

Modul:	02 Technika
Jednotka	03 Technika zařízení III (Rozvod tepla)
Trvání:	1 den (8 hodin)
Krátký popis:	<p>Dálkové a malé zemní sítě rozvodu tepla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Budování • Ekonomické podmínky <p>Napojení k centrále:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Čerpadla <p>Výstavba sítě:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trasování • Možnosti uložení • Systémy trubek <p>Domovní přípojky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Předávací stanice • Nepřímé domovní stanice • Měřicí, řídicí a regulační technika • Bezpečnostní zařízení • Vytápění • Ohřev vody

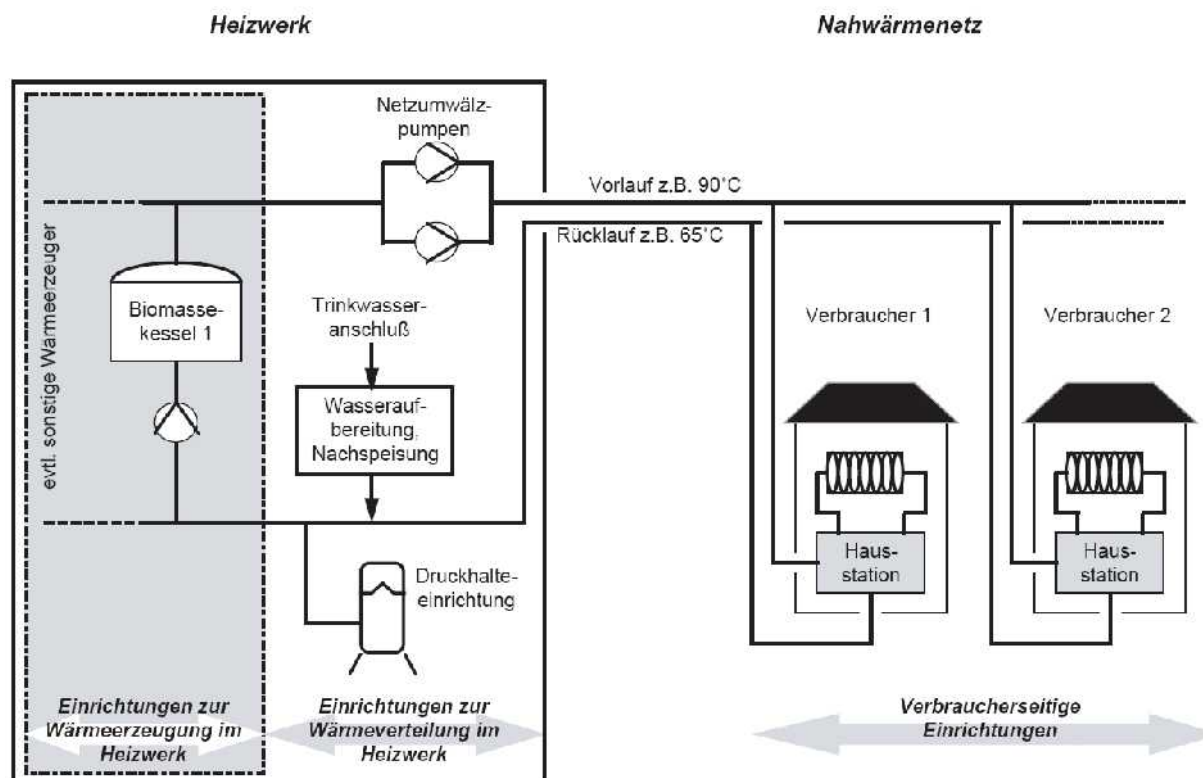
Obsah

<u>Obsah</u>	<u>2</u>
<u>1. Dálkové a malé zemní sítě rozvodu tepla</u>	<u>4</u>
<u>1.1. Zásady výstavby</u>	<u>4</u>
<u>1.2. Rámcové ekonomické podmínky</u>	<u>5</u>
<u>1.3. Rámcové ekonomické podmínky</u>	<u>5</u>
<u>2. Napojení k centrále</u>	<u>7</u>
<u>2.1. Čerpadla</u>	<u>7</u>
<u>2.1.1. Regulační zařízení</u>	<u>7</u>
<u>2.1.2. Stabilizace tlaku</u>	<u>7</u>
<u>2.1.3. Úprava vody</u>	<u>7</u>
<u>Přípravě cirkulační vody je přikládán velký význam, neboť potrubní sítě rozvodu tepla mají značný podíl na celkové investici a hospodárnosti lze zpravidla dosáhnout pouze tehdy, když zařízení dosahuje technické životnosti mnoha desítek let. Cílem úpravy vody je obzvláště omezení obsahu kyslíku v oběhové vodě, aby bylo trvale zamezeno škodám vznikajícím korozi. Dále je třeba zabránit poškozování způsobenému nánosy vápna, a to odpovídajícím změkčováním. Pro snížení koroze je dále potřebné omezit vodivost danou obsahem soli. [1]</u>	<u>8</u>
<u>3. Výstavba sítě</u>	<u>9</u>
<u>3.1. Trasování</u>	<u>9</u>
<u>3.1.1. Paprskové sítě</u>	<u>9</u>
<u>3.1.2. Kruhové sítě</u>	<u>9</u>
<u>3.1.3. Mřížové – polygonální – sítě</u>	<u>9</u>
<u>3.1.4. Standardní trasování</u>	<u>9</u>
<u>3.1.5. Trasování dům od domu</u>	<u>10</u>
<u>3.1.6. Jednosmyčkové trasování</u>	<u>10</u>
<u>3.2. Způsoby kladení potrubí</u>	<u>10</u>
<u>3.2.1. Standardní podzemní inženýrská síť</u>	<u>10</u>
<u>3.2.2. Plošné kladení potrubí</u>	<u>10</u>
<u>3.2.3. Kladení přes sebe</u>	<u>11</u>
<u>3.2.4. Dálkové potrubí (pipeline)</u>	<u>11</u>
<u>3.2.5. Jednodenní výstavba</u>	<u>11</u>
<u>3.2.6. Volná vedení v budovách</u>	<u>12</u>
<u>3.3. Systémy trubek</u>	<u>12</u>
<u>3.3.1. Trubky s krytem z umělých hmot</u>	<u>12</u>
<u>3.3.2. Dálkové potrubí pro rozvod tepla s médiem ze skelného vlákna nebo polyethylenu</u>	<u>13</u>
<u>3.3.3. Flexibilní potrubní systémy</u>	<u>13</u>
<u>3.3.4. Potrubní systémy s dvojitými trubkami</u>	<u>14</u>

4. Domovní přípojky.....	15
4.1. Předávací stanice.....	15
4.2. Nepřímé domovní stanice.....	16
4.2.1. Přímé domovní přípojky.....	17
4.3. Měřicí, řídicí a regulační technika.....	17
4.3.1. Regulace průtoku.....	17
4.3.2. Regulace teploty.....	18
4.4. Bezpečnostní zařízení.....	18
4.5. Vytápění.....	18
4.6. Ohřev vody.....	19
4.6.1. Průtokový systém.....	19
4.6.2. Systém se zásobníkem.....	19
4.6.3. Akumulační systém s dohřevem.....	19
5. Seznam literatury.....	20

1. Dálkové a malé zemní sítě rozvodu tepla

Pro distribuci energie (entalpie) získané v biomasové výtopně je nutná výstavba tepelné sítě, ve které bude topná tekutina cirkulovat v blízkém nebo i vzdáleném okolí a zásobovat tak teplem třetí osoby. [1]



Obr.1-1: Zařízení pro distribuci tepla

Popis v obrázku

Výtopna, Kotel na biomasu, popř. jiný výrobce tepla Oběhová čerpadla v síti, Přípojka pitné vody, Úprava vody, přívod, Zařízení ke stabilizaci tlaku, Zařízení pro distribuci tepla ve výtopně, Topná voda o teplotě např. 90 °C, Vratná voda s teplotou např. 65 °C, Spotřebitel 1, Domovní stanice, Spotřebitel 2, Domovní stanice, Zařízení spotřebitelů

1.1. Zásady výstavby

K zařízením potřebným k distribuci tepla vyrobeného ve výtopně nebo teplárně se řadí vedle vlastní tepelné sítě také agregáty potřebné ve výtopně i na straně odběratele. Jako transportní médium bývá většinou používána horká voda s počáteční teplotou mezi 70 °C a 130 °C a s rozpětím mezi topným a zpětným potrubím v hodnotě 20 K až 40 K. Vysoká počáteční teplota je obvyklá především u rozsáhlých starších dálkových tepelných sítí nebo u uživatelů z řad podnikatelů. U novějších sítí, zvláště jsou-li krátké a slouží k zásobení obytných domů, bývá počáteční teplota záměrně snížena až na 70 °C, čímž lze do značné míry redukovat tepelné ztráty a případně i investice do tepelné izolace potrubí.

V případě, že spotřebiteli tepla jsou podnikatelské nebo průmyslové subjekty, jsou často potřebné vyšší teploty ($>130^{\circ}\text{C}$), proto se vedle horké vody používají i další média – termoolej nebo vodní pára. V následujícím textu nebude věnována detailní pozornost zvláštnostem, které jsou spojeny s takovými systémy, neboť výstavba těchto systémů je v rozhodující míře určena jejich individuálními parametry (potřebná teplota, druh topného média, typ spotřebitele tepla atd.).

Dále je třeba zmínit, že rozdělení rozvodných sítí horké vody na „dálkové“ a „malé zemní“ je provedeno podle vůle autora, tedy uvedené typy nelze od sebe jasně odlišit zásadními technickými rozdíly. Pro níže uvedený popis tepelných sítí s jmenovitým zatížením nejčastěji $\leq 10\text{MW}$ bude dále používáno označení „malá zemní tepelná síť“ nebo „síť rozvodu tepla na malou vzdálenost“. [1]

(Pozn. překl.: Německý výraz „Nahwärme“ – tedy doslova „blízké teplo“ – v sobě přímo nese i důležité aspekty místních výtopen na biomasu, které fungují skutečně lokálně, z ekologického pohledu jsou šetrné vůči našemu životnímu prostředí a jsou blízké nám i našim připojeným sousedům.)

1.2. Rámcové ekonomické podmínky

Vynaložené náklady mají podstatný vliv na hospodárnost záměru. Tak v mnoha případech nejsou centrální zařízení z důvodu vysokých nákladů na zemní rozvody k jednotlivým budovám schopné konkurovat lokální – „decentrální“ výrobě tepla (kdysi co místnost, to kamna, dnes co budova, to „ústřední topení“). Malá zemní tepelná síť může být ve srovnání s decentrální výrobou tepla výhodnější, pokud se nachází více odběratelů s vysokou spotřebou tepla prostorově blízko sebe. Toto popisuje takzvaný lineární tepelný výkon, čili maximální tepelný výkon soustavy dělený délkou trasy. Zkušenosti ukazují, že pro hospodárny provoz zařízení je potřebná lineární výkon minimálně 2 MW/km .

Vzhledem k vysokým specifickým investičním nákladům tepelné rozvodné sítě je příkládán velký význam výběru systému potrubního vedení a průběhu trasy, přičemž je třeba brát v potaz některé místní podmínky: [2]

- umístění zařízení pro výrobu tepla
- hustota přípojek odběratelů tepla a jejich předpokládaný časový průběh
- realizovatelnost z pohledu podmínek inženýrského stavitelství a podzemních staveb
- vlastnické vztahy u pozemků dotčených stavbou potrubí (majitelé a nájemci pozemků, povolení)
- stav plánování jiných stavebních prací v oblasti trasy potrubí (eventuálně je užitečné naplánovat podzemní práce společně s ostatními médii)
- potřeba času k vyjasnění otevřených otázek (je potřebné dbát především na aspekty netechnické povahy).

1.3. Rámcové ekonomické podmínky

Vynaložené náklady mají podstatný vliv na hospodárnost záměru. Tak v mnoha případech nejsou centrální zařízení z důvodu vysokých nákladů na zemní rozvody k jednotlivým budovám schopné konkurovat lokální – „decentrální“ výrobě tepla (kdysi co místnost, to kamna, dnes co budova, to „ústřední topení“). Malá zemní tepelná síť může být ve srovnání s decentrální výrobou tepla výhodnější, pokud se nachází více odběratelů s vysokou spotřebou tepla prostorově blízko sebe. Toto popisuje takzvaný lineární tepelný výkon, čili maximální tepelný výkon soustavy dělený délkou trasy. Zkušenosti ukazují, že pro hospodárny provoz zařízení je potřebná lineární výkon minimálně 2 MW/km.

Vzhledem k vysokým specifickým investičním nákladům tepelné rozvodné sítě je přikládán velký význam výběru systému potrubního vedení a průběhu trasy, přičemž je třeba brát v potaz některé místní podmínky:

- umístění zařízení pro výrobu tepla
- hustota přípojek odběratelů tepla a jejich předpokládaný časový průběh
- realizovatelnost z pohledu podmínek inženýrského stavitelství a podzemních staveb
- vlastnické vztahy u pozemků dotčených stavbou potrubí (majitelé a nájemci pozemků, povolení)
- stav plánování jiných stavebních prací v oblasti trasy potrubí (eventuálně je užitečné naplánovat podzemní práce společně s ostatními médii)
- potřeba času k vyjasnění otevřených otázek (je potřebné dbát především na aspekty netechnické povahy).

2. Napojení k centrále

2.1. Čerpadla

Čerpadla potřebná pro cirkulaci topného média, bývají umístěna ve výtopně, popř. teplárně. Při stanovování počtu a výkonu oběhových čerpadel je vedle aspektů redundance nutné dbát na to, aby případy různé zátěže (letní i zimní zatížení) byly pokryty s co možná nejnížší spotřebou elektřiny pro čerpadla. [1]

2.1.1. Regulační zařízení

Aby mohl být realizován automatický výběr čerpadla a přizpůsobení počtu otáček, bývá většinou instalován diferenciální regulátor tlaku. Je třeba zabezpečit, aby byl na každém místě sítě dosažen minimální tlak potřebný pro odběratele (což je určeno provedením domovních stanic), a to bez jeho zbytečného překročení. Spotřebitelé, kteří jsou z tohoto hlediska „kritickými“, leží při stejném provedení domovních stanic vždy na konci větve potrubní sítě. Při komplexní topologii sítě je potřebné pomocí hydraulických výpočtů pro danou síť při zvážení různých případů zvýšené zátěže zjistit, kteří spotřebitelé jsou „kritičtí“. Těmto spotřebitelům se pak instaluje zařízení pro zachycení diferenciálního tlaku, které ho k regulaci oběhových čerpadel převádí na výtopnu. Prostorově členěné uspořádání několika oběhových čerpadel v síti do takzvaných spodních – podružných stanic neposkytuje u lokálních tepelných sítí z důvodu jejich omezené rozlohy zpravidla žádnou výhodu. [1]

2.1.2. Stabilizace tlaku

Úlohou stabilizace tlaku je zabezpečit v každém časovém okamžiku a na každém místě sítě, aby tlak cirkulující vody ležel výrazně nad tlakem nasycených par. Tak je nutné dbát na maximální teplotu cirkulační vody, na geodetické výškové rozdíly mezi topnou centrálou a nejvýše položenými spotřebiteli, jakož i na vyrovnávací objem potřebný při ohřívání/chlazení tepelného média. Technické provedení zařízení pro stabilizaci tlaku závisí na objemu sítě a na dalších technických rámcových podmínkách. V lokálních tepelných sítích mohou být instalovány jednoduché membránové expanzní nádoby. V případě těsných prostor nebo většího objemu sítě se používají čerpadla stabilizující tlak a regulované přepouštěcí ventily. [1]

2.1.3. Úprava vody

Přípravě cirkulační vody je přikládán velký význam, neboť potrubní sítě rozvodu tepla mají značný podíl na celkové investici a hospodárnosti lze zpravidla dosáhnout pouze tehdy, když zařízení dosahuje technické životnosti mnoha desítek let. Cílem úpravy vody je obzvláště omezení obsahu kyslíku v oběhové vodě, aby bylo trvale zamezeno škodám vznikajícím korozi. Dále je třeba zabránit poškozování způsobenému nánosy vápna, a to odpovídajícím změkčováním. Pro snížení koroze je dále potřebné omezit vodivost danou obsahem soli. [1]

3. Výstavba sítě

3.1. Trasování

Oblasti nejvyšší hustoty tepla, popř. varianty tras s nejvyšší přímkovou hustotou tepla vyplývají z údajů o spotřebě tepla. Vycházíme-li z tohoto tepelného potenciálu, měly by být nejprve identifikovány „jisté“ objekty, u nichž je pravděpodobnost připojení vysoká. Z toho potom vyplynou ty úseky trasy, na kterých lze očekávat nejvyšší hustotu tepla (tedy které mohou nejvíce přispět k vyřízení výtopny) a které tak povedou ke specificky nízkým nákladům lokálního rozvodu tepla. Případné omezení může být dáno např. terénním profilem, geologickou strukturou a prostorovými vlastnostmi tělesa silniční komunikace, které jsou určeny zejména typem a způsobem výstavby ukládacích ploch pro potrubí, jakož i jejich obsazením jinými médii. Je potřebné brát v potaz náklady na případné změny již existujících vedení jiných médií. [3]

3.1.1. Paprskové sítě

Vzhledem ke své jednoduché struktuře se paprskové sítě používají většinou u menších lokálních tepelných sítí. Z krátkých tras potrubního vedení a nízkých průměrů potrubí vyplývají nízké stavební náklady a tepelné ztráty. Nevýhodou je, že dodatečné rozšíření sítě je z hydraulických důvodů problematické a jistota zásobování je nízká, neboť při poruše sítě musí být odpojována celá větev. Paprskové sítě mohou být jednovětvné nebo vícevětvné (více odboček přímo z výtopny), což závisí na rozmístění připojených staveb. Vícevětvná zařízení mohou být posuzována jako dvě oddělené sítě, jsou-li řízeny odděleně. Vyšší nezávislost (např. při opravách) je zde však vykoupena vyššími investičními náklady. [4]

3.1.2. Kruhové sítě

V případě větších zásobovaných oblastí s více výtopnami se nabízí forma kruhové sítě, kdy z hlavní kruhové sítě vybíhají většinou malé paprskové sítě. Kruhová forma umožňuje nejen zapojení několika výrobců tepla, vede také k vyšší jistotě zásobování, neboť většina zákazníků je dosažitelná přes dvě trasy vedení; navíc je lehce proveditelné i rozšíření sítě. Avšak trasy jsou delší a průměry potrubí větší než u paprskové sítě, z čehož vyplývají vyšší investiční náklady a tepelné ztráty. [5]

3.1.3. Mřížové – polygonální – sítě

Mřížové sítě představují kombinaci paprskových a kruhových sítí a nabízejí optimální jistotu zásobování a lepší možnosti rozšíření, ale vzhledem ke svým vysokým investičním nákladům bývají používány pouze pro větší sítě rozvodu tepla. [6]

3.1.4. Standardní trasování

Při standardním vedení trasy je každá přípojka zákazníka realizovaná prostřednictvím odbočky od rozvodného vedení, kdy přípojku je potřeba jednoduše uzavřít, popř. rozšířit. Při nízké hustotě připojení nebo při dlouhém vedení domovních přípojek jsou však v porovnání s jinými způsoby trasování výsledkem relativně dlouhé potrubní trasy. Dlouhé potrubní trasy a velký počet odboček může vést k vyšším investičním nákladům. [7]

3.1.5. Trasování dům od domu

Při vedení trasy dům od domu je více klientů zásobováno přes jednu přípojku, popř. přes jednu odbočku. To umožňuje kratší délku potrubí, především u flexibilních systémů, a také lze využít instalace do sklepů. Neboť jsou využívány soukromé pozemky, popř. soukromé budovy při instalaci do sklepů, musí být získáno povolení vlastníka. Dodatečné rozšíření sítě je možné pouze ve velmi omezeném rozsahu; proto by měly být potenciální možnosti rozšíření zohledněny již při plánování sítě. [8]

3.1.6. Jednosmyčkové trasování

Jednosmyčkové vedení trasy zcela ustupuje od distribuční sítě s odbočkami, ležící v prostoru pozemních komunikací. Namísto toho je počínaje výtopnou připojena vždy nejbližší ležící budova. Z této budovy je opět připojena vedlejší budova, tak jako při trasování dům od domu. Tím odpadají odbočky a spojení uložená v zemi a není potřebná ani montáž ve výkopech. Pokud může být potrubí položeno uvnitř vyhloubeného výkopu při novostavbě budovy, jsou pádně redukovány také podzemní inženýrské práce. Nevýhodou je, že dodatečné rozšíření je téměř nemožné a musejí být získána povolení k využití soukromých pozemků a budov. Na nárůst nákladů působí, že proražení zdiva je nutné provést ve dvojnásobném počtu, popř. v dvojnásobné velikosti v porovnání se standardním trasováním, a že investiční náklady flexibilních systémů rostou nadproporcionálně se jmenovitou šířkou potrubí. Vzhledem k těmto výhodám a nevýhodám se jednosmyčkové trasování používá přednostně u malých uzavřených sítí s flexibilním systémem potrubí, případně v kombinaci s instalacemi do sklepů. [9]

3.2. Způsoby kladení potrubí

3.2.1. Standardní podzemní inženýrská síť

Pro rozsah podzemních prací jsou vedle jmenovité šířky (jmenovitého vnitřního průměru) potrubí dále rozhodující struktura zeminy, přístupnost a také průběh ohraničujících nebo křížujících tras jiných médií – jako např. odpadní voda, pitná voda, zásobení elektrickým proudem apod. Tato potrubí určují v místech křížení hloubku uložení vedení lokální tepelné sítě. Podstatný faktor pro celkovou výši nákladů představuje rovněž druh povrchů zasáhnutých průběhem trasy. Tyto rámcové podmínky je potřebné vyrozumět z plánů požadované projektové dokumentace a doplnit na místním šetření. [10]

3.2.2. Plošné kladení potrubí

Při běžném způsobu instalace potrubí – takzvaném spádovém kladení – se potrubí s definovanými výškovými a hloubkovými body ukládá vždy s odvodušňovacími armaturami. Oproti tomu při plošném uložení kopíruje potrubí tvar terénu bez plánovaných výškových a hloubkových bodů. Výhodou je nepotřebnost odvodušňovacích a vyprazdňovacích armatur, popř. vypouštěcích šachet a také nižší náklady na podzemní práce. Kromě toho lze jednodušeji křížovat jiná vedení, což usnadňuje stanovení trasy. Opravy však bývají obtížnější, neboť vypouštění a odvodušňování je bez stavby šachet nákladnější. U výtokového potrubí, které není neustále protékáno, se při příliš nízkém překrytí objevuje v zimě nebezpečí zamrznutí. Proto by měl být přes domovní stanici umožněn minimální průtok (by-pass) – nezávisle na hloubce uložení potrubí, průměru trubek, teplotě v síti, tloušťce izolace apod. [11]

3.2.3. Kladení přes sebe

Zde se nezávisle na potrubním systému do výkopu pokládají trubky s rozpěrkami přes sebe. Výkop pro potrubí je třeba vyhloubit o něco hlubší, avšak zároveň výrazně užší, takže objem podzemních prací se sníží a vytyčení trasy je zjednodušeno. Instalace potrubí přes sebe je hospodárná a smysluplná ve velmi omezených podmínkách (např. v centru měst) nebo v případech, kdy je opětovné zacelení povrchu pozemní komunikace nákladné. V obtížných podmínkách při nestabilitě půdy může však hlubší výkop vyžadovat pažení, které zvyšuje náklady a způsobí tak, že kladení potrubí přes sebe se přes své ostatní výhody stává nevhodným. Přírodní potrubí bývá zpravidla položeno nad zpětným potrubím, neboť je více náchylné k poruchám. [12]

3.2.4. Dálkové potrubí (pipeline)

Při instalaci dálkového potrubí se současně s vyhloubením výkopu svaří dohromady větší počet trubkových tyčí (trubek s krytem z umělých hmot), přezkouší se a dotěsní. Tyto se potom v podobě kompletního potrubí položí do výkopu, který je užší, neboť se do něj nemusí vstupovat ani v něm stavět. Tam, kde se stýkají dvě takto předhotovená potrubí, je rozšířen nebo vyhlouben montážní výkop a obě potrubí se spojí svařením. Výhodami tohoto postupu jsou zrychlený průběh pokládání potrubí (jednodenní výstavba), objem podzemních prací je nižší z důvodu užšího výkopu a není potřebné postranní pažení. Tento postup je zvláště výhodný, pokud jej lze kombinovat s kladením potrubí přes sebe. Předpokladem pro instalaci dálkového potrubí (pipeline) však je, že vedle výkopu je dostatek místa pro montáž trubkových tyčí, že potrubí pokud možno nekřížují žádná cizí vedení a že zemina je tak tuhá a stabilní, že vydrží jeden den bez pažení. Pokud je půda dokonce tak stabilní, že po dobu více dnů neklesá a pažení není z důvodu bezpečnosti práce nutné, potom tato výhoda odpadá. [13]

3.2.5. Jednodenní výstavba

Při takzvané jednodenní výstavbě, která se přednostně vztahuje na složené trubky s krytem z umělých hmot, jsou rozhodující kroky pro položení potrubí (odstranění povrchu pozemní komunikace, vyhloubení výkopů včetně montážních výkopů, instalace potrubí, pokrytí pískem, zahuštění a plnění výkopů) provedeny v průběhu jednoho pracovního dne. Tímto odpadá nákladná a dlouhodobá opatření k odklonu dopravy v úseku stavby. Není nutné použít mnoha provizorních mostů. Akceptování stavby ze strany obyvatel je vzhledem k pouze krátkodobému omezení vyšší a zpravidla

nebývá potřebné ani pažení výkopu. Předpokladem zde je, že hloubka uložení potrubí nepřekročí 1,25 m, výkop zůstává bez pažení jeden den a v jednom kroku lze umístit do výkopu potrubí větší délky (viz dálkové potrubí – pipeline), což znamená, že v této oblasti by neměla ležet žádná křižující vedení. Kromě toho musí být složené trubky s krytem z umělých hmot položeny za studena, neboť výkop je ihned vyplněn. Celkový proces výstavby – počínaje značením průběhu trasy až po zhotovení obrusné vrstvy pozemní komunikace – trvá cca 7 pracovních dnů, což kontrastuje s dříve potřebnými 18-20 dny. Při instalaci flexibilních potrubních systémů je jednodenní výstavba možná při běžném termínovaném plánování, neboť na podzemní práce jsou kladeny nižší nároky a technika pokládání, popř. spojování je jednodušší. Pokud je potrubí kladeno vinutím „z kotouče“, je tak umožněno další urychlení procesu. Toto je užitek obzvláště při instalaci potrubí v plochách zeleně, neboť tak odpadá časově nákladné odstranění povrchu a jeho obnovení. [14]

3.2.6. Volná vedení v budovách

Tento typ instalace potrubí zahrnuje zabudování neizolovaných potrubních vedení ve sklepních prostorách a jejich následnou izolaci minerální vlnou. Podle požadované kvality je opláštění provedeno hliníkem, pozinkovaným plechem nebo PVC. Instalace potrubí je jednoduchá a cenově výhodná, neboť nejsou nutné nákladné stavební práce – zejména podzemní práce. Tento způsob se nabízí především u řadových domů a velkých obytných bloků, kde musí být provedeno pouze proražení zdiva, aby byl dosažen sousední komplex nebo oddíl budov. Použité materiály jsou ve srovnání s jinými potrubními systémy cenově výhodné a může je namontovat téměř každý instalatér topenář. Potřeba času na montáž je nízká, neboť k upevnění trubek se používají standardizované systémy. Narušení prostor a zdiva během montáže se omezuje převážně na sklepní prostory, ostatní veřejné a obytné prostory zůstávají nedotčeny. Lehká přístupnost umožňuje dobrou údržbu. Vzniklé netěsnosti lze objevit vizuálně, nemusí být tedy použity varovné systémy. [15]

3.3. Systémy trubek

3.3.1. Trubky s krytem z umělých hmot

Tento typ je sestaven z vnitřních trubek s ocelovým médiem a z pěnové izolace z polyuretanu. Pro ochranu pěnové izolace se používá vnější plášť z polyethylenu (PE). Při obvyklém provedení potrubí jako spojeného systému tvoří vnitřní trubka, izolační materiál a krycí trubka pláště pevně propojenou funkční jednotku. Dilatace při změnách teplot je zachycována kompenzátory a kompenzačními oblouky typu L-, Z- nebo U-. K tomu se jako alternativa nabízí možnost, pokládat trubku bez roztažení pomocí tepelného nahřátí. V důsledku použití umělých hmot je použití tohoto systému trubek omezeno na teploty < 130°C. Systém složených trubek s kryty z umělých hmot je v současné době nejčastěji instalovaným systémem v SRN. Vyznačuje se relativně nízkými náklady na podzemní práce, neboť montáž je možná také za omezených podmínek a výrobcem je požadována pouze malá hloubka uložení potrubí. Spojování jednotlivých segmentů trubek (obvykle jsou to 6m a 12m dlouhé tyče) a tvarujících segmentů probíhá pomocí svařování. Místa spojů se uzavřou převlečnými objímkami na potrubí z polyethylenu (PE), bezesparově se vyplní pěnou a utěsní smršťovacím manžetovým těsněním. Pro zamezení netěsností je při montáži nutné dbát na vysoký standard provedení. Trasa často probíhá v oblasti veřejných pozemních komunikací. Omezení silničního provozu, která přitom nevyhnutelně vznikají, vyžadují povolení od úřadu Správy a údržby silnic. I zde by měly být pokud možno využity volné nezastavěné plochy, čímž lze zredukovat náklady na obnovení povrchu a tím i celkové náklady na montáž potrubí. Pokud jsou plánování a montáž provedeny vysoce kvalitně, je zajištěna dobrá funkčnost trubek s krytem z umělých hmot. Kontrolu trubek uložených v zemi zabezpečují zpravidla systémy monitorování netěsností, které byly vyvinuty speciálně za tímto

účelem. V každém případě lze monitorovací systém doporučit u průřezů $> DN50$, neboť nezpozorované netěsnosti vedou během krátké doby ke korozi a mohou zapříčinit kompletní výměnu segmentů potrubí. [16]

3.3.2. Dálkové potrubí pro rozvod tepla s médiem ze skelného vlákna nebo polyethylenu

Instalace tohoto typu potrubí je podobná jako u potrubí s krytem z umělých hmot. Vnitřní trubka zde však není vyrobena z oceli, ale z různých druhů umělé hmoty, jako například skelné vlákno (GFK – GlasFaserKunststoffen) nebo z křížově síťovaného polyethylenu (PEX – Kreuzvernetztes Polyethylen). Vnitřní trubka (médiem) a vnější plášť z polyethylenu jsou jako u trubek s krytem z umělých hmot k sobě pevně připojeny pomocí tepelné izolace z tuhé pěny z polyuretanu (PUR). Oproti médiu z oceli je zde výhodou, že plastové trubky jsou odolné vůči korozi. Z tohoto důvodu se většinou neinstalují systémy monitorování netěsností. Maximální přípustná provozní teplota zde obecně činí pouze 95°C . Při speciálním provedení (např. produkty ze skelného vlákna) jsou možné teploty do 130°C , avšak to je možné pouze prostřednictvím redukce maximálních provozních tlaků. Instalace potrubí může probíhat bez kompenzace a bez předpětí v připravených výkopech. Oproti potrubí s krytem z umělých hmot je však při změně směru proudění nutné zachytit tepelný tlak v pevných bodech. To vede ke zvýšeným nákladům podzemní stavby. Trubky a profily (tvarovky) se pevně slepí a místa spoje se izolují. Utěsnění izolace trubek probíhá již u výrobce. Na kvalitu spojek ke spojení instalačních trubek nejsou kladeny žádné zvláštní nároky, neboť vnitřní trubka při nedostatečné izolaci nepodléhá korozi a nízký odpor propustnosti tepla zůstává omezen na oblast spojek. Z tohoto důvodu ani zde nejsou nezbytné nákladné systémy monitorování netěsností. Vnitřní trubka disponuje hydraulicky vhodným součinitelem tření z důvodu své malé drsnosti. To může díky úsporám proudu na provoz čerpadel vést k nižším provozním nákladům. Zda bude možno docílit snížení nákladů v porovnání s potrubím s krytem z umělých hmot, závisí v podstatné míře na průběhu trasy. Četné změny směru v průběhu trasy vyvolávají nutnost použití pevných bodů a zvýší tak náklady. [17]

3.3.3. Flexibilní potrubní systémy

U těchto systémů se jedná o plasticky nebo elasticky ohebné, tepelně izolované trubky pro dálkový rozvod tepla s pláštěm z vlnitého polyethylenu nebo oceli. U takzvaných ohybných trubek tvoří vnitřní médium měkká žíhaná ocelová trubka. Plastické ohýbání trubek za účelem přizpůsobení místním požadavkům probíhá na staveništi v průběhu montáže. V závislosti na jmenovité šířce mohou být dodány dlouhé trubky (do 800m) navinuté na kotouči. U takzvaných dálkových tepelných kabelů se používá vlnité vnitřní médium z ušlechtilé oceli. Tato potrubí se dodávají do max. DN 150 a do maximálního provozního tlaku 16 barů. Zvlnění vnitřní trubky nezabezpečuje pouze flexibilitu potrubí, nýbrž kompenzuje také dilatace způsobené teplem, takže není nutno použít dodatečné stavební dílce, jako např. kompenzační oblouky a kompenzátory. Tepelná izolace trubky je z flexibilní tuhé pěny z polyuretanu (PUR) a lze ji použít při provozních teplotách do 150°C . Kabely dálkové tepelné sítě jsou obzvláště vhodné také pro kladení bez výkopů, a to pomocí výtlačných raket vytěšňujících zeminu nebo vrtání s výplachem. V porovnání s jinými typy spojovaného potrubí zde mohou být výkopy pro potrubí v obou případech užší, neboť v důsledku větší délky a flexibility potrubí není ve výkopech potřebný žádný dodatečný pracovní prostor. Vzhledem k menšímu počtu spojovacích míst může být montáž urychlena a výkopy mohou být rychleji opět zasypány. Flexibilní potrubí je zvláště vhodné na takových místech, kde je prostor pro instalaci značně omezen stavbami,

trasami jiných médií aj. nebo lze očekávat pohyby půdy z důvodu její nižší stability. U krátkých úseků potrubí s nižší jmenovitou šířkou v citlivém terénu (např. vypouštěcí potrubí pro domovní přípojku) lze často přes vyšší náklady za potrubí dosáhnout úspory celkových nákladů při použití flexibilního potrubí. [18]

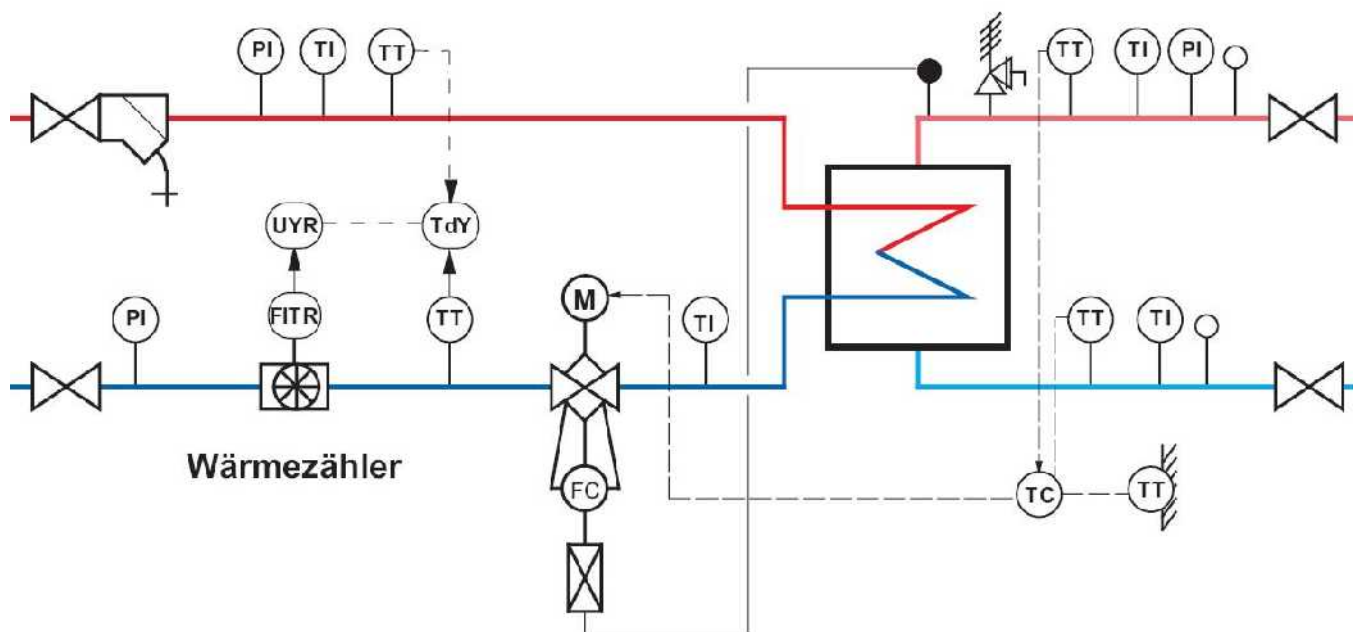
3.3.4. Potrubní systémy s dvojitými trubkami

Tyto systémy mají přívodné a zpětné trubky vloženy do společného pláště (krycí trubky z polyethylenu – PE) a zapěněny. Obě konvenční ocelové trubky jsou spojeny ocelovými můstky a izolovány vrstvou z polyuretanu (PUR). Podélné protažení je vzhledem k příčným můstkům a k vyšší podélné síle tření (větší krycí trubka) nižší než u jednoduchých trubek s krytem z umělých hmot, lze tedy zcela vynechat dilatační vložky a kompenzační opatření. Výkop pro potrubí je užší, tak jako při kladení přes sebe, takže objem vykopané zeminy i povrchová plocha, kterou je třeba obnovit, jsou menší. Kromě toho jsou zde nižší tepelné ztráty než u běžně izolovaného potrubí s krytem z umělých hmot, což odpovídá vyšší izolační třídě. Tyto výhody jsou vyváženy vyššími materiálními náklady; potrubí s dvojitými trubkami je dražší než dvě samostatná potrubí. Až bude tento systém v praxi více rozšířen, lze však očekávat snížení nákladů. Flexibilní trubky s médii z umělých hmot a z kovů jsou při nízké jmenovité šířce často nabízeny v provedení s dvojitými trubkami. Tyto systémy s dvojitými trubkami jsou do DN50 většinou cenově výhodnější než dvě samostatné trubky. V důsledku malé izolace mezi přívodnými a zpětnými trubkami může být problematickým zvýšené předávání tepla z přívodného potrubí na zpětné, pokud je producent tepla odkázán na nízkou odvodnou teplotu (technika výhřevnosti). [3]

4. Domovní přípojky

4.1. Předávací stanice

Armatury, měřicí a regulační zařízení, které každý spotřebitel potřebuje pro odběr části masového proudu z cirkulační vody, se souhrnně označují pojmem stanice pro předávání tepla. Rozlišuje se jejich provedení nepřímé a přímé. Bezchybná funkce stanic pro předávání tepla v síti je nepostradatelná pro fungování lokální distribuce tepla, tyto stanice jsou integrální součástí celého systému. Pro zvýšení bezpečnosti provozu a hospodárnosti lze pokud možno požadovat standardizovaná provedení. Vybavení stanice lze v hrubém členění rozdělit na předávací stanici (ve vlastnictví provozovatele tepelné rozvodné sítě) a na domovní centrálu a domovní vybavení (ve vlastnictví majitele domu). Ve smlouvě o dodávce tepla bývá zpravidla stanoveno, že provozovatel tepelné sítě má jako vlastník přístup k předávací stanici. Často bývá domovní centrála nainstalovaná na společné bázi jako předávací stanice. [1]



Obr.4-1: Stanice pro předávání tepla s dalším členěním [19]

Popis k obrázku:

Lokální tepelná síť, Prívod média, Odvod média, Předávací stanice, Domovní centrála, Domácí zařízení

Provozovatel lokální tepelné sítě:

- 1) Lapač nečistot
- 2) Místní měřiče
- 3) Výměník tepla
- 4) Pojistný ventil
- 5) Spotřebitel (topné okruhy, ohřev vody)
- 6) Stabilizace tlaku

Zákazník

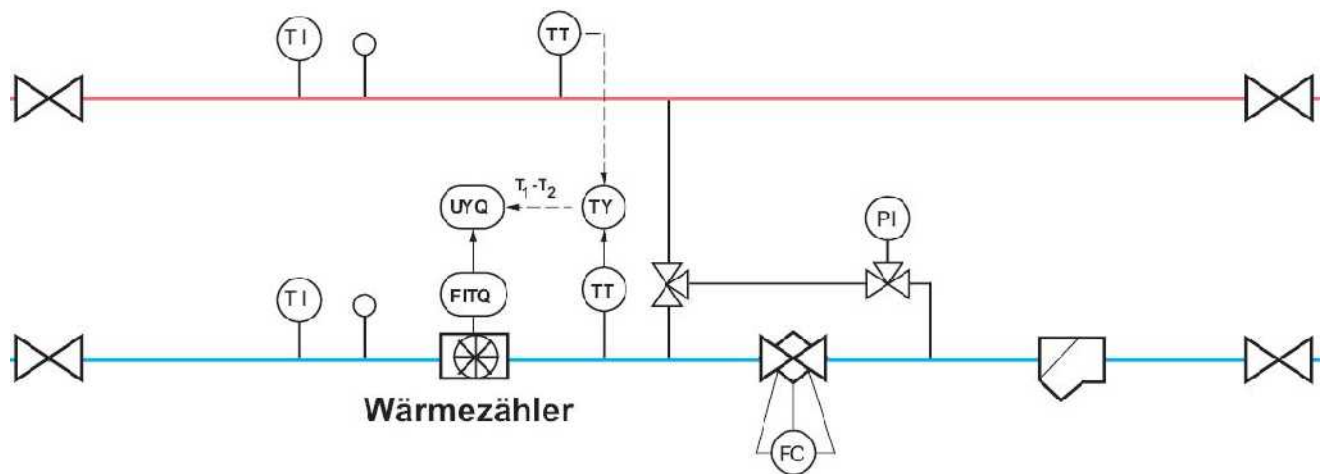
7) Regulační armatury k regulaci výkonu, omezení množství tepla, snížení odvodné teploty

8) Měřič průtoku tepla

Typická majetková hranice

4.2. Nepřímé domovní stanice

Nepřímé domovní stanice disponují tepelným výměníkem, který hydraulicky odděluje sekundární systém nebo topné potrubí od primárního systému. To je vyžadováno zvláště v případech, kdy se v primární síti vyskytují tlaky nad 6 barů nebo velmi vysoké teploty a některá zařízení v sekundárním systému (např. topná tělesa), která na to nejsou dimenzována, musí být chráněna. Z výměníků tepla jsou převážně používány deskové výměníky tepla [1]

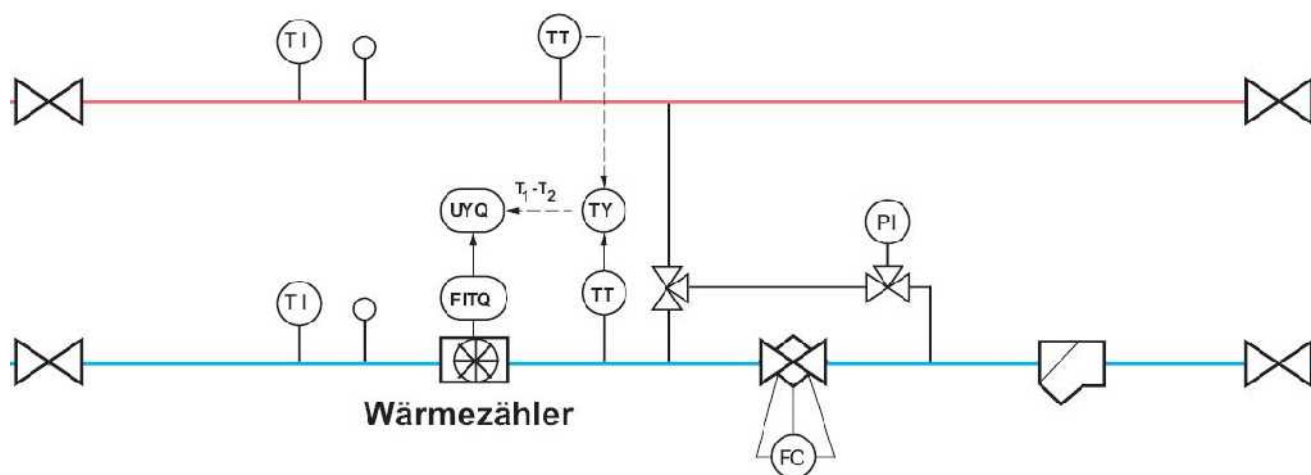


Obr.4-2: Nepřímé stanice pro předávání tepla [4]

Měřič tepla

4.2.1. Přímé domovní přípojky

Přímé domovní přípojky se vyznačují tím, že je lze snadno vybudovat a jsou vzhledem k chybějícímu zásobníku tepla cenově výhodnější. Oběhová voda cirkulující v lokální tepelné síti proudí v tomto případě přes topná tělesa spotřebitele. Neboť je zde oproti nepřímým systémům uspořen přenos tepla, jsou v síti možné nižší teploty, a tím se snižují tepelné ztráty. Dále lze v sekundárním systému upustit od oběhových čerpadel. K individuálnímu přizpůsobení průtokové teplotě potřebné u spotřebitele lze však doporučit přímísení odtékající vody pomocí mísícího čerpadla. Vybavení přímých domovních stanic měřicími a regulačními zařízeními, uzavíracími armaturami v potrubí atd. přiměřeně odpovídá výkladu v textu věnovanému nepřímým stanicím. [1]



Obr.4-3: Přímé stanice pro předávání tepla [4]
Měřič tepla

4.3. Měřicí, řídicí a regulační technika

Cílem regulace je pokrýt kolísající spotřebu energie ze strany zákazníků s co možná nejnižšími náklady (náklady na proud v čerpadlech, náklady na zásobování teplem atd.). Pro stanovení regulační strategie je dále rozhodující, zda má být pomocí dálkového tepla pokryta pouze potřeba tepla k vytápění nebo i potřeba teplé vody. Zpravidla bývá volen kombinovaný způsob, spočívající v regulaci teploty a množství (průtoku). Tento způsob vyrovnává krátkodobé zátěžové špičky prostřednictvím zvýšeného průtoku a dlouhodobé změny ve spotřebě tepla (sezónní kolísání) prostřednictvím změny teploty. Pokud se nepočítá se zásobováním teplou vodou, může teplota v síti v obdobích nízkého zatížení poklesnout až pod 60°C, případně může být mimo topnou sezónu rozvod tepla na dálku zcela pozastaven. Oproti tomu při přípravě teplé vody musí být zajištěna minimální teplota (většinou 70-75°C, v závislosti na zařízení klientů), takže v obdobích nízkého zatížení (léto) je při konstantní teplotě regulován pouze průtok. [20]

4.3.1. Regulace průtoku

Zde zůstává konstantní počáteční teplota a spotřebě je přizpůsoben pouze průtok. Tak lze dosáhnout rychlého regulačního účinku, který slouží ke kompenzaci krátkodobých zátěžových špiček. S rostoucím (klesajícím) průtokem rostou (klesají) také ztráty tlaku a tím i náklady na elektrický proud

v čerpadlech. Rámcové podmínky zde tvoří jednak nutnost dodržení minimálního množství cirkulující horké vody, aby bylo zamezeno ochlazení, dále pak omezení maximálního množství oběhové horké vody výkonem čerpadel a odolností sítě a domácích zařízení proti tlaku. [21]

4.3.2. Regulace teploty

Při regulaci teploty zůstává průtok konstantní a spotřebě je přizpůsobena pouze počáteční teplota. Regulace teploty slouží vzhledem ke svému pomalejšímu regulačnímu účinku pouze ke kompenzaci předvídatelných změn zatížení. Rámcovými podmínkami, které je nutno dodržet, jsou maximální počáteční teplota výrobce tepla, sítě a domovních stanic, jakož i minimální teplota k přípravě teplé vody, pokud je ohřev vody prováděn. [22]

4.4. Bezpečnostní zařízení

Hlavní význam bezpečnostních technických norem spočívá v zajištění toho, že nebude překročena přípustná teplota a přípustný tlak. Je třeba dbát na to, že při zásobování teplem pro ohřev místností jsou nutná odpovídající bezpečnostní zařízení od počáteční teploty v síti 120°C, zatímco při ohřevu vody jsou nutné typově přezkoušené regulátory teploty, pokud teplota topného média překročí 100°C, a od 110°C musejí být nainstalovány bezpečnostní regulátory teploty. Přímé přípojky vyžadují zajištění tlaku pouze tehdy, když je maximální tlak v síti vyšší než přípustný tlak v domácích zařízeních. Pak se zajištění tlaku provádí pomocí pojistného ventilu nebo pojistného přepouštěcího ventilu, a to zejména v kombinaci s pojistným uzavíracím ventilem. Při nepřímém připojení je sice v každém případě předepsán pojistný ventil, ten může být však s přihlédnutím k odpovídajícím normám dimenzován na nízký objem průtoku (např. 1 l/h na kW jmenovitého tepelného výkonu). Nákladnější bývá zajištění teploty, které je nutné tehdy, když je počáteční teplota v síti vyšší než přípustná teplota v domácích zařízeních. Při zajištění teploty je třeba rozlišovat mezi zásobováním teplem pro vytápění místností a pro ohřev vody. Zatímco při vytápění jsou odpovídající bezpečnostní zařízení nutná až od počáteční teploty v síti 120°C, musejí být při ohřevu vody nainstalovány takzvané typově přezkoušené regulátory teploty, pokud teplota topného média překročí 100°C, a od 110°C bezpečnostní regulátory teploty. [23]

4.5. Vytápění

Na domácí zařízení (topná tělesa) nemá vliv počáteční teplota v dálkové tepelné síti, neboť je většinou vyšší než počáteční teplota v domácích zařízeních. Oproti tomu snížení teploty odtékající vody vede k nižším průměrným teplotám v topném tělese a tím ke snížení výkonu, tj. pro přenos určitého tepelného výkonu jsou potřebná větší topná tělesa. Tepelný výkon topného tělesa je závislý na střední teplotě topného tělesa. Oproti dříve obvyklému dimenzování topných zařízení na 90/70 °C pro počáteční, popř. zpětnou teplotu, musí být při rozvodu tepla v dálkové síti dosaženo podstatně většího rozpětí. Tím je však dále redukována střední teplota topného tělesa. Aby byla vyrovnána tato redukce, musejí být zvětšena topná tělesa, aby dále zabezpečovala potřebné teplo pro vytápění místností. Čím je nižší počáteční teplota a čím je vyšší rozpětí mezi teplotami, tím více je snížen výkon topného tělesa (cca o 62% méně u 60/40°C). V praxi se však lze zvětšení výhřevných ploch většinou vyhnout, neboť větší část zařízení disponuje u výhřevné plochy rezervami, které vznikly z důvodu naddimenzování. Tak mnohé analýzy existujících topných systémů udávají výši faktoru naddimenzování v průměru od

1,3 do 1,6 v porovnání s výpočty. Pro zjištění tohoto potenciálu je ale nutné přesné místní šetření, neboť při těchto šetřeních byla nalezena také topná tělesa, která byla až na 50% poddimenzována. [24]

4.6. Ohřev vody

4.6.1. Průtokový systém

V průtokových systémech je pitná voda ohřívána přímo v momentu spotřeby pomocí deskového výměníku tepla. Tím je požadován relativně velký výkon, který se však při připojení většího počtu spotřebitelů sníží z důvodu současné spotřeby. Ohřev vody lze provádět také dvoustupňově, přičemž v prvním stupni se používá k přehřátí voda odváděná zpět. V primárně zapojeném dohřívacím tepelném výměníku pak následuje dohřev. U průtokového systému je nutno dbát na dobrou regulaci. Výhodou principu průtokového systému je hygienicky nezávadná příprava pitné vody, dobré ochlazení vody odváděné v dálkové síti, nízké prostorové požadavky, jakož i nízké investiční náklady. [25]

4.6.2. Systém se zásobníkem

Výhoda tohoto systému spočívá v nízkém přípojném výkonu, neboť pitná voda je před odběrem ohřívána pomocí relativně malého topného výkonu v zásobníku pro ohřev vody. Tím je v krátkém čase k dispozici velké množství ohřáté pitné vody, jejíž teplota je relativně konstantní i při kolísajícím odběru. Jako nevýhodné lze uvést velké prostorové požadavky a zhoršující se ochlazování vody v dálkové síti v průběhu procesu dohřevu vody v zásobníku, na jehož konci se teplota odtékající vody dokonce zvýší až na teplotu v zásobníku. Mimo to systém se zásobníkem vyžaduje vyšší investice než průtokový systém, neboť navýšení nákladů na větší výměník tepla je podstatně nižší než na zásobník. U tohoto systému může také dojít k problémům s hygienou pitné vody, neboť ve spodní části zásobníku se může vzhledem k jeho konstrukci vyskytovat oblast se středním teplotním gradientem, kde se dobře množí legionely. [26]

4.6.3. Akumulační systém s dohřevem

Zde se jedná o kombinaci dvou systémů, kdy jsou zapojeny průtokový ohříváč vody se zásobníkem přes regulační spojku a akumulační čerpadlo. Tepelný výměník pokrývá pouze průměrnou spotřebu teplé vody. Spotřební špičky bývají dodatečně pokryty zásobníkem, který je pak opět v dobách nižší spotřeby naplněn vodou ohřátou v tepelném výměníku. Tato souhra vyžaduje optimální dimenzování tepelného výměníku a zásobníku a rovněž ve srovnání s průtokovým systémem zvýšené náklady na regulační techniku zásobníku. V pásmech se středním teplotním gradientem může i zde dojít k problémům s hygienou teplé vody. [27]

5. Seznam literatury

- [28] FNR, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.): LEITFADEN BIOENERGIE, Gülzow (2000)
- [29] Hartmann (Hrsg.), H.: HANDBUCH BIOENERGIE-KLEINANLAGEN, tangram documents, Bentwisch (2003)
- [30] Dötsch, C., J. Taschenberger, I. Schönberg,: Leitfaden Nahwärme, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart (1998)
- [31] Fernwärme Wien: Alles auf einen Blick, theMediaSheet, Wien (2000)