

Kotelny s kondenzačními, kaskádově řazenými kotli

Ing. Ivan Vališ

Výhoda úspor energie a nízká plošná hmotnost kotlů při skládání menších výkonů kotlů ve velké kotelny, je příznačná pro šedesátá léta minulého století. Vývoj kaskádových kotelen podporovala snaha plynofikovat podstřešní kotelny, kde bylo podmínkou nízké plošné zatížení podlah. Současně tak byl objeven i způsob, jakým je možno skládat dostatečný, či požadovaný výkon zdroje z menších výkonů, při zachování maximální účinnosti instalovaných kotlů. Jedněmi z prvních sestav montovaných i v ČSSR v počátku sedmdesátých let, byly klasické rychloohřívací plynové kotle.

Umožnilo se tak provozování kotlů s jejich nejvyšší účinností při běžném provozu. Tyto kaskády byly zpravidla řízeny nastavením kotlových termostatů kotlů. Závislost připínání či odepínání jednotlivých výkonů kotlů do společného sběrače byla u těchto systémů řízena nastavením kotlových termostatů každého kotle, tedy v závislosti na nízké nebo naopak vysoké teplotě sběrného kotlového okruhu na výstupu do topného systému opatřeného směšovací ventilem.

„Kaskádové“ řazení tímto způsobem má samozřejmě mnoho úskalí. Skutečně řeší pouze využití účinnosti kotlů. Ale i ta je snižována vlivy jako je cyklování se zbytečnou kotlovou a komínovou ztrátou. Pokud taková soustava není připojena pod jednotnou kaskádovou automatiku, která je schopná pracovat s celkovým přehledem o výkonu sestavy a jednotlivých kotlových jednotek, pracuje neúspěšně a neumožňuje s výkonem vůbec pracovat. Takže většinu kotlů, které právě netopí nelze využít.

Moderní automatiky hospodařící s výkonem celé sestavy se objevily až v devadesátých letech. Zde již mluvíme o kaskádovém řazení. Ovládání kotlových jednotek je organizované a lze využít i kotlů, které právě netopí, pro jiný topný režim.

Pokud automatika hospodaří s jednotlivými výkony kotlů, je možné topené okruhy zásobované topnou vodou, od klasických zapojení, organizovat jiným způsobem. Automatika tak ovládá kotle i v jiném topném režimu. Výkon do jednotlivých okruhů je možné přepínat a to za jiných teplotních podmínek. Charakteristickým okruhem, který pracuje v jiném teplotním režimu je ohřev teplé vody. To je markantní zvláště u nízkoteplotního vytápění, kdy nelze ohřívák teplé vody zapojit do společného rozdělovače a ohřívát jej *rozdělováním* topné vody. Zde je jediným možným řešením výše uvedené *přepínání* (potřebného výkonu), za odlišných teplotních podmínek.

Původní sestavy kotlů (později označované jako kaskády) v 70. letech 20. století, měly provedenou tepelnou ochranu kotlů směšovací ventilem. Tento ventil byl ovládán v závislosti na minimální teplotě vratné vody do kotlů. Termostaty kotlů tedy omezovaly maximální natápěcí teplotu. Maximální teplota kotlů byla zpravidla korigovaná podle potřeby tepla v objektu, ve smyslu ekvitermní závislosti, ručně topičem, zásahem u každého kotle. Zkrácení působení nízkoteplotní koroze bylo možno řešit i jiným způsobem, použitím rychloohřívacích kotlů. Ovšem stejně jako v prvním případě na úkor vyplývané energie.

Stejným způsobem, kotel – směšovač, byly budovány kotelny procházející palivovou změnou, tedy plynofikací zemním plynem. Umístění ručního zkratu výstupního a vratného potrubí u kotle nebo lépe použitím směšovacího ventilu je

z pohledu udržení tepla kotle, nutností. Při nedodržení této zásady dochází ke kondenzaci vodní páry ze spalin a k nízkoteplotní korozi kotle a souvisejících částí kotle. Takové kotelny, jsou však vždy provozovány s přebytečným výkonem, který není do budovy dodán, ale je vyzářen v důsledku nejruznějších ztrát mimo objekt.

Následným zlepšením bylo automatické řízení směšovače vzhledem k ekvitermní závislosti teplot. Tento způsob byl použit např. v Brně Bohunicích, kde bylo instalováno cca 10 kotlů Hydrotherm o výkonu po cca 80 kW, připojených na společné sběrné potrubí kotlů, s řízeným směšovačem.

Původní sestavy mnoha kotlů, pouze nahrazovaly klasickou kotelnou s malým počtem kotlů velkého výkonu, u nichž se tlumení výkonu provádělo pouze na úkor snížení účinnosti.

Současné kaskády kondenzačních kotlů, využívají provozu kotlů s maximální účinností a jsou zbaveny nedostatků, které v původních sestavách nemohly být řešeny. Nebo byly částečně řešeny dalším strojním zařízením. Kvality provozu bylo dosaženo především zavedením kondenzačních kotlů s elektronickou regulací.

Původní nedostatky kotlových sestav jsou řešeny především dokonalým hospodařením s výkonem kotlů. Toto hospodaření má na starost kaskádová automatika. Úkolem kaskádové automatiky je zjistit množství tepla potřebovaného budovou nebo její částí a rozdělení tohoto požadavku na jednotlivé kotle. Požadavek vyšší automatiky na provoz kotlů ale u každého kotle prochází softwarovým filtrem ekonomizačního provozu každého kotle. Je snahou udržení kotle v optimálních provozních ekonomických podmínkách. Výkon, který je potřeba do budovy dostat je rozdělen na jednotlivé kotle tak, aby nebyly topeň na vysokou teplotu mimo rozsah kondenzace, aby byly provozovány s maximální účinností! Z tohoto pohledu se zdá, že je nutné při nízkých teplotách kotlů instalovat větší výkon. Je to špatná interpretace skutečnosti. Naopak kotle při nízké teplotě pracují v maximálním výkonu při maximální účinnosti. Průkopníkem nejen v konstrukci kondenzačních kotlů, ale i kaskádových systémů je holandský Nefit v Deventer. Odtud se dělení výkonů při kaskádovém řazení říká systém Deventer. V systémech je využito mnoho patentů z původem z NASA.

Zdánlivou otázkou zůstává velikost kaskád. Je mnoho kritiků, kteří se snaží úřednickým způsobem stanovit optimální počet kotlů a vytvořit tak pro kaskády výkonové meze. Po patnáctiletých zkušenostech mohu odpovědně říci, že takové snahy jsou holým nesmyslem. Podmínky pro stanovení množství kotlů musejí vycházet z filozofie provozních možností kotlů a kaskády a ze stanovených podmínek a požadavků provozu. Musí splňovat podmínky charakteru technického, provozního a ekonomického.

Někdo v odborné literatuře stanovil velikost kaskády na pět kotlů. Tento názor je však naprosto nesmyslný. Odpovědným měřítkem musí být vždy jasná technická představa o potřebném dělení výkonu pro jednotlivé odběry a možnost zálohování výkonů.

Probereme jednotlivá úskalí.

Mez daná účinností. Předvedeme si na příkladu jednoho kotle o výkonu 450 kW s účinností 95%. Stejný výkon rozdělen do sestavy o počtu 10 kotlů po 45 kW o stejné účinnosti, v provozu podle ekvitermní závislosti nebo jakékoliv řízené

závislosti, je provozně více ekonomický než uvedený samotný kotel. Důvody byly již uvedeny výše.

Stejně je to i s kondenzačními kotli. Jemné vykrytí ekvitermní křivky nebo jakékoliv potřeby, výkony jednotlivých kotlů, umožňuje provoz kaskády s maximální přesností a minimálními ztrátami energie.

Při porovnání sestavy nebo kaskády kotlů, s jednotlivými kotli stejného instalovaného (přípojného) výkonu, je nutné si uvědomit, že ztráty kotlů se nesčítají, ale jsou stejné! Tedy ztráta 5% u kotle 45 kW, je prostě 5%, ztráta u kotle 450 kW stanovená na 5%, je tedy 5%.

Naopak, provozně je možné tyto ztráty snížit protože u jednotlivých kotlů 45 kW budou tyto ztráty 5% za každého provozu, protože kaskáda bude automatickou provozována v optimálních mezích, právě jen s těmito ztrátami. Jediný kotel, však s touto ztrátou nemůže být provozován v každém režimu. Ztráta se bude při odchylce od ideálního stavu vždy jenom zvětšovat, a je možno ji označit jako ztrátovost provozu.

Ve sledovaném období zjistíme, že jediný provozovaný běžný kotel má v průměru ztrátovost větší, než je deklarovaný údaj ztráty kotle. Ztrátovost zpravidla dosahuje několika (i desítek) procent. K obdobné situaci nemůže u kaskády s kondenzačními kotli dojít. *Ztrátovost provozu bude vždy shodná s uváděnou ztrátou.*

Uvedenými úvahami a skutečnostmi ohledně účinnosti a ztrátovosti provozu jsme zodpověděli otázky týkající se nejen technické a provozní, ale i ekonomické problematiky.

Možnou námitkou může být cena za servis více kotlů, než méně (jednoho). Z pohledu úspory při provozu kaskády oproti jednomu nebo méně kotlů, námitka neobstojí. Kalkulace ceny servisu jednoho kotle malého výkonu jsou vždy nižší, než servis kotle velkého, kde je servis náročnější. V úhrnu servisu např. 10 kotlů může dojít k poněkud vyšší ceně, ale tato částka bude překryta částkou ušetřenou výhodnějším provozem.

Otázka ceny náhradních dílů: Ano, zde může být provoz více kotlů finančně náročnější. Je však nutné si uvědomit jednoduchou skutečnost, že menší součástky jsou levnější než velké. Např. cena hořáku 450 kW (asi 60 000 Kč) cena hořáku 45 kW (9 000). Nutno však vzít na zřetel, že u velkých kotlů jsou hořáky složitější a tím podstatně poruchovější. U kondenzačních kotlů má hořák životnost shodnou s životností kotle. Tedy ani tato otázka není zásadní. Naopak. Při opravitelných závadách je situace menších kotlů výhodnější. Protože konstrukčně nejsou veškeré prvky v kotli integrovány do jednoho celku jako je tomu např. u velkého hořáku. Díly je možno vyměnit za nové, nikoliv jak u velkého hořáku, je prováděna oprava a celek zůstává původní, opotřebovaný.

System Deventer:

Vznikl v Holandsku ve spojitosti s kaskádovým řazením kotlů a mnohými je mylně zaměňován za kaskádové zapojení kotlů. S tímto zapojením samozřejmě souvisí. Bez kaskádového zapojení by nebylo možné tento systém praktikovat. Ve

své podstatě se jedná o dělení výkonů pro jednotlivé odběry tepla z kaskádového zdroje.

Nejedná se tedy o rozdělování výkonů na rozdělovači topné vody, ale o přepínání výkonů přímo ze zdroje, kterým je kaskáda. Můžeme je nazývat *přepínanými výkony*.

Tímto způsobem jsem schopni zásobovat teplem příslušnou část systému budovy bez ztráty kontroly řídicí automatiky kotle nebo nadřazené automatiky. Tedy opět s teplem vyráběným přímou vazbou teplotní čidlo topeného systému – hořák kotle. Provozní logika kotle nebo i nadřazená automatika, tak řídí výrobu potřebného tepla příslušným výkonem hořáku (ů) pro daný přepínaný odběr. Tedy opět *s maximální kontrolou ekonomiky výroby tepla* podle zvoleného schématu. tímto schématem je v každém případě ekonomizační program spalování a běhu kotle (což je dáno běžnou funkcí provozní logiky kondenzačního kotle), ale je jím i nadřazená automatika s vazbou na teplotní čidlo systému přepínaného výkonu.

Pro jasné pochopení odlišností, je nutné si uvědomit rozdíly mezi systémem klasického zapojení kotelný a strojovny s klasickými kotli, tedy s kotli skupiny B, otevřenými spotřebiči, (nekondenzační kotle), s atmosférickými nebo tlakovými hořáky a kaskádou kondenzačních kotlů.

Klasický systém, jak již víme pracuje *s rozdělováním tepla*. Rozdělování tepla se děje na rozdělovači, tedy na rozmezí vysokoteplotního kotlového okruhu a řízeného okruhu odběrného systému, např. ohřev TUV a pod. Tedy při teplotní nejednotnosti systému, t.j. při zachování všech ztrát kotlového okruhu.

V kaskádovém zapojení se nejedná o rozdělování vyrobeného tepla na rozdělovači, ale o přepínání potřebného výkonu (*přepínaný výkon*), tedy výroby potřebného tepla, přímo z kotlového okruhu kaskády. Soustava kotel – topný systém (topený okruh) je *v jednotném teplotním režimu* a navíc, jak již bylo uvedeno, podřízena ekonomizačnímu programu logiky kotle (ů).

V pohledu úspor působených kondenzačními kotli, je systém Deventer jedním z důležitých tvůrců provozních úspor kaskádových sestav kondenzačních kotlů.

Tyto úspory jsou způsobovány jednak kontrolou výroby potřebného tepla pro část systému budovy (okruhu), jak je výše uvedeno a jednak teplotní jednotou soustavy kotel – topený okruh, tedy bezeztrátovým přenosem tepla systému kotel – topený okruh.

V praxi je nepochopení významu přepínání výkonů jednou z podstatných chyb nepochopení soustav kondenzačních kotlů, klasicky smýšlejícími nebo neznalými projektanty vytápění.

Pro špatný příklad není nutné chodit daleko. Velice častou závadou projektů, je špatné zapojení ohřevu TUV.

Klasický topenář navrhne kondenzační kotle a zapojí ohřev TUV z rozdělovače. Tento způsob je špatným. Nastanou dvě možnosti. Buď je systém svěřen automaticce a ta udržuje v celém systému nejnižší možnou teplotu, takže ohřívák není dostatečně natopen, nebo je nutné topnou soustavu rozdělit na okruh kotlový, kde kotle jsou nahřívány na vysokou teplotu a to právě kvůli ohříváku a na

system budovy se směšovacími ventily, který zpravidla tak vysokou teplotu nepotřebuje. Kotle jsou nuceny kvůli ohřevu TUV dodávat do rozdělovače vysokou teplotu, čímž nemohou pracovat v ekonomickém režimu pro nějž jsou výrobcem určeny. Jejich provoz není ekonomický. U klasických kotlů je provoz na vysoké teploty nutností, a proto rozdělení na vysokoteplotní kotlový okruh a nízkoteplotní distribuční okruhy je nutné. Není tomu tak u kotlů kondenzačních.

Správný návrh systému kaskády.

Musí vycházet vždy z požadavků investora. Ale na rozdíl od návrhu klasické kotelny musí vycházet z provozních požadavků (časových potřeb výkonů). Správný návrh odpovídá vhodnému rozdělení okruhů, nejen podle odběrů ale i podle časového provozního schématu a podle možností zálohování výkonů pro každý odběr, pokud tak investor požaduje. Tento fakt u klasických kotel je nemožný.

Tohle jsou zásadní limitující podmínky pro velikost kaskády nebo kaskád daného topného systému.

Při návrhu kaskádové kotelny si projektant musí jasně uvědomit rozdíly mezi kaskádovým řazením Deventer a mezi klasickou kotelnou.