8 OHŘEV TV ALTERNATIVNÍMI ZDROJI

Z alternativních zdrojů je v této kapitole řešen ohřev TV od vodních solárních kolektorů a dále od tepelných čerpadel při obecném zdrojovém teple.

8.1 SPOLEČNÉ ZÁSADY NÁVRHU

Pro oba zdroje bývá společná volba základních variant řešení:

- zdroje
  - monovalentního, kdy je výjimečně používán pouze ohřev od alternativního zdroje,
  - bivalentního, kdy je nejčastěji alternativní zdroj provozován v kombinaci se standardním zdrojem, např. zdroje na elektrickou energii nebo na fosilní paliva či fytomasu,
- teplovodního systému
  - s odděleným provozem ohřevu TV od vytápění,
  - se společným provozem ohřevu TV s vytápěním,
- zařízení
  - se zásobníkovým ohřevem, nejčastěji používaným pro vyrovnání mezi dodávkou tepla a odběrem tepla,
  - s průtokovým ohřevem, obvykle s vyrovnávací nádobou.

Při ohřevu TV alternativními zdroji jsou používány konstrukce zařízení pro nepřímý ohřev a zásady návrhu jsou pak shodné s tím, co bylo uvedeno již v předchozích kapitolách.

8.2 OHŘEV TV SOLÁRNÍ ENERGIÍ

8.2.1 Obecné zásady ohřevu TV

Příprava TV solární energií se u nás používá více jak dvě desetiletí. Ohřev TV z vodních solárních kolektorů je řešen zásobníkovým způsobem. Kolektory jsou většinou umístěny na střeše. Zásobníkový ohřívač teplé vody je s dalším doplňujícím standardním zdrojem, při bivalentním způsobu ohřevu TV, umístěn většinou u odběru TV. Solární kolektory jsou při tomto způsobu řešení využívány pouze pro přípravu TV.
Od prvních realizací solární přípravy TV se vývojem u solárního systému postupně zdokonalovalo:

- jímání solárního tepla stále účinnějšími kolektory a
- armaturní vybavení a parametry čerpadel a
- zejména regulační zařízení pro řízení vazby mezi jímáním, ukládáním a odběrem tepla.

Solární energie při svém využívání je limitována proměnností okamžité intenzity slunečního záření, a to nejen v průběhu dne, ale zejména v průběhu roku, s recipročním požadavkem na teplo pro vytápění k jímanému solárnímu teplu. Racionální návrh solárního systému je založen na možnostech co nejdelšího, pokud možno celoročního využití, tedy nejen pro celoroční ohřev TV a ohřev bazénové vody, ale i pro vytápění nebo ohřev větracího vzduchu.

Poměrně značný pořizovací náklad na solární systém musí být tedy vždy kompenzován co nejúčinnějším celoročním využitím.

8.2.2 Efektivnost využití solárního zdroje

Některé obecné zásady efektivního návrhu solárních systémů lze shrnout do následujících bodů:

- Zachycení maxima solární energie spočívá nejen v jímání tepla účinnými kolektory, ale také v uložení tepla, tj. ve velikosti zásobníku pro uchování tepla a v regulačních schopnostech řídícího (regulačního) zařízení.
- Prioritní spotřebování solární energie před energií standardní, znamená zvolit způsob odběru tepla tak, aby bylo využíváno co největší množství tepla od solárních kolektorů většinou při nižší teplotě vody, než je běžně využitelná teplota vody a ohřívat standardní energií na požadovanou teplotu jen okamžitě spotřebovatelné množství vody.
- Zajištění včasného doplňování standardní energií pro případ, že solárním zdrojem se neohřeje voda na požadovanou teplotu. Dohřev je průtokový nebo zásobníkový ve společném nebo odděleném ohřívači.
- Požadavek nemíchat energii solární s dalšími standardními zdroji u multifunkčního zásobníku se většinou řeší řazením energií se stoupajícím teplotním potenciálem ve směru dodávka – odběr tak, že standardní energie je v tomto řazení až na konci.

Je-li dodávka energie významně teplotně i režimově odlišná a odběr je podobně významně pulzující, je použití u multifunkčních zásobníků s několika výměníky nahrazeno několika zásobníkovými ohřívači TV se samostatnými výměníky.

8.2.3 Zásobníkový ohřev TV v kombinovaném zásobníkovém ohřívači (KZTV) (obr. 8.1)

Zásobníkový ohřev TV v kombinovaném zásobníkovém ohřívači TV je nejčastěji používaným způsobem ohřevu TV. V jediném zásobníku je TV ohřívaná bivalentním zdrojem – solárními kolektory a standardním kotlem s odděleným režimem ohřevu od vytápění. Schéma zapojení je na obr. 8.1.
Teplá voda je připravována v zásobníkovém ohřívači TV, označeném ZTV, s objemem odpovídajícím jedenapůldennímu až dvoudennímu odběru TV. Ze solárního kolektoru KO je ohřev TV zajišťován v zásobníkovém ohřívači TV výměníkem 6, umístěným ve spodní části ZTV, nad přívodem studené vody.

a) Mimoprovozní doba

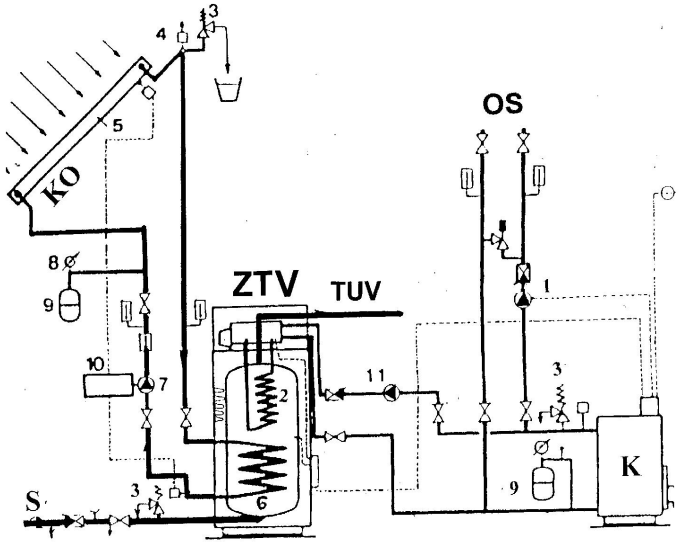
V mimoprovozní době solárního okruhu je menší objem v horní části zásobníku dohříván nebo ohříván otopnou vodou z kotle K ve výměníku 2. Kotel nejčastěji zajišťuje ohřev nebo dohřev sepnutím čidla poklesu teploty TV pod přípustnou mez. Čidlo je umístěno v horní části zásobníkového ohřívače TV. Běžně kotle slouží pro vytápění v otopné soustavě OS. Kotel s možností trvalého provozu při alternativním režimu (vytápění nebo ohřev TV) přepíná v topné sezóně z režimu vytápění na režim ohřevu/dohřevu TV. V tomto případě má ohřev TV prioritu před vytápěním. V systému rozvodu otopné vody od kotle to znamená přepnutí oběhového čerpadla 1 na oběhové čerpadlo 11.

Pro celoroční používání solárních kolektorů je voda v solárním okruhu koncentrovaná s nemrznoucí směsí.

b) Letní provoz

V letních měsících, s významnou intenzitou solárního záření, se u malého odběru TV využívá teplo dodávané solárními kolektory nedostatečně. Nadbytek tepla od solárních kolektorů je způsoben tím, že teplota vody v zásobníkovém ohřívači TV je limitovaná uživatelskou teplotou. Přestupová schopnost solárního výměníku, při malém teplotním rozdílu mezi teplotou ohřívané TV v zásobníkovém ohřívači a teplotou vody v solárním okruhu, je nízká. Provoz solárního okruhu je závislý tedy na teplotě TV v okolí solárního výměníku 6 a ta je závislá na režimu odběru TV, tedy přítoku studené vody ke dnu zásobníkového ohřívače. Z toho důvodu je rozumné, aby byl solární výměník 6 co nejvíce u dna zásobníku, aby byl nízký objem ohřívané vody od výměníku a ZTV byl co nejvyšší.

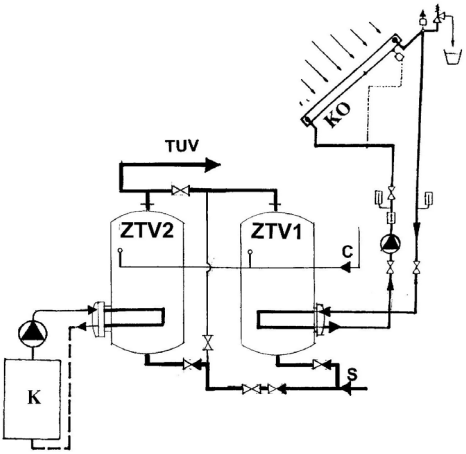
Účinnost přípravy TV závisí tedy nejen na volbě typu a ploše kolektorů, ale podle režimu odběru TV i na velikosti a tvaru solárního výměníku v zásobníkovém ohřívači TV, výkonu výměníku 6 a následně i výměníku 2 s vazbou na výkon standardního kotle.



Obr. 8.1 – Schéma zásobníkové přípravy TV s využitím solárních kolektorů pouze pro přípravu TV
Legenda: ZTV – zásobníkový ohřívač teplé vody; K – plynový kotel; OS – otopná soustava; S – přívod studené vody; TV – výstup TV; 1 – oběhové čerpadlo otopné soustavy; 2 – výměník ohřevu TV z plynového kotle; 3 – pojistný ventil; 4 – odvzdušnění solárního okruhu; 5 – plášť solárního kolektoru; 6 – výměník ohřevu TV ze solárního okruhu; 7 – oběhové čerpadlo solárního okruhu; 8 – manometr solárního okruhu; 9 – expanzní nádoba; 10 – regulátor solárního okruhu; 11 – oběhové čerpadlo soustavy ohřevu TV z kotle

8.2.4 Zásobníkový ohřev TV v oddělených zásobnících (obr. 8.2)

U ohřevu z bivalentního zdroje je výhodné oddělit zásobníkový ohřívač TV alternativního zdroje od zásobníkového ohřívače TV standardního zdroje, jak je uvedeno na obr. 8.2. Výhodnost využití dvou zásobníkových ohřívačů TV v bateriové sestavě je uveden v odst. 6.1 a varianty řešení jsou uvedeny na obr. 6.7 až 6.12.
Při sérioparalelním ohřevu TV ve dvou zásobnících, jak je uvedeno na obr. 8.2, je na zásobníkový ohřívač ZTV1 připojen okruh solárních kolektorů. Zásobníkový ohřívač ZTV1 je dimenzován na vyšší než jednodenní ohřev a slouží k zásobě TV v letním období s plnou odběratelskou potřebou TV, při paralelním zapojení zásobníku. Zásobníkový ohřívač ZTV2 je záložním zdrojem pro případ přestávky v dodávce solární energie. Při provozu se u zásobníkového ohřívače ZTV2 přepíná režim do sériového zapojení a voda ze ZTV1 proudí do ZTV2. Podobně je tomu i v případě nedostatečné teploty TV v ZTV1 mimo letní období.
Přednost v ohřevu TV oddělenými zásobníkovými ohřívači plní jednu ze zásad uvedenou v úvodu o nemíchání používaných energií s nestejným teplotním a provozním režimem. Každý zásobník může mít oddělený typ a velikost teplosměnné plochy s odlišnou intenzitou ohřevu. U zásobníkového ohřívače ZTV1 může být ohřev přirozenou konvekcí s využitím celé výšky zásobníku při ohřívání.
U zásobníkového ohřívače ZTV2 může být pro urychlení doby ohřevu použit výměník s nucenou konvekcí, jak je uvedeno na obr. 3.30 v kapitole 3. Spirálový výměník ohřevu TV může být také vložen pouze do horní části ZTV2, neboť výška proudění při přirozené konvekci neovlivňuje vlastní přestup tepla mezi oběmi teplonosnými látkami – otopnou a teplou vodou.



Obr. 8.2 – Schéma zásobníkové přípravy TV se dvěma zásobníkovými ohřívači TV v sérioparalelním zapojení - ohřev solárními kolektory
Legenda: ZTV1 – zásobníkový ohřívač TV od solárního zdroje; ZTV2 – zásobníkový ohřívač TV od standardního zdroje; KO – solární kolektor; K – standardní zdroj; TV – teplá voda; S – studená voda; C – cirkulace

8.2.5 Připojení solárního kolektoru na zásobník tepla – princip

Běžným řešením vodních solárních systémů je používání uzavřené solární soustavy s transformací tepla ve vodním výměníku, nejčastěji pro přípravu TV.
Pro účinnější využití solární energie, ať při letním nebo zimním provozu, je používání otevřené vodní solární soustavy s připojením na zásobník tepla s otopnou vodou.

a) Uzavřená soustava
Nejběžněji užívaným způsobem předání tepla sluneční energie, dopadající na solární kolektoru, je její přenos nízkoobsažnou vodní soustavou do vodního výměníku tepla. Soustava tvoří oběh mezi solárním kolektorem (přijímajícím teplo) a výměníkem (předávajícím teplo) má malý vodní obsah, zejména k elastickému přizpůsobení se náhlým změnám při proměnné intenzitě osvitu slunečních paprsků.
Zároveň uzavřená solární soustava dovoluje snadněji vytvořit koncentraci nemrznoucí kapaliny ve vodě pro nemrznoucí směs. V uzavřené solární soustavě je vždy transformace tepla zajišťována výměníkem, osazeným nejčastěji v zásobníkovém ohřívači TV pro ohřev TV, jak uvádí odstavec 8.3.

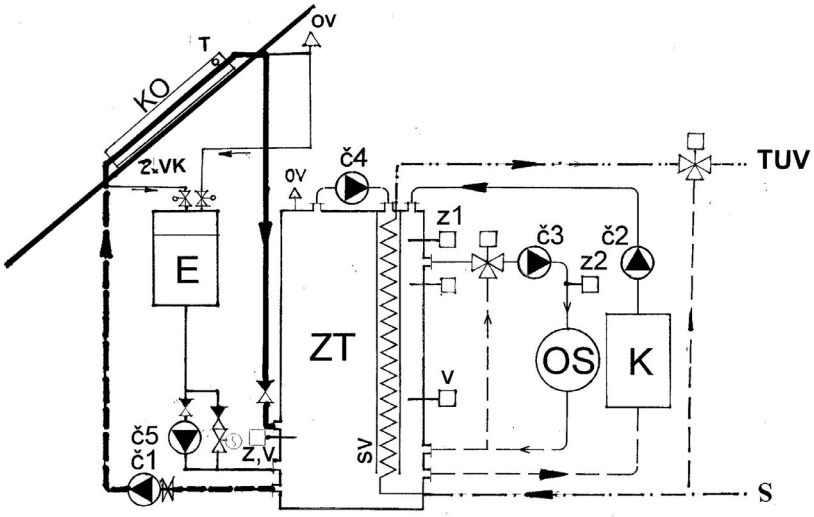
b) Otevřená soustava
Solární soustava s vodními kolektory, napojená stejně jako jiné topné zdroje na systém s otopnou vodou, se nazývá otevřená soustava. Při přímém napojení solárního kolektoru na teplovodní systém s otopnou vodou se stává solární kolektor výměníkem tepla s otopnou vodou stejně jako jiné topné zdroje. Tím, že protékající voda kolektorem má časově nerovnoměrnou a teplotně proměnnou dodávku tepla, je vhodné využívat solární energii v zásobníku tepla k univerzálnějšímu požití pro vytápění, ohřev TV a ohřev bazénové vody.
Při přímém spojení solární soustavy se zásobníkem tepla se nemůže z technických a praktických důvodů napouštět celý otopný systém vodou, koncentrovanou nemrznoucí kapalinou, zejména vzhledem k vysokému vodnímu obsahu zásobníku tepla.
Má-li být solární kolektor napojen na otopnou soustavu bez nemrznoucí směsi ve vodě, musí být:

- voda v zámrzné ploše solárního kolektoru snadno vypustitelná a snadno napustitelná, např. do beztlakové otevřené expanzní nádoby (obr. 8.3) nebo
- absorbér solárního kolektoru v prostředí, kde voda nemrzne, např. jako součást střešního pláště nad vytápěnými nebo temperovanými místnostmi v podkroví (obr. 8.4).

U přímého připojení solárního kolektoru na zásobník tepla ZT se předpokládá, že v solárním okruhu nebude (otopná) voda koncentrovaná nemrznoucí směsí. Je to pro obecnou nevýhodnost koncentrované vody nemrznoucí směsí, která spočívá ve snížených tepelně technických vlastnostech takové vody, ale zejména by nemrznoucí směs byla použita pro značný objem otopné vody.

8.2.6 Zásobník tepla s průtokovým ohřevem TV a vytápěním - solární okruh s vypouštěním (obr. 8.3)

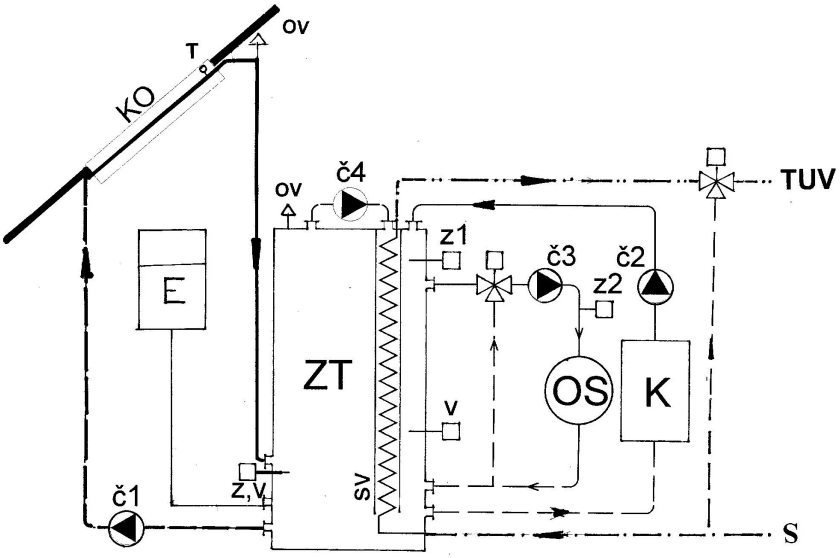
Ochrana před mrazem v solárním kolektoru je na obr. 8.3 řešena vypouštěním nadstřešní části solárního okruhu do beztlakové otevřené expanzní nádoby E. Expanzní nádoba jistí celou soustavu, je jedna a není nutné používat dvě expanzní nádoby, jako u uzavřené solární soustavy. Vypouštění z kolektorů je řešeno teplotními čidly, s ovládáním elektropohonu uzavíracích a výpustných armatur. Cyklické doplňování vody do systému a vypouštění vody z části solárního okruhu je u otevřené expanzní nádoby s dávkovacím čerpadlem a solenoidovým ventilem řešením, které nevyžaduje zvýšený náklad. Vypouštění vody ze solárního kolektoru, i když nemusí být časté a množství vody je nepatrné, způsobuje zavzdušňování vodního obsahu v zásobníku. Pak je potřebné eliminovat vzduch v otopné vodě mimo oběh v otopné soustavě, zejména s termostatickými ventily.Tento systém má i řadu dalších nevýhod, které jsou eliminovány v solárním systému s používáním vestavěného kolektoru.



Obr. 8.3 – Schéma připojení nadstřešního solárního kolektoru s vypouštěním na zásobník tepla (ZTKK)
Legenda: KO – solární kolektor; E – otevřená expanzní nádoba; ZT – zásobník tepla (zásobník otopné vody); OS – otopná soustava; K – plynový kotel (kondenzační); TV – teplá voda; S – studená voda; SV – spirálový výměník ohřevu TV; OV – odvzdušňovací ventil; T – čidlo teploty vody v kolektoru; VK – automatická klapka pro vypouštění kolektoru; Č5 – dávkovací čerpadlo, doplňující vodu z expanzní nádoby do soustavy; OV – odvzdušňovací ventil
Teploměr: Z – zapínací pro dobíjení zásobníku ZT teplem; V – vypínací pro ukončení dobíjení zásobníku ZT teplem; Z1 – zapínání dohřevu otopné vody pro ohřev TV; Z2 – zapínání dohřevu/ohřevu otopné vody pro otopnou soustavu
Oběhové čerpadlo: Č1 – solárního okruhu; Č2 – kotlového okruhu; Č3 – otopné soustavy; Č4 – ohřevu TV

8.2.7 Zásobník tepla s průtokovým ohřevem a vytápěním – vestavěný solární kolektor (obr. 8.4)

U vestavěného kolektoru je zajištěna protimrazová ochrana kolektoru vytvořením temperovaného prostředí pod dnem skříně kolektoru. Zjednodušené připojení vestavěného kolektoru na zásobník tepla je na obr. 8.4. Jednoduché připojení na ZT je dáno tím, že veškeré objemové a tím i tlakové změny v solárním okruhu jsou kompenzovány v zásobníku tepla. Provoz solárního okruhu zajišťuje pouze oběhové čerpadlo v závislosti na diferenční teplotě vody v zásobníku a v solárním kolektoru. Systém je opatřen uzavřenou expanzní membránovou nádobou E, připojenou na zásobník tepla. Tím je sníženo zavzdušňování celé soustavy s otopnou vodou.



Obr. 8.4 – Schéma připojení vestavěného solárního kolektoru na zásobník tepla (ZTKK)
Legenda: KO – solární kolektor; ZT – zásobník tepla (zásobník otopné vody); OS – otopná soustava; K – plynový kotel (kondenzační); TV – teplá voda; S – studená voda; SV – spirálový výměník ohřevu TV; OV – odvzdušňovací ventil; T – čidlo teploty vody v kolektoru; OV – odvzdušňovací ventil
Teploměr: Z – zapínací pro dobíjení zásobníku ZT teplem; V – vypínací pro ukončení dobíjení zásobníku ZT teplem; Z1 – zapínání dohřevu otopné vody pro ohřev TV; Z2 – zapínání dohřevu/ohřevu otopné vody pro otopnou soustavu
Oběhové čerpadlo: Č1 – solárního okruhu; Č2 – kotlového okruhu; Č3 – otopné soustavy; Č4 – ohřevu TV

a) Připojení solární soustavy na zásobník tepla

Pro připojení okruhu solárního kolektoru KO, podle obr. 8.3 a 8.4, lze použít zásobník tepla kondenzačních kotlů (ZTKK) podle „Užitného vzoru č. 11 826“ a aplikovat ho i pro použití kombinace alternativní zdroj a kondenzační kotel. Zásobník tepla slouží jak

k přípravě TV, tak i pro vytápění. Na obr. 8.3 a 8.4 je zapojení zásobníku tepla ZTKK, pro připojení na kondenzační kotel, rozšířeno o připojení na okruh solárního kolektoru.
Funkce nabíjení ze standardního zdroje (kondenzačního kotle) a vybíjení (pro vytápění a průtokovou přípravu TV) je stejná jako při monovalentním topném zdroji, a proto nebude dále popisována.
Režim ve využívání kombinace solární energie pro přípravu TV a vytápění, lze zjednodušeně rozdělit na letní a zimní provoz.

b) Letní provoz pouze pro přípravu TV

V měsících mimo topné období, zejména v létě, kdy solární okruh slouží pouze pro průtokovou přípravu TV, je zásobník ZT možné využít pro vyšší akumulaci tepla od intenzivně osálaných kolektorů, než v případě použití pouze zásobníkového ohřívače TV. Voda ve zdroji teplovodního vytápění, jakým zásobníkový ohřívač teplé vody je, může být ohřátá až na 110 °C a tuto teplotu tedy může mít i otopná voda v zásobníku tepla ZT shodně s teplotou vody, protékající kolektorem. Uložení tepla do vody s vysokým teplotním potenciálem je umožněno tím, že voda k dalšímu využití se dá snadno teplotně regulovat a na výměnících zásobníku nevznikají inkrusty, jako v případě neupravené TV. Ohřev otopné vody v zásobníku ze solárního okruhu je přímý a teplota v solárním okruhu (kolektoru) je tedy teplotou i v zásobníku tepla. Napojení přívodu do solárního okruhu na ZT je u dna zásobníku z toho důvodu, že okruh ohřevu TV, např. vloženým spirálovým výměníkem, zajišťuje výstup z pláště spirálového výměníku u dna zásobníku tepla tak, aby v místě odběru nebo v místě vstupu do solárního okruhu byla voda co nejchladnější. U tohoto systému je tedy i malý objem vody ochlazené z ohřevu TV v zásobníku důvodem k provozu kolektoru.
Režim nabíjení teplem ze solárního okruhu nebo vybíjení zásobníku je řízen např. teploměrem Z -V, vloženým do zásobníku a teploměrem T, vloženým do vody v kolektoru, jak se i běžně používá.
Ohřev vody z kotle K, v případě absence slunečního záření v letních měsících, je v případě vybití zásobníku, na úroveň hladiny teploměru Z1, zajišťován oběhovým čerpadlem Č2. Velikost objemu takto ohřívané otopné vody pod stropem zásobníku nemusí být velká a závisí na výkonu kotle. Minimální objem ohřívané otopné vody pod stropem zásobníku, nad teploměrem Z1, odpovídá vyššímu výkonu kotle, který pokryje teplem i ohřev TV při špičkovém odběru. Závislost maximálního výkonu kotle pro ohřev TV na minimálním objemu vyrovnávací nádrže může být chápána tak, jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách o průtokové přípravě TV.

c) Zimní provoz pro přípravu TV a vytápění

V době zimního provozu je do zásobníku ZT dodáváno teplo z kotle K (např. kondenzačního).
Stále sílící tendence snižovat teplotu vody pro vytápění až k teplotám nízkoteplotních soustav vytváří při návrhu vytápěcího zdroje dvě nové skutečnosti:

- nutnost zajistit teplotu otopné vody v zásobníku tepla na takové výši, která je potřebná pro přípravu TV (min. 55 až 60 °C), a to celoročně
- možnost využití vody i s relativně nízkou teplotu, od solárních kolektorů pro vytápění (např. 30 až 40 °C) v teplejším období topné sezóny, kdy je tato teplota na vytápění dostatečná, např. u podlahového vytápění.

U zásobníku tepla ZT je snaha tento problém řešit tak, že v případě nižší teploty vratné vody z otopné soustavy OS (např. 30 °C), než je teplota v solárním kolektoru (např. 40 °C), se zapojí solární okruh teploměrem ZV v zásobníku ZT. Vratná voda ze systému s takto nízkou teplotou cirkuluje v solárním kolektoru a je ohřívána na vyšší teplotu, která může stačit, podle výkonu kolektoru, pro vytápění v přechodném období.
Je-li teplota takto ohřáté otopné vody nedostatečná, zapíná teploměr Z2 kotel na její ohřátí, až bude v zásobníku dosaženo hladiny teploměru V.
Při dostatečné teplotě otopné vody v ZT, pro vytápění v OS, od solárního systému (např. 40 °C), je kotel zapínán pouze pro přípravu TV a ohřívá malý objem otopné vody v ZT nad teploměrem Z1, jak bylo výše popsáno.
Jinak režim zapínání kondenzačního kotle s přerušovaným provozem na plný výkon, bez využití tepla od solárních kolektorů, zůstává stejný jako v případě monovalentního zdroje.

8.3 OHŘEV TV TEPELNÝMI ČERPADLY (TČ)

Nejčastěji je teplá voda ohřívaná otopnou vodou z tepelného čerpadla zásobníkovým způsobem.
Narozdíl od solárního zdroje je, podle použitého zdrojového tepla TČ, teplota otopné vody během roku relativně rovnoměrná a dodávka tepla trvalá.
Zásobníkovým ohřívačem TV se vyrovnává:

- rovnoměrná dodávka tepla od TČ s nerovnoměrným odběrem TV,
- nižší výkon dodávaný TČ s vyšším výkonem odebíraným v TV při špičkovém odběru.

Tepelná čerpadla se používají nejčastěji spolu s dalším doplňujícím topným zdrojem v bivalentním alternativním, paralelním nebo částečně paralelním provozu. Podle dodávky tepla se navrhuje i zařízení a regulace ohřevu TV.

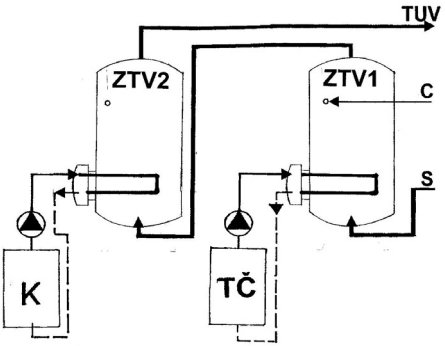
8.3.1 Ohřev TV v kombinovaném zásobníkovém ohřívači TV (KZTV)

Nejběžněji se voda v zásobnících TV ohřívá přirozenou konvekcí s výměníkem otopné vody od TČ umístěným ve spodní části zásobníkového ohřívače TV.
Výměník od standardního zdroje s vyšším teplotním potenciálem se umísťuje v horní části zásobníkového ohřívače TV a zajišťuje ohřev na odběratelskou teplotu, např. 55 °C nebo ohřívá vodu, není-li tepelné čerpadlo v provozu.
Kombinovaný zásobníkový ohřívač TV má podobnou konstrukci, jaká je uvedena na obr. 8.1 při připojení solárního kolektoru a standardního zdroje.

8.3.2 Dvoustupňový ohřev TV ve dvou zásobníkových ohřívačích TV (obr. 8.5)

Kombinovaný zásobníkový ohřívač TV (ZTV), jak je uveden na obr. 8.1, se může nahradit dvěma zásobníkovými ohřívači TV se samostatnými výměníky. Nejlépe je toto oddělení do dvou zásobníků naznačeno na obr. 8.5, kde jsou zásobníkové ohřívače TV uspořádány v sériovém zapojení. Zásobníkový ohřívač TV představuje první stupeň ohřevu TV, zajišťovaný od TČ.

Při ohřevu TV od TČ v prvním stupni ohřevu na dostatečnou teplotu TV, tedy i výkonem a objemem ZTV, odpovídá množství tepla v TV špičkovému odběru, pak se ohřev ZTV2 ve druhém stupni od standardního zdroje nepoužívá.
Při nedostatečné teplotě TV od přiváděné vody ze zásobníkového ohřívače ZTV1 se ve druhém stupni v zásobníkovém ohřívači ZTV2 voda ohřívá nebo dohřívá standardním zdrojem, např. kotlem na fosilní paliva nebo elektrickou energii.
Velikost zásobníkového ohřívači ZTV2 závisí na rychlosti ohřevu, která je dána velikostí výkonu. Většinou se volí zásobníkový ohřívač ZTV2 ve druhém stupni s menším objemem a větším výkonem v závislosti od výkonu standardního zdroje. Při dostatečném výkonu je ohřev v zásobníkovém ohřívači ZTV2 řešen s nucenou konvekcí, např. podle konstrukce uvedené na obr. 3.30.
Vedle sériového zapojení zásobníkových ohřívačůTV, které je uvedeno na obr. 8.5, se může použít sérioparalelní zapojení, jak uvádí obr. 8.2.
Podrobněji se zapojení většího počtu zásobníkových ohřívačů TV věnuje kapitola 6.



Obr. 8.5 – Schéma zásobníkové přípravy TV se dvěma zásobníkovými ohřívači TV v sérioparalelním zapojení – ohřev tepelným čerpadlem
Legenda: ZTV1 – zásobníkový ohřívač TV od solárního zdroje; ZTV2 – zásobníkový ohřívač TV od standardního zdroje; TČ – tepelné čerpadlo; K – standardní zdroj, TUV – teplá voda, S – studená voda, C - cirkulace

8.3.3 Princip průtokového ohřevu TV ze zásobníku tepla ZT

Jednou z možností, jak kombinovat ohřev TV s vytápěním, je využití zásobníku tepla, který vyrovnává dodávku tepla od tepelného čerpadla s odběrem tepla.

a) Výhodnost průtokového ohřevu ze zásobníku tepla
Průtokový ohřev TV s nucenou konvekcí otopné vody ve spirálovém výměníku SV, vloženém do zásobníku tepla, jak je uvedeno v odst. 7.4.4 podle „Užitného vzoru č. 11 826“, je řešen:
- svislým spirálovým výměníkem s otevřeným dnem pláště,
- s nuceným přívodem nejteplejší otopné vody z horní části zásobníku tepla oběhovým čerpadlem Č3 do SV,

- s prouděním otopné vody pláštěm výměníku od shora k otevřenému dnu spirálového výměníku, umístěného u dna zásobníku tepla,
- s přívodem studené vody do výměníkové spirály u dna ohřívače SV s prouděním vzhůru k výstupu nad víko zásobníku tepla ZT.

b) Vazba protiproudého ohřívače SV a zásobníku tepla ZT

Zásobník tepla je založen na principu nerovnoměrného rozložení teplé a studené otopné vody s cyklem pro:

- nabíjení zásobníku tepla ZT od topného zdroje, např. TČ, přívodem teplé otopné vody pod víko ZT, s prouděním směrem dolů (obr. 8.6). Nabíjením rozumíme postupné plnění teplé vody až do dostoupení mezní hladiny k teploměru V, který vypíná provoz zdroje, např. TČ. Okruh nabíjení otopnou vodou je řízen oběhovým čerpadlem Č1 s odebíráním chladné otopné vody ode dna zásobníku tepla ZT,
- vybíjení zásobníku tepla ZT, buď pro ohřev TV nebo pro vytápění. Při ohřevu TV proudí nejteplejší voda z pod víka zásobníku do protiproudého ohřívače SV a nejchladnější voda vystupuje z protiproudého ohřívače do zásobníku tepla ZT u jeho dna. Shodně je tomu i u napojení vytápěcího systému na zásobník tepla. Pomyslné proudění otopné vody zásobníkem tepla je v opačném směru s přívodem chladnější hladiny až do mezní polohy na úrovni teploměru Z, kdy dochází opět k dobíjení zásobníku.

Protiproudý ohřev TV tak, jak je navržen, nejlépe vyhovuje principu zásobníku tepla ZT, tj. odběr teplé otopné vody v nejvyšším místě a výstup ochlazené otopné vody u dna zásobníku.

Oddělení cyklu dobíjení zásobníku tepla ZT od cyklu vybíjení zásobníku tepla, např. pro ohřev TV, má pouze zjednodušeně vysvětlit princip zásobníkových zdrojů. Ve skutečnosti probíhá odběr tepla pro vytápění trvale v topné sezóně pouze s proměnným menším průtokem, než je průtok jmenovitý. Zásobník tepla s otopnou vodou pouze tuto nerovnoměrnost mezi průtokem jmenovitým a průtokem sníženým vyrovnává občasným odstavením zdroje, např. TČ.

c) Regulace průtokem (škrcením)

Odběr TV má často trvalý charakter podle druhu odběratele, ale často je to odběr značně nerovnoměrný během uvažované periody, nejčastěji jeden den. Proměnný požadavek odběru TV jejím proměnným průtokem výměníkem SV lze řešit, pro dosažení odpovídajícího výkonu, také proměnným průtokem otopné vody, kterou je TV ohřívaná. Závislost předání sníženého výkonu sníženým průtokem, tedy adekvátní rychlostí protékající vody u obou teplovodních cest (otopná voda a TV) nemá bohužel lineární průběh, ale je složitě exponenciální. To vyžaduje měřenou charakteristiku výměníku SV pro různé průtoky. Podle charakteristiky výměníku pak může regulační zařízení zajistit proměnnými otáčkami oběhového čerpadla Č3 změnu výkonu k odpovídajícímu průtoku TV, tedy k odběru TV. Takový systém regulace je značně náročný.

d) Regulace směšováním

Snadnější a účinnější pro zajištění stálé teploty TV při různém odběru je použití regulace směšováním. Pro nastavenou stálou teplotu TV na vstupu do rozvodné sítě se zajistí směšování v termostatickém trojcestném ventilu, kde se přimíchává k TV

s vyšší teplotou, než je požadovaná teplota (např. 55 °C), studená voda pro zajištění stálé požadované teploty TV.

e) Kombinace provozu OS a přípravy TV

Odběr tepla ze zásobníku tepla ZT do otopné soustavy je během topného období prakticky trvalý s plynule nerovnoměrným výkonem při ohřevu.
Odběr tepla ze zásobníku tepla ZT pro ohřev TV se během celého roku v pravidelné periodě (1 den) opakuje. Během dne je odběr nahodile přerušovaný s nárazově proměnným výkonem. Pro topný zdroj jako je TČ je výhodný trvalý provoz s rovnoměrným výkonem.

Jmenovitý výkon TČ se musí dimenzovat na:
- odběrovou špičku pro přípravu TV,
- jmenovitý výkon vytápěcí soustavy OS.

Souběh jmenovitých výkonů vytápěcí soustavy a výkonu při nejvyšším odběru TV může být značně odlišný a většinou tak velký výkon monovalentního provozu TČ nedovoluje. Zejména je tomu u značně vysokého výkonu, požadovaného pro průtokový ohřev, který je dimenzován na špičkový odběr TV.

8.3.4 Princip průtokového ohřevu ze zásobníku tepla ZT s vyrovnávací nádobou VN

V předchozím odstavci byla popsána výhodnost používání průtokového ohřevu TV s vazbou na zásobník tepla ZT. Zároveň byla i popsána nevýhodnost nerovnoměrnosti v odběru tepla, jejímž důsledkem je proměnný průtok TV a následně proměnná hodnota výstupní teploty TV. Nastavení konstantní teploty TV je řešitelné někdy obtížným regulačním systémem.
Požadavek na stálý výkon pro ohřev TV s konstantními teplotami výstupní TV řeší vyrovnávací nádoba, přiřazená k průtokovému ohřívači.

a) Napojení vyrovnávací nádoby (obr. 8.6)

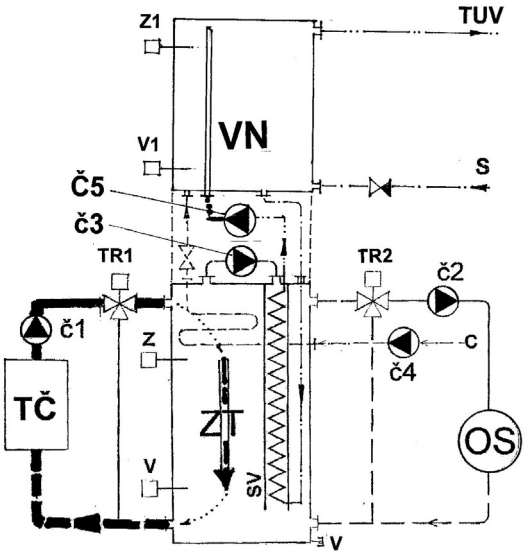
Ve vyrovnávací nádobě se soustřeďuje řízeně (oběhovým čerpadlem) ohřátá TV jako v zásobníku TV.
Rozdíl mezi zásobníkovým ohřívačem teplé vody (ZTV) a vyrovnávací nádobou (VN) při průtokovém ohřevu můžeme shrnout do následujících bodů:
- u vyrovnávací nádoby VN dochází k rychlému ohřevu objemu z průtokového ohřívače SV oproti ohřevu v zásobníkovém ohřívači TV, kde ohřev trvá i několik hodin od výkonově malého výměníku,
- účinný způsob ohřevu, při kterém je průtok přes výměník, např. spirálového ohřívače, řízený oběhovým čerpadlem, tedy nucenou konvekcí oproti přirozené konvekci při průtoku přes výměník zásobníkového ohřívače TV,
- rovnoměrné oddělení pásma teplé vody od pásma chladné vody u vyrovnávací nádoby oproti ohřevu v zásobníkovém ohřívači TV, kde dochází k míchání ohřáté a neohřáté TV.

b) Oddělení režimu provozu přípravy TV od provozu OS

Režim průtokové přípravy TV od vytápěcího provozu lze u ohřevu s vyrovnávací nádobou snadno oddělit. V takovém případě se jedná o alternativní provoz, u kterého vždy platí, že ohřev TV, který je na plný výkon ohřívače (tedy značný výkon), má prioritu před vytápěním. Doba nabíjení vyrovnávací nádoby VN, tedy doba odběru tepla ze zásobníku tepla ZT, je časově krátká, neboť vyrovnávací nádoba se plní při stálém nejvyšším výkonu, který je odebírán pouze v období odběrové špičky TV. Díky tomu lze, při provozu ohřevu TV, přerušit na krátké období vytápění, aniž by v otopné soustavě, při takto krátkodobém výpadku, došlo k zaznamenatelnému snížení teploty vnitřních vytápěných prostorů.

Mimo topnou sezónu je zdroj, např. TČ, provozován pouze pro přípravu TV. Při takovém provozu mají teploty otopné vody na vstupu a výstupu do/z okruhu TČ konstantní hodnoty.

Na obr. 8.6 je naznačeno schématicky nabíjení zásobníku tepla ZT od tepelného čerpadla při umístění vyrovnávací nádoby VN nad zásobníkem tepla.



Obr. 8.6 – Schéma průtokového ohřevu TV ze zásobníku tepla ZT s vyrovnávací nádobou – nabíjení zásobníku tepla

Legenda: TČ – tepelné čerpadlo; ZT – zásobník tepla; VN – vyrovnávací nádoba; OS – vytápěcí soustava; TR1 – směšovací ventil okruhu TČ; TR2 – směšovací ventil okruhu OS; Č1 – oběhové čerpadlo okruhu TČ; Č2 – oběhové čerpadlo vytápěcí soustavy OS; Č3 – oběhové čerpadlo otopné vody pro přípravu TV; Č4 – oběhové čerpadlo cirkulačního okruhu TV; Č5 – oběhové čerpadlo nabíjení vyrovnávací nádoby VN; TUV – teplá voda; C – teplá voda – cirkulace; S – studená voda – přívod do ohřívače TV; SV – spirálový průtokový ohřívač TV; Z – zapínací teploměr provozu TČ; V – vypínací teploměr provozu TČ; V1 – vypínací teploměr průtokového ohřívače; Z1 – zapínací teploměr průtokového ohřívače

c) Umístění vyrovnávací nádoby VN

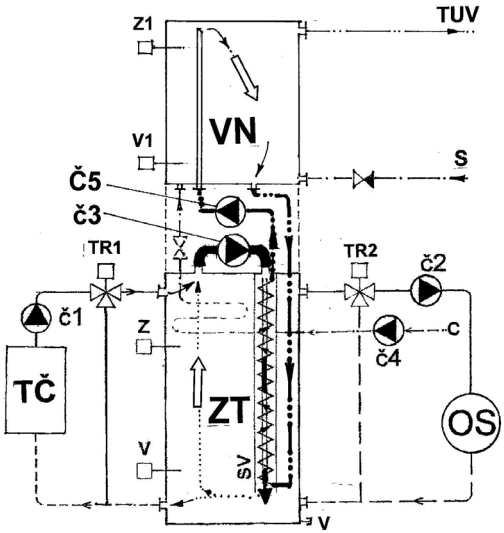
Zásobník tepla ZTKK, jak bylo již v předchozím uvedeno, je válcová stojatá nádoba s otopnou vodou. Čím větší je výška nádoby, tím lépe se uplatňuje předpoklad rozložení teploty vody v ZT a tím snazší je i regulovatelnost provozu pro nabíjení i vybíjení zásobníkového obsahu vody.

Vyrovnávací nádoba může být umístěna vedle zásobníku tepla. S výhodou se však vyrovnávací nádoba VN umístí v nástavbě nad zásobníkem tepla ZT s tím, že v meziprostoru obou nádob mohou být umístěny armatury a oběhová čerpadla Č3, Č4 a Č5. Vytváří se tak monoblok obou nádob s jednoduchým armaturním propojením v meziprostoru. Pro napojení okruhu TČ na zásobník tepla a pro napojení vytápěcí soustavy OS na ZT jsou většinou armatury a oběhová čerpadla součástí obou zařízení, která se nepřimykají k zásobníku tepla tak, jak je naznačeno obecně ve schématech na obrázcích. Většinou jsou oběhová čerpadla a armatury součástí rozdělovače a sběrače podle konkrétního dispozičního řešení vytápěcího zařízení a rovněž i dispozičního řešení při umístění tepelného čerpadla.

d) Nabíjení vyrovnávací nádoby bez odběru TV (obr. 8.7)

Při nabíjení vyrovnávací nádoby VN z průtokového ohřívače SV, podle obr. 8.7, se uvažuje provoz bez odběru TV. Spuštění oběhu plnění vyrovnávací nádoby ohřátou teplou vodou zajišťuje teploměr Z1, umístěný ve vyrovnávací nádobě, při dosažení studené hladiny. Nejčastěji je mezní hladinou vody nižší teplota TV než je např. 55 °C. Souběžně s tímto signálem je zapojen do provozu okruh:

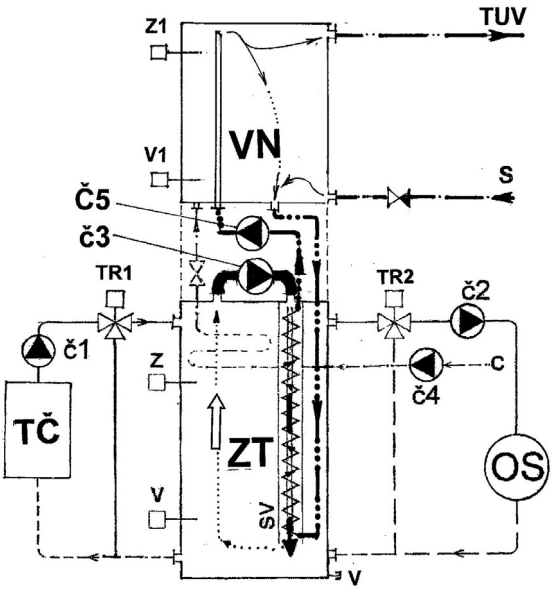
- primárního průtokového ohřevu spirálovým výměníkem s oběhovým čerpadlem Č3. Průtok otopné vody výměníkem ohřívače SV je plášťovým prostorem směrem dolů. Vystupující ochlazená voda z průtokového ohřívače zvyšuje hladinu chladné vody v zásobníku tepla. Po dosažení mezní chladné hladiny vody v úrovni teploměru Z je zásobník tepla opět doplňován otopnou vodou od TČ. Při dalším odběru tepla pro plnění vyrovnávací nádoby ohřátou TV dochází k nabíjení zásobníku tepla ZT teplou vodou z tepelného čerpadla TČ jinak, než se předpokládá na obr. 8.6. Při odběru tepla pro TV z vybitého zásobníku tepla ZT se dodává teplá voda od TČ přímo k ohřevu v průtokovém ohřívači, tedy k průtoku okruhem s oběhovým čerpadlem Č3, jak je naznačeno variantně šipkami na obr. 8.7,
- sekundárního okruhu s TV, kterou je zajištěno proudění mezi průtokovým ohřívačem SV a vyrovnávací nádobou VN. Okruh je řízen oběhovým čerpadlem Č5. Ohřátá TV ze spirálového výměníku je vyvedena pod víko vyrovnávací nádoby a postupně ji směrem dolů vyplňuje. Chladná voda od VN je přivedena u dna výměníku SV do spirály ohřívače tak, jak je uvedeno na obr. 8.7. Úplné naplnění vyrovnávací nádoby VN je dosaženo buď při klesající teplé hladině na úroveň teploměru V1 nebo při výstupu teplejší TV z VN do průtokového ohřívače, např. než je teplota vody 55 °C.



Obr. 8.7 – Schéma průtokového ohřevu TV ze zásobníku tepla ZT s vyrovnávací nádobou – nabíjení vyrovnávací nádoby
Legenda: TČ – tepelné čerpadlo; ZT – zásobník tepla; VN – vyrovnávací nádoba; OS – vytápěcí soustava; TR1 – směšovací ventil okruhu TČ; TR2 – směšovací ventil okruhu OS; Č1 – oběhové čerpadlo okruhu TČ; Č2 – oběhové čerpadlo vytápěcí soustavy OS; Č3 – oběhové čerpadlo otopné vody pro přípravu TV; Č4 – oběhové čerpadlo cirkulačního okruhu TV; Č5 – oběhové čerpadlo nabíjení vyrovnávací nádoby VN; TUV – teplá voda; C – teplá voda – cirkulace; S – studená voda – přívod do ohřívače TV; SV – spirálový průtokový ohřívač TV; Z – zapínací teploměr provozu TČ; V – vypínací teploměr provozu TČ; V1 – vypínací teploměr průtokového ohřívače; Z1 – zapínací teploměr průtokového ohřívače

e) Nabíjení vyrovnávací nádoby při současném odběru TV (obr. 8.8)

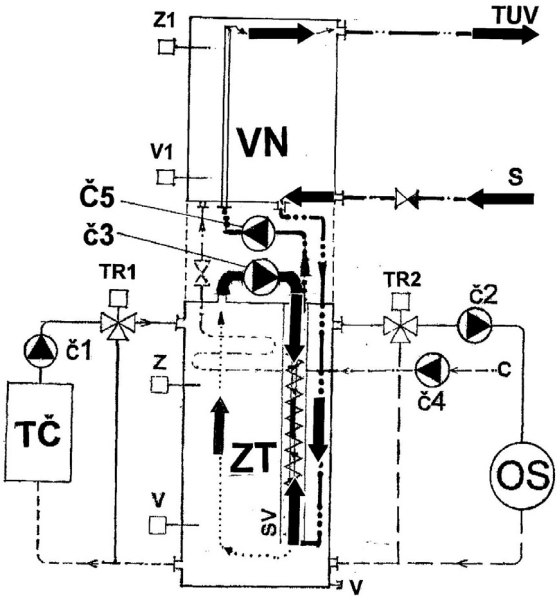
Vyrovnávací nádoba s TV slouží k vyrovnání nízkého proměnného odběru TV oproti odběru jmenovitému, při kterém dochází k ohřevu TV ve spirálovém výměníku. Během denního provozu nedochází pouze k alternativnímu stavu dobíjení (dohřevu TV) s odběrem TV, jak je uvedeno v předchozím odstavci a na obr. 8.7, ale většinou k současnému odběru TV z vyrovnávací nádoby se současným dobíjením ze spirálového výměníku. Na obr. 8.8 je průtok vyrovnávací nádobou naznačen schématicky šipkami průtoku přívodní a výstupní TV a studené vody. Ohřátá TV, vstupující horním hrdlem do vyrovnávací nádoby, je částečně odebíraná pro spotřebu TV v horním výstupním hrdle z vyrovnávací nádoby VN. Zbylé množství přiváděné ohřáté TV od ohřívače SV slouží pro vyrovnání, tedy plní od shora vyrovnávací nádobu VN.
Výstupem ve dnu vyrovnávací nádoby, který je přívodem do ohřívače SV, protéká pak studená voda s průtokem, odpovídajícím průtoku vyrovnávací nádobou VN, zvětšenému o přívod studené vody, odpovídající okamžitému odběru TV.
Při narůstání odběru TV se zvětšuje podíl přímo odebírané TV a snižuje se nabíjecí průtok vyrovnávací nádobou VN.



Obr. 8.8 – Schéma průtokového ohřevu TV ze zásobníku tepla ZT s vyrovnávací nádobou – současné nabíjení VN s odběrem TV
Legenda: TČ – tepelné čerpadlo; ZT – zásobník tepla; VN – vyrovnávací nádoba; OS – vytápěcí soustava; TR1 – směšovací ventil okruhu TČ; TR2 – směšovací ventil okruhu OS; Č1 – oběhové čerpadlo okruhu TČ; Č2 – oběhové čerpadlo vytápěcí soustavy OS; Č3 – oběhové čerpadlo otopné vody pro přípravu TV; Č4 – oběhové čerpadlo cirkulačního okruhu TV; Č5 – oběhové čerpadlo nabíjení vyrovnávací nádoby VN; TUV – teplá voda; C – teplá voda – cirkulace; S – studená voda – přívod do ohřívače TV; SV – spirálový průtokový ohřívač TV; Z – zapínací teploměr provozu TČ; V – vypínací teploměr provozu TČ; V1 – vypínací teploměr průtokového ohřívače; Z1 – zapínací teploměr průtokového ohřívače

f) Jmenovitý odběr TV při dobíjení vyrovnávací nádoby VN (obr. 8.9)

Po dosažení jmenovitého odběru TV, které odpovídá i průtoku ohřívané vody spirálovým výměníkem SV, řízenému oběhovým čerpadlem Č5, protéká množství tepla okruhem ohřívače SV shodně s požadavkem na množství tepla pro odběr TV. V důsledku toho i množství TV, které protéká ohřívačem SV, odpovídá průtoku přívodní studené vody do vyrovnávací nádoby VN. K průtoku výstupní odebírané teplé vody se musí zajistit i průtok TV spirálovým výměníkem. Je tedy velikost průtokového množství vody, protékající oběhovým čerpadlem Č5 rovna průtokovému množství odebírané TV z vyrovnávací nádoby. Na obr. 8.9 je šipkami naznačeno přímé napojení výstupního hrdla pro ohřev VN k odběru TV a opačně přívod studené vody u dna zásobníku je šipkou napojen na výstup pro ohřev ve spirálovém výměníku SV.

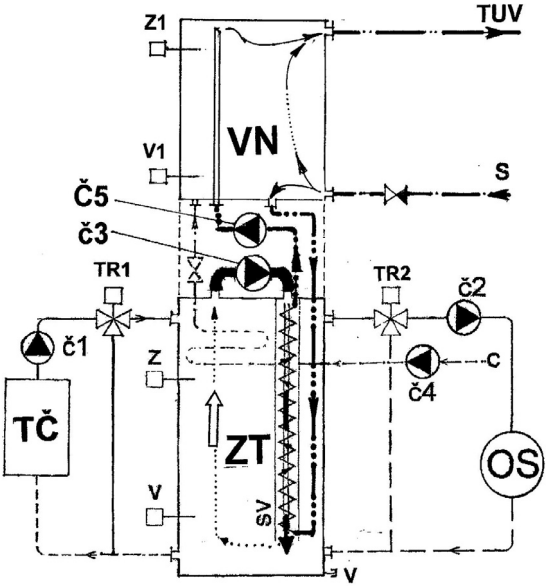


Obr. 8.9 – Schéma průtokového ohřevu TV ze zásobníku tepla ZT s vyrovnávací nádobou – současné nabíjení při jmenovitém odběru TV
Legenda: TČ – tepelné čerpadlo; ZT – zásobník tepla; VN – vyrovnávací nádoba; OS – vytápěcí soustava; TR1 – směšovací ventil okruhu TČ; TR2 – směšovací ventil okruhu OS; Č1 – oběhové čerpadlo okruhu TČ; Č2 – oběhové čerpadlo vytápěcí soustavy OS; Č3 – oběhové čerpadlo otopné vody pro přípravu TV; Č4 – oběhové čerpadlo cirkulačního okruhu TV; Č5 – oběhové čerpadlo nabíjení vyrovnávací nádoby VN; TUV – teplá voda; C – teplá voda – cirkulace; S – studená voda – přívod do ohřívače TV; SV – spirálový průtokový ohřívač TV; Z – zapínací teploměr provozu TČ; V – vypínací teploměr provozu TČ; V1 – vypínací teploměr průtokového ohřívače; Z1 – zapínací teploměr průtokového ohřívače

g) Nadměrný odběr TV z vyrovnávací nádoby VN (obr. 8.10)

Průtokový ohřívač SV je dimenzován na jmenovitý odběr TV. Za ten považujeme buď výpočtově nebo jinak rozborem zjištěnou hodnotu průtoku vody (např. v l/s), stanovenou v odběrové špičce. Jak bylo uvedeno v předchozím odstavci a na obr. 8.9, odpovídá tomu i průtok oběhovým čerpadlem Č5. Z tohoto průtokového množství se stanovuje i výkon spirálového výměníku SV. Většího výkonu ve spirálovém výměníku pro ohřev TV nelze dosáhnout. Při zvýšeném odběru TV než jsou jmenovité hodnoty, dochází k odběru TV nejen z celého průtoku od ohřívače SV z výstupního hrdla přívodu TV, ale i z vyrovnávací nádoby VN. Ohřívačem SV protéká maximální (jmenovité) množství pro ohřev TV, které je však nižší než odebírané množství TV. Protože přiváděné průtočné množství studené vody musí nutně odpovídat odebíranému množství TV, jde část studené vody do vyrovnávací nádoby a zvyšuje mezní chladnou hladinu v nádobě. Vyrovnávací nádoba je v tomto extrémním případě vybíjena postupným

zvyšováním mezní hladiny studené vody. Je-li časový interval nadměrného odběru TV krátký a ve vyrovnávací nádobě je dostatečná zásoba ohřáté TV, je extrém v odběru TV dostatečně vyrovnán objemem ohřáté vody. Na obr. 8.10 je schématicky naznačen šipkami vliv nadměrného průtoku na provoz vyrovnávací nádoby.

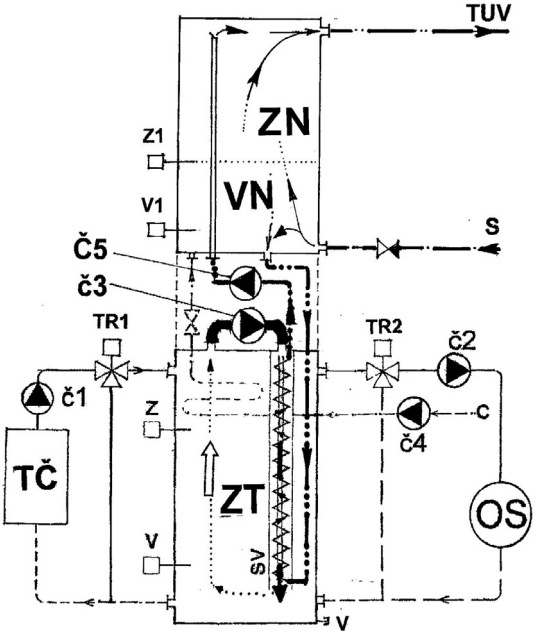


Obr. 8.10 – Schéma průtokového ohřevu TV ze zásobníku tepla ZT s vyrovnávací nádobou – nadměrný odběr TV
Legenda: TČ – tepelné čerpadlo; ZT – zásobník tepla; VN – vyrovnávací nádoba; OS – vytápěcí soustava; TR1 – směšovací ventil okruhu TČ; TR2 – směšovací ventil okruhu OS; Č1 – oběhové čerpadlo okruhu TČ; Č2 – oběhové čerpadlo vytápěcí soustavy OS; Č3 – oběhové čerpadlo otopné vody pro přípravu TV; Č4 – oběhové čerpadlo cirkulačního okruhu TV; Č5 – oběhové čerpadlo nabíjení vyrovnávací nádoby VN; TUV – teplá voda; C – teplá voda – cirkulace; S – studená voda – přívod do ohřívače TV; SV – spirálový průtokový ohřívač TV; Z – zapínací teploměr provozu TČ; V – vypínací teploměr provozu TČ; V1 – vypínací teploměr průtokového ohřívače; Z1 – zapínací teploměr průtokového ohřívače

h) Kombinace vyrovnávací nádoby VN a zásobní nádoby ZN (obr. 8.11)

Při průtokovém ohřevu, který vychází ze špičkového odběru TV, dochází k poměrně značně velkému výkonu, potřebnému pro volbu topného zdroje i pro stanovení výkonu průtokového ohřívače. Přitom ke špičkovému odběru TV může docházet třeba v časově velmi krátkém intervalu. Na takto velký výkon průtokového ohřívače by bylo nutné dimenzovat i výkon tepelného čerpadla. V případě, že by výkon tepelného čerpadla vycházel pro jmenovitou tepelnou ztrátu na vytápění významně nižší než je výkon pro průtokový ohřívač, je třeba hledat některá řešení, jak snížit jmenovitý výkon pro průto-

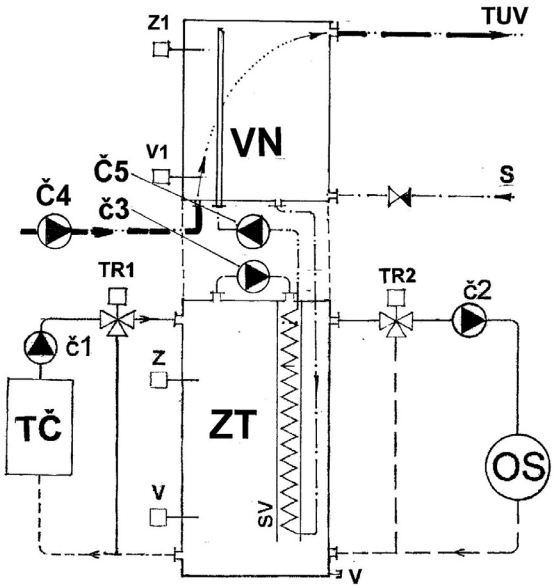
kový ohřev. Jedním z řešení pro snížení výkonu průtokového ohřevu TV je zvětšení objemu vyrovnávací nádoby. Na obr. 8.10 je takové zvětšení vyrovnávací nádoby schématicky naznačeno.
Objem vyrovnávací nádoby je zvětšen o zásobní objem vody, situovaný v horní části vyrovnávací nádoby. Tuto část, která je spojena s vyrovnávací nádobou v jedné nádobě, nazveme zásobní nádobou ZN. Vyrovnávací část nádoby VN tvoří tedy spodní část nádoby a je vymezena hladinami mezi zapínacím teploměrem Z1 a vypínacím teploměrem V1. U tohoto objemu VN dochází k běžnému vyrovnávání proměnného odběru TV v mezích výkonu, odpovídajícího příslušně sníženému odběru TV pod úrovní krátkodobé špičky v odběru TV. Takto snížený výkon pod úrovní krátkodobé špičky slouží jako jmenovitý výkon pro návrh průtokového ohřívače a i zdroje tepla, např. TČ.
Při vyšším odběru TV, než jaký je dodáván průtokovým ohřívačem, dochází pak, jak plyne z předchozího odstavce, ke zvyšování mezní hladiny vody v nádrži, tj. k plnění vyrovnávací nádoby ode dna, z částečného množství přiváděné studené vody. V zásobním objemu nádoby ZN musí být tedy taková zásoba ohřáté TV, která pokryje nadstandardní, krátkodobě zvýšený, průtok TV nad hodnotu jmenovitého průtoku TV průtokovým ohřívačem SV.
Zásobní nádrž ZN nad nádrží vyrovnávací VN kryje pouze vyšší odběr TV než pro jaký je průtokový ohřívač dimenzován. Na tuto zásobu tepla je zásobní část nádrže ZN dimenzovaná.
Uvedený systém vyrovnávací nádoby se zásobní nádobou je jedním z možných způsobů, jak snížit nadměrný výkon, požadovaný pro průtokový ohřev.
Systém průtokového ohřevu ze zásobníku tepla dovoluje, při vysokém výkonu průtokového ohřívače, zapojit standardní zdroj k tepelnému čerpadlu TČ pro pokrytí zvýšeného výkonu průtokového ohřívače.



Obr. 8.11 – Schéma průtokového ohřevu TV ze zásobníku tepla ZT s vyrovnávací a zásobní nádobou – nadměrný odběr TV
Legenda: TČ – tepelné čerpadlo; ZT – zásobník tepla; VN – vyrovnávací nádoba; ZN – zásobní nádoba; OS – vytápěcí soustava; TR1 – směšovací ventil okruhu TČ; TR2 – směšovací ventil okruhu OS; Č1 – oběhové čerpadlo okruhu TČ; Č2 – oběhové čerpadlo vytápěcí soustavy OS; Č3 – oběhové čerpadlo otopné vody pro přípravu TV; Č4 – oběhové čerpadlo cirkulačního okruhu TV; Č5 – oběhové čerpadlo nabíjení vyrovnávací nádoby VN; TUV – teplá voda; C – teplá voda – cirkulace; S – studená voda – přívod do ohřívače TV; SV – spirálový průtokový ohřívač TV; Z – zapínací teploměr provozu TČ; V – vypínací teploměr provozu TČ; V1 – vypínací teploměr průtokového ohřívače; Z1 – zapínací teploměr průtokového ohřívače

i) Napojení cirkulačního okruhu TV (obr. 8.7 a 8.12)

Ohřev cirkulační TV je u všech systémů se zásobníkem tepla ZT řešen pomocí spirálového výměníku, umístěného v horní části zásobníku tepla ZT. Cirkulační TV se zde ohřívá přirozenou konvekcí otopné vody. Při použití standardního zásobníku tepla ZT podle „Užitného vzoru č. 11 826“ je takové řešení možné s tím, že vyrovnávací nádoba VN se na tento ohřev napojí, jak je uvedeno např. na obr. 8.7. Cirkulační TV je napojena na vyrovnávací nádobu, u které je nulový dynamický tlak od oběhového čerpadla Č4.
Vyrovnávací nádoba, v níž je ohřátá TV s cyklujícími hladinami, poskytuje dostatečný průtok ohřáté vody pro cirkulující TV bez nutnosti zvláštního dalšího ohřívání. U řešení průtokového ohřevu s vyrovnávací nádobou je proto výhodné napojit cirkulační přívod TV s oběhovým čerpadlem Č4 přímo do vyrovnávací nádoby VN, jak je schématicky naznačeno na obr. 8.12.



Obr. 8.12 – Schéma průtokového ohřevu TV ze zásobníku tepla ZT s vyrovnávací nádobou – alternativní napojení cirkulační TV na VN
Legenda: TČ – tepelné čerpadlo; ZT – zásobník tepla; VN – vyrovnávací nádoba; OS – vytápěcí soustava; TR1 – směšovací ventil okruhu TČ; TR2 – směšovací ventil okruhu OS; Č1 – oběhové čerpadlo okruhu TČ; Č2 – oběhové čerpadlo vytápěcí soustavy OS; Č3 – oběhové čerpadlo otopné vody pro přípravu TV; Č4 – oběhové čerpadlo cirkulačního okruhu TV; Č5 – oběhové čerpadlo nabíjení vyrovnávací nádoby VN; TUV – teplá voda; C – teplá voda – cirkulace; S – studená voda – přívod do ohřívače TV; SV – spirálový průtokový ohřívač TV; Z – zapínací teploměr provozu TČ; V – vypínací teploměr provozu TČ; V1 – vypínací teploměr průtokového ohřívače; Z1 – zapínací teploměr průtokového ohřívače