

# Různé způsoby ústřední přípravy teplé vody z pohledu zdravotníka

Ing. Jakub Vrána, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně

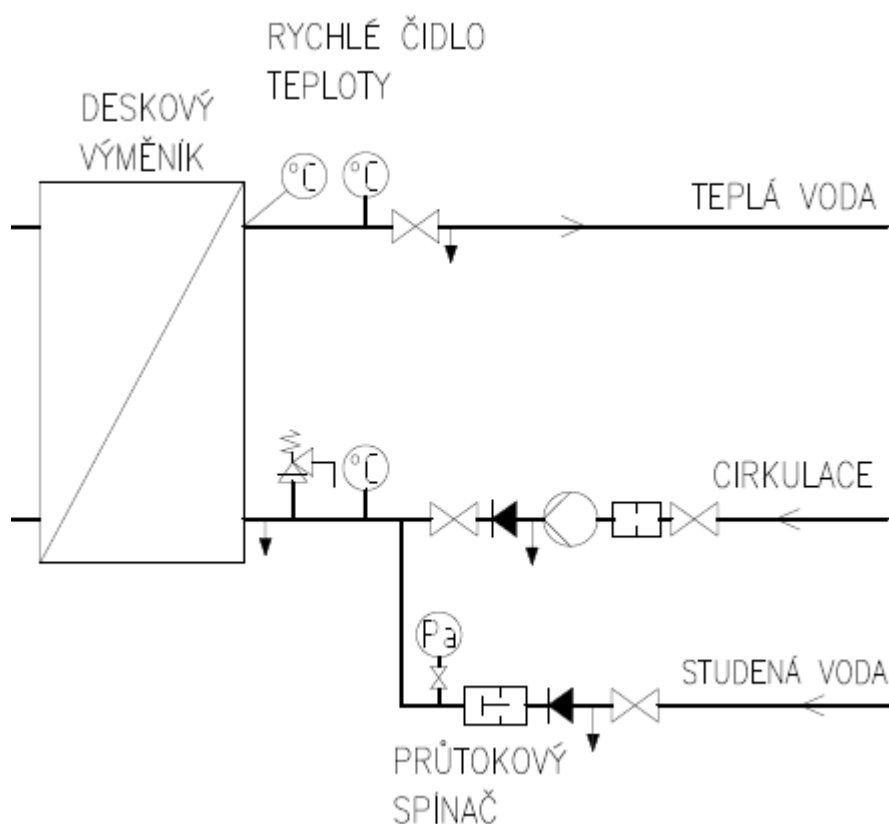
## 1 Úvod

Ohříváče vody jsou součástí většiny kotlen a výměňkových stanic. Přípravu teplé vody můžeme rozdělit podle způsobu ohřevu na průtokovou (průtokovou), zásobníkovou nebo smíšenou (kombinace průtokového ohříváče a zásobníku) a podle umístění ohříváče na místní a ústřední. K ústřední přípravě patří také příprava okrsková (ústřední příprava teplé vody pro více domů), která byla často realizována na sídlištích stavěných před rokem 1989 a při dnešních rekonstrukcích bývá často rušena a nahrazována ústřední přípravou v jednotlivých domech. Podle energie na ohřev je možné rozdělení přípravy teplé vody na přímou, spalováním plynu, elektrickou energií apod. nebo nepřímou prostupem tepla z teplotnosné látky do pitné vody přes dělicí stěnu (topnou vložku, výměník).

Tento příspěvek se zabývá různými způsoby nepřímé ústřední přípravy teplé vody a uvádí jejich výhody a nevýhody z hlediska zdravotně technických instalací.

## 2 Průtoková příprava teplé vody deskovým výměníkem

Průtoková příprava teplé vody se při ústřední přípravě teplé vody provádí pomocí deskového výměníku (obr. 1) ohříváního otopnou vodou.



Obr. 1 - Průtoková příprava teplé vody pomocí deskového výměníku

Připojení výměníku k rozvodu pitné vody je jednoduché. Výhodou průtočného ohřevu vody je minimalizace nákladů (odpadá zásobník a nabíjecí čerpadlo). Nevýhodou však je tlaková ztráta způsobená prouděním vody výměníkem, která je při nesprávném dimenzování výměníku značně vysoká. Další nevýhodou bývá pomalá reakce systému měření a regulace na rychlé změny požadovaného tepelného výkonu, protože průtok vody výměníkem se mění v průběhu krátkých časových úseků (v řádu sekund), což bývá příčinou kolísání teploty teplé vody na výstupu z výměníku, tedy i na vstupu do směšovacích baterií. Rovněž tlaková ztráta výměníku může způsobit kolísání teploty na výstupu směšovací baterie vlivem často se měnícího přetlaku teplé vody na jejím přívodu.

Výměník je nutno dimenzovat na odběrovou špičku (průtok teplé vody, výkon potřebný pro ohřev vody). Při dvousložkové sazbě za teplo je z důvodu vysokého příkonu výměníku nutné sjednat vysoký tepelný příkon (tzv. sjednaný příkon), který je příčinou vysoké platby za teplo.

Stanovení výpočtového průtoku pro určení tlakové ztráty výměníku by se mělo provést podle ČSN 75 5455. Takto stanovený průtok však převyšuje skutečné hodnoty špičkových průtoků, proto není vhodný pro výpočet výkonu výměníku. ČSN 75 5455 totiž předpokládá extrémní stav, kterým je zásobování všech směšovacích baterií buď pouze teplou vodou, nebo pouze studenou vodou. Výkon výměníku by měl být stanoven na menší průtok buď podle ČSN 06 0320, nebo v bytových domech na výpočtový průtok  $Q_D$  (l/s) přepočtený ze součtu jmenovitých výtoků  $\sum Q_A$  (l/s) (viz tabulka 1) podle vztahu:

$$Q_D = 0,375 \cdot (\sum Q_A)^{0,40} \quad (1)$$

Vztah (1) je platný pro  $\sum Q_A$  od 0,3 l/s do 60 l/s a bude i nadále ověřován měřením na dalších bytových domech. Výpočtové průtoky stanovené podle vztahu (1) vycházejí pro  $\sum Q_A < 0,6$  l/s menší než jmenovitý výtok  $Q_A = 0,3$  l/s, což více odpovídá průtoku pouze teplé vody do směšovacích baterií, protože jmenovitý výtok  $Q_A = 0,3$  l/s je uvažován jako průtok smíšené vody z výstupu vanové směšovací baterie. Při  $\sum Q_A < 0,3$  l/s je uvažován výpočtový průtok  $Q_D = \sum Q_A$ .

**Tabulka 1 - Hodnoty jmenovitých výtoků  $Q_A$  teplé vody pro odběrná místa pro výpočet podle vztahu (1)**

Odběrné místo	DN	Jmenovitý výtok $Q_A$ [l/s]
Umyvadlo, umývatko nebo bidet	15	0,1
Dřez, výlevka nebo sprcha	15	0,2
Koupací vana	15	0,3

Zajímavý je výpočet průtoku průtokovým ohříváčem v bytových domech uvedený ve starší rakouské literatuře [2], kde se výpočtový průtok  $Q_D$  (l/min) stanoví podle vztahu:

$$Q_D = q \cdot \sqrt{n} \quad (2)$$

kde  $q$  je potřeba teplé vody v l/min na jednoho obyvatele;

$n$  - počet obyvatel zásobovaných teplou vodou z ohříváče.

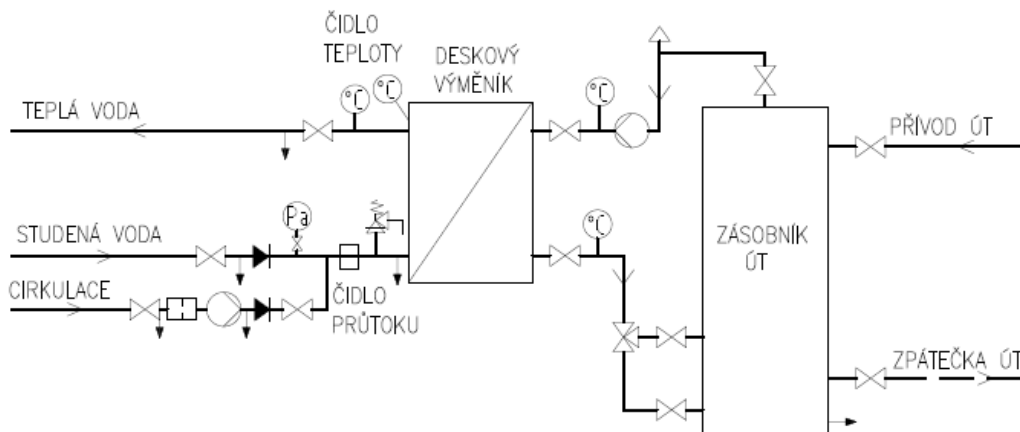
Potřebu teplé vody se doporučuje uvažovat podle vybavení bytů  $q = 8$  až  $12$  l/min na obyvatele. Při vybavení bytů běžnými vanami je možné uvažovat průměrnou hodnotu  $q = 10$  l/min na obyvatele.

Výpočtové průtoky stanovené podle vztahů (1) a (2) se od sebe příliš neliší a odpovídají změřeným hodnotám průtoků v potrubí uvedeným v [1]. Při porovnání se změřenými hodnotami byla ve vztahu (2) uvažována potřeba teplé vody 10 l/min na obyvatele.

Z důvodu výše uvedených nevýhod se průtočná příprava teplé vody, uvedená na obrázku 1, používá velmi málo.

### 3 Průtočná příprava teplé vody pomocí deskového výměníku a zásobníku otopné vody

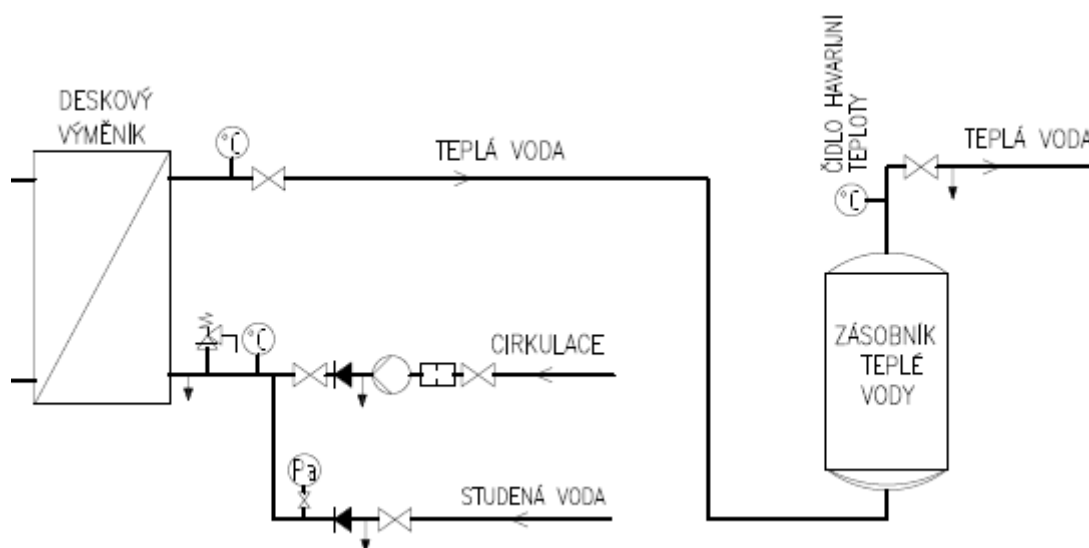
V poslední době se v zahraničí z hygienických důvodů průtočná příprava teplé vody propaguje, protože je při ní výrazně omezen výskyt bakterií *Legionella* pps. Také na našem trhu začínají být nabízena zařízení tvořená průtokovým ohřívačem (deskovým výměníkem), oběhovým čerpadlem otopné vody a systémem měření a regulace. Teplonosnou látkou potřebnou k ohřevu vody je otopná voda odebíraná ze zásobníku na primární straně výměníku (obr. 2). Pro ohřátí otopné vody v zásobníku mohou být využívány různé zdroje tepla, jako kondenzační kotel, kotel na dřevo, tepelné čerpadlo nebo horká voda z tepelné sítě. Jako doplňkový zdroj tepla se mohou ideálně využít solární kolektory nebo přebytečné teplo z technologie. V zařízení s průtokovým ohřívačem je instalováno průtokové a/nebo teplotní čidlo (mikroprocesorová regulace). Pokud tato čidla zareagují, čerpá oběhové čerpadlo otopnou vodu z horní části zásobníku otopné vody přes deskový výměník. Zpětné potrubí otopné vody je zaústěno do spodní části zásobníku otopné vody. U některých typů se zpětné potrubí zaústí do dvou míst zásobníku a opatřuje trojcestnou armaturou. Při odběru teplé vody proudí otopná voda ke dnu zásobníku. Pokud není teplá voda odebírána a proudí pouze cirkulací, proudí otopná voda do spodní třetiny zásobníku. S tímto novým řešením průtočné přípravy teplé vody však zatím u nás nejsou žádné zkušenosti. I u tohoto způsobu ohřevu je třeba výměník správně dimenzovat, aby jeho tlaková ztráta nebyla při výpočtovém průtoku příliš vysoká. Nutné je tedy mít přesné informace o tlakové ztrátě výměníku (např. graf závislosti tlakové ztráty na průtoku výměníkem).



Obr. 2 - Průtočná příprava teplé vody deskovým výměníkem se zásobníkem otopné vody

#### 4 Průtočná příprava teplé vody s vyrovnávacím zásobníkem jako rozšířené potrubí

I přes řadu nevýhod se jedná o často používaný způsob přípravy teplé vody (obr. 3). Malý zásobník dimenzovaný často odhadem a zapojený sériově do rozvodného potrubí teplé vody slouží v podstatě k omezení výkyvů teploty teplé vody způsobených nedostatečně pohotovou regulací výkonu výměníku a nedostatečným výkonem výměníku v krátkodobých odběrových špičkách. V malém zásobníku dochází k mísení chladnější vody, která proudí z výměníku při krátkodobé odběrové špičce, s teplou vodou, čímž je zabráněno vniknutí studené vody do rozvodného potrubí teplé vody a výtokových armatur. Zároveň u tohoto zapojení většinou nedochází k překročení teploty za zásobníkem, v jehož důsledku by čidlo přehřátí způsobilo odstavení přívodu tepla do výměníku.



Obr. 3 - Průtočná příprava teplé vody s vyrovnávacím zásobníkem

Výhodou průtočného ohřevu vody se sériově řazeným zásobníkem je nepotřebnost nabíjecího čerpadla zásobníku a patrně i příznivé pořizovací náklady.

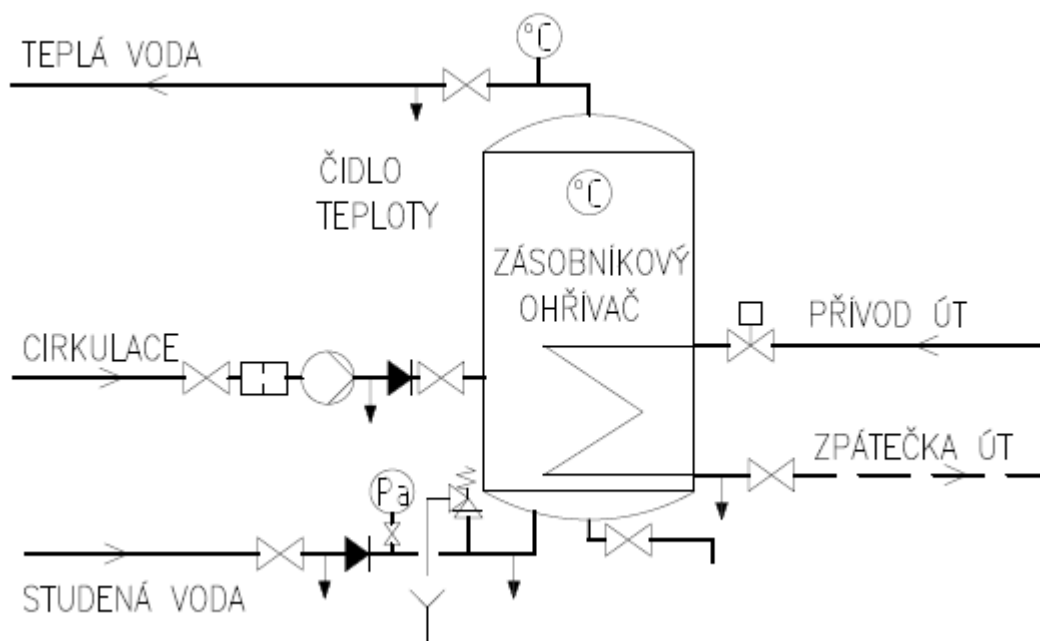
Nevýhodou je tlaková ztráta výměníku, která je součástí tlakových ztrát potrubí pro rozvod a cirkulaci teplé vody. Při nevhodném dimenzování výměníku může jeho tlaková ztráta způsobit velký pokles přetlaku teplé vody před směšovací baterií při špičkovém průtoku. Protože jsou špičkové průtoky krátkodobé, dochází ke kolísání přetlaku teplé vody v krátkých časových intervalech, což se projevuje kolísáním teploty vody na výtoku ze směšovací baterie. Např. v jednom dvanáctipodlažním bytovém domě byly při tomto způsobu ohřevu vody zjištěny poklesy přetlaku teplé vody až o 125 kPa. Při výkonově poddimenzovaném výměníku může teplota teplé vody kolísat i při sériovém zařazení zásobníku. Výměník je i u tohoto zapojení nutno dimenzovat na odběrnou špičku včetně všech dopadů na tepelné sítě a zdroje tepla, jelikož zásobník za výměníkem může vyrovnat jen krátkodobý průtok chladnější vody v odběrové špičce. U tohoto způsobu zapojení jsou známy také poruchy cirkulačních čerpadel vysvětlované rozdílem tlaku teplé vody v cirkulačním potrubí a studené vody na přívodu do výměníku způsobujícím uzavření zpětného ventilu u cirkulačního čerpadla.

V praxi jsem se setkal i s kuriózním zapojením zásobníku v místě spojení přívodního potrubí studené vody a cirkulačního potrubí teplé vody před výměníkem. Takové

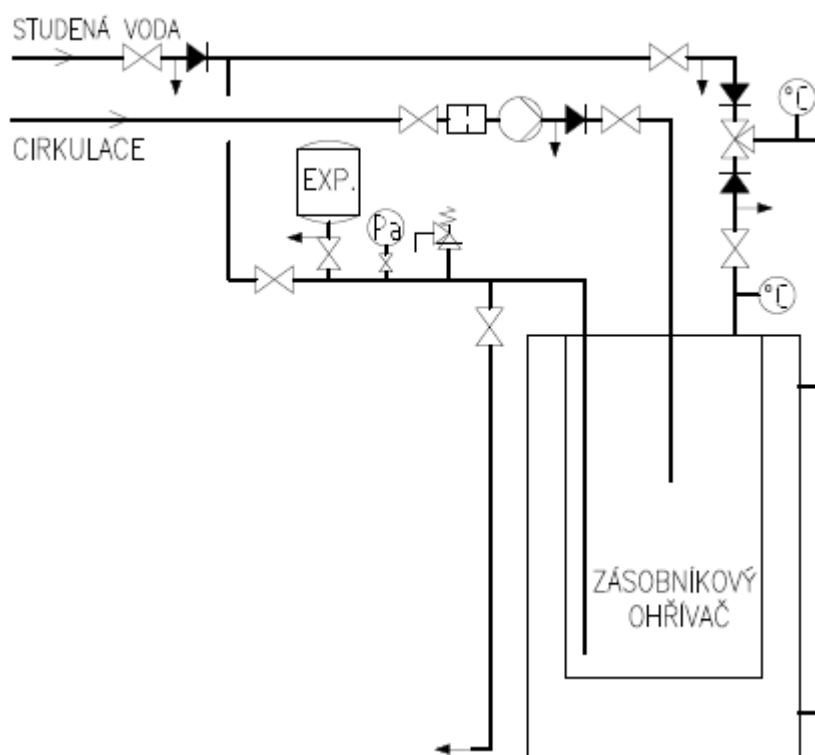
zapojení nemá oproti průtočnému ohřevu žádné výhody. Výhodou může být snad jen teplejší voda (směs cirkulační a studené vody) na vstupu do výměníku.

## 5 Zásobníková příprava teplé vody ve stojatých či ležatých zásobníkových ohřivačích

Ohřev vody v zásobníkových ohřivačích patří k nejstarším a tradičním řešením přípravy teplé vody. Dnes se používají především stojaté zásobníkové ohřivače s topnou vložkou (obr. 4) umístěnou tak, aby byl jejich mrtvý prostor (studená voda pod topnou vložkou) omezen na minimum (15% objemu zásobníku) nebo zásobníkové ohřivače tvořené zásobníkem teplé vody umístěným v zásobníku otopné vody (typ nádoba v nádobě), obr. 5. Oproti průtočnému ohřevu je výhodou zásobníkového ohřevu menší výkon potřebný k ohřevu vody, protože odběrové špičky jsou kryty objemem ohřáté vody v zásobníku. Další výhodou zásobníkových ohřivačů je jednoduché a vesměs bezproblémové řízení ohřevu systémem měření a regulace a velmi malá tlaková ztráta při průtoku vody zásobníkem. U zásobníků typu nádoba v nádobě je však nutné regulovat výstupní teplotu teplé vody mísením s vodou studenou pomocí termostatické směšovací armatury, protože při umístění teplotního čidla níže než u vrcholu zásobníku může teplota teplé vody v horní části zásobníku překročit nastavenou nejvyšší teplotu. Tlaková ztráta zásobníkového ohřivače je malá, a proto je přetlak teplé i studené vody před směšovací baterií téměř stejný. Důvody, pro které bývá od tohoto způsobu ohřevu vody u velkých objektů upouštěno, jsou poměrně vysoké ceny zásobníkových ohřivačů, relativně nízký výkon jejich topných vložek a dále možnost množení bakterií *Legionella* pps. v předimenzovaných zásobnících. Proto je nutné zásobníkové ohřivače dimenzovat optimálně, např. podle zásad uvedených v článku [1], a umožnit jejich odkalení, což je u zásobníků typu nádoba v nádobě problematické a musí se provádět odsátím vody z vnitřního zásobníku pomocí nízko osazeného vypouštěcího kohoutu na přívodním potrubí studené vody (obr. 5). Rovněž prostor potřebný pro zásobníkové ohřivače je značně větší než při použití např. deskového výměníku se zásobníkem.



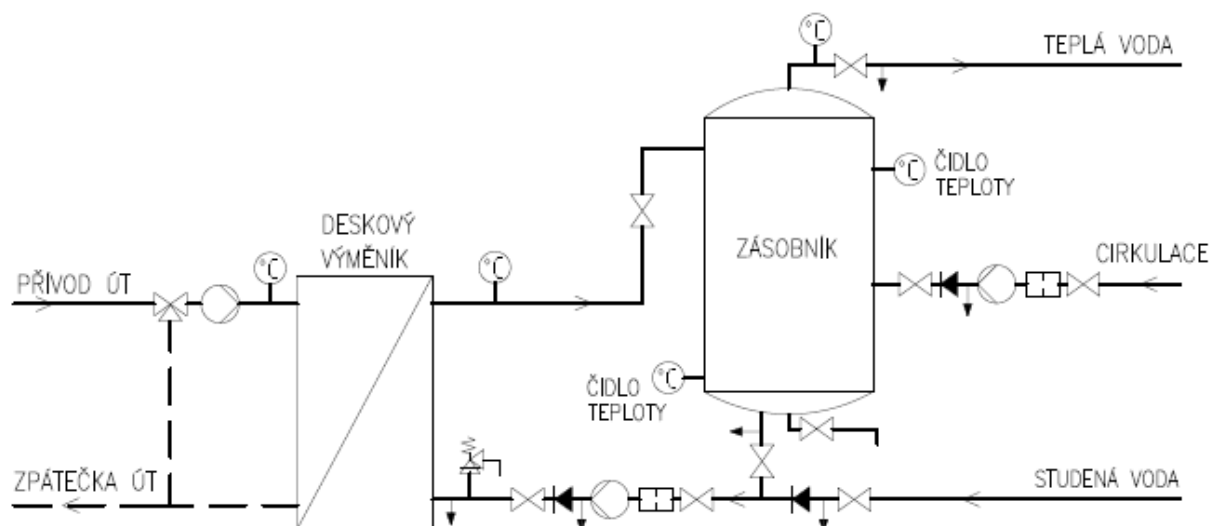
Obr. 4 Stojatý zásobníkový ohřivač s topnou vložkou



Obr. 5 Zásobníkový ohřivač tvořený zásobníkem teplé vody umístěným v zásobníku otopné vody (typ nádoba v nádobě)

## 6 Smíšená příprava teplé vody

Smíšená příprava teplé vody spočívá v kombinaci průtočného ohřivače a zásobníku teplé vody. Průtočný ohřivač tvořený deskovým výměníkem je zapojen v obtoku zásobníku (obr. 6). Tento ohřev má výhody zásobníkového ohřevu vody, což znamená, že odběrové špičky jsou kryty akumulacním objemem zásobníku. Díky oddělenému výměníku pro ohřev vody lze toto zařízení, na rozdíl od zásobníkových ohřivačů, u kterých je výkon topné vložky limitován, v podstatě navrhnout a provozovat na značný tepelný výkon převyšující až řádově výkony topných vložek v běžně vyráběných zásobníkových ohřivačích. Díky tomuto efektu vychází akumulacní objem zásobníku podstatně menší než u zásobníkových ohřivačů. Při napojení okruhu výměníku u dna zásobníku nebo na přívod studené vody (obr. 6) může být eliminován tzv. mrtvý prostor, ve kterém při ohřevu zůstává studená voda.



Obr. 6 – Smíšená příprava teplé vody

Další výhodou tohoto zapojení výměníku a zásobníku je, že přetlak teplé i studené vody před směšovacími bateriemi je přibližně na stejné výši, protože tlaková ztráta při průtoku vody zásobníkem je malá. Při umístění výměníku v obtoku zásobníku nemůže tlaková ztráta výměníku ovlivnit tlakové ztráty rozvodu teplé vody.

Jedinou známou nevýhodou tohoto způsobu přípravy teplé vody je nutnost použití druhého oběhového čerpadla (v nabíjecím okruhu výměníku). Obtokové potrubí vedoucí vodu přes výměník má být napojeno co nejnižší u dna zásobníku nebo přímo na přívod studené vody a na horní část zásobníku. Při napojení obtokového potrubí přímo na výstupní potrubí teplé vody ze zásobníku může pomalý náběh výkonu výměníku (při pomalé reakci systému měření a regulace) způsobit snížení teploty teplé vody ve výstupním potrubí, protože po určitou dobu může z výměníku proudit chladnější, nebo dokonce studená voda.

Dále je do zásobníku zaústěno cirkulační potrubí teplé vody s vlastním oběhovým čerpadlem. Havárie, což je v tomto případě překročení teploty teplé vody nad 65 °C, je indikována čidlem v horní části zásobníku či na výstupním potrubí teplé vody a na základě jejího překročení je provedeno vypnutí jak oběhového čerpadla nabíjení zásobníku, tak i oběhového čerpadla otopné vody na primární straně výměníku.

Tento způsob přípravy teplé vody je provozně vyzkoušen a ověřen jako velice stabilní a bezproblémový z hlediska systému měření a regulace. V současné době je tímto způsobem úspěšně ohřívána voda v bytové výstavbě, plaveckých bazénech, lázních, hotelech, ubytovnách, školách, apod. Ve všech těchto aplikacích je i při rozdílných nárocích na provoz přípravy teplé vody vyplývajících z druhu objektu provoz bezproblémový a spolehlivý.

## 7 Závěr

O přípravě teplé vody by mohlo být napsáno daleko více. Protože rozsah příspěvku je omezen, bylo provedeno porovnání různých způsobů ústřední přípravy teplé vody z hlediska vlivu na zdravotně technické instalace a uvedena úskalí jednotlivých způsobů ohřevu. Speciální případy přípravy teplé vody (sériové zapojení dvou zásobníků apod.) a málo obvyklé typy ohřivačů nejsou zmíněny.

## Literatura

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování.

ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů.

[1] Vrána, J.; Jaroň, Z.; Kucharik, M.: Dimenzování ohřívačů vody. Časopis Topenářství instalace 7/2017.

[2] Brünner, H.: Der Zentralheizungsbauer. Bohmann Verlag Wien 1981.