



**MODERNIZACE
ZDRAVOTNĚ
TECHNICKÝCH
INSTALACÍ**

Cech topenářů a instalatérů ČR

Obsah

1.	ÚVOD	4
1.1.	<i>Historické podmínky.....</i>	4
1.2.	<i>Technické a legislativní předpoklady modernizace ZTI</i>	5
1.3.	<i>Normalizace</i>	6
1.4.	<i>Projektování.....</i>	6
1.5.	<i>Legislativa</i>	7
2.	VNITŘNÍ VODOVOD.....	8
2.1.	<i>Normativní podmínky.....</i>	8
2.2.	<i>Navrhování vnitřního vodovodu</i>	8
2.3.	<i>Dimenzování vnitřního vodovodu</i>	9
2.3.1.	Stanovení výpočtového průtoku.....	9
2.3.1.1.	<i>Rozvodné potrubí studené a teplé vody</i>	9
2.3.1.2.	<i>Cirkulační potrubí</i>	10
2.4.	<i>Předběžný návrh světlosti potrubí.....</i>	12
2.4.1.	Optimální volba rychlosti proudění.....	12
2.4.2.	Předběžný návrh světlosti potrubí.....	14
2.4.3.	Hydraulické posouzení vodovodního potrubí.....	14
2.4.3.1.	<i>Hydraulické posouzení rozvodného potrubí.....</i>	14
2.4.3.2.	<i>Hydraulické posouzení cirkulačního potrubí teplé užitkové vody.....</i>	15
2.5.	<i>Ohřívání vody.....</i>	16
2.5.1.	Soustavy TUV ohřívané zdrojem tepla ze systému ústředního vytápění.....	16
2.5.2.	Elektrické ohřivače vody	18
2.5.3.	Plynové ohřivače.....	19
2.6.	<i>Volba materiálu, uložení potrubí</i>	20
2.6.1.	Ocelové pozinkované potrubí	20
2.6.2.	Potrubí z plastů.....	21
2.6.3.	Měděné trubky.....	22
2.6.4.	Výběr materiálu.....	25
2.6.5.	Uložení potrubí	29
2.7.	<i>Měření odebrané vody, teplota vody</i>	29
2.8.	<i>Zesilování tlaku</i>	30
2.9.	<i>Požární voda pro vnitřní požární vodovod.....</i>	33

2.10.	<i>Hygienické vlastnosti vody, ochrana kovových částí proti korozi.....</i>	34
3.	VNITŘNÍ KANALIZACE	35
3.1.	<i>Normativní podmínky.....</i>	35
3.2.	<i>Navrhování vnitřní kanalizace.....</i>	35
3.3.	<i>Dimenzování vnitřní kanalizace.....</i>	36
3.4.	<i>Volba materiálu, uložení potrubí</i>	36
3.5.	<i>Podtlakové systémy odvodnění střech</i>	39
3.6.	<i>Čerpání odpadní vody.....</i>	39
4.	VNITŘNÍ PLYNOVOD.....	43
4.1.	<i>Normativní podmínky.....</i>	43
4.2.	<i>Navrhování vnitřních plynovodů</i>	44
4.3.	<i>Dimenzování vnitřního plynovodu.....</i>	44
4.4.	<i>Posouzení vnitřního prostředí pro umístění plynových spotřebičů.....</i>	45
4.5.	<i>Volba materiálu</i>	45
5.	BYTOVÁ JÁDRA	47
6.	ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY	48
7.	VZDUCHOTECHNIKA.....	49
7.1.	<i>Základní obecné pojmy:</i>	49
7.2.	<i>Větrací systémy:</i>	49
7.3.	<i>Opatření proti šíření požáru:.....</i>	49
7.4.	<i>Opatření proti šíření hluku:</i>	49
7.5.	<i>Zásady při regeneraci bytových jader:.....</i>	50
8.	ELEKTROROZVODY	51
8.1.	<i>Kompletní rekonstrukce jádra.....</i>	51
8.2.	<i>Výměna van, baterií, radiátorů atp.</i>	51
8.3.	<i>Výměna kovového vodovodního a odpadního potrubí za plastové</i>	51
8.4.	<i>Montáž vodoměrů pro jednotlivé byty.....</i>	51
9.	PŘEHLED NÁKLADŮ NA MODERNIZACI.....	52
10.	LITERATURA	53

1. ÚVOD

Těžiště publikace spočívá v zajišťování a návrhu opatření k úspoře tepla a vody při provádění modernizace zdravotně technických instalací (dále jen ZTI).

Publikace volně navazuje na dříve vydanou publikaci Modernizace tepelných soustav v bytových objektech [1]. V souvislosti s popisem tepelných soustav je v této publikaci podrobný popis návrhu zařízení pro ohřívání teplé vody, které má jako zdroj tepla teplotonosné medium ze soustavy ústředního vytápění.

Kromě zdravotně technických zařízení jsou do textu tohoto svazku zařazeny informativní části, které se týkají ochrany před nebezpečným napětím a větrání hygienických místností.

V soustavách ZTI je poměrně velký podíl „zabudované„ energie. Ekonomickým návrhem lze snížit nejen provozní náklady, které vznikají při provozu zařízení ZTI a tím šetřit nejen spotřebovanou tepelnou energii, ale i energii zabudovanou do výrobků pro ZTI.

Úspora energie se může dosáhnout i opatřením ke snížení spotřeby vody (např. měřením spotřeby vody). Toto snižování má své hranice. Odstraněním nedostatků při návrhu (většinou nefungující cirkulace TUV) se může snížit spotřeba vody až o 10%. Měřením spotřeby vody se může snížit spotřeba vody až o dalších 20 až 30% proti neekonomickému stavu a v závislosti na ekonomické síle obyvatel bytů. Další snižování spotřeby vody však již není možné bez snížení kvality hygienických návyků obyvatel.

Předcházející generace byly vychovány v hodnocení kvality života kvantitou spotřeby a snadnou dostupností všech energií. Naše babičky myly nádobí podobně, jako je vidět v televizní reklamě – nádobí se umylo v bezodtokém dřezu, který býval zasunut pod deskou kuchyňského stolu. Voda se ohřála na plotně, nalila se do dřezu a všechno nádobí se umylo v této vodě, která se pak vylila a nádobí se opláchno studenou vodou. V hromadné výstavbě se od konce padesátých let začaly osazovat kuchyňské linky s dřezem, které byly připojeny na rozvody ZTI, odebraná voda se neměřila a nádobí se začalo umývat pod tekoucí vodou. Tak se naučily mýt nádobí celé generace a tato situace trvá dodnes, zdá se bez ohledu na cenu vody, tepla a přípravků pro mytí nádobí.

V současné době se naopak objevují různá zařízení, která umožňují osadit zařizovací předměty s rehabilitačním zařízením, které samozřejmě zvyšují standard vybavení za cenu vyšší potřeby vody.

Dalším faktorem, který může začít působit proti úspoře vody, je otázka výskytu bakterií v systému vnitřního vodovodu. Tomuto fenoménu je věnována pozornost v kapitolách o vnitřním vodovodu.

V roce 1968 byla vyhlášena Evropská vodní charta [2]. Mimo jiné se v ní uvádí, že zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné, že voda je společným majetkem, jehož hodnota musí být všemi uznávaná a že je povinností každého užívat vodu účelně a ekonomicky. Tato publikace se snaží přispět k jejímu naplnění.

1.1. Historické podmínky

Po desetiletí prováděná typizace ve stavebnictví byla založena na sovětském modelu typizování konstrukčních soustav stavebních objektů a s tím souviselo plýtvání „levnou„ energií. Začaly se budovat betonové stavby, ve kterých byly minimalizovány hygienické místnosti. Projektování většiny staveb se změnilo na bezohledné osazování esteticky vulgárních typových objektů, které měly nevýhodné technicko-ekonomické vlastnosti.

Postupně se rozšiřovalo používání „lehké prefabrikace„. Křížem krážem se po celé republice převážely různé materiály a zařizovací předměty. V montážních závodech se formou manufaktur sestavovaly bloky a zpět do celé republiky se rozvážely více méně prázdné krabice.

Součástí těchto bloků (bytových jader, instalačních šachet nebo příček) byly většinou jak rozvody vody a plynu, tak i větrací systémy a nezbytná elektroinstalace. V instalačních šachtách bytových jader byly umístovány plynoměry (s výjimkou z tehdy platné ČSN).

Během používání konstrukčních soustav se prováděly různé zásahy do statického řešení objektů formou tak zvaných racionalizací stavebních soustav. Úspory spočívaly většinou ve snížení množství oceli v betonových prvcích konstrukční soustavy. Proto **jakékoli přitěžování stropů je nutno vždy staticky posuzovat.**

Rozvody zdravotně technických instalací byly řešeny tak, aby vyhověly pokud možno všem podmínkám osazení objektů do terénu. Někdy se z důvodů závaznosti typových podkladů musely vést inženýrské sítě z nevhodné strany objektu.

Byly navrhovány velké výměňkové stanice, ve kterých se upřednostnilo ohřívání vody průtokovým způsobem. Přes upozorňování techniků z oblasti TZB na energetickou nevýhodnost dlouhých rozvodů teplé užitkové vody (dále jen TUV), zvítězila politicky motivovaná snaha mít všechny domy stejné.

Od sedmdesátých let byl jako jediný, politicky schválený, materiál pro rozvody vody používány ocelové galvanicky pozinkované trubky. Pro větší profily bylo povoleno i jejich svařování. Pro kanalizaci se používaly na svodných potrubích hrdlové kameninové trouby a tvarovky s problematickým prováděním spojování těsněním na bázi asfaltových záливоk. Odpadní potrubí mohlo být prováděno nejdříve z azbestocementových trub, později z tenkostěnných PVC trub a tvarovek.

Dodávka vody jak studené, tak teplé se v období po 2. světové válce neodmyslitelnou součástí vybavení nových i rekonstruovaných bytů. Tím se začala zvyšovala spotřeba studené vody, ale zejména teplé vody. Problémy s nedostatkem regulační techniky vedly projektanty k navrhování stále větších výměňkových stanic a k přechodu na průtokové ohřívání vody. Rozsah rozvodů přestal být adekvátní tehdy platným normativním podmínkám. Začaly vznikat problémy s dodávkou vody v době t. zv. televizní špičky. V koncových větvích rozvodů TUV navíc klesala teplota vody pod hodnotu předepsanou normou.

1.2. Technické a legislativní předpoklady modernizace ZTI

Modernizace stavebních objektů by měla být prováděna tak, aby vynaložené investiční prostředky byly účelně využity.

Z hlediska úspory energie na straně ZTI se největších úspor může dosáhnout v rozvodech TUV.

Koncepce systému rozvodu vody musí vycházet z rozsahu stavby, jejího účelu, nároků na množství a kvalitu vody rozdělenou podle druhu zařizovacích předmětů a jejich funkce. Kromě toho musí vzít v úvahu kapacitu a kvalitu zdroje vody se zvláštním zřetelem na hygienické, technologické a protipožární podmínky objektů. Při návrhu je nutno přihlížet k provozním podmínkám stavby, možnosti obsluhy a údržby, měření potřeby vody a energie v souvislosti s úhradou nákladů spojených s dodávkou teplé užitkové vody a v neposlední řadě k možnosti provádění oprav bez nutnosti vyřazení celého objektu z provozu.

U složitých staveb by se mělo provádět variantní řešení s ekonomickým vyhodnocením. Bohužel se při opravách rozvodů vody velmi často musí původní systém ponechat. Rozvody se opravují po částech, na změnu systému zásobování vodou není dost prostředků.

Konstrukční systémy stávajících staveb nejsou přizpůsobeny podmínkám pro místní ohřívání vody, proto se i při opravách a modernizacích většinou zase navrhuje jen ústřední nebo dálkové ohřívání vody přesto, že to je po všech stránkách ten nejméně vhodný způsob ohřevu vody.

Součástí modernizace bývá i nadstavba modernizovaných objektů. V těchto případech je třeba velmi pečlivě zvážit dopad nového technického řešení na větrání stávajících objektů – není to sice součástí profese ZTI, ale je třeba na tento problém upozornit, protože při výstavbě

panelových domů s bytovými jádry bývala celá dodávka bytového jádra v zahrnuta do profese ZTI.

1.3. Normalizace

Přechod na nové pojetí závaznosti norem zavinil částečnou dezorientaci technické veřejnosti v oblasti normalizace. Od nabytí účinnosti současného zákona č. 142/1991 Sb., ve znění zákona č. 632/1992 Sb., jsou české technické normy vydávány obecně jako nezávazné. Nezávaznost však neznamená neplatnost.

Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj [3] zavádí české normy jako minimální technický standard při posuzování řešení stavby jak z hlediska stavebního zákona, tak při posuzování případných soudních sporů. V této vyhlášce je v §3 doslova uvedeno (cit.): „p) normová hodnota je konkrétní technický požadavek obsažený v příslušné české technické normě ČSN, jehož dodržení považuje konkrétní ustanovení za splnění jím stanovených požadavků..“

Proto se doporučuje vyjádřit požadavek dodržení technických norem jako vůli objednatele ve smlouvě. Může se to provést buď odkazem na projektovou dokumentaci (předpokládá se, že v dokumentaci je uveden seznam norem, podle kterých je projekt vypracován) nebo přímo výslovným ustanovením ve smlouvě. Tím se norma stává pro danou stavbu závaznou pro všechny účastníky výstavby.

1.4. Projektování

Má vůbec smysl zpracovávat projektovou dokumentaci pro modernizaci bytových domů? A jak má vypadat?

Taková otázka se může zdát zbytečná po desetiletích zkušeností se stavbami na území Českých zemí, aplikací stavebního práva již od dob Rakousko-Uherské monarchie a existujícím systémem technického školství.

Pro většinu starých objektů byla kdysi zpracována realizační dokumentace, kterou si měl majitel objektu uskladnit. Bohužel se při restitucích, prodeích a jiných majetkových převodech dokumentace většinou ztratí. Když se rozhodne o rekonstrukci rozvodů vody, tak správa domu nemá představu o jeho trasách a bez zhotovení dokumentace s položkovým rozpočtem neví, kolik taková rekonstrukce bude stát a jaká bude její návratnost.

Za posledních deset let došlo k převratným změnám v profesi ZTI, respektive v celém stavebnictví. Jsou to změny jak v technické úrovni, tak v legislativě. Znalosti a materiály, které byly standardem před 10 lety, se dnes nedají použít. Na trhu byl tehdy omezený sortiment výrobků a materiálů, a jen ty se směly použít.

Od sedmdesátých let byl jediný, politicky schválený, ve stavebnictví použitelný materiál pro rozvody vody uvnitř objektů - ocelové galvanicky pozinkované trubky. Pro větší profily bylo povoleno i jejich svařování. Jiný materiál byl na přiděl stranických orgánů. Přípojky se prováděly z polyetylénového potrubí.

Pro provádění kanalizace byly v té době k dispozici dokonce tři druhy používaných materiálů: - kameninové potrubí, litinové potrubí a potrubí z Novoduru.

Po desetiletí prováděná typizace ve stavebnictví byla založena na sovětském modelu plýtvání „levnou,, energií a tvrdě vyžadovaném používání typových podkladů. Začaly se budovat velké výměňkové stanice, ve kterých se upřednostnilo ohřívání vody průtokovým způsobem. Přesto, že se jednoznačně ukazovalo, že dlouhý rozvod TUV je ekonomicky nevýhodný, zvítězila politicky motivovaná snaha mít všechny domy stejné.

Nové materiály a postupy práce vyžadují důkladnou technickou přípravu stavby a odborné znalosti jak projektanta, tak zhotovitele.

Stavby se začínají realizovat bez projektové dokumentace (zejména opravy a rekonstrukce prováděné výměnou trubka za trubku). Hlavní inženýr projektu se stává

„přežitým,, pojmem. Koordinace projektů, pokud se projektová dokumentace pro realizaci stavby vůbec zhotovuje se neprovádí. Projektant specialista v těchto případech projektuje smluvně pro subdodavatele příslušné profese. Stavební část dokumentace se v realizační dokumentaci buď nezpracovává nebo se ke specialistům nedostane. Stavba se realizuje systémem kdo dřív přijde, ten má míň problémů. Projektanti jednotlivých profesí se někdy ani nepotkají.

Nedávno vydala Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků výtah z některých článků z německých časopisů. V jednom z nich poukazoval pracovník dolnosaského ministerstva hospodářství v Německu na u nich ověřenou zkušenost, že 10 000 DM ušetřených na projektové dokumentaci má za následek ztrátu 100 000 DM při provádění stavby. [4] Není to u nás i více?

1.5. Legislativa

Při rozhodování o modernizaci bytových domů platí podmínky Stavebního zákona [5]. V zákoně je uvedeno, že stavby a jejich změny lze provádět jen podle stavebního povolení nebo na základě ohlášení stavebnímu úřadu. Ohlášení stavebnímu úřadu postačí u stavebních úprav, kterými se nemění vzhled stavby, nezasahuje se do nosných konstrukcí stavby a nemění se způsob užívání stavby. Kromě toho vyžadují ohlášení stavby udržovací práce, jejichž provedení by mohlo ovlivnit stabilitu stavby, požární bezpečnost stavby, její vzhled nebo životní prostředí a všechny udržovací práce na stavbě, která je kulturní památkou.

Stavebník je povinen provádění prací předem písemně ohlásit stavebnímu úřadu. Stavební úřad může stanovit, že ohlášenou stavební úpravu nebo udržovací práce lze provést jen na základě stavebního povolení.

2. VNITŘNÍ VODOVOD

2.1. Normativní podmínky

Pro navrhování vnitřních vodovodů platí ČSN 73 6655 [6] a ČSN 73 6660 [7].

V době zpracování této publikace je před schválením evropská norma prEN 806 Podmínky pro instalaci rozvodů pitné vody uvnitř budov [8]. Po schválení všemi členy CEN, bude tato norma převzata a nahradí naše normy s tím, že výpočtová norma bude pravděpodobně ponechána v platnosti, protože v návrhu evropské normy je pro určení průtoku vody v úseku vnitřního vodovodu výslovně uvedeno, že **neexistuje žádná „správná,, metoda pro dimenzování vnitřního vodovodu**. Průtok vody ve vnitřním vodovodu je velmi ovlivněn klimatickými poměry, kulturními zvyklostmi a cenou vody. Proto se po jednotlivých regionech v Evropě množství protékající vody v jednotlivých úsecích (při stejných zařízovacích předmětech) poněkud liší.

To je hlavní důvod, proč se doporučuje ponechat v platnosti způsob výpočtu vnitřního vodovodu podle ČSN [6]. Druhý důvod je historický. Stávající rozsáhlé systémy budou muset být u nás ještě řadu let ponechány v provozu, protože v dohledné době nebudou k dispozici dostatečné finanční prostředky pro jejich odstranění. Evropská norma nepovažuje rozvody vody mezi objekty za vnitřní vodovod (respektive neuvažuje s rozsáhlými systémy rozvodů TUV) a proto se s nimi v rámci normy [8] neuvažuje.

2.2. Navrhování vnitřního vodovodu

Velká část projektantů a montážních pracovníků se po celý svůj život setkávala při navrhování a provádění rozvodů vody a plynu s materiály na bázi oceli. Jiné materiály byly a bohužel stále jsou něčím, k čemu se přistupuje buď naprosto nekriticky nebo velmi skepticky. Níže uvedený text uvádí na pravou míru některé nešvary současného stavu navrhování vnitřních vodovodů.

Do roku 1987 platilo pro výpočet vnitřního vodovodu znění ČSN [6] z 15. 1. 1969. Výpočet hodnoty průtoku při odběru byl předepsán pro 3 skupiny objektů (toto členění zůstalo i v dnes platném znění téže normy), pro cirkulaci teplé užitkové vody nebyl předepsán způsob výpočtu.

Pro obytné budovy byla tehdy stanovena t. zv. „výtoková jednotka,, a průtok byl určen druhou odmocninou z prostého součtu „výtokových jednotek,, zásobovaných příslušnou částí vnitřního vodovodu.

Zbývající dvě kategorie již pojem „výtoková jednotka,, pro určení průtoku nepoužily. Někteří projektanti jakoby tento fakt nebrali v úvahu a v technických zprávách k projektům vnitřního vodovodu té doby, se výpočet maximálního průtoku vázal i u objektů ryze průmyslových na „výtokové jednotky,,. Pak docházelo k poddimenzování rozvodů vody včetně poddimenzování zdroje teplé vody (například u skupiny sprch pro tělocvičny, bazény, dílny). Někdy se tento pojem v projektech objevuje dodnes, což svědčí o tom, že dotyčná osoba používá normy 20 let staré.

Malý počet poruch v dodávce vody byl zejména ovlivněn skutečností, že po určení průtoku a dimenze potrubí podle tabulky pro předběžný návrh, se takto stanovený profil potrubí obvykle zvyšoval o 1 až 2 dimenze nahoru (pokud byly takto předdimenzovány původní rozvody, tak i špatně navržené rozvody z nových materiálů nemusí vykazovat nedostatky). Používalo se téměř výhradně ocelové pozinkované potrubí a předpokládala se silná inkrustace potrubí.

Slovo obvykle, které bylo použito v předchozím odstavci, zakládá řadu problémů při rekonstrukci a modernizaci vnitřních vodovodů.

2.3. Dimenzování vnitřního vodovodu

Dimenzování vnitřního vodovodu probíhá v několika fázích. Nejprve se stanoví předběžné dimenze jednotlivých provozních částí potrubí na základě výpočtového průtoku. Potom se provede hydraulické posouzení těchto provozních částí tak, aby se prokázalo, že u nejnejpříznivějšího výtoku je přetlak vyšší než požadovaný.

2.3.1. Stanovení výpočtového průtoku

2.3.1.1. Rozvodné potrubí studené a teplé vody

Výpočtový průtok v rozvodném potrubí podle ČSN [6] je závislý na druhu budovy, druhu, počtu a současnosti používání jednotlivých výtokových armatur a technologických zařízení a potřebě požární vody. Ke stanovení výpočtového průtoku pro dimenzování potrubí vnitřního vodovodu byly budovy rozděleny do tří základních skupin:

- obytné budovy,
- ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem vody,
- ostatní budovy s převážně hromadným a nárazovým odběrem vody

Pro každou skupinu budov nebo jejich částí je stanovena rovnice, podle které se určí výpočtový průtok Q_d , $l \cdot s^{-1}$ v příslušném úseku¹⁾ rozvodného potrubí vnitřního vodovodu:

- obytné budovy

$$Q_d = \sqrt{\sum_{i=1}^m (q_i^2 \cdot n_i)} \quad (1)$$

- ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem vody

$$Q_d = \sum_{i=1}^m q_i \sqrt{n_i} \quad (2)$$

- ostatní budovy s převážně nárazovým odběrem vody

$$Q_d = \sum_{i=1}^m \varphi_i \cdot q_i \cdot n_i \quad (3)$$

kde Q_d je výpočtový průtok, $l \cdot s^{-1}$,

q jmenovitý výtok jednotlivými druhy armatur, $l \cdot s^{-1}$,

n počet výtokových armatur stejného druhu,

m počet druhů výtokových armatur,

φ součinitel současnosti odběru vody z výtokových armatur.

Při dimenzování části vnitřního vodovodu, který současně slouží pro zásobování objektu a pro požární vodovod, se předpokládá, že při odběru požární vody se neodebírání voda pro zásobování objektu. Za výpočtový průtok se v těchto úsecích považuje větší z obou průtoků.

Je-li v objektu odběr vody pro technologické účely společný s rozvodem vody pro zásobování nebo požární vodovod, je nutno, aby současnost odběru byla určena technologickými podmínkami provozu.

Výpočtový průtok v potrubí studené a teplé vody se určuje pomocí jmenovitého výtoku mísících armatur samostatně pro teplou i studenou vodu. V místě připojení rozvodu teplé užitkové vody na rozvod studené vody (odbočení pro ohřívání vody) se průtoky nesčítají.

Výpočtový průtok v úsecích před odbočením potrubí k ohřivači teplé užitkové vody bude odpovídat výpočtovému průtoku, který má vyšší hodnotu (většinou to bývá průtok studené vody vzhledem ke splachování WC).

¹⁾ Při výpočtech cirkulace je pod pojmem úsek zahrnuta část přívodního potrubí, omezená začátečním a koncovým uzlem přívodního potrubí (ve směru proudění vody). Cirkulační potrubí je rozděleno na odpovídající úseky stejným způsobem. Číslování uzlů cirkulačního potrubí je totožné s přívodním potrubím.

Rovnice (1),(2),(3) a výše uvedené podmínky použití určují výpočtový průtok v jednotném vodovodu, kterým se rozvádí pitná, teplá užitková nebo požární voda v běžných případech.

U složitých systémů, zejména u oddílných vodovodů, je nutno při stanovení výpočtového průtoku postupovat individuálně a posoudit charakter odběru včetně určení současnosti provozu.

Jestliže charakter odběru neodpovídá předpokladům zahrnutým v zatřídění objektu do některé ze tří skupin uvedených v čl.11 ČSN 73 6655, je nutno výpočtový průtok stanovit podle předpokládaného způsobu odběru.

Jako příklad je možno uvést samostatný vodovod provozní vody pro splachování WC v bytovém domě, ve kterém jsou na tento vodovod připojeny nádržkové splachovače. Pokud je v objektu jednotný vodovod, pak výpočtový průtok zahrnuje možnost současného doplňování řady splachovacích nádrží. Je-li ale v objektu zřízen samostatný vodovod provozní vody pro splachování WC, je nutno při určení výpočtového průtoku vzít v úvahu dobu doplňování splachovací nádrže a možnou frekvenci používání WC v objektu. Přitom je třeba zdůraznit, že krátkodobé přerušení dodávky vody nebo snížení přítoku vody do splachovacích nádrží uživatel prakticky nezaznamená. Proto je možno v tomto případě doporučit použití rovnice (3) i pro obytné budovy. Při volbě součinitele současnosti bude nutno provést korekci proti tabulkové hodnotě tak, aby se zahrnul vliv tak zvané televizní špičky a vliv sociální struktury obyvatel.

Největší potíže při určení výpočtového průtoku vody mohou vzniknout při návrhu rozvodů vody pro objekty, které nelze jednoznačně zařadit do některé ze základních skupin objektů. Může to být například u tak zvaných integrovaných objektů, u kterých jsou nižší podlaží využívána pro občanskou vybavenost a ve vyšších podlažích jsou bytové jednotky. Pro stanovení výpočtového průtoku v úseku, ve kterém je společný průtok vody pro různé charakteristiky odběru, je nutno uvážit, jaká je současnost výskytu maximální hodnoty výpočtového průtoku v různých typech provozu a podle toho buď hodnoty výpočtového průtoku z dílčích částí objektu sečíst, nebo uvažovat s větší hodnotou výpočtového průtoku z některého typu provozu.

Je-li součástí integrovaného bytového domu například řada prodejen s provozní dobou od 8 do 17 hodin, pak lze předpokládat, že maximální hodnoty průtoku vody nebudou dosaženy současně. Proto bude v úseku, který předchází uzlu rozdělení průtoku, uvažováno s výpočtovým průtokem odpovídajícím větší z obou hodnot.

Důrazně je třeba upozornit na to, že dnes není možno předpokládat, že objekt bude zkolaudován k účelu, pro který byl vyprojektován. Časté změny stavebního povolení před dokončením stavby jsou dnes zcela běžné. Úpravy dokumentace a kontakt s projektantem vnitřního vodovodu bývá minimální (dokud se neprojeví poruchy v dodávce vody).

2.3.1.2. Cirkulační potrubí

Výpočtový průtok pro cirkulaci teplé užitkové vody se stanoví za předpokladu, že odběry teplé užitkové vody ve výtokových armaturách jsou nulové. Při tomto provozním stavu systému rozvodu teplé užitkové vody musí být zaručen nejméně takový průtok v systému, kterým se zajistí dodržení podmínky uvedené v ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody [9], nebo který zaručí udržení takového provozního stavu, aby nedocházelo k plýtvání vodou nebo energií.

Výpočtový průtok v cirkulačním potrubí se stanoví na základě tepelných ztrát přírodního potrubí. Tepelné ztráty v cirkulačním potrubí se při výpočtu průtoku neuvažují. Při správně navrženém systému rozvodu teplé užitkové vody nesmí dojít ke zpětnému proudění vody v cirkulačním potrubí a proto teplota vody v cirkulačním potrubí nemá vliv na správnou funkci systému.

Výpočtový průtok v jednom úseku rozvodu teplé užitkové vody se vypočítá ze vzorce

$$Q = \frac{q_1 \cdot L}{c \cdot \rho \cdot \Delta t_1}, \quad (4)$$

přičemž

$$\Delta t_1 = t_{zač} - t_{konc} \quad (5)$$

a

$$t_{sto} = \frac{t_{zač} + t_{konc}}{2}, \quad (6)$$

kde

q_1 je délková tepelná ztráta posuzovaného úseku přívodního potrubí, $W \cdot m^{-1}$,

L délka úseku přívodního potrubí, m ,

c měrná tepelná kapacita vody, $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$,

ρ hustota vody, $kg \cdot m^{-3}$,

$t_{zač}$ teplota vody na začátku úseku, $^{\circ}C$,

t_{konc} teplota vody na konci úseku, $^{\circ}C$,

$t_{stř}$ střední teplota vody v úseku, $^{\circ}C$.

Při určení délkové tepelné ztráty potrubí pro rovnici (4) není ve výpočtu zahrnut vliv tepelných ztrát armatur, spojovacích elementů a uložení potrubí, podle zkušeností může být celková tepelná ztráta přívodního potrubí TUV až o 25% vyšší.

V rámci teoretického rozboru podmínek pro dodržení předepsané teploty u nejnepříznivěji umístěných výtoků teplé vody je nutno se zmínit o volbě cirkulačního systému. V současné době se nejčastěji vyskytují systémy s nucenou cirkulací teplé užitkové vody. Tyto systémy spolehlivě zaručí dodržení požadavků na teplotu vody u odběrných míst. Hospodárným návrhem rozsahu systému, izolace a cirkulačního průtoku lze tyto systémy provozovat bez velkých energetických ztrát. Navíc lze systémy TUV s nucenou cirkulací vybavit automatickými termoregulačními ventily, které spolehlivě zajistí hydraulické i termické vyrovnání systému TUV. Podmínkou pro jejich použití je řádný hydraulický výpočet soustavy.

Systémy s gravitační cirkulací vody se v současné době navrhují výjimečně. Hlavním důvodem je zejména nedostatečný tepelný spád, který vytváří hnací sílu pro cirkulaci teplé vody u dnes všeobecně rozšířených plastových systémů. Dalším důvodem je omezení horní hranice teploty vody v potrubí na $55^{\circ}C$, aby se omezila koroze ocelového pozinkovaného potrubí nebo ohrožení životnosti některých plastových materiálů potrubí a zároveň je to požadavek na udržení teploty vody u nejnepříznivěji situovaného výtoku na co nejvyšší teplotě (min. $50^{\circ}C$). To prakticky vylučuje použití gravitační cirkulace, protože rozdíl teplot je příliš malý.

Z výše uvedených důvodů se nebude gravitační cirkulace TUV v této publikaci probírat. Je třeba pouze upozornit na to, že nelze nahrazovat gravitační soustavy TUV provedené z ocelového pozinkovaného potrubí plastovými rozvody a ponechat systém s gravitační cirkulací.

Z předcházejících odstavců je zřejmé, že problematika určení výpočtového množství pro cirkulaci teplé užitkové vody je složitá a vyžaduje zjednodušení. Jedním z nich je otázka rozdělení teplot v systému rozvodu teplé užitkové vody. Známe hodnotu teploty u ohříváče vody a požadovanou nejnižší teplotu vody u nejnepříznivěji situovaného výtoku vody (resp. v koncových uzlech systému). Skutečný průběh teplot vody závisí od souhrnu faktorů (teplota okolí jednotlivých úseků, tloušťka izolace, charakter proudění vzduchu v okolí potrubí apod.). V běžných podmínkách je možno připustit lineární průběh teploty vody po délce potrubí. Lze

tedy střední teplotu vody v jednotlivých úsecích určit v závislosti na vzdálenosti od ohříváče vody tím, že teplotní spád se rovnoměrně rozdělí po úsecích podle délky. Na základě tohoto lineárního rozdělení teplot je možno určit tepelné ztráty jednotlivých úseků. Ze součtu tepelných ztrát lze určit podle vztahu (4) celkové cirkulační množství vody. Rozdělení cirkulačního průtoku v systému je úměrné tepelným ztrátám jednotlivých větví.

Výše uvedený postup výpočtu lze charakterizovat jako zjednodušený výpočet a je možno jej použít u systémů, které se vyznačují přibližně stejnými podmínkami po celé délce systému rozvodu teplé užitkové vody.

Při podrobném výpočtu (zejména je-li k dispozici výpočetní technika a bez ní je provedení výpočtu v reálném čase skoro neproveditelný) je nutno předpoklad lineárního rozdělení teplot vody v systému nahradit takovým rozdělením teplot, které se přibližuje skutečnosti. Na základě předpokladů uvedených v předcházejícím odstavci (lineární rozdělení teplot vody) se vypočítají tepelné ztráty jednotlivých úseků a na jejich základě se zpětně určí teploty v uzlech systému rozvodu teplé užitkové vody.

Z vypočítaných průtoků se provede zpětné posouzení teplot vody v uzlech, přičemž se vychází od výstupního hrdla ohříváče vody ($t_{zac} = 55^{\circ}\text{C}$) a postupně se počítají teploty v dalších uzlech až po nejvzdálenější, ve kterých se teplota vody vypočítaná má rovnat teplotě vody požadované v nejvzdálenějším uzlu. Posouzení je možno provést podle odvozeného vzorce

$$t_{konc} = \frac{t_{zac} \cdot (A - 1) + 2 \cdot t_{vzd}}{A + 1}, \quad (7)$$

přičemž

$$A = \frac{2 \cdot c \cdot \rho \cdot Q}{k^{\circ} L}, \quad (8)$$

kde

- t_{konc} je teplota vody ve vzdálenějším uzlu, $^{\circ}\text{C}$,
- t_{zac} teplota vody v bližším uzlu, $^{\circ}\text{C}$,
- c měrná tepelná kapacita vody, $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,
- ρ hustota vody, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$,
- Q výpočtový průtok vody, $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$,
- k° součinitel prostupu tepla válcovou stěnou, $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,
- L délka úseku přívodního potrubí, m ,
- t_{vzd} teplota vzduchu v okolí potrubí, $^{\circ}\text{C}$.

2.4. *Předběžný návrh světlosti potrubí*

2.4.1. **Optimální volba rychlosti proudění**

Rychlost proudění vody v potrubí je rozhodujícím faktorem, který při dimenzování vnitřního vodovodu rozhoduje o spolehlivosti dodávky vody spotřebiteli a má vliv i na akustickou pohodu prostředí a životnost potrubí.

Proudění vody v potrubí vnitřního vodovodu při průtocích blízkých výpočtovému průtoku má charakter turbulentního proudění. Při průtoku vody v potrubí vzniká hluk. Příčiny jeho vzniku jsou různé a závisí na mnoha faktorech. Je to především tlak a rychlost proudění vody v potrubí a zejména v armaturách, způsob uchycení potrubí, materiál potrubí a v neposlední řadě i kvalita vody a její schopnost vytvářet v potrubí inkrustace. V místech, kde dochází ke změnám v rychlosti proudění vody a tím i tlaku vody, dochází k chaotickému pohybu vody s tvorbou vírů, které zvyšují vyzářování hluku z potrubí.

Při vysokých rychlostech vody v potrubí dochází ke kavitaci, která je příčinou snižování životnosti potrubí kovových potrubí a je na ni zejména náchylné měděná potrubí [10]. V

případě, kdy navíc voda vytváří v potrubí inkrustaci nepravidelného tvaru, se kavitace projevuje i v místech přímých úseků potrubí, kde původně k vytváření víru nedocházelo. Narůstáním inkrustace v potrubí dochází ke snižování volného průřezu potrubí a tím k zvyšování rychlosti. Zvyšováním rychlosti vody se jednak zvyšuje hluk v potrubí, jednak se urychluje kavitace. Proto by se při návrhu rychlosti vody neměla překračovat doporučená výpočtová rychlost vody v potrubí, uvedená v ČSN 73 6655 [6].

Nejvyšší dovolené výpočtové rychlosti by se měly volit pouze ve výjimečných případech, například u potrubí požárního vodovodu nebo v úsecích, kde společně protéká voda pro požární vodovod i pro spotřební účely a výpočtový průtok studené vody je podstatně nižší než potřeba požární vody, stanovená podle ČSN 73 0873 [11]. Vzhledem k malé pravděpodobnosti výskytu požáru v objektu, velmi omezené době trvání průtoku vody pro hašení požáru v porovnání s celkovou životností potrubí vnitřního vodovodu, je v tomto případě možno doporučit využití nejvyšší dovolené výpočtové rychlosti, pokud je při této rychlosti splněna podmínka dodržení požadovaného přetlaku vody u nejdříve položeného hydrantu a další podmínky uvedené v ČSN 73 0873.

Výše uvedené argumenty by mohly vytvořit domněnku, že je velmi výhodné snížit rychlosti co nejvíce a dosáhnout při výpočtovém průtoku laminárního proudění vody v potrubí. Snížení rychlosti vody v potrubí vnitřního vodovodu zejména u rozvodů pitné vody, ale i u rozvodů teplé vody, by mohlo poněkud prodloužit životnost potrubí, ale na druhé straně by přineslo vážné závady ve změně kvality vody.

Pomalý pohyb vody v potrubí přispívá k vylučování unášených kalových částic a na nich možnost množení podmíněně patogenních mikroorganismů. Těmto podmínkám pomáhá i vzrůst teploty studené vody, která se dlouhým stykem s teplejším prostředím okolí ohřívá, a tím se mění i organoleptické vlastnosti vody.

Dalším faktorem, který by se měl při rozhodování o systému ohřevu vody a rozvodu teplé užitkové vody vzít v úvahu, jsou hygienické podmínky provozu. V posledních letech se stále častěji objevují v médiích zprávy o rizikových vlastnostech zařízení teplé užitkové vody ve vztahu k možnému bakteriálnímu znečištění vody. Jedná o podmíněně patogenní mikroorganismy typu Legionella Pneumophyla, které způsobují zánět plic se smrtelnými následky, pokud není diagnóza stanovena včas. Onemocnění je způsobováno vdechováním výparů z teplé užitkové vody infikované těmito organismy. Organismy se velice dobře množí ve vlhkém prostředí s teplotou 35 až 50°C (teplota vyšší než 70 °C je ničí). Uvedená teplotní oblast odpovídá teplotám, které se udržují v systémech teplé užitkové vody, kde tyto organismy nacházejí živnou půdu v korozních produktech, ale i v dávkovaných protikorozních prostředcích na bázi fosfátů. Dlouhá doba zdržení a zejména příznivé teplotní podmínky v cirkulačním potrubí u rozsáhlých systémů rozvodu teplé užitkové vody zvyšují míru rizika. Přesto, že výzkumy v této oblasti nejsou ukončeny, je to další argument proti zvětšování rozsahu systémů teplé užitkové vody [12].

Snaha po zjednodušení stavebních prvků vede k nesprávnému umístění trubních rozvodů studené vody a teplé vody s cirkulací do jednoho otvoru těsně vedle sebe nebo dokonce do společných korýtek, bez možnosti řádné tepelné izolace jednotlivých trubek. Teplota studené vody se zvyšuje v těchto případech i více než o 10°C. Přitom teplota v rozmezí 25°C až 40°C je optimální teplota, při které dochází k intenzivnímu množení mikroorganismů ve vodě. Většinou jedná o koncové části rozvodů vody s nízkou koncentrací zbytkového chlóru, což riziko ještě zvyšuje. Příliš malá návrhová rychlost celý proces zhoršuje, protože prodlužuje dobu zdržení vody v potrubí.

2.4.2. Předběžný návrh světlosti potrubí

Světlost (vnitřní průměr) potrubí d , m, pro předběžný návrh se stanoví ze vztahu

$$d = \sqrt{\frac{4Q_d}{\pi \cdot v_d}}, \quad (9)$$

kde

Q_d je výpočtový průtok, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,

v_d výpočtová rychlost, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Jako předběžná světlost potrubí se stanoví nejbližší vyšší nebo nižší hodnota z řady profilů, které jsou pro návrh potrubí z příslušného materiálu k dispozici. Pro předběžné stanovení světlosti vnitřního vodovodu je možno použít tabulku v příloze ČSN 73 6655 [6].

2.4.3. Hydraulické posouzení vodovodního potrubí

Účelem hydraulického posouzení vodovodního potrubí je prokázat, že vodovodní potrubí je nadimenzováno tak, že v každém místě systému rozvodu vody jsou takové hydraulické poměry, které zaručují správnou funkci celého systému. Posouzení se provádí tak, že se nejprve posuzují hydraulické poměry v rozvodném potrubí. Jestliže součástí systému rozvodu vody jsou rozvody teplé užitkové vody s ústředním nebo dálkovým ohřevem vody, pak je nutno posoudit i hydraulické poměry v cirkulačním systému teplé užitkové vody při nulovém odběru vody ze systému.

2.4.3.1. Hydraulické posouzení rozvodného potrubí

Po předběžném návrhu světlosti vnitřního vodovodu se provede hydraulické posouzení, při kterém se prokáže, že tlakové ztráty p_s (nebo p_s') v potrubí jsou menší než zbytkový přetlak podle vztahu

$$p_s < p_r, \quad (10)$$

kde

p_s je tlaková ztráta, kPa

p_r zbytkový přetlak, kPa.

Jestliže při hydraulickém posouzení není možno splnit podmínku vztahu (10), pak je nutno zvětšit profil potrubí (snížit výpočtovou rychlost vody v daném úseku vodovodu) nebo navrhnout zařízení, které zabezpečí požadovaný tlak vody před nejnepříznivěji umístěnými výtakovými armaturami.

Zbytkový přetlak p_r , kPa, se vypočítá z rovnice

$$p_r = p_{dis} - p_{reg} - \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000}, \quad (11)$$

kde

p_{dis} je dispoziční přetlak na začátku posuzovaného úseku, kPa,

p_{reg} požadovaný přetlak před výtakovou armaturou nebo technologickým zařiz., kPa,

h svislá vzdálenost mezi začátkem a koncem posuzovaného úseku potrubí, m,

ρ hustota vody, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

g tíhové zrychlení, $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Tlaková ztráta p_s , kPa, se skládá z tlakových ztrát vlivem tření a tlakových ztrát vlivem místních odporů v jednotlivých úsecích vnitřního vodovodu a vypočítá se z rovnice

$$p_s = \sum_{j=1}^n (R \cdot L + Z), \quad (12)$$

ve které

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v_d^2}{2000} \cdot \rho \quad (13)$$

a

$$Z = \sum_{i=j}^m \zeta \frac{v d^2}{2000} \cdot \rho \quad (14)$$

kde

- p_s je tlaková ztráta, kPa,
- R délková tlaková ztráta třením, $\text{kPa} \cdot \text{m}^{-1}$,
- L délka posuzovaného úseku, m,
- Z tlaková ztráta vlivem místních odporů, kPa,
- λ součinitel ztráty přetlaku třením,
- d světlost potrubí, m,
- v_d výpočtová rychlost, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- ρ hustota vody, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$,
- ζ odporový součinitel,
- m počet místních odporů v posuzovaném úseku,
- n počet úseků.

2.4.3.2. Hydraulické posouzení cirkulačního potrubí teplé užitkové vody

Cirkulační potrubí zařízení na ústřední nebo dálkové ohřívání se dimenzuje na provozní stav bez odběru vody tak, aby teplota v nejnepříznivěji instalovaném výtoku neklesla pod přípustnou hodnotu podle ČSN 06 0320, respektive investorem požadované teploty u nejbližšího výtoku. Při hydraulickém posouzení se prokazuje, že tlakové ztráty v přívodním potrubí teplé užitkové vody a v cirkulačním potrubí při průtoku cirkulačního množství jsou menší než tlak, který zabezpečuje proudění vody v potrubí podle vztahu

$$p''_s < p'_r, \quad (15)$$

kde

- p''_s jsou tlakové ztráty při cirkulaci, kPa,
- p'_r je zabezpečující proudění vody v potrubí, kPa,

Soustavy s přirozeným oběhem vody v rozvodech teplé užitkové ústředně ohřívání vody lze pro výpočet tlaku zabezpečujícího proudění v potrubí p'_r , kPa, použít vztahu

$$p''_r = \frac{g \cdot h (\rho_2 - \rho_1)}{1000}, \quad (16)$$

kde

- g je tíhové zrychlení, $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$,
- h svislá vzdálenost mezi středem ohříváče a středem svislé cirkulační smyčky, m,
- ρ_1 hustota vody v přívodním potrubí, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (při teplotě vody na výstupu z ohříváče),
- ρ_2 hustota vody v cirkulačním potrubí, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (při teplotě vody na vstupu do ohříváče)

U soustav s nuceným oběhem vody v rozvodech teplé užitkové ústředně nebo dálkově ohřívání vody platí tlak p'_r , kPa, vyvozovaný čerpadlem vztah

$$p'_r = \frac{Y \cdot \rho}{1000}, \quad (17)$$

kde

Y je měrná energie čerpadla, J.kg^{-1} ,
 ρ hustota vody, kg.m^{-3} .

Vliv charakteru proudění na cirkulační systémy se projevuje zejména ve vztahu k nejnižší požadované teplotě, která se musí udržet u nejnepříznivěji situovaného odběru teplé užitkové vody. Jestliže není nutno dodržet teplotu 50°C a může být např. 45°C , pak u menších systémů s dostatečnou výškou stoupacího potrubí je možno navrhnout gravitační cirkulaci. Jestliže se však musí dodržet teplota 50°C , pak se vzhledem k zvýšení cirkulačního množství přibližně na dvojnásobek proti předcházejícímu stavu zvýší rychlost rovněž přibližně na dvojnásobek. Charakter proudění se změní z laminárního na turbulentní nebo se přesune do přechodové oblasti proudění. Tím dojde k zvýšení tlakových ztrát v kritických úsecích až na 30násobek hodnot proti stavu, při kterém je možno uvažovat s teplotou 45°C . Proto nelze při malých teplotních spádech navrhnout gravitační cirkulaci, respektive se dnes nedoporučuje její použití vůbec.

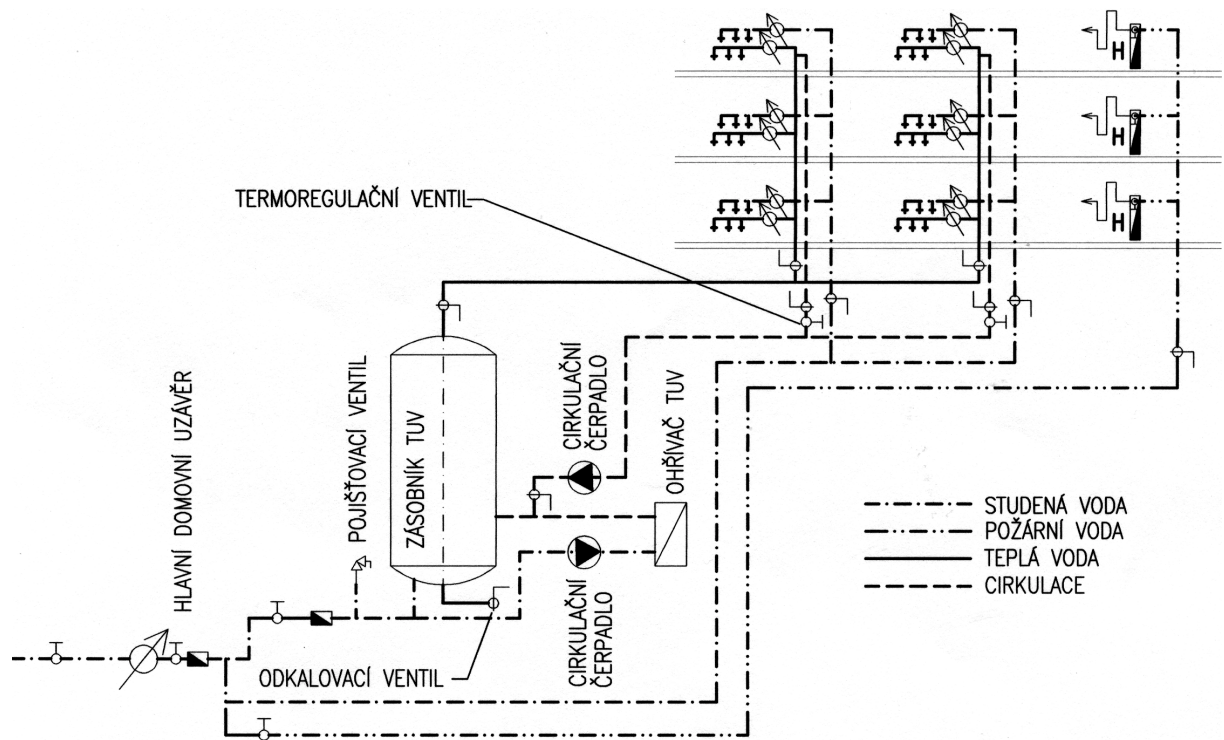
Pro krátké rozvody (zejména při elektrifikovaném zdroji teplé vody) teplé vody se jeví výhodné použít místo cirkulačního systému TUV použít dohřívání rozvodů TUV pomocí samoregulačních vyhřívacích kabelů připevněných mezi izolaci a povrch potrubí.

2.5. Ohřívání vody

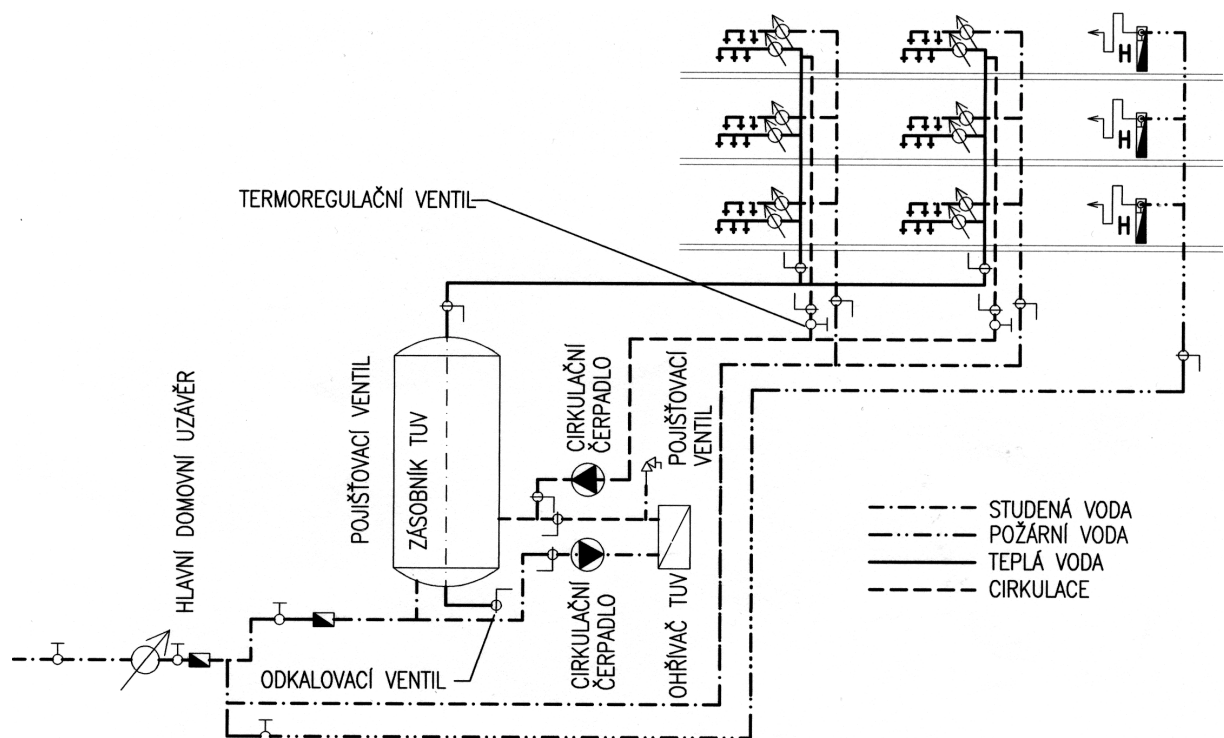
2.5.1. Soustavy TUV ohřívané zdrojem tepla ze systému ústředního vytápění

Podrobný popis a návrh soustav je uveden v publikaci Modernizace tepelných soustav v bytových objektech [1]. Z hlediska hydrauliky proudění TUV a hygienických podmínek soustav je nejvýhodnější způsob ohřívání vody systém s ohřívacem v ochozu nevelkého zásobníku (viz. obrázek 1). V době odběru TUV přitéká studená voda do zásobníku a sníženou rychlostí protéká s malým hydraulickým odporem akumulacím prostorem zásobníku. Studená voda postupuje zespodu zásobníkem a vytlačuje teplejší vodu od výstupního hrdla ohříváče. Vlastní ohřívání vody probíhá v okruhu ohříváče s nuceným oběhem. Tento způsob zapojení usnadňuje vyrovnání velké nerovnoměrnosti odběru vody a přitom umožňuje navrhnout optimální výkon ohříváče s pokud možno minimálním kolísáním potřeby tepla. Systém je pak možno provozovat tak, že v okruhu ohřívání se bude udržovat teplota mezi 60 a 70°C . Pokud je do tohoto okruhu přivedena cirkulace, tak se může výrazně snížit riziko roznášení mikroorganismů do celé soustavy. Soustava vyžaduje další ovládací prvky a je samozřejmě dražší a energeticky náročnější. Je však na zvážení, zda cena není vyrovnána nižším rizikem ohrožení zdraví.

Je třeba pečlivě zvážit umístění pojišťovacího ventilu do takové soustavy. Podle ČSN 06 0830 [13] musí být umístěn tak, aby při nesprávné manipulaci nebo poruše nemohlo dojít k poškození zařízení nebo ohrožení zdraví. Protože voda je v oblasti provozních tlaků TUV nestlačitelná a přitom zvětšuje objem v závislosti na přírůstku teploty vody, musí být pojišťovací armatura umístěna vždy mezi zařízením s teplosměnou plochou a uzavírací armaturou. Na obrázku 1 může být pojišťovací armatura umístěna na potrubí studené vody. Na obrázku 2 je jiná poloha pojišťovací armatury, protože mezi ohřívacem a zásobníkem jsou uzavírací armatury.



Obr. 1 Schéma vnitřního vodovodu



Obr. 2 Osazení pojišťovací armatury

Velmi důležitým prvkem soustavy TUV je odkalovací uzávěr ve spodní části zásobníku. Ten musí umožnit dostatečné vypláchnutí sedimentů ze dna zásobníků, aby se v sedimentech nemohly rozmnožovat bakterie. Před oběhová čerpadla ohřívacího i cirkulačního okruhu TUV (ve směru proudění vody) je nutno osadit do potrubí filtry, které zachytí částice větší než 100 μm . Z hlediska energetických úspor je třeba při rekonstrukcích vnitřních vodovodů provést řádnou tepelnou izolaci potrubí. Pokud potrubí prochází vytápěným prostorem, tepelná ztráta potrubí v topném období není tepelnou ztrátou z hlediska celkové energetické bilance v objektu. Zmařená tepelná energie z hlediska celkové energetické bilance objektu je pouze ta část tepelných ztrát potrubí TUV, která vzniká v nevytápěných prostorech celý rok a ve vytápěných prostorech v období mimo topnou sezónu.

2.5.2. Elektrické ohříváče vody

Pro lokální ohřívání vody v místech spotřeby mohou být použity buď akumulární nebo průtokové. Při návrhu typu ohříváče je nezbytně nutné prověřit možnosti stávajících rozvodů elektrické energie. Průtokové ohříváče mají nižší spotřebu elektrické energie, ale jejich okamžitý příkon je několikanásobně vyšší než u akumulárních ohříváčů.

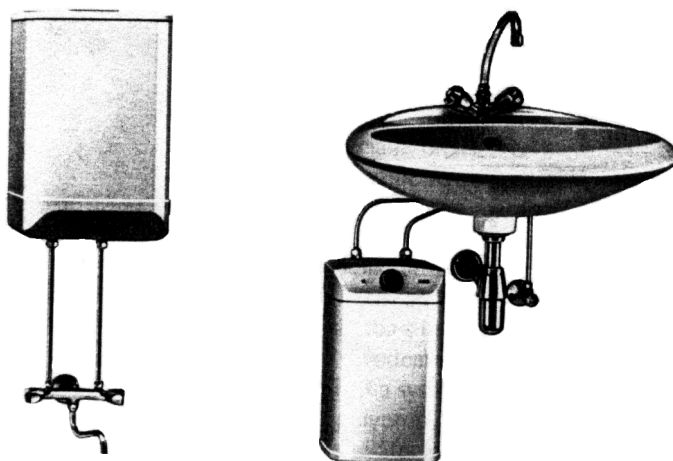
Přibližně lze počítat, že pro průtočné ohřívání vody je potřebný příkon elektrické energie asi 1 kW na průtok 1 l/min. Pro sprchování při ekonomicky řešené sprchové růžici je potřebný příkon asi 4 – 6 kW, pro napuštění vany je potřebný příkon kolem 18 kW.

Zásobníkové ohříváče mají obvykle příkon mezi 2 – 3 kW. Podle velikosti objemu jsou buď s ekonomickým provozem v době mimo energetickou špičku, nebo provozované s ohříváním v závislosti na odběru vody.

Při použití elektrických ohříváčů vody je výhodné umístit ohříváče co nejbližší spotřebě, raději více menších ohříváčů, než dlouhé rozvody vody s vysokými tepelnými ztrátami, protože systém je většinou bez cirkulace vody.

Velmi pečlivě je nutno navrhovat typy ohříváčů v závislosti na ochraně před nebezpečným dotykem a krytím spotřebiče zejména v blízkosti sprch.

Pro osamoceně umístěné zařizovací předměty se výhodně používají malé zásobníkové (5 – 10 l) nebo průtokové ohříváče osazované pod zařizovací předmět. Toto řešení nejméně ovlivňuje estetický vzhled místností (obr. 3).



Obr. 3 Umístění elektrických ohříváčů vody

Jako ochrana proti korozi vnitřního povrchu jsou zásobníky buď z ušlechtilých materiálů, nebo uvnitř smaltované, případně opatřené anodovou ochranou.

Kromě toho mohou být dodány kombinované zásobníky, které v topné sezóně jsou ohřívány ze systému ústředního vytápění, mimo topnou sezónu elektrickým proudem.

Při osazování elektrických ohřivačů v nevytápěných místnostech je nutno posoudit možnost jejich odvodnění (většina průtokových ohřivačů to neumožňuje) nebo jinou ochranu před poškozením mrazem.

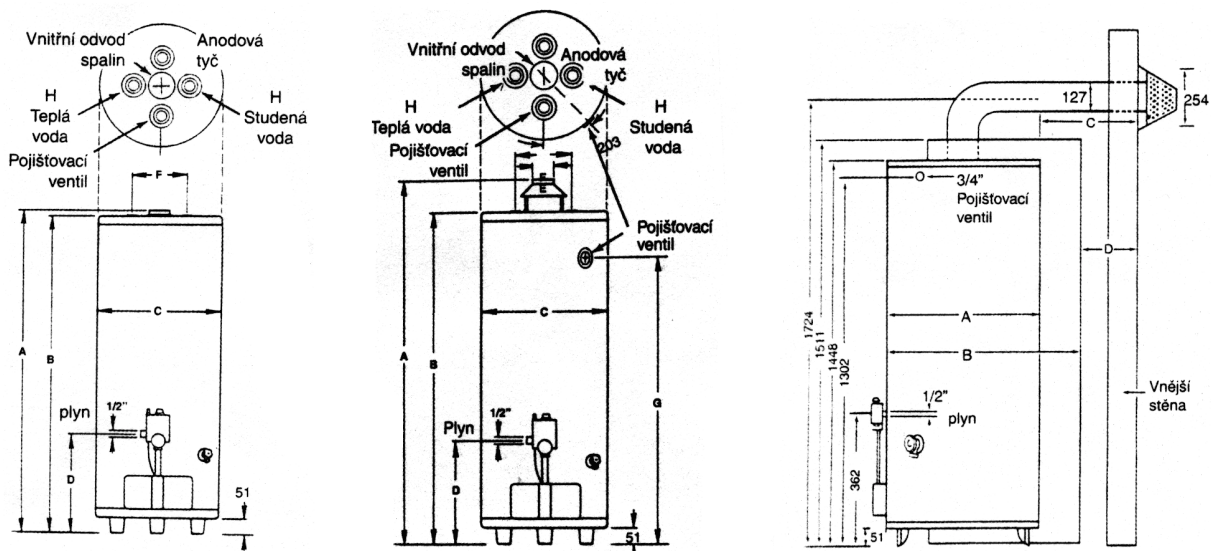
2.5.3. Plynové ohřivače

Pro lokální ohřívání vody v místech spotřeby mohou být použity buď akumulční nebo průtokové plynové ohřivače, případně kombinované s kotlem. Při návrhu typu ohřivače je nezbytně nutné prověřit možnosti stávajících rozvodů plynu, potřeba a způsob odvedení spalin. Průtokové ohřivače mají nižší spotřebu plynu, ale jejich okamžitý příkon je několikanásobně vyšší než u ohřivačů s akumulací. Při kombinaci s vytápěním je třeba posoudit, jaký je poměr mezi průměrným výkonem potřebným pro vytápění a výkonem potřebným pro ohřívání vody. Čím je vytápěný prostor menší a má dobře izolovanou stavební konstrukci, tím je poměr mezi potřebou tepla pro ohřívání vody a potřebou pro vytápění větší. Pokud se výkon kotle seřídí na optimální účinnost kotle pro vytápění, tak kotel není schopen zajistit dostatek tepla pro ohřívání vody. V opačném případě se snižuje účinnost kotle a tím i celého systému. Potřeba ohřívání vody je časově mnohem kratší než doba nutná pro vytápění.

Podobně jako u elektrického ohřívání vody je nevhodné umístit ohřívání daleko od místa odběru. Pak se velmi snižuje efektivnost zařízení, protože se vždy musí vypustit celý objem potrubí, které vždy zase vychladne při přestávce v odběru delší než asi půl hodiny.

Z hlediska odvodu spalin jsou v zásadě tři typy spotřebičů. Spotřebiče bez potřeby odtahu spalin do komína, spotřebiče s odtahem spalin do komína a spotřebiče s uzavřeným spalovacím prostorem (obr. 4).

Spotřebiče bez odtahu spalin do komína mohou být umísťovány do bytových prostorů, které splňují požadavky na spotřebiče typu A podle TPG 704 01 [14].



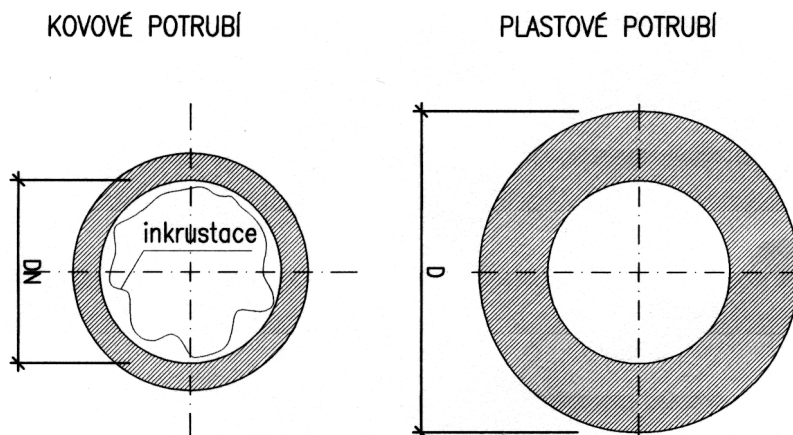
Obr. 4 Přehled spotřebičů podle odvádění spalin

Spotřebiče s odtahem spalin do komína musí splňovat požadavky na spotřebiče typu B podle téže normy.

Třetí typ spotřebičů (provedení C podle [14]) nevyžaduje zvláštní nároky, kromě požadavku na dodržení hygienických podmínek na vzdálenost vyústění odtahu spalin od oken.

2.6. Volba materiálu, uložení potrubí

Za posledních deset let se ustálilo označování potrubí (obr. 5). Tradiční kovové a kameninové materiály se označují vnitřní světlostí. Materiály na bázi plastů se označují vnějším průměrem.



Obr.5 Označování potrubí

Důvodem pro odlišné označování plastových materiálů je způsob výroby potrubí a tvarovek. Potrubí se vyrábí v různých tlakových řadách, což se většinou řeší změnou tloušťky stěny trubky při zachování konstantního vnějšího průměru. Tvarovky, které jsou v systémech nejdražší (zejména vstřikovací formy), mohou být použity pro všechny tlakové řady jednotně. Proto je nutné zajistit stejný vnější průměr potrubí různých tlakových řad pro přesné spojení s vnitřním průměrem tvarovek

Z toho je zřejmé, že je nutno jednoznačně v dokumentaci stanovit typ navrhovaného materiálu a tlakovou řadu. Potrubí se označuje se značkou PN a číslem, které udává maximální přípustný provozní tlak v barech za teploty vody 30 °C po dobu 50 let.

Příklad: Označení PN10 na trubce znamená, že trubku lze používat 50 let pro dopravu vody teploty do 30 °C za současného tlaku max. 10 B (1 MPa).

Pokud je v potrubí dopravována voda o vyšší teplotě, musí se pro stejný provozní tlak a stejnou životnost zvolit potrubí vyšší tlakové řady. Potrubí z plastů je velmi citlivé na zvýšení teploty protékající vody. Vyrůstá-li teplota dopravované vody, klesá při konstantním provozním tlaku velmi rychle životnost potrubí, nebo se musí podstatně snižovat provozní tlak protékající vody. Závislost provozního tlaku, teploty a životnosti potrubí je u každého materiálu jiná a je třeba si ji ověřit u výrobce. Zásadně se nedoporučuje kombinovat trubky a tvarovky různých výrobců, pokud s tím výrobce systému nesouhlasí [15].

Protože se může při návrhu vyskytovat možnost kombinace klasických materiálů s moderními, doporučuje se v legendě vysvětlit označování tak, aby bylo jednoznačně možné rozlišit, jaký materiál a profil se má pro určitý úsek rozvodů použít. Zároveň musí toto značení být tak jednoduché, aby se zbytečně nezatěžovalo jak zpracování dokumentace tak, aby se vyloučily chyby při realizaci stavby.

2.6.1. Ocelové pozinkované potrubí

Do roku asi 1988 byly galvanicky pozinkované trubky prakticky jediným dostupným materiálem pro rozvody vody. Životnost tohoto potrubí byla podle praktických zkušeností přibližně 12 let. Jsou však známy případy, kdy životnost tohoto potrubí byla menší než 2 roky.

Velmi stručně lze shrnout chování trubek v závislosti na průtokové rychlosti, chemickém složení vody a kvalitě pozinkování následovně:

- souběžně dochází v důsledku elektrochemické koroze k odstraňování zinku z vnitřního povrchu potrubí současně s usazováním železitých inkrustů na vnitřním povrchu potrubí. U velmi tvrdých podzemních vod může docházet k vylučování tvrdých vápenatých vrstev, které mohou vnitřní povrch potrubí chránit před plošnou korozi.

- přizinkované zbytky okují a nerovný povrch švů ocelových trubek umožňuje vznik kavitační koroze s velmi rychlým vznikem důlkové koroze na jedné straně a na druhé straně k intenzivnímu vzniku velmi hrubých inkrustací, které následně urychlují důlkovou korozi v místě těsně navazujícím za takto vytvořeným místním hydraulickým odporem.

- přístupí-li k tomu vyšší rychlost vody, celý proces se urychlí.

- výsledný stav před výměnou potrubí je proděravěné potrubí (opravy se provádí přeplátováním objímkami), které při maximálním odběru nepropustí dostatečný průtok vody (pro světelný paprsek je 1m dlouhý výřez takového potrubí neprostupný).

Po delší době se často projevují závady v dodávce kvalitní vody (v rozvodu teplé vody dochází za jistých podmínek k silnému zakalení vody s možností poškození prádla při praní).

V současné době lze předpokládat, že veškeré rozvody vnitřních vodovodů realizované v hromadné výstavbě z ocelových pozinkovaných trub překročily svou životnost.

2.6.2. Potrubí z plastů

Plastová potrubí jsou hydraulicky hladká potrubí, která při běžném složení protékající pitné vody nejsou náchylná k inkrustacím ani k plošné nebo důlkové korozi. Při navrhování plastového potrubí se všeobecně vyskytuje pověra, že rychlost vody v tomto typu materiálu může být neomezená.

Nejběžněji používané plastové materiály pro vnitřní vodovody jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1

materiál	použití	max. teplota	označení
Polyetylén vysokohustotní	vodovodní přípojky	30 °C	HDPE (IPE)
Polyetylén síťovaný	vnitřní vodovod, TUV	60 °C	PEX (VPE)
Polypropylén homopolymer (typ 1)	vnitřní vodovod, TUV	60 °C	PPH (PP-1)
Polypropylén statistický (typ 3)	vnitřní vodovod, TUV	60 °C	PPR (PP-3)
Polyvinylchlorid chlorovaný	vnitřní vodovod, TUV	60 °C	PVC-C (cPVC)
Polybuten	vnitřní vodovod, TUV	60 °C	PB

Není pravda, že v plastovém (ale ani měděném potrubí) nedochází k vytváření úsad. Je to i jeden z důvodů přidávání barviva do plastových materiálů. Před několika lety se zaváděla výroba průsvitných nezabarvených potrubí z různých plastových materiálů. Vzhledem k tomu, že po čase všechna tato potrubí vykazovala hnědé neestetické zbarvení, přešli výrobci potrubí k barvení materiálů.

Při navrhování plastových systémů pro rozvody vody je nezbytné pečlivě sledovat souvislost provozního tlaku, teploty a životnosti potrubí. Kromě toho je důležité věnovat

patřičnou pozornost odstranění vlivu tepelné roztažnosti materiálu (roztážnost je 7 až 10x větší než u kovových materiálů – viz. tabulka 2).

Tabulka 2 - orientační hodnoty některých fyzikálních veličin plastových materiálů

materiál	specifická hmotnost g/cm^3	modul pružnosti N/mm^2	tepelná roztažnost $mm/m.K$	tepelná vodivost $N/m.K$
HDPE	0,92	900	0,2	0,43
PEX	0,94	600	0,18	0,41
PP-1	0,91	1100	0,15	0,24
PP-3	0,93	800	0,15	0,24
cPVC	1,56	2500	0,13	0,12
PB	0,91	400	0,12	0,22

Bohužel i přes krátkou dobu používání těchto materiálů jsou již známy příklady poruch vzniklých použitím nevhodného materiálu pro dané podmínky tlaku a teploty dopravované vody.

Nevhodně použitá tlaková řada potrubí je provázena poruchami, které spočívají ve vytvoření podélných velmi dlouhých prasklin v přímých úsecích potrubí. Příliš vysoké návrhové rychlosti vedou k poruchám v dodávkách vody při špičkových průtocích. Neizolované „svazkové“, rozvody vody (navrhované některými pracovníky kolem roku 1990) zvyšují teplotu studené vody na jedné straně a na druhé straně snižují teplotu teplé vody.

Materiál potrubí se nepodílí na změně kvality vody ani na straně studené vody ani na straně teplé vody. Pokud dochází k dodávce kalné vody, tak je příčina buď ve špatné kvalitě vody ze zdroje vody, nevhodně navržené dimenzi potrubí nebo v nekvalitním zařízení pro ohřívání vody. Při předimenzování potrubí (nižších rychlostech vody) a dlouhých odstávkách v dodávce vody se v některých úsecích mohou vytvářet usazeniny. V době špičkového průtoku jsou usazeniny vyplavovány z potrubí.

2.6.3. Měděné trubky

Materiál má při povoleném složení dopravované vody, dodržení technických podmínek montáže a dodržení povolených rychlostí protékající vody výborné vlastnosti jak co do hydraulických vlastností tak co do životnosti pokud se dodržují zásady správné montáže (nekombinují se různé kovové materiály v systému a pod.).

Ani měděné potrubí však neodstraní problémy s dodávkou vody ke spotřebiteli. Nekvalitní dodávka materiálu a vysoká rychlost vody v potrubí zejména při nevhodné kvalitě vody může způsobit havarijní stav systému již po několika letech provozu.

Při předimenzování potrubí nebo při přerušovaném provozu (dlouhá doba mezi odběrem vody) může se zvyšovat obsah měděných iontů ve vodě nad hygienickými předpisy stanovenou hranici.

V České republice není legislativně zakotvené oficiální stanovisko k použití mědi pro rozvody vody. Základní příčinou je skutečnost, že měď je na jedné straně životně důležitý prvek pro zachování řady funkcí organismu člověka, na druhé straně jde o prvek potenciálně toxický. Hranice žádoucího a rizikového příjmu leží velmi blízko sebe. Kromě

toho se mohou během života jedince posunovat a u širší populace se dokonce překrývají. Citliví jedinci mohou nepříznivě reagovat na obecně tolerovatelné množství mědi v pitné vodě, jiní mohou bez toxických příznaků snášet relativně vysoké hodnoty.

Potřebná denní dávka mědi pro dospělé je asi 1-3 mg, pro děti méně, u kojenců asi 0,5 mg. Řada potravin obsahuje měď ve zvýšeném množství - například čokoláda. Pro ošetřování vinic se používají přípravky na bázi mědi celá staletí, měď se přes plody dostává až do vína – samozřejmě v množství, které organismus může využít.

Přirozený obsah mědi v pitné vodě je velmi nízký. Pitná voda z veřejných vodovodů má v České republice obsah mědi v 1 litru vody asi 100 až 1000 krát menší než je potřebná denní dávka pro lidský organismus a tak se tato voda nepodílí na příjmu mědi.

Odlišná situace může nastat u spotřebitelů, kteří žijí v objektech s rozvody vody provedených z mědi. Hodnoty obsahu mědi ve vodě potom kolísají v širokém rozsahu podle denní doby. Hlavní faktory, které ovlivňují obsah mědi ve vodě jsou kvalita vody přitékající do systému, stagnace vody v potrubí, kvalita a stáří měděného potrubí a rychlost proudění vody v potrubí. Nejnepríznivější jsou ty případy, kdy se zkombinuje více těchto faktorů najednou.

Kvalita vody je hlavním limitujícím faktorem pro použití mědi pro rozvody pitné vody. Vyluhování mědi se zvyšuje ve vodách kyselých a měkkých, příliš tvrdých a jinak agresivních. Z toho plyne, že nebezpečné jsou z tohoto hlediska zejména místní zdroje vody (studny), u kterých se většinou kvalita vody nekontroluje.

Stagnace vody v potrubí může zvýšit obsah mědi v potrubí dokonce až na hodnoty 10 mg/l. Odtočením vody se může tato hodnota snížit až na 0,1 mg/l. Pokud tedy uživatel objektu nepoužívá vodu déle než 4 – 5 hodiny, doporučuje se vypustit obsah potrubí do kanalizace (nebo se vysprchovat) před tím, než vodu použije k přípravě potravy nebo přímému požití, což může být nebezpečné zejména při přípravě stravy pro kojence.

Starší potrubí, u kterého došlo k vytvoření vnitřního ochranného povlaku, může omezit, ale nikdy úplně vyloučit vyluhování mědi do pitné vody.

Velmi nebezpečné je poddimenzování rozvodného potrubí z mědi. Normou ČSN 73 6655 [6] je povolena maximální rychlost proudění vody 1,2 m/s. Při překročení této rychlosti dochází k erozní korozi mědi. V potrubí se velmi rychle vytvářejí díry a životnost špatně navrženého potrubí se může snížit i pod 1 rok.

Měděné potrubí pro rozvod vody lze tedy bez velkých problémů použít v těch objektech, kde se voda často vyměňuje, uživatelé se střídají (nemocnice) a voda je dodávána z veřejného zdroje se zaručenou pravidelnou kontrolou kvality vody. V těchto případech se dokonce může částečně využít baktericidních účinků mědi.

Při navrhování a provádění systémů z měděného potrubí je nezbytné dodržet následující podmínky:

- zajistit, aby v návrhu byly použity pouze takové výrobky z mědi a jejích slitin, které zabezpečí dlouhou životnost systému (trubky by měly být vyrobeny z kyslíku prosté mědi, hladký vnitřní povrch bez tuků a uhlíku, konce trubek jsou ve výrobě uzavřeny, trubky a tvarovky musí být označeny)

- při vedení potrubí v místech se zvýšeným nebezpečím mechanického poškození, doporučuje se jej chránit vhodným způsobem

- návrh musí zajistit dodržení normativních předpisů

- návrh musí zajistit dodržení podmínek pro dopravu, skladování a provádění měděného potrubí uváděných výrobcem

- při provádění je třeba položit velký důraz na čistotu obou spojovaných částí

Nesprávnou aplikací tohoto materiálu v technické praxi může následně dojít k nákladným opravám.

Jako nejběžnější závada v instalačním systému provedeném s měděným potrubím je nevhodná kombinace použití méně ušlechtilých kovů v soustavě s vodou jako protékající látkou. Vzniká galvanický článek, který poškozují méně ušlechtilý kov v systému.

Dalším z častých závad těchto soustav při použití v rozvodech vody je překročení rychlosti $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Důsledkem je důlková koroze potrubí z mědi. Vsunování nepatřičných materiálů do jinak korozně stabilních soustav je velmi častým prohřeškem při provádění vnitřních instalací. Zcela běžně můžete na stavbách vidět připojení mosazných armatur do plastového nebo měděného systému vsuvkami z temperované litiny. Přitom všichni výrobci ve svých podkladových materiálech důrazně upozorňují na zákaz použití méně ušlechtilých materiálů za materiálem ušlechtilým ve směru proudění vody! U systémů s cirkulačním potrubím se výslovně zakazuje napojit zásobník z pozinkovaného plechu [10].

Nepříjemným problémem je použití mědi v soustavách s přerušovaným provozem. Dlouhé odstávky celého nebo části systému může znehodnotit pitnou vodu vysokým obsahem iontů mědi ve vodě. Vyšší obsah mědi je nebezpečný zejména pro kojence u nichž měď napadá játra. U dospělých je limitní hodnota obsahu měděných iontů vyšší, dospělý organismus se s přebytkem iontů vyrovnává (limitní hodnoty v normách jednotlivých zemí se značně liší a do současné doby nebyla limitní hodnota objektivně stanovena). Výrobci vnímají tento problém, protože se v jejich firemní literatuře uvádí, že v provozních předpisech je třeba předepsat proplachování potrubí.

Nevhodné složení dopravované vody může rovněž působit korozní a hygienické problémy systému a uživatelů. Měděné potrubí nelze použít pro rozvody vody, která má hodnotu $\text{pH} < 6$, obsah železa nad $0,1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, mangan nad hodnotu $0,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Nejhorší situace nastává při kombinaci výše uvedených podmínek. V příspěvku na obdobné akci pořádané UNO Praha [16] uvedl jeho autor několik příkladů ohrožení zdraví nevhodným použitím měděného potrubí v rodinných domcích s vlastním zdrojem vody. Obsah měděných iontů ve vodě dosahoval hodnot, které ohrozily zdraví rodiny. Na vině byla kombinace nevhodné kvality vody, dlouhá doba odstávky (rodina přes den v objektu nepobývala) a pravděpodobně i malá dimenze potrubí (potrubí bylo vyměněno za plastové, zpětně nelze získat potvrzení tohoto předpokladu).

Porucha systému může být vyvolána i použitím méně kvalitního (tedy velmi levného - již to by mělo vyvolat podezření) měděného materiálu. Jsou to trubky vyráběné pro jiné účely než je rozvod pitné vody, nebo polotovary z výroby kvalitních trubek. Na vnitřním povrchu takových trubek jsou zbytky mazadel, které se podílejí na rychlé korozi měděného potrubí. V těchto případech se stává, že potrubí z mědi je velmi rychle znehodnoceno.

Další příčinou koroze je poddimenzování potrubí. Jestliže pitná voda s obsahem kyslíku a chlóru protéká měděným potrubím vysokou rychlostí, dochází k tak zvané erozní korozi. Stěna potrubí se velmi rychle zeslabuje (současně s tím se zvyšuje obsah mědi v protékající vodě) až dojde k proděravění stěny.

Na tomto místě je třeba zmínit i případy koroze vnějšího povrchu. Jedná se zejména o vedení potrubí prostředím s korosivními účinky na měď, zejména kyselá maltovina a podobné prostředí.

Na rychlost koroze má vliv i způsob provádění montáže. Místní přehřátí na teplotu vyšší než 670°C vytvoří na vnitřním povrchu okuje, vznikne film kysličníků a mění se struktura materiálu. Dalším nepříznivým faktorem může být nevhodné provedení tažených ohybů, při kterém se zúží profil potrubí a tím dojde k místnímu překročení povolené rychlosti vody v potrubí.

2.6.4. Výběr materiálu

Stanovit jednoznačné cenové kritérium výhodnosti toho či onoho materiálu nelze v současné době objektivně provést.

V České republice neexistuje jednotná metodika stanovení ceny jednotlivých materiálů. Můžeme například porovnat ceny 1 kg materiálu, což neprozradí nic o vazbě mezi průřezem potrubí a tloušťkou stěny.

Materiály se vyrábějí v nestejných vnitřních průřezích, nelze tedy srovnat přesné vazby mezi optimálním hydraulickým využitím příslušného průřezu jednotně. K tomu přistupuje i rozdílná maximálně použitelná rychlost vody spolu s konkrétním situováním objektu ve vztahu k hydrodynamickému tlaku v místě napojení.

Abychom mohli objektivně srovnat cenovou výhodnost navrženého materiálu, museli bychom na stejném objektu provést exaktní hydraulický výpočet všech sledovaných materiálů, takto navržený rozvod pro každý materiál ocenit a do výpočtu zahrnout i náklady na údržbu s vazbou na předpokládanou životnost každé soustavy.

Kromě toho se dnes při rozhodování o použití typu materiálu podstatnou měrou podílí i subjektivní zájem a pocity jednotlivých účastníků investiční výstavby.

Každý dodavatel svého systému prohlašuje, že jeho materiály jsou cenově bezkonkurenční, umožňující použít velmi malé profily a nekonečně životné.

Pokud by se mělo stanovit nějaké kritérium vycházející z ceny suroviny nebo potrubí, mohlo by se navrhnout následující:

Čím je dražší povrchová úprava nad rozvodem, tím by měl být dražší i použitý materiál. Čím je kratší očekávaná životnost řešeného provozu (například krátkodobě pronajatý prostor), tím levnější materiál lze použít.

Měděné potrubí patří mezi dražší materiály pro rozvody vody. Pro jeho optimální použití je nezbytné zpracovat projektovou dokumentaci s výpočtem. Podle rozsahu objektu může být rozvod z mědi několikanásobně dražší než rozvody z levnějších plastů – zkušený nezávislý projektant navrhne optimální řešení bez ovlivnění požadavkem prodat materiál s cílem realizovat co největší zisk.

Velmi důrazně je třeba upozornit na zavádějící údaje prodejců, že pro hydraulicky hladká potrubí (plasty, měď) je možno zmenšovat vnitřní průřez potrubí - z toho vyplynula tak zvaná metoda dimenzování „o stupeň menší“.

Nesprávnost tohoto argumentu prokazuje níže uvedený výpočet. Pro tento případ bylo vymyšleno potrubí z různých materiálů se stejným vnitřním průřezem. Takové potrubí sice na trhu neexistuje, ale jedině takto je možno si udělat představu o vlivu materiálu potrubí na tlakové ztráty potrubí při různých rychlostech.

V níže uvedených tabulkách č. 3 a 4 jsou uvedeny tlakové ztráty úseku **smyšleného potrubí** (stejný vnitřní průměr pro všechny posuzované materiály) vnitřního průměru 28 mm pro plastové, měděné a ocelové potrubí při různých průtocích. Plastové potrubí se uvažuje jednak polyfúzně svařované (vliv sváření je započítán hodnotou 1,1) - p1 a jednak mechanicky spojované - p2.

Z tabulky č.3 je vidět, že tlaková ztráta plastového i měděného potrubí je stejná (pro $k=0,01$ mm - podle ČSN [6]). Tlaková ztráta ocelového pozinkovaného potrubí (při $k=2$ mm) je pro rychlost $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dvojnásobná, pro rychlost $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ více než trojnásobná, pro rychlost $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je 3,7 násobek tlakových ztrát hydraulicky hladkých potrubí. Vliv sváření se u přímého potrubí neprojevuje, protože se předpokládá svařování v místech osazení tvarovek a armatur.

Tabulka 3 - tlakové ztráty přímého potrubí

Q [l/s]	0,12	0,31	0,62	0,74	0,92	1,23	1,85	2,46
v [m/s]	0,2	0,5	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0
Δp_{p1} [kPa]	0,26	1,4	4,8	6,6	9,7	16,3	34,2	57,6
Δp_{p2} [kPa]	0,26	1,4	4,8	6,6	9,7	16,3	34,2	57,6
Δp_{Cu} [kPa]	0,26	1,4	4,8	6,6	9,7	16,3	34,2	57,6
Δp_{oc} [kPa]	0,58	3,9	15,4	21,9	33,9	60,6	137	242

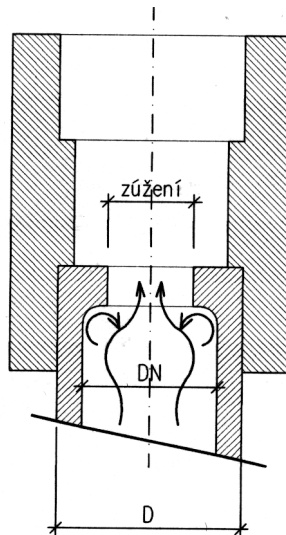
V tabulce č. 4 je uvažováno se stejnými druhy potrubí stejné délky 10 m, avšak s vložením přímého ventilu ($\xi=10$), zpětného ventilu ($\xi=20$), 4 kolen ($\Sigma\xi=4$) a odbočky ($\xi=3$). Celkový součet všech součinitelů místních odporů je pro tento případ $\xi=39$.

Tabulka č. 4 - tlaková ztráta potrubí

Q [l/s]	0,12	0,31	0,62	0,74	0,92	1,23	1,85	2,46
v [m/s]	0,2	0,5	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0
Δp_{p1} [kPa]	1,08	6,8	26,5	37,6	57,6	102	228	400
Δp_{p2} [kPa]	1,01	6,3	24,6	34,7	53,2	94,1	210	369
Δp_{Cu} [kPa]	1,01	6,3	24,6	34,7	53,2	94,1	210	369
Δp_{oc} [kPa]	1,32	8,8	35,2	50,1	77,4	138	313	553

Z tabulky č. 4 je vidět, že tlaková ztráta potrubí s osazenými armaturami je daleko více ovlivněna rychlostí proudění než materiálem potrubí.

Vliv sváření u plastů se v tabulce uplatňuje necelými deseti procenty proti potrubí spojovanému způsobem, který nesnižuje průtočný profil (bude třeba pečlivě prověřit měřením jednotlivých systémů). I mechanický spoj může zmenšovat průtočný profil potrubí, ale je méně ovlivněn kvalitou provádění. Na druhé straně se často vyskytují špatně provedené spoje a pak vliv sváření je tak velký, že může podstatně ovlivnit hydraulické poměry v potrubí (viz. obr. 6).



Obr. 6 Vadně provedený polyfúzní svár

Velmi zajímavé je také porovnání tlakových ztrát v oblasti maximálních povolených rychlostí a rychlosti $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, které uvádí tabulka č. 5.

Tabulka č. 5 - porovnání tlakových ztrát

	přímé potrubí	potrubí s armaturami
a) při limitních hodnotách povolených rychlostí pro jednotlivé materiály:		
plasty (p1, max. povolená rychlost $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)	34,2	228 kPa
plasty (p2, max. povolená rychlost $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)	34,2	210 kPa
měď (max. povolená rychlost $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)	6,6	35 kPa
ocel (max. povolená rychlost $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)	33,9	77 kPa
b) při rychlosti $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$:		
plasty p1	4,8	26,6 kPa
plasty p2	4,8	24,6 kPa
měď	4,8	24,6 kPa
ocel	15,4	35,2 kPa

Co lze z výše uvedených hodnot usoudit?

Za prvé - hodnoty tlakových ztrát v přímém potrubí nelze používat pro obecné srovnávání ekonomické efektivity použitých materiálů.

Za druhé - maximální povolené rychlosti pro zkoumané materiály nelze bez výpočtu použít, protože hydraulické ztráty místními odpory mohou podstatně ovlivnit celkovou hydraulickou ztrátu systému a to tím více, čím je maximální povolená rychlost vody vyšší než 1.

Za třetí - při rychlosti do $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ jsou rozdíly hydraulických ztrát mezi jednotlivými materiály nepodstatné.

Pokud tedy využijeme **maximální povolené rychlosti vody v plastovém potrubí s armaturami**, může **tlaková ztráta dosáhnout i pětinasobku** tlakových ztrát ocelového potrubí stejného vnitřního průřezu potrubí! Pořád sice platí, že tlaková ztráta za stejných podmínek (stejná rychlost vody i vnitřní průřez potrubí) je u přímého potrubí pro plastové a měděné systémy nižší než tlaková ztráta ocelového potrubí, ale vodovodní systémy jsou vždy osazeny tvarovkami a armaturami.

Žádný z materiálů není schopen univerzálně vyřešit všechny problémy v zásobování vodou (ani plynem).

Vždy by se mělo zvážit, zda výhodná vlastnost zvoleného materiálu v jedné oblasti je dostatečně vyvážena nevýhodou v oblasti jiné. Nakonec vždy rozhoduje v první řadě cena.

V žádném případě se nesmí při dimenzování potrubí hydraulicky hladkých potrubí používat metoda „o stupeň menší“.

Podle zkušeností s hydraulickými výpočty (algoritmus jednoho z programů byl zpracován již před 15 lety a od té doby je úspěšně používán [17]). Dříve bylo po jistých zkušenostech možno odhadovat průtok ocelovým pozinkovaným potrubím, protože se z důvodů předpokládané inkrustace většinou zvětšoval vypočtený profil potrubí. Takto navržené potrubí se prodávavělo současně s vytvořením tak velké inkrustace, že se začaly projevovat poruchy v dodávce vody.

Dnes by se žádné potrubní systémy neměly navrhovat odhadem.

Relativně malý výskyt poruch a stížností na kvalitu návrhu souvisí s řadou náhodných faktorů:

- Ve vodovodu dost často bývá vysoký přetlak vody na vstupním hrdle do objektu.
- Poruchy, pokud se vyskytnou, se většinou nedávají do souvislosti s nevhodným návrhem. Jistě by stálo za samostatný výklad, co vše je možno zrealizovat.
- Některé poruchy se nereklamují protože je špatně uzavřená smlouva.
- Jiné se nereklamují proto, že se jedná o veřejnou investici anonymně provozovanou osobami, které nemají ekonomické stimuly dostatečně silné pro tuto aktivitu (mohlo by se ukázat, že při přejímce neplnily povinnosti).

-Většina systémů přežije záruční lhůtu.

U polyfúzně svařovaných materiálů se někdy vyskytují případy, kdy nepozorností pracovníka, který provádí svařování spojů, se spojovaný materiál přehřeje a trubka se do tvarovky zasune velmi hluboko. Výsledkem je místní zúžení světlosti potrubí, které může způsobit problémy v dodávce vody nebo v cirkulaci TUV (viz. obr. 6).

Tato porucha se velmi obtížně hledá, protože se projeví až při provozu vnitřního vodovodu, rozvody jsou znepřístupněny zakrytím stavebními konstrukcemi a tepelnou izolací. Vnější vzhled sváru se nemusí lišit od správně provedeného sváru. Dostatečně zkušený a pečlivý pracovník pozná, že svár provedl špatně. Běžnou prohlídkou a tlakovou zkouškou se vadné provedení nedá poznat. V potrubí zůstává dostatečný otvor pro převedení hydrostatického tlaku do celého systému. Tyto poruchy se vyskytují v potrubí profilů menších než D40. Větší profily nelze tak snadno přehřát, protože tloušťka materiálu je větší a tedy teplota směrem podélné osy klesá velmi rychle se vzdáleností od ohřívacího nástavce. Protože trubky se musí vyrábět s tolerancí + a tvarovky s tolerancí -, nemůže se u větších profilů podařit zasunout trubku tak hluboko do tvarovky jako u profilů malých. V tomto ohledu jsou

velmi výhodné vícevrstvé trubky, u kterých je nosná kovová část velmi účinnou zábranou pro zavaření profilu.

2.6.5. Uložení potrubí

Nezbytným údajem, který musí být v dokumentaci obsažen je způsob uložení potrubí a způsob eliminace tepelné roztažnosti použitého materiálu.

Kovové materiály ve stávající zástavbě jsou uloženy buď na závěsech, nebo jsou ukotveny do stěn případně ke kovovým konstrukcím bytových jader.

Při rekonstrukcích a modernizacích objektů plastovými potrubními systémy je třeba velmi pečlivě volit způsob přichycení potrubí, které má většinou malou mechanickou pevnost. Nelze počítat, že potrubí přeneše váhu kovových armatur a vodoměrů. V těchto místech musí být soustava upevněna tak, že armatura je upevněna samostatně ke stavební konstrukci a vytvoří v soustavě pevný bod.

Při použití měděného potrubí je nutno zajistit snížení vzdáleností upevňovacích míst proti ocelovému potrubí a zároveň by se neměly používat ocelové objímky bez vložení izolačních pásků mezi ocelovou objímku a měděnou trubku. Zejména u studené vody dochází ke kondenzaci vody na vnějším povrchu trubky a následně k elektrochemické korozi z vnější strany potrubí.

Zvýšenou pozornost je třeba věnovat tepelné roztažnosti jednotlivých materiálů. Plastové materiály mají vyšší tepelnou roztažnost a proto je nutné velmi pečlivě uvážit vedení trasy potrubí a možnost osazení kompenzátorů. Každý výrobce má jiný způsob eliminace tohoto jevu a při návrhu je třeba dodržovat podmínky pro použití jednotlivých systémů.

2.7. Měření odebrané vody, teplota vody

Cena vody obecně a tepla pro ohřívání vody v posledních letech stoupá. Ve snaze po úsporách energie i vody se investoři snaží měřit množství odebrané vody v jednotlivých provozech či bytech (dále budu uvádět pouze termín byt).

Před uzavřením smlouvy na osazení vodoměrů v objektu je třeba udělat několik postupných kroků.

Jako první je nutno zjistit, na kolika místech v půdorysu bytů jsou stoupací potrubí, ze kterých jsou jednotlivé byty napojeny. Tím se může zjistit ekonomická náročnost osazení vodoměrů.

Nejjednodušší jsou rozvody vody v bytech, ve kterých je použito jedno bytové jádro. Rozvody vody jsou poměrně přístupné a vodoměry je možno snadno vsadit i do stávajícího trubního rozvodu.

V řadě případů jsou ve starší cihelné zástavbě dvě nebo i tři stoupací potrubí, které prochází jedním bytem. V těchto případech je otázkou, zda se náklady vložené do měření, cejchování a údržby vyplatí.

Za druhé je nutno zjistit v jakém stavu se nachází potrubní systém, do kterého se budou vodoměry osazovat. V žádném případě se nedoporučuje osadit vodoměry do systému, který je na hranici své životnosti. Potrubí bývá zarostlé inkrustací a hydraulický odpor je značný, ve špičkách spotřeby vody dochází k výpadkům v dodávce vody. Vodoměr sám, má poměrně vysoké hodnoty tlakových ztrát. Jeho vsazením do zkorodovaného potrubního systému se jednak prodlouží výpadky v dodávce vody a jednak se může znehodnotit vodoměr vplavovanými korozními zplodinami.

Z výše uvedeného vyplývá, že vodoměry je žádoucí osazovat pouze do nových potrubních systémů, které navíc jsou navrženy tak, aby pro každý byt byly použity pouze dva vodoměry.

Nedávno vyšla revidovaná norma ČSN 06 0320 [9], která však obdobně jako norma původní uvádí v odstavci 4.1 (cit.): „Zařízení pro ohřívání užitkové vody má být navrženo a

vybaveno tak, aby teplota TUV v místě odběru (na výtoku u uživatele) ve stavbách pro bydlení dosahovala trvale hodnot mezi 50 °C až 55 °C. V době odběrové špičky je povolen krátkodobý pokles teploty až na 45 °C.,,

Je zřejmé, že poslední věta opět povoluje, aby zdroj tepla nepokryl špičkovou potřebu TUV obdobně jako v předchozím vydání normy.

Výše uvedené podmínky z ČSN 06 0320, jsou pro uživatele, kterému se měří odebraná teplá užitková voda, zcela nevhodné, norma byla v tomto ohledu postavena na ochranu dodavatele tepla a ne na ochranu odběratele. Pokud budou v soustavě centrálního nebo dálkového rozvodu TUV osazeny v jednotlivých bytech vodoměry (bez měření odebraného tepla), je nutno u nejvzdálenějšího odběratele zajistit minimální pokles teploty (za max. hodnotu považují 5 °C, optimální pak 2 °C). Z toho vyplývá nutnost zvětšení tloušťky izolace přívodního potrubí a zvětšení cirkulačního množství.

Při zpracování ČSN 73 6655 [6], bylo ze strany normalizačního úřadu požadováno vložit do textu odvolávku na tehdy právě vydanou a tedy platnou normu ČSN 06 0320 [9].

Souhlas ze strany zpracovatelů normy vycházel z toho, že pokud se navrhne rozvodný systém a cirkulační potrubí podle podmínek normy ČSN 73 6655, bude projektant schopen navrhnout systém rozvodu TUV i o lepších parametrech než je uvedeno v ČSN 06 0320.

Jaký je důsledek této věty na straně rozvodů vody? Prozatím se ponechá termín „krátkodobý pokles“, bez podrobnějšího komentáře (Vliv tohoto ustanovení na uživatele bude pojednán níže). Následující příklad umožní porovnat množství odebrané vody v závislosti na teplotě dodávané vody.

Uživatel odebere 1 m³ smíchané vody 40 °C teplé (např. pro mytí nádobí). V tabulce 6 jsou uvedena odebraná množství teplé Q_{tv} a studené vody Q_{sv} při různých teplotách dodávané teplé vody při studené vodě konstantní teploty 15 °C.

Tabulka 6

tv [°C]	45	50	55	60
Q _{sv} [l]	167	286	374	444
Q _{tv} [l]	833	714	626	556
% závislé na teplotě TUV (55 °C ≈ 100%)	133	114	100	89

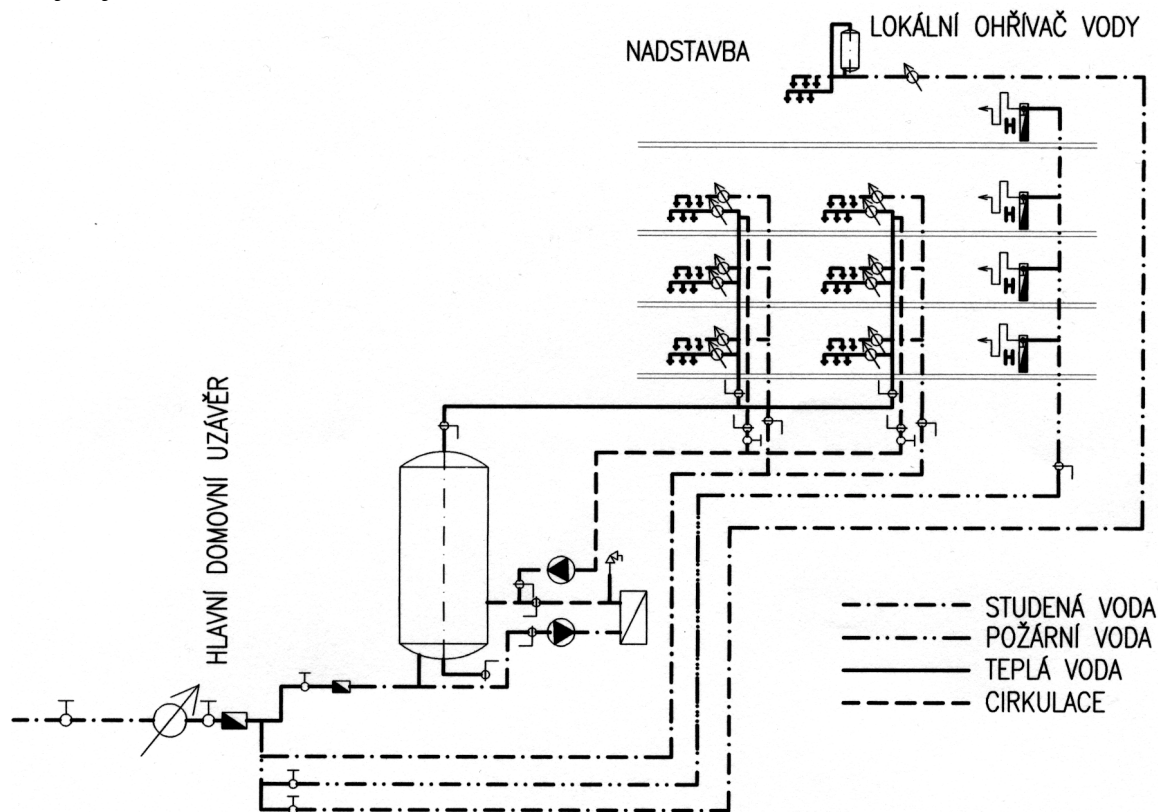
Z tabulky je zřejmé, že uživatel, který má trvale zaručenou pouze teplotu 45 °C, zaplatí za teplou vodu i 1,5 násobek ceny, kterou bude platit uživatel s vodou 60 °C, protože se neregistruje teplota vody, ale pouze odebrané množství vody. Při povoleném rozmezí mezi 50 °C a 55 °C je rozdíl „pouze“, 15%. Na základě údajů v tabulce je možno prohlásit, že cirkulační systém rozvodů TUV s fakturací nákladů podle odebraného množství by měl zaručit trvalé udržení teploty vody v místě odběru v rozmezí 2 - 3 °C.

2.8. Zesilování tlaku

Při rekonstrukcích a modernizacích objektů se velmi často stává, že se současně objekt nadstaví o jedno až dvě podlaží. Po posouzení tlakových poměrů v objektu se zjistí, že hydrodynamický tlak v nově zřízené výškové úrovni je nedostatečný pro dodávku vody do nových zařizovacích předmětů.

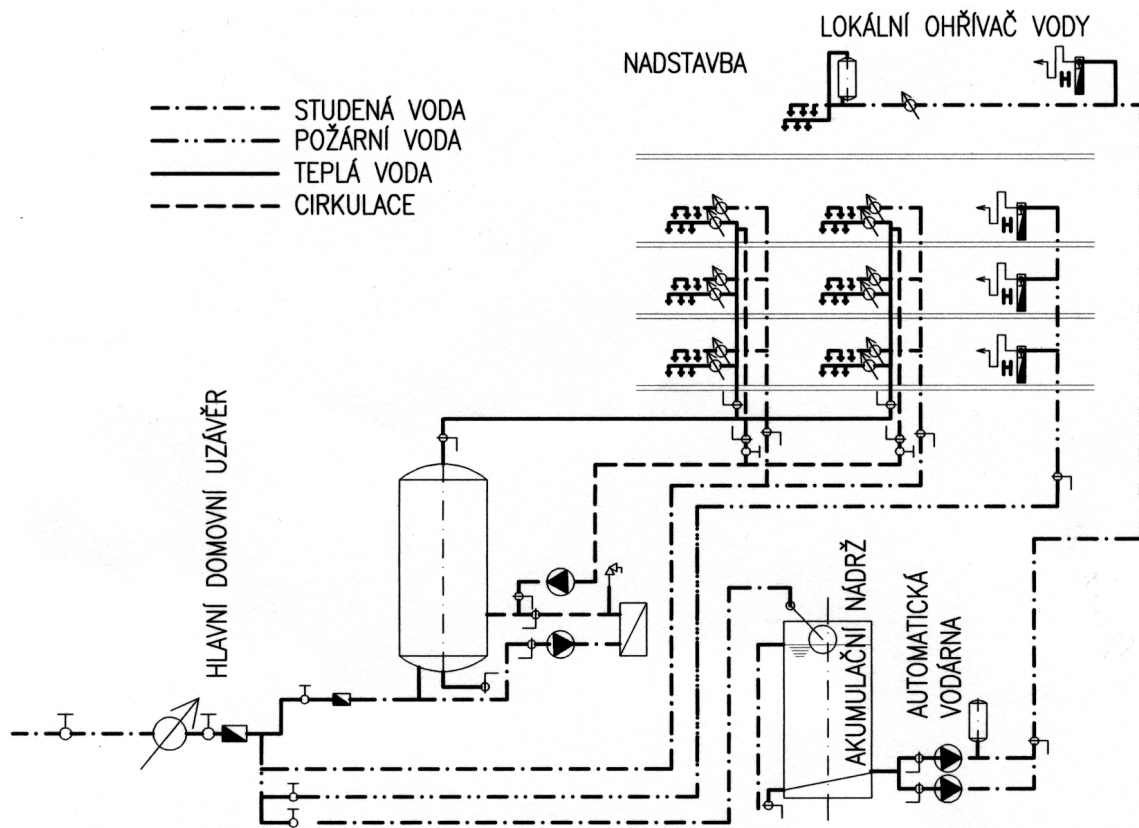
Nikdy se nesmí zesilovat tlak samostatně na studené a teplé vodě. Rovněž se nemůže zesílit tlak jen v okruhu studené vody a teplou vodu v nadstavbě připojit na stávající stoupační vedení.

Mohou nastat dvě hlavní skupiny případů. Jednodušší případ je, když hydrodynamický tlak v nových prostorách je možno upravit zvětšením dimenze přípojky, změnou rozvodů v nejnižším podlaží a samostatným stoupačním vedením stoupačního potrubí do nadstavovaného podlaží jak je vidět na obrázku 7.

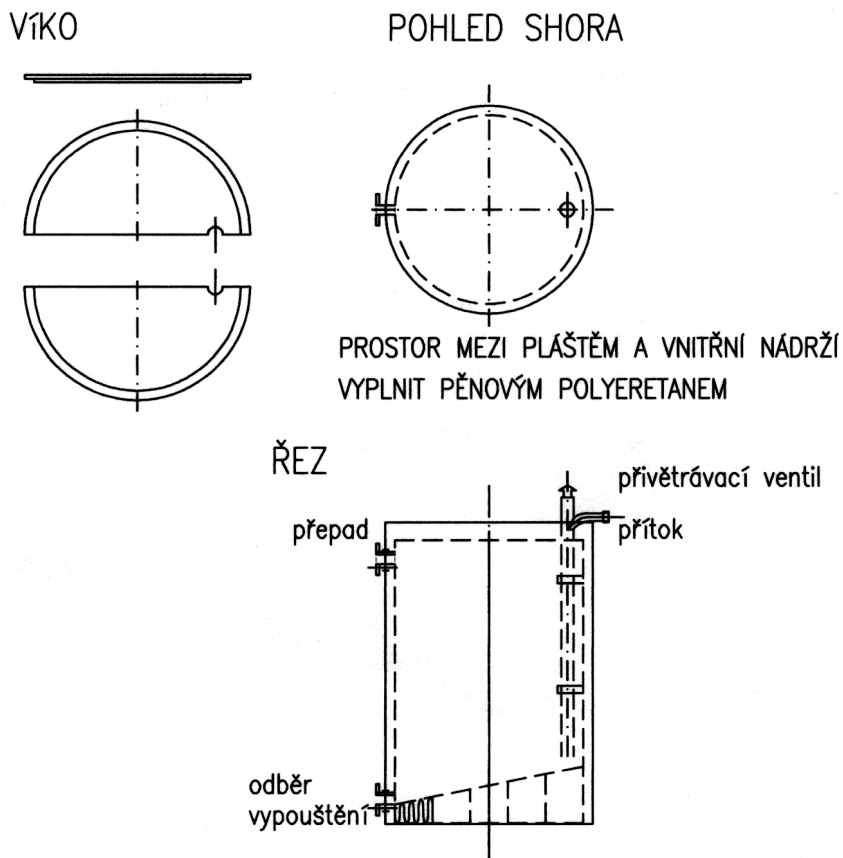


Obr. 7 Úprava vnitřního vodovodu pro nadstavbu

Druhá skupina případů vyžaduje zřízení zesilovací tlakové stanice, bez které nelze vodu do nových prostorů přivést. Vodárna většinou vyžaduje hydraulické oddělení systému tak, že před čerpací stanicí se osadí akumuláční nádrž, do které voda přitéká z vnitřního vodovodu objektu a automatická čerpací stanice udržuje v systému tlak v požadovaném rozsahu (obr. 8). Akumulační nádrž musí být navržena v optimálních rozměrech, aby v ní voda nestála dlouho a nezměnily se organoleptické a biologické vlastnosti vody. Kromě toho musí být nádrž navržena tak, aby se eliminoval hluk dopadající vody při prázdné nádrži a nezměnila se teplota vody (obr. 9). Nádrž musí být umístěna v místnosti, do které nemají přístup nepovolané osoby, aby nemohlo dojít ke znehodnocení vody. Pozornost je třeba věnovat i ochraně pláště nádrže před kondenzací vody na jejím povrchu.

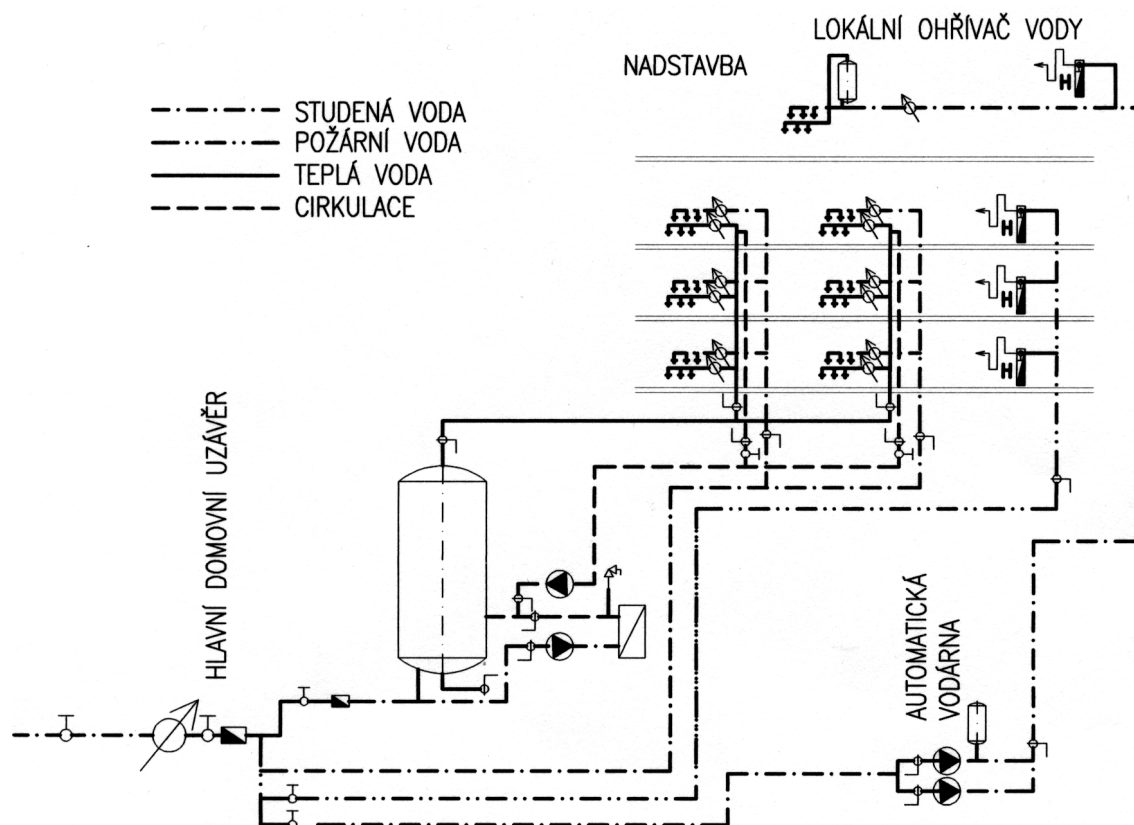


Obr. 8 Tlaková zesilovací čerpací stanice pro nadstavbu



Obr. 9 Princip návrhu akumulární nádrže

Výjimečně povoluje dodavatel vody připojení zesilovací tlakové stanice přímo na potrubí vnitřního vodovodu (obr. 10). Ovládací tlaky jsou v tomto případě nastaveny tak, že při poklesu tlaku ve vnitřním vodovodu pod stanovenou hodnotu se zapíná čerpadlo automatické čerpací stanice a při dosažení vypínacího tlaku se čerpadlo vypne. Voda proudí čerpadlem tlakem dodávaným z veřejného vodovodu. Toto řešení je energeticky i hygienicky výhodnější, protože využívá tlaku vodovodní sítě a čerpá se pouze v časových intervalech, kdy je v soustavě venkovního vodovodu nízký tlak.



Obr. 10 Zesilovací stanice napojená přímo na vnitřní vodovod

V obou případech je výhodné odpojit zásobování vodou přidávaných podlaží od stávajícího rozvodu vody v domě tak, aby se čerpací stanice navrhla pouze na potřebu vody nadstavby. V případě, že čerpací stanice musí zajistit i dodávku požární vody do vnitřního požárního vodovodu nadstavby, je nutno provést připojení elektřiny pro čerpací stanici tak, aby v době požáru se nemohla čerpací stanice vypnout současně při vypnutí objektu.

2.9. Požární voda pro vnitřní požární vodovod

Při řešení modernizace vnitřního vodovodu je třeba překontrolovat i řešení vnitřního požárního vodovodu. Pro návrh vnitřního požárního vodovodu platí ČSN 73 0873 [11]. V bytových domech by se dnes měly používat pouze tvarově stálé hadice a potrubní systém musí vyhovět požární odolnosti min. 20 minut. Z toho vyplývá, že plastové materiály, které se dnes běžně pro modernizaci vnitřního vodovodu používají, této podmínce bez dalších úprav nevyhovují.

Po dokončení vnitřního vodovodu je nezbytně nutné zajistit provedení zkoušky požárního vodovodu ve smyslu ustanovení ČSN [11].

2.10. Hygienické vlastnosti vody, ochrana kovových částí proti korozi

Voda se kromě mytí a splachování záchodů používá v bytové výstavbě z méně než 10% jako potravina. To by měl mít na paměti každý, kdo se touto problematikou zabývá.

Potraviny prodávané v obchodní síti mají přesně stanovené záruční lhůty a dokonce více méně existuje způsob, jak vymáhat náhradu při nedodržení podmínek stanovených příslušnými normami nebo předpisy.

Jakost pitné vody je předepsána normou ČSN 75 7111 [18]. Zatím není žádným předpisem stanoveno, jak může uživatel (spotřebitel) vymáhat dodržení jakosti vody. Kvalita vody se může zhoršit jak předimenzováním potrubí, tak přestávkou v odběru (např. dovolená spotřebitele). Dalším možným případem zhoršení kvality vody je způsob ohřívání, izolace potrubí, řešení cirkulace a vzdálenost mezi potrubími teplé a studené vody.

Ohřívání vody průtočným systémem bez akumulace vylučuje možnost usazení kalů, které ve vodě vznikají vždy se změnou teploty. Tím se místo, kde dochází k usazování kalů posunuje do trubního systému do takových míst, kde je rychlost vody nižší než je unášecí schopnost vody. Tyto usazeniny se pak stávají živnou půdou pro rozmnožování bakterií.

Dalším zdrojem možného zhoršení jakosti vody jsou nevhodné armatury a nesprávné napojení technického zařízení (např. dopouštění vody do systému ústředního vytápění bez přerušovací nádrže). Podle ČSN 73 6660 [7] musí být každá výtoková armatura, která umožňuje nasazení hadice nebo ruční sprchy, opatřena přivzdušovacím ventilem a zpětným ventilem. Nesmí se tedy použít armatury, které jsou určeny pro systémy ústředního vytápění.

Jako ochrana proti korozi kovových částí potrubí se používají převážně inhibitory koroze na bázi polyfosfátů pod různými obchodními názvy. Dávkování se provádí v závislosti na množství vody proteklé pulzním vodoměrem. Dříve používané úpravny na principu pomalého rozpouštění skelného polyfosfátu mohou při nevhodném provozním režimu znehodnotit vodu předávkováním.

3. VNITŘNÍ KANALIZACE

3.1. Normativní podmínky

Vnitřní kanalizace musí zajistit spolehlivé, hospodárné a hygienicky nezávadné odvádění všech druhů odpadních vod z objektů a musí být řešena tak, aby nebyla porušena stabilita objektu ani při případných opravách.

Pro řešení vnitřní kanalizace platí ČSN 73 6760 Vnitřní kanalizace [19]. Při modernizaci bytových domů většinou nedochází k výraznému nárůstu odtokového množství splaškové vody. Odtok dešťové vody se co do množství nemění ani v případě zvýšení objektu.

V době zpracování této publikace se po částech schvaluje evropská norma EN 12056 Vnitřní kanalizace – gravitační systémy [20]. Prvních pět částí normy je schválena všemi členy CEN a připravuje se jejich české znění.

V normě se objevilo ustanovení, že se splaškové a dešťové vody v rámci vnitřní kanalizace musí odvádět systémem oddílné kanalizace a pouze vně budovy mohou být odváděny jednotným svodným potrubím. Toto ustanovení znamená, že dešťové vody se budou muset z dvorní části objektu převádět samostatným potrubím, pokud národní poznámka k normě toto ustanovení nezměkčí.

3.2. Navrhování vnitřní kanalizace

Při navrhování vnitřní kanalizace v modernizovaných objektech se většinou vychází ze stávajících vedení vnitřní kanalizace.

Požadavky, které jsou na vnitřní kanalizaci kladené je možno shrnout do následujících bodů:

- bezpečný provoz
- dostatečná životnost
- dokonalá vodotěsnost a plynotěsnost
- dostatečné odvětrání a přivětrání soustavy
- možnost čištění potrubí
- omezení zanášení potrubí

Protože dimenze odpadního potrubí vnitřní kanalizace je minimálně D100 a systém odvodnění je většinou s gravitačním odtokem, je vhodné ponechat trasu vnitřní kanalizace v původních místech. Proto navrhování vnitřní kanalizace při modernizaci bytových domů neumožňuje zásadní úspory ani pokud se týká energetických úspor, ani úspor materiálových.

V případech, kdy se v rámci modernizace navrhuje od původního zcela odlišné dispoziční uspořádání, je třeba naopak uvážit vyšší energetickou náročnost odvodnění s přečerpáním (viz. odstavec 3.4).

Nadstavby objektů je z hlediska větrání vnitřní kanalizace třeba řešit tak, aby větrací potrubí nevyústovalo poblíž okenních otvorů. Odpadní potrubí vnitřní kanalizace, které bylo původně odvětráno nad střechu, nesmí být opatřeno přivětrávacím ventilem. Tyto armatury by měly být používány pouze v těch případech, kdy se provede pečlivé posouzení hydraulických poměrů v odpadním potrubí. Nevhodně použité přivětrávací hlavice mohou způsobovat nepříjemné hlukové poměry v zařizovacích předmětech a dokonce omezovat řádný odtok z nich.

Větrací potrubí vnitřní kanalizace má být přímé a pokud možno svislé, má být stejné světlosti jako odpadní potrubí, má být ukončené asi 0,5m nad rovinou střechy a nemá být osazeno větrací hlavici. Zvětšování průřezu a osazení větrací hlavice není vhodné proto, aby vzduch mohl proudit oběma směry stejnou rychlostí v celé délce odpadního potrubí. V zimním období vlhký a teplý vzduch proudí podchlazenou částí nad rovinou střechy. Čím

větší plocha větracího potrubí (hlavice) je ochlazována, tím více dochází k namrzání ledu, omezuje se přísun teplého vzduchu až hlavice zamrzne úplně a přeruší funkci větrání kanalizace.

3.3. Dimenzování vnitřní kanalizace

Dimenzování vnitřní kanalizace se provádí ve smyslu ČSN [19]. Základní údaj pro dimenzování vnitřní kanalizace je výpočtový průtok.

Pro výpočtový průtok dešťových vod Q_d v l/s se vypočítá z rovnice

$$Q_d = q_d \cdot \psi \cdot S \quad (18)$$

kde

q_d je vydatnost deště v l/s. m² (pro tradiční systémy 0.025, pro podtlakové 0.03)

ψ součinitel odtoku podle tabulky v normě [19]

S půdorysný průmět odvodňované plochy v m².

Výpočtový průtok splaškové vody Q_s se vypočítá podle ČSN [19] uvedený v odstavci 4.2.1 této normy. K výpočtovému průtoku určenému analogicky podle [6] se přičítá statistická hodnota, která zahrnuje výpočtový odtok ze zařizovacího předmětu s nejvyšší hodnotou výpočtového odtoku.

$$Q_s = Q_v + \sqrt[3]{n \cdot q_n} \quad (19)$$

kde

q_n je nejvyšší hodnota výpočtového odtoku ze zařizovacího předmětu l/s

n počet zařizovacích předmětů s nejvyšším odtokem

Q_v průtok přiváděné vody pro řešenou skupinu zařizovacích předmětů určený analogicky podle ČSN 73 6655 [6].

Pro odtok ze společného potrubí svodného potrubí jednotné kanalizace se k výpočtovému průtoku dešťové vody připočítává 1/3 výpočtového odtoku splaškové kanalizace. Svodné potrubí se dimenzuje tak, aby při výpočtovém průtoku byla výška plnění potrubí h 0,7 světlosti potrubí d .

3.4. Volba materiálu, uložení potrubí

Pro navrhování vnitřní kanalizace je k dispozici řada materiálů kovových i nekovových. Kovové materiály mají vhodné protipožární vlastnosti, jejich nevýhodou je jejich vyšší hmotnost a cena. Kromě dříve používané „odpadní“, hrdlové litiny, se ve specifických podmínkách v objektech s vyššími nároky na protipožární zabezpečení budov prosazuje bezhrdlové litinové potrubí. Spojování se provádí pomocí přesuvných spojovacích prvků z nerezové oceli.

Nekovové materiály, které se běžně používaly ve stavebnictví prošly řadou modifikací. Kameninové potrubí se vyrábí jak hrdlové, tak bezhrdlové. Hrdlové potrubí využívá většinou jako těsnící prvek gumové kroužky. Bezhrdlové kameninové potrubí je většinou spojováno přesuvnými spojkami z plastické hmoty.

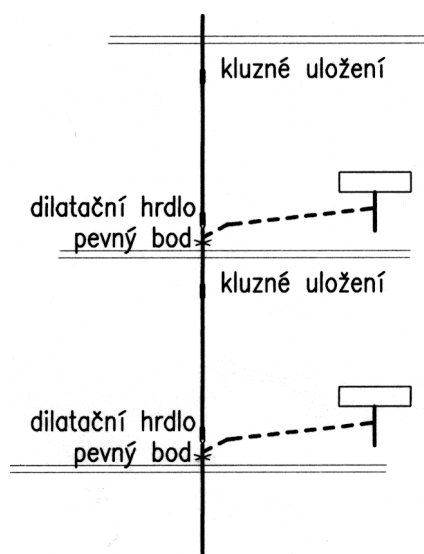
Plastové materiály jsou v současné době nejpoužívanějšími materiály při řešení vnitřní kanalizace. Mezi hlavní přednosti patří nízká hmotnost, dlouhá životnost, odolnost proti otěru, snadná zpracovatelnost, snadná manipulace a nižší náklady na dopravu.

Odolnost proti chemickému namáhání vnitřního nebo vnějšího povrchu potrubí je odvislá nejen od použitého výchozího materiálu, ale i od materiálu použitého pro spojování.

Plastová potrubí vnitřní kanalizace mohou být buď spojovaná na hrdla nebo svařovaná na tupo případně za použití elektrotvarovek.

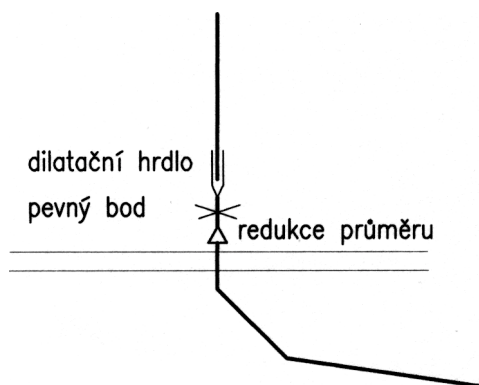
Nejvíce problémů při používání plastů pro potrubí vnitřní kanalizace způsobuje součinitel tepelné roztažnosti. Pro odstranění tohoto negativního vlivu je nutno trasu potrubí opatřit speciálními tvarovkami nebo vhodnou změnou trasy potrubí. Síly vzniklé tepelnou dilatací je nutné přenést do stavební konstrukce pomocí pevných a kluzných bodů (obr. 11).

Při návrhu kompenzátorů je rozhodující rozdíl teploty okolí při montáži potrubí a nejvyšší teploty dopravované kapaliny. Zároveň je třeba posoudit vliv počtu spojů a způsob uložení potrubí na jeho průhyb. Doporučuje se, aby poblíž místa odbočení byl vždy pevný bod. Tím se na nejnižší možný stupeň sníží namáhání odbočky nebo porucha vytažením potrubí z hrdla. Velmi důležité je to u odbočení potrubí o několik profilů menších než je hlavní směr potrubí.



Obr. 11 Příklad řešení pevného bodu

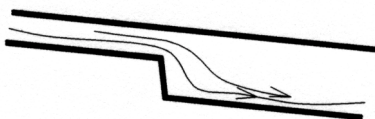
Další rozdíl mezi návrhem vnitřní kanalizace z tradičních materiálů (litiny) a novými materiály je neexistence patkových kolen a jiných přechodových tvarovek (obr. 12). Při přechodu odpadního potrubí do svodného potrubí musí být provedeno změnou dimenze v odpadním potrubím a zafixováním vnitřního kanalizačního potrubí ke stavební konstrukci.



Obr. 12 Schéma přechodu odpadního potrubí do svodného potrubí

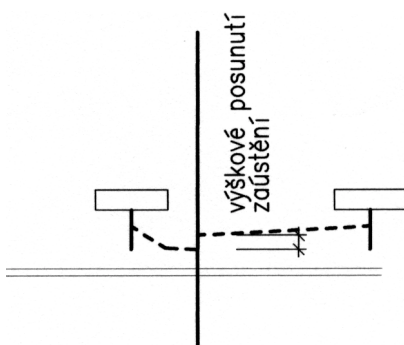
Tradiční materiály byly navrženy pro univerzální řešení hydraulických poměrů uvnitř potrubí vnitřní kanalizace. Přechodové tvarovky byly jak z hydraulických tak z výrobních důvodů centrické. Proudění vody ve svodném potrubí v místech zvětšení profilu potrubí bylo více méně plynulé. Nové plastové materiály sebou přinesly i nové tvarové řešení některých prvků vnitřní kanalizace.

Velmi často se vyskytuje použití excentrických přechodových kusů. Tyto tvarovky se musí ve svodném potrubí osazovat tak, že excentrické rozšíření bude otočeno do spodní části potrubí (viz. obrázek č. 13). Toto osazení zajistí ochranu potrubí proti průniku splaškové vody při zpětném vzduťi.



Obr.13 Osazení excentrické přechodové tvarovky do svodného a připojovacího potrubí

Dalším netradičním prvkem je používání odboček z odpadního (svislého) potrubí s úhlem připojení 87° až $88,5^\circ$. Při použití takových odboček se snižuje možnost vytváření podtlaku mezi odbočkou a zápachovou uzávěrkou (obr. 14). Při osazení zařizovacích předmětů z obou stran stěny je nutno zamezit vzájemnému ovlivnění průtoku.



Obr.14 Připojení zařizovacích předmětů s kolmým napojením

Při řešení modernizace a rekonstrukce objektů je třeba posoudit i hlukové poměry v navrhovaných prostorách. Šumění proudící dešťové vody v potrubí osazeném ve stěně ložnice se uživateli bytu může stát noční můrou a později i příčinou soudního sporu. Samozřejmě nejlepší řešení je vedení kanalizace mimo takové prostory.

Existuje však i technické řešení. Jednak je to potrubí, které je již od výrobce opatřeno vrstvami, které snižují vyzářování hluku z potrubí. Druhou možností je dodatečné obalení potrubí zvukovou izolací, která bývá tloušťky asi 15 mm. Izolace je tvořena vrstvou pěnového plastu, ke které je připojena většinou olověná fólie s vnější ochranou vrstvou plastu. Účinnost dodatečně prováděné izolace je velmi závislá na kvalitě provedení práce. Protože tato izolace je poměrně nákladná, může vzniknout snaha zmenšit spotřebu materiálu přiložením izolace pouze k části obvodu potrubí ze strany místnosti. Tím se účinek izolace zcela zruší.

V rámci šetření energií se v současné době prosazují kondenzační kotle. Kondenzační kotle využívají skupenské teplo vodní páry, které se odebrává při její kondenzaci ochlazením přídavným výměníkem. Vznikající kondenzát je agresivní kapalina s velmi nízkým pH. Celkové množství kondenzátu závisí na výkonu kotle. Měrný odtok kondenzátu je 0,1 – 0,2 litrů za hodinu na 1/kWh vyprodukovaného tepla. Množství kondenzátu závisí na typu

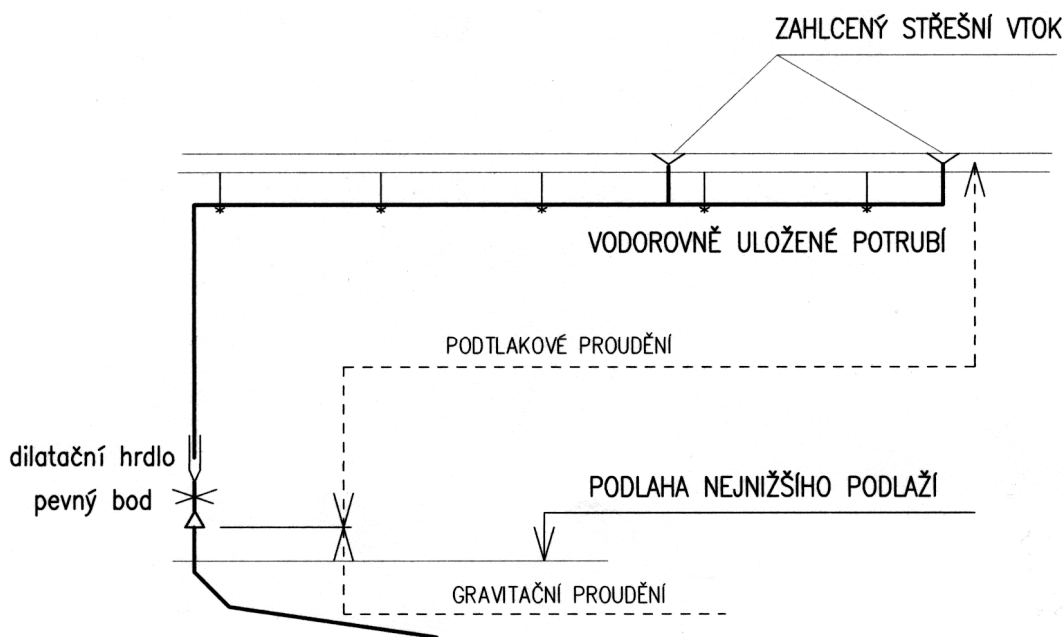
výměníku, teplotním spádu v systému chlazení spalin a výstupní teplotě spalin za výměníkem. Kanalizační potrubí musí být odolné vůči kyselinám a podle podmínek kanalizačního řádu je třeba v objektu provést neutralizaci této odpadní vody. Pokud je splašková voda z objektu zachycovaná žumpou, tak je potřeba zvětšit její objem, protože u malých objektů (rodinných domů) může množství kondenzátu zejména v zimním období podstatně zvýšit množství odvážených splašků.

3.5. Podtlakové systémy odvodnění střech

Při modernizaci nebo nadstavbách objektů lze použít i podtlakové systémy odvodnění střech. Systém využívá průtoku dešťové vody plným průřezem potrubí při vyloučení provzdušení proudu. Speciální konstrukce střešních vtoků zabraňuje přístupu vzduchu do potrubí při vyšších průtocích vody a zajišťuje průtok vody celým profilem potrubí. V potrubí vzniká při tomto typu proudění podtlak. Systém potrubí musí být proveden tak těsný, aby nemohlo dojít k přetržení sloupce vody vnikajícím vzduchem. Potrubí propojující jednotlivé vtoky je vedeno vodorovně, protože v potrubí jsou vysoké rychlosti protékající vody, které zajistí samočisticí schopnost potrubí (obr. 15).

Střešní vtok je při extrémních průtocích zahlcen vodou. Musí tedy být řádně připojen k hydroizolaci střešního pláště tak, aby nemohlo dojít k průniku vody pod hydroizolační vrstvu.

Velmi pečlivě je třeba řešit i havarijní stav, kdy se vtoky mohou ucpat plastovou fólií (sáček apod. – samozřejmě se to může stát i při klasickém odvodnění střechy) nebo intenzita deště překročí výpočtovou hodnotu. Atika nebo žlaby by se proto vždy měly opatřit havarijním přepadem.



Obr. 15 Schéma podtlakové kanalizace pro odvodnění střechy

3.6. Čerpání odpadní vody

Součástí modernizace bytových domů bývá často úprava sklepních prostorů pro různé obchodní účely. Protože se tyto prostory nacházejí často pod úrovní kanalizace nebo pod úrovní vzdušné vody ve veřejné kanalizaci, musí se odvodnění takových prostorů řešit přečerpáním.

Vždy se musí postupovat tak, že veškeré výše umístěné zařizovací předměty se odvodňují gravitačně. Dešťové vody by se, pokud to není technicky nezbytné, neměly přečerpávat vůbec.

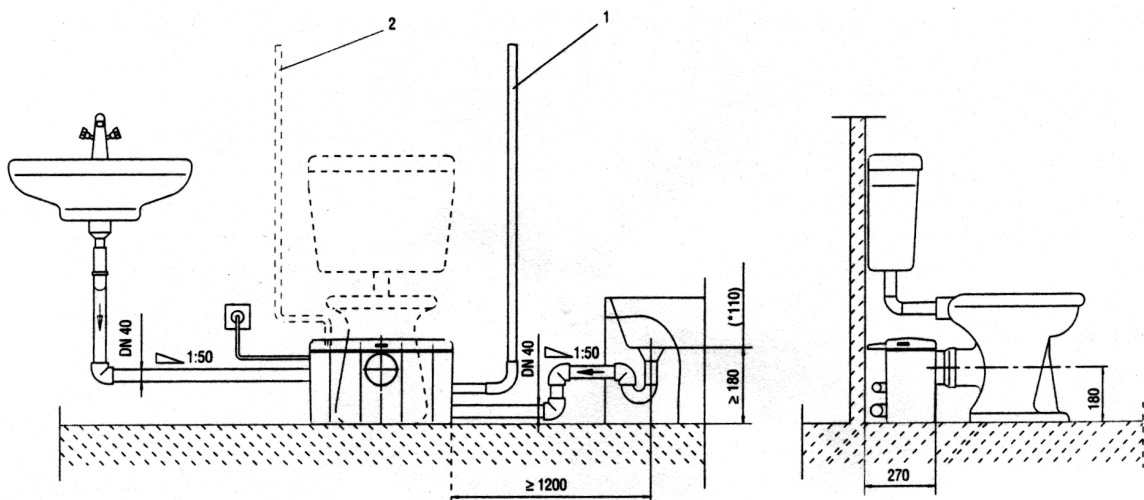
Nově zřizované hygienické místnosti v nadstavbách někdy nemusí přímo navazovat na stávající odpadní potrubí vnitřní kanalizace. Pokud je vzdálenost od stoupačky kanalizace větší, než umožňuje stavební konstrukce pro gravitační odvodnění zařizovacích předmětů, musí se navrhnout přečerpání odpadní vody.

Zařízení pro čerpání odpadní vody může být buď lokální nebo centrální, při umístění v objektu musí být vždy pachotěsně uzavřené a snadno opravitelné.

Při rozhodování o použití centrálního nebo lokálního čerpání splaškové vody se musí brát v úvahu účel hygienických místností a možné chování návštěvníků. Lokální čerpací zařízení se příliš nehodí do veřejných, anonymně používaných zařizovacích předmětů (restaurace, bary). Návštěvníci takových provozů zahazují do záchodů cigaretové nedopalky, injekční jehly někdy i spodní prádlo). Lokální čerpací zařízení je kromě čerpacího rotoru vybaveno rotačními noži a sítí. Nože sice rozřežou téměř veškeré splaveniny, ale vláknité látky se zachytí na sítu a postupně dojde k ucpání síta a přerušení funkce. Zkušenosti ukazují, že největší podíl na zanesení filtrů mají nedopalky cigaret s filtrem a vata nebo výplň dámských vložek (obr. 16).

Lokální zařízení se většinou umísťuje přímo za záchodovou mísu a umožňuje připojit ještě další zařizovací předměty v těsné vzdálenosti (umyvadlo, sprcha). Nedoporučuje se připojovat na jedno přečerpací zařízení více zařizovacích předmětů v případě, že jsou umístěny v různých místnostech (mohou být využívány současně více osobami).

Vyrábí se několik typů zařízení podle požadavku na dopravní výšku mezi zařizovacím předmětem a zaústěním do odpadního potrubí.

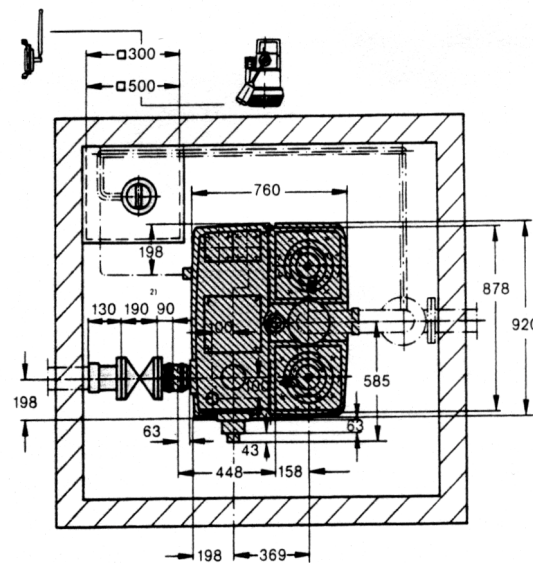
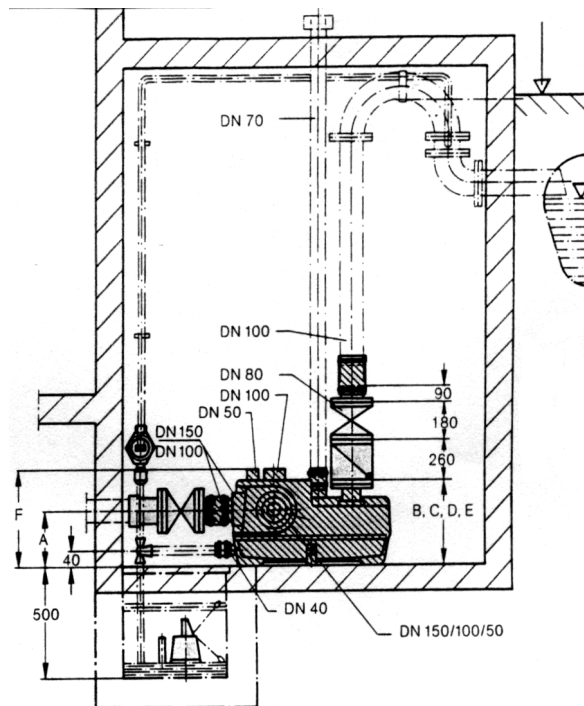


- 1: Výtlačné potrubí
- 2: Odvětrávací potrubí (volitelné)

Obr. 16 Schéma lokálního zařízení pro čerpání splaškové vody

Centrální čerpací zařízení (obr. 17) se navrhuje v místech s řadou zařizovacích předmětů v provozních jednotkách, ve kterých lze vyčlenit pro přečerpací blok samostatnou místnost nebo je lze umístit v podružném obsluze přístupném prostoru i mimo objekt. Podle důležitosti provozu je možno navrhnout čerpací blok s jedním nebo dvěma čerpadly (zařízení s jedním čerpadlem se doporučuje navrhnout výjimečně s výslovným požadavkem investora). Zařízení má lepší technické parametry z hlediska četnosti spínání a rezných možností.

Při návrhu jeho umístění je vždy třeba uvážit způsob provádění údržby a oprav ve vztahu na podmínky užívání řešené provozní jednotky.



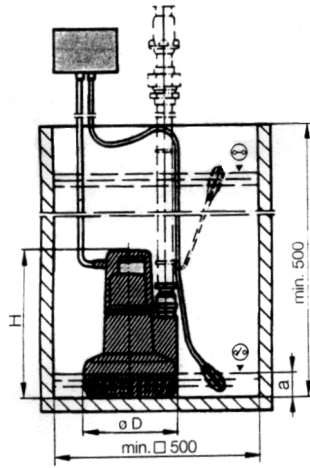
2) uzavírací šoupě DN 150 = 210 mm

Velikost šachty: 2000 x 2000 mm

Obr.17 Zařízení pro centrální přečerpání splaškové vody

Zařízení však musí být vždy napojeno tak, aby nemohlo dojít k zaplavení prostoru vzduťou vodou z vnitřní kanalizace. Podle požadavku ČSN [19] musí být výtlačné potrubí zaústěno minimálně 0,5 m nad nejvyšší hladinou vzduťou vody ve stokové síti.

Pokud se v podzemí řeší i tepelné hospodářství je třeba zajistit tyto místnosti tak, aby při poruše na zařízení (např. otevření pojišťovacího ventilu) nemohlo dojít k zaplavení zařízení vodou (obr. 18). Návrh čerpadla musí odpovídat i tepelnému zatížení odpadní vodou.



Obr.18 Čerpadlo s plovákem pro odvodnění jímek s čistou vodou

4. VNITŘNÍ PLYNOVOD

4.1. Normativní podmínky

Pro navrhování a rekonstrukce vnitřních plynovodů v budovách platí od května 1999 ČSN EN 1775 [21]. Norma plně nahradila ČSN 38 6441 [22]. Evropská norma stanovuje základní požadavky pro navrhování, stavbu a provoz domovních plynovodů. Norma má být používána ve spojení s národními normami nebo pravidly pro postup z této normy vycházející. V České republice je tato norma doplněna technickými pravidly TPG 704 01 [14]. Tato pravidla stanovují podrobnější úpravu pro oblast navrhování, stavbu, zkoušení, uváděný do provozu, provoz a údržbu odběrných plynových zařízení a spotřebičů na plynná paliva v budovách.

Jako novinka je do technických pravidel zaveden pojem **provzdušnost** (podle ČSN 74 6185 [23]), který nebyl v žádném předchozím vydání normy [22]. Tímto pojmem se označuje objemový tok vzduchu za jednotku času, procházející spárami uzavřeného okna nebo dveří. Závisí na tlakovém rozdílu mezi dvěma prostory. Objemový tok se určí podle vztahu

$$Q_s = i \cdot l \cdot \Delta p^{0,67} \quad (20)$$

kde

- Q_s je objemový tok vzduchu $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
 i součinitel provzdušnosti spár (viz. tabulka č. 7) v $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$
 l délka spáry v m, uvažuje se jako součet obvodů všech křídel, měřený v jedné rovině nejbližší k vnitřní straně okna (dveří). Styk křídel u oken (dveří) bez sloupku se započítává pouze jedenkrát.
 $\Delta p^{0,67}$ tlakový rozdíl v Pa, pro výpočet se uvažuje s hodnotou $\Delta p^{0,67} = 4 \text{ Pa}$.

Tabulka č. 7 – součinitel spárové provzdušnosti podle druhu oken a dveří

Druh oken a dveří		součinitel provzdušnosti
dřevěná okna nebo okna z plastických hmot	jednoduchá	$1,9 \cdot 10^{-4}$
	zdvojená	$1,4 \cdot 10^{-4}$
	dvojitá	$1,2 \cdot 10^{-4}$
kovová okna z ohýbaných lišt	jednoduchá	$2,4 \cdot 10^{-4}$
	zdvojená	$2,4 \cdot 10^{-4}$
	dvojitá	$2,1 \cdot 10^{-4}$
kovová okna, velmi dobrá těsnost	jednoduchá	$0,9 \cdot 10^{-4}$
	zdvojená	$0,9 \cdot 10^{-4}$
	dvojitá	$0,7 \cdot 10^{-4}$
venkovní dveře domovní	těsněné	$3,6 \cdot 10^{-4}$
	netěsněné	$1,6 \cdot 10^{-4}$
venkovní dveře balkónové		jako odpovídající okno

Při posuzování možnosti navržení plynových spotřebičů do bytových prostorů se podle [14] provede výpočet výměny vzduchu nebo přívodu vzduchu. Kromě toho se podle typu spotřebičů posuzuje požadovaný objem místnosti a objem místnosti připadající na 1 kW příkonu spotřebiče.

4.2. Navrhování vnitřních plynovodů

Velká část projektantů a montážních pracovníků se po celý svůj život setkávala při navrhování a provádění rozvodů vody a plynu s materiály na bázi oceli. Jiné materiály byly a bohužel stále jsou něčím, k čemu se přistupuje buď naprosto nekriticky (pod vlivem úderné reklamy velkoobchodníků) nebo velmi skepticky (z důvodů vlastní neznalosti).

Při navrhování a provádění systémů z měděného potrubí je nezbytné dodržet následující podmínky:

- zajistit, aby v návrhu byly použity pouze takové výrobky z mědi a jejích slitin, které zabezpečí dlouhou životnost systému (trubky by měly být vyrobeny z kyslíku prosté mědi, hladký vnitřní povrch bez tuků a uhlíku, konce trubek jsou ve výrobě uzavřeny, trubky a tvarovky musí být označeny)

- při vedení potrubí v místech se zvýšeným nebezpečím mechanického poškození, doporučuje se jej chránit vhodným způsobem

- návrh musí zajistit dodržení normativních předpisů [14, 21]

- návrh musí zajistit dodržení podmínek pro dopravu, skladování a provádění měděného potrubí uváděných výrobcem

- při provádění je třeba položit velký důraz na čistotu obou spojovaných částí

- pro plynovody se musí používat tvrdé pájení nebo jiný odpovídající způsob, který splňuje požadavek bezpečnosti a spolehlivosti podle technických doporučení výrobce [10]

- při ohýbání trubek nesmí dojít ke zmenšení průřezu trubky, vzniku ovality nebo mikrotrhlin

- pro plynovody je zakázáno řemeslnické zhotovování hrdlových tvarovek

4.3. Dimenzování vnitřního plynovodu

Plynovody se dimenzují podle TPG 704 01 [14].

Hydraulika rozvodů topných plynů není tak rozdílná mezi jednotlivými druhy materiálů jako u rozvodů vody. Vzorce pro dimenzování plynovodů neobsahují žádnou veličinu, která by rozlišovala hydraulický výpočet podle druhu materiálu. Samozřejmě se předpokládá, že dopravovaný plyn nesmí způsobovat vnitřní korozi materiálu a plyn neobsahuje ani látky, které by zmenšovaly průřez potrubí úsadami uvnitř potrubí (nemění se tedy průtokové parametry potrubí v závislosti na použitém materiálu).

Pro výpočet světlosti plynovodu se používá rovnice

$$D = 10 (19,4 \cdot Q^2 \cdot L_e \cdot \rho_p \cdot \Delta p^{-1})^{0,2} \quad (21)$$

kde

D je světlost vnitřního plynovodu v mm

Q redukovaný odběr plynu v $m^3 \cdot h^{-1}$ Redukovaný odběr plynu je hodnota, která podle počtu a typu spotřebičů snižuje celkovou hodnotu prostého součtu příkonů spotřebičů koeficientem současnosti.

L_e ekvivalentní délka vnitřního plynovodu v m

ρ_p relativní hustota plynu

Δp tlaková ztráta v úseku vnitřního plynovodu

Lze tedy konstatovat, že dimenzování plynovodů je dostatečně dlouho fixováno normami, hydraulické podmínky nevyžadují podrobnějšího výkladu. Tlaková ztráta se volí tak, aby byl vždy zajištěn požadovaný minimální tlak plynu před spotřebičem. Při výpočtu vnitřního plynovodu je vždy třeba počítat se vztlakem plynů lehčích než vzduch. Tlaková ztráta stoupacího vedení se volí tak, aby se vyrovnala přirozeným vztlakem plynu podle vztahu

$$\Delta p_v = 11,8 \cdot H (1 - \rho_p) \quad (22)$$

kde

Δp_v je přirozený vztlak plynu v Pa

H výška řešené části vnitřního plynovodu

ρ_p relativní hustota plynu

Pro zemní plyn je možno orientačně uvažovat s hodnotou vztlaku plynu 5 Pa na 1m výšky.

4.4. Posouzení vnitřního prostředí pro umístění plynových spotřebičů

Pro umístění plynových spotřebičů v bytových prostorech platí nová ustanovení uvedená v technických pravidlech TPG[14]. Spotřebiče jsou rozděleny do tří základních skupin podle způsobu odvádění spalin z hoření (viz. TPG 800 00 [24]). Nejnižší požadavky jsou na spotřebiče typu C, které při provozu vůbec neovlivňují vnitřní prostředí bytu, protože si vzduch pro spalování nasávají z venkovního prostoru a do něj spaliny přímo odvádějí.

Spotřebiče v provedení B odebírají vzduch z hoření z prostoru, ve kterém jsou umístěny a spaliny odvádějí kouřovodem. U těchto spotřebičů platí, že smějí být umístěny v prostorech alespoň nepřímo větratelných s tím, že musí být provedeno propojení místností (například neuzavíratelnými otvory ve dveřích).

Nejvyšší požadavky na požadovaný objem místnosti platí pro spotřebiče typu A. Plynové průtokové ohřívače nesmějí mít větší příkon než 10 kW a spotřebič musí být vybaven hlídačem okolního prostředí. Spotřebič má pouze jeden vývod vody a není používán pro vanové nebo sprchové koupele, případně pro jiný dlouhodobý odběr teplé vody.

Při nedodržení požadavků normy dochází v místnosti k hromadění spalin, úbytku kyslíku postupnému zhoršování procesu spalování za vývinu oxidu uhelnatého. Tento stav je možno zhoršit i tím, že si uživatel dodatečně utěsní okna a dveře do bytu, aby snížil tepelné ztráty bytu. **Proto by každý uživatel takového bytu měl obdržet podmínky pro provoz plynových spotřebičů.**

4.5. Volba materiálu

Stanovit jednoznačné cenové kritérium výhodnosti toho či onoho materiálu nelze v současné době objektivně provést.

V České republice neexistuje jednotná metodika stanovení ceny jednotlivých materiálů. Můžeme například porovnat ceny 1 kg materiálu, což neprozradí nic o vazbě mezi průřezem potrubí a tloušťkou stěny.

Materiály se vyrábějí v nestejných vnitřních průřezích, nelze tedy srovnat přesné vazby mezi optimálním hydraulickým využitím příslušného průřezu jednotně. Abychom mohli objektivně srovnat cenovou výhodnost navrženého materiálu, museli bychom na stejném objektu provést exaktní hydraulický výpočet všech sledovaných materiálů, takto navržený rozvod pro každý materiál ocenit a do výpočtu zahrnout i náklady na údržbu s vazbou na předpokládanou životnost každé soustavy.

Kromě toho se dnes při rozhodování o použití typu materiálu podstatnou měrou podílí i subjektivní zájem a pocity jednotlivých účastníků investiční výstavby.

Každý dodavatel svého systému prohlašuje, že jeho materiály jsou cenově bezkonkurenční, umožňující použít velmi malé profily a nekonečně životné.

Pokud by se mělo stanovit nějaké kritérium vycházející z ceny suroviny nebo potrubí, mohlo by být následující:

Čím je dražší povrchová úprava nad rozvodem, tím by měl být dražší i použitý materiál. Čím je kratší očekávaná životnost řešeného provozu (například krátkodobě pronajatý prostor), tím levnější materiál lze použít.

Žádný z materiálů není schopen univerzálně vyřešit všechny problémy v zásobování plynem.

Projektant by vždy měl zvážit, zda výhodná vlastnost zvoleného materiálu v jedné oblasti je dostatečně vyvážena nevýhodou v oblasti jiné.

5. BYTOVÁ JÁDRA

Téměř veškerá bytová výstavba od šedesátých let využívala pro vybavení hygienických místností bytová jádra (v některých konstrukčních soustavách instalační šachty. Hygienické místnosti byly řešeny v minimálně možných rozměrech. Obvodové stěny byly provedeny většinou z více či méně kvalitních sendvičových panelů.

Tyto obvodové konstrukce jsou v současné době za hranicí životnosti. Pokud byla vnitřní součástí panelu dřevěná kostra, tak je v místech namáhaných stékající vodou většinou uhnílá.

Regenerace takových bytových jader je možno provést buď ve stávajícím půdorysu, nebo po zásadní přestavbě celého objektu a snížení počtu bytů zvětšením prostoru bytu a hygienických místností zvlášť (tímto způsobem se regeneruje panelová výstavba v Německu).

V současné době se pro nedostatek finančních prostředků postupuje většinou úpravou stávajícího bytového jádra v daném půdorysu bytu. Většinou se vyměňuje rozvod vody, ostatní vedení se ponechávají beze změny.

Obvodová konstrukce jádra se někdy provádí nová, pak je třeba posoudit, zda nedojde k přetížení stropu. Někdy si uživatel pouze vymění zařizovací předměty a provede obklady přímo na konstrukci bytového jádra i když riskuje pozdější destrukci stávajících panelů zabudovanou vlhkostí.

Při výstavbě bytových domů byl jakýkoli zásah do bytového jádra nepřípustný. Výrobce bytových jader se tím bránil proti uplatnění reklamací.

Vzhledem k tomu, že se velmi často modernizace bytových domů spojuje zároveň s nadstavbami, je velmi důležité provést důkladný průzkum stavu instalací a bytových jader včetně záznamu o funkci jednotlivých vedení. Výhodně se taková nadstavba řeší tak, aby se pokud možno co nejméně dotkla stávajících bytů. Protože však je vždy nutno provést úpravu (prodloužení) potrubí vzduchotechniky, doporučuje se, aby v rámci průzkumu bylo zjištěno, jak funguje stávající větrací systém. Mohlo by se stát, že po dokončení nadstavby si budou obyvatelé stávajících bytů stěžovat na funkci soustavy odsávání. Po zásahu do potrubí se velmi obtížně dokazuje, že systém byl nefunkční již před zásahem do systému.

Podrobněji je popsán postup při rekonstrukci bytových jader v oddílech 7 a 8.

Některé zahraniční firmy začaly připravovat prvky, kterými by bylo možno nahradit stávající konstrukce bytových jader při využití moderních materiálů s cílem, aby se rekonstrukce či modernizace bytů mohla provádět za provozu objektu a ve velmi krátkých časech. Cenou za rychlost jsou samozřejmě vyšší investiční náklady.

6. ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY

Současný sortiment zařizovacích předmětů je velmi široký. Ve stávajících panelových domech se nejčastěji vyskytovaly ocelové smaltované vany s ocelovým otáčivým umyvadlem a keramický klozet s nízko položenou splachovací nádržkou (kombiklozet). Nejrozšířenějším materiálem dnes je zdravotnická keramika v kombinaci s akrylátovými prvky pro vany nebo sprchy.

Moderní hygienická zařízení umožňují velmi dobře využít prostor hygienických místností. Osazením zavěšených záchodových mís se zlepšuje i možnost ošetření podlahy. Tyto záchodové mísy umožňují osazení speciálně upravených sedátek s malým výměníkem a sprškou, která slouží zároveň jako bidet.

Luxusnější vany jsou vybavovány hydromasážními tryskami, sprchové kouty mohou být vybaveny zařízením pro masáže, dokonce se vyrábějí zařízení s vývinem páry.

Při jejich navrhování je však třeba provést i ochranu připojovacího potrubí před vniknutím nečistot zejména u soustav vnitřního vodovodu, které se nevyměňovaly. Trysky hydromasážních van a sprch jsou velmi malé a snadno se ucpou uvolněnými úsadami.

7. VZDUCHOTECHNIKA

- technické podmínky, provádění - zpracoval B. Keprt

7.1. *Základní obecné pojmy:*

Přirozený odvod vzduchu - Jedná se o větrání samotížné bez použití ventilátoru. Dopravní tlak vzniká rozdílem hmotnosti odváděného a venkovního vzduchu a dále pak výškou šachty, kterou je vzduch dopravován.

Nucený odvod vzduchu - větrání s použitím ventilátoru.

Podtlakové větrání - odvod vzduchu z místnosti nucený, přívod přirozený infiltrací netěsnostmi dveří, oken apod.

7.2. *Větrací systémy:*

V zásadě se používalo ve stávajících panelových bytových domech dvou systémů:

- a) Systém centrální nucený - Na střeše je umístěn ventilátor, na který je napojeno potrubí jako součást instalačních bytových jader. V jednotlivých podlažích jsou na potrubí osazeny vyústky do odsávaných prostorů. (WC, koupelny, kuchyně). Ventilátor na střeše je ovládán tlačítkem přes časové relé z každého bytu. Ve sběrném potrubí je podtlak.
- b) Systém decentralizovaný nucený - Na svislé potrubí, které je součástí instalačního bytového jádra, jsou napojeny v každém bytě ventilátorky samostatně ovládané. Vyústění potrubí na střeše je opatřeno protidešťovou hlavicí. Ventilátory musí být opatřeny samočinnou uzavírací klapkou za účelem zamezení šíření zápachu do přilehlých bytů. Ve sběrném potrubí je přetlak.
- c) Systém přirozeného větrání - Je závislý na venkovních atmosférických podmínkách. Nebyl proto v hromadné bytové výstavbě v posledních desetiletích používán.

7.3. *Opatření proti šíření požáru:*

Nutno respektovat ČSN 73 0872 [25]. U vícepodlažních bytových objektů bývá každé podlaží samostatným požárním úsekem. Vzduchotechnické potrubí, nebo instalační šachty musí tvořit samostatné požární úseky. To znamená, že musí mít dostatečnou požární odolnost. Pokud je použito plechové potrubí o větší průřezové ploše jak $0,04 \text{ m}^2$, musí být jeho povrch opatřen nehořlavou izolací. Nehořlavé azbestocementové potrubí je z hygienických důvodů zakázáno používat. Místo povrchové izolace je možné použít do požárního předělu požární klapku osazenou v každém podlaží do potrubí. V bytových domech se však toto řešení nepoužívá pro špatnou přístupnost za účelem revize a údržby.

7.4. *Opatření proti šíření hluku:*

Při centrálním nuceném systému větrání s umístěním ventilátoru na střeše je problematická hlučnost v bytě posledního podlaží. Ventilátor musí být proto osazen na tlumičí komoře nebo jeho sací ústí musí být opatřeno tlumičem.

Další problematikou je možnost přeslechu mezi jednotlivými byty propojenými větracím potrubím. V tomto případě je nutno potrubí opatřit tlumičem. Akustické posouzení však musí být provedeno případ od případu dle dispozičního umístění bytů.

7.5. Zásady při regeneraci bytových jader:

- a) Panelové domy - při regeneraci panelových domů se vyměňují všechny svislé trasy systémů technických zařízení situované v instalačních šachtách. Při započítání prací je nutné posoudit fyzický stav stávající větrací soustavy, její funkčnost, hlučnost a možnost její použitelnosti po případných úpravách. Toto by měl posoudit specialista vzduchotechnik. Při výměně všech instalací nutno zajistit dobetonování všech vstupů ve stropem, pokud celý prostor šachty není samostatným požárním úsekem. V typové soustavě panelových bytových domů je toto výjimečné. Pokud je prováděna regenerace nebo úprava bytového jádra jenom v jednom bytě nebo patře, je nepřijatelné napojit nový kuchyňský odsávač s vlastním ventilátorem na stávající centrální systém. Kuchyňské zápachy se pak často dostávají do horních bytů. Při výměně kuchyňského odsávače je nutné použít odsávač bez ventilátoru s napojením do vertikálního potrubí. Při jeho výměně za plechové je nutno provést vždy jeho povrchovou protipožární izolaci. Při totální výměně všech instalací v celém domě je nutno zvážit možnost použití nového moderního větracího systému s použitím nových prvků (např. systém firmy LUNOS).
- b) Bytové domy postavené klasickou technologií do 50. let dvacátého století - pro větrání těchto bytových domů je typický světlík. Toto zařízení z hygienického hlediska nevyhovuje, protože při něm dochází k pronikání pachů nazpět do různých bytů. Tato skutečnost velmi zhoršuje pohodu uživatelů bytu. Při rekonstrukci těchto domů se obvykle mění dispozice a zmíněný světlík, bude-li ještě po rekonstrukci zachován, bude sloužit pro dodatečné osazení svislých odvětrávacích šachet, na které budou připojeny větrané modernizované prostory.
- c) Rodinné domy - v podstatě se dá říci, že rodinné domy jsou součástí bytového fondu, kterou se regenerace nemusí mnoho zabývat. Důvodem je uspořádání bytových jednotek v rodinném domě respektive dispoziční řešení je provedeno tak, že ve většině případů lze uvedené prostory větrat okny. Nakonec i v nové výstavbě rodinných domů jsou tyto prostory převážně takto větrány. Výjimku u rodinných domů bude snad tvořit větrání kuchyně, kde navíc kromě celkového větrání je nad varnou plochou osazena kuchyňská digestoř. Pokud se v upravované dispozici vyskytly prostory, které bude nutno větrat, je možné tyto při jejich umístění v hloubce dispozice větrat svislými dodatečně řešenými průduchy.

8. ELEKTROROZVODY

- technické podmínky a provádění modernizace - zpracoval ing. Kocmánek

Při rekonstrukci stávajícího bytového jádra, při výměně zařizovacích předmětů jádra (vany, mísící baterie) nebo při výměně vodovodních a odpadních potrubí může dojít k porušení stávající elektroinstalace nebo k porušení stávajícího doplňujícího pospojování.

Elektroinstalace a doplňující pospojování před rekonstrukcí (popř. úpravou, výměnou) a po rekonstrukci musí splňovat ČSN 33 2000 – 7 – 701 [26] (dřívější ČSN 33 2135).

Příklady možných úprav bytových jader a opatření z hlediska elektroinstalace

8.1. *Kompletní rekonstrukce jádra*

Při této kompletní rekonstrukci dojde k částečné nebo k celkové demontáži stávající elektroinstalace i doplňujícího pospojování. Nová elektroinstalace včetně doplňujícího pospojování musí odpovídat ČSN [26]. Demontáž i montáž **musí** provádět odborná elektromontážní firma (respektive pracovník s oprávněním provádět tyto práce) včetně výchozí revize.

8.2. *Výměna van, baterií, radiátorů atp.*

Odpojené stávající doplňující pospojování na těchto zařizovacích předmětech nutno po výměně opět připojit.

8.3. *Výměna kovového vodovodního a odpadního potrubí za plastové*

Vodovodní baterie namontované na toto plastové potrubí se nemusí připojit na doplňující pospojování jen v případě, pokud je na nich dosažen izolační odpor větší než 100 k Ω i při naplnění potrubí vodou. Při posuzování dosažených hodnot izolačního odporu lze postupovat dle doporučení ČES 33.01.94 [27]. V praxi je toto posouzení problematické a proto se doporučuje kovové mísící baterie (výtokové armatury a jiné vodivé předměty) připojené na plastové potrubí opatřit vždy doplňujícím pospojováním. Nové typy baterií jsou již na toto pospojování přizpůsobené. U typů, kde toto přizpůsobení není, pospojování se provede pomocí speciální svorky k tomuto určené.

8.4. *Montáž vodoměrů pro jednotlivé byty*

Namontovaný vodoměr **nutno** vodivě překlenout v případě kovových vodovodních rozvodů.

Pro veškeré práce spojené s montáží pospojování nebo spojené s rozšířením pospojování a překlenutím vodoměrů doporučujeme zajistit odborného pracovníka elektro.

Při nutnosti demontáží a úprav elektrických rozvodů uložených v instalačním jádře **nutno** zajistit na tyto práce odbornou firmu elektro.

9. PŘEHLED NÁKLADŮ NA MODERNIZACI

Náklady jsou stanoveny orientačně podle staveb realizovaných v Jihomoravském kraji v období mezi roky 1994 – 1997. Potrubí bylo navrženo z polypropylenu, plynovod, vzduchotechnika ani celé bytové jádro nebylo vyměňováno.

Tabulka č. 8 – přehled nákladů na rekonstrukci ZTI

druh rekonstrukce	cenové rozpětí
rekonstrukce vnitřního vodovodu	Kč/byt
rozvody v nejnižším podlaží - demontáž	5 - 10 000,-
rozvody v nejnižším podlaží - nové PP-3	20 -50 000,-
stoupací rozvody a rozvody v bytě - výměna PP-3	8 - 15 000,-
rekonstrukce vnitřní kanalizace	
rozvody v nejnižším podlaží - výměna PVC	40 - 80 000,-
stoupací rozvody a rozvody v bytě - výměna PP	2 - 7 000,-
výměna zařizovacích předmětů - střední standard	25 - 35 000,-

10. LITERATURA

- [1] Modernizace tepelných soustav v bytových objektech, sborník doporučených technických řešení, CTI – Cech topenářů a instalatérů ČR
- [2] Evropská vodní charta, vyhlášená 6. května 1968 ve Strasbourgu
- [3] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb., ze dne 9. června 1998 o obecných požadavcích na výstavbu
- [4] Zprávy a informace ČKAIT, 2/2000, str. 24, podle Deutsches Ingenier Blatt 12/99
- [5] Zákon č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu ve znění pozdějších předpisů
- [6] ČSN 73 6655 Výpočet vnitřních vodovodů
- [7] ČSN 73 6660 Vnitřní vodovody
- [8] prEN 806, Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption
- [9] ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody
- [10] Měděné trubky chráněné proti korozi, příručka použití v oborech vytápění a rozvodů vody, Buntmetal Praha
- [11] ČSN 73 0873 Požární vodovody
- [12] Pospíchal Z., Polcar R., Zdravotní riziko teplé užitkové vody, Piešťany 2000, SSTP Bratislava
- [13] ČSN 06 0830 Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody
- [14] TPG 704 01 Domovní plynovody
- [15] Kopačková D., Záboj T., Hartl M., Potrubí z plastů, Praha 1996
- [16] Kožíšek F., Stanovisko hygienika k použití měděných rozvodů na pitnou a teplou užitkovou vodu, Praha 1998, UNO Praha
- [17] Program V721, Compro Brno (viz. internet: www.zabicka.cz)
- [18] ČSN 75 7111 Jakost vod. Pitná voda
- [19] ČSN 73 6760 Vnitřní kanalizace
- [20] EN 12056 Vnitřní kanalizace – gravitační systémy, část 1-5
- [21] ČSN EN 1775 Zásobování plynem - Plynovody v budovách - Nejvyšší provozní tlak ≤ 5 bar - provozní požadavky
- [22] ČSN 38 6441 Odběrní plynová zařízení na svítiplyn a zemní plyn v budovách
- [23] ČSN 74 6185 Okna a balkónové dvře – metoda zjišťování spárové provzdušnosti
- [24] TPG 800 00
- [25] ČSN 73 0872 Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- [26] ČSN 33 2000 Základní ustanovení pro elektrická zařízení
- [27] ČES 33.01.94 Ochranné pospojování v koupelnách a sprchách napojených na potrubí z plastů, doporučení Českého elektrotechnického svazu, Praha, 1994