



Hydraulicko-teplotné vyváženie cirkulačných sústav teplej vody (1)

Nový zákon o energetickej efektívnosti č. 476/2008 Z. z., ktorý nadobudol účinnosť 1. januára 2009, ukladá v § 6 povinnosti pri spotrebe energie v budovách. Okrem iného stanovuje, že „Vlastník veľkej budovy s centrálnou prípravou teplej vody je povinný zabezpečiť a udržiavať hydraulicky vyregulované rozvody teplej vody“. Čo to znamená pre vlastníkov budov a ostatných účastníkov distribúcie tepla a aký je zmysel tohto opatrenia, rozoberá tento článok.

Terminologická poznámka: V zmysle platných technických noriem je termín „úžitková voda“ vyhradený pre vodu nepitnú, ktorá sa za žiadnych okolností nesmie dostať do kontaktu s potravinami a s pitnou vodou. Teplá voda, ktorou sa zaoberáme, takouto nie je a nesmie byť. Podľa platnej technickej normy je pitnou vodou nielen studená pitná voda, ale aj voda pripravená jej ohriatím určená na varenie, umývanie, hygienické účely. Terminologicky správne sú termíny „pitná voda“, ktorá sa delí na „studenú vodu“ (skratka SV) a „ohriatu pitnú vodu“ (OPV) alebo „teplú vodu“ (TV).

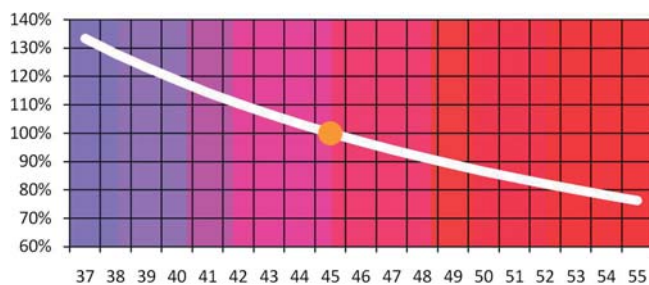
V minulosti používaný termín „teplá úžitková voda“ nie je v súlade s technickou terminológiou EÚ a používanie tohto termínu v legislatíve je chybou. Z uvedeného dôvodu sa v texte používa termín „teplá voda“ (TV). Termín „teplá úžitková voda“ sa používa len v citáciách právnych predpisov.

Teplota teplej vody a korektnosť rozpočítania

Podľa platných predpisov (zákon o tepelnej energetike č. 657/2005 Z. z., vyhláška ÚRSO č. 630/2006 Z. z.) sa náklady na prípravu a distribúciu teplej vody rozpočítavajú v pomere spotrebovaného objemu teplej vody. Teplota teplej vody na mieste spotreby sa pri rozpočítavaní nezohľadňuje.

Rozdielna teplota teplej vody má vplyv na jej spotrebované množstvo. Aké množstvo teplej vody potrebuje konečný spotrebiteľ na prípravu 100 litrov vody s teplotou 37 °C? Ak je na mieste spotreby (na výtoku teplej vody v byte) k dispozícii teplá voda s teplotou 45 °C (najnižšia dovolená teplota podľa vyhlášky MH SR č. 152/2005 Z. z.), potrebuje 75 litrov teplej vody a 25 litrov studenej vody. Ak má k dispozícii teplú vodu s teplotou 55 °C (najvyššia dovolená teplota podľa vyhlášky MH SR č. 152/2005 Z. z.), potrebuje 57 litrov teplej vody a 42 litrov studenej vody, to znamená o 24 % teplej vody menej. Ak má k dispozícii teplú vodu s teplotou len 37 °C (v dôsledku nedostatočnej funkčnosti distribučnej sústavy), potrebuje 100 litrov teplej vody a žiadnu studenú vodu, to znamená o 33 % teplej vody viac.

Ako ukazuje príklad a graf (obr. 1), na to, aby rozpočítanie nákladov na prípravu a distribúciu teplej vody bolo korektné, nestačí splniť pod-

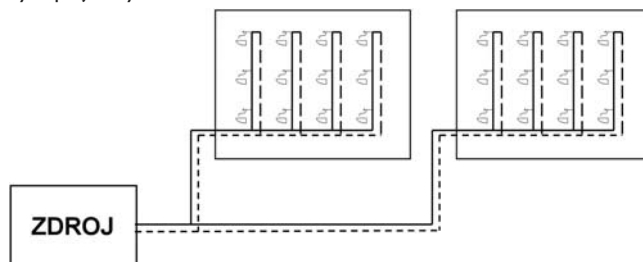


Obr.1 Spotreba teplej vody v závislosti od jej teploty

mienku vyhlášky č. 152/2005 Z. z. o požadovaných teplotách od 45 do 55 °C. Dvadsaťštyripercentný rozdiel v platbách za odobratie teplej vody s rovnakým tepelným obsahom je príliš veľký. Preto treba zabezpečiť čo najväčšiu vyrovnanosť teplôt teplej vody pre všetkých konečných spotrebiteľov v okruhu tepelného zdroja.

Cirkulačná sústava

Teplá voda podlieha na trase medzi zdrojom a miestom spotreby chladnutiu. Rýchlosť chladnutia závisí od tepelných izolácií potrubných úsekov a od rýchlosti prúdenia vody v potrubí. Chladnutie je tým rýchlejšie, čím je rýchlosť prúdenia vody v potrubí nižšia. Zariadením, ktorého cieľom je zabezpečiť dostatočnú teplotu TV počas dodávky TV, je cirkulačná sústava. Je to sústava potrubí, spravidla vedených súbežne s prívodnými potrubiami teplej vody, ktoré sú s prívodnou sústavou spojené v koncových bodoch, obvyčajne na vrcholoch stúpacích potrubí teplej vody. Úlohou cirkulačnej sústavy je odvádzať chladnúcu vodu z prívodného potrubia na opätovné dohriatie do zdroja TV a udržiavaním vody „v pohybe“ brániť jej nadmernému vychladnutiu v prívodnom potrubí. Obeh vody zabezpečuje cirkulačné čerpadlo na mieste prípravy teplej vody.



Obr.2

Samotná existencia cirkulačnej sústavy a chod cirkulačného čerpadla na udržiavanie požadovanej teploty v rozvodoch nestačí. Voda sa v cirkulačnej sústave musí pohybovať – a jej prietoky v každom úseku musia zodpovedať požiadavkám na zabezpečenie rovnakej teploty v celej rozvodnej sústave.

Nevyrovnanosť teplôt

Napriek tomu, že prakticky všetky domy s centralizovanou prípravou teplej vody (s výnimkou niektorých starých, viac ako 60-ročných domov) sú vybavené cirkulačnou sústavou, vyskytujú sa v rozvodných sústavách teplej vody veľké teplotné rozdiely. Charakteristický príklad je na obr. 3.

Zatiaľ čo stabilita teploty TV je veľmi dobrá v blízkosti tepelného zdroja, vo vzdialenejších objektoch a v ich koncových častiach je teplota TV nevyhovujúca. Teplota v priebehu dňa padá až na úroveň 20 °C, vyššia teplota sa dosahuje len počas odberových špičiek a za cenu odpúšťania



desiatok až stoviek litrov vychladnutej vody do kanalizácie. Zvýšenie teploty na výtoku až po vypustení väčšieho množstva chladnej vody z potrubia TV – to sú príznaky charakteristické pre nefunkčnú cirkuláciu TV.

Čo je príčinou nevyrovnanosti teplôt? Neusmernenie cirkulačných prietokov v cirkulačnej sústave. Voda tečie cestou menšieho odporu, podstatná časť cirkulačného prietoku vyvinutého čerpadlom preteká cez objekty a ich stúpačky v blízkosti zdroja a vo vzdialenejších častiach rozvodnej sústavy je cirkulačný prietok buď nedostatočný, alebo žiadny. Cirkulačná sústava teda neplní cieľ, na ktorý je vybudovaná. Nefunkčnosť cirkulačných sústav nie je novovzniknutým javom. Jej prvotnou príčinou sú už samotné princípy projektovania cirkulačných sústav TV v čase ich vzniku.

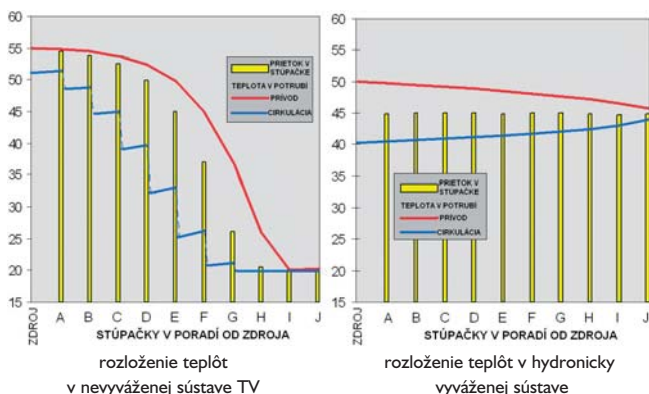


Obr.3 Priebeg teplôt v rozvodnej sústave TV s nevyváženou cirkuláciou

Rozvodné sústavy TV majú plniť dve funkcie:

- transport vody zo zdroja TV na miesta prírodným potrubím,
- udržiavanie stálej teploty TV cirkuláciou a odvádzanie chladnúcej vody na opätovný dohrev do zdroja.

Spôsob dimenzovania, žiaľ, zohľadnil len prvú z uvedených funkcií (transport vody). Dimenzie cirkulačných potrubí vôbec nezohľadňujú rozdelenie cirkulačných prietokov potrebných na udržanie požadovaných teplôt TV: cirkulačné prietoky sa nepočítali, cirkulačné potrubia sa nenavrhovali podľa cirkulačných prietokov, ale odvodením od prírodného potrubia TV – o dve dimenzie tenšie. To, že pri prefabrikovanej výrobe a montáži bytových jadier sa montovali všetky stúpačky rovnaké, by neprekážalo, keby boli v sústavách inštalované vyvažovacie prvky – žiaľ, v cirkulačných sústavách sa nemontovali žiadne prvky na usmernenie cirkulačných prietokov. Následkom toho sa voda v cirkulačných potrubíach pohybuje „cestou menšieho odporu“: najväčšie cirkulačné prietoky sú v blízkosti zdroja TV a so vzrastajúcou vzdialenosťou od zdroja sa znižujú až na nulu. To znamená, že voda necirkuluje tam, kde je to potrebné, ale tam, kde je to zbytočné. Vo vzdialenejších častiach rozvodných sústav sa prijateľná teplota TV udržiava nie cirkuláciou, ale vplyvom odberu a odpúšťania vychladnutej vody. V koncových častiach je vplyv odberu vody na udržanie teploty TV nedostatočný a na dosiahnutie prijateľnej teploty je potrebné odpúšťanie veľkého množstva vychladnutej vody. Takto boli v minulosti budované všetky cirkulačné sústavy. V dobe nízkych cien energií bola táto nefunkčnosť čiastočne zakrytá vysokým odberom TV a používateľom okrem zníženia komfortu nutným odpúšťaním chladnej vody neprinášala priame ekonomické straty. Samozrejme, situácia sa zmenila po zavedení merania spotreby teplej vody.

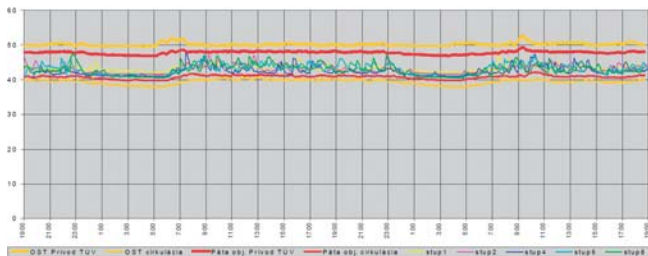


Obr.4



Usmernenie prietokov

Usmernenie prietokov sa nazýva hydraulickým vyregulovaním alebo hydraulickým vyvážením (tento termín sa v odbornej terminológii uprednostňuje, ekvivalent v angl. „hydraulic balancing“, nem. „hydraulischer abgleich“). Vzhľadom na skutočnosť, že pri vyvažovaní cirkulačných sústav teplej vody nie je konečným cieľom nastavenie prietokov, ale dosiahnutie vyrovnanosti teplôt v sústave, a tomuto cieľu treba podriadiť nastavenie prietokov, pre toto vyváženie je vhodné používať termín hydraulicko-teplotné vyváženie alebo hydronické vyváženie.



Obr.5 Priebeh teplôt v rozvodnej sústave TV po hydronickom vyvážení cirkulácie

Úlohou cirkulácie je udržiavať v celej rozvodnej sústave rovnakú teplotu – tak, aby na vrcholoch VŠETKÝCH stúpačiek, od začiatku po koniec rozvodnej sústavy bola udržiavaná ROVNAKÁ teplota TV. Voda podlieha v potrubíach chladnutiu – a to tým viac, čím je potrubie dlhšie. To znamená, že na udržanie rovnakých teplôt v stúpačkách stačia v blízkosti zdroja TV nízke cirkulačné prietoky, ale v koncových častiach musia byť cirkulačné prietoky vysoké. Hydronicky vyváženou sústavou je taká cirkulačná sústava, v ktorej sú cirkuláciou udržiavané rovnaké teploty TV na vrcholoch stúpačiek. Ak teda na vrcholoch stúpačiek vstupuje do cirkulačných potrubí voda s rovnakou teplotou a v cirkulačnom potrubí podlieha ďalšiemu chladnutiu, teplota v cirkulačnom potrubí by mala byť vždy nižšia ako teploty na vrcholoch stúpačiek. Teplota cirkulačného potrubia teda môže byť použitá ako indikátor vyváženosti cirkulačnej sústavy. Ak je teplota v zbernom cirkulačnom potrubí vyššia ako teplota na vrcholoch koncových stúpačiek, je príčinou skrat, nadmerný, neproduktívny prietok – teda nevyváženosť v niektorej časti sústavy.

Čo je podstatou vyváženia?

Podstatou hydronického (alebo hydraulicko-teplotného) vyváženia cirkulačnej sústavy teplej vody je inštalovanie vyvažovacích prvkov do cirkulačného potrubia. Úlohou vyvažovacích prvkov je usmernenie cirkulačných prietokov v sústave: na zvýšenie cirkulačných prietokov v koncových častiach sústavy (s nedostatočnými cirkulačnými prietokmi) je nevyhnutné odstrániť hydraulické skraty a znížiť nadmerné cirkulačné prietoky v častiach bližších k zdroju TV. Bez montáže vyvažovacích prvkov v častiach bližších k zdroju TV nemožno zvýšiť cirkulačné prietoky (teda ani teplotu TV) v častiach vzdialenejších.

Vyvážiť len časť sústavy?

Hydronické vyváženie by sa malo zásadne realizovať v celej rozvodnej sústave naraz – na päťoch objektov aj na päťoch všetkých stúpačiek vo všetkých objektoch. Len v komplexne vyváženej sústave možno garantovať udržiavanie rovnakých teplôt TV vo všetkých stúpačkách, vo všetkých objektoch s rovnakou cenou TV. Náhradné alebo neúplné riešenia vždy spôsobujú zníženie udržiavanej teploty TV v niektorej časti sústavy. Dôsledky neúplného vyváženia:

- **Vyváženie len koncového objektu**, bez vyváženia rozvodov medzi zdrojom TV a objektom. Vyvážením sa dosiahne rovnaká teplota TV na vrcholoch stúpačiek v objekte, avšak vzhľadom na to, že bez vyváženia vonkajších rozvodov nemožno zabezpečiť na päte objektu dostatočný cirkulačný prietok, nemožno garantovať ani udržiavanú teplotu na vrcholoch stúpačiek. Je možné, že najmä v blízkosti päty objektu, kde mohla byť pôvodne udržiavaná prijateľná teplota, dôjde k citelnému poklesu udržiavanej teploty.

- Snaha o zvýšenie cirkulačného prietoku na päte objektu v nevyváženej sústave často vedie k montáži **pomocného cirkulačného čerpadla** v objekte. Takéto riešenie je škodlivé, pretože čerpadlo spôsobí zmenu prúdenia v cirkulačnom potrubí v predošlých objektoch: vychladnutú vodu čerpadlo tlačí do vonkajších cirkulačných rozvodov a cez cirkulačné stúpačky predošlého objektu do jeho prívodných potrubí TV, čím spôsobí v predošlom objekte zníženie teploty TV. Vplyvom pomocného čerpadla voda necirkuluje cez zdroj TV, ale len cez predošlé objekty. Garantovanie udržiavanej teploty opäť nie je možné, pretože prívodná teplota TV je trvalo znižovaná vplyvom primiešavania vychladnutej cirkulujúcej vody v predošlých objektoch. **Súčasťou hydronického vyváženia je odstránenie pomocných čerpadiel.**
- **Vyváženie len vonkajších rozvodov po päťoch objektov:** Bez vyváženia vnútorných rozvodov nemožno garantovať udržiavanie teploty v koncových stúpačkách. Cirkulačný prietok, ktorý je dostatočný na udržiavanie dostatočnej teploty vo všetkých stúpačkách pri vyváženosti vnútorných rozvodov, nemôže zabezpečiť dostatočnú udržiavanú teplotu v koncovej časti, ak jeho podstatná časť pretečie bezúčelne cez prvé stúpačky pri päte objektu a v posledných stúpačkách prietok chýba. Nevyváženosť vnútorných rozvodov sa prejavuje tým viac, čím je objekt dlhší. Zhoršenie po vyvážení vonkajších rozvodov sa prejavuje najčastejšie v objektoch najbližších k zdroju TV, ktoré mali pred vyvážením nadmerné cirkulačné prietoky (práve nadmerná cirkulácia v týchto domoch bola príčinou nedostatočnej cirkulácie vo vzdialenejších častiach cirkulačnej sústavy).
- **Nevyváženie cirkulačných stúpačiek v objekte s priebežnými rozvodmi:** Objekty s priebežnými rozvodmi sú tie, ktorých stúpačky sú pripojené na priebežné hlavné rozvody, cez ktoré sú napájané aj ďalšie objekty. V priebežnom objekte je vysoká teplota TV udržiavaná vplyvom odberu TV v ďalších objektoch – dokonca aj v prípade nefunkčnej cirkulačnej stúpačky sa dosahuje vysoká teplota TV už po odpustení niekoľkých litrov objemu stúpačky. Nevyváženosť – skrat cirkulačných rozvodov v priebežnom objekte sa vždy prejavuje nedostatočnou teplotou TV v objektoch za ním. Montáž vyvažovacích prvkov na päťoch VŠETKÝCH cirkulačných stúpačiek v priebežnom objekte je nevyhnutnou podmienkou zabezpečenia dostatočných cirkulačných prietokov v objektoch napojených na rozvody TV za priebežným objektom.
- **Neúplné vyváženie znemožňuje plnohodnotne využiť diagnostický systém**, ktorý je súčasťou hydronického vyváženia cirkulačnej sústavy. Poruchy v rozvodných sústavách vznikajú rôznymi vplyvmi, avšak vždy sa prejavujú znížením teploty TV v niektorej časti sústavy. Odhalenie príčin porúch v sústavách TV býva náročné, pretože príčina poruchy môže byť v bližšej aj vo vzdialenej časti sústavy voči miestu, kde sa najvýraznejšie prejavuje. Nevyváženie niektorej časti sústavy znamená, že v tejto sústave chýba aj diagnostický systém.

V druhej časti článku sa budeme zaoberať témou nevyhnutnosti spolupráce rôznych subjektov pri zabezpečení vyváženia v sústavách TV, kontrolou funkčnosti realizovaného vyváženia, diagnostickým systémom, vymedzením zodpovednosti a ďalšími dôsledkami nevyváženosti sústav TV.

Ing. Juraj Šmelík

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