



**KOMPLET**  
a.s.



EN ISO 9001:2000 / EN ISO 14001  
Certifikáty č. 04100 10256/E01, 04 104 2003 9000/E01

Projektové zásady č. 1 (verze 2.0)

Semechnice 132, 518 01 Dobruška  
Tel./fax +420 494 664 203  
Tel. +420 494 664 201  
E-mail: [pzp@pzp.cz](mailto:pzp@pzp.cz)  
<http://www.pzp.cz>

## Základní zapojení vytápěcích systémů s tepelným čerpadlem

### 1. Rekapitulace

Od jiných tepelných zdrojů, např. elektrokotle, kotle na plynná, tekutá nebo pevná paliva se tepelné čerpadlo (TČ) liší ve třech základních skutečnostech.

- TČ potřebuje pro svůj provoz dva energetické zdroje, a to jednak vhodné nízkopotenciální teplo, jednak energii hnací, zpravidla elektrickou. Proto jsou také TČ diskutována především tehdy, kdy se hovoří o vytápění elektrickou energií.
- Parametry TČ, tj. topný výkon a topný faktor jsou výrazně závislé na vnějších podmínkách, tj. jednak na teplotě nízkopotenciálního tepla, jednak na teplotě topného média, a to tak, že parametry se zvyhodňují se vzrůstem teploty nízkopotenciálního tepla a s poklesem teploty topného média. Naopak se dá říci, že parametry se zhoršují, pokud se obě tyto teploty „rozevírají“.
- Teplotní úroveň topného média je shora ohraničena. Maximální teplota topného média bývá v rozmezí 50 až 55 °C. Ohraničení určují především pevnostní hlediska (teplotě média odpovídá tlak chladiva v okruhu, a ten nesmí přestoupit hodnotu, na kterou je okruh dimenzován), ale i hlediska energetická (pokles topného faktoru).

Vytápěcí systém s tepelným čerpadlem se většinou nenavrhuje tak, aby tepelné čerpadlo krylo celý potřebný topný výkon při nejnižší (výpočtové) teplotě venkovního vzduchu (tzv. monovalentní provedení), protože by bylo zbytečně velké a investičně nákladné. Optimální je řešení tzv. bivalentního vytápěcího systému, kdy se TČ navrhuje tak, aby samo krylo topný výkon jen do určité venkovní teploty, např. do 0 °C (tzv. teploty bivalence) a při nižších teplotách mu "pomáhá" další zdroj tepla, např. elektrokotel. Protože období s nízkými teplotami, kdy je zapotřebí větší topný výkon než dává tepelné čerpadlo je relativně krátké, podílí se druhý zdroj na celkové spotřebě energie jen asi 10 až 20 %. Takto řešeným systémem se dosáhne optimálního poměru mezi pořizovacími a provozními náklady a může se ušetřit asi 50 až 65 % placené elektrické energie na vytápění.

Při bivalentním řešení je tepelné čerpadlo dimenzováno zpravidla na 50 až 75 % potřebného (výpočtového) topného výkonu.

V těchto souvislostech je třeba upozornit na to, že ekonomický provoz tepelného čerpadla je podmíněn specifickou sazbou pro tepelná čerpadla (C 55, D 55). Ta pak limituje provozní dobu čerpadla a vytápěcího systému na max. 22 hodin denně (při „nízkém tarifu“). Po dobu 2 hodin denně je provoz blokován signálem Hromadného Dálkového Ovládání - HDO (při „vysokém tarifu“).

### 2. Výchozí požadavky na návrh vytápěcího systému

Teplota topného média ve vytápěcích systémech s tepelným čerpadlem (TČ) je ohraničena z důvodů technických i ekonomických.

Aby se eliminovala nevýhoda nižší teploty topného média pro návrh otopné soustavy (OS), pracuje se s menším pracovním rozdílem teplot topného média, což zajistí vyšší střední teplotu média pro

otopnou soustavu. Pro přenesení určitého topného výkonu se při menším pracovním rozdílu teplot musí použít větší průtok média. Oproti klasickým vytápěcím systémům bývá průtok zpravidla více než dvojnásobný. K tomu se musí přihlídnout při návrhu cirkulačních čerpadel, rozvodů i otopné soustavy. Opomenutí této skutečnosti způsobuje potíže.

Průtok topného média ve vytápěcím systému se většinou volí tak, aby při jmenovitých pracovních podmínkách bylo ohřátí média v TČ 5 K. Jen v systémech s nízkou pracovní teplotou topného média (do 40 °C) se může připustit ohřátí větší (6 až 7 K). Z energetických a funkčních důvodů (snižování průtoku způsobuje zvyšování výstupní teploty, při vyšších teplotách by mohlo dojít k překročení mezní teploty) musí být průtok média tepelným čerpadlem konstantní.

Za jmenovité se zpravidla volí pracovní podmínky a parametry TČ při teplotě okolí 0 °C a odpovídající teplotě topného média, u TČ „země-voda“ a „voda-voda“ navíc při střední teplotě nízkopotenciálního tepla (NPT) v otopném období a voleném průtoku nositele NPT na primární straně TČ.

### 3. Vytápěcí systém s termohydraulickým rozdělovačem

Vytápěcí systém s TČ musí na jedné straně zajistit stálý průtok tepelným čerpadlem, na druhé straně naopak proměnný průtok otopnou soustavou (z důvodů regulace výkonu OS nebo jejích částí, nebo při nezávisle pracujících zónách). Proto se musí navrhnout takové hydraulické zapojení systému, které by vyhovovalo oběma podmínkám.

Základní zapojení hydraulického okruhu vytápěcího systému, splňující tyto podmínky, je schematicky znázorněno na obr. 1. Okruh je rozdělen na dvě samostatné větve, v jedné větvi je tepelné čerpadlo, ve druhé větvi je otopná soustava. Do každé větve je vřazeno cirkulační čerpadlo, zajišťující průtok ve větvi. Obě větve jsou propojeny tzv. termohydraulickým rozdělovačem (THR), který může být připojen různými způsoby. Při shodném průtoku v obou větvích je průtok rozdělovačem nulový. Při rozdílném průtoku se disproporce v průtoku vyrovnávají průtokem rozdělovačem.

Poznámka:

Zapojení s termohydraulickým rozdělovačem se používá i v jiných případech. Např. tehdy, když zdrojem tepla ve vytápěcím systému je plynový kotel a otopnou soustavu tvoří podlahové vytápění. V tomto případě je zpravidla pro zdroj důležitá minimální mezní teplota (zamezující kondenzaci vlhkosti ze spalin), která bývá vyšší než pracovní teplota v otopné soustavě, udržovaná vhodným směšovací ventilem. Rozdělovač v takovém systému trvale zajišťuje nejen hydraulické, ale i teplotní rozdělení (oddělení) obou větví. V takovém případě je normální stav charakterizován různými průtoky v protilehlých hrdlech rozdělovače a především různými teplotami alespoň v jedné dvojici protilehlých hrdel. Rozdělovač je trvale ve funkci.

Naproti tomu úlohou rozdělovače v systému s tepelným čerpadlem je pouze vyrovnání disproporcí v průtoku obou větví při nestandardních situacích. V tomto případě je normální stav charakterizován shodným průtokem v protilehlých hrdlech rozdělovače, a proto i shodnými teplotami v obou dvojicích protilehlých hrdel. Rozdělovač je ve funkci pouze při nestandardních situacích.

Z odlišnosti funkcí rozdělovače v obou uvedených případech vyplývají i odlišné nároky na konstrukční řešení rozdělovače pro jednotlivé případy.

Na obr. 1 jsou uvedena různá zapojení THR (a AN). Podrobnosti k jednotlivým způsobům zapojení jsou uvedeny v odstavci 9. „Specifika zapojení vytápěcích systémů s TČ“.

Na obr. 2 je znázorněno nejjednodušší „dvoutrubkové“ zapojení THR. Toto podrobnější schéma představuje základní řešení vytápěcího systému s TČ. Obsahuje i možná přiřazení druhého zdroje – elektrokotle. Vedle všech základních prvků systému obsahuje i členy sledující parametry, podle kterých je systém řízen, a posloupnost aktivace jejich vstupů a výstupů a následně aktivace řízených prvků.

### 4. Vytápěcí systém s akumulací nádrží

U sledovaných tepelných čerpadel se nedá technicky jednoduše a především energeticky výhodně regulovat jejich výkon. Přebytek výkonu TČ oproti požadovanému topnému výkonu, zejména na začátku a konci otopné sezóny a obecně nad teplotou bivalence se řeší přerušovaným provozem TČ. Požadavek na zapnutí a vypnutí TČ je odvozen od teploty topného média na vstupu do TČ,

přítom žádaná hodnota této teploty se mění (nebo se může měnit) ekvitermně v závislosti na venkovní teplotě.

Četnost spouštění při přerušovaném provozu má své meze. Časté spouštění snižuje životnost jak kompresoru (dynamické rázy), tak hnacího elektromotoru (proudové nárazy přehřívají vinutí). Výrobci kompresorů většinou doporučují, aby četnost spouštění byla max. 3 až 4 za hodinu.

Aby byla zachována požadovaná četnost spouštění, **ve vytápěcím systému musí být zajištěna akumulace tepla, tj. určitá minimální náplň topného média.** Pro minimální náplň platí:

$$V_{\text{aku}} = \text{cca } 15 \times Q_{\text{zdr}} \quad [l]$$

Kde  $V_{\text{aku}}$  je minimální náplň topného média [l]  
 $Q_{\text{zdr}}$  - výkon tepelného čerpadla [kW]  
 cca 15 - výpočtová (a rozměrová) konstanta [l kW<sup>-1</sup>]

Vztah platí za předpokladu, že na akumulaci se podílí jen tepelná kapacita topného média - vody. Tak tomu je zejména u otopné soustavy s radiátory. U podlahového a stěnového vytápění, kde tepelná kapacita otopné soustavy má významný vliv na akumulaci, může být náplň systému menší.

**Minimální náplň topného média v systému musí být vždy zajištěna u TČ „vzduch-voda“ s odtáváním výparníku reverzací.** Při odtávání se odebírá teplo ze systému a malá náplň topného média by způsobila nežádoucí velké ochlazení média.

Pokud není minimální náplň zajištěna bezprostředně obsahem systému (tj. obsahem potrubních rozvodů, otopné soustavy a TČ), musí se systém doplnit o další objem – akumulační nádrž (AN).

Nehledě na velikost náplně v systému, **akumulační nádrž se musí použít vždy, pokud se provádí regulace výkonu otopné soustavy změnou průtoku** ať už plynulou (termostatické ventily), nebo skokovou (při dělení vytápěného objektu na zóny se samostatnými cirkulačními čerpadly).

Akumulační nádrž se pak zapojuje místo THR podle obr. 2 a přebírá i jeho funkci.

Jako příklad systému, ve kterém musí být použita AN je na obr. 3 uvedeno řešení s otopnou soustavou rozdělenou do tří nezávislých vertikálních zón a na obr. 4 do dvou horizontálních zón. Popis použité AN je uveden dále.

## 5. Zapojení systémů s dvojitou teplotní úrovní topného média

Základní zapojení vytápěcího systému s jediným TČ při požadavku na dvě teplotní úrovně produkovaného tepla je znázorněno na obr. 5. Vyšší teplotní úroveň je zajišťována přímo TČ, nižší je zajišťována směšováním. Tak je tomu v tom případě, když jedna zóna je tvořena např. radiátorovou otopnou soustavou a druhá zóna je tvořena podlahovým nebo stěnovým vytápěním. I v tomto případě je nezbytné osadit do systému AN. Energetická náročnost takového systému je jednoznačně dána jen vyšší teplotní úrovní, tj. úrovní, na které je teplo TČ produkováno.

Pro zvýhodnění energetické náročnosti „dvouteplotních“ vytápěcích systémů se mohou použít výhodnější řešení, která v této stručné informaci nejsou uvedena.

## 6. Připojení přiřazeného bivalentního zdroje

Přiřazený bivalentní zdroj, a zde je uvažován jednoznačně elektrokotel (EK), může být do vytápěcího systému zařazen několika způsoby:

- ◆ V cirkulačním okruhu tepelného čerpadla, tj. vlevo od THR (obr. 2).  
Řešení se používá u kompaktních TČ, kde EK je součástí TČ.
- ◆ V cirkulačním okruhu OS, tj. vpravo od THR (obr. 2).  
Řešení se používá v těch případech, kdy EK není součástí TČ. Výhodou je, že při případné poruše TČ může být odstaven i cirkulační okruh TČ.
- ◆ Jako součást akumulační nádrže (obr. 3 a 4).  
V tom případě musí být AN zapojena „třítrubkově“ nebo „čtyřtrubkově“ s vývodem pro OS v nejvyšším místě AN.

Podrobnosti zapojení jsou uvedeny v odstavci 9. „Specifika zapojení vytápěcích systémů s TČ“.

## 7. Pracovní rozdíl teplot topného média

Pracovní rozdíl teplot topného média na bivalentním zdroji je důležitý pro návrh otopné soustavy.

Změny pracovního rozdílu teplot na bivalentním zdroji (TČ + EK) v průběhu otopné sezóny, tj. v závislosti na vnější teplotě okolí jsou pro TČ „vzduch-voda“ naznačeny na obr. 6.

Změny pracovního rozdílu teplot jsou ovlivněny následujícími skutečnostmi:

- ◆ Při konstantním průtoku topného média zdrojem (především TČ) se rozdíl teplot mění se změnou výkonu TČ, tj. v závislosti na vnější teplotě (teplotě okolí).
- ◆ Při poklesu teploty okolí pod teplotu bivalence se podle potřeby připíná, případně stupňovitě bivalentní zdroj. Se skokovým (stupňovitým) zvýšením výkonu zdroje souvisí i skokové (stupňovité) zvýšení pracovního rozdílu teplot.

Při stupňovitěm připínání EK se může pracovat se dvěma teplotami bivalence (BB a BB2).

- ◆ Celkový pracovní rozdíl teplot na zdroji při vnější výpočtové teplotě závisí na poměrné velikosti TČ, tj. na poměru výkonů hrazených TČ a EK při výpočtové teplotě.

Provoz elektrokotle pod teplotou bivalence (BB) se řídí (stejně jako provoz TČ) podle vratné teploty topného média z otopné soustavy.

Řízení pracující na principu víceúrovňového termostatu je naznačeno na obr. 7. Z obrázku je zřejmé, že největší pracovní rozdíl teplot není dosažen při nejvyšší vratné teplotě topného média.

Ke všem těmto skutečnostem se musí přihlížet při návrhu otopné soustavy.

## 8. Předehřev TUV ve vytápěcích systémech s TČ

Předehřev TUV ve vytápěcích systémech s TČ se může zajistit dvěma základními způsoby. V každém způsobu jsou možná alternativní zapojení. Uvedena jsou nejdůležitější.

Přestože při vhodném způsobu předehřevu se může dosáhnout teplota TUV v rozmezí 45 až 50 °C, hovoříme o předehřevu. Tato teplota totiž nezajišťuje likvidaci bakterií Legionela. Tuto likvidaci je třeba zajišťovat dohřevem (případně periodickým) na teplotu min. 55 až 60 °C.

### 8.1 Předehřev TUV za provozu vytápění

Předehřev je vhodný:

- ve vytápěcích systémech s velkoplošnými radiátory, respektive v systémech pracujících s „vysokou“ teplotou topného média (na mezích možnosti TČ);
- v objektech s velkým podílem tepla potřebného pro vytápění, respektive s malým podílem tepla potřebného pro přípravu TUV.

K předehřevu TUV dochází vždy, když systém zajišťuje vytápění objektu. Za této situace se část tepla produkovaného tepelným čerpadlem využívá pro předehřev TUV. Provoz vytápěcího systému je řízen jen z pohledu vytápění, řídicí systém nemusí být zvlášť upraven pro zajištění předehřevu TUV.

V bojleru (plovoucím nebo dvouplášťovém) se TUV předehřívá na teplotu blízkou teplotě topného média používaného pro vytápění. Dohřev TUV na žádanou teplotu se pak zajišťuje v dalším elektrickém bojleru, zařazeném v sérii za bojlerem zajišťujícím předehřev.

Výhodou tohoto způsobu je, že dohřev se může zajišťovat zcela nezávisle na předehřevu.

Nevýhody:

- Při ekvitermní regulaci se snižuje efekt předehřevu TUV.
- Formální nevýhodou představuje i to, že předehřev je ve funkci i pod teplotou bivalence. Tato nevýhoda není ale nevýhodou energetickou. Teplo dodané TČ pro TUV se sice ve vytápěcím systému dotuje elektrokotlem, o to méně ale odebere elektrické topné těleso v bojleru.

### 8.1.1 Předehřev v plovoucím bojleru - akumulční nádrži (obr. 3 a 4)

Tento způsob je vhodný:

- když vytápěcí systém musí být osazen akumulční nádrží (AN).

V tom případě může akumulční nádrž zajišťovat i předehřev TUV pomocí tzv. plovoucího bojleru, vestavěného do nádrže. Vedle toho může AN zastávat i funkci elektrokotle (jako bivalentního zdroje) pomocí vestavěných topných těles.

### 8.1.2 Předehřev v dvouplášťovém bojleru (obr. 8).

Tento způsob je vhodný:

- když vytápěcí systém nepotřebuje příliš velkou akumulční nádrž, nebo když akumulční nádrž s plovoucím bojlerem je příliš velká pro umístění ve strojovně;
- když potřeba TUV je tak velká, že je účelné přípravu rozdělit do dvou bojlerů, v jednom se pak zajišťuje jen předehřev a ve druhém jen dohřev.

*V projektu je třeba zohlednit tlakovou ztrátu bojleru na straně topného média.*

## 8.2 Předehřev TUV v prodlevě vytápění

Předehřev je vhodný:

- při použití podlahového vytápění, tj. ve vytápěcích systémech pracujících s „nízkou“ teplotou topného média;
- při použití radiátorového vytápění s ekvitermní regulací teploty topného média;
- v objektech s významným podílem tepla potřebného pro přípravu TUV.

Předehřev TUV je zcela oddělen od vytápěcího systému. **Teplota, na kterou se TUV předehřívá, není závislá na teplotě topného média použité při vytápění.** Obě teploty se nastavují nezávisle na sobě. K předehřevu TUV dochází jen tehdy, když se nepožaduje vytápění objektu.

Bojler pro předehřev TUV musí být opatřen i elektrickým topným tělesem, které zajistí dohřev TUV na požadovanou teplotu. Aby se předehřev TUV pomocí TČ skutečně využil, nemůže být dohřev zajišťován zcela nezávisle na předehřevu, ale musí být vhodným způsobem (např. časově) vázán.

Při teplotách pod teplotou bivalence, kdy není k dispozici „přebytečný“ výkon se TČ na předehřevu nepodílí. Celou přípravu TUV zajišťuje elektrické topné těleso.

Je samozřejmé, že předehřev TČ a elektrický dohřev se může rozdělit do dvou bojlerů, stejně jako u předehřevu za provozu. Rozhodnutí o tom kterém způsobu ovlivňují dispoziční možnosti a investiční náklady.

Vytápěcí systém pracuje ve dvou režimech. V každém režimu se změní zapojení systému a provoz systému a TČ je řízeno podle jiných kritérií. Přepřezování režimů a řízení TČ podle různých teplot zajišťuje řídicí systém, který musí být pro to vhodným způsobem upraven.

### 8.2.1 Předehřev v dvouplášťovém bojleru - zapojení s třífcestným ventilem (obr. 9a, 9b)

Bojler je zařazen do vytápěcího systému do zdrojové části, tj. mezi TČ a THR nebo AN.

Popis provozních režimů:

- ◆ Režim vytápění (obr. 9a)  
TČ je propojeno s termohydraulickým rozdělovačem (THR) nebo akumulční nádrží (AN). Cirkulaci topného média mezi TČ a THR (AN) zajišťuje cirkulační čerpadlo Č2. Cirkulaci topného média mezi THR (AN) a otopnou soustavou (OS) zajišťuje čerpadlo Č1. Provoz je řízen (ekvitermně) podle vratné teploty topného média z OS.
- ◆ Režim předehřevu TUV (obr. 9b)  
TČ je propojeno s bojlerem pro přípravu TUV. Cirkulaci topného média mezi TČ a bojlerem zajišťuje cirkulační čerpadlo Č2 po přepojení cesty třífcestným ventilem. Cirkulační čerpadlo Č1 je odstaveno. Provoz je řízen podle teploty TUV v bojleru.

Změna režimů se zajišťuje změnou polohy třífcestného ventilu. *Pokud není vytápěcí systém vybaven AN, ale jen THR, musí se při přepřezování z režimu vytápění do režimu předehřevu cirku-*

*lační čerpadla Č1 vypínat s časovým zpožděním (s doběhem), odpovídajícím přeřazení cest třícestným ventilem.*

V projektu je třeba zajistit soulad topného výkonu bojleru (při pracovních teplotách TČ) a TČ, aby se předešlo zajišťoval při kontinuálním provozu TČ.

#### 8.2.2 Předešřev v bojleru s topnou vložkou – zapojení s cirkulačním čerpadlem (obr. 10a, 10b)

Vzhledem k tomu, že topná vložka má podstatně větší tlakovou ztrátu než topný prostor dvouplášřového bojleru, není vhodné zapojit ji ani způsobem 8.1.2, ani 8.2.1. Vhodné je zapojení se samostatným cirkulačním čerpadlem Č3. Je ale samozřejmé, že toto zapojení se může použít i s dvouplášřovým bojlerem.

Bojler je zařazen do vytápěcího systému do odběrové části, tj. mezi THR nebo AN a OS.

Popis provozních režimů:

- ◆ Režim vytápění (obr. 10a)  
TČ je propojeno s termohydraulickým rozdělovačem (THR) nebo akumulací nádrží (AN). Cirkulaci topného média mezi TČ a THR (AN) zajišťuje cirkulační čerpadlo Č2. Cirkulaci topného média mezi THR (AN) a otopnou soustavou (OS) zajišťuje čerpadlo Č1. Provoz je řízen (ekvitermně) podle vratné teploty topného média z OS.
- ◆ Režim předešřevu TUV (obr. 10b)  
Zapojení mezi TČ a THR nebo AN se nemění. Cirkulační čerpadlo Č1 je odstaveno. V provozu je cirkulační čerpadlo Č3, které zajišťuje cirkulaci topného média mezi THR nebo AN a topnou vložkou bojleru. Provoz je řízen podle teploty TUV v bojleru.

Změna režimů se zajišťuje záměnou funkce čerpadel Č1 a Č3.

Aby se větve s čerpadly Č1 a Č3 vzájemně neovlivňovaly (aby nedošlo k průtoku v odstavené větvi), musí se obě čerpadla osadit zpětnými klapkami.

V projektu je třeba zajistit soulad topného výkonu bojleru (při pracovních teplotách TČ) a TČ, aby se předešlo zajišťoval při kontinuálním provozu TČ.

#### 8.2.3 Předešřev ve výměníku tepla (obr. 11a, 11b)

Zapojení je vhodné tehdy, když se u TČ velkých výkonů nemůže zajistit soulad výkonu TČ a topného výkonu bojleru.

Výměník tepla je zařazen do vytápěcího systému do odběrové části, tj. mezi THR nebo AN a OS.

Popis provozních režimů:

- ◆ Režim vytápění (obr. 11a)  
TČ je propojeno s termohydraulickým rozdělovačem (THR) nebo akumulací nádrží (AN). Cirkulaci topného média mezi TČ a THR (AN) zajišťuje cirkulační čerpadlo Č2. Cirkulaci topného média mezi THR (AN) a otopnou soustavou (OS) zajišťuje čerpadlo Č1. Provoz je řízen (ekvitermně) podle vratné teploty topného média z OS.
- ◆ Režim předešřevu TUV (obr. 11b)  
Zapojení mezi TČ a THR nebo AN se nemění. Cirkulační čerpadlo Č1 je odstaveno. V provozu je cirkulační čerpadlo Č3, které zajišťuje cirkulaci topného média mezi THR nebo AN a výměníkem tepla. Dále musí být v provozu cirkulační čerpadlo Č4, které zajišťuje cirkulaci TUV mezi bojlerem a výměníkem tepla. Provoz je řízen podle teploty TUV v bojleru.

Změna režimů se zajišťuje záměnou funkce čerpadel Č1 a Č3 + Č4.

Aby se větve s čerpadly Č1 a Č3 vzájemně neovlivňovaly (aby nedošlo k průtoku v odstavené větvi), musí se obě čerpadla osadit zpětnými klapkami.

V projektu je třeba zajistit soulad topného výkonu výměníku tepla (při pracovních teplotách TČ) a TČ, aby se předešlo zajišťoval při kontinuálním provozu TČ.

### 8.3 Společné požadavky

Základní podmínkou pro zajištění efektu předeřevu TUV pomocí TČ je kvalitní tepelná izolace bojleru, ve kterém se předeřev provádí.

Při výběru kteréhokoliv z předložených zapojení je třeba vzít v úvahu i možnost vzniku inkrustací na teplosměnných plochách, podle kvality ohřívané TUV.

## 9. Specifika zapojení vytápěcích systémů s TČ

Důležitou úlohu v popisech specifik má obr. 1, ve kterém jsou znázorněny možné způsoby připojení AN nebo THR k vytápěcímu systému a místa měření důležitých teplot ve vytápěcímu systému.

- Pokud je instalován předeřev TUV, je možné provést zapojení vytápěcího systému s předeřevem TUV tak, aby se **předeřev** mohl využívat i **mimo otopné období**. Samozřejmě by to mělo být u TČ „vzduch-voda“.
- **Zapojení** vytápěcího systému se musí **přizpůsobit i tomu, jaký se použije elektrokotel**, tj. zda se použije samostatný elektrokotel nebo elektrokotel, který je součástí akumulární nádrže.
- Podle zvoleného zapojení vytápěcího systému a způsobu ovládání TČ je třeba **správně zvolit umístění teploměrné jímky pro osazení řídicí teplotní sondy**, sledující teplotu vrtného topného média z otopné soustavy.

Aby se umožnilo dobré seřízení vytápěcího systému s TČ, je **nezbytné osadit všechna čtyři hrdla po obou stranách THR nebo AN** (tj. na straně TČ i OS) **teploměrnými jímkami**.

- V zapojení předeřevu TUV v prodlevě vytápění podle 8.2.1 a obr. 9a, 9b je důležitým prvkem systému třífcestný ventil. Jeho výběru a začlenění do systému je třeba věnovat pozornost.
- Důležitou úlohu při řízení vytápěcího systému s TČ zastává i prostorový termostat v referenční místnosti nebo místnostech. Termostat musí vykazovat potřebné vlastnosti.
- Při použití AN s plovoucím bojlerem a dvouplášťových boilerů: **Pozor při uvádění do provozu !**

### 9.1 Celoroční předeřev TUV

#### 9.1.1 V zapojeních s předeřevem za provozu vytápění podle odstavce 8.1

Pokud by se použila příprava TUV mimo otopnou sezónu v zapojeních podle obr. 3, 4 a 8, došlo by vlivem dynamických účinků proudícího topného média v „T kusech“ pod nebo nad AN nebo THR k tomu, že část topného média by cirkulovala i přes OS. Potlačení je možné jen uzavřením příslušné větve, tj. změnou konfigurace systému. To je možné ručně nebo dálkově (samočinně) - uzavíracím dvoupolohovým akčním členem (obr. 8). Manipulace „navíc“ je ale zbytečná. Dá se odstranit tak, že třítrubkové připojení (obr. 1b) podle obr. 3 a 4 nebo dvoutrubkové připojení (obr. 1c) podle obr. 8 se nahradí čtyřtrubkovým (obr. 1a).

#### 9.1.2 V zapojeních s předeřevem v prodlevě vytápění podle odstavce 8.2

Zapojení podle obr. 9a, 9b neovlivňuje nežádoucím způsobem OS. Důležité ale je, aby vratné potrubí topného média z bojleru bylo zapojeno mezi AN (THR) a TČ.

Zapojení podle obr. 10a, 10b, 11a, 11b při správném dimenzování a seřízení čerpadel Č1 a Č2 neovlivňuje nežádoucím způsobem OS. Použity musí ale být zpětné ventily v obou větvích (TUV i OS).

V těchto zapojeních nezáleží na způsobu připojení AN nebo THR (dvoutrubkové, třítrubkové, čtyřtrubkové).

### 9.2 Elektrokotel v akumulární nádrži

Pokud se použije elektrokotel jako součást akumulární nádrže, musí se AN s EK připojit minimálně třítrubkově (obr. 1b). To platí pro všechna zapojení.

Samozřejmě platí, že při celoročním předeřevu „za provozu vytápění“ se použije připojení čtyřtrubkové (obr. 1a).

Jako výstup z AN pro OS se musí použít hrdlo v nejvyšším místě AN. V tomto zapojení přirozené teplotní rozvrstvení v AN souhlasí s nuceným průtokem topného média.

### 9.3 Umístění teploměrných jímek u THR nebo AN

9.3.1 Aby se umožnilo správné seřízení vytápěcího systému s TČ, je **nezbytné osadit všechna čtyři hrdla po obou stranách THR nebo AN** (tj. na straně TČ i OS) **teploměrnými jímkami**, a to bez ohledu na to, zda se použije dvou, tří nebo čtyřtrubkové připojení THR nebo AN. Pátou, zcela **samostatnou jímkou je třeba osadit pro řídicí teplotní sondu** (obr. 1).

9.3.2 Pomocí teplot  $t_{z1}$ ,  $t_{z2}$  (charakterizujících zdroj tepla) a teplot  $t_{o1}$ ,  $t_{o2}$  (charakterizujících odběr tepla) se ověří a seřídí průtoky (obr. 1):

- Podle rozdílu teplot ( $t_{z2} - t_{z1}$ ) se seřídí průtok topného média tepelným čerpadlem.
- Průtok topného média otopnou soustavou se seřídí podle teplot v protějších hrdlech THR nebo AN (při jakémkoliv připojení THR nebo AN):
  - Pokud  $t_{o1} = t_{z2}$  a  $t_{z1} > t_{o2}$  je průtok otopnou soustavou menší než průtok TČ. Tento stav není vhodný ani z energetického ani funkčního hlediska. Průtok otopnou soustavou se musí zvýšit.
  - Pokud  $t_{z1} = t_{o2}$  a  $t_{o1} < t_{z2}$  je průtok otopnou soustavou větší než průtok TČ. Tento stav je z energetického hlediska výhodnější než předchozí. Z funkčního hlediska je žádoucí, začleňuje objem topného média v akumulární nádrži do aktivní náplně systému. Průtok otopnou soustavou je třeba seřídít na hodnotu teplotního rozdílu  $t_{o1} - t_{z2} = 0,5$  až  $1$  K ( $^{\circ}\text{C}$ ).

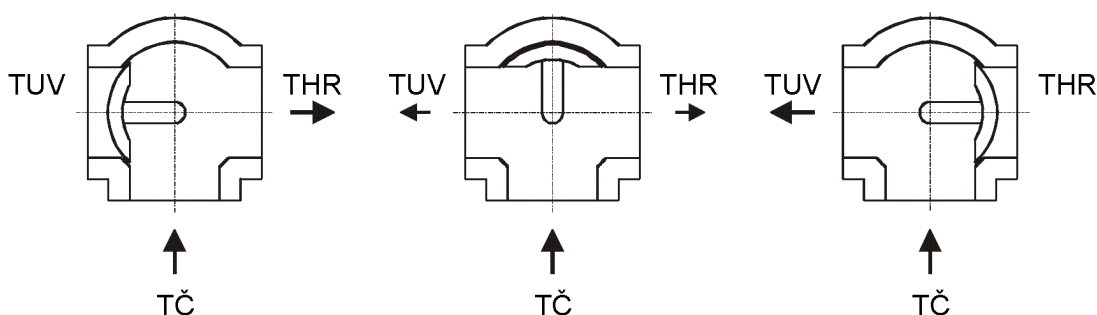
9.3.3 Samostatná teploměrná jímka pro řídicí teplotní sondu se umístí tak, aby sledovala skutečnou referenční teplotu topného média, podle které bude řízen provoz TČ a vytápěcího systému za všech provozních stavů (obr. 1).

- Ve standardních případech se tato jímka umísťuje do vratného potrubí z otopné soustavy před THR nebo AN ( $t_{mS}$ ).
- Pokud se použije řízení TČ s tzv. doběhem, při kterém TČ v systému s AN nevypíná bezprostředně po dosažení prostorové teploty v referenční místnosti, ale až poté, co se dosáhne vypínací teplota topného média ve zkráceném okruhu AN - Č1 - TČ, musí se tato jímka umístit tak ( $t_{mD}$ ), aby i po vypnutí cirkulačního čerpadla Č1 teplotní sonda sledovala referenční teplotu média.

### 9.4 Doporučení pro zapojení 8.2.1 a výběr třicestného ventilu

Pokud použijeme k předeřevu TUV zapojení systému podle obr. 9a, 9b, je nutné použít k přeřazování okruhu topného média třicestného ventilu se servopohonem.

Třicestný ventil (dále jen ventil) je třeba zapojit jako rozdělovač, viz obrázek níže. Toto zapojení je ověřeno provozem a praktickými zkouškami. Při jiném způsobu zapojení ventilu by při přestavování ventilu mohlo v určitých případech docházet k citelnému snížení průtoku přes deskový výměník TČ, což je nepřijatelné. Podmínku konstantního průtoku splňuje výše popsané zapojení.



Při montáži ventilu a servopohonu je nutné dodržet správnou polohu přestavného šoupátka. Nesmí nastat situace, kdy šoupátko při přestavování z jedné krajní polohy do druhé plně uzavře průtok topného média!!! Šoupátko se musí otáčet tak, jak je naznačeno na obrázku.

Důležité je dodržet správné dimenze propojovacího potrubí k bojleru, aby nedošlo k velkému nárůstu tlakové ztráty, a tím snížení průtoku přes TČ.



Při návrhu ventilu je třeba vycházet z dimenze potrubí a použitého materiálu potrubí. Existují varianty ventilů se standardním vnitřním závitem a varianty se šroubením pro připojení měděného potrubí. Pokud máme možnost výběru mezi ventily se stejnou dimenzí, volíme ten, který má nejvyšší hodnotu Kv. Ventil v popisovaném zapojení slouží k přepínání průtoku, proto volíme ventil s nejmenší tlakovou ztrátou.

Doporučené třícestné ventily ESBE jsou uvedeny v tabulce 1.

Při popsaném zapojení je pracovní úhel pro přestavění ventilu z jedné do druhé polohy 180°. Pro tento účel je vhodný servopohon BELIMO NXR24-01, který má minimální kroutící moment 5 Nm. Pro ventily ESBE 3MG je třeba použít montážní sadu MS-NRE1. Pro ventily ESBE 3G40 a 3G50 pak montážní sadu MS-NRE2. Montážní sada obsahuje adaptér pro připojení servopohonu BELIMO k ventilu ESBE.

## 9.5 Požadavky na prostorové termostaty

Pro optimální řízení provozu vytápěcího systému s TČ se v referenčních místnostech musí použít prostorové (programovatelné) termostaty se dvěma základními vlastnostmi:

- při prostorové teplotě nižší než žádané je výstup (bezpotenciálový kontakt) trvale sepnut;
- hystereze je nastavitelná, doporučená hodnota je 0,5 K.

Termostaty jsou vesměs napájeny tužkovými bateriemi. Vybití baterií může způsobit, že bezpotenciálový kontakt nesepe a vyřadí příslušnou zónu otopné soustavy, případně celý vytápěcí systém z provozu. Způsobí tak „fiktivní“ poruchu systému. Na tuto možnost je třeba upozornit provozovatele.

## 9.6 Použití AN s plovoucím bojlerem a dvouplášťových bojlerů

Při použití těchto bojlerů platí **důležité pravidlo**: Při uvádění do provozu se musí **vždy nejprve naplnit prostor TUV**, tj. „vnitřní“ nádoba a až poté vnější nádoba s topným médiem. Při opačném postupu může dojít ke zborcení nádoby s TUV.

Tuto zásadu je třeba dodržet při jakýchkoliv zásazích do okruhu TUV. Musí s ní být obeznámena jak montážní a servisní organizace, tak uživatel, jinak může dojít ke značným škodám.

## 10. Vytápěcí systém s TČ a plynovým kotlem jako doplňkovým zdrojem

Předchozí odstavce se týkaly především zapojení vytápěcích systémů s TČ, ve kterých je jako doplňkový bivalentní zdroj použit elektrokotel. Pokud je jako doplňkový zdroj použit plynový kotel, je třeba zapojení přizpůsobit specifikům tohoto kotle. S ohledem na řadu odlišných provedení plynových kotlů platí:

**Zapojení s plynovým kotlem musí být odsouhlaseno výrobcem tepelného čerpadla.**

Na obr. 12 je uvedeno rámcové řešení, které je třeba přizpůsobit specifikům každého plynového kotle. Rámcové řešení je postaveno na několika základních předpokladech:

- plynový kotel je vybaven vlastním cirkulačním čerpadlem;
- oběhové množství topného média plynovým kotlem je zpravidla menší než ve vytápěcím systému (pracovní rozdíl teplot na plynovém kotli je zpravidla větší než na tepelném čerpadle);
- řídicí systém plynového kotle je použit bez jakékoliv úpravy;
- spouštěcí impuls zajistí koordinovaný provoz kotle včetně cirkulačního čerpadla;
- provoz plynového kotle je povolen jen:
  - při teplotě nižší než teplota bivalence;
  - při poruše tepelného čerpadla.

Plynový kotel je připojen svým vstupem i výstupem k „průběžnému“ termohydraulickému rozdělovači (thr), který zajistí nezávislé průtoky topného média jak v otopné soustavě, tak v plynovém kotli a směřováním eliminuje disproporce jak v průtocích, tak teplotách (pracovních rozdílech teplot) topného média.

Na obr. 12a je uveden provozní režim při vnějších teplotách „nad teplotou bivalence“.

Na obr. 12b je uveden provozní režim při vnějších teplotách „pod teplotou bivalence“.

Možnosti předeřevu TUV jsou v tomto zapojení zcela analogické možnostem předeřevu v bivalentních systémech TČ + EK. Při použití nadřazeného rozváděče OSVS 1/P jsou limitovány jeho možnostmi.

**Doporučujeme projednat použití vytápěcího systému s TČ a s plynovým kotlem jako doplňkovým bivalentním zdrojem s příslušným elektrorozvodným (energetickým) závodem, aby následně nevznikl problém s přidělením speciální sazby pro TČ za elektrickou energii.**

## 11. Nadřazené rozváděče OSVS k vytápěcím systémům s TČ PZP

Rozváděče OSVS jsou určeny pro vytápěcí systémy s tepelným čerpadlem PZP. Plní funkci nadřazeného silového rozváděče a řídicího systému.

### Rozdělení rozváděčů a jejich použití:

#### ❑ OSVS 1

řídí vytápěcí systém s tepelným čerpadlem a elektrokotlem jako doplňkovým (bivalentním) zdrojem, s jedinou zónou otopné soustavy, případně dělenou do dvou teplotních úrovní, z nichž nižší je zajišťována plynule řízeným směřováním. Předeřev TUV v otopném období je možný jen za provozu vytápění způsoby popsanými v odstavci 8.1.

Při celoročním předeřevu TUV podle odstavce 9.1.1 se TČ musí provozovat v „trvalém provozu“ a jeho provoz je řízen od teplot sledovaných na TČ. Rozváděč neumožňuje dálkovou (samočinnou) změnu konfigurace.

#### ❑ OSVS 1/P

je shodného provedení a použití jako OSVS 1 s tím, že jako doplňkový (bivalentní) zdroj se používá plynový kotel.

#### ❑ OSVS 2

řídí vytápěcí systém s tepelným čerpadlem a elektrokotlem jako doplňkovým (bivalentním) zdrojem, s maximálně dvěma nezávislými zónami otopné soustavy, z nichž jedna (nebo samostatná část jedné) může pracovat s nižší teplotní úrovní, zajišťovanou plynule řízeným směřováním. Předeřev TUV v otopném období je možný jak za provozu vytápění, tak v prodlevě vytápění všemi způsoby uvedenými v odstavcích 8.1 a 8.2.

Ve vytápěcím systému s předeřevem „za provozu vytápění“ podle odstavce 8.1 se při celoročním předeřevu TUV podle odstavce 9.1.1 může TČ řídit od „termostatu pro předeřev TUV“. Rozváděč umožňuje i samočinnou změnu konfigurace systému pomocí uzavíracích dvupolových akčních členů (obr. 8) v době, kdy je vytápění odstaveno.

#### ❑ OSVS 2/FM

shodného provedení a použití jako OSVS 2 s tím, že je osazen frekvenčním měničem pro zvyšování otáček kompresoru a sleduje dvě teploty bivalence. Při poklesu venkovní teploty:

- pod první teplotu bivalence zvyšuje otáčky kompresoru a výkon tepelného čerpadla;
- pod druhou teplotu bivalence řídí provoz doplňkového bivalentního zdroje.

Může se použít **jen pro tepelná čerpadla TCLM „vzduch-voda“**.

Souhrnný přehled o možných funkcích jednotlivých provedení rozváděčů a prvcích, které se k rozváděčům mohou připojit je uveden v tabulce 2.

Tabulka 1 Doporučené třícestné ventily ESBE

Typ ventilu ESBE	Hodnota Kv	Jmenovitá světlost	Krouticí moment
3MG22-6,3	6,3	Cu potrubí 22 mm	3 Nm
3MG28-8	8	Cu potrubí 28 mm	3 Nm
3MG25-12	12	G 1"	3 Nm
3MG32-18	18	G 5/4"	3 Nm
3G40	28	G 6/4"	5 Nm
3G50	44	G 2"	5 Nm

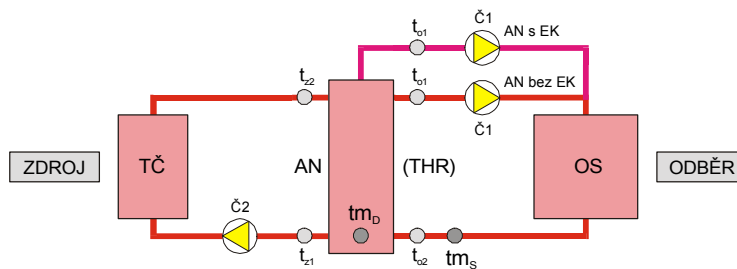
Tabulka 2 Souhrnný přehled základních informací o rozváděčích OSVS

Možné funkce a prvky ve vytápěcím systému s nadřazeným rozváděčem OSVS	OSVS 1	OSVS 1/P	OSVS 2	OSVS 2/FM
Tepelné čerpadlo jako základní zdroj tepla	Ano	Ano	Ano	Ano
Elektrokotel jako doplňkový zdroj tepla	Ano	Ne	Ano	Ano
Plynový kotel jako doplňkový zdroj tepla	Ne	Ano	Ne	Ne
Předeheřev za provozu vytápění	Ano	Ano	Ano	Ano
Předeheřev v prodlevě vytápění s elektrodohřevem	Ne	Ne	Ano	Ano
Oběhové čerpadlo na straně tepelného čerpadla	Ano	Ano	Ano	Ano
Oběhová čerpadla na straně otopné soustavy (max. počet zón)	1	1	2*	2*
Uzavírací dvoupolohové akční členy	Ne	Ne	2*	2*
Směšovací ventil se spojitým servopohonem (0–10 V)	1	1	1	1
Třícestný ventil s dvoupolohovým servopohonem ( <i>bud</i> )	Ne	Ne	Ano	Ano
Oběhové čerpadlo pro předeheřev TUV ( <i>nebo</i> )	Ne	Ne	Ano	Ano
Měření teploty vratného média z otopné soustavy	Ano	Ano	Ano	Ano
Měření teploty TUV ( <i>pro zapojení 8.2 a 9.1.2</i> )	Ne	Ne	Ano	Ano
Měření teploty topného média za směšováním	Ano	Ano	Ano	Ano
Prostorové termostaty (maximální počet zón)	1	1	2*	2*
Blokovací termostat (elektrokotle nebo plynového kotle)	Ano	Ano	Ano	Ano
Termostat pro předeheřev TUV ( <i>pro zapojení 9.1.1</i> )	Ne	Ne	Ano	Ano
Signál HDO pro blokování tepelného čerpadla	Ano	Ano	Ano	Ano
Signál HDO pro blokování elektrokotle (odlišný od TČ)	Ano	Ne	Ano	Ano
Signál HDO pro blokování elektrického dohřevu TUV	Ne	Ne	Ano	Ano
Frekvenční měnič pro zvyšování otáček kompresoru	Ne	Ne	Ne	Ano

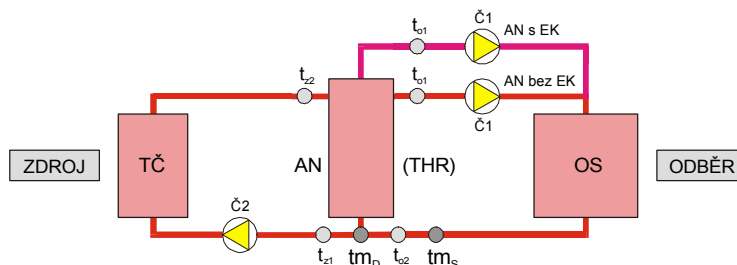
Vysvětlivky: \* Počet při standardním provedení. Při nestandardním provedení max. 5

Připojení  
AN nebo THR

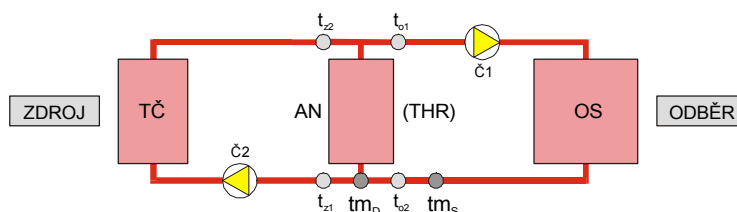
a) čtyřtrubkové



b) třítrubkové



c) dvoutrubkové



Obr. 1 Základní hydraulická zapojení vytápěcího systému s TČ. Možnosti připojení AN nebo THR.

$t_0$  - teplota na straně odběru tepla

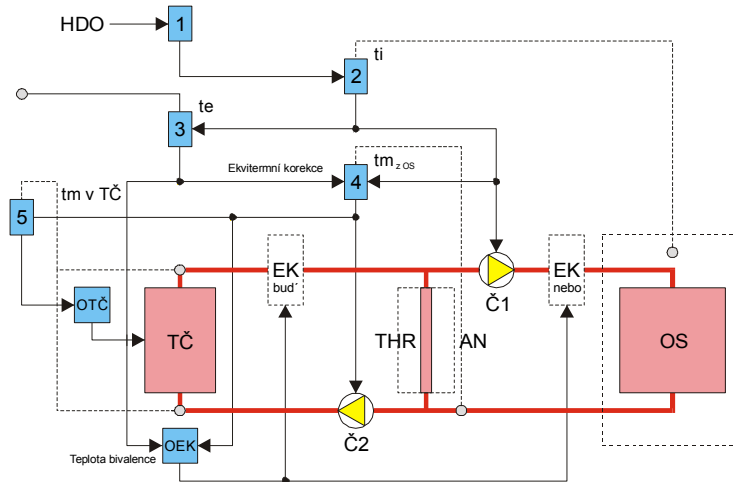
$t_z$  - teplota na straně zdroje tepla

$tm_s$  - řídicí teplota topného média pro vytápěcí systém (z OS)

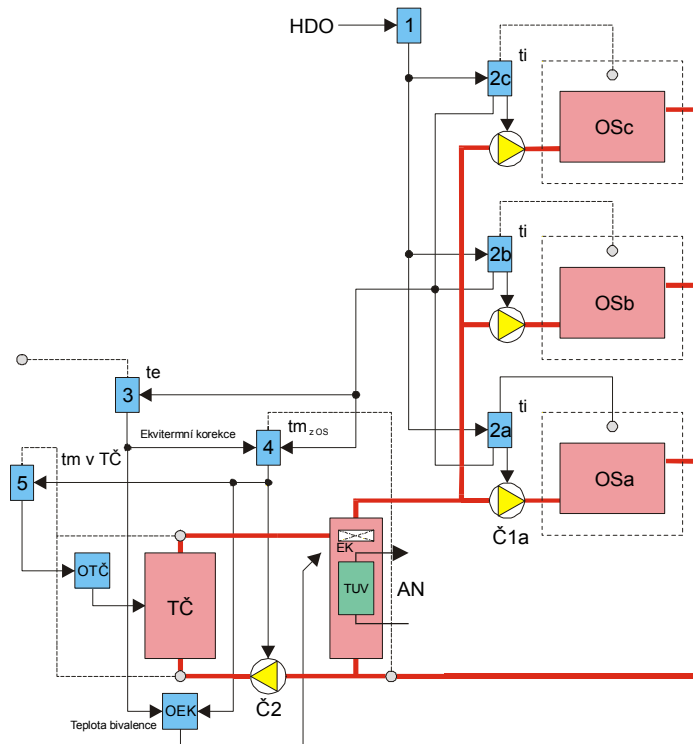
$tm_D$  - řídicí teplota topného média pro vytápěcí systém ("s doběhem")

### Vysvětlivky ke schémátům zapojení:

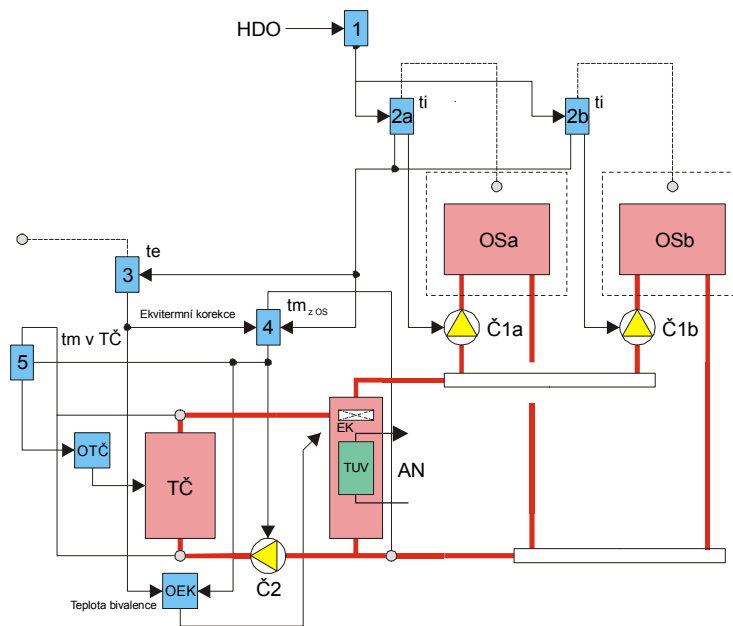
AN	... akumulární nádrž
Č1	... cirkulační čerpadlo v okruhu OS
Č2	... cirkulační čerpadlo v okruhu TČ
Č3, 4	... další cirkulační čerpadlo (čerpadla)
EK	... elektrokotel
EO	... elektrický ohřívač TUV
OS	... otopná soustava
OTČ	... ovládání TČ (tepelného čerpadla)
OEK	... ovládání EK (elektrokotle)
OPK	... ovládání PK (plynového kotle)
OSPK	... ovládací soustava PK
PK	... plynový kotel
SV	... směšovací ventil
TČ	... tepelné čerpadlo
THR	... termohydraulický rozdělovač
TV	... třícestný ventil
UVK	... uzavírací ventil pro změnu konfigurace
te	... teplota externí - okolí
ti	... teplota interní - vytápěného prostoru
tm	... teplota topného média
tmS	... teplota topného média po smíšení
1 - 6	... sledované parametry



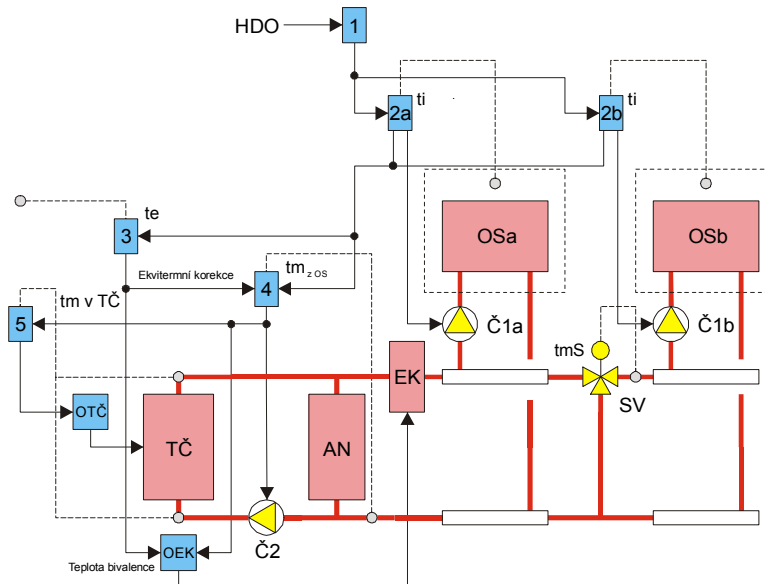
Obr. 2 Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Sledované parametry a postup aktivace řízených prvků v systému.



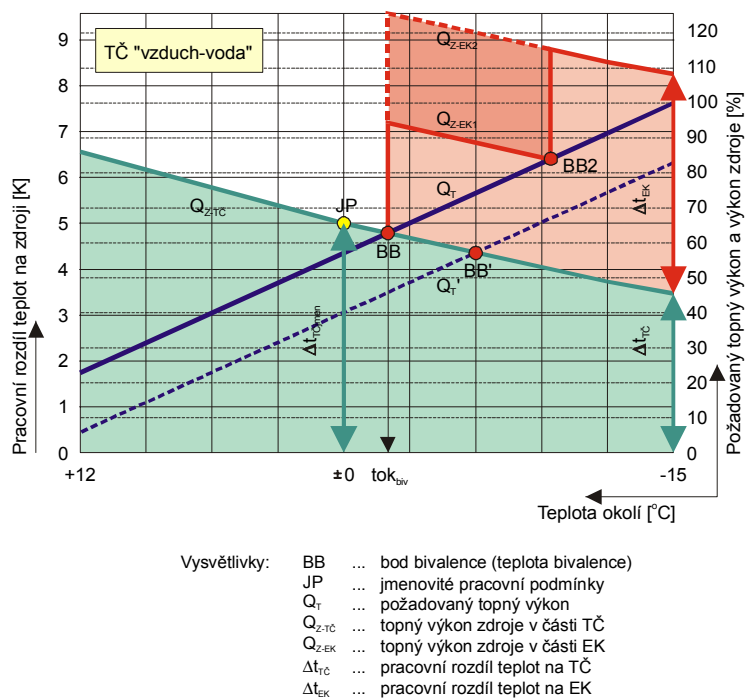
Obr. 3 Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Otopná soustava rozdělena do tří vertikálních zón.



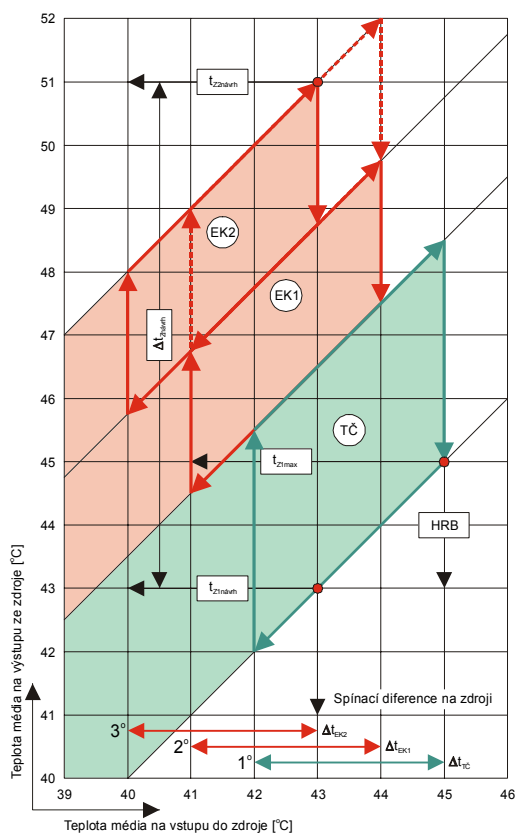
Obr. 4 Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Otopná soustava rozdělena do dvou horizontálních zón.



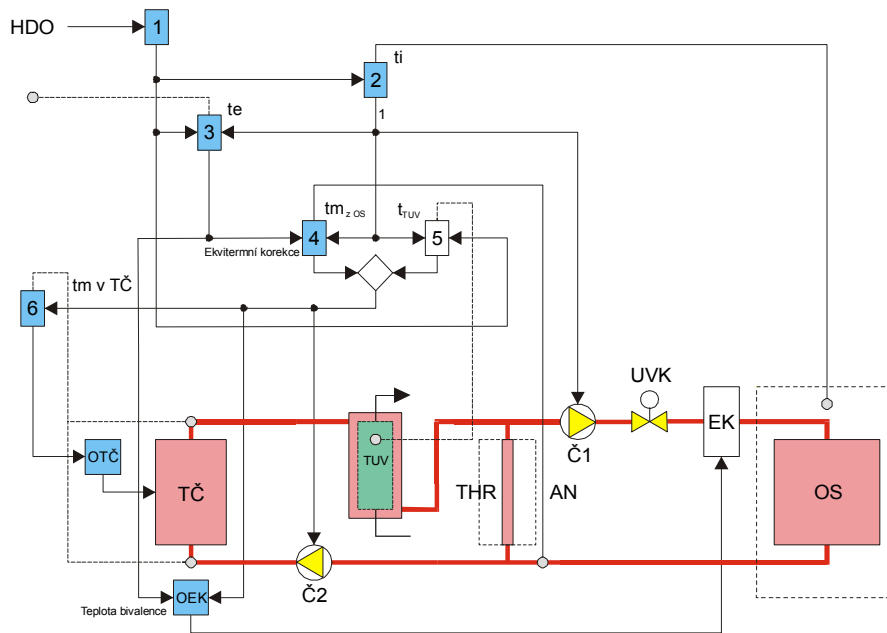
Obr. 5 Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Systém se dvěma teplotními úrovněmi topného média,  
nižší zajištěna směřováním.



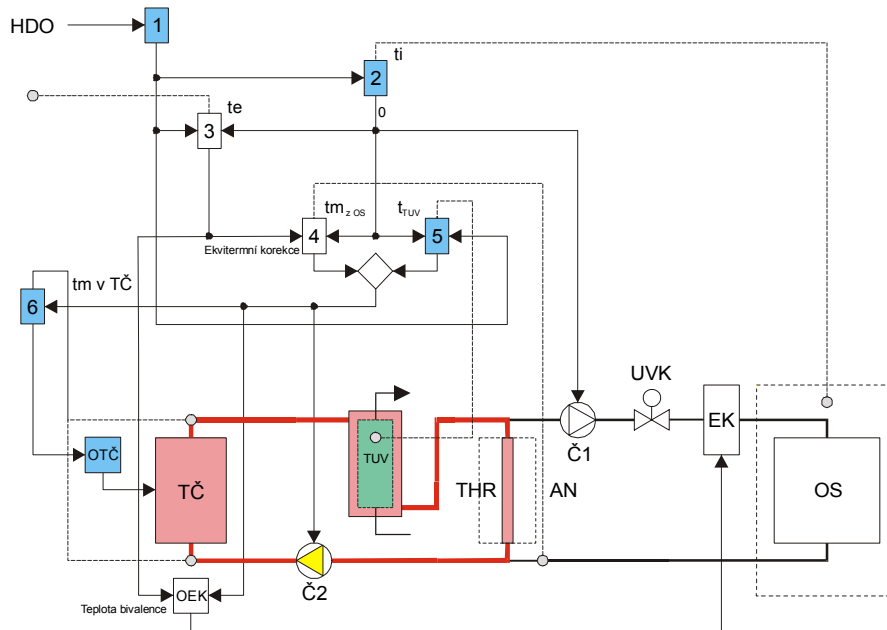
Obr. 6 Závislost pracovního rozdílu teplot na zdroji na teplotě okolí



Obr. 7 Princip řízení teploty topného média v bivalentním zdroji

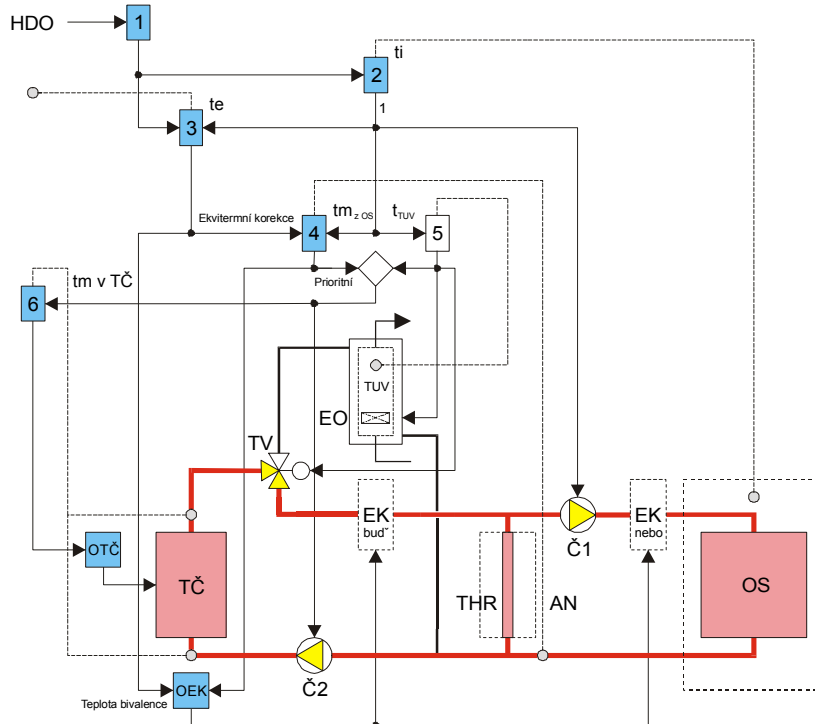


Obr. 8a Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Předehřev TUV v dvouplášťovém bojleru za provozu vytápění (zimní provoz).

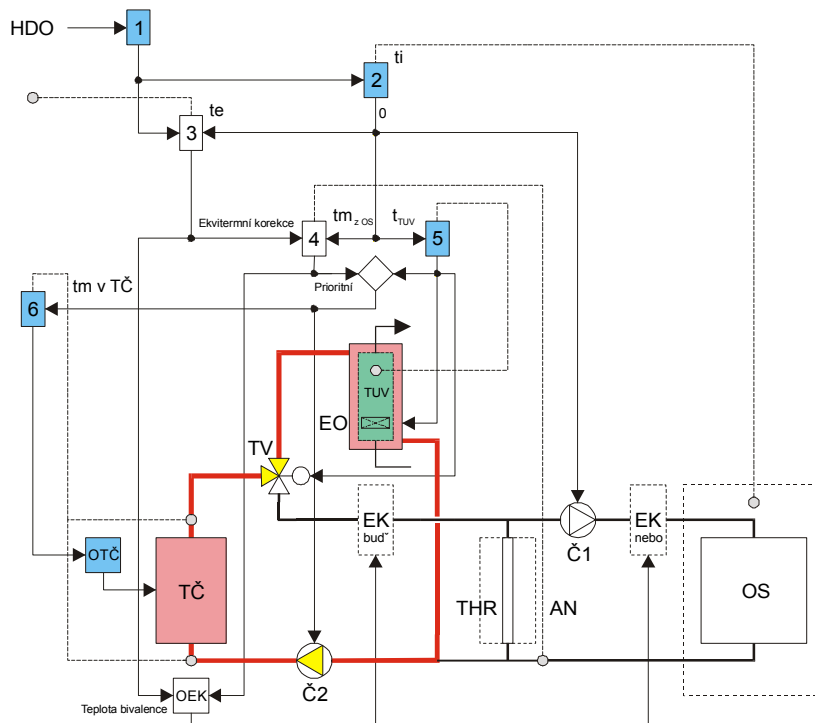


Obr. 8b Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Předehřev TUV v dvouplášťovém bojleru při odstaveném vytápění (letní provoz).

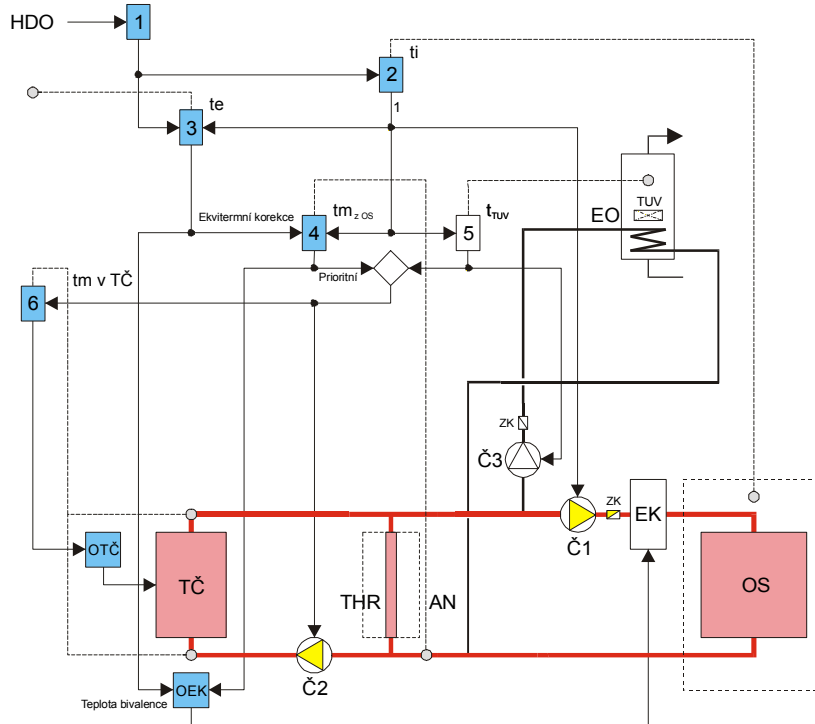




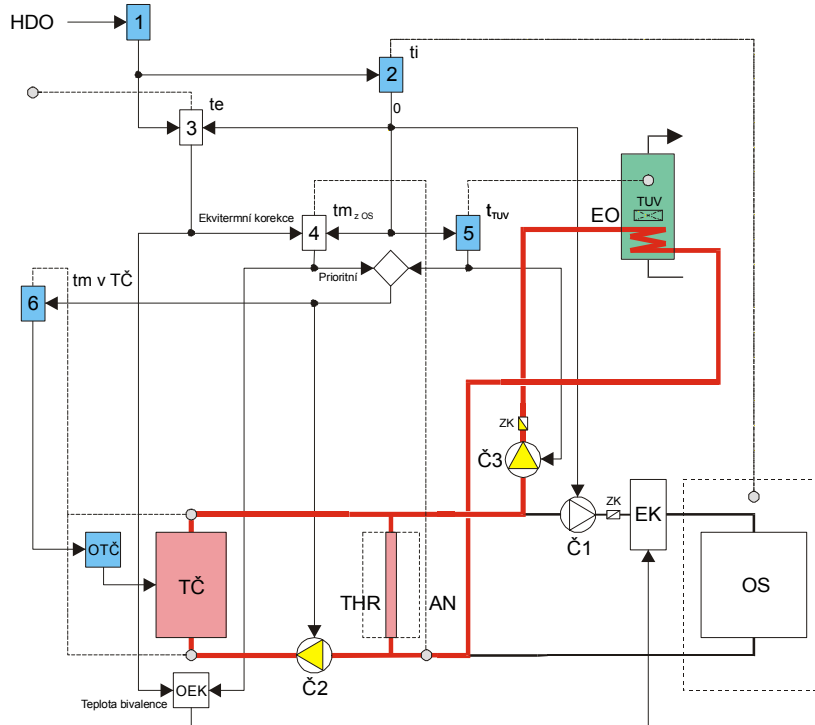
Obr. 9a Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Předehřev TUV v dvouplášťovém bojleru v prodlevě vytápění.  
Režim "Vytápění".



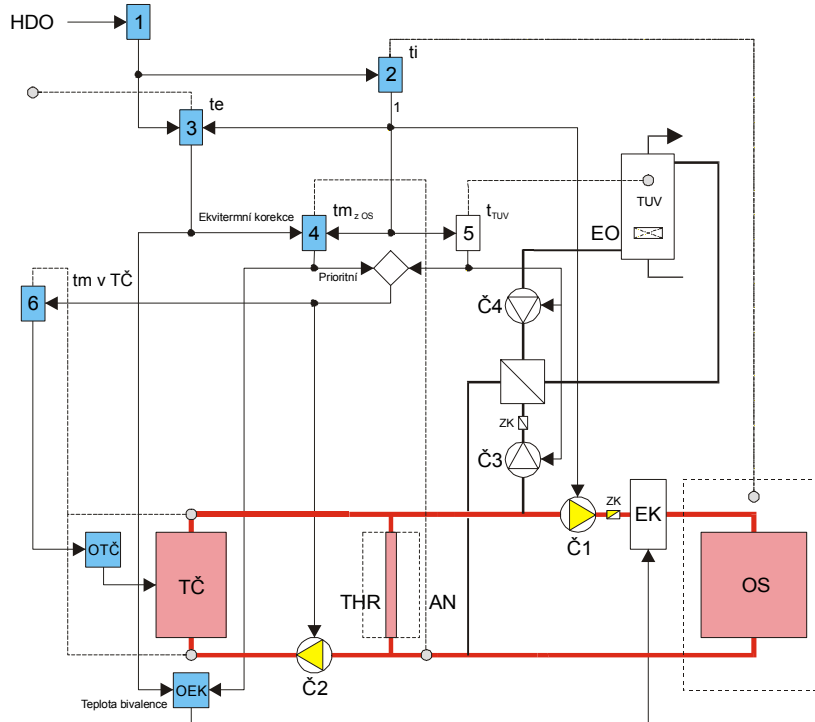
Obr. 9b Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Předehřev TUV v dvouplášťovém bojleru v prodlevě vytápění.  
Režim "Předehřev TUV".



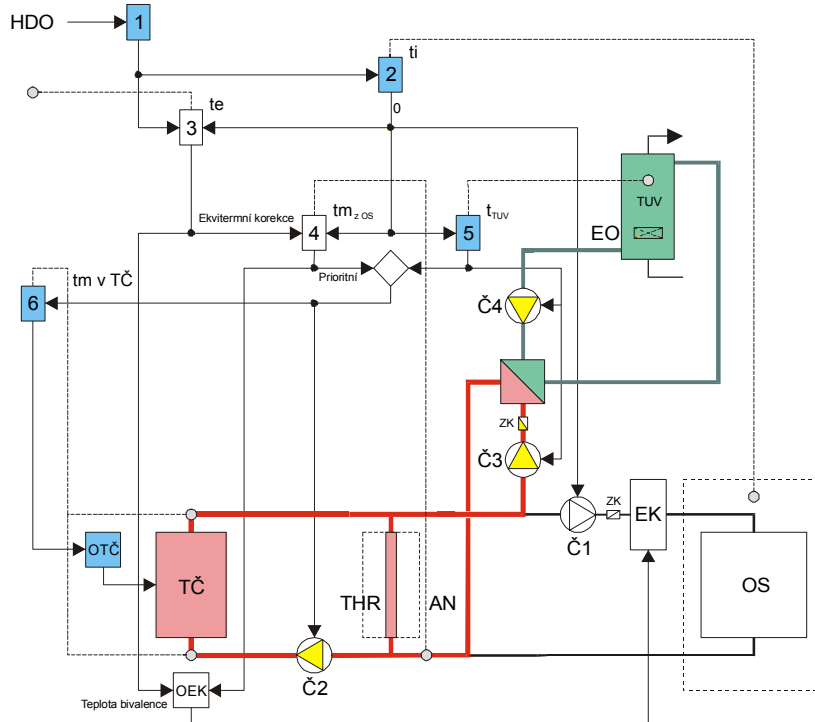
Obr. 10a Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Předehřev TUV v bojleru s topnou vložkou v prodlevě vytápění.  
Režim "Vytápění".



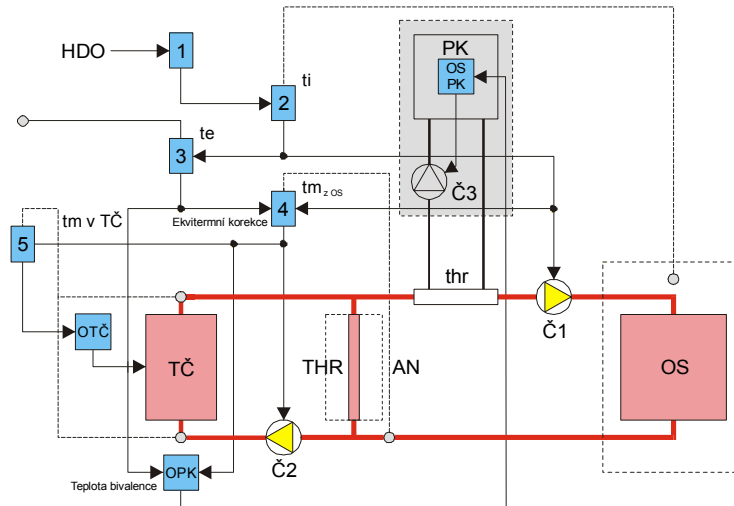
Obr. 10b Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Předehřev TUV v bojleru s topnou vložkou v prodlevě vytápění.  
Režim "Předehřev TUV".



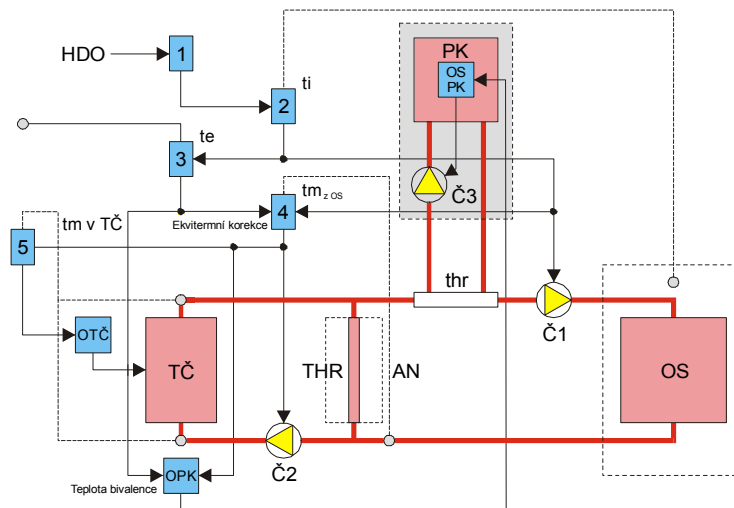
Obr. 11a Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Předehřev TUV ve výměníku tepla v prodlevě vytápění.  
Režim "Vytápění".



Obr. 11b Základní řešení vytápěcího systému s TČ.  
Předehřev TUV ve výměníku tepla v prodlevě vytápění.  
Režim "Předehřev TUV".



Obr. 12a Rámcové řešení vytápěcího systému s TČ a plynovým kotlem jako doplňkovým bivalentním zdrojem. Pracovní režim "nad teplotou bivalence".



Obr. 12b Rámcové řešení vytápěcího systému s TČ a plynovým kotlem jako doplňkovým bivalentním zdrojem. Pracovní režim "pod teplotou bivalence".