

Výkony kotelen s kaskádovým řazením kondenzačních kotlů

Jak je známo, nejen kondenzační kotel je zdrojem úspor, (při jeho provozu se objevují nové a nové poznatky ekonomiky provozu v každém provozním stavu), ale především správně navržené kaskády z těchto kotlů jsou přímo vzorem představ o ekonomickém provozu topného hospodářství.

Začínajícímu projektantovi pro navrhování sestav a zvláště kaskád kondenzačních kotlů bude činit již problém správného a odpovědného návrhu přípojného či potřebného nebo instalovaného výkonu sestavy, pro daný objekt. Prostě výkonu „kotelny“.

Pokud si uvědomíme prostý fakt, jaké zařízení vlastně máme v rukou, zjistíme, že je můžeme charakterizovat jako velmi elastické, které je možné formovat pro potřeby budovy a hlavně pro potřeby povahy daného provozu velice přesně a dokonale a to s ohledem nejen na průběhy výkonů, ale i dle investičních možností anebo i provozních možností provozovatele nebo objednatele.

Návrh výkonu sestavy nebo kaskády úzce souvisí i s volbou zálohových výkonů. Používám množného čísla, protože skutečně musíme propočíst a vhodně zvolit zálohové výkony pro jednotlivé odběry výkonů kotlů, k nimž bude při provozu docházet pro různé režimy či směry odběru.

Také se musí propočíst a vhodným způsobem určit i velikost výkonů jednotlivých kotlů pro daný směřovaný výkon či odběr příslušnou soustavou nebo větví v závislosti na časovém průběhu daného odběru. Tato položka značným způsobem ovlivní průběh potřeb výkonu pro jednotlivé odběry a má přímou vazbu i na velikost instalovaného výkonu, zálohovost a t.d. Příkladem může být přeměření výkonu z vytápění do přípravy TUV a naopak, kdy nevhodná volba výkonů kotlů nebo jejich jednotek způsobí příliš dlouhé prodlevy při dotápění daného odběru (soustavy) přičemž v soustavě druhé tak vzniká v daném čase, nevhodný nedostatek výkonu.

Jak je zřejmé vstupních údajů, které musí projektant na začátku návrhu celkového výkonu kotelny, zpracovat je na rozdíl od klasické kotelny, značné. Pochopitelně tento návrh instalovaného výkonu není možné provést bez znalosti provozní automatiky kaskády a automatik odběrných sestav. Její možnosti a schopnosti návrh velice ovlivní. Zde doporučuji používat automatik vyvinutých k danému typu zdroje tepla.

V 70. letech se celkový (přípojný) výkon kotelny navrhoval vztahem

$Q_c = (1,1-1,15) Q_{UT} + Q_{TV} + Q_{TECH} + Q_{VZT}$ (kde Q_{UT} je potřeba výkonu pro vytápění, Q_{TUV} potřeba výkonu pro ohřev teplé vody, Q_{TECH} potřeba výkonu pro technologii, Q_{VZT} potřeba výkonu pro vzduchotechniku).

Po dosažení fiktivního výkonu v hodnotě 1 za každou položku dostáváme poměrnou veličinu, která by se dala nazvat např. „výkonovým číslem kotelny“. V daném případě je výkonové číslo kotelny větší než 1,1, převážně se blíží hodnotě až 4,15!

V 80. a 90. letech se používá vztah, který většina projektantů vytápění dobře zná, $Q_c = 0,7 Q_{UT} + (Q_{TV} + Q_{TECH} + Q_{VZT})$, po dosažení 1 je výkonové číslo kotelny minimálně 0,7 pokud je v objektu jen vytápění. Při rozboru stávajících kotelen však

docházíme k průměrnému číslu 3,7! To je způsobeno přičítáním dalších výkonů a velkorysé řešení zálohového výkonu..

Je zjevné, že s modernizací kotelen se začal jejich výkon snižovat. Takové propočty však nejsou pro kaskády kondenzačních kotlů vhodné a neskýtají dostatečně dobré řešení individuálních provozů.

Je důležité si uvědomit, že dle výše uvedených propočtů se jedná o příliš vysoký výkon (převýkon) kotelny co by zdroje tepla. Tyto vztahy mohou platit jedinež tehdy bude-li odběr jednotlivými soustavami Q_x stálý a současně v časovém průběhu dne, týdne roku.

To je však pro dynamickou kaskádu popř. sestavu kondenzačních kotlů nevhodný přepych, který se nám ekonomicky nezáročí a povede k aktivnímu provozu pouze části celkového instalovaného výkonu kaskádového zdroje tepla (kotelny). Potom i zálohový výkon pro jednotlivé soustavy či odběry bude značný. Pokud bude zapnuto automatické střídání kotlů podle uběhlých motohodin, často bezprostředně nezpozorujeme, chybu maximalistického návrhu výkonu kotelny. Pro provozovatele, to znamená vysokou vstupní investici, ale přitom, provozně tento stav nevede k vyšší provozní stabilitě zdroje.

Návrh celkového výkonu (přípojného výkonu) kaskády kondenzačních kotlů je nutné provádět individuálně pro potřeby provozu daného objektu, druhu a povahy provozu v potřebné časové (denní nebo jiné) závislosti.

Základním požadavkem návrhu je umožnit sestavě maximální provozní úspory. Dosažení úspor je možné za podmínky pokrytí nejen výkonových potřeb jednotlivých odběrů, ale přesné pokrytí teplotní potřeby dané odběrné soustavy. Na první pohled nic nového, pokud při tom nedojde k vytvoření teplotní jednoty okruhu kotel a odběrní soustava. Tedy stejné teploty kotle a daného okruhu kam se teplo v danou chvíli dodává. Požadované teplo se tedy nevyrábí směšovačem na rozdělovači, protože teplota a výkon přiváděný do rozdělovače je takřka vždy výrazně větší než konkrétní okruhy potřebují.

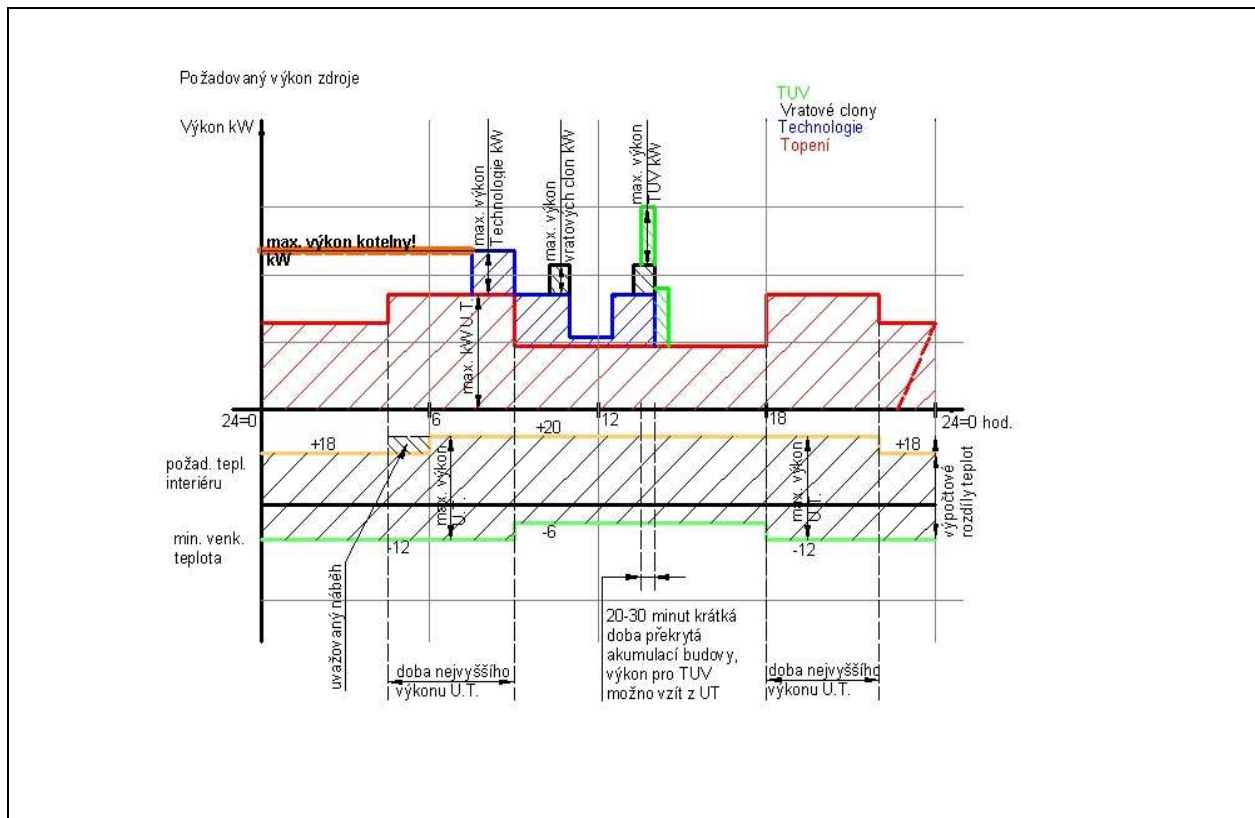
V kaskádách kondenzačních kotlů je nutné požadavky směšování co nejvíce potlačit a (hardverově) navrhovat přímé vazby kotel nebo jejich sestava – odběrní soustava (větev). Tak je možné vytvořit v dané výrobní (topné) a odběrní soustavě teplotní jednotu, nepřetápět a potřebné množství tepla vyrobit přesně.

Problematiku výroby tepla kaskádovým zdrojem a návrh výkonu kotlů, pro jednotlivé odběry a potažmo návrh celkového výkonu kaskády (či zdroje) je nutno provádět v časové ose potřeb jednotlivých odběrů.

Vhodným řešením je vytvoření grafické představy o odběrech v daném časovém úseku. Samozřejmě se musí jednat o opakující se, časový úsek.

Pro snadnou orientaci o potřebných výkonech budoucí kaskádové kotelny v časové ose, je dobré sestavit výkonový graf. Tak jednoduchým způsobem zjistíme jaké výkony v daný okamžik budeme pro návrh potřebovat.

Příklad pracovního řešení návrhového grafu pro nejnepříznivější období, v periodě 24 hodin



Není zvláštností, že u dobře navržených kaskád dosáhneme více jak 60%, často více než 100% zálohového výkonu, aniž by se výkon kaskády zvýšil nad výkonově potřebnou hranici danou jednotlivými odběry základního návrhu kotelny.

Opět je nutné připomenout, že při návrhu kaskád musíme pracovat s časovým faktorem potřeb jednotlivých odběrů! To odlišuje dříve používané metody výpočtu celkového výkonu kotelny od současných návrhů.

Důvodem nutnosti použití časové složky, je možnost přepínání výkonů kaskády do časových spotřeb jednotlivými odběry dané soustavy a vytváření dodávky tepla, (výkonu) a požadované teploty, přímo kotlem. Nikoliv mezilehlým zařízením (směšovačem).

Pokud se pokusíme návrh celkového výkonu kotelny propočíst v kontextu výše uvedených vzorců pro instalovaný výkon kotelny, tak u kaskád se velice často můžeme dostávat k číslu menšímu než 1 nebo dokonce i pod 0,7 stanovené ČSN. Na první pohled se zdá, že v systému bude nedostatek výkonu a nedostatek zálohového výkonu. Není to však pravda. Pouze se dostáváme na výpočtové hodnoty objektu, bez rezerv, které topenářské výpočty v každém kroku výpočtu umožňují. Pro minimální návrh výkonu kotelny je vhodné použít údaje o okamžité spotřebě, pokud jsou k dispozici, např. před výměnou kotlů za kondenzační kaskádu.

Objekty na nichž je možné dokumentovat výkon kotelny odpovídající hodnotě 1 skutečně existují a je jich celá řada.

Např. Brno Bystrc: tepelná ztráta objektu je i s příslušnými odůvodněnými přírážkami 167 kW. Instalovaný výkon v kotelně je 115 kW. V daném případě je to 0,7. Požadavky tepla v bytech jsou bezpečně pokryty. A dokonce v domě výpočtových minimálních teplot část kotlů není v provozu. Proč? Při vývoji zimních venkovních teplot přispívá k výkonu kotelně i výkon akumulovaný konstrukcí objektu v závislosti na časový průběh potřeby tepla. Stačí si uvědomit fakt, že nejvyšší potřeba tepla v závislosti na nejnižších teplotách, nastává večer a ráno. U bytů a bytových domů vždy nastává noční útlum. Ten se může samozřejmě provést vypnutím výkonu, ale také jeho snížením.

V dané kotelně jsou kotle bez modulace hořáku, ale v kaskádovém uspořádání a řízené kaskádovou automatikou.

Nejedná se o náhodu, v dané lokalitě je těchto kotelen více. Při přesném propočtu útlumu a akumulace se domnívám, že by se instalovaný výkon těchto kotelen mohl ještě poněkud snížit.

Pokud je v objektu požadavek výkonu kotelně pouze pro vytápění můžeme se dostat pod magickou hranici 0,7. Pokud je v kotelně i ohřev TUV nebo jiná technologie dostáváme se pod hodnotu 0,7 vždy!

Obdobným příkladem je bytový dům u Brna. Tepelná ztráta bytového objektu je asi 190 kW. Instalovaný výkon je 126 kW. Hranice 0,7 je opětovně překonána směrem dolů, na 0,67. V kotelně je možnost doplnění výkonu pro budoucí ohřev TUV vytvořen v kaskádě kotlů ještě jednou pozicí na společném sběrači kotlů, pokud by při instalaci ohřevu stávající sestava nepostačovala. Pravděpodobně by se instaloval kotel o výkonu asi 20 kW.

Tedy výkon kotelně s ohřevem TUV je nižší než 0,7 - 0,67.

Školka u Brna, původní výkon dvou kotlů po 200 kW, (celk.400) tepelná ztráta 230 kW. Po rozboru záznamů z deníku o spotřebě kotlů a provedení přepočtu účinnosti na kondenzační kotle je instalováno 2x 60 kW, tedy 120 kW. Hodnota našeho srovnávacího součinu je 0,53!

Základní škola u Brna, tepelná ztráta 260 kW. Provedeno zateplení budovy a snížení tepelné ztráty asi o 10%. Původně byly v kotelně dva kotle po 200 kW. Navržena kaskáda tří kondenz. kotlů po 43 kW, o celkovém výkonu 129 kW. Výkon. číslo kotelně je 0,32 !!

Tohle řádný projektant, topenář, odborník neudělá? Právě naopak. Odborník by neměl pracovat mechanicky podle vžitých konvencí, ale provést odpovědně návrh dle možností topného systému pro daný objekt a především vycházet z jeho provozních potřeb. Potřeby a východiska skloubit s možnostmi a variabilitou topného systému a vyvarovat se zbytečných navýšení instalovaných (přípojných) výkonů podle zavedených konvencí u systému, který úspory umožňuje odlišným způsobem provozu. Je velké množství objektů, které jsou zdokumentovány, u nichž se výkon kotelně navrhl podle vztahu 0,7x..... V průběhu několika let se polovina kotlů takových kotelen, nedostala vůbec do provozu. Prostě výkon navíc, který automatika vůbec nepustila a nepotřebovala.

Je nasnadě, že většina bytových objektů je provozovatelná bez jakýchkoliv problémů s výkonem do hodnoty 1. Nicméně pokud do výpočtu promítneme

posloupnost využívání jednotlivých výkonů v čase, využijeme útlumů výkonů pro jednotlivé spotřeby, můžeme se dostat k nižším hodnotám než je předepsaných $0,7Q_{UT}+Q_x$.

U malých objektů však hodnota výkonu kaskád (kotelen) bude v průměru vyšší než u objektů větších. Je to způsobeno zmenšením možností manipulace s výkonem kaskády z důvodu zmenšení množství odběrových soustav z kaskády, v kontextu s jejich specifikami provozu, časování odběrů a pod.

Výrazné snížení této hodnoty může být u středních firem, kde jsou různé povahy pracovní činnosti. Je možné uvažovat tři druhy činností: kancelářská, výrobní, skladová. Takovými objekty mohou být drobné podniky s úplnou strukturou pracovních profesí v daném oboru, jako jsou např. autoservisy, výroby krmiv, výroba a opravy elektroniky, výroby skla, skladová hospodářství a pod. Zde je možné v časovém sledu jednotlivých profesí regulovat vytápění, ohřev TUV i technologii.

Zpravidla každý den brzo ráno začínají dělnické, montážní a podobné profese. Následuje skladové hospodářství a nejspíše potřebuje teplo kancelářská část. Pokud se nejedná o výrobu na směny, klesají výkonové potřeby nejprve u dělnické výroba, následně u skladů a nakonec kanceláře.

Pokud takovou firmu máme v jedné rozdělené budově, nebo v malém areálu, kde jsou objekty vedle sebe, vystačíme s kaskádou s výkonem o hodnotách výkonových čísel velice nízkých.

Příkladem může být areál firmy s vlastní kotelnou vyrábějící jen teplo pro vytápění. Objekty jsou soustředěny mezi největšími budovami.

budova 1. = 150 kW, objekt 2. = 60 kW, objekt 3 = 45 kW, objekt 4 = 226kW

Celkový výkon kotelny je 493 kW, při použití součinitele 0,7 je celkový výkon 345 kW. Po začlenění časové posloupnosti a vhodné úpravě pracovní doby jednotlivých profesí 150kW od 5,30 –14,00, objekt 2 od 8,00 do 13,00, objekt 3 od 10,00 do 12,00 a od 13,00 do 16,00, objekt 4 od 12,00 do 20,30, využijeme přepínání výkonů vzhledem k zahajování pracovní doby jednotlivých profesí v takovém časovém sledu, kdy jednotlivé objekty s časnějším zahájením prací jsou již natopené a kotle kaskády, popř. celá kaskáda by se dostávala do útlumu. To však nedopustíme a kaskáda (vlastně její část nebo postupné střídavé přepínání výkonů do jednotlivých objektů) bude roztápět další objekty v časovém sledu.

Výkon kaskády stanovíme z nejvyšší potřeby tepla tedy z tepelné ztráty 226 kW = $0,7 \times 226 = 158$ kW. To značí, že oproti klasicky navržené kotelně snížíme výkon na hodnotu asi 0,45, a to i vysokým zálohovým výkonem přičemž záleží na členění výkonu kaskády výkony jednotlivých kotlů.

Pokud však původní kotelna byla navržena podle všech platných předpisů včetně zálohového výkonu 542 kW, snížíme výkon kotelny na hodnotu 0, 27-0,28!!!

Uvedený příklad je sice pro tento článek vymyšlený, avšak podobných uvedených areálů je v naší republice drtivá většina. Při ztrátovosti vytápěcího procesu se tak sníží spotřeba až asi o 430%.

Příkladem může být zemědělský podnik se zemědělskou a přidruženou skladovou výrobou. Původní kotelna 1,4 MW. Nová kotelna s kondenzačními kotli malých výkonů v kaskádovém uspořádání, 314 kW, tedy hodnota (výkonové číslo) je 0,225! Při porovnání spotřeby, propočtem výkonu, účinnosti a provozu, se úspora spočítala na 577%, a to i bez ohledu na rozdílnou cenovou úroveň paliv v rozmezí 2 let.

Jedna kaskáda pro areál však nemusí být vždy vhodným řešením, a také často není. Mnohé firmy jsou v objektech roztroušených daleko od sebe a s odlišnými povahami provozu. Je vhodné takové vytápění decentralizovat a do jednotlivých objektů instalovat samostatné kaskády. Vyloučí se tak především ztráty vzniklé přenosem tepla a při vhodném skloubení technologie a vytápění v daném objektu se výrazně může snížit výkonové číslo zdroje tepla, výše popsanou formou přepínání výkonu (např. technologie potřebuje teplo 4x za hodinu vždy po dobu 5 minut). Nehledě k lepší možnosti regulace menšího objektu než u centrální regulace.

Uvedená fakta musí dobrý projektant vždy reálně posoudit a propočíst v kontextu s danými fyzickými podmínkami a podmínkami provozními.

Při kombinacích s alternativními zdroji energie lze uvažovat další snížení instalovaného výkonu.

V našich podmínkách však bude platit předpoklad využití alternativních zdrojů jako doplňkových zdrojů tepla ke kaskádě, nikoliv s dominantní funkcí. Dominance musí spočívat pouze v přednosti získávání tepelné energie těmito zdroji přednostně před plynovým zdrojem (kaskádou) v ideální době získávání energie alternativním zdrojem. Tedy základem je alternativní zdroj, který automatika upřednostňuje před plynovým zdrojem pouze po dobu, kdy je schopen získávat patřičné množství energie. Poté je doplňován zdrojem plynovým.

Návrh kaskádových soustav je procesem velice odborným, vyžaduje znalost a následnou modulaci představ pomocí časové složky výroby tepla, či získávání energie s časovým programem její spotřeby.

Ing. Ivan Vališ