



Téma: Regulácia hydraulického systému rozvodu TUV

Hydraulicko-teplotné vyváženie cirkulačných sústav teplej vody (2)

V predchádzajúcej časti článku sa hovorilo o problematike teploty teplej vody a korektnosti jej rozpočítavania, definovala sa cirkulačná sústava a uviedli sa dôvody nevyrovnanosti teplôt v cirkulačnej sústave. V závere prvej časti sa rozobrala problematika usmernenia prietokov, inak nazývaná aj hydraulické vyváženie, a odpovedali sme aj na otázku, čo je podstatou vyváženia.

Spolupráca pri zabezpečovaní vyváženia

Pri poruchách cirkulácie nestačí vykonať opatrenia len v objekte, kde sa porucha najviac prejavuje, ale nevyhnutne aj v rozvodnej sústave medzi zdrojom TV a týmto objektom. Dodávateľ tepla má pri zabezpečení funkčnosti cirkulačnej sústavy kľúčové postavenie. Bez spoluúčasti dodávateľa tepla, resp. bez vykonania opatrení na zariadeniach dodávateľa tepla, nemožno vykonať hydronické vyváženie v objekte spotreby, prípadne garantovať funkčnosť sústavy. Avšak len v spolupráci so všetkými odberateľmi teplej vody v okruhu tepelného zdroja možno vykonať také opatrenia a dosiahnuť taký stav, aby bola vo všetkých stúpačkách vo všetkých objektoch udržiavaná rovnaká teplota TV.

Dodávateľ tepla je garantom dodávky TV. Vyhláška ÚRSO č. 630/2005 Z. z. stanovuje: „Dodávateľ teplej úžitkovej vody zabezpečí teplotu teplej úžitkovej vody na odbernom mieste (na päte objektu) v takej výške, aby teplota teplej úžitkovej vody na výtoku u konečného spotrebiteľa (na výtoku v byte) dosiahla najmenej 45 °C a najviac 55 °C“, pričom treba dodržať podmienky podľa vyhlášky MH SR č. 152/2005 Z.z.: „Dodávku tepla na prípravu teplej úžitkovej vody je dodávateľ povinný dodávať tak, aby teplota teplej úžitkovej vody na výtoku u konečného spotrebiteľa bola najmenej 45 °C a najviac 55 °C.“ „Ak sústava tepelných zariadení v objekte spotreby nie je hydraulicky vyregulovaná, kvalita dodávky tepla na prí-

pravu teplej úžitkovej vody na odbernom mieste sa musí zabezpečiť na úrovni parametrov dohodnutých v zmluve o dodávke a odbere tepla.“

Samozrejme, povinnosti má aj odberateľ teplej vody, vlastník budovy odoberajúcej teplú vodu z centrálného zdroja. Zákon č. 657/2004 Z. z., v znení zákona č. 99/2007 Z. z., stanovuje: „Dodávateľ, ktorý rozpočítava množstvo tepla dodaného v teplej úžitkovej vode konečnému spotrebiteľovi, alebo odberateľ, ktorý rozpočítava množstvo tepla dodaného v teplej úžitkovej vode konečnému spotrebiteľovi (ktorým je správca objektu), je povinný dodržiavať určenú teplotu teplej úžitkovej vody u konečného spotrebiteľa (na výtoku v byte)“, a už spomínaný zákon č. 476/2008 Z. z. ukladá: „Vlastník veľkej budovy s centrálnou prípravou teplej vody je povinný zabezpečiť a udržiavať hydraulicky vyregulované rozvody teplej vody.“

Vo vyhláškach sa píše len o teplotách. Avšak, ako už bolo v prvej časti tohto článku uvedené, na udržiavanie požadovanej teploty je nevyhnutne potrebný dostatočný cirkulačný prietok. Ak dodávateľ tepla nezabezpečuje na päte objektu dostatočný cirkulačný prietok, vyváženie vnútorných cirkulačných rozvodov zabezpečeniu požadovanej teploty nepomôže. Na druhej strane ak je cirkulačný prietok na päte dostatočný, ale vnútorné rozvody sú nedostatočne vyvážené, na mieste spotreby môže teplota opäť klesať. Ako posúdiť, či je príčina nedostatoč-



nej funkčnosti cirkulácie na strane dodávateľa alebo na strane odberateľa tepla?

Skúsme to porovnať so situáciou pri hydraulickom vyvažovaní (vyregulovaní) vykurovacích sústav. Na stanovenie potrebných tlakových a prietokových parametrov pre objekt stačí poznať vlastnosti vykurovacej sústavy a tepelný príkon objektu. Ak sú v sústave zaradené viaceré rovnaké objekty, ich pripájacie parametre sú porovnateľné, a to bez ohľadu na skutočnosť, či je objekt v blízkosti tepelného zdroja alebo v koncovnej časti sústavy. Úbytok teploty vykurovacej vody medzi zdrojom a objektmi je nízky a spravidla ho možno zanedbať. Dominantným parametrom určenia požadovaného prietoku je tepelný príkon objektu.

Oproti tomu, hydraulicko-teplotné vyváženie cirkulačných sústav teplej vody je zložitejšie. V každom objekte je iný rozdiel medzi teplotou TV na jeho päte a požadovanou udržiavanou teplotou. Čím nižšia je teplota na päte objektu, tým vyšší cirkulačný prietok je potrebný na udržiavanie požadovanej teploty. Nemožno stanoviť požadovaný cirkulačný prietok pre objekt len na základe vlastností jeho vnútornej rozvodnej sústavy teplej vody, pretože dominantný parameter – úbytok teploty medzi zdrojom a objektom v čase minimálnej spotreby teplej vody závisí od cirkulačných prietokov v ostatných objektoch.

Rozvodná sústava TV je jedným funkčným celkom (bez ohľadu na vlastnicke vzťahy k jej častiam). Jednotlivé časti sa navzájom ovplyvňujú, a preto treba pri určovaní cirkulačných prietokov zohľadniť ich vzájomné pôsobenie. Bez toho nemožno dosiahnuť udržiavanie rovnakej teploty TV vo všetkých jej častiach, resp. garantovať udržiavanú teplotu TV. V prípade spracovania čiastkových projektov viacerými projektantmi nemožno vymedziť ich zodpovednosť za nedostatky v rôznych častiach sústavy. Je veľmi zložité, často nemožné riešiť podiel zodpovednosti za nedostatočnú teplotu teplej vody pri čiastkovej a nekoordinovanej realizácii vyváženía na úrovni dodávateľa tepla a na úrovni jednotlivých objektov.

Zabezpečenie rovnakej teploty v celej rozvodnej sústave musí mať jedného garanta, projektanta, ktorý stanoví úlohy jednotlivých subjektov pri zabezpečovaní rovnakej teploty, pripájacie parametre na päťach jednotlivých objektov a ktorý je zároveň po realizácii opatrení zodpovedný za dodržiavanie vlastností distribučnej sústavy teplej vody vo všetkých jej častiach. To znamená jednotné technické riešenie, jeden SPOLOČNÝ projekt hydraulicko-teplotného vyváženía.

Kontrola funkčnosti

Realizácia hydraulicko-teplotného vyváženía by mala byť ukončená skúškou, či je dodržaná vyrovnanosť teplôt. Na overenie funkčnosti treba vykonať meranie priebehu teplôt TV na kritických miestach sústavy: na vrcholoch koncových stúpačiek domov a v zdroji TV na výstupnom a cirkulačnom potrubí. Meranie sa musí vykonať súčasne na všetkých meracích miestach pomocou elektronických registračných teplomerov (synchronizovaný záznam každých 5 minút) počas najmenej 48 hodín. Pre posúdenie funkčnosti sú zaujímavé časti dňa s minimálnym až nulovým odberom teplej vody, keď sa teplota nezvyšuje vplyvom odberu, ale udržiava ju len cirkulačná sústava. Na to je vhodné v čase merania (počas jednej noci) nastaviť nepretržitú dodávku teplej vody. Ďalším sledovaným úsekom je ranný nábeh po nočnom útlme, jeho priebeh a čas potrebný na dosiahnutie požadovanej teploty vo všetkých častiach rozvodnej sústavy teplej vody.

Diagnostický systém, vymedzenie zodpovednosti

Technické riešenie hydronického vyváženía musí nielen deklarovať pripájacie parametre, požadované prietoky, diferenčné tlaky a teploty na päťach objektov, musí tiež vytvoriť podmienky na ich kontrolu. Tak, aby v prípade porúch bolo možné zistiť, čo je ich príčinou a kto je za odstránenie poruchy zodpovedný.

Nedostatočná teplota môže byť zapríčinená rôznymi vplyvmi, a to vnútri objektu, kde sa problémy vyskytli, aj mimo objektu, napríklad:

- nedostatočná teplota TV zo zdroja,
- nevyváženosť, skrat vnútri objektu (dostatočný prietok na päte objektu) vrátane prípadov, keď došlo k manipulácii s vyvažovacími prvkami,
- nevyváženosť, skrat mimo objektu (prietok na päte objektu),
- uzatvorené armatúry alebo upchané potrubie vnútri objektu,
- uzatvorené armatúry alebo upchané potrubie mimo objektu,
- pretláčanie studenej vody do sústavy TV cez miešacie batérie,
- iné príčiny.

Nesprávne určená príčina poruchy a z toho vyplývajúci nesprávny zá-krok môže byť príčinou vzniku ďalších porúch, čím sa zistenie pôvodnej príčiny komplikuje, nehovoriac o zbytočných finančných nákladoch. Diagnostický systém musí byť vybudovaný tak, aby bolo možné príčiny porúch zistiť čo najmenším počtom meraní, v krátkom čase.

Sankcie za nedodržiavanie požadovanej teploty teplej vody, vyplývajúce zo zákona, nie sú zanedbateľné a je hrubou chybou, ak sú uložené subjektu, ktorý vo svojej kompetencii nemôže nevyhovujúci stav napraviť.

Často sa stretávame s nesprávnym vymedzením zodpovednosti za odstránenie porúch, resp. s nesprávnou postupnosťou opatrení na ich odstránenie. Aké sú najčastejšie chyby a v čom spočívajú?

Tvrdenie: „V sústave máme inštalované vyvažovacie armatúry. To znamená, že sústava je vyvážená.“

Pre posúdenie vyváženosti sústavy nie je dostatočnou informáciou existencia vyvažovacích armatúr v sústave. Často bývajú v sústavách inštalované armatúry – vyvažovacie ventily, ktoré svojimi vlastnosťami (dimenziami) nezodpovedajú potrebám sústavy a sú preto na vyváženie nepoužiteľné. Hydraulicko-teplotná vyváženosť sa dá overiť synchronizovaným meraním teplôt na charakteristických miestach sústavy alebo meraním cirkulačných prietokov a potvrdením súladu nameraných hodnôt s dokumentáciou hydronického vyváženía.

Tvrdenie: „Problémy sú spôsobené upchaným cirkulačným potrubím v objekte.“

Funkčnosť potrubia cirkulačnej stúpačky sa dá jednoducho preveriť: zatvoriť stúpačkový uzáver na prívodnom potrubí – ak pri pustení teplej vody v najvyššom byte voda tečie, cirkulačné potrubie nie je upchané. Podobným spôsobom možno preveriť aj iné potrubné úseky. Úplné upchanie potrubia je zriedkavé, poruchy sú väčšinou spôsobené nevyváženosťou - neusmernením cirkulačných prietokov.

Tvrdenie: „Na päte objektu sú teploty dostatočné. To znamená, že vonkajšie rozvody sú v poriadku, chyba je vnútri objektu.“

Na udržiavanie teploty cirkuláciou treba mať na päte objektu nielen dostatočnú teplotu TV, ale aj dostatočný cirkulačný prietok. Ak je cirkulačný prietok na päte objektu nedostatočný, nemožno cirkuláciou udržiavať dostatočnú teplotu vnútri objektu, v stúpačkách. Teplota na päte objektu nie je dostatočný údaj na posúdenie funkčnosti cirkulácie. Vplyvom odberu teplej vody sa udržiujú vysoké teploty na päťach objektov dokonca aj pri vypnutí cirkulačného čerpadla.

Na preukázanie vyváženosti cirkulačnej sústavy treba teplotu TV merať na miestach, na ktorých je minimalizovaný vplyv odberu TV na udržiavanú teplotu a kde je pre udržiavanie teploty rozhodujúca činnosť cirkulácie TV – takými to miestami sú cirkulačné potrubia na vrcholoch stúpačiek.

Tvrdenie: „Na výtoku na mieste spotreby bola nameraná vysoká teplota vody, cirkulácia je funkčná.“

Posudzovanie funkčnosti cirkulácie na základe merania teploty na výtoku nie je dostatočné. **Odpúšťaním vody sa teplota na výtoku zvyšuje a takto nameraná teplota nie je teplotou udržiavanou činnosťou cirkulácie.** Na meranie cirkulačného prietoku, resp. tlakových pomerov, treba v sústave inštalovať armatúry, na ktorých možno merať prietok a diferenčný tlak (vyvažovacie ventily). Na posúdenie, či je nameraný prietok dostatočný alebo nedostatočný, treba mať k dispozícii



projekt hydronického vyváženia, resp. záverečný protokol o prietokoch nastavených pri hydronickom vyvážení.

Ak dodávateľ tepla nemá vypracovaný projekt hydronického vyváženia a v sústave nie sú inštalované a podľa tohto projektu nastavené vyvažovacie ventily, rozhodne nemožno vonkajšiu rozvodnú sústavu pokladať za vyváženu.

Tvrdenie: „Najprv si vyvážte vnútorné rozvody objektu, potom sa uvidí.“

Hydronickým vyvážením sa cirkulujúca voda „donúti prúdiť cestou väčšieho odporu“ – na prvých stúpačkách treba zoškrtiť taký tlak, aký je potrebný na požadovaný prietok najvzdialenejšou stúpačkou. Logicky z toho vyplýva, že vyvážením sa zvýšia tlakové straty v objekte. Voda, ktorá predtým cirkulovala aspoň v časti objektu, „ujde cestou menšieho odporu“ do ostatných objektov neošetrených vyvažovacími ventilmi. Odstránenie problémov s nedostatočnou teplotou TV v koncovom objekte sústavy nie je možné bez súčasného vyváženia vonkajších rozvodov medzi zdrojom TV a koncovým objektom.

Tvrdenie: „Tak poruchu odstránime namontovaním pomocného čerpadla!“

Pomocné čerpadlo v cirkulačnom potrubí zvýši cirkulačný prietok v objekte – tlačí vychladnutú vodu von z objektu do cirkulačného potrubia smerom k zdroju TV, lenže tá sa vracia cestou najmenšieho odporu späť: cez najbližšie cirkulačné stúpačky predchádzajúceho objektu sa natláča do prívodného potrubia TV. Pomocné čerpadlo točí vodu len v koncovej časti rozvodov. Neprináša do objektu „čerstvú“ teplú vodu zo zdroja TV, ale vychladnutú vodu z cirkulácie primiešava do teplej vody, ktorá sa na koniec sústavy dostane vplyvom odberu. V predchádzajúcom objekte dochádza k výraznému zníženiu teploty TV vplyvom obrátenia smeru toku z cirkulačných stúpačiek do prívodného potrubia. Pomocné čerpadlo problém neodstraňuje, ale premiestňuje. Montáž pomocných čerpadiel je neprípustná, pri hydronickom vyvážení musia byť pomocné čerpadlá odstránené.

Tvrdenie: „Po vyvážení vonkajších rozvodov začala v koncovej časti objektu klesať teplota TV. Chceme nastaviť na päte objektu taký prietok, aby sa problém odstránil.“

Problémy sú spôsobené nevyváženosťou vnútorných rozvodov. Tá nevznikla po vyvážení vonkajších rozvodov. Existovala aj v minulosti, ale bola maskovaná nadmerným cirkulačným prietokom. Práve ten bol príčinou nedostatočnej cirkulácie v koncových častiach sústavy.

Bezpodmienečne treba vyvážiť vnútorné rozvody TV, za čo je zodpovedný priamy odberateľ (vlastník, resp. správca domu). Kompenzovanie lokálnej nevyváženosti zvyšovaním cirkulačného prietoku je neprijateľné – tento prietok by chýbal v koncovej časti, čím by sa tam znížila teplota TV.

Tvrdenie: „Vnútorné rozvody sú vyvážené, nedostatočný je prietok na päte objektu.“

Kvalitu vyváženia možno posúdiť pomocou porovnania teplôt na päte objektu a na koncových stúpačkách. Vzhľadom na ovplyvňovanie teplôt TV odberom treba teploty zaznamenávať pomocou registračných teplomerov. Teplota cirkulačného potrubia na päte objektu nesmie byť vyššia ako teplota na koncových stúpačkách. Ak to tak nie je, zvýšenú teplotu cirkulačného potrubia na päte spôsobuje nadmerný prietok vnútri objektu, teda lokálna nevyváženosť. Chybu treba hľadať vnútri objektu.

Ďalšie dôsledky nevyváženosti sústav

Hydraulicko-teplotná nevyváženosť rozvodných sústav TV so sebou nesie okrem neobjektívneho rozúčtovania aj ďalšie negatívne javy, a to z hľadiska energetického aj hygienického.

Vysoká teplota TV na výstupe zo zdroja

V snahe dosiahnuť dostatočnú teplotu TÚV aj v koncových častiach rozvodných sústav zvyšujú prevádzkovatelia zdrojov výstupnú teplotu

TÚV. Pritom **zvýšením teploty v rozvodoch o 5 °C sa zvyšujú tepelné straty až o 15 %.**

Mikrobiologická škodlivosť

Stojaca voda a kaly v nefunkčnom cirkulačnom potrubí vytvárajú **vhodné podmienky na rast a rozmnožovanie baktérií a iných mikroorganizmov.** Za najzávažnejšie a najnebezpečnejšie sa pokladajú baktérie rodu Legionella, ktoré spôsobujú ťažké pľúcne ochorenia, často so smrteľnými následkami. Prevenciou proti rastu mikroorganizmov je pravidelná termická dezinfekcia rozvodov krátkodobým zvýšením teploty vody, ktorá je možná len v hydraulicko-teplotne vyvážených sústavách TV.

Zvýšená inkrustácia, usadzovanie vodného kameňa

Pitná voda obsahuje určité množstvo rozpustených minerálnych solí. Zvyšovaním teploty sa ich rozpustnosť vo vode zvyšuje, chladnutím vznikajú usadeniny. V častiach sústav, kde nie je funkčná cirkulácia, dochádza k častému chladnutiu vody v potrubiach. Kaly, ktoré vzniknú v prívodnom potrubí, sa z časti vyplavia pri odbere TÚV. Kaly vzniknuté v cirkulačnom potrubí sa usadzujú a tvrdnú, čím **dochádza k inkrustácii – rastu vodného kameňa.**

Zariadenia na fyzikálnu (magnetickú, elektrostatickú ap.) úpravu vody sú schopné rozpúšťať vodný kameň a vyčistiť potrubia. Rozpustené kaly sa musia dostať von zo sústavy – buď cez výtok TV, alebo pomocou odlučovačov, pretože po určitom čase dochádza k ich opätovnému stvrdnutiu. Ak sa takéto zariadenie použije v nevyváženej sústave, v častiach s funkčnou cirkuláciou potrubia vyčistí. Naopak v častiach s nefunkčnou cirkuláciou môže dochádzať k druhotnému usadzovaniu rozpustených kalov a zrýchleniu inkrustácie. V hydraulicko-teplotne vyváženej sústave je druhotné usadzovanie prakticky vylúčené.

V ďalších voľných pokračovaniach tohto seriálu sa budeme zaoberať požiadavkami na vyvažovacie prvky a vhodnosťou a nevhodnosťou armatúr pre rôzne typy sústav.

Ing. Juraj Šmelík

THERMO-ECO-ENGINEERING, s.r.o.
e-mail: thermo.eco@gmail.com