém bez trvalého monitoringu) nebo 4 letech (systém s trvalým monitoringem). Bohužel po úpravě v konečném (účinném) znění vyhlášky platí četnost dle níže uvedené tab. 2.

Tab. 2 Četnost provádění kontroly kotlů a rozvodů tepelné energie dle [4]

Tab. 2 Frequency of inspection of boilers and thermal energy distribution systems according to [4]

Výkon kotle	Druh paliva	První kontrola po uvedení do provozu	Další kontrola	
			systém je trvale monitorován	systém není trvale monitorován
Od 20 kW do 100 kW	Všechna paliva	10	10	10
Nad 100 kW	Pevná a kapalná	2	10	2
	Plynná	4	10	4

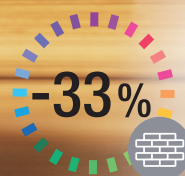
Pokud uvážíme, že u kotle na tuhá paliva se jmenovitým tepelným výkonem např. 80 kW má být první kontrola po uvedení do provozu provedena až po 10 letech, je zřejmé, že takový stacionární zdroj bude výrazným lokálním původcem emisí. Během 10 let provozu bohužel není žádná povinnost provést kontrolu takového významného lokálního zdroje a zkontrolovat tak jeho provoz. Nežádka tak může nastat i situace, že před uplynutím uvedené lhůty 10 let je tento zdroj již dávno za hranicí životnosti.

RADIK RC

ENERGETICKY ÚSPORNÁ DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA



Využijte naplno funkci řízeného zatékání a šetřete náklady celou topnou sezónu



Uzavřená zadní deska tělesa snižuje tepelné ztráty až o 33 %



Úspora nákladů na vytápění až 15 % ročně



O 50 % rychlejší náběh tepla oproti běžným radiátorům

