

Otopné soustavy

Otopná soustava je takové zařízení objektu, které obsahuje zdroj tepla, zabezpečovací zařízení, potrubní síť, otopná tělesa, armatury apod.

Otopné soustavy rozdělujeme podle:

a) Teplonosné látky na

- parní soustavy
- vodní soustavy
- teplovzdušné soustavy

b) Tlaku teplonosné látky na

- podtlakové (do absolutního tlaku 100 kPa)
- nízkotlaké (do 150 kPa)
- středotlaké (od 150 do 900 kPa)
- vysokotlaké (od 900 kPa)

c) Teploty teplonosné látky na

- nízkoteplotní (do 65 °C)
- teplovodní (do 110 °C)
- horkovodní (od 110 °C)

d) Sdílení tepla na

- převážně konvekční
- převážně sálavé

e) Počtu trubek

- jednotrubkové
 - bez obtoků těles
 - s obtoky těles
- dvoutrubkové
 - protiproudé
 - souproudé
- vícetrubkové

f) Umístění rozvodu teplonosné látky

- s horním rozvodem
- se spodním rozvodem

g) Oběhu teplonosné látky

- s přirozeným oběhem (samotížné)
- s nuceným oběhem

h) Rozvodu k otopným tělesům

- vertikální
- horizontální

ch) Spojení soustavy s atmosférou

- teplovodní otopné soustavy otevřené - pracovní teplota do 95 °C
- teplovodní otopné soustavy uzavřené (tlakové) - pracovní teplota do 110 °C.

Oběh vody v teplovodních soustavách je buď přirozený, nebo nucený. Přirozený oběh vzniká na základě rozdílných hustot vratné (studené) a přívodní (teplé) otopné vody. Nucený oběh je vyvolán dopravním tlakem oběhového teplovodního čerpadla.

K výhodám přirozeného oběhu patří nezávislost na dodávce elektrické energie a k výhodám nuceného oběhu zase zajištění lepších hydraulických a teplotních parametrů, dobrá regulace a měření spotřeby tepla, jakož i urychlení zátoku i nesporná úspora materiálu.

K nevýhodám přirozeného oběhu patří omezené možnosti napojení nepříznivě umístěných těles, velká tepelná setrvačnost, velké průměry potrubí, nemožné použití vhodných regulačních prvků. Nevýhodou nuceného oběhu je závislost provozu na dodávce elektrické energie.

Otopné soustavy s přirozeným oběhem vody

Soustava pracuje na principu rozdílné hustoty topné a vratné vody. Voda ve vratném potrubí má vyšší hustotu, takže ze strany vratné vody je v kotli vyšší hydrostatický tlak než ze strany vody přívodní. Přetlak způsobí pohyb vody v okruhu kotel-otopné těleso-kotel a tak dochází k přirozenému oběhu vody. Větší výškový rozdíl zajišťuje dostatečný rozdíl hydrostatických tlaků v okruhu a malá půdorysná rozlehlost znamená menší tlakové ztráty v jednotlivých okruzích.

Zdroj tepla je umístěn vždy v nejnižším podlaží pod otopnými tělesy. Potrubní síť pro rozvod otopné vody je většinou dvoutrubková a podle umístění hlavního horizontálního přívodního topného potrubí rozlišujeme soustavu se spodním rozvodem a soustavu s horním rozvodem. Podle použitého pojistného zařízení může být soustava otevřená nebo uzavřená. Jmenovitý teplotní spád se z důvodů dostatečného vztlaku volí 90/70 °C.

Tyto soustavy se navrhují pro menší objekty s většími výškovými rozdíly mezi otopnými tělesy a zdrojem tepla, jako např. pro rodinné domky a menší bytové budovy. Používá se především u kotlen na tuhá paliva. Hlavní výhodou je, že přirozený oběh není závislý na dodávce elektrické energie pro pohon čerpadla. To má velký význam u kotlů na tuhá paliva, které tak mají zajištěn trvalý odběr tepla.

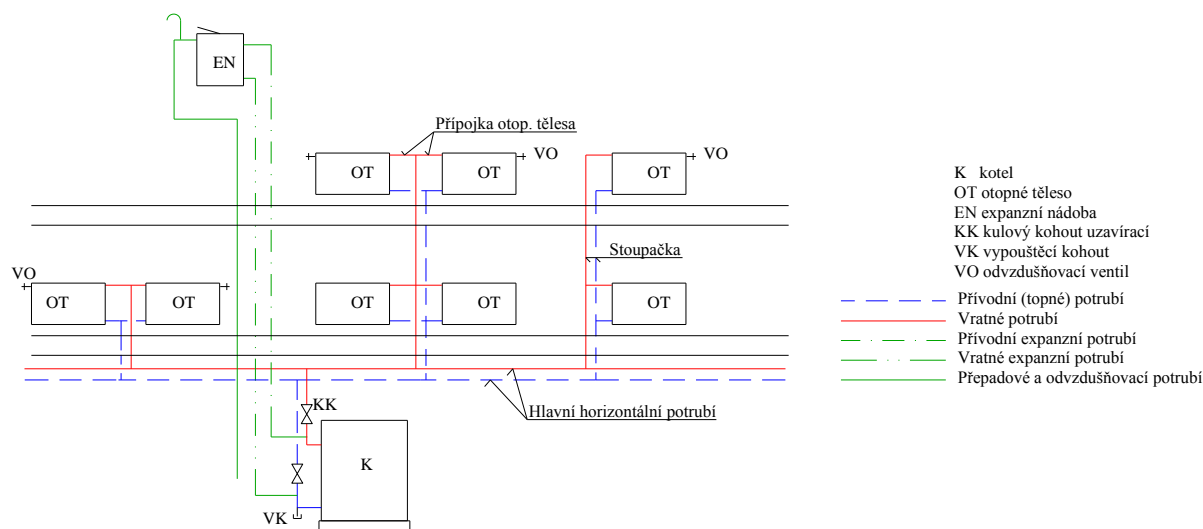
Nevýhodou těchto soustav je poměrně malý provozní tlak. To znamená, že při návrhu vychází větší průměry potrubí, armatury se volí s malou tlakovou ztrátou a tělesa musí být umístěna nad kotlem.

Dvoutrubková otopná soustava se spodním rozvodem a přirozeným oběhem vody

Příklad soustavy s přirozeným oběhem, s dvoutrubkovým rozvodem potrubí o otevřenou expanzní nádobou je znázorněn na obr. 1.

Dvoutrubkové zapojení otopných těles znamená, že přívodní voda k jednotlivým tělesům je vedena samostatným potrubím a rovněž vratná voda z těles je odváděna samostatným potrubím. Voda se ohřívá v kotli a vede se horizontálním přívodním potrubím k vertikálním rozvodům - stoupačkám. Horizontální rozvodné potrubí je zavěšeno pod stropem nejnižšího podlaží. Ke stoupačkám jsou pak připojena v jednotlivých podlažích otopná tělesa krátkými přípojkami. Po ochlazení v otopných tělesech se voda vrací vratnými stoupačkami a

horizontálním vratným potrubím zpět ke kotli. Pojistné přívodní a vratné potrubí spojuje kotel s otevřenou expanzní nádobou umístěnou nad nejvyšším bodem otopné soustavy.



Obr. 1 Dvoutrubková vertikální otopná soustava se spodním rozvodem a přirozeným oběhem vody a otevřenou expanzní nádobou

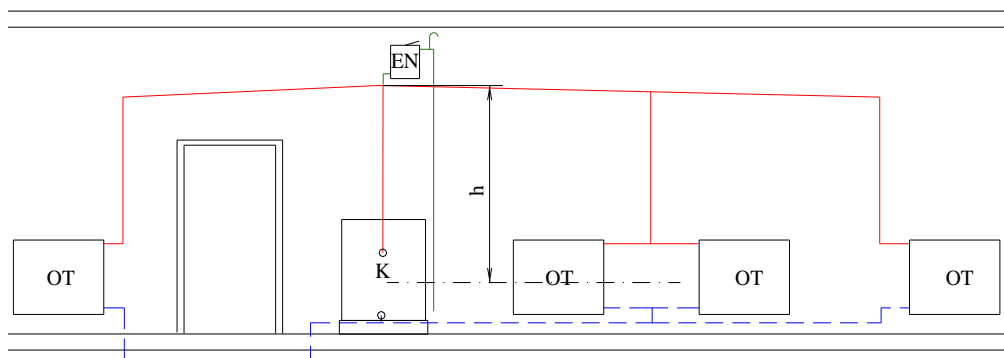
Soustava je zabezpečena otevřenou expanzní nádobou a jde tak o otevřenou soustavu s pracovní teplotou do 95 °C. Aby se umožnilo odvzdušnění celé soustavy, vede se horizontální potrubí a přípojky otopných těles s mírným stoupáním (3 až 5 ‰). Soustava se nejčastěji odvzdušňuje přes tělesa umístěná v nejvyšší podlaží.

Dvoutrubková otopná soustava s horním rozvodem a přirozeným oběhem vody

Hlavní horizontální přívodní potrubí je většinou vedeno v půdním prostoru nebo pod stropem nejvyššího podlaží a vratné je vedeno pod tělesy nebo v kanálech. Toto řešení je výhodné v tom, že je dosaženo většího účinného vztlaku než u předchozího typu soustavy a uvedení do chodu je rychlejší. Nevýhodou jsou větší tepelné ztráty v horním přívodním potrubí a nebezpečí zamrznutí. Proto se potrubí více tepelně izoluje. Soustava s horním rozvodem je složitější, a proto také dražší než soustava se spodním rozvodem. Do této skupiny patří tzv. etážové soustavy.

Etážová (jednopodlažní) dvoutrubková otopná soustava s přirozeným oběhem vody

Používá se hlavně pro vytápění několika místností jednoho bytu. Kotel je umístěn přímo v jedné místnosti bytu. Osy otopných těles jsou přibližně ve stejné výši jako osa kotle, nebo jen o málo výš. Pro návrh průměrů potrubí je nejdůležitější hodnota výšky h , která určuje účinný tlak soustavy (obr. 2). Abychom dosáhli co možná největší účinný vztlak nesmí se horizontální přívodní potrubí izolovat. U etážových soustav se izoluje pouze hlavní svislé přívodní potrubí a horizontální vratné potrubí, které je vedeno těsně nad podlahou nebo i v drážce v podlaze. Nejčastěji se však potrubí etážových otopných soustav neizoluje vůbec.



Obr. 2 Etážová otopná soustava s přirozeným oběhem vody

Protože je účinný vztlak u etážového vytápění malý, umísťují se otopná tělesa co nejbližší ke kotli a to i na vnitřní stěny, ačkoli je to vzhledem ke sdílení tepla do vytápěného prostoru zcela nevhodné. K nejvyššímu místu rozvodu je připojena expanzní nádoba a v nejnižším místě rozvodu je umístěn vypouštěcí kohout. Přirozený oběh etážového vytápění se používá především u soustav s kotli na tuhá paliva. Tepelný příkon etážového vytápění zpravidla nepřesahuje 20 kW.

Otopné soustavy s nuceným oběhem vody

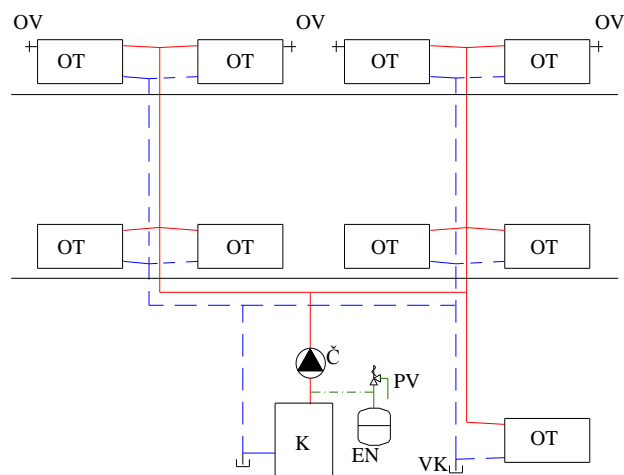
Nejrozšířenější jsou soustavy uzavřené tzv. tlakové, s nuceným oběhem. U budov s větším tepelným příkonem, u budov půdorysně rozlehlých a u budov s komplikovanějšími potrubními sítěmi je nutno navrhnout nucený oběh. Nucený oběh, tedy oběh pomocí oběhového čerpadla, je schopen překonat mnohonásobně větší tlakové ztráty. Oběhová čerpadla se umísťují nejčastěji v přívodním potrubí.

Otopná soustava otevřená se již nepoužívá a jednoznačně se dává přednost soustavě uzavřené s tlakovou expanzní nádobou s membránou nebo s vakem. Potrubí se volí ocelové, měděné nebo plastové, přičemž každé má své nevýhody a výhody plynoucí z použitého materiálu. U soustav s nuceným oběhem lze také navrhnout vhodnou regulaci vytápění, která u přirozeného systému není možná.

Otopné soustavy s nuceným oběhem mohou být dvoutrubkové nebo jednotrubkové, se spodním či horním rozvodem. U jednotrubkových otopných soustav rozlišujeme soustavy *vertikální* (dále jen JVOS) a *horizontální* (JHOS).

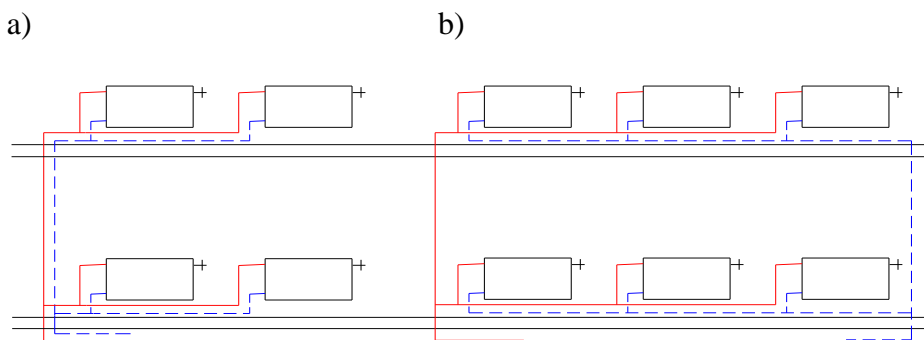
Dvoutrubkové otopné soustavy se spodním rozvodem a nuceným oběhem vody

Na obr. 3 je znázorněno schéma dvoutrubkové soustavy se spodním rozvodem, napojené na kotel s nuceným oběhem vody. Soustava je řešena jako uzavřená a je zabezpečena tlakovou expanzní nádobou s membránou (EN). Tato expanzní nádoba zajišťuje vyplnění celé soustavy vodou s požadovaným přetlakem a zároveň vyrovnává změny objemu vody v soustavě. Proti nepřijatelnému překročení tlaku v soustavě je do soustavy instalován pojistný ventil (PV). Celá otopná soustava je odvzdušněna pomocí odvzdušňovacích ventilů na nejvýše položených otopných tělesech a vypouštěna pomocí vypouštěcích kohoutů na nejnižších místech soustavy (u kotle a na stoupačkách).



Obr. 3 Dvoutrubková otopná soustava se spodním rozvodem a nuceným oběhem vody

U otopných soustav s nuceným oběhem lze projektovat rovněž podružný horizontální rozvod k otopným tělesům umístěným ve větší vzdálenosti od stoupaček a to jak protiproudý tak souproudý (Tichelmann). Schémata těchto zapojení znázorňuje obr. 4.



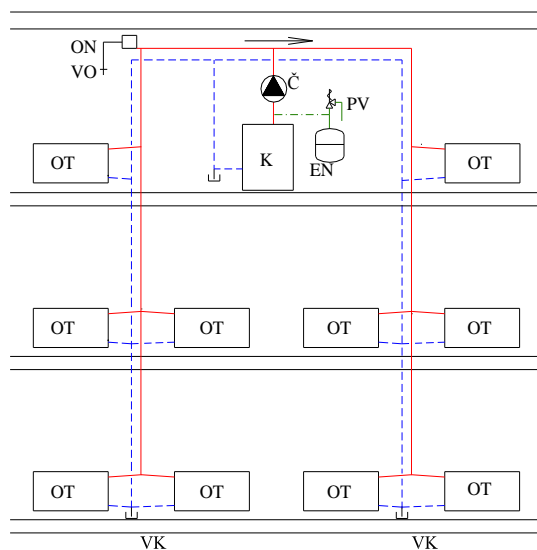
Obr. 4 Dvoutrubkové zapojení otopných těles s horizontálním rozvodem k tělesům
Legenda: a) protiproudé zapojení; b) souproudé zapojení (Tichelmannovo);

Dvoutrubkové otopné soustavy s horním rozvodem a nuceným oběhem vody

Přívodní i vratné potrubí je vedeno pod stropem nejvyššího podlaží nebo v půdním prostoru (musí být důkladně izolováno). Tato řešení je vhodné převážně v objektech, kde je zdroj tepla umístěn v horním podlaží nebo na půdě (obr. 5). Odvzdušnění je provedeno centrálně v nejvyšším místě rozvodů potrubí pomocí odvzdušňovací nádoby (ON) a odvzdušňovacího ventilu (VO), na otopných tělesech nemusí být ventily instalovány. Vypouštění se provádí vypouštěcími ventily v nejnižších místech stoupaček. Ostatní zařízení je stejné jako při soustavě se spodním rozvodem.

Výhodou soustav s nuceným oběhem je to, že průměry potrubí vycházejí menší, lze volit vyšší rychlosti proudění. Zvýšené tlakové ztráty překonává oběhové teplovodní čerpadlo (Č). Tím se snižují náklady na použitý materiál a zlepši se i vzhled nezakrytých částí potrubní sítě. Otopná tělesa se mohou umístit do stejné výšky jako zdroj tepla nebo pod něj. Nucený oběh nám poskytuje rovněž rozsáhlé možnosti regulace a rychlý zátop.

Nevýhodou těchto soustav je to, že provoz je závislý na dodávce elektrické energie a že soustava je provozně nákladnější.



Obr. 5 Dvoutrubková otopná soustava s horním rozvodem a nuceným oběhem vody

Etážové dvoutrubkové otopné soustavy nuceným oběhem vody

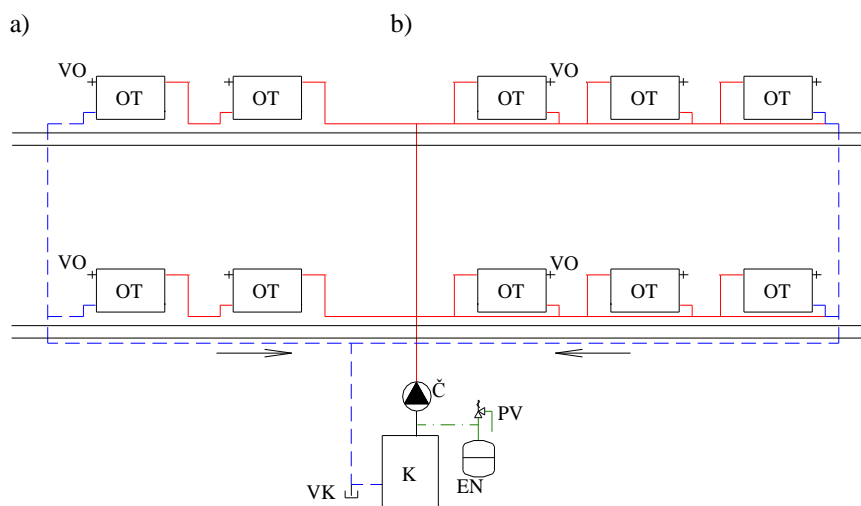
V dnešní době je etážové vytápění s nuceným oběhem vody moderním a komfortním zařízením pro soustavy s kotli převážně na plynná paliva a s elektrokotli. Přednost se dává použití nástěnných kotlů, které minimalizují prostor potřebný pro zdroj tepla. Tyto kotle již většinou obsahují tlakovou expanzní nádobu, pojistný ventil a oběhové teplovodní čerpadlo. Používají se hlavně maloobjemová otopná tělesa, která zmenší celkový vodní objem soustavy a umožní tak rychlou odezvu soustavy na regulační zásah (desková otopná tělesa). Automatická regulace zajišťuje hospodárnost provozu a snižuje nároky na obsluhu. Regulace probíhá v závislosti na venkovní teplotě (ekvitermně), nebo na teplotě vzduchu ve vytápěných místnostech.

Rozvodné potrubí vychází z výpočtů o malých průměrech, čímž otopná soustava nenarušuje vzhled interiéru. Přívodní i vratné potrubí je vedeno buď pod tělesy nad podlahou volně nebo zakryté ozdobnou lištou, nebo v podlaze. Odvzdušnění se provádí pomocí odvzdušňovacích ventilů na nejvyšším místě soustavy (obvykle na otopných tělesech), vypouštění na nejnižších místech.

Jednotrubkové otopné soustavy horizontální

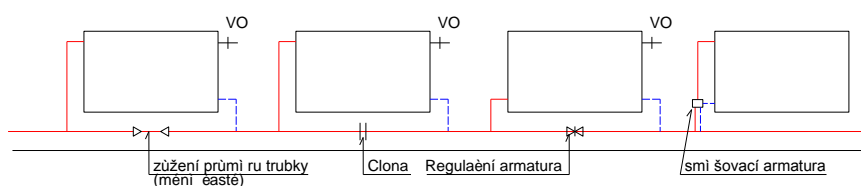
Tento typ soustavy se navrhuje převážně pro rozlehlé budovy s menším počtem podlaží (do 4). Nejjednodušším a nejlevnějším provedením je jednotrubková otopná soustava s otopnými tělesy zapojenými průtočně za sebou (obr. 6a). Otopná voda postupně protéká přes všechna tělesa. Nevýhodou je nemožnost místní regulace na otopném tělese. Teplota vody se snižuje s každým protékaným tělesem, a tak se při požadovaném stejném tepelném výkonu otopného tělesa musí zvětšovat jeho přestupní plocha. Při výpočtu soustav se většinou volí celkový teplotní spád obvykle 10 K.

Zlepšení JOS přineslo řazení těles paralelně s obtokem (obr. 6b) a rovněž připojení regulačních armatur. Tím se umožnila místní regulace otopného tělesa.



Obr. 6 Jednotrubková otopná soustava horizontální a) průtočná, b) se zkratem

V úseku obtoku pod tělesem se podle potřeby používá zúžení trubky, škrtkící clona, směšovací anebo regulační armatura. Každým otopným tělesem zapojeným systémem se zkratem protéká část vody a zbytek protéká zkratem pod otopným tělesem.



Obr. 7 Jednotrubková soustava s prvky ve zkratu

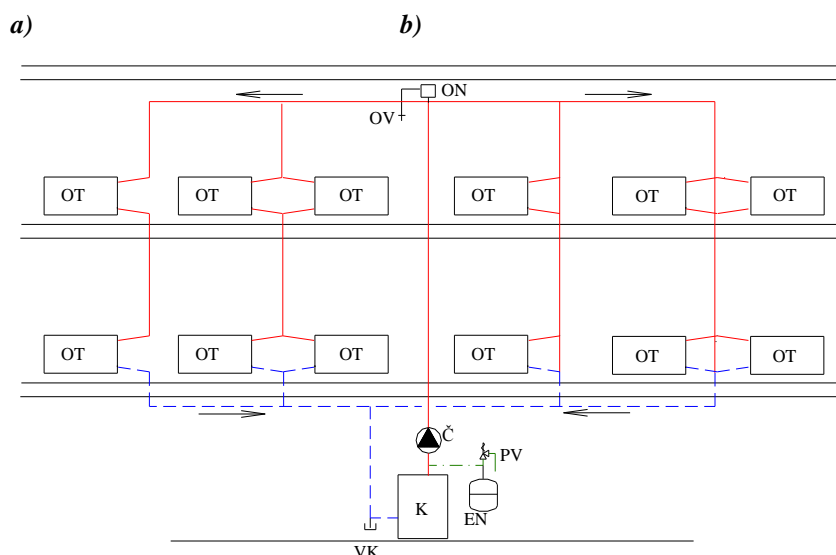
V místě spojení zpětného potrubí od tělesa a obtoku dochází ke směšování dvou proudů vody o různé teplotě a tak k poklesu teploty. Následující otopné těleso pracuje za hydraulicky stejných podmínek, ale s nižší teplotou topné vody. Vstupní teplota se tedy postupně těleso od tělesa snižuje, takže předepsaný teplotní spád se musí těleso od tělesa zohlednit velikostí přestupní plochy otopného tělesa.

Výhodou jednotrubkové horizontální soustavy je minimální počet vertikálních rozvodů - stoupaček, čímž odpadají četné prostupy stropními konstrukcemi a je možné použít zónovou regulaci a uzavírání soustavy po patrech či okruzích.

Nevýhodou je to, že střední teplota otopného tělesa ve směru proudění okruhem neustále klesá, čímž klesá měrný výkon otopného tělesa a otopnou plochu je třeba zvětšovat. Je nutné odvzdušňovat každé otopné těleso. Jednotrubkové otopné soustavy obecně vyžadují složitý způsob navrhování.

Jednotrubková otopné soustavy vertikální

Tento druh otopné soustavy je vhodný pouze pro vysoké domy. Soustava se provádí nejčastěji s horním rozvodem. Tělesa jsou na vertikální rozvod topné vody napojena buď průtočně pod sebou nebo se zkratem, tak jako u předchozí soustavy. I v tomto případě se do zkratu pro zlepšení regulace průtoku topné vody tělesem instalují regulační prvky (zúžení trubky, škrtkící clona, regulační armatura). Nevýhody jednotlivých zapojení viz. výše.



Obr. 8 Jednotrubková otopná soustava vertikální a) průtočná, b) se zkratem

Navrhování potrubních sítí teplovodních otopných soustav

Umístění ležatého rozvodu

Podle umístění ležatého rozvodu vzhledem k tělesům rozlišujeme soustavy s dolním rozvodem, s horním rozvodem a s kombinovaným rozvodem.

V soustavách s dolním rozvodem je rozvod veden v nejnižším podlaží pod stropem nebo v kanálu v podlaze a na něj jsou napojeny stoupačky. Tento způsob vedení je nejčastěji používán u podsklepených budov se zdrojem tepla umístěným v nejnižším podlaží (obr. 3).

Pokud objekt není podsklepen a v nejnižším podlaží není možné např. z dispozičních důvodů vést ležaté rozvody, je možné použít soustavu s horním rozvodem, kde je tento rozvod uložen např. v půdním prostoru (obr. 5). Stejně tak můžeme o použití této soustavy uvažovat, je-li zdroj tepla umístěn v nejvyšším podlaží nebo v půdním prostoru (obr. 5). Systém s horním rozvodem sebou přináší mnoho komplikací zvláště u budov s plochou střechou bez technického podlaží a tak je jeho použití v těchto budovách spíše výjimkou.

Soustavy s kombinovaným horním nebo dolním rozvodem (název určuje, kde je vedeno přívodní horizontální potrubí), jsou kombinací výše uvedených způsobů zapojení. Používá se jich spíše výjimečně v těch budovách, kde je možné vést ležaté rozvody jak v nejnižším tak v nejvyšším podlaží např. u vertikální jednotrubkové soustavy. Příkladem tohoto způsobu vedení ležatého rozvodu je i dvoutrubková etážová soustava s přirozeným oběhem, kde je přívodní potrubí vedeno pod stropem a vratné při podlaze (obr. 2).

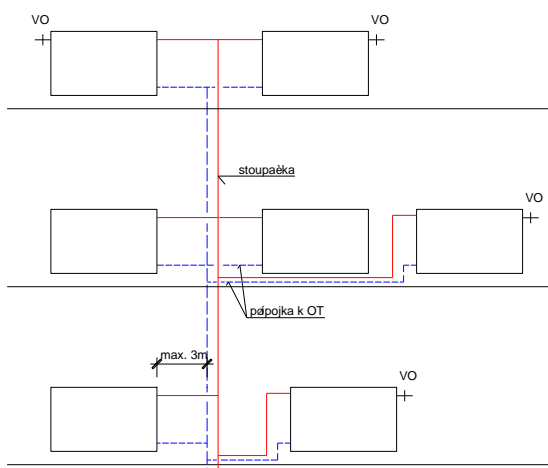
Způsob vedení přípojek k otopným tělesům

Podle způsobu vedení rozvodu, na který jsou napojeny přípojky otopných těles, rozlišujeme soustavy horizontální, vertikální a hvězdicové.

Vertikální soustava

U klasických vertikálních soustav jsou otopná tělesa napojena přímo na stoupačky a v jednotlivých podlažích jsou vedeny pouze krátké horizontální přípojky k otopným tělesům (obr. 9).

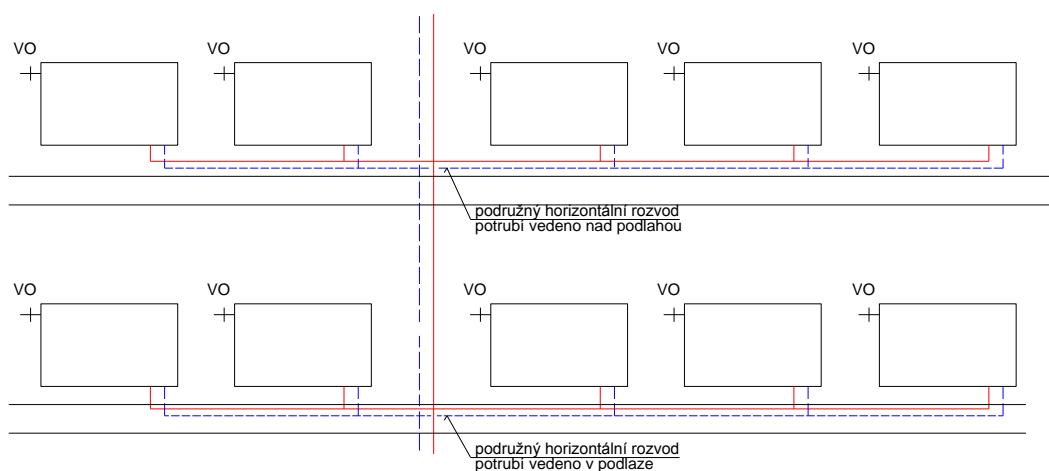
Obr. 9 Vertikální soustava



Horizontální soustava

Horizontální soustava se vyznačuje minimálním počtem stoupaček. Na ně jsou napojeny okruhy podružných horizontálních rozvodů. Otopná tělesa jsou napojena na horizontálně vedené potrubí krátkými vertikálními přípojkami (obr. 10).

U této varianty je vhodné i z estetického hlediska používat otopná tělesa se spodním (pravým, levým nebo středním) připojením.



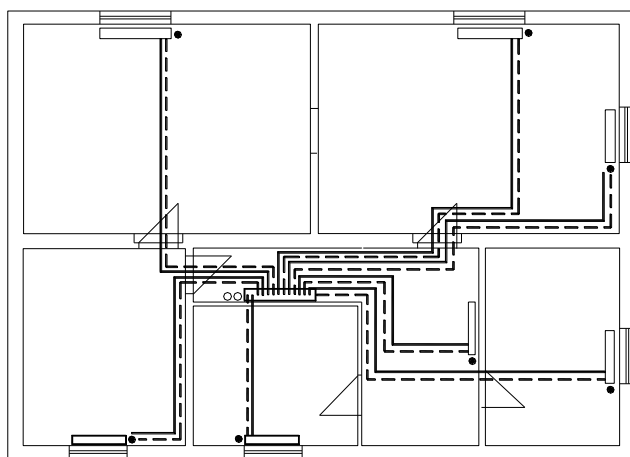
Obr. 10 Horizontální soustava

Zvláštním případem horizontální otopné soustavy je etážová soustava, kde zdroj tepla, rozvod i otopná tělesa jsou umístěna v jednom podlaží.

Hvězdicová soustava

Vzhledem k tomu, že se v poslední době stále častěji používají na rozvody ústředního vytápění trubky z plastů, používají se i nové způsoby napojování otopných těles přípojkami, které jsou uloženy ve vyrovnávací betonové vrstvě podlahy nebo v tepelné izolaci podlahy.

Jedná o speciální druh vertikální dvoutrubkové soustavy s omezeným počtem stoupaček a velmi dlouhými přípojkami otopných těles. Nazýváme je hvězdicová soustava (obr. 11). Na vhodném místě uprostřed dispozice budovy nebo části budovy je umístěna stoupačka, na



ktehou je v každém podlaží napojen patrový (podlažní) rozdělovač a sběrač topné vody se samostatnými vývody pro napojením jednotlivých otopných těles. Tato soustava je speciálně konstruována pro použití plastových rozvodů. Přípojky k tělesům jsou provedeny z jednoho kusu potrubí, které je uloženo v ochranné trubce a které lze v případě poruchy vyměnit bez nutnosti porušení podlahy.

Obr. 11 Hvězdicová soustava

U tohoto typu rozvodů lze na jeden vývod z patrového rozdělovače napojit i více otopných těles. Počet je dán výkonem těles a velikostí navržené trubky. U této varianty je potrubí vedeno v podlaze bez ochranných trubek a předchozí výhoda tím odpadá.

Materiál rozvodů

Pro rozvody ústředního vytápění se nejčastěji používají trubky ocelové, měděné anebo plastové. Výběr materiálu se řídí specifickými vlastnostmi těchto materiálů a požadavky na navrhovanou otopnou soustavu. Ocelové a měděné potrubí ze ponechat na povrchu stavebních konstrukcí. Plastové potrubí je však nutné opatřit ochranou proti mechanickému poškození a proto je vhodnější je ukládat do konstrukce. Další důležitou vlastností materiálů je teplotní délková roztažnost.

Potrubí z oceli

Tradičním materiálem, který se používá již dlouhá léta, je ocelové potrubí třídy 11.353.0. Do DN 50 jsou používány trubky ocelové závitové běžné dle ČSN 42 5710 resp. DIN 2440. Pro větší průměry se užívá hladkých bezešvých trubek dle ČSN 42 5715. Ocelové potrubí se spojuje svařováním elektrickým obloukem nebo plamenem. Po montáži musí být potrubí opatřeno ochranným základním nátěrem.

Pro rozvody v betonové vrstvě podlahy se používají tenkostěnné ocelové trubky s plastovým opláštěním.

Potrubí z mědi

Pro rozvody ústředního vytápění se používají trubky měděné měkké, poloměkké a tvrdé. Chemické složení trubek určuje DIN 1787, rovněž mechanické vlastnosti určují DIN 1785, DIN 8905 a DIN 1761. Měděné trubky měkké se dodávají ve svitcích, polotvrdé a tvrdé v rovné délce 5 m. Měď má velkou pevnost, což umožňuje používat potrubí s malou

tloušťkou stěn. Měděné potrubí se při montáži spojuje pájením a svařováním. Měkké pájení se používá pro rozvody teplovodní otopné soustavy vyjma podlahového vytápění. Tvrdé pájky se používají pro rozvody podlahového vytápění. Další možností je použití lisovaných spojů.

Proti ocelovému potrubí má tu přednost, že odolává korozi. Intenzita atmosférické koroze měděných trubek je ve srovnání s trubkami ocelovými nepatrná. Podléhají však tzv. chemické korozi při styku s některými materiály. To znamená, že potrubí vedené v omítce nebo maltě je zapotřebí potrubí chránit.

Vnitřní plochy stěn jsou hladší než u trubek ocelových a tak i tlakové ztráty při proudění teplotnosné látky v soustavě jsou u měděných trubek menší.

Při montáži je rovněž důležité věnovat pozornost tepelné roztažnosti. Tepelná roztažnost měděných trubek je o 40 % větší, než je tomu u trubek ocelových, avšak je několikanásobně menší než u trubek z plastů. Potrubí, které je vedeno pod omítkou má být izolováno a u kolen či odbočení se přidává více izolace než u rovné trubky. Při průchodu stěnou či stropem je vhodné průchod řešit pomocí ochranné trubky většího průměru.

Potrubí z plastů

Náš trh se v současnosti plní nabídkou nejrozličnějších materiálů od tuzemských i zahraničních výrobců. Pouze některé plasty je však možné a vhodné na části otopných soustav použít. Mezi plasty, používané pro rozvody teplovodních otopných soustav se v současnosti řadí:

- síťovaný polyetylén (PEX, VPE),
- polybuten (polybutylen, polybuten-1, PB),
- statistický polypropylen (PP-R, PP-RC, PP-3),
- chlorované PVC (C-PVC, PVC-C)
- vrstvená potrubí s kovovou vložkou.

Rozdíl mezi tradičními materiály a plasty spočívají především ve větší délkové teplotní roztažnosti plastů a nižší pevnosti.

Ve srovnání s kovovými materiály je montáž plastových rozvod snazší, rychlejší a vyžaduje v mnoha případech méně kvalifikovaného montéra. Spojování se provádí buď svařováním nebo mechanickými spojkami.

Z důvodu ochrany proti mechanickému poškození nemůže být plastové potrubí vedeno volně, ale vždy je nutné ho podepřít dalším pevnějším zařízením (korýtko, žlábkový) nebo zabudovat do stavební konstrukce (podlaha, drážka ve stěně).

Plastové potrubí se nehodí pro klasické otopné soustavy jako například pro vertikální dvoutrubkové otopné, která používá výhradně kovové potrubí. Naopak se zcela hodí pro soustavy s podružnými horizontálními rozvody v podlahách a hvězdicové soustavy, kde je zcela nevhodné používat ocelové rozvodné potrubí.