

# Akumulace tepla v teplé vodě nebo v topné vodě?

Ing. Václav Přech, Jindřich Tolar, Dr. Alex Jakubick

## Úvod

Moderní topné systémy jsou z hlediska výběru zdrojů koncipovány tak, aby bylo dosaženo vysokého využití regenerativních energií. Jsou-li vybrané zdroje tepla nedostatečně říditelné a nedostatečně výkonné, jako ku příkladu sluneční kolektory, pak se doplňují dalšími zdroji dostatečně říditelnými a výkonnými.

Požadavky rostou i na flexibilitu zařízení, na možnost volného výběru právě nejvýhodnější dodávky energie. Koncepční řešení takových systémů proto využívají z funkčních a z úsporných důvodů akumulaci tepla.

## Význam akumulace tepla

Pro moderní topné systémy má akumulace tepla zásadní význam:

### – Akumulátory tepla vyrovnávají rozdíly mezi příjmem a výdejem tepla

Neříditelné nebo nedostatečně říditelné zdroje (sluneční kolektory, některé kotle na pevná paliva...) se z důvodů potřeby pokrytí odběrové křivky bez akumulátoru tepla neobejdou.

### – Ze zásob tepla v akumulátoru se pokrývají odběrové špičky

Odběrové špičky mohou až několikanásobně přesahovat výkonost instalovaného tepelného zdroje. Například na ohřev 0,5 l/sec vody v průtoku je potřebný tepelný výkon alespoň 75 kW. Bez akumulace tepla se takové výkony ze slabších zdrojů nedají odvést. Krátkodobý špičkový odběr se pak pokrývá z již nashromážděné zásoby tepla v akumulátoru.

Uvážíme-li dále, že kotle o výkonech od 50 kW podléhají předpisům o kotelnách, je zřejmé, že jsou řešení bez akumulace tepla v obvyklých případech málo reálná nebo i nevýhodná.

### – Akumulací se dá snížit rezervovaný výkon odběru tepla ze sítě CZT

Ze zásob tepla v předávací akumulární stanici tepla (PAST) připojené na síť CZT lze pokrýt krátkodobě odběrové špičky. Takový odběr se pak dobývá delší dobu nižším výkonem. Tím lze snížit smluvní hodnotu rezervovaného odběrového výkonu.

Snížený rezervovaný výkon může vést ke snížení smluvní ceny tepla podle obchodního tarifu dodavatele, což je výhoda pro odběratele. Ušetřený rezervovaný výkon může být pak prodán jinému odběrateli a to je výhoda pro dodavatele (a win-win situation).

### – Akumulace tepla je výhodná pro vybavení a chod měření, řízení a regulace (MaR)

Akumulace tepla přispívá ke snížení provozní a investiční náročnosti potřebné techniky MaR.

Ve srovnání s alternativním řešením bez akumulátoru tepla je koncept MaR s akumulátorem tepla méně náročný a je stabilnější. Přenosová charakteristika předávky tepla je tlumena faktorem akumulace. Systém může být dále opatřen přímočinnou regulací odběru tepla ze sítě CZT a tím být nezávislý na elektrické síti.

### – Akumulace tepla má pozitivní vliv na účinnost plynových nebo jiných dobře regulovatelných kotlů

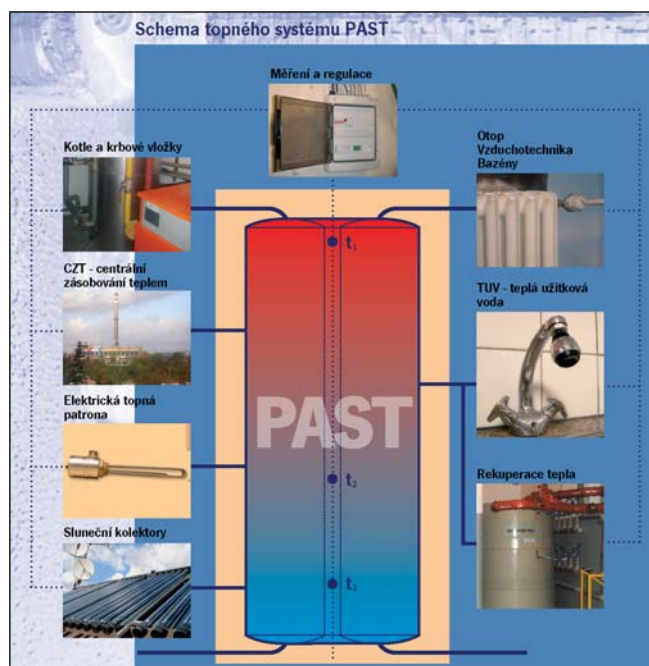
Takové kotle mohou být vybaveny jednodušším řízením podle teploty v akumulátoru místo modulační regulace výkonu podle průběhu odběru. Kotel pak může pracovat na jeho optimálním pracovním bodě, pracuje déle, není často spínán a vypínán, jeho provoz je účinnější.

Zkušenosti ukazují, že mimořádně vysoká ideální účinnost kondenzačních kotlů může být bez akumulace tepla degradována, ku příkladu v letním provozu často až pod hodnotu 10 %.

Poznámka ke kondenzačním kotlům:

K udržení vysoké hodnoty účinnosti kondenzačních kotlů je nutné koncipovat a provozovat otopné okruhy tak, aby teplota zpětné vody byla dostatečně nízká, vyhovující pro kondenzaci. Proto je zde dobré připomenout mnohdy potřebnou regulaci teploty zpětné vody z otopných těles či okruhů. Samotížné okruhy tento problém přirozeně nemají.

– **Samotížný odvod zbytkového tepla z kotlů do akumulátoru**  
Při výpadku čerpadla u kotlů, především u kotlů dlouho dohořívajících, především na tuhá paliva, může být zbytkové teplo při výpadku odvedeno přirozenou cirkulací do akumulátoru a tím se zabrání přehřátí kotle.



## Vlastnosti topné a užitkové vody, jejich vliv na koncepci akumulace tepla

Obvykle pracují tepelné systémy s topnou a s ohřátou pitnou vodou. Podle rozmanitosti zařízení mohou však také pracovat ku příkladu s nemrznoucí kapalinou solárního okruhu nebo okruhu tepelného čerpadla, s primární vodou CZT nebo s jinými teplotněstabilními médii připojených okruhů procesů tepla. Projektant zde má zásadní možnost volby, zda ukládat teplo do bojleru či do akumulátoru a tím rozhodnout o budoucím úspěchu a náročnosti navrženého zařízení.

### Akumulace tepla v ohřáté pitné vodě

Teplo akumulované v teplé vodě se ukládá do tzv. bojlerů. Akumulované teplo v bojlerech je určeno pouze pro odběr této vody. Obvykle se již nedá použít k otopným nebo k jiným účelům. Bojlery pracují zásadně v otevřeném systému, vodní obsah bojleru se neustále vyměňuje a proto se zanáší vodním kamenem. Vlastnosti pitných vod jsou rozmanité, nesou s sebou různá množství rozličných minerálů a plynů (vápníku, hořčíku, hydrokarbonátů, kyslíku ...). Příprava teplé vody v bojlerech je proto různě náročná z hlediska koroze stěn nádoby a výměníků tepla a z hlediska ukládání vodního kamene. Ke zmírnění koroze musejí být provedena protikorozi opatření. Jsou to hlavně:

- použití korozivzdorných materiálů
- ochranné úpravy povrchů a instalace obětované anody, která se spotřebovává a musí být obnovována.

Bojlery trpí zanášením minerály přednostně na jejich teplosměnných plochách. Nánosy vodního kamene na nich významně zvyšují jejich tepelný odpor. Dochází k přehřívání topných elektrických patron nebo ke snižování výkonnosti topných výměníků tepla.

Významným problémem bojlerů je také možnost kontaminace teplé vody nebezpečnou bakterií Legionela, která se rozmnožuje ve vodě v bojleru a je teplotně rezistentní až do hodnot těsně nad 60°C.

Nádoby bojlerů jsou vystaveny tlakům a tlakovým rázům z vodovodního řádu, které jsou zpravidla vyšší, než v topném okruhu.

### **Akumulace tepla v topné vodě**

Jinou možností akumulace tepla a přípravy teplé vody než v bojlerech je akumulace tepla v topné vodě a průtokový ohřev pitné vody. Průtokové ohřevy předpokládají vysoké tepelné výkony, přinášejí však důležité provozní a ekonomické výhody. Teplo akumulované v topné vodě se ukládá do tzv. akumulátorů tepla. Akumulované teplo je zde určeno pro topné účely všeho druhu. Pro radiátorové, konvektorové, podlahové nebo stěnové otopné okruhy, přípravu teplé vody, ale i pro ohřev bazénové vody či pro potřeby vzduchotechniky. Teplá voda se ohřívá od topné vody průtokem přes speciální protiproudé výměníky tepla potřebného výkonu, bojlery zde odpadají. Teplota topné vody musí být z důvodu přestupu tepla přirozeně vyšší než je žádaná teplota teplé vody.

Zásadní předností akumulace tepla v topné vodě v porovnání s akumulací tepla v ohřáté pitné vodě je libovolnost využití akumulovaného tepla. Zařízení je méně náročné. Požadavky na kvalitu topné vody nejsou vysoké. V případě potřeby se dají dodržet i přidavkem vhodných inhibitorů. Topná voda obíhá v uzavřeném okruhu a doplňují se pouze unikové ztráty. Ukládání vodního kamene a korozní zatížení jsou proto zanedbatelné. Tlakové zatížení je obvykle nižší než u bojlerů. Životnost akumulátorů je značně vyšší než bojlerů.

Vhodné řešení akumulace tepla v topné vodě včetně předávání tepla je zřejmé na příkladu koncepce PAST. PAST sdružuje všechny zdroje a všechny odběry tepla do jednoho akumulátoru. Priorita a způsob využití připojených zdrojů energie je zde volně stanovitelná. Přednost koncepce PAST v oblasti měření, řízení a regulace se zakládá především na využití tlumicího faktoru akumulace na charakteristiku předávky tepla. Řídicí a regulační proces je proto umírněný, nevznikají tlakové rázy v rozvodných potrubích.

Příprava teplé vody průtokem má zásadní provozní přednosti ve srovnání s přípravou v bojlerech. Jak již zmíněno, ukládání vodního kamene a korozní zatížení jsou zanedbatelné. U obvyklého materiálu výměníku tepla z potravinářské mědi má výměník tepla i antiseptický účinek. Výměník tepla zde nepřispívá k množení bakterie Legionela, TV se neskládá. Trubkový had výměníku nemá teplotně dilatační a tlakové problémy, jako jsou obvyklé u výměníků deskových.

### **Shrnutí se zaměřením na posouzení vhodnosti použití buď ohřáté pitné nebo topné vody pro akumulaci tepla**

#### **– Akumulace tepla v bojlerech (v ohřáté pitné vodě)**

Především provoz malých bojlerů instalovaných na odlehklých místech nebo jen pro příležitostný odběr teplé vody (kuchyňky, WC...), kde rozvod z centrálního zdroje chybí a spotřeba tepla je relativně nízká, je řešení výhodnější. Někdy je bojler dokonce jediné proveditelné řešení.

#### **– Akumulace tepla v akumulátorech (v topné vodě)**

Akumulátory jsou vždy výhodnější všude tam, kde je vyžadována:

- vyšší náročnost,
- komplexnost,
- účinnost
- a výkonnost zařízení.

Provozní a ekonomické přednosti jsou zde pak již z uvedených důvodů zřejmé.

## **Základy ekonomiky akumulace**

Uplatnění tržních principů v oblasti dodávek tepla vyústilo do dvou způsobů výpočtu jeho ceny. Buď se uplatňuje jednosložková sazba Kč/GJ, která zahrnuje veškeré náklady dodavatele tepla s dodávkou tepla spojené. Množství odebraného tepla v GJ se násobí danou sazbou. Pro využití akumulace je zajímavá dvousložková sazba, ve které se platba za teplo dělí na roční paušál za rezervovaný výkon a platbu za odebírané teplo. V roce 2007 lze v Karlových Varech počítat v primárních rozvodech s cenou tepla v jednosložkové sazbě ve výši 285 Kč/GJ (bez DPH). V dvousložkové sazbě je roční paušál za rezervovaný výkon 1085 Kč/kW (bez DPH) a cena za odebírané teplo 126 Kč/GJ (bez DPH).

Rezervovaný výkon a tedy roční paušál si odběratel volí sám podle maxima pro vytápění stanoveného pro nejchladnější den s připočtením výkonu potřebného pro přípravu teplé vody stanoveného na základě součtu jednotlivých potřeb a koeficientu současnosti odběrů. Vřazením akumulace do předávací stanice lze v závislosti na její velikosti a rozložení odběrových špiček do delšího časového období snížit velikost rezervovaného výkonu. Tedy i roční paušál pro odběratele.

Pokud odběratelé tepla z primárních rozvodů přejdou z jednosložkové sazby za teplo na dvousložkovou sazbu, pak podle informace Karlovarské teplárenské a.s. získávají při stávajícím stavu techniky průměrnou úsporu ve výši okolo 15 %. Podle našeho propočtu lze s použitím akumulčního systému PAST v typickém případě činžovního domu s 10 bytovými jednotkami obsazenými 30 osobami tuto úsporu snížením potřebného rezervovaného výkonu zvýšit přibližně na 25 %.

## **Výhled vývoje akumulace tepla**

Vývojový potenciál na poli akumulace tepla je stále značný. Nejen z hlediska potřeby akumulčních zařízení, ale i z hlediska zlepšení jejich koncepčního řešení a provedení. Vývoj bojlerů se koncentruje především

- na ochranu proti korozi (chrom-niklové austenitické oceli, stabilizované proti interkrystalické korozi...),
- na ochranu proti bakterii Legionela
- a na tepelnou izolaci.

V oblasti akumulátorů střední velikosti s využitelnou akumulční kapacitou kolem 50 kWh se vývoj soustřeďuje především na výhodnější provedení nádob z uhlíkové oceli, na hadové výměníky tepla a na minimalizaci tepelných ztrát.

Mimořádný vývoj lze jistě očekávat v oblasti velkých akumulátorů tepla s ročním pracovním cyklem a tepelnou kapacitou kolem 5 MWh. Zde se očekává pokrok především na poli interdisciplinárního řešení mezi architekturou a tepelnou technikou. Ergoarchitektonickým cílem je zde dosáhnout úplné tepelné soběstačnosti domu v našich klimatických podmínkách za pomoci slunečních kolektorů, akumulátorů tepla a nízkoenergetické koncepce stavby.

Dále se dá očekávat trvajícím dynamikou vývoje v oblasti měření, řízení a regulace. Za zmínku stojí například na trh uváděný přímočinný fotovoltaický pohon oběhových čerpadel fototermických kolektorových okruhů.

Důležitou roli v diskuzi hraje i nadále multivalence s volnou volbou zdrojů. Zde má přednostní význam využití regenerativních energií v hospodárných tepelných zařízeních s akumulací tepla.

K ucelenému obrazu o vývoji topenářství, dotýkajícího se alespoň nepřímo akumulace tepla, stojí jistě ještě za zmínku pokračující vývoj v oblastech: tepelná čerpadla, CZT s využitím biomasy, geotermie, rekuperace tepla a nízkoenergetické stavby s akumulátorem tepla.