

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

UMÍSŤOVÁNÍ ARMATUR V OTOPNÉ SOUSTAVĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

SOUHRN

Tato diplomová práce byla vytvořena formou rešerše, která se zabývá nejčastěji používanými armaturami v otopných soustavách a jejich umístěním. Podle funkce a umístění armatur, byly vytvořeny kategorie, ve kterých jsou popsány a shrnuty jednotlivé druhy armatur. Uvedeny jsou jejich obecné vlastnosti, doplněny o typová či výrobci doporučená zapojení.

SUMMARY

This master's thesis was created in the form of a research that examines the most frequently used armatures in heating systems and their placement. Depending on the function and placement of the armatures, have been created categories in which are described and summarized individual types of armatures. Listed are their general characteristics, complemented by type or manufacturer recommended connections.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem: „Umístování armatur v otopné soustavě“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ondřeje Hojera, Ph.D. a Ing. Jindřicha Boháče, s použitím literatury uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne 24. 6. 2019

Bc. Adam Fečko

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat panu Ing. Ondřejovi Hojerovi, Ph.D. a Ing. Jindřichovi Boháčovi, za cenné rady, připomínky a odborné vedení při tvorbě této diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK

| Značka | Veličina | Rozměr |
|---------------|---|---------------------|
| DN | Jmenovitá světlost (Diameter Nominal) | [mm] |
| PN | Jmenovitý tlak (Pressure Nominal) | [MPa] |
| P_N | Jmenovitý výkon | [kW] |
| k_v | Jmenovitý průtok (Průtokový součinitel) | [m ³ /h] |
| k_{vs} | Průtokový součinitel při jmenovitém zdvihu | [m ³ /h] |
| $p_{d,dov}$ | Nejnižší dovolený přetlak | [Pa; bar] |
| p_d | Nejnižší provozní přetlak | [Pa; bar] |
| p_h | Nejvyšší provozní přetlak | [Pa; bar] |
| $p_{h,dov}$ | Nejvyšší dovolený přetlak | [Pa; bar] |
| p_{ot} | Otevírací přetlak pojistného ventilu | [Pa; bar] |
| p_k | Konstrukční přetlak | [Pa; bar] |
| t_{max} | Maximální provozní teplota | [°C] |
| t | Teplota | [°C] |
| V | Objemový průtok | [m ³ /s] |
| m | Hmotnostní průtok | [kg/s] |
| s | Směšovací poměr | [-] |
| v | Rychlost proudění | [m/s] |
| Y | Měrná energie čerpadla | [J/kg] |
| P | Příkon čerpadla | [W] |
| η | Účinnost čerpadla | [%] |
| $NPSH$ | Minimální sací výška na přírubě čerpadla (Net positive suction head) | [m] |

INDEXY

| | |
|-------|-----------------------|
| 1 | vstupní (primární) |
| 2 | výstupní (sekundární) |
| c | celkový |
| d,dov | nejnižší dovolený |
| dov | dovolený |
| h,dov | nejvyšší dovolený |
| k | konstrukční |
| m | střední |
| max | maximální |
| min | minimální |
| N | jmenovitý |
| nom | nominální |
| o | otevřený |
| ot | otevírací |
| p | přepouštěcí |
| P | přívodu |
| P | paralelní |
| s | směšovací |
| S | sériový |
| sk | skutečný |
| z | zavřený |
| Z | zpátečky |

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| 1. ÚVOD | 11 |
| 2. TEORIE ZÁVITOVÝCH SPOJŮ POTRUBÍ | 12 |
| 2.1. Trubkové závitové spoje | 12 |
| 2.2. Trubkové závity podle ISO 7-1 | 13 |
| 2.3. Trubkové závity podle ISO 228-1 | 14 |
| 3. ARMATURY OTOPNÝCH TĚLES | 17 |
| 3.1. Odvzdušňovače (odplyňovací zařízení) | 17 |
| 3.2. Dvouregulační kohouty | 21 |
| 3.3. Dvouregulační ventily | 23 |
| 3.4. Regulační a uzavírací šroubení | 24 |
| 3.5. Armatury pro jednobodové napojení..... | 26 |
| 3.6. Připojovací soupravy..... | 28 |
| 3.7. Armatury pro spodní napojení..... | 29 |
| 4. POTRUBNÍ ARMATURY | 32 |
| 4.1. Uzavírací armatury | 32 |
| 4.1.1. Uzavírací ventily | 32 |
| 4.1.2. Uzavírací kohouty | 35 |
| 4.1.3. Uzavírací šoupátka | 38 |
| 4.1.4. Uzavírací klapky..... | 40 |
| 4.1.5. Zpětné klapky a ventily | 43 |
| 4.2. Regulační armatury | 46 |
| 4.2.1. Regulátory výstupního tlaku – redukční ventily | 48 |
| 4.2.2. Regulátory tlakové difference..... | 49 |
| 4.2.3. Regulátory objemového průtoku | 54 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.3. | Seřizovací armatury..... | 56 |
| 4.4. | Armatury pro kompenzaci dilatace | 58 |
| 4.5. | Filtry | 62 |
| 4.6. | Odkalovače..... | 66 |
| 4.7. | Odvaděče vzduchu | 67 |
| 5. | SMĚŠOVACÍ ARMATURY | 71 |
| 5.1. | Trojcestné regulační armatury..... | 71 |
| 5.2. | Čtyřcestné regulační armatury | 75 |
| 5.3. | Ejektory | 78 |
| 6. | ROZDĚLOVAČE | 81 |
| 6.1. | Patrové rozdělovače | 81 |
| 6.2. | Horizontální rozdělovače | 83 |
| 6.3. | Termohydraulické rozdělovače | 85 |
| 6.4. | Hydraulické větve..... | 89 |
| 7. | ČERPADLA | 93 |
| 7.1. | Odstředivá čerpadla..... | 93 |
| 7.1.1. | Monobloková in-line oběhová čerpadla se zapouzdřeným rotorem | 94 |
| 7.1.2. | Ucpávková monobloková in-line oběhová čerpadla | 95 |
| 7.1.3. | Vícestupňová oběhová čerpadla | 95 |
| 7.1.4. | Kozlíková oběhová čerpadla | 96 |
| 7.2. | Regulace čerpadla armaturami | 97 |
| 7.2.1. | Regulace dopravního množství škrcením..... | 97 |
| 7.2.2. | Regulace dopravního množství obtokem | 98 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 7.3. | Sériový a paralelní provoz čerpadel | 100 |
| 7.3.1. | Sériový provoz čerpadel | 100 |
| 7.3.2. | Paralelní provoz čerpadel | 102 |
| 8. | ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ | 103 |
| 8.1. | Otevřená expanzní nádoba | 104 |
| 8.2. | Uzavřená expanzní nádoba..... | 105 |
| 8.2.1. | Membránová tlaková expanzní nádoba..... | 106 |
| 8.2.2. | Expanzní zařízení s čerpadlem a beztlakou nádobou | 108 |
| 8.2.3. | Expanzní zařízení s kompresorem a tlakovou nádobou | 109 |
| 9. | POJISTNÁ ZAŘÍZENÍ | 111 |
| 9.1. | Ochrana proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku..... | 111 |
| 9.2. | Ochrana proti překročení dovolené teploty | 114 |
| 9.3. | Ochrana proti nedostatku vody | 115 |
| 10. | ZÁVĚR..... | 116 |
| 11. | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 117 |
| 12. | SEZNAM OBRÁZKŮ | 120 |
| 13. | SEZNAM TABULEK | 126 |
| 14. | SEZNAM PŘÍLOH..... | 127 |

1. ÚVOD

Armatura je konstrukční prvek potrubí, který je jiný než samotná trubka. Armatur rozlišujeme více druhů. V této práci ale nebudu pojednávat o armaturách spojovacích, přezdívaných „fitinky“, nýbrž o armaturách funkčních. O armaturách, které mají za úkol otevřít či uzavřít průtok, distribuovat teplotonosnou látku, regulovat jednotlivé okruhy, nebo například zabezpečovat celou otopnou soustavu.

V diplomové práci jsem se budu snažit klást důraz na přehledné a systémové rozdělení armatur, správnou terminologii a doporučená použití jednotlivých armatur v otopných soustavách. Rád bych podotknul, že téměř každá otopná soustava má rozdílné parametry a požadavky. Nelze tedy předpokládat, že všechna nejčastěji uváděná umístění armatur, či doporučená schémata zapojení budou aplikovatelná ve všech reálných případech.

Úkolem pro praktickou část diplomové práce je připravit v přehledné formě podklad, sloužící například studentům, či projektantům obsahující informace a poznatky z rešeršní části diplomové práce.

2. TEORIE ZÁVITOVÝCH SPOJŮ POTRUBÍ

Především kvůli nadcházející kapitole č. 3 Armatury otopných těles, jsem se rozhodl nejdříve nastínit něco z teorie závitových spojů potrubí, které se budou v následné kapitole objevovat.

2.1. Trubkové závitové spoje

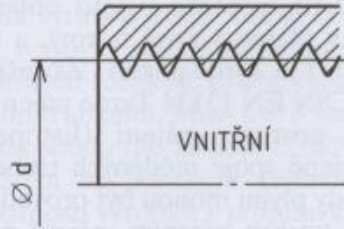
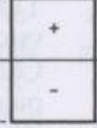

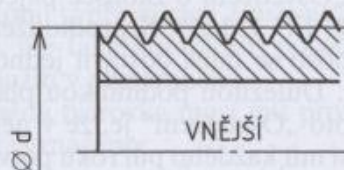

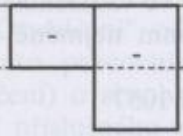
Geometrie profilů trubkových závitů vychází z geometrie závitu Whitworthova. Vrcholový úhel má stejnou velikost 55°, profil trubkového závitu se však od profilu Whitworthova závitu liší svou jemností. Tento typ závitů se oproti ostatním závitům neoznačuje dle velkého průměru závitu, ale dle jmenovité světlosti trubek J_s , udávané v palcích [1].

Viz tab. 2.1 pro převod jmenovitých světlostí potrubí DN (Diameter Nominal) na používaná označení v palcích od světlosti 6 mm do 600 mm a od 1/8 palce do 24 palců. Jmenovitá světlost potrubí DN je hodnota udávající přibližný vnitřní průměr potrubí v mm [3].

Tab. 2.1 – Tabulka porovnání světlostí DN [mm] a světlostí v palcích ["] [3]

| JMENOVITÁ SVĚTLOST | | | | | | | |
|--------------------|-----|------|-------|------|-----|------|-----|
| DN | | DN | | DN | | DN | |
| [mm] | ["] | [mm] | ["] | [mm] | ["] | [mm] | ["] |
| 6 | 1/8 | 32 | 1 1/4 | 125 | 5 | 400 | 16 |
| 8 | 1/4 | 40 | 1 1/2 | 150 | 6 | 450 | 18 |
| 10 | 3/8 | 50 | 2 | 200 | 8 | 500 | 20 |
| 15 | 1/2 | 65 | 2 1/2 | 250 | 10 | 600 | 24 |
| 20 | 3/4 | 80 | 3 | 300 | 12 | | |
| 25 | 1 | 100 | 4 | 350 | 15 | | |

Trubkové závitové spoje na potrubí, určené pro spojování všech potrubních součástí, tj. trubek, tvarovek a armatur, se rozdělují podle norem na závity dvou druhů:

| PROVEDENÍ ZÁVITU | DRUH ZÁVITU, PŘÍKLAD OZNAČENÍ, TOLERANČNÍ POLE A TVAR | |
|--|---|--|
| | ISO 7-1 | ISO 228-1 |
|  VNITŘNÍ | Rp 1" | G 1" |
| |  VÁLCOVÝ |  VÁLCOVÝ |
|  VNĚJŠÍ | R 1" | G 1"A G 1"B |
| |  KUŽELOVÝ |  VÁLCOVÝ |

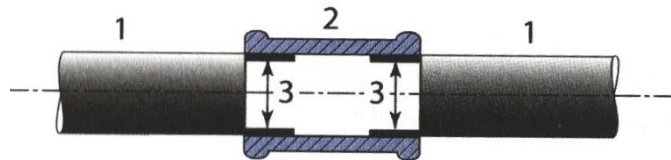
Obr. 2.1 – Vlastnosti a označení trubkový závitů [2]

2.2. Trubkové závitů podle ISO 7-1

První variantou závitů, se kterou se budeme v otopných soustavách setkávat, jsou kuželové závitů označené Rp/R, pro spoje těsnící na závitech podle normy ČSN ISO 7-1 (neboli ČSN EN 10226, či německé normy DIN 2999). Závitů slouží ke spojování potrubních součástí s těsněním v závitech. Válcový tvar vnitřního závitů Rp spolu s mírně kužellovým vnějším závitěm R zajišťuje těsnost v závitech způsobem kov-těsnění-kov. Tento spoj vytváří optimální flexibilitu při současném stlačení kovových profilů závitů v jeho příslušné délce. Kuželovitost vnějšního závitů je 1:16 [2].

Využitelná délka kužellového vnějšního závitů R má dvě části. První delší část umožňuje lehké zašroubování rukou. Ve druhé kratší části má být již zajišťováno pevné stlačení závitů, kdy šroubování je možné pouze nástrojem. Dochází k velkým tlakům mezi plochami závitů a použitým těsnícím prostředkem. Délka vnitřního závitů Rp, např. tvarovky, dovoluje spolehlivé zašroubování při větších délkách první části, takže lze odstranit případné další tolerance [2].

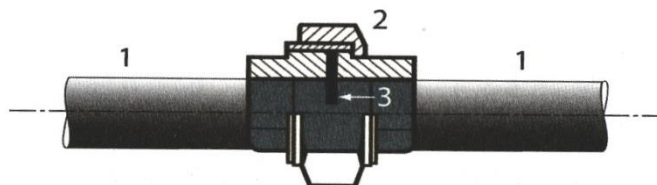
| | | |
|------------------------------------|--------|---------|
| Vnitřní závit válcový | Rp Js“ | Rp 3/4“ |
| Vnější závit kuželový (kužel 1:16) | R Js“ | R 3/4“ |



Obr. 2.2 – Rp/R závit pro spoje těsnící na závitech; 1 – potrubí;
2 – tvarovka a nátrubek s vnitřními závity; 3 – těsnění v závitovém spoji [P1]

2.3. Trubkové závity podle ISO 228-1

Druhou variantou jsou závity označené G/G A nebo G/G B pro spoje netěsnící na závitech podle normy ČSN EN ISO 228-1 (nebo německé normy DIN 228). Vnitřní i vnější závity jsou válcové a slouží ke spojování potrubních součástí bez těsnění v závitech. Tento druh závitů se používá pro dlouhé závity, šroubení, převlečné a pojistné matice, pro rychle rozebíratelné spoje, pro spoje s armaturami apod. Jsou vhodné pro axiální montáže, pro prodlužování a vyrovnávání délek apod. Téměř v celé délce závitu je možné ruční šroubování. Pouze na konci závitu je nutné pro dotažení a utěsnění použít nástroj. Těsnění spoje se děje mimo závity nejčastěji v plochách mezi převlečnou maticí a zakončením spojovaného protikusů. Plochy jsou buď kolmé k ose potrubí a mají plochý těsnící kroužek nebo kulové případně kuželové, kdy se těsní způsobem kov-kov [2].



Obr. 2.3 – G/G závit pro spoje netěsnící na závitech; 1 – potrubí; 2 – tvarovka přímé šroubení s vnitřními závity; 3 – ploché těsnění [P1]

Pokud vidíme armaturu s označením například DN15 – G 1/2", lze předpokládat, že se jedná o variantu F/M, kdy je na vstupní straně armatury vnitřní závit, na výstupní straně armatury je závit vnější a oba tyto uvedené závitové spoje jsou dle normy ČSN ISO 228-1.

F – označení pro vnitřní závit (FEMALE)

M – označení pro vnější závit (MALE)

V technických listech a u označení armatur můžeme zahlédnout i následující varianty provedení:

M/F – označení pro armatury s jedním vnějším a jedním vnitřním závitem

F/ F – označení pro armatury s oběma vnitřními závity

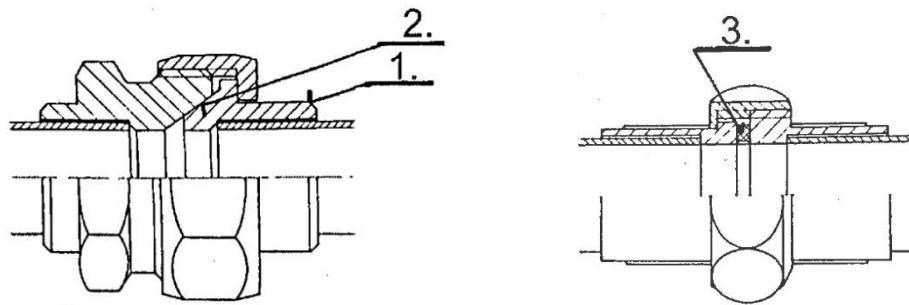
M/M – označení pro armatury s oběma vnějšími závity

Na základě podobnosti profilů závitů by se mohly oba druhy závitů zdánlivě vzájemně kombinovat. Odporuje to ale ustanovením o tolerancích v příslušných technických normách. Prakticky ale lze kombinovat vnitřní závit Rp (ISO 7-1) s prokázanou plus tolerancí s vnějším závitem G B (ISO 228-1) s velkou minus tolerancí. V žádném případě nelze kombinovat vnější závit G válcový do vnitřního závitu Rp, který je také válcový.

Šroubení a svěrné šroubové spoje principově založeny na této normě (ČSN ISO 228-1) se používají především pro připojení armatur, přístrojů a při přechodu na jiný typ materiálu. Uplatňují se hlavně u přípojných potrubí k napojení připojovací armatury otopného tělesa, při napojení na odbočku stoupacího potrubí a u rozdělovače.

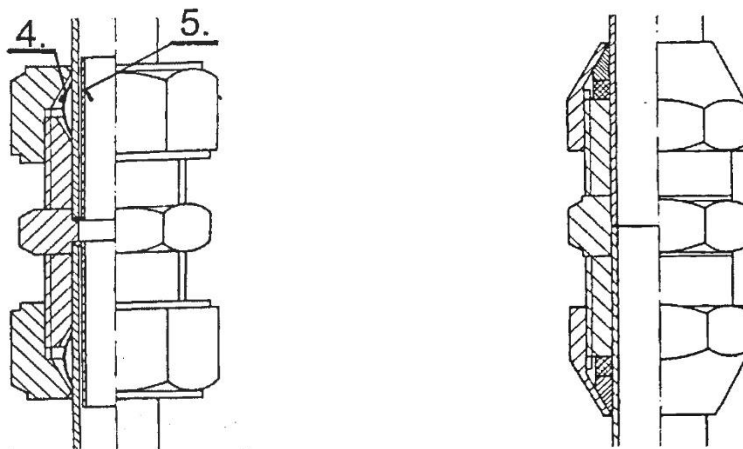
Rozděluje je na tyto základní druhy spojů [26]:

- Šroubení s kovovým těsněním tzv. EURO kužel (Eurokonus) viz obr. 2.4
- Šroubení s vloženým plochým těsněním viz obr. 2.5
- Šroubení se svěrným kroužkem viz obr. 2.6 (u měkkých trubek s vyztužovacím pouzdrům nebo nátrubkem)
- Svěrný spoj s měkkým těsněním viz obr. 2.7 (spoj musí být přístupný a pouze do DN 25) [26]



Obr. 2.4 – Šroubení s kovovým těsněním – vlevo; 1 – hrdlo; 2 – těsnící plocha [26]

Obr. 2.5 – Šroubení s vloženým plochým těsněním – vpravo; 3 – ploché těsnění [26]

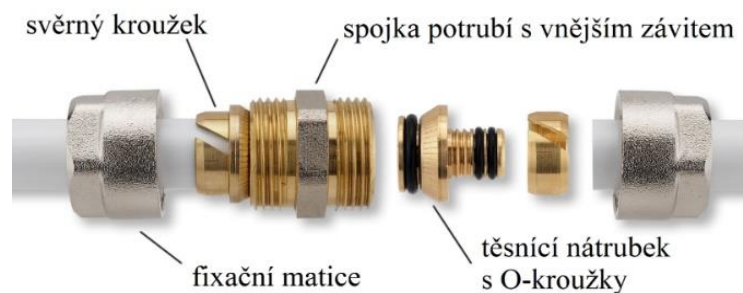


Obr. 2.6 – Šroubení se svěrným kroužkem – vlevo;

4 – svěrný kroužek; 5 – vyztužovací pouzdro [26]

Obr. 2.7 – Svěrný spoj s měkkým těsněním – vpravo [26]

Obecně bývá používán označení EK (Eurokonus) pro závity a šroubení, u kterých slouží jako těsnící plocha kužel, jsou to tedy spoje netěsnící na závitech podle ČSN ISO 228-1. Nemusí tak být pouze typově označeno šroubení s kovovým těsněním viz obr. 2.4. Jedná se o spoj pro připojení potrubí pomocí šroubení. Závít může být jak vnější (M), tak vnitřní (F) viz obr. 2.8, ve velikostech dle jmenovitých světlostí.



Obr. 2.8 – Šroubení se svěrným kroužkem a nátrubkem (pro PEX-AL-PEX potrubí) [31]

3. ARMATURY OTOPNÝCH TĚLES

3.1. Odvzdušňovače (odplyňovací zařízení)

Přestože odplyňovací zařízení slouží obecně k vypouštění plynů, většinou se v jejich názvu objevuje slovo odvzdušňovací. Zařízení, kterými se odvádí vzduch z vodních tepelných soustav, lze nazývat obecně odvaděči vzduchu. Vlastním odvaděčem vzduchu je odvzdušňovací ventil. Za úplný odvaděč vzduchu se považuje armatura složená jak z odlučovače a jímače vzduchu, tak z odvzdušňovacího ventilu. Výhodnější tedy je, aby odvzdušňovací ventily byly nazývány odvzdušňovači a úplné odvaděče vzduchu pouze odvaděči vzduchu. V této kapitole se budu více věnovat odvzdušňovačům. Odvaděče vzduchu jsou více popsány v kapitole potrubních armatur.

Odvzdušňovací ventily, těchto poměrně jednoduchých zařízení se používá více různých druhů. K nejpoužívanějším patří ručně ovládaný a automatický odvzdušňovací ventil. Oba se uplatňují jak v rodinných domech, tak i ve větších budovách. Na otopných tělesech se instaluje odvzdušňovací ventil, kterému se říká také „radiátorový“. Ovládání odvzdušňovacího ventilu se provádí ručně klíčem nebo šroubovákem příslušné velikosti [4].



Obr. 3.1 – Ručně ovládaný odvzdušňovací ventil [4]

Automatický odvzdušňovací ventil se instaluje na otopná tělesa nebo do potrubí. Může být připojen na stoupací potrubí nebo na ležaté potrubí ve správném (vyspádovaném) místě. Automatické odvzdušňovací ventily mají tvar podobný hrníčku

a někteří instalatéři je označují jako „odvzdušňovací hrníčky“. Díky automatizaci mají zpravidla větší kapacitu než ventily „radiátorové“, tudíž se osazují do rozsáhlejších otopných soustav [4].

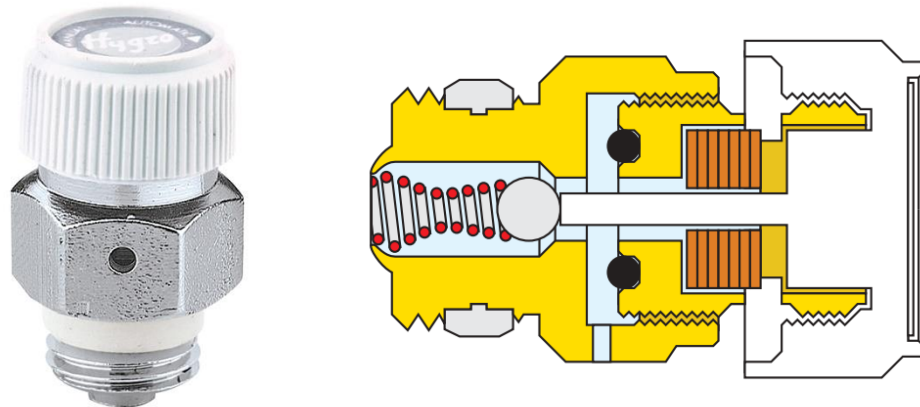


Obr. 3.2 – Automatický plovákový odvzdušňovací ventil;

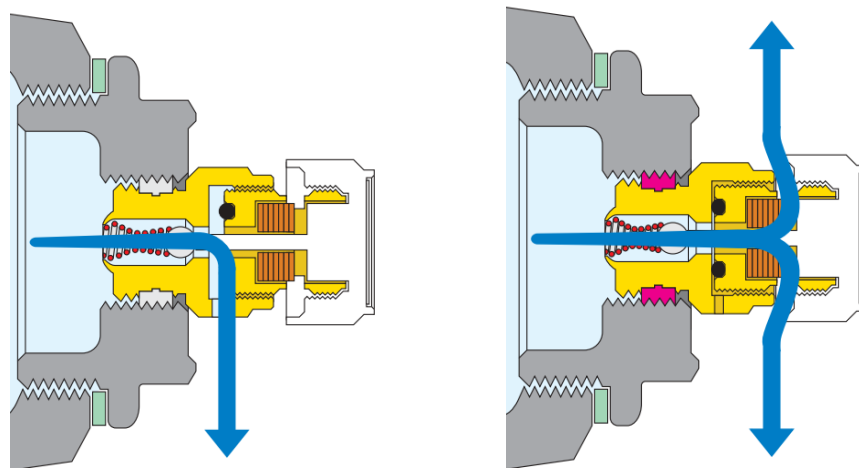
1 – prostor s odváděným plynem; 2 – plovák; 3 – vodní prostor [4]

Oba druhy odvzdušňovacích ventilů se připojují trubkovým závitem. Musí být dobře dotaženy. Netěsností by mohl do soustavy vnikat vzduch, sice v malém množství, ale dlouhodobě. Nejběžnější velikosti závitu pro připojení jsou G 3/8" nebo 1/2" v provedení (M) s vnějším závitem. Ventily jsou obvykle konstruovány do maximální provozní teploty vody 100 °C a maximálního provozního tlaku 10 bar [4].

Možnou kombinaci funkce ručního a automatického odvzdušňování využívají automatické hygroskopické odvzdušňovací ventily pro desková otopná tělesa, které jsou označovány kódem 5080. Princip fungování manuálního odvzdušnění je shodný s běžnými ručními odvzdušňovacími ventily, zatímco automatické odvzdušnění je založeno na vlastnostech disků z celulózového vlákna, které tvoří těsnicí vložku. Za normálních podmínek jsou disky ponořené v topné vodě a díky zvětšení objemu uzavírají ventil. Pokud je ovšem přítomen vzduch, disky vyschnou a umožní systém automaticky odvzdušnit [4].



Obr. 3.3 – Automatický hygroskopický odvzdušňovací ventil [P2]



Obr. 3.4 – Automatický hygroskopický odvzdušňovací ventil;
vlevo – ruční odvzdušnění; vpravo – automatické odvzdušňování [P2]

Ventil je konstruován tak, aby bylo možné část obsahující hygroskopické disky snadno vyměnit bez vypouštění tělesa. Taková výměna může být nutná především v systémech s nefiltrovanou nebo tvrdou vodou, jelikož v takovém prostředí se mohou vlastnosti disků po čase zhoršovat. V každém systému je však doporučeno měnit těsnicí vložku alespoň jednou za 36 měsíců. Ventil je určen do maximální provozní teploty vody 100 °C, maximálního provozního tlaku 10 bar. Závity připojení ventilu jsou G 1/8", 1/4", 3/8", nebo 1/2" v provedení (M) s vnějším závitem [P2].

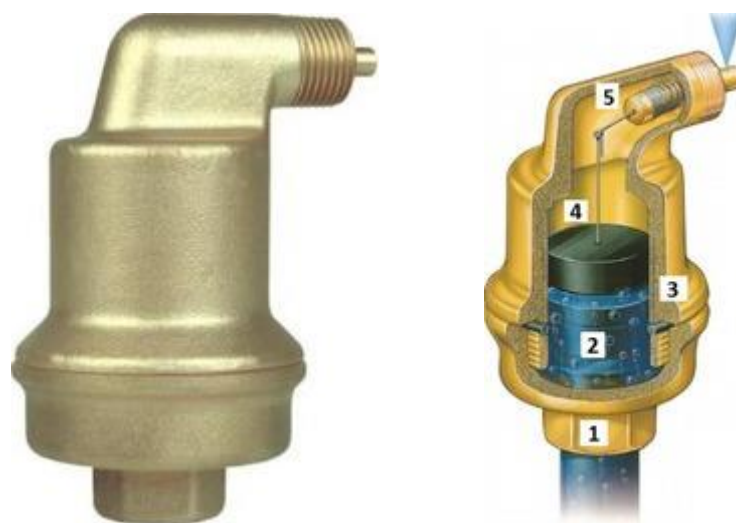
Odvzdušnění je možné provádět také pomocí kombinovaných armatur. Například armatura Tri-Bloc viz obr. 3.5, umožňuje odplynování, odečítání aktuálního tlaku a regulaci tlaku odpouštěním. Pracuje do maximální provozní teploty vody 100 °C,

maximálního provozního tlaku 10 bar a je určena pro otopné soustavy do 50 kW. Přepouštěcí tlak je podle typu armatury 2,5 nebo 3 bary [4].



Obr. 3.5 – Armatura Tri-Bloc [4]

Pro otopné soustavy s větším obsahem vody jsou třeba odvzdušňovací zařízení, která mají větší kapacitu. Patří k nim například automatické plovákové ventily viz obr. 3.6. Konstrukce plováku a plovákové komory musí umožňovat bezproblémové odvádění menších i větších bublinek. Ventil pod označením Spirotop je opatřen nerezovým plechem pod plovákem, s přesně rozmístěnými otvory pro uklidnění a rozdělení proudu. Tím je zajištěno proudění bez tlakových rázů na plovák [4].



Obr. 3.6 – Odvzdušňovací ventil Spirotop; 1 – připojení závitem; 2 – vodní prostor; 3 – mosazné tělo; 4 – plovákový prostor; 5 – ventil s citlivým pákovým převodem [4]

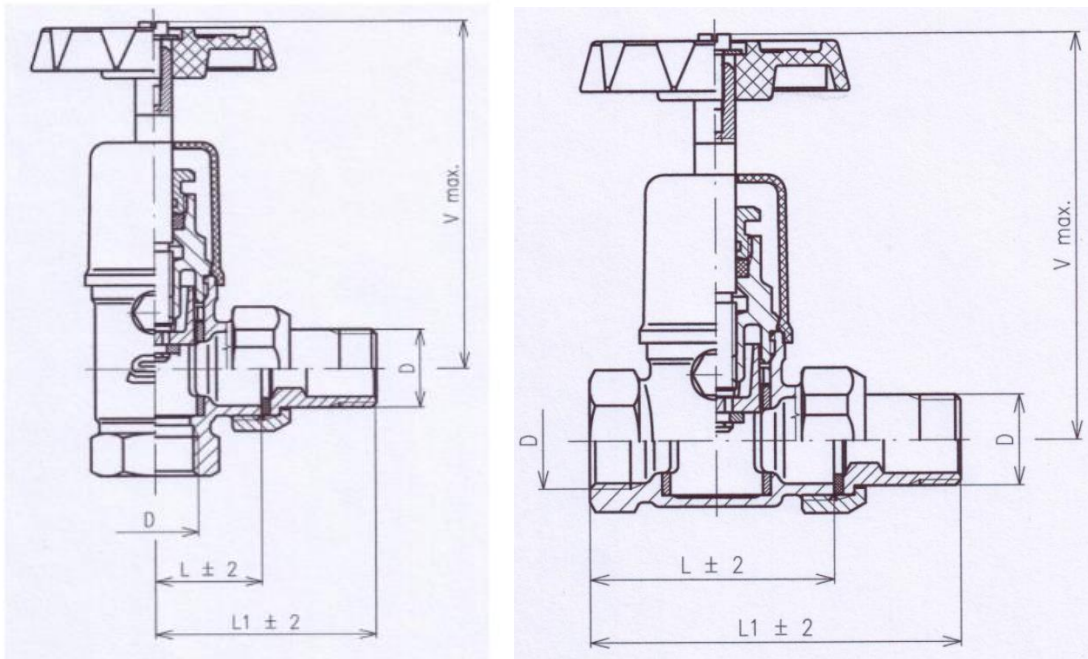
Automatické odvzdušňovací ventily byly vyvinuty zejména pro odvádění jednotlivých bublinek. K odvádění velkého množství plynů slouží odvzdušňovací zařízení, které je kombinací odplynění + trojcestný kulový kohout. Pomocí kohoutu je možno nastavit 3 polohy (1. – uzavřeno, pro případné opravy; 2. – otevřeno, pro odvzdušňování; 3. – otevřeno, pro vypouštění) [4].



Obr. 3.7 – Odvzdušňovací ventil s trojcestným kohoutem [4]

3.2. Dvouregulační kohouty

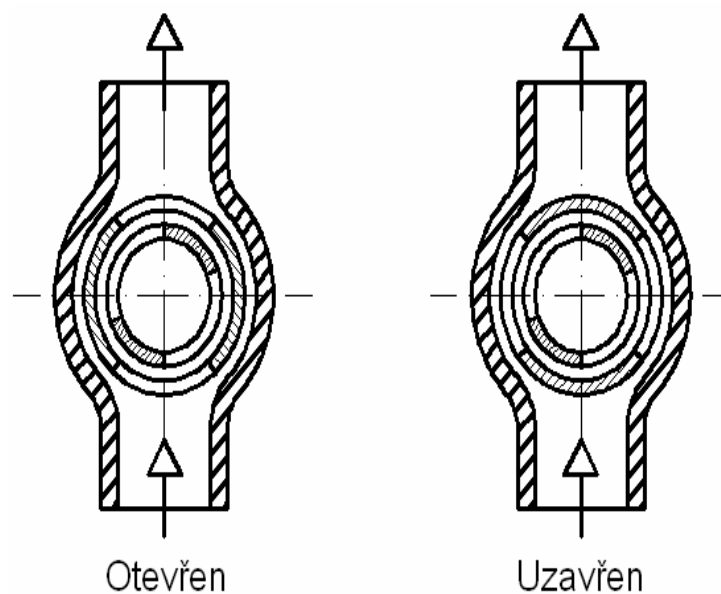
Tyto kohouty, často označované jako „radiátorové kohouty,“ plní jednak funkci uzavírání, ale navíc i funkci regulace. Bývají nejčastěji celomosazné, viditelné části jsou niklované. Rukojeť, krytka a kolečko bývají z plastu odolného pracovnímu tlaku a teplotám. Vyrábějí se ve variantě přímé, nebo rohové. V teplovodních otopných soustavách je lze osazovat do maximální provozní teploty 110 °C a maximálního provozního tlaku 0,6 MPa (6 bar), v parních systémech do maximální provozní teploty 120 °C a maximálního provozního tlaku 0,05 MPa (0,5 bar). Nejpoužívanějšími závity pro připojení kohoutu jsou G 3/8", 1/2", 3/4", 1", nebo výjimečně 5/4", nejčastěji v provedení (F/M) vnitřní a vnější trubkový závit. U tohoto typu armatury to ale není pravidlem, k dostání jsou různé kombinace připojení. Armatura je určena pro boční připojení otopného tělesa.



Obr. 3.8 – Dvouregulační kohout rohový – vlevo [P3]

Obr. 3.9 – Dvouregulační kohout přímý – vpravo [P4]

Nastavování průtoku topné vody se uskutečňuje zmenšováním otvoru v uzavíratelném válci, vodítkem válce, které funguje jako škrťací clona. Nastavení dvouregulačního kohoutu má z pravidla 3 polohy, které se nastavují podle drážek na vřetenu kohoutu. Funkční závislost hmotnostního průtoku na diferenciálním tlaku udávají grafy, které jsou součástí technického listu daného výrobce [P4].



Obr. 3.10 – Dvouregulační kohout přímý – řez [P5]

Tyto dvouregulační kohouty se z pravidla do nových soustav už neosazují, byly nahrazeny dvouregulačními ventily, které mají výrazně lepší regulační i uzavírací schopnosti [P4].

3.3. Dvouregulační ventily

Neboli „termostatické“ dvouregulační ventily pro připojení otopných těles, umožňují omezení průtoku vody otopným tělesem nebo jeho úplné uzavření. Ventily jsou nejčastěji vyráběny z niklované mosazi. Jejich maximální provozní teplota bývá z pravidla 120 °C a maximální provozní tlak 10 bar. Používané závity pro připojení ventilů jsou G 3/8", 1/2", 3/4", 1", nebo výjimečně 5/4", nejčastěji v provedení (F/M) vnitřní a vnější trubkový závit. Často ale bývá vnitřní (F) závit nahrazen vnějším (M) EK eurokonus závitem. Tyto ventily se vyrábí ve variantách přímé, rohové, axiální, nebo úhlové pravé a levé. Armatura je určena především pro boční připojení otopného tělesa.

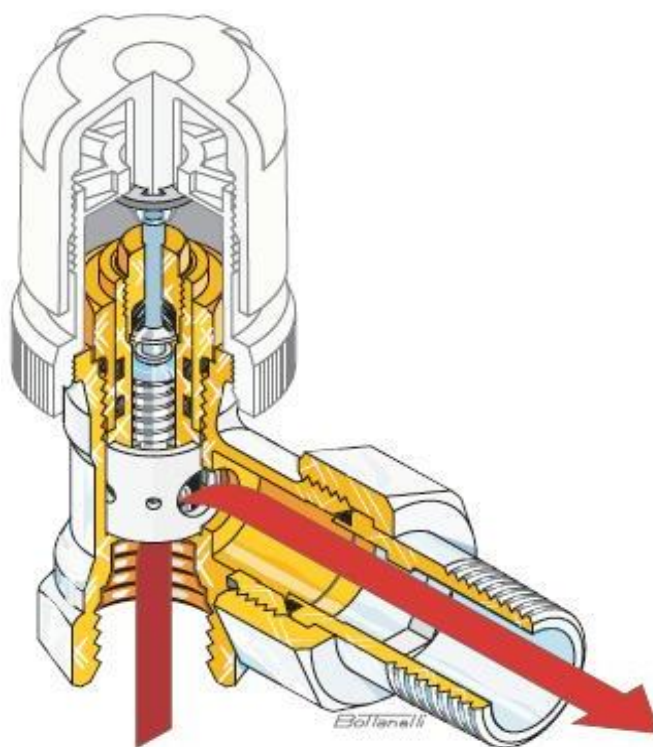


Obr. 3.11 – Dvouregulační ventil axiální [P6]

Ventil bývá z pravidla opatřen krytkou, která umožňuje primární regulaci ventilu a tou je výška zdvihu kuželky. Tuto krytku lze pro přesnější ovládání ventilu nahradit hlavici ruční, termostatickou nebo elektrotermickou, která zajišťuje nezávislou regulaci teploty v jednotlivých místnostech [P6].

Funkci sekundární regulace zastává regulační clonka s kalibrovanými otvory. Daný počet otvorů se dle výrobce ventilu liší, z pravidla jich bývá 5 až 7. Pro každý

otvor odpovídá daná K_v hodnota jmenovitého průtoku odpovídající plně otevřenému ventilu. Nastavení sekundární regulace se provádí pomocí klíče, nebo například opačnou stranou krytky. Při nastavování K_v hodnoty na vrchní části kuželky, je důležité nastavit přesně polohu rysky proti požadované číslici, abychom se vyvarovali slepému místu na clonce [P6].



Obr. 3.12 – Dvouregulační ventil rohový, osazen termostatickou hlaví – řez [P6]

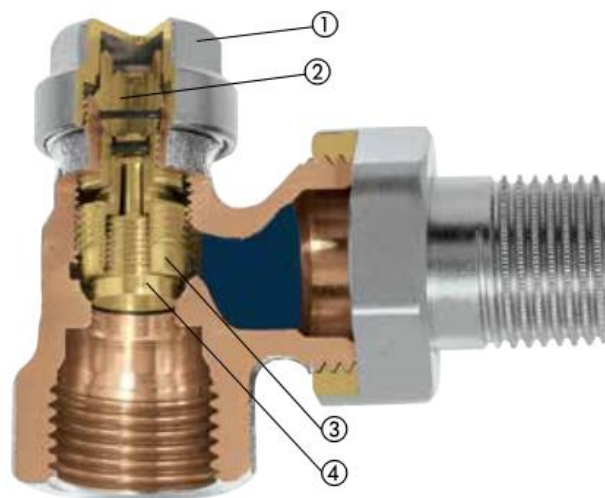
3.4. Regulační a uzavírací šroubení

Jsou víceúčelová šroubení pro otopná tělesa spojující v sobě funkce uzavíracích a regulačních ventilů. Šroubení jsou nejčastěji vyráběna z niklované mosazi. Jejich maximální provozní teplota bývá z pravidla 120 °C a maximální provozní tlak 10 bar. Používané závity pro připojení ventilů na rozvod jsou G 3/8", 1/2", nebo 3/4", nejčastěji v provedení (F/M) vnitřní a vnější trubkový závit. Často ale bývá vnitřní (F) závit nahrazen vnějším (M) EK eurokonus závitem. Tato šroubení se vyrábí ve variantě přímé nebo rohové. Armatura je určena především pro boční napojení otopného tělesa.



Obr. 3.13 – Regulační uzavíratelné šroubení přímé [P7]

Uzavírací funkce s vypouštěním umožňuje uzavřít a vypustit otopné těleso za provozu soustavy a provést jeho demontáž. Uzavírání neovlivňuje nastavení, hydraulické vyvážení soustavy je zachováno i o opětovném napuštění a uvedení otopného tělesa do provozu [P7].

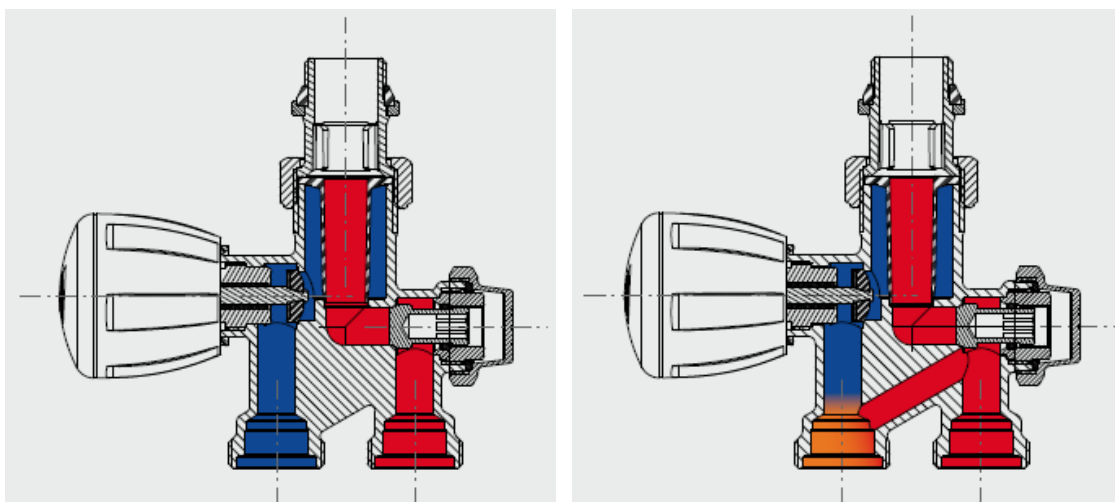


Obr. 3.14 – Regulační uzavíratelné šroubení rohové; 1 – uzavírací krytka;
2 – vypouštěcí šroub; 3 – uzavírací kuželka; 4 – regulační kuželka [P7]

Regulační funkce šroubení využíváme především při počátečním hydraulickém vyvážení otopné soustavy. Pokud šroubení osazujeme v kombinaci s termostatickými radiátorovými ventily (TRV), doškrcujeme tlakové ztráty primárně na regulačních šroubeních umístěných na zpátečce (popřípadě na napájení), abychom se vyvarovali problémům se zanášením, prouděním, a i k celkovému snížení pásma proporcionality u TRV [P7].

3.5. Armatury pro jednobodové napojení

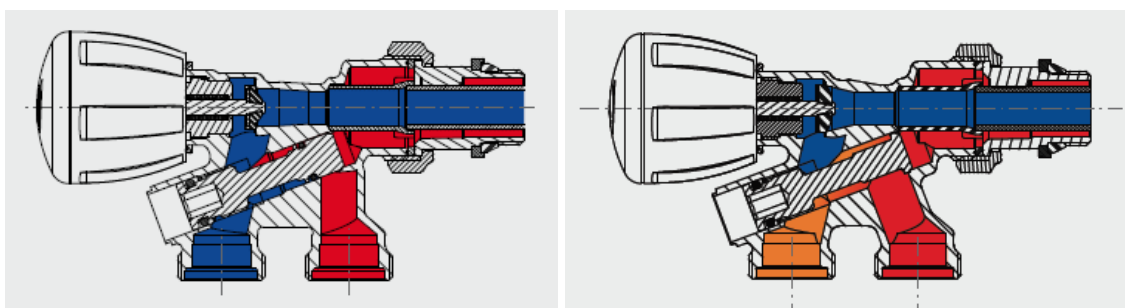
Tento typ armatury umožňuje napojení otopného tělesa, kdy přívod topné vody a odvod vratné vody je v jednom napojovacím místě. Armatura plní funkci ventilu, šroubení, uzavírací funkci a v případě varianty armatury pro jednotrubkové otopné soustavy i funkci směšovací.



Obr. 3.15 – Jednobodová dvoucestná armatura pro spodní napojení – vlevo [P8]

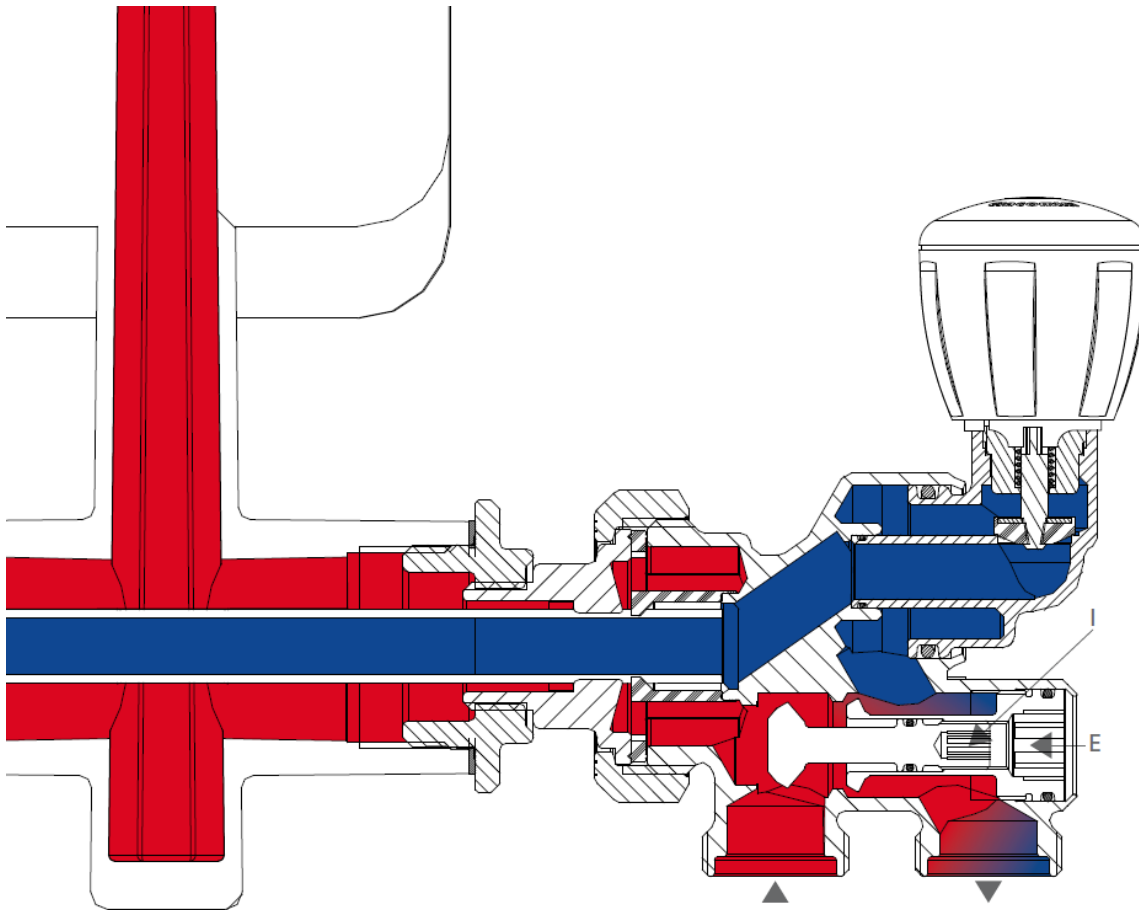
Obr. 3.16 – Jednobodová čtyřcestná armatura pro spodní napojení – vpravo [P8]

Armatury můžeme rozdělit podle typu otopné soustavy. K dostání jsou varianty určené pro jednotlivý typ otopné soustavy viz obr. 3.15 a 3.16, nebo armatury s by-passem viz obr. 3.19. Pokud by-pass otevřeme, armatura bude zastávat funkci čtyřcestné armatury vhodné pro jednotrubkovou otopnou soustavu. Naopak při zavřeném by-passu bude armatura zastávat funkci dvoucestné armatury pro dvoutrubkovou otopnou soustavu.



Obr. 3.17 – Jednobodová dvoucestná armatura pro boční napojení – vlevo [P8]

Obr. 3.18 – Jednobodová čtyřcestná armatura pro boční napojení – vpravo [P8]



*Obr. 3.19 – Jednobodová armatura pro boční připojení s by-passem;
nastavena pro jednotrubkovou otopnou soustavu [P8]*

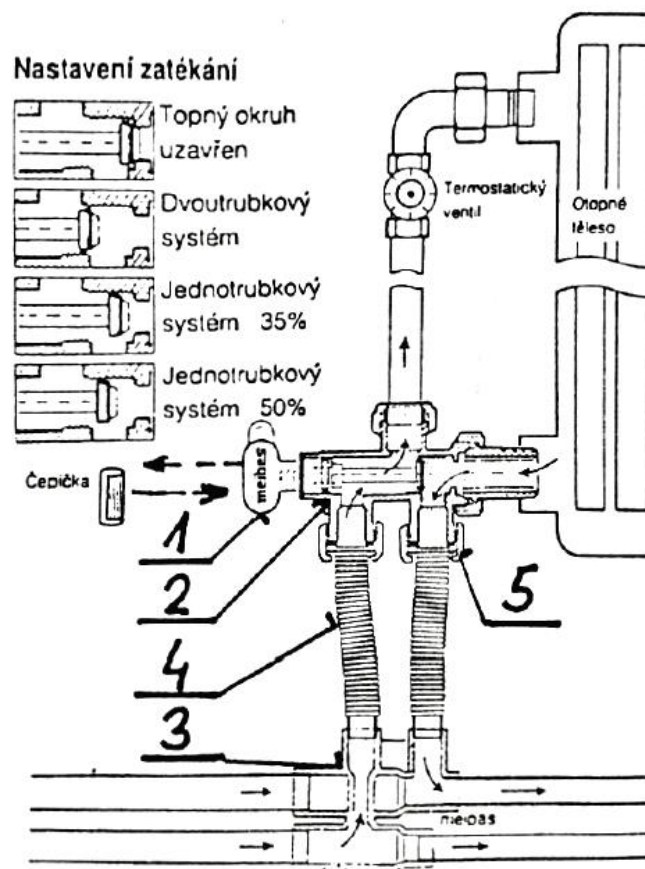
Jako další rozdělení těchto armatur bych uvedl varianty provedení dle místa připojení k otopnému tělesu. Varianta napojení armatury z boku je určena pro připojení deskových či článkových otopných těles. Zatím co varianta pro spodní napojení, bývá určena pro trubková otopná tělesa neboli „koupelnové žebříky“.

Armatury pro jednobodové napojení jsou nejčastěji vyráběny z niklované mosazi či bronzu. Jejich maximální provozní teplota bývá z pravidla 110 °C a maximální provozní tlak 10 bar. K dostání jsou buď v setu s nátrubkem a sondou (injektorem), nebo je nutnou dokoupit samostatně. Závity pro připojení armatury na rozvod bývají G 3/4" EK (M) eurokonus s vnějším závitem a pomocí svěrného šroubení. Připojení k otopnému tělesu je z pravidla závitem G 1/2", nebo méně časté 3/4". Armatury se vyrábí ve variantě přímé nebo rohové.

3.6. Připojovací soupravy

Často bývají označeny také jako „radiátorové soupravy“. Umožňují především rychlé napojení většího množství otopných těles, díky možné prefabrikaci těchto souprav a následnému usnadnění instalatérských prací.

Tyto vlastně „dvoubodové“ připojovací soupravy zastávají stejné funkce a podobné rozdělení jako jednobodové armatury. Plní funkci ventilu, šroubení, uzavírací funkci a v případě varianty armatury pro jednotrubkové otopné soustavy i funkci směšovací. S rozdílem toho, že dvouregulační „termostatický“ ventil je od připojovací (neboli uzavírací, rozdělovací, směšovací) armatury oddělen spojovací trubkou viz obr. 3.21.



Obr. 3.20 – Schéma napojení připojovací soupravy; 1 – klíč;
2 – připojovací armatura; 3 – tvarovka pro křížení připojovacího potrubí OT;
4 – flexibilní potrubí; 5 – svěrné šroubení pro flexibilní potrubí [6]

Armatury můžeme rozdělit podle typu otopné soustavy. K dostání jsou varianty určené pro jednotlivý typ otopné soustavy, nebo armatury s by-passem viz

obr. 3.20. Pokud by-pass otevřeme, armatura bude zastávat funkci čtyřcestné armatury vhodné pro jednorubkovou otopnou soustavu. Naopak při zavřeném by-passu bude armatura zastávat funkci dvoucestné armatury pro dvoutrubkovou otopnou soustavu.

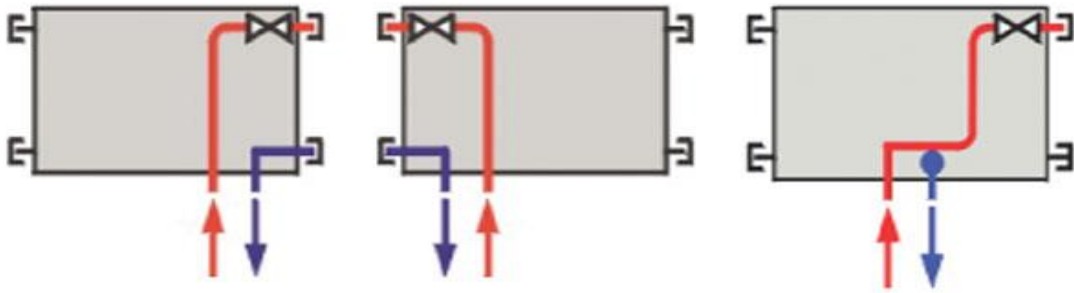


Obr. 3.21 – Připojovací souprava pro boční napojení [P8]

Soupravy bývají nejčastěji vyráběny z niklované mosazi. Jejich maximální provozní teplota bývá z pravidla 110 °C a maximální provozní tlak 10 bar. Spojovací trubku je většinou nutno dokoupit samostatně, podle připojovací rozteče otopného tělesa. Závity pro připojení armatury na rozvod bývají G 3/4" EK (M) eurokonus s vnějším závitem a pomocí svěrného šroubení. Připojení k otopnému tělesu je z pravidla závitem G 1/2". Ventilová část armatury může být přímá s obloukem, rohová či axiální. Rozdělovací armatura se vyrábí ve variantě přímé nebo rohové.

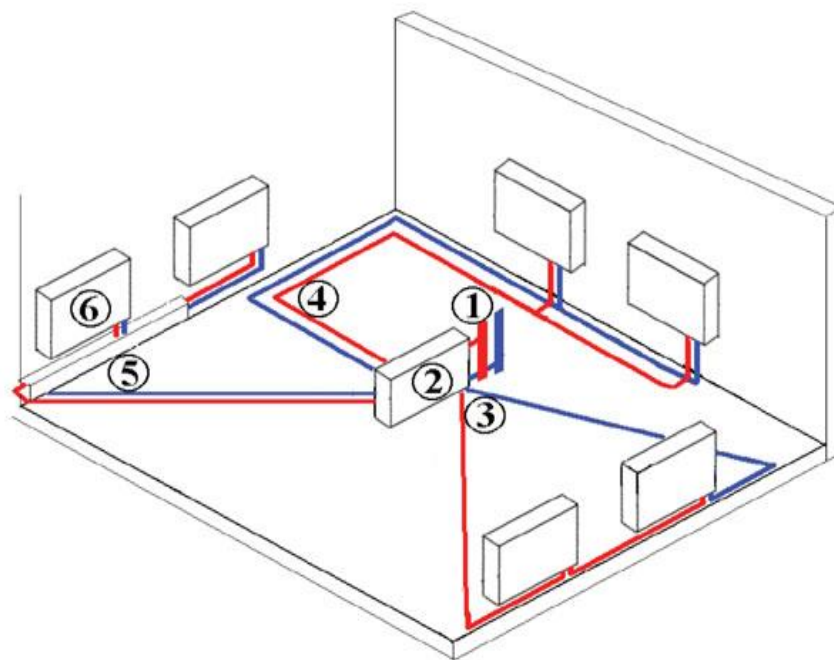
3.7. Armatury pro spodní napojení

Armatury pro spodní napojení se používají pro otopná tělesa v tzv. provedení VENTIL KOMPAKT (VK). Ta mají integrovaný regulační „termostatický“ ventil a zabudovaný vnitřní propojovací rozvod. Napojení na OT standardně bývá ze spodní strany vpravo (VK), další variantou je vlevo (VKL), nebo uprostřed (VKM) viz obr. 3.22. Napojení je vždy dvoubodové s osovou vzdáleností spodních vývodů 50 mm a vnitřním závitem G 1/2" [7].



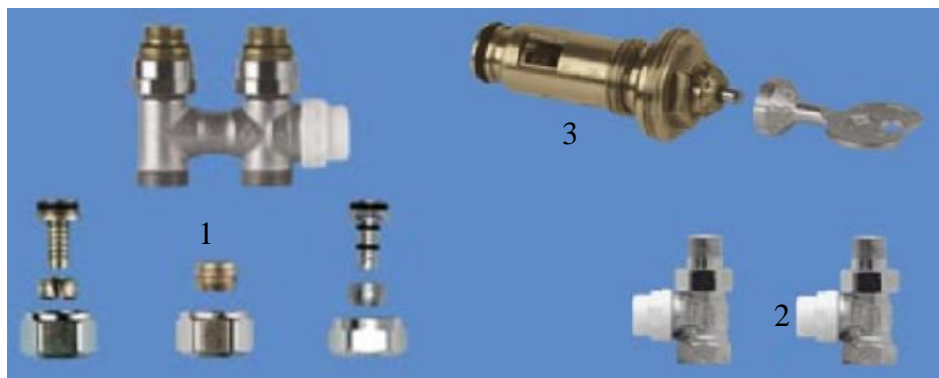
Obr. 3.22 – Varianty spodního napojení OT typu VK [7]

Tato otopná tělesa jsou svou konstrukcí určena pro soustavy s nuceným oběhem teplotně látky a vedením potrubí horizontálně pod otopnými tělesy v podlaze, nebo po stěně. Soustava vyžaduje méně stoupacích potrubí a umožňuje použít rozdělovač, do kterého lze soustředit měřicí, regulační i uzavírací prvky pro daný otopný okruh např. v bytě viz obr. 3.23 [7].



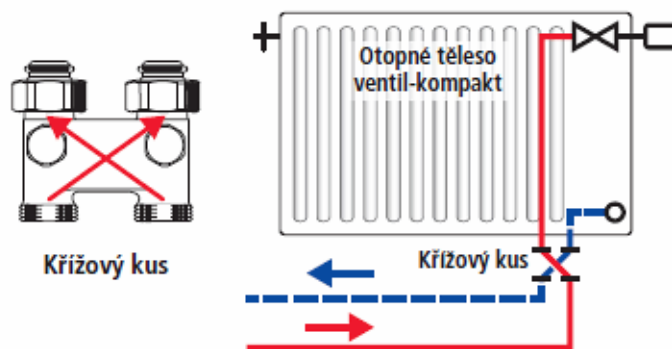
Obr. 3.23 – Horizontální otopná soustava; 1 – stoupací potrubí;
2 – rozdělovač; 3, 4, 5 – přípojovací potrubí; 6 – OT se spodním připojením [7]

Pro napojení otopných těles typu VK na rozvod potrubí z oceli, lze použít dvě standardní uzavírací šroubení. Pokud budeme připojovat otopné těleso na rozvod z plastového, plastohliníkového, či měděného potrubí použijeme dvojité kompaktní regulační uzavírací šroubení neboli „H-ventil“, za pomoci odpovídajícího svěrného šroubení viz obr. 3.24 [P9].



Obr. 3.24 – 1 – dvojité kompaktní H-ventil s variantami svěrných šroubení;
 2 – dvě uzavírací šroubení, pro připojení OT na ocelový rozvod potrubí;
 3 – integrovaný regulační „termostatický“ ventil [P9]

Dvojité kompaktní H-ventily se vyrábí v několika provedeních. Pro jednotrubkovou otopnou soustavu je to provedení s by-passem, kdy po jeho otevření armatura zastává funkci čtyřcestné armatury. U dvoutrubkové otopné soustavy je to buď klasické, nebo křížové provedení armatury. Osazením křížové armatury si můžeme pomoci, pokud bylo například během realizace opačně vyvedeno a napojeno potrubí z podlahy či stěny a změna zapojení by mohla být nákladnou záležitostí [8].



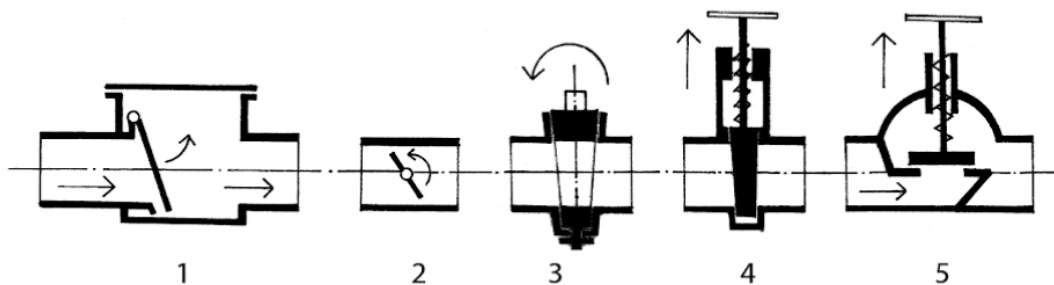
Obr. 3.25 – Dvojité kompaktní H-ventil – přímé křížové provedení [8]

Armatury se vyrábí ve variantě přímé nebo rohové a bývají nejčastěji vyráběny z niklované mosazi či bronzu. Jejich maximální provozní teplota bývá z pravidla 120 °C a maximální provozní tlak 10 bar. Závit pro připojení armatury na rozvod bývá G 3/4" M EK eurokonus s vnějším závitem a pomocí příslušného svěrného šroubení, dle materiálu potrubí. Na straně připojení k otopnému tělesu bývá závit G 3/4" F EK eurokonus s vnitřním závitem a převlečnou maticí. Připojení otopného tělesa je realizováno pomocí adaptéru například G 1/2" M x G 3/4" M, nebo G 3/4" M x G 3/4" M.

4. POTRUBNÍ ARMATURY

4.1. Uzavírací armatury

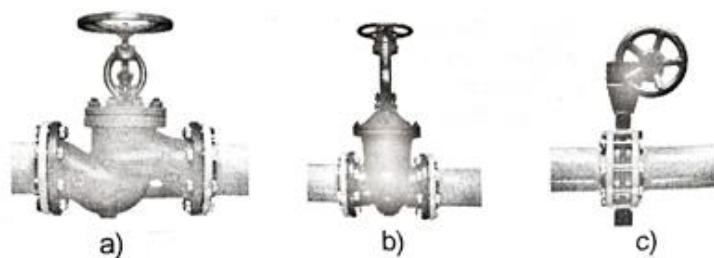
„Uzavírka“ je část potrubí, kterou lze přerušit tok tekutiny dopravované potrubím. Skládá se z tělesa vloženého do potrubí, v němž je zařízení k uzavření průtočného průřezu. Ovládání uzavíracího zařízení je vyvedeno vně tělesa. Podle konstrukce uzavíracího zařízení se rozeznávají tyto druhy uzavíracích armatur [10]:



Obr. 4.1 – Schéma konstrukcí armatur; 1 – zpětná klapka;
2 – uzavírací klapka; 3 – kohout; 4 – šoupátko; 5 – ventil [9]

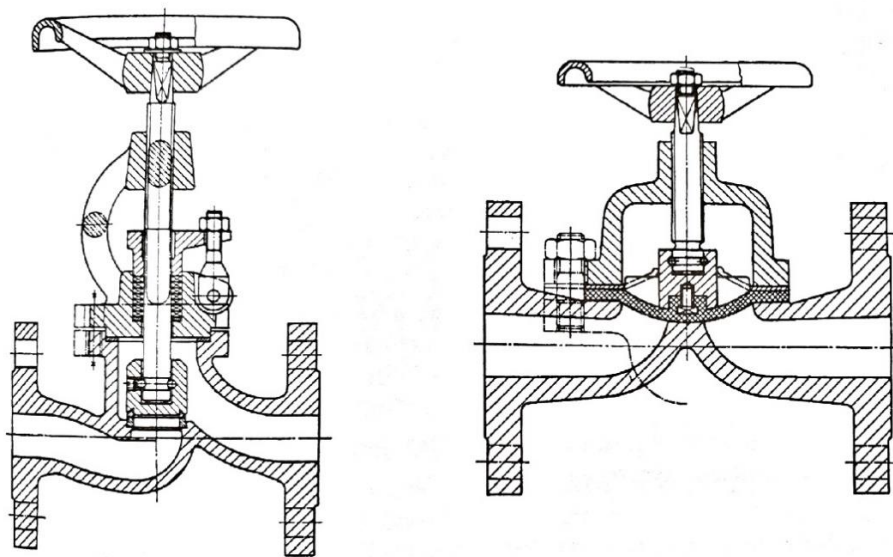
4.1.1. Uzavírací ventily

Ventily uzavírají průtočný průřez přitlačením kruhové desky (kuželky) k otvoru v mezistěně tělesa. Mají jeden pár snadno přístupných rovinných těsnících ploch. Průtočný odpor při plném otevření je větší než u ostatních uzavíracích armatur, zdvih uzavíracího a ovládacího zařízení je poměrně malý (obvykle asi 30 až 40 % průměru potrubí). Otvírání a uzavírání není zdlouhavé. Stavební délka je největší z uzavíracích armatur vůbec, viz obr. 4.2 [10].



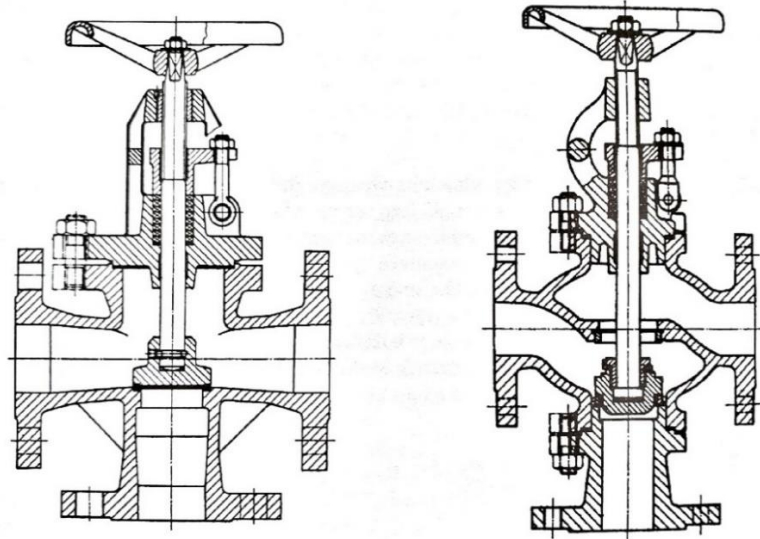
Obr. 4.2 – Stavební délky armatur; a) – uzavírací ventil;
b) – uzavírací šoupátko; c) – uzavírací klapka [10]

Nejčastěji se používají ventily přímé s kolmým vřetenem viz obr. 4.3 vlevo, méně často ventily nárožní a ventily se šikmým vřetenem. Tělesa ventilů jsou tzv. proudové konstrukce, umožňují co nejplynulejší průtok. Přesto je tlaková ztráta oproti ostatním armaturám větší. Pro docílení přímého průtoku ventilem, resp. pro dodržení souososti vstupního a výstupního hrdla, se musí proud dvojím ohybem dostat pod osu potrubí a ohnout do kolmého směru a znovu dvojím ohybem nad sedlem dostat zpět do osy. Změny směru proudu jsou časté a ostré. Speciálním typem jsou např. ventily membránové viz obr. 4.3 vpravo, u kterých je kuželka spojená s membránou. Membrána dokonale odděluje vnitřní prostor od vnějšího a nahrazuje ucpávku [10].



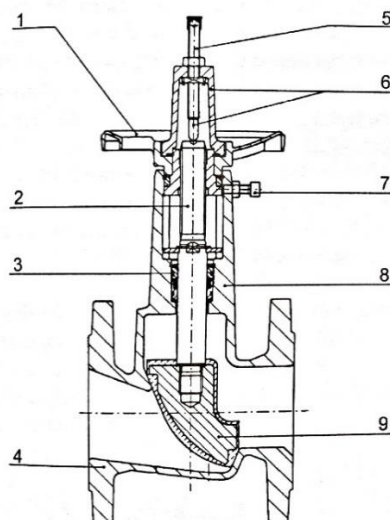
*Obr. 4.3 – Uzavírací ventil; vlevo – s kolmým vřetenem;
vpravo – membránový [10]*

Ventily jsou konstruovány pro zatížení jednostranným přetlakem a pro směr proudění z prostoru pod kuželkou, kdy postačí menší uzavírací síla, a pro směr proudění z prostoru nad kuželkou, jinak by byly zapotřebí velké uzavírací síly. Kromě ventilů přímých a nárožních se vyrábějí ventily křížovité viz obr. 4.4 vlevo a střídací vpravo. Ventily pro PN (jmenovitý tlak, desetinásobek nejvyššího pracovního přetlaku) 6 až 16 (tzn. PN 16 = 1,6 MPa = 16 bar) mají těleso ze šedé litiny se čtyřhrannou nebo kruhovou víkovou přírubou s výkružkem. Přírubové šrouby jsou zavrtány do tělesa. Ucpávkové víko je litinové se dvěma sklopnými šrouby. Ucpávka vřetena je z gravitovaného osinkového provazce. Víko je odlito se třmenem ze šedé litiny jako celek. V hlavě třmenu je lichoběžníkový závit pro vřetenovou matici, nebo je matice do hlavy třmenu zašroubována a pojištěna [10].



Obr. 4.4 – Uzavírací ventil; vlevo – křížový; vpravo – střídací [10]

Zajímavou konstrukci má vícefunkční kompaktní armatura na pomezí ventilu, šoupátka a seřizovací armatury, viz obr. 4.5. Armatura je vybavena kuželkou klínovitého tvaru, která je obalena plastickou hmotou. Rovina sedla, svírací s osou potrubí úhel 45° , vytváří velice příznivé podmínky pro plynulé proudění tekutiny. Armatura má stoupačí neotáčivé vřeteno a ruční kolo s ukazatelem, s omezovačem a se zajištěním polohy. Armatura s doloženou charakteristikou se vyznačuje malou stavební délkou a nízkým hydraulickým odporem [10].

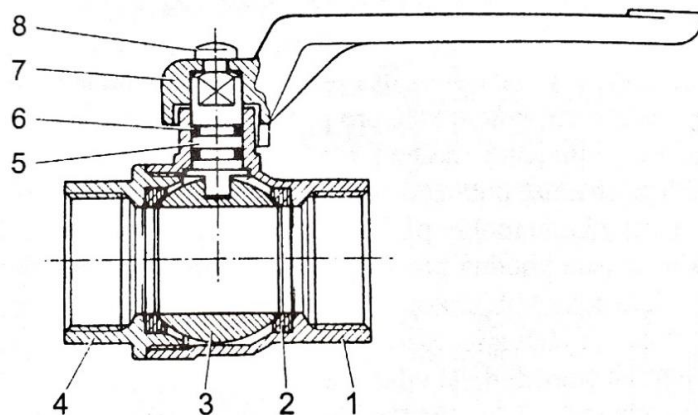


Obr. 4.5 – Ventil šoupátkového typu; 1 – ruční kolo; 2 – neotáčivé vřeteno; 3 – těsnění vřetene; 4 – příruby; 5 – omezení zdvihu; 6 – kryt s ukazatelem polohy; 7 – zařízení na zajištění polohy; 8 – těleso armatury; 9 – kužel opláštěvaný umělou hmotou [10]

4.1.2. Uzavírací kohouty

Kohouty uzavírají průtočný průřez pootočením koule (kuželu) vložené do tělesa a opatřené otvorem, který se při otevření napojuje na otvory v tělese, navazující na potrubí. Mají jeden pár kroužkových těsnících ploch a velice malý průtočný odpor. K uzavření armatury stačí pootočení o 90°, takže uzavření je velmi rychlé [10].

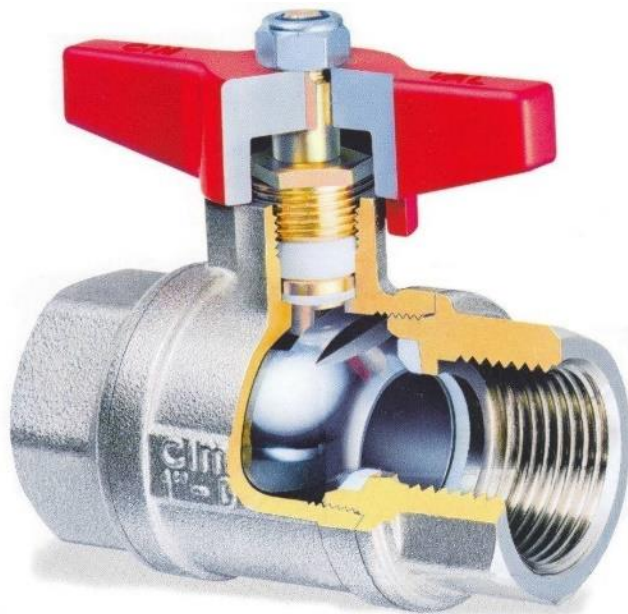
Kulové uzávěry patří mezi armatury poměrně nové. Řadu let se jednalo o armatury okrajového významu, protože nebyla dostatečně zvládnuta technologie výroby velkých koulí s přesnou geometrií a dokonalým povrchem. Rovněž s výběrem materiálu sedel a jejich výrobou byly potíže. Větší rozvoj výroby kulových uzávěrů nastal až po válce. Jednak se podařilo vyřešit výrobu koulí, jednak se objevila řada nových plastů, která se hodila na sedla. Obzvláště velký význam nabyl v této oblasti teflon (PTFE), ať už čistý nebo častěji plněný. Dnes se však vyskytují i jiné materiály, ještě odolnější vůči vyšším teplotám než PTFE [10].



Obr. 4.6 – Kulový kohout závitový; 1 – první závitová část tělesa; 2 – těsnící kroužek; 3 – kulový uzávěr; 4 – druhá závitová část tělesa; 5 – vřeteno; 6 – těsnící O kroužek; 7 – ovládací páka; 8 – šroub páky [10]

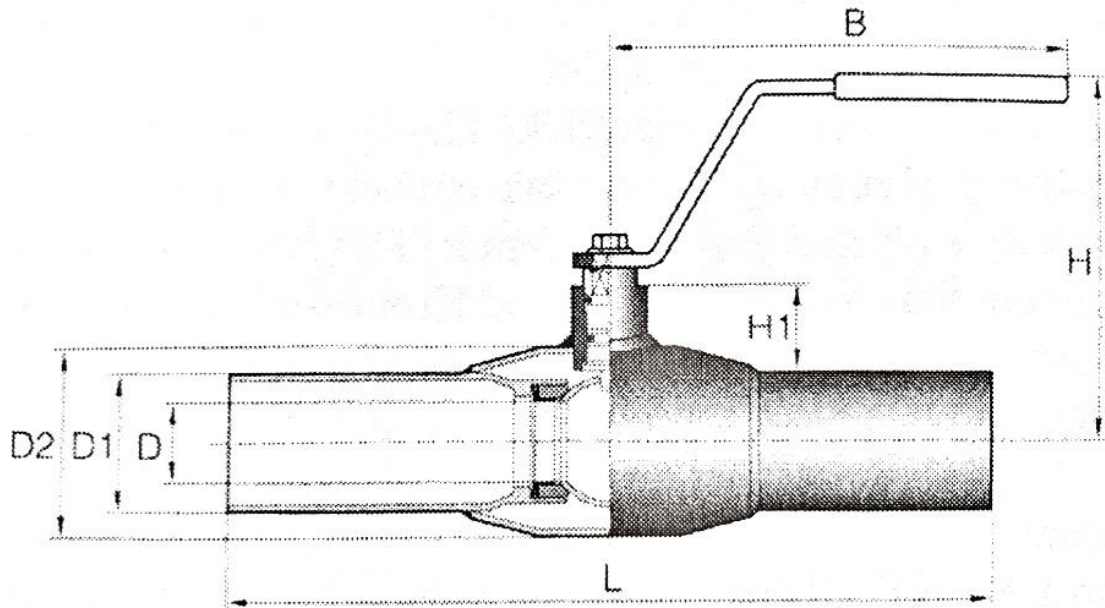
Nevýhodou kulových uzávěrů tohoto provedení byla sedla z plastů, které omezovaly použitelnost kulových uzávěrů na oblast teplot nižších, nepřesahujících 150 až 200 °C. Dalším vývojovým krokem bylo nalezení konstrukcí a technologií výroby kovových sedel. Tím padlo teplotní omezení, a tak je dnes možno získat kulové uzávěry i pro takové teploty, které ještě nedávno byly vyhrazeny ventilům a šoupátkům, tedy pro teploty 500 °C a více. Jelikož v současné době není obtížné vyrobit je pro velmi vysoké tlaky, lze dnes použít kulový uzávěr pro uzavírání téměř všude [10].

Kulové uzávěry mají řadu předností. Protože jejich použití už není technicky skoro ničím omezeno, je patrné, že postupně vytlačují ostatní typy uzavíracích armatur z jejich pozic. Soutěž mezi kulovými uzávěry a jinými uzávěry se přesouvá především do oblasti ekonomické, kdy se hledí na pořizovací a provozní náklady a na životnost. Za nejvýznamnější výhodu kulových uzávěrů se považuje zcela volný průtočný kanál v otevřeném stavu kohoutu. Proto mají kulové uzávěry minimální průtočné ztráty, které se téměř neliší od ztrát v hladké trubce stejné délky. Ovládání kulových uzávěrů spočívá v pootočení koule uzávěru o 90°. To je jednoduchý pohyb, který se dá realizovat řadou různých, ručně nebo motoricky ovládaných mechanismů. Nejjednodušší je samozřejmě ruční páka. Uvedené mechanismy se dají konstruovat i pro poměrně rychlý pohyb, takže docílení rychločinnosti kulových uzávěrů je snadné [10].



Obr. 4.7 – Kulový kohout přímý, závitový [P13]

Kulové kohouty jsou armatury velice kompaktní, které nevyžadují velký prostor pro instalaci. Uzávěr zabudovaný v potrubí, ze kterého vyčnívá pouze mechanismus. Některé kulové uzávěry mají tělesa svařena viz obr. 4.8, což je u jiných armatur neobvyklé, uzávěr se nedá rozebrat a opravit. Výrobce předpokládají a prohlašují, že životnost uzávěru vyhoví požadavkům a že oprava koule a sedel je složitá a nákladná, ekonomicky je tedy výhodnější uzávěr vyměnit rovnou za nový. Proti jiným armaturám, zvláště šoupátkům a ventilům, mají kulové uzávěry jednu nevýhodu. Pro provedení jakékoliv opravy je nutno uzávěr vymontovat z potrubí, protože bez rozpůlení tělesa není možný přístup k sedlům ani k ovládacímu systému [10].



Obr. 4.8 – Kulový kohout přivařovací [10]

Dnes jsou na trhu kulové uzávěry ve dvou základních provedeních. Jednak uzávěry s plovoucí koulí, jednak uzávěry s koulí na čepech. U provedení s plovoucí koulí je koule uložena přímo v sedlech. Aby uložení dobře fungovalo a aby byl uzávěr těsný, je nutné docílit velmi přesnou souosost sedel a dosti přesně dodržet i jejich vzdálenost. Prakticky se užívají buď sedla pevně spojená s částmi tělesa nebo jsou jedno nebo obě sedla podložena pružinou s poměrně vysokou tuhostí. U pevných sedel musí být vzdálenost sedel o tolik větší, než teoretická, aby se dalo s koulí otáčet. Těsnost uzávěru se pak docílí tím, že tlakový rozdíl na uzávěru posune koulí do sedla na výstupu a přitlačí ji natolik, že je uzávěr těsný [10].

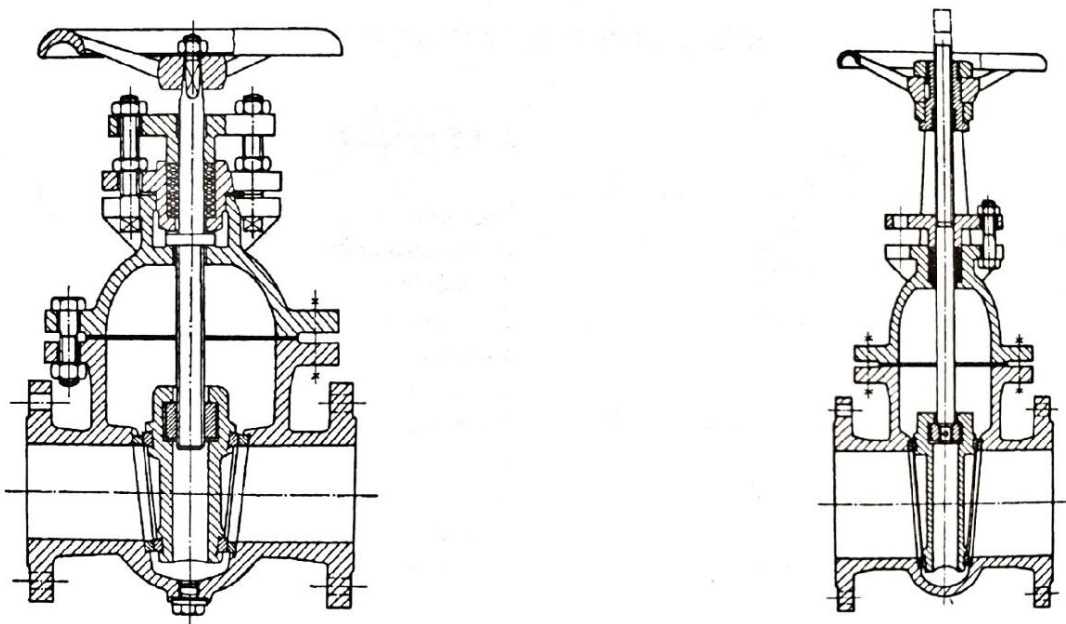
U sedel odpružených je koule ve styku s oběma sedly, ale při zavření se rovněž posune směrem k výstupu. Hlavní těsnost zajišťuje sedlo na výstupu, sedlo na vstupu doléhá na koulí jen malou silou, dokonce vlivem velké tuhosti pružin může i odlehnout od koule. Protože se koule u této koncepce axiálně posunuje, nemůže být s ovládacím čepem spojena pevně. Prakticky se užívá spoj s příčným perem (na čepu) a obdélníkovou drážkou (v koulí) [10].

Poslední konstrukce kulových kohoutů používají odlehčenou koulí, která již nemá obě plochy v zavřené poloze směrem do potrubí kulové, ale vyhloubené. Případně tvrdé nánosy, vzniklé na vyhloubených plochách, při otevírání nepoškozují sedla [10].

4.1.3. Uzavírací šoupátka

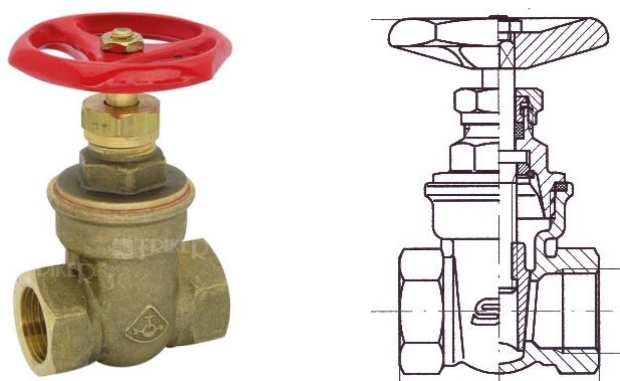
Šoupátka neboli „šoupě“, uzavírají průtočný průřez vtlačení dělicí desky (klínu) mezi nátrubky tělesa, které navazují na potrubí. Mají dva páry rovinných těsnících ploch, které jsou nesnadno přístupné. Průtočný odpor šoupátek je malý, pokud není průtočný průřez v tělese zúžen. Zdvih zařízení uzavíracího a často i ovládacího prvku je velký, obvykle větší než průměr potrubí. Otvírání a uzavírání není zdlouhavé. Stavební délka je střední vzhledem k ostatním uzavíracím armaturám. Nachází uplatnění především u potrubí větších dimenzí, kde je vyžadováno minimální omezení průtoku teplotnosné látky např. jako uzavírací orgán v páteřním rozvodu, zpravidla od DN 80. Šoupátka by se neměly používat pro regulaci průtoku teplotnosné látky [10].

Druhy šoupátek se určují podle následujících hlavních znaků. Podle dělicí desky jsou šoupátka klínová nebo paralelní. Podle tvaru tělesa jsou šoupátka plochá, plošně oválná, oválná a válcová. Podle uložení vřetenové matice jsou šoupátka s maticí zasunutou do klínu (šoupátka s nestoupacím vřetenem, viz obr. 4.9 vlevo) nebo s maticí upevněnou ve třmenu nebo v náboji ovládací části (šoupátka třmenová, která mají stoupací vřetenem, viz obr. 4.9 vpravo). Šoupátka mají obvykle dvě rovinné těsnící plochy na dělicí desce a v tělese. Paralelní šoupátka se nyní používají jen ve zvláštních případech, např. šoupátka pro plynovody. Klín je buď tuhý, poddajný nebo dělený [10].



Obr. 4.9 – Uzavírací šoupátko; vlevo – s nestoupacím vřetenem;
vpravo – se stoupacím vřetenem [10]

Poddajný klín je z jednoho kusu, jeho střední část (dřík) je ztenčena tak, že se vzájemná poloha těsnících ploch může poněkud změnit při pružné až plastické deformaci dříku. Tím je umožněno, aby těsnící plochy klínu mohly plně a rovnoměrně dosednout na těsnící plochy sedel. Šoupátka s děleným klínem jsou vhodná pro vyšší teploty dopravované tekutiny. Dělený klín má dvě samostatné desky volně spojené objímkou, která je připojena až k vřetenu. Jedna deska je opatřena kulovým čepem, který zasahuje vyčnívající částí do kulového uložení druhé desky. Po dosednutí desek na sedla v tělese šoupátka umožní další vtlačování kulového kloubu plně obou desek na sedla, i když nemají zcela shodný úhel sklonu. Šoupátka s děleným klínem se používají pro hodnoty tlaků do PN 10, pro než se dělené klíny osvědčily. Tělesa šoupátek jsou obvykle litá, různých tvarů, ve zvláštních případech jsou válcová tělesa svařovaná [10].



Obr. 4.10 – Uzavírací klínové šoupátko přímé [11]

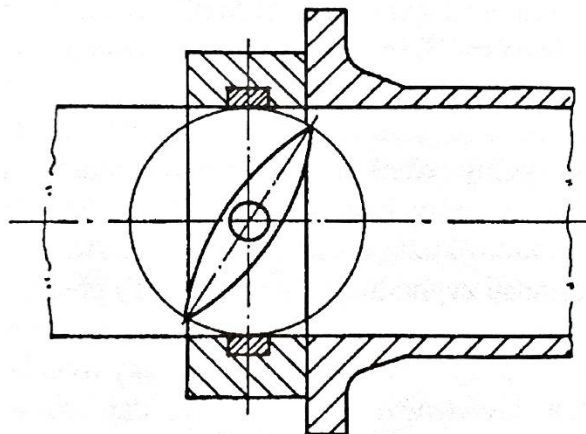
Šoupátka s nestoupacím vřetenem viz obr. 4.9 vlevo, mají vřetenovou matici uloženou v hlavě klínu, vřeteno prochází jeho otvorem, avšak neposouvá se, a proto se ve zvláštních případech opatřuje ukazatelem otevření. Vřetenová matice je obvykle z barevného kovu, výjimečně ze šedé litiny. Tato šoupátka jsou vhodná pro nižší teploty a používají se pro neagresivní tekutiny, které neohrožují vřeteno, jehož závit je v prostoru naplněném dopravovanou tekutinou [10].

Šoupátka třmenová viz obr. 4.9 vpravo, mají vřetenovou matici obvykle z bronzu. Je upevněna buď ve třmenu jako u ventilu, přičemž se vřeteno otáčí a jeho konec i s nasazenou ovládací částí se při otevírání oddaluje od osy potrubí, nebo v náboji ovládací části, uložené otočně ve třmenu, takže vřeteno se neotáčí a při otevírání se oddaluje od osy potrubí jen konec vřetena. Třmenová šoupátka se používají obvykle pro vyšší a vysoké teploty, pro než jsou vhodná šoupátka s poddajným klínem a v případech, v nichž je nutné, aby závit nebyl ve styku s dopravovanou tekutinou [10].

4.1.4. Uzavírací klapky

Klapka uzavírá průtočný průřez pootočením dělicí desky ve válcovém tělese, vloženém do potrubí. Mají jednu kroužkovou těsnící plochu a velice malý průtočný odpor. K uzavření postačí otočení o 90° , takže uzavření je rychlé [10].

Uzavírací klapky jsou osazovány více než 70 let v potrubních rozvodech pro vodu. Jelikož zabírají méně místa než jiné armatury, začaly se přibližně před 50 lety zabudovávat i do tepelných sítí. Jenomže pryžová těsnění, upevněna na kotouči klapky byla tím pádem vystavena výrazně vyšším teplotám a jejich vlivem relativně rychle ztvrdla, láma se a klapky se poté staly netěsnými. Pokusy s jinými pryžovými materiály nepřinesly uspokojivá řešení. Také výroba klapek s kovovým těsněním nevedla k žádnému úspěchu. Teprve krok ke dvojité excentrickému uložení kotouče klapky umožnil konstrukci použitelné klapky pro dálkové vytápění [10].



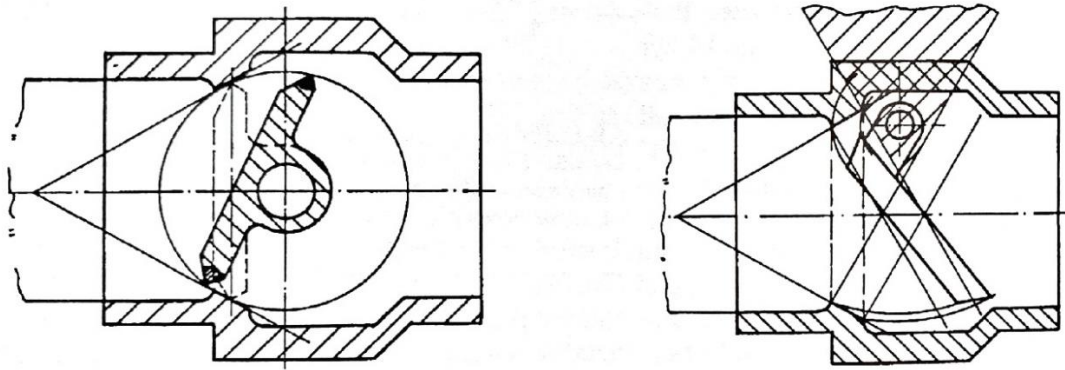
Obr. 4.11 – Schéma klapky centrické [10]

Pomocí dvojité excentrické klapky se sice vytvořil základní předpoklad pro dobrou klapku pro dálkový přenos tepla, co však chybělo, bylo použitelné těsnění. V roce 1976 se provedly první pokusy s plastickým materiálem PTFE (teflon). Čistý PTFE však měl nepříznivou vlastnost, že pod vlivem tlakové síly začínal téct. Kromě toho je jen omezeně elastický. Přidáním uhlíku bylo tečení sníženo a chybějící elasticita materiálu se kompenzovala elastickým tvarováním. Zachovány byly dobré kluzní vlastnosti, odolnost vůči teplotě a stárnutí a odolnost vůči korozi a oděru [10].

Klapky obecně mohou sloužit jako uzavírací, regulační nebo zpětné armatury. Podle polohy osy otáčení můžeme rozlišit celkem tři varianty. Místo osy potrubí se má

přesněji uvádět osa rotační souměrnosti sedla. Některé konstrukce mají osu sedla s osou potrubí rovnoběžnou, posunutou, jiné užívají osu sedla různoběžnou s osou potrubí. Vzhledem k ose sedla může osa otáčení listu být umístěna [10]:

- v rovině sedla a osu sedla protíná – klapka centrická, viz obr. 4.11
- mimo rovinu sedla, přičemž osa otáčení protíná kolmo osu sedla – klapka excentrická viz obr. 4.12 vlevo
- mimo rovinu sedla i mimo osu sedla, vyosení od osy je však malé, takže osa otáčení leží v průtoku pracovní látky (zvláštností může být vyosení tak velké, že osa otáčení leží zcela mimo průtočný kanál) – klapka dvojitě excentrická viz obr. 4.12 vpravo [10]

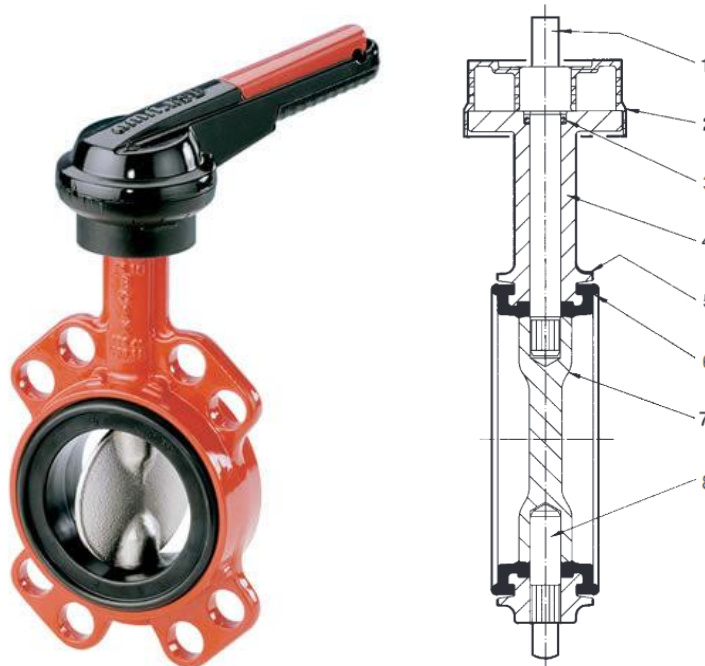


*Obr. 4.12 – Schéma klapky; vlevo – excentrické;
vpravo – dvojitě excentrické [10]*

Při centrickém uložení leží bod otáčení kotouče klapky ve středu potrubního vedení a ve středu sedlového kroužku tělesa klapky. Při excentrickém uložení leží bod otáčení kotouče klapky podobně v ose potrubí, avšak je posunut za sedlový kroužek tělesa klapky. Tyto těsnící kroužky nejsou přerušeny. Při otevírání a zavírání vznikají však vysoké stříhové síly na těsnící kotouče klapky. U dvojnásobně excentrického uložení kotouče klapky je v protikladu k excentrickému otáčení bod otáčení umístěn nad osou potrubí. V důsledku toho se těsnící kroužek ihned po otevření klapky oddálí od sedlového kroužku tělesa a nevznikají téměř žádné stříhové síly a těleso je úplně bez pnutí. Toto těsnění může být vyměněno bez demontáže klapky [10].

Uvedené konstrukce mají některé vlastnosti a použití společné. Deska uzávěru zůstává zcela v průtoku pracovní látky. V uzavřeném stavu je list klapky zatížen plným

tlakovým rozdílem mezi vstupem a výstupem. Tento stav není při tomto způsobu uložení listu příliš příznivé, a proto aby list a čepy zatížení vydržely, vychází list poměrně tlustý. V otevřeném stavu ovšem list svou tloušťkou omezuje průtok. Pokud by byl tlakový spád na uzavřené klapce vysoký, byla by tloušťka listu tak velká, že by skoro nebyl rozdíl mezi klapkou otevřenou a zavřenou. Z toho důvodu se kapky stavějí jen pro tlakové spády malé, řádově 2 až 3 MPa, přičemž nejčastěji se vyrábějí klapky PN 16 pro menší světlosti, a ještě menší PN pro světlosti větší [10].



Obr. 4.13 – Uzavírací mezipřírubová centrická klapka – vlevo [P14]

Obr. 4.14 – Řez uzavírací mezipřírubovou centrickou klapkou – vpravo;

1 – pohonná hřídel; 2 – izolační prsteneček; 3 – těsnící O kroužek; 4 – těleso;

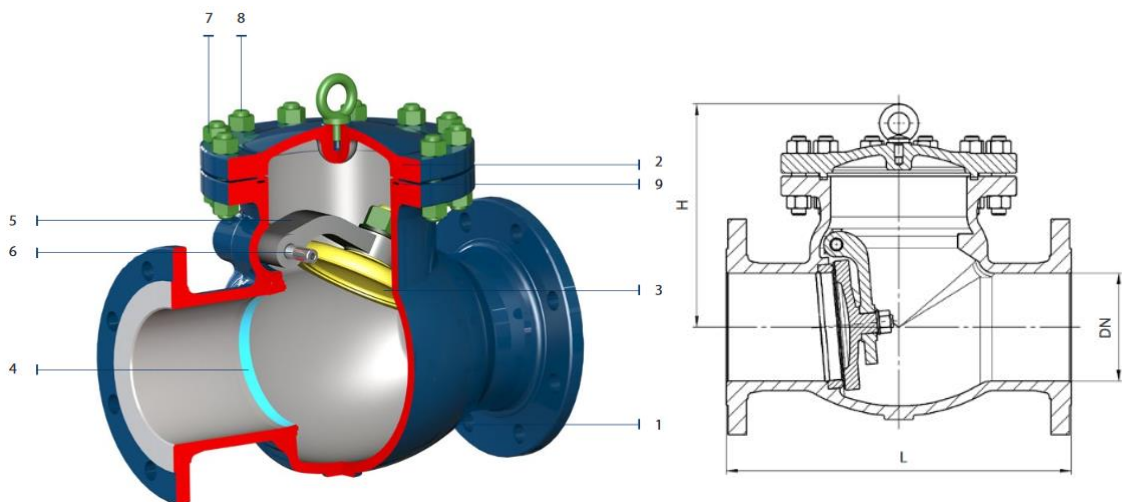
5 – typový štítek; 6 – PTFE manžeta; 7 – list z nerezové ocele; 8 – hřídel [P14]

Konstrukce těles klapky je ovšem velmi jednoduchá. Musí však být zajištěno, že tlakový spád na listu nepřekročí přípustné hodnoty. Samotná klapka se může vlivem proudu tekutiny pootáčet tam, kam ji dynamické momenty proudu ženou. Zajištění stálé polohy musí proto zabezpečit ovládání klapky. Proto se u klapky při ovládání ruční pákou užívají aretační zařízení. Obvykle ozubený segment se západkou, umožňující nastavení listu do několika volených poloh. Pro ruční ovládání větších klapky se užívají samosvorné šnekové převodovky s ručním kolem. Při ovládání pohonem se užívají pohony samosvorné. Čtvrtotáčkové elektropohony nebo víceotáčkové elektropohony se šnekovou převodovkou [10].

4.1.5. Zpětné klapky a ventily

Zpětné klapky a ventily jsou armatury sloužící k samočinnému zabránění zpětného proudění teplotné látky. Jsou ovládány dynamickým účinkem protékající látky, automaticky se otvírají při průtoku teplotné látky v určeném směru a automaticky se uzavřou, začne-li látka protékat směrem opačným. Tyto armatury v otopných soustavách nejčastěji umísťujeme při ochraně čerpadla proti přetížení, při zpětném pohybu teplotné látky během poklesu tlaku.

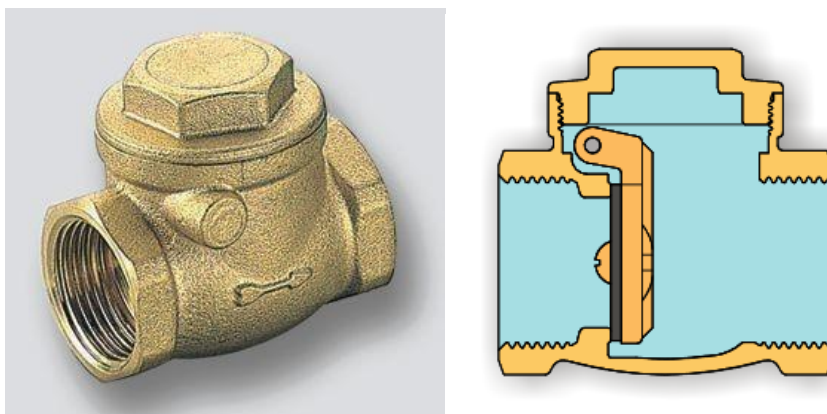
Zpětné klapky můžeme rozdělit stejně jako klapky uzavírací dle osy otáčení listu k ose sedla. Tedy na klapky centrické, excentrické a dvojité excentrické. Klapky se vyznačují menší tlakovou ztrátou, ale menší těsností než zpětné ventily.



Obr. 4.15 – Zpětná přírubová dvojitě excentrická klapka;

1 – těleso; 2 – víko; 3 – klapka; 4 – sedlo; 5 – rameno; 6 – čep ramene;

7 – matice víka; 8 – šroub víka; 9 – těsnění [P30]

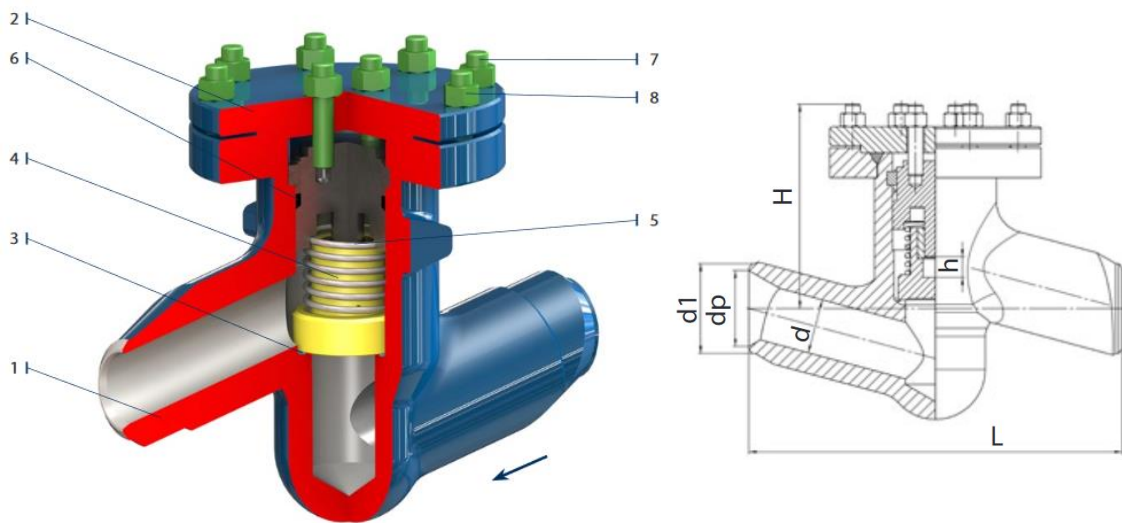


Obr. 4.16 – Zpětná závitová vodorovná dvojitě excentrická klapka [P31]

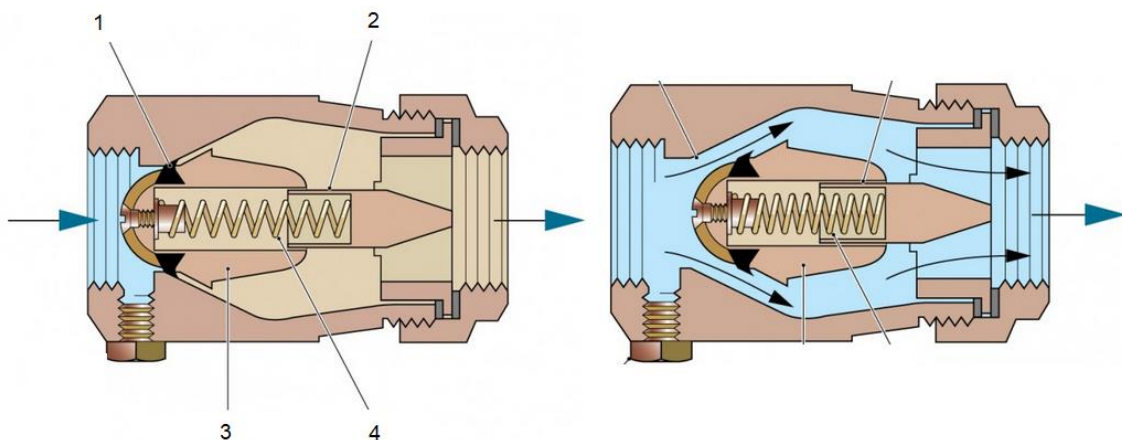
Běžná poloha pro osazení zpětné klapky bývá vodorovná, při jiných polohách jejího osazení se musíme řídit dle doporučení výrobce. Některé klapky nejdou umístit jinak než vodorovně, kdy v této poloze musí být klapka osazena víkem směrem nahoru.

Poměrně často se můžeme setkat s chybným značením zpětných ventilů, které jsou uváděny jako zpětné klapky, ačkoliv jejich vnitřní konstrukce, konstrukci klapky neodpovídá. Zpětné ventily je například možné umisťovat v libovolné poloze.

V případě osazování všech zpětných armatur, je nutné, aby směr proudění teplotonosné látky byl ve směru šipky značené na těle armatury.

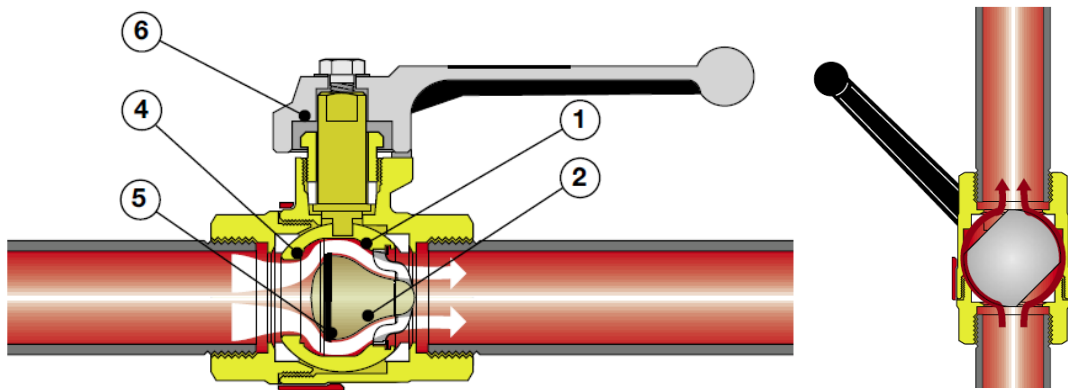


Obr. 4.17 – Zpětný přivařovací ventil; 1 – těleso; 2 – víko; 3 – sedlový kroužek; 4 – kuželka; 5 – pružina; 6 – těsnění; 7 – šrouby; 8 – matice [P30]

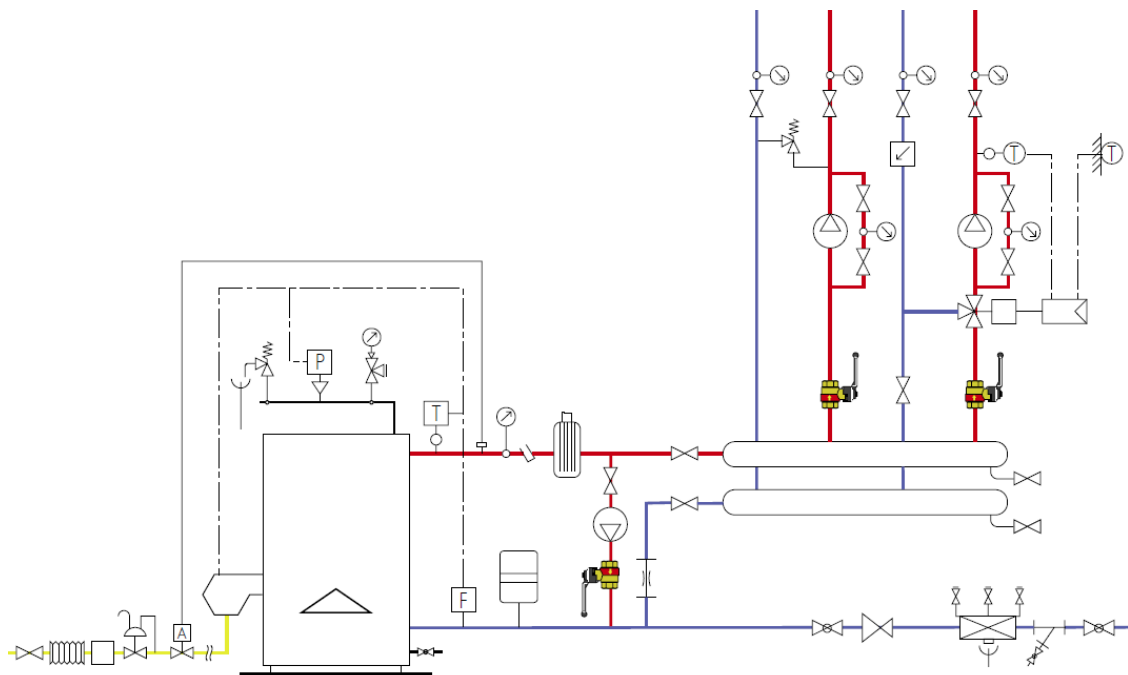


Obr. 4.18 – Zpětný závitový ventil; 1 – sedlo; 2 – dřík kuželky; 3 – kuželka; 4 – pružina [P15]

Jednou ze speciálních zpětných armatur, mohou být například kulové kohouty označované „BALLSTOP“, se zabudovanou zpětnou kuželkou. Armatura kombinuje funkci kulového uzavíracího kohoutu s funkcí zpětného ventilu, který je uložen do samotné koule kohoutu. To by mělo zrychlit instalaci armatury a ušetřit nutné místo pro osazení na potrubí. Například během údržby, nebo vypouštění, kdy je zapotřebí aby armaturou prošel průtok v opačném směru, lze nastavit ovládací páku do polohy 45°, která umožní látku průtok kolem kulového uzávěru. Otázkou je, jak dokonale bude po čase těsnit zpětný mechanismus vlivem usazení drobných nečistot a nánosů [32].

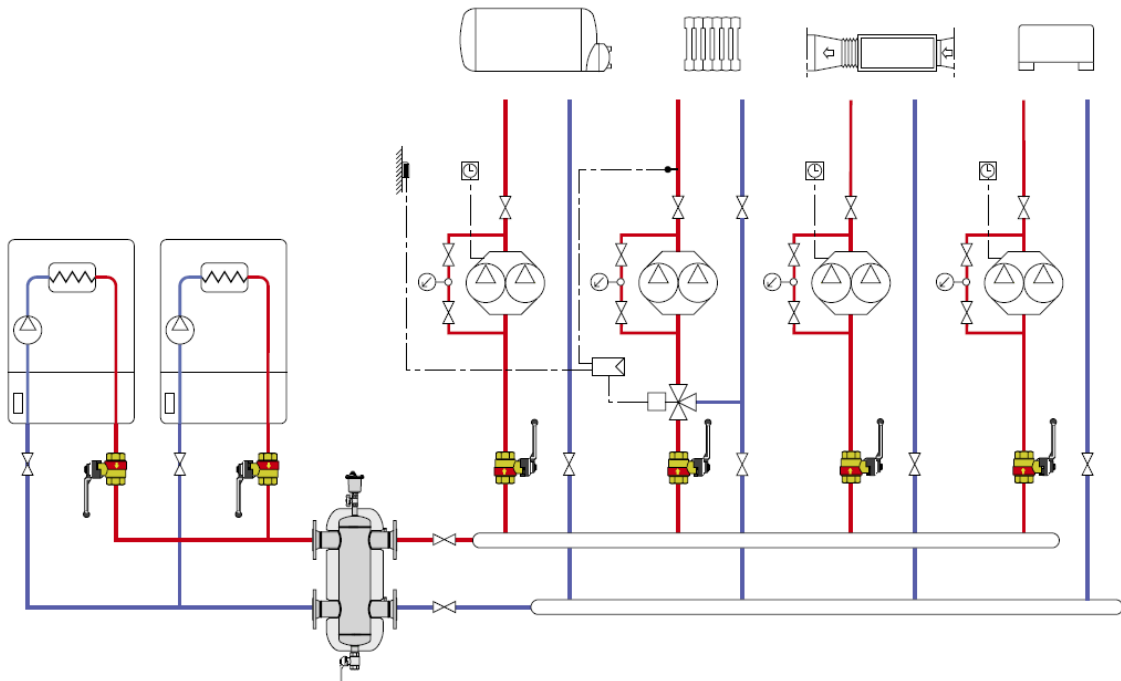


Obr. 4.19 – Kulový kohout se zabudovanou zpětnou kuželkou; 1 – kulový uzávěr; 2 – zpětná kuželka; 4 – sedlo; 5 – tvarované těsnění; 6 – ovládací páka [P32]



Obr. 4.20 – Schéma otopné soustavy s jedním zdrojem tepla a dvěma rozdílnými sekundárními okruhy [P32]

Na obr. 4.20 a 4.21 můžeme vidět schémata zobrazující možné umístění kulových kohoutů se zpětnou kuželkou. Například armatury nad rozdělovačem, jsou osazeny tak, že mohou případně zabránit zpětnému proudění, které by mohlo nastat např. při odstavení jedné sekundární větve během stálého provozu větví ostatních.



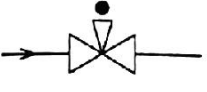
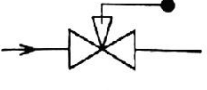
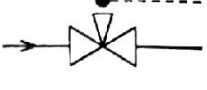
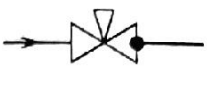
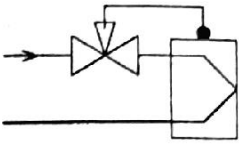
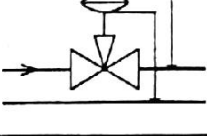
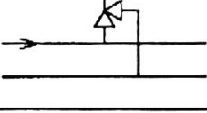
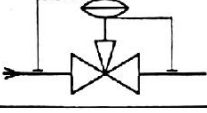
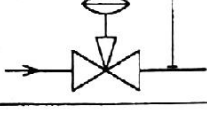
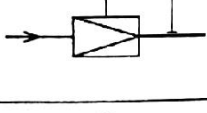
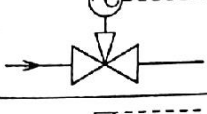
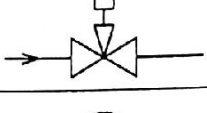
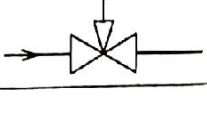
*Obr. 4.21 – Schéma otopné soustavy se dvěma zdroji tepla
a různými typy sekundárních okruhů [P32]*

4.2. Regulační armatury

Regulační armatury jsou výkonnými orgány regulačních systémů v tepelné technice. Musí mít spojitou funkci, aby spojitě ovlivňovaly řízenou veličinu. Slouží pro regulaci teplot, tlaků, tlakových rozdílů, průtoků, případně i hladin. Dodávají se v plné nebo omezené řadě jmenovitých průtoků 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160 a 250 m³/h. Každá armatura je konstruována pro určitou průtočnou charakteristiku, což je závislost poměrového průtoku na poměrném zdvihu či natočení hlavního prvku armatury. Charakteristiky regulačních armatur jsou lineární, rovnoprocentní nebo jinak speciálně konstruované. Regulační armatury sestávají z vlastní armatury, kterou bývají ventily, klapky a kohouty, a z pohonu. Pohony existují v provedení [10]:

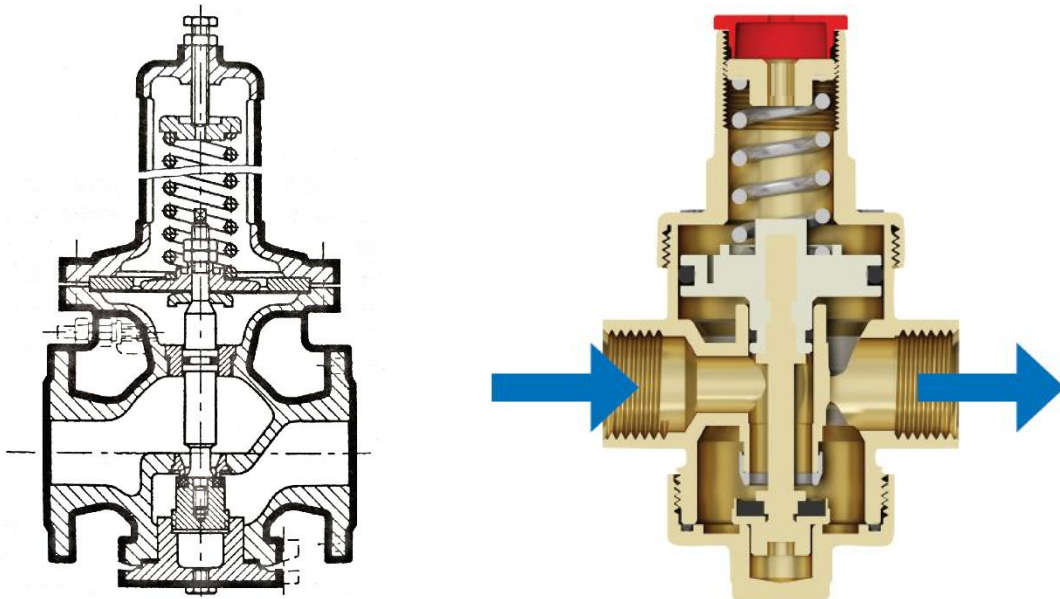
- bez potřeby cizí energie (přímočinné)
- s potřebou cizí energie (elektropohony a pneupohony)

Tab. 4.1 – Přehled regulačních armatur a jejich pohonů [10]

| | | | |
|--------------------------------|----------------|---|---|
| bez cizí energie (přímochinné) | termopohony | termostatický radiátorový ventil s vlastním čidlem |  |
| | | termostatický radiátorový ventil s odloučeným čidlem |  |
| | | termostatický radiátorový ventil s přihříváním čidlem |  |
| | | regulátor teploty vody s vnitřním čidlem |  |
| | | regulátor teploty vody s odloučeným čidlem |  |
| | | regulátor tlakového rozdílu škrtící |  |
| | tlakové pohony | regulátor tlakového rozdílu přepouštěcí |  |
| | | regulátor průtoku |  |
| | | regulátor tlaku |  |
| | | regulátor tlaku - jiný symbol |  |
| | | | |
| s cizí energií | elektropohony | elektromotorický |  |
| | | elektromagnetický |  |
| | pneupohony | |  |

4.2.1. Regulátory výstupního tlaku – redukční ventily

Redukční ventily slouží k regulaci vstupního (kolísavého) tlaku a udržování požadovaného výstupního tlaku vody nebo páry na konstantní hodnotě. Vyrábějí se nejčastěji v provedení membránovém s pružinovým zatížením viz obr. 4.22, pro určité rozsahy vstupního a výstupního přetlaku a pro minimální tlakový spád. Pro kapaliny bývá DN vstupu a výstupu stejný, pro páru bývá výstupní DN větší než vstupní [10].



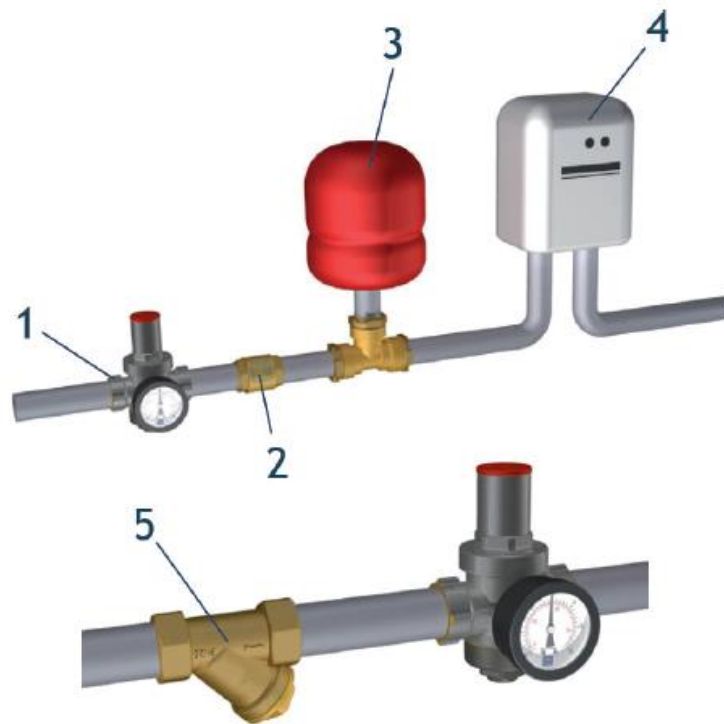
Obr. 4.22 – Řez redukčním ventilem – vlevo [10]

Obr. 4.23 – Pístový redukční ventil – vpravo [P10]

Redukovaný tlak je nastavován a udržován pružinou. Každá pružina odpovídá určitému rozpětí přetlaků. Při seřízení na jiné rozpětí přetlaku je nutná výměna pružiny dle předpisu výrobce. Na horní stranu membrány působí redukovaný tlak a na spodní stranu membrány tlak pružiny. Poklesem redukovaného tlaku se poruší rovnováha, nadzdvihne se s membránou spojená kuželka a tlak začne stoupat až na nastavenou hodnotu. Při stoupaní redukovaného tlaku je postup opačný. Impulsní potrubí zprostředkovává reakci regulátoru na změny tlaku [10].

Napojení impulsního potrubí od výstupního tlaku musí být vyvedeno z místa tlakově uklidněné oblasti. Pro kontrolu výstupního tlaku se osazuje v oblasti napojení impulsního potrubí na výstupní potrubí manometr. Montáž do vodorovného potrubí se provádí tak, aby spodní díl regulátoru byl v poloze svislé a pryžová membrána byla pod osou trubky. Impulsní potrubí z výstupního potrubí musí být vyspádováno do

regulátoru. Vyspádováním se zabrání vzniku vzduchového polštáře. Dimenzování redukčních ventilů pro vodu se provádí podle hodnoty jmenovitého průtoku [10].



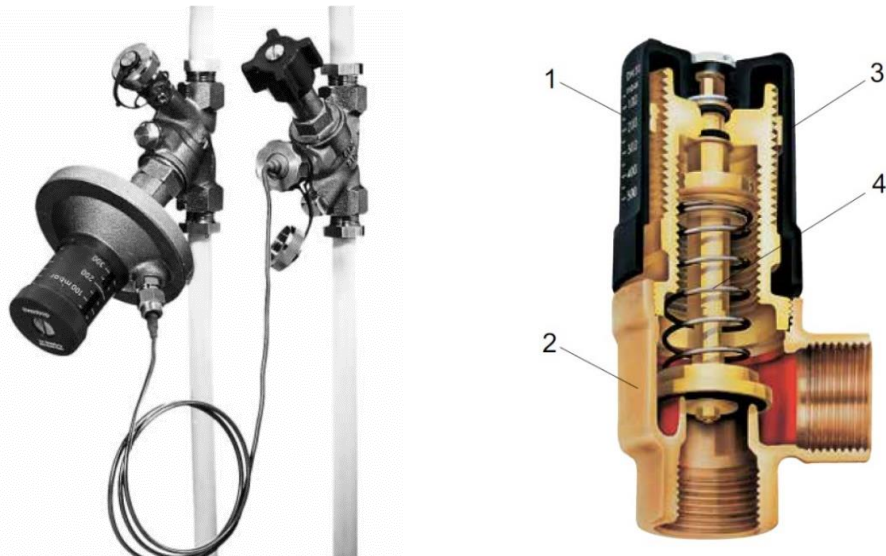
Obr. 4.24 – Doporučené zapojení redukčního ventilu; 1 – redukční ventil; 2 – zpětný ventil; 3 – expanzní nádoba; 4 – kotel; 5 – filtr [P10]

Před redukčním ventilem se doporučuje osadit filtr zachycující z vody všechny nečistoty, které by se jinak mohly usadit mezi sedlo a kuželku redukčního ventilu a tím způsobit nefunkčnost ventilu. Pokud má být redukční ventil osazen před kotle, ohříváče, nebo zásobníky horké vody, výrobci typově doporučují za ventilem instalovat expanzní nádobu, a to i v případě, že již je osazen zpětný ventil [P10].

4.2.2. Regulátory tlakové difference

Regulátory tlakové difference (RTD) se vyrábějí v provedení škrťícím (obr. 4.25) nebo přepouštěcím (obr. 4.26). Regulátory tlakové difference mohou být také jinak označovány, jako regulátory tlakového rozdílu (RTR) [10].

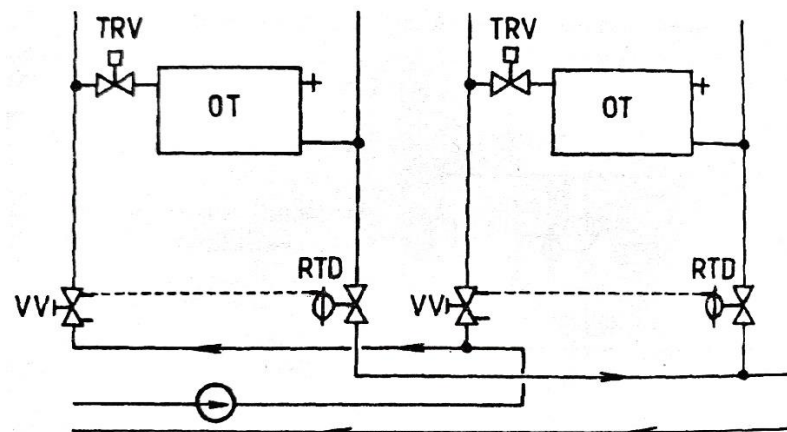
Principiální rozdíl ve stabilizaci tlakové difference přepouštěcími RTD a škrťícími RTD je dán jejich funkcí a hydraulickým zapojením v potrubní síti. Na rozdíl od škrcení je u přepouštění dosahována stabilizace tlakové difference přes stabilizaci průtoku [12].



Obr. 4.25 – Stoupačkový škrticí regulátor tlakové diference – vlevo [10]

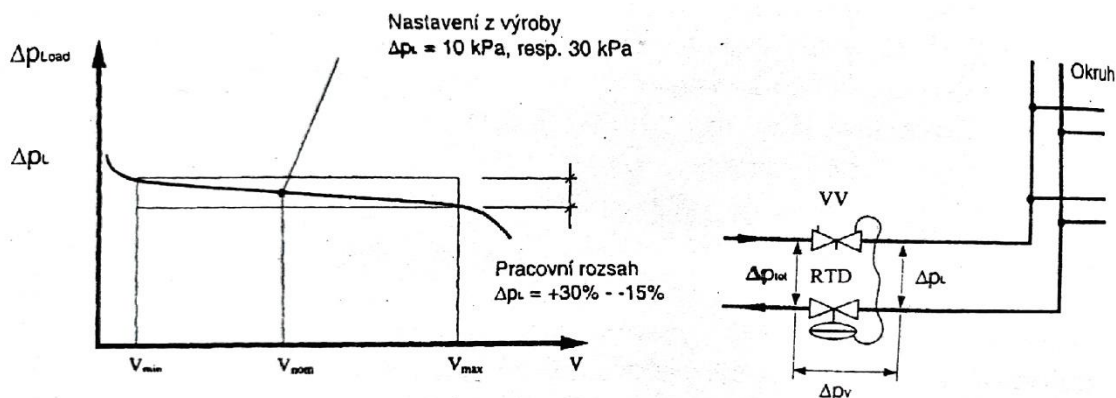
Obr. 4.26 – Přepouštěcí regulátor tlakové diference – vpravo; 1 – stupnice nastavení; 2 – těleso ventilu; 3 – krytka pro ruční nastavení; 4 – nastavovací pružina [P11]

Škrticí regulátory tlakových diferencí udržují tlakový rozdíl mezi přívodem a zpátečkou na konstantní hodnotě, a to škrcením průtoku buď na přívodu nebo na zpátečce. RTD podporují vychlazení zpětné vody a jejich použití ve spolupráci s frekvenčně řízenými čerpadly přináší významné úspory čerpací práce. Proto se u otopných soustav napojených na teplárenské tepelné soustavy používá škrcení, neboť se nezvyšuje teplota zpátečky. Vyšší teplota zpátečky by zhoršovala účinnost společné výroby tepla a elektřiny. V otopných soustavách se umísťují buď na paty stoupaček (z technického hlediska optimální řešení) nebo na patu objektu (ekonomicky levnější řešení) [10] [12].



Obr. 4.27 – Osazení škrticího regulátoru tlakové diference [12]

U stoupaček umožňují RTD vyrovnání tlakové difference svislých rozvodů, při regulační činnosti TRV, podle požadavků projektanta nezávisle na tlakových a průtokových změnách v otopné soustavě. RTD tak drží na stoupačce konstantní rozdíl tlaků viz obr. 4.27 [12].

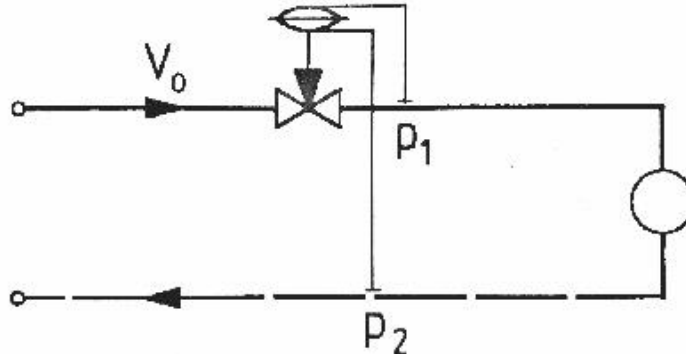


Obr. 4.28 – Obecná typická charakteristika RTD – vlevo;
příklad zapojení RTD – vpravo [12]

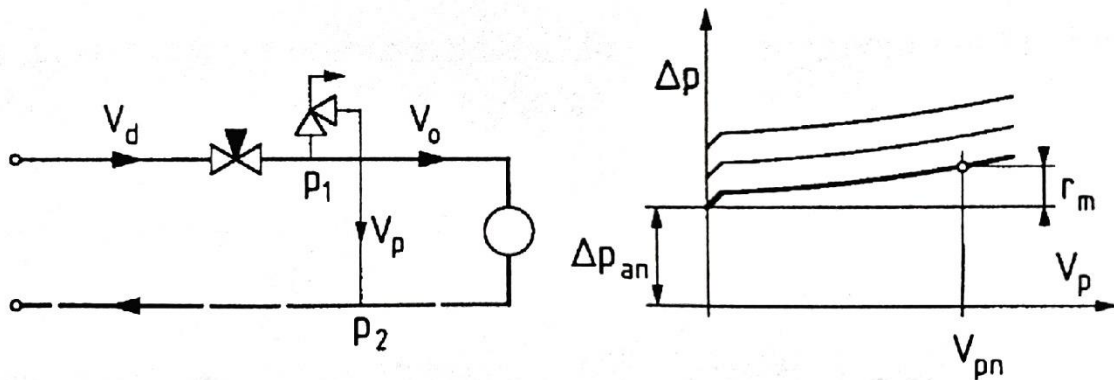
Rozlišujeme dva způsoby návrhu RTD a to, zdali je, nebo není definovaná tlaková difference při nulovém průtoku armaturou. Nejprve se podívejme na obecnou typickou charakteristiku RTD (obr. 4.28 vlevo) a příklad zapojení této armatury s popisem příslušných tlaků viz obr. 4.28 vpravo. Z charakteristiky je možné vidět, že při klesajícím průtoku RTD bude nastavená tlaková difference stoupat a naopak. Vzhledem ke snižujícímu se průtoku by RTD neměl být nikdy předimenzován, neboť pak pracuje v oblasti, kde je jeho výstupní tlak příliš vysoký a nestabilní. Vzhledem k charakteristice nemohou regulátory pracovat ani s průtoky blízcími se k nule, neboť ztrácejí svou regulační funkci a tlaková difference na armatuře roste. Prakticky od hodnoty dispozičního rozdílu tlaků v daném místě. RTD by se měl navrhnout tak, aby ventil pracoval v oblasti průtoků V_{max} a V_N , resp. V_{nom} , kde V_N je jmenovitý průtok spočtený pro jmenovité podmínky soustavy. Tento návrh je určen pro RTD, které nemají definován tlak, resp. tlakovou diferencí při nulovém průtoku. Potřebná hodnota tlakové difference pro návrh RTD se rovná součtu všech tlakových ztrát [12].

Pro armatury s definovanou tlakovou diferencí při nulovém průtoku si spočítáme k_v hodnotu a vybereme z výrobní řady RTD takový průměr armatury, jejíž k_{vs} hodnota (s bezpečnostním přídatkem proti předimenzování) je ve vypočteném rozmezí [12].

Při osazení RTD se nesmí zaměnit napojení impulsních potrubí viz obr. 4.29. Otopné soustavy se škrťacími RTD mají vyšší pořizovací náklady. Získáváme však řádné vychlazení zpátečky a proměnný průtok soustavou [10] [12].



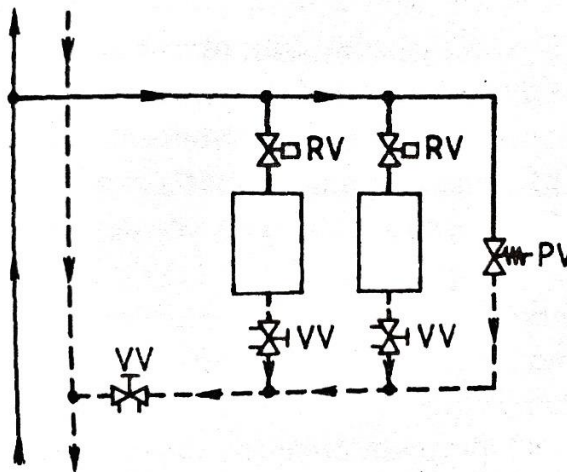
Obr. 4.29 – Osazení škrťacího regulátoru tlakové diference [10]



Obr. 4.30 – Osazení přepouštěcího regulátoru tlakové diference [10]

Přepouštěcí regulátory tlakových diferencí (RTD), označovány jako přepouštěcí ventily (PV), udržují tlakový rozdíl mezi přívodem a zpátečkou na konstantní hodnotě, a to přepouštěním průtoku z přívodu do zpátečky přes přepouštěcí spojku. Při přepouštění se teplota zpátečky zvyšuje. Využití přepouštění je naprosto nevhodné u zdrojů tepla vyžadující nízkou teplotu zpátečky, jako jsou např. kondenzační kotle, tepelná čerpadla, napojení na CZT (teplárna, sídlištní kotelná atd.). Proto se přepouštění používá u malých otopných soustav s plynovými kotelny, kde nejen, že chrání otopnou soustavu před neúměrným narůstáním tlakové diference, ale rovněž kotel před podkročením minimálního dovoleného průtoku kotlem a v mnoha případech i proti nízkoteplotní korozi kotle [10] [12].

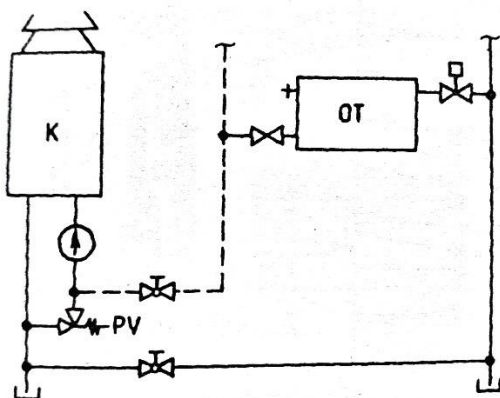
Dimenzování přepouštěcího RTD se provádí na plný přepouštěcí průtok, který musí být roven výpočtovému průtoku do otopné soustavy nebo do stoupačky. Maximální regulační odchylka se snadno stanoví z diagramu RTD viz obr. 4.30. Při uvedeném přepouštění se část otopné soustavy před RTD chová jako soustava se stálým průtokem. Osazení RTD se musí provést až za seřizovací armaturou, co nejbližší k první stoupačce. Při přepouštění dochází ke stabilizaci průtoku v části soustavy mezi zdrojem tepla a RTD [10] [12].



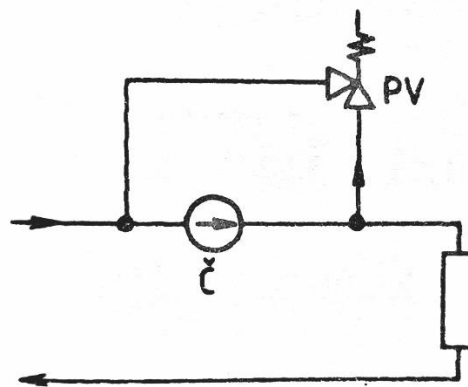
Obr. 4.31 – Přepouštěcí ventil PV (přepouštěcí RTD) instalovaný k ochraně jedné větve v soustavě [12]

Příklad začlenění přepouštěcího RTD do otopné soustavy vidíme na obr. 4.31. Přepouštěcí RTD neboli PV by měl být umístěn na konci větve, abychom zajistili při všech provozních stavech dostatečnou teplotu přiváděné teplotnosné látky před regulačním ventilem (RV) odběrného zařízení. K nastavení jmenovitých průtoků soustavou, resp. k hydraulickému vyvážení potrubní sítě nám slouží vyvažovací ventil (VV) [10] [12].

Přepouštěcích RTD je možno využít pro stabilizaci dopravní výšky čerpadla. RTD je pak umístěn v obtoku čerpadla viz obr. 4.33. Toto řešení nutí čerpadlo pracovat se stále stejným průtokem, a tak úspory čerpací práce jsou prakticky nulové. Za hlavní výhodu lze považovat, že toto řešení nepodporuje zvyšování teploty zpětné vody [10] [12].



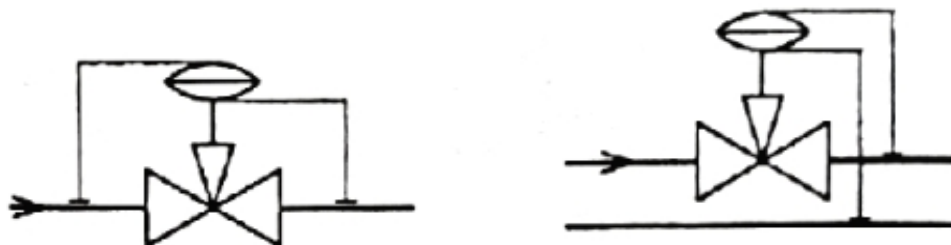
Obr. 4.32 – Přepouštěcí ventil PV u nástěnného plynového kotle – vlevo [12]



Obr. 4.33 – Přepouštění obtokem čerpadla – vpravo [12]

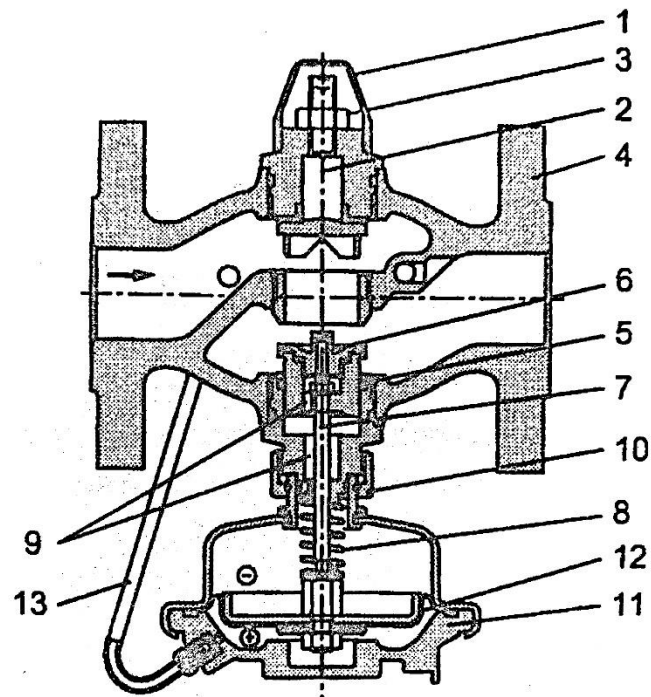
4.2.3. Regulátory objemového průtoku

Regulátory objemového průtoku (ROP) jsou škrtící regulátory tlakového rozdílu, pouze s jinak zapojenými impulzními potrubími.



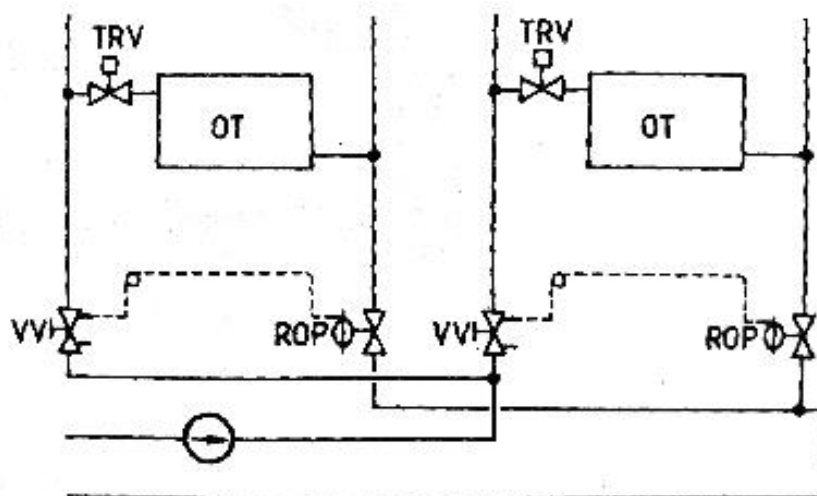
Obr. 4.34 – Srovnání zapojení regulátoru průtoku – vlevo
a škrtícího regulátoru tlakového rozdílu – vpravo [10]

Regulátor objemového průtoku zajišťuje, aby nebyl překročen požadovaný průtok nezávisle na poklesu tlaku. U ROP se pracovní tlak přivádí k regulační membráně jako skutečná hodnota odpovídající průtoku. Často se využívá regulátorů, které reagují jak na tlakovou diferenci, tak objemový průtok. Tyto regulátory snímají obě regulované veličiny a na jedné regulační membráně se projevuje rozdíl tlaků a na druhé membráně pracovní tlak, tj. nepřímo průtok [12].



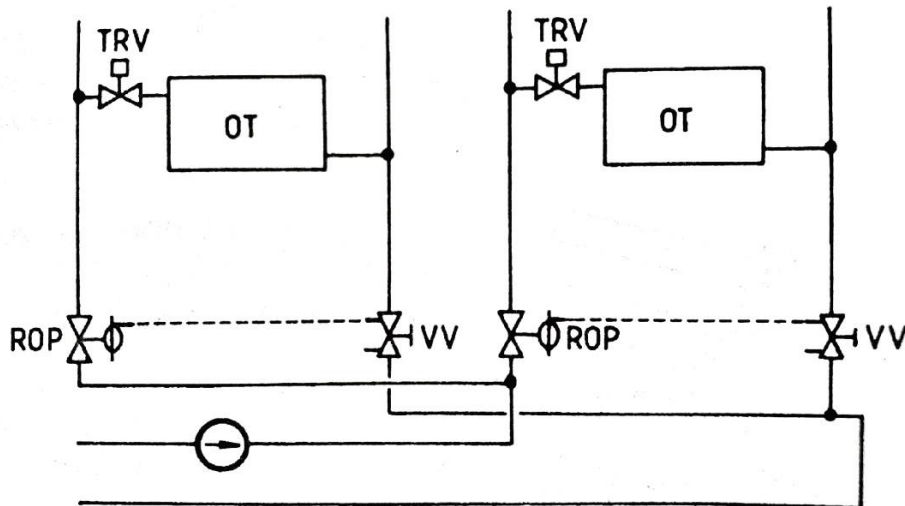
Obr. 4.35 – Automatický regulátor objemového průtoku; 1 – kryt; 2 – omezovač průtoku; 3 – matice; 4 – ventil; 5 – sedlo; 6 – kuželka ventilu s vyrovnáváním tlaku; 7 – vřeteno ventilu; 8 – pružina omezovače tlakové difference; 9 – regulační vrtání; 10 – spojovací matice; 11 – pohon; 12 – regulační membrána; 13 – impulsní trubka [12]

ROP obsahuje vnitřní měřicí clonu, kde tlakový rozdíl na cloně je úměrný průtoku otopné vody. Tyto regulátory lze umístit do vratného i přívodního potrubí. Regulační membránu lze ovládat i tlakem odebíraným z vratného potrubí. ROP je výhodné použít u soustav, kde na TRV není možné využít přednastavení [12].



Obr. 4.36 – Regulace průtoku svislých rozvodů s využitím ROP [12]

ROP umožňuje udržovat maximální průtok svislým rozvodem (stoupačkou) nezávisle na tlakových poměrech v potrubní síti viz obr. 4.36. Průtok je pak mezi jednotlivými svislými větvemi rozdělen rovnoměrně podle projektovaného požadavku [12].



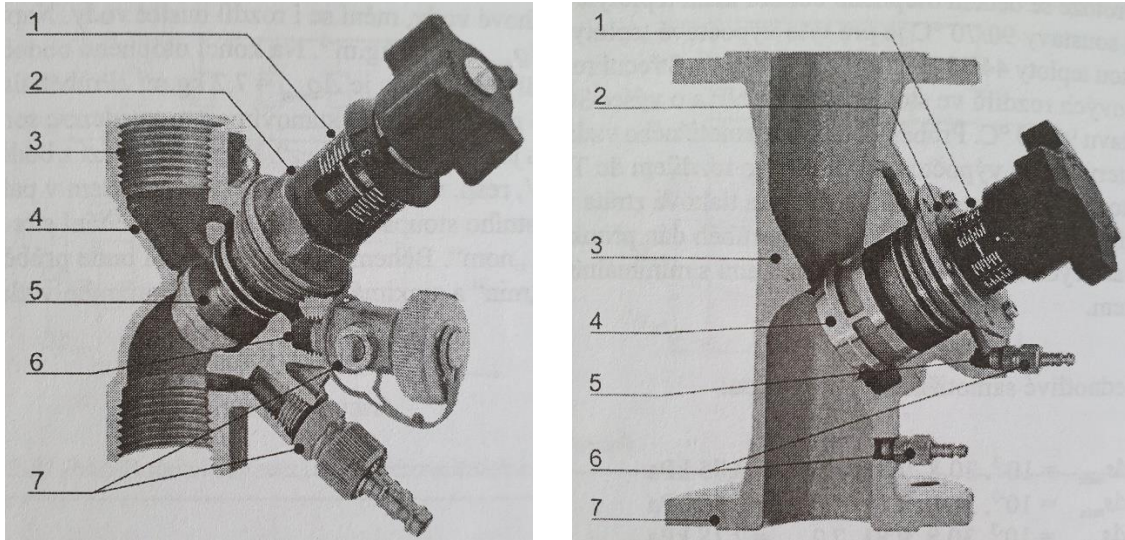
Obr. 4.37 – ROP v zapojení jako RTD s omezením průtoku [12]

Speciální RTD lze zapojit jako regulátor tlakové diference s automatickým omezením průtoku viz obr. 4.37. Aplikace je vhodná především pro soustavy bez předregulace na TRV. Při nočním útlumovém provozu TRV plně otevírají a nastal by tak nekontrolovatelný průtok v jednotlivých vertikálních větvích. ROP zamezí hydraulickým zkratům a udržuje maximální dovolené průtoky v jednotlivých vertikálních větvích. V opačném případě za slunného dne většina TRV zavírá a zvětšuje se tlaková diference. V tomto případě ROP v zapojení podle obr. 4.37 zajistí i nepřekročení maximální tlakové diference ve svislých rozvodech a tím i na TRV [12].

4.3. Seřizovací armatury

Seřizovací armatury jsou vícefunkční armatury, převážně ventilové konstrukce, označované jako vyvažovací ventily (VV). Slouží k vytvoření stálého hydraulického odporu v určitém potrubním úseku otopných rozvodů. Zajišťují tak požadované rozdělení průtoku do jednotlivých potrubních úseků soustavy. Jsou vybaveny nastavovacím a ukazovacím zařízením, které lze kdykoliv kontrolovat. Dále mají zajišťovací mechanismus a hrdla pro odběr tlakového rozdílu. Ta jsou určena pro

nepřímé měření průtoku při určitém nastavení. Při nepřímém měření průtoku se na armatuře měří většinou elektromechanickým měřičem tlakový rozdíl, ze kterého se pomocí hydraulické charakteristiky stanoví průtok [10].

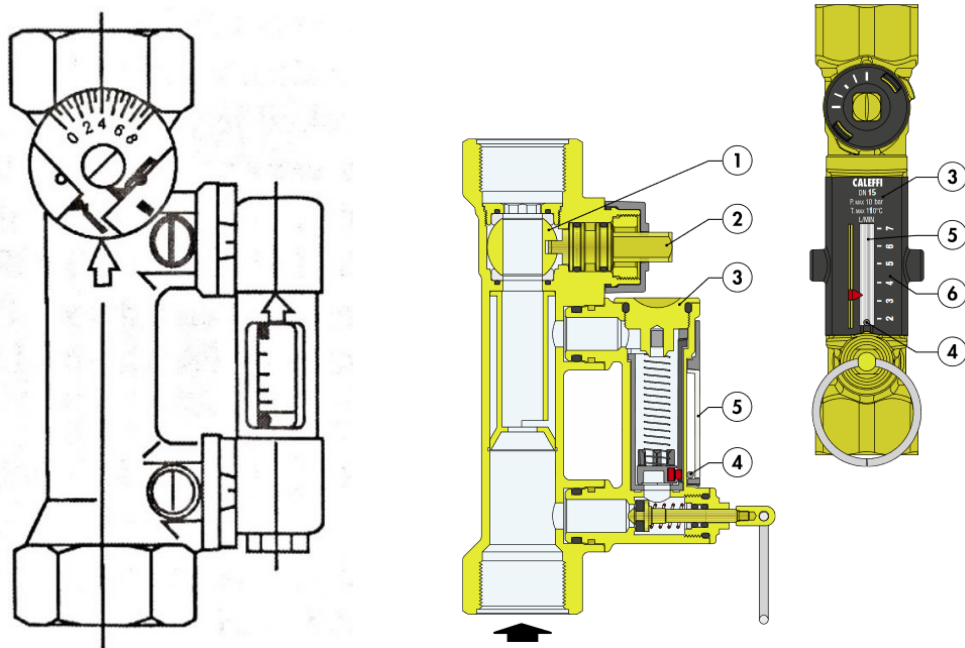


Obr. 4.38 – Seřizovací armatura závitová – vlevo; 1 – přímo odečitatelné nastavení; 2 – dvojitě O-kroužkové těsnění; 3 – závitové hrdlo; 4 – těleso ventilu; 5 – vřeteno a kuželka; 6 – konstrukce měření; 7 – měřicí ventily s O-kroužkovým těsněním [10]
 Obr. 4.39 – Seřizovací armatura přírubová – vpravo; 1 – přímo odečitatelné nastavení; 2 – dvojitě O-kroužkové těsnění; 3 – těleso ventilu; 4 – vřeteno a kuželka; 5 – konstrukce měření; 6 – měřicí ventily s O-kroužkovým těsněním; 7 – příruby [10]

Hydraulická charakteristika, která je ke každé seřizovací armatuře doložena, je závislost tlakové ztráty na průtoku pro určitá nastavení. Nastavením se rozumí uvedení seřizovacího prvku do předepsané polohy s následnou aretací. Řada armatur umožňuje i zavírání a ještě vypouštění. Mohou být montovány v přívodním i ve zpětném potrubí téměř ve všech polohách. Dodávají se v menších dimenzích v závitovém provedení (obr. 4.38), které je určeno pro stoupačky, a ve větších dimenzích v přírubovém provedení (obr. 4.39), které je určeno pro větve nebo přípojná místa [10].

Zvláštní konstrukcí se vyznačuje seřizovací vícefunkční kohout, kombinovaný s plovákovým průtokoměrem. Plovákový měřicí válec může být napojen paralelně (by-pass) k průtočnému tělesu přes další dva kulové kohouty viz obr. 4.40, nebo jen pomocí pojistky viz obr. 4.41. Pojistka či kohouty se otevírají jen při měření. Umožňují také údržbu (čištění) průtokoměru za provozu nebo jeho výměnu. U této armatury se nastavuje kohout do určité polohy podle požadovaného průtoku měřeného přímo

průtokoměrem. Pro seřizování, nejsou potřebné měřiče tlakového rozdílu ani charakteristiky armatur [10].



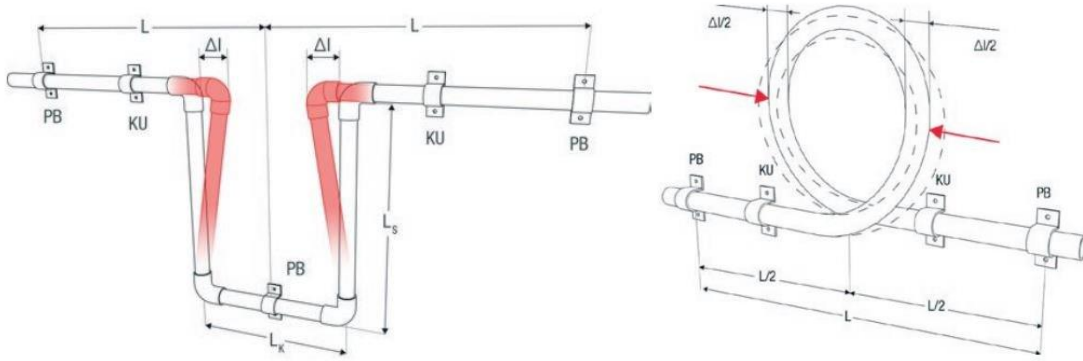
Obr. 4.40 – Seřizovací armatura s průtokoměrem a kulovými kohouty – vlevo [10]

Obr. 4.41 – Seřizovací armatura s průtokoměrem a by-passem s pojistkou – vpravo;
1 – koule; 2 – vřeteno; 3 – průtokoměr; 4 – kovová kulička; 5 – průhledná krytka;
6 – měřící stupnice [P12]

4.4. Armatury pro kompenzaci dilatace

Jedná se o kompenzátory pro vyrovnávání dilatací potrubí, vlivem teplotních změn teplotnosné látky. Volba těchto armatur je závislá na materiálu potrubí.

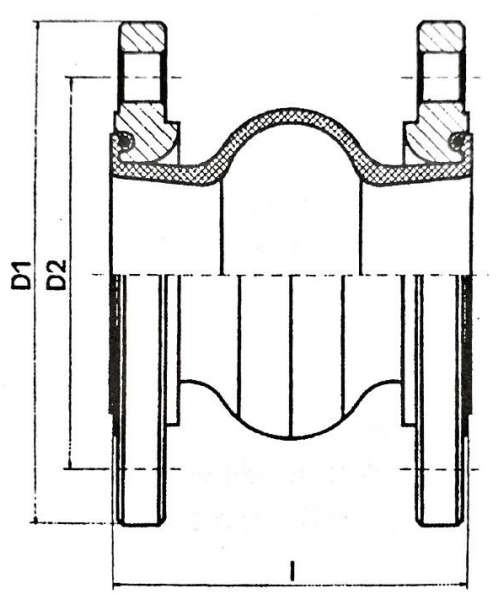
U plastových potrubí se používají kompenzační úseky řešené pružnými rameny umístěnými ve změně směru potrubí podle doporučení výrobce potrubí. Je možné použít také prostorové kompenzační tvarovky v provedeních tvaru Ω ; Z; U; S, dle výrobce. Jejich výhodou je, že je možné instalovat je do později nepřístupných míst a že nevyžadují žádnou údržbu. Naopak nevýhodou je, že zabírají nezanedbatelný prostor, mimo osu potrubí. U menších jmenovitých průměrů trubek DN se vyrábějí často ohýbáním za tepla z jednoho kusu trubky. U větších průměrů to však už není často proveditelné, v těchto případech lze kompenzátor zhotovit např. svařením 4 oblouků a 3 přímých kusů trubky [10].



Obr. 4.42 – Plastový U kompenzátor – vlevo [P15]

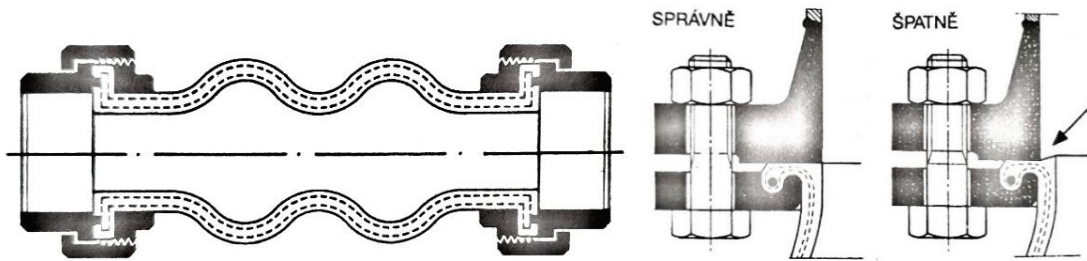
Obr. 4.43 – Plastová kompenzační smyčka – vpravo [P15]

U dlouhých úseků ocelových potrubí se používají osově kompenzátory různých konstrukcí, jejichž montáž se provádí buď závitovým, nebo přírubovým spojem. Umístění osového kompenzátoru je vázáno na umístění pevného bodu v potrubí [10].



Obr. 4.44 – Pryžový kompenzátor přírubový [10]

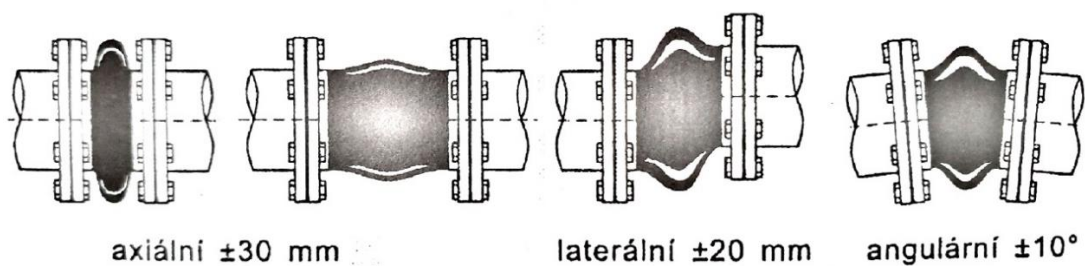
Nejrozšířenějšími jsou pryžové kompenzátory, zaujímají minimální prostor a vykazují nízké tlakové i tepelné ztráty. Navíc umožňují vyrovnávat montážní nepřesnosti. Důležitou vlastností je tlumení vibrační hluku v potrubí. Jedná se o tlumení nebezpečných vibračních a zvukových rezonancí, které vznikají v potrubí vlivem průtoku a činností oběhových čerpadel, případně některých armatur. Také přerušují elektrickou vodivost potrubí [10].



Obr. 4.45 – Pryžový kompenzátor se šroubením – vlevo [10]

Obr. 4.46 – Rozdílné vnitřní průměry přírub – vpravo [10]

Konstrukce pryžových kompenzátorů se skládá z pryžové manžety a z páru přírub (obr. 4.44) nebo šroubení (obr. 4.45). Manžeta má tvarované patky s výztuhou, které zamezují vysmeknutí pryžového prvku z přírub při cyklickém namáhání. I když mluvíme obecně o pryžových kompenzátorech, manžety mohou být např. i z neoprénu, nylonu, EDPM či vitolu. Materiál manžety musí pro dané látky proudící potrubím splňovat požadavky na odolnost. Vnitřní průměr přírub by měl být shodný s vnitřním průměrem kompenzátoru viz obr. 4.46 [10].



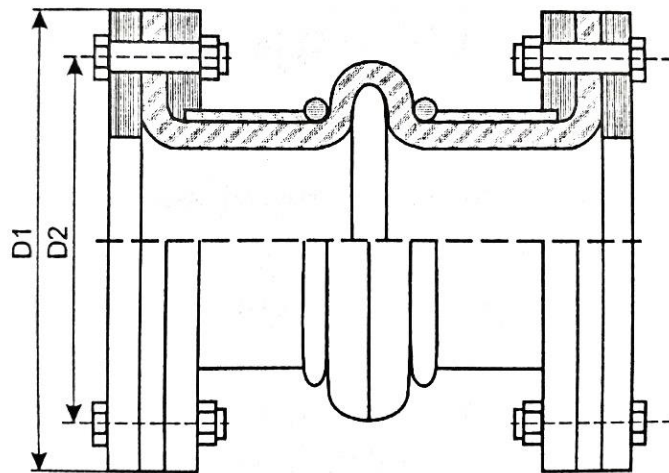
Obr. 4.47 – Druhy deformací pryžového kompenzátoru [10]

Pryžové kompenzátory umožňují jednak posuvy potrubí, které se projeví stlačením nebo prodloužením kompenzátoru, jednak rovnoběžné a mimoběžné posuvy os potrubí. Posuvy se také nazývají axiální, laterální a angulární viz obr. 4.47. Maximální povolené hodnoty deformací nesmí působit současně. Kompenzátory nesmí být namáhány krutem. Dodávají se v rozsazích DN a PN podle tab. 4.2 [10].

Tab. 4.2 – Základní vlastnosti pryžových kompenzátorů [P10]

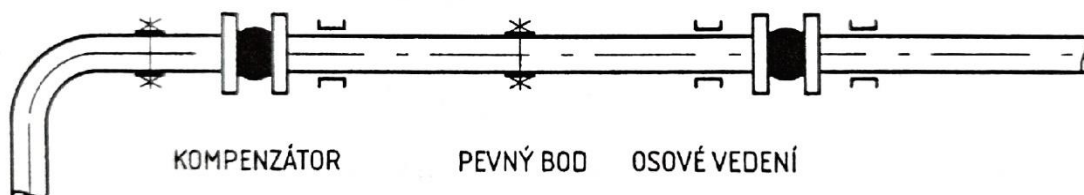
| DN [-] | PN [-] | dovol. teplota [°C] | dovol. deformace | | | |
|-----------|-----------|------------------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|
| | | | stlačení [mm] | prodloužení [mm] | rovnoběžná [mm] | mimoběžná [úhl. stupeň] |
| 25 - 500 | až 16 | až 110 | až 30 | až 30 | až 22 | až 15 |

Na objednávku dodají někteří výrobci kompenzátory do světlosti DN 2 400, nebo pro dovolenou teplotu až 200 °C. U některých kompenzátorů malých DN je dovolené mimoběžné vychýlení až 45°. Při návrhu pryžových kompenzátorů se musí respektovat doporučení výrobce na omezení tlaku při současném působení vyšší teploty [10].



Obr. 4.48 – Kompenzátor s vnějším výztužným prstencem [10]

Kompenzátory pro velké tlaky a průměry jsou vybaveny vnějším výztužným prstencem viz obr. 4.48. Manžety mohou mít také teflonovou výstelku. Někdy se osazují dva omezovací šrouby mezi přírubami kompenzátoru, které omezují prodloužení nad povolenou mez. Protipožární krytky chrání kompenzátory před sálavým teplem i před otevřeným ohněm po dobu 0,5 h při teplotě 800 °C [10].



Obr. 4.49 – Uložení potrubního úseku [10]

Upevňovací šrouby se nasazují směrem od kompenzátoru a utahují se křížem. Kompenzátory nesmí přenášet žádné síly, tzn., že nesmí sloužit jako nosný prvek v potrubí. Doporučený způsob uložení potrubního úseku s umístěním pevných bodů a osových vedení je na obr. 4.49 [10].

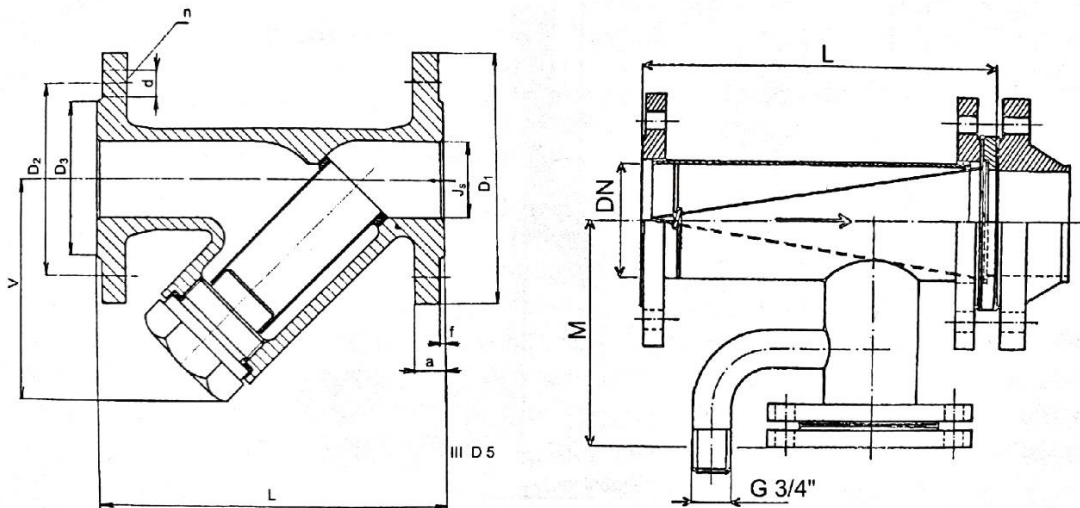
4.5. Filtry

Přes snahu o čistotu oběhové vody tepelných soustav se nelze vyhnout tomu, že tato voda obsahuje určitý podíl mechanických nečistot. Veškeré mechanické nečistoty mají vyšší hustotu než voda, což vede k přirozené sedimentaci ve vlastní soustavě. Pochopitelně s poklesem rychlosti sedimentační schopnost stoupá, takže místa s minimální rychlostí jsou těmito sedimenty zatěžována více, než např. potrubní rozvody. Jedná se zejména o zdroje tepla, akumulární nádrže, otopná tělesa, případně i rozdělovače větších rozměrů. Z provozně-bezpečnostních důvodů je vhodné ochránit i „choulostivé“ prvky soustavy jako měřiče, regulační armatury nebo jiné instalované prvky zařazením filtrů s odpovídající jemností sít [10].

Podmínkou provozní spolehlivosti soustavy pak je periodické čištění a kontrola instalovaných filtrů. Žádný z nich nemůže být zcela bezobslužný a nelze předpokládat, že jeho instalaci bez údržby, je zajištěn trvalý bezporuchový provoz. Naopak zanesený filtr v soustavě může být zdrojem poruch, které mohou být např. mylně připisovány selhání výkonových či regulačních prvků. Větší četnost čištění filtrů se musí provádět v období uvádění soustavy do provozu [10].

Odstraňování mechanických nečistot v otopných soustavách provádíme převážně filtrací pomocí síťových filtrů různých konstrukcí. Jednotliví výrobci mají různá konstrukční řešení, ale v principu jde o zařazení síta s určitou velikostí ok do proudu oběhové vody tak, aby veškerá oběhová voda tímto sítem protekla. Zachycené nečistoty se soustředí v určeném prostoru a je nutno je periodicky odstraňovat [10].

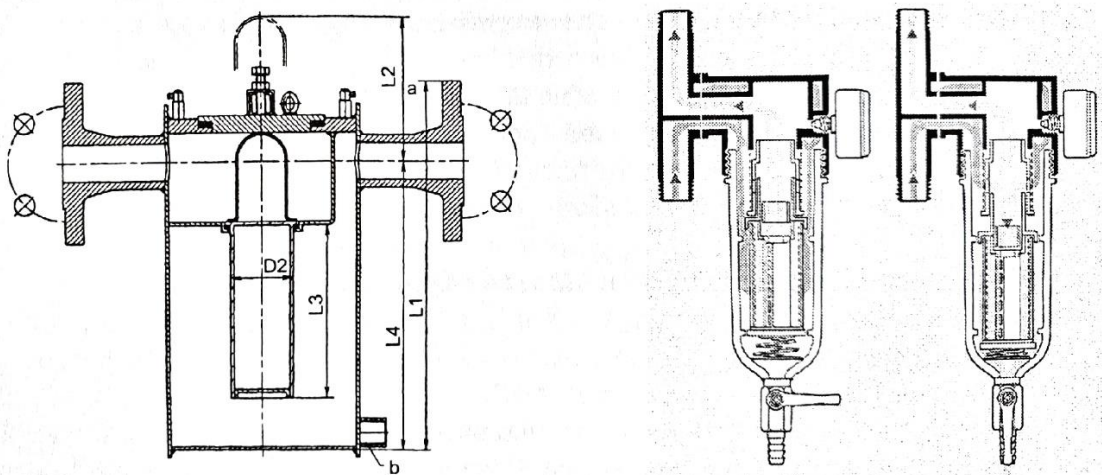
Nejjednodušší a nejrozšířenější jsou jednoduché filtry s přírubovým nebo závitovým připojením viz obr. 4.50. Jsou vyráběny o průměrech DN 15 až 100. Nevýhodou je nutnost vypustit určitý úsek pro odkalení či výměnu síta. Filtry větších dimenzí DN 80 až 200 umožňují odkalení za provozu viz obr. 4.51. Čištění síta se provádí při uzavřené vstupní armatuře a po otevření odkalovací armatury protitlakem z výstupní strany zpětným proudem. Síto a prostor se tak vyčistí a kaly se vypustí [10].



Obr. 4.50 – Filtr – vlevo [10]

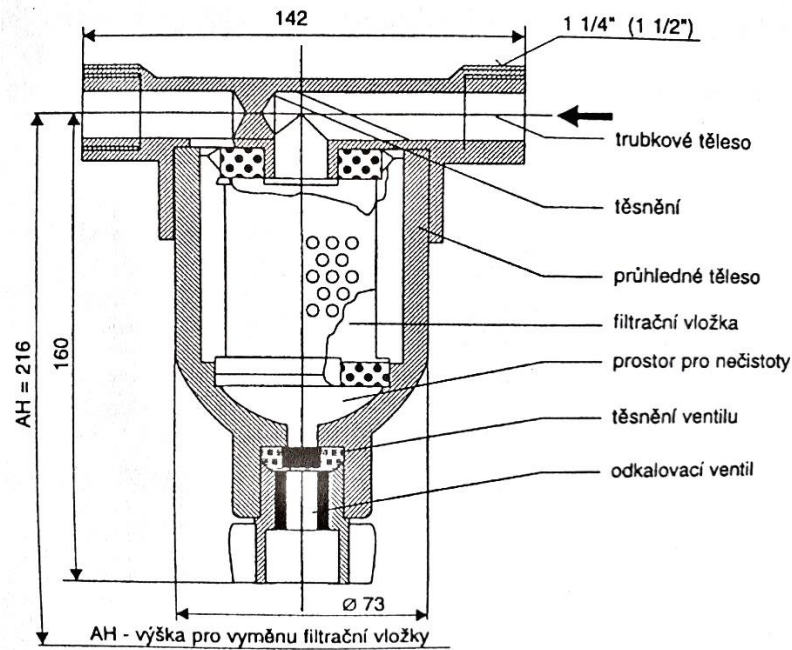
Obr. 4.51 – Filtr s odkalením – vpravo [10]

Pro vysoká průtočná množství a největší dimenze potrubí do DN 600 jsou vyráběny filtry válcového tvaru s filtračním košem, přístupným po otevření víka nádoby. Zde je zpravidla nutná kontrola zanesení pomocí tlakového rozdílu a následné čištění po odstavení z provozu viz obr. 4.52. Malé dimenze filtrů, často zabudované přímo do potrubí, řada výrobců konstruuje tak, aby je bylo možné čistit za provozu. Jednotlivé typy a způsoby jsou často patentovány, takže škála různých typů filtrů je velmi široká. Jde především o dimenze do DN 50 viz obr. 4.53 a obr. 4.54 [10].



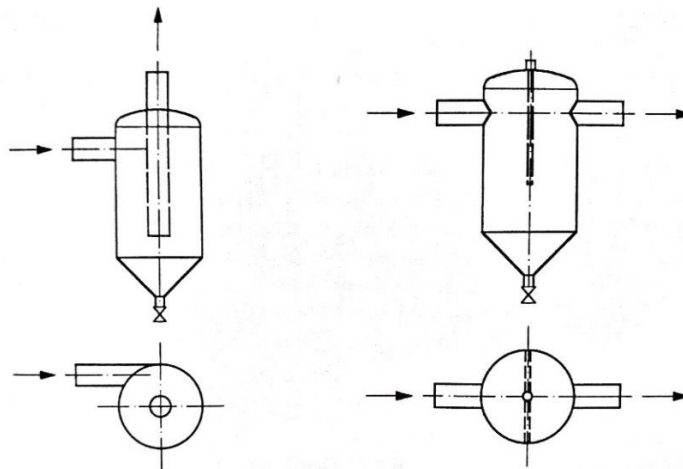
Obr. 4.52 – Filtr velkoplošný – vlevo [10]

Obr. 4.53 – Filtr samočistící – vpravo [10]



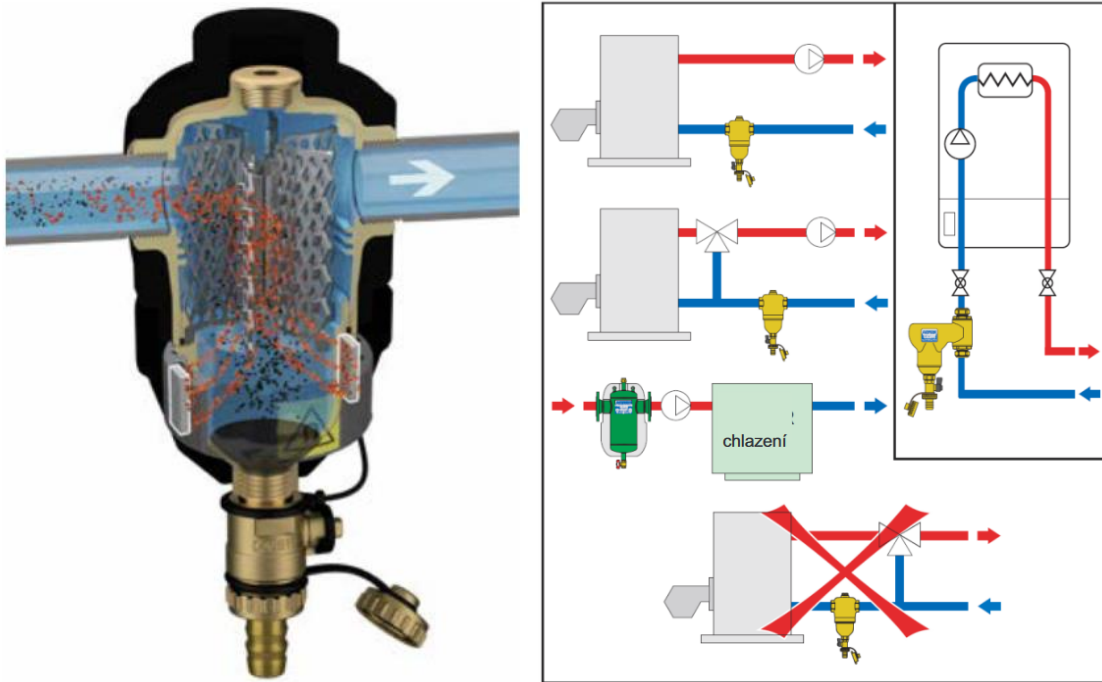
Obr. 4.54 – Filtr průhledný [10]

Zvláštním případem odstraňování mechanických nečistot je cyklonový odlučovač. Pracuje bez jakéhokoliv síta. Využívá síly při rotačním proudění vody v tělese odlučovače. Částičky s vyšší hustotou, než je hustota vody se vlivem odstředivé síly vyloučí na obvodu tělesa a shromažďují se ve spodní části, odkud se jako kal vypouštějí viz obr. 4.55. Předchůdcem těchto odlučovačů byly tzv. kalníky viz obr. 4.56, prosté válcové nádoby, zařazené do potrubí s bočním vstupem a výstupem. Docházelo zde k sedimentaci nečistot vlivem snížení rychlosti, případně i změně proudění [10].



Obr. 4.55 – Odstředivý odlučovač – vlevo [10]

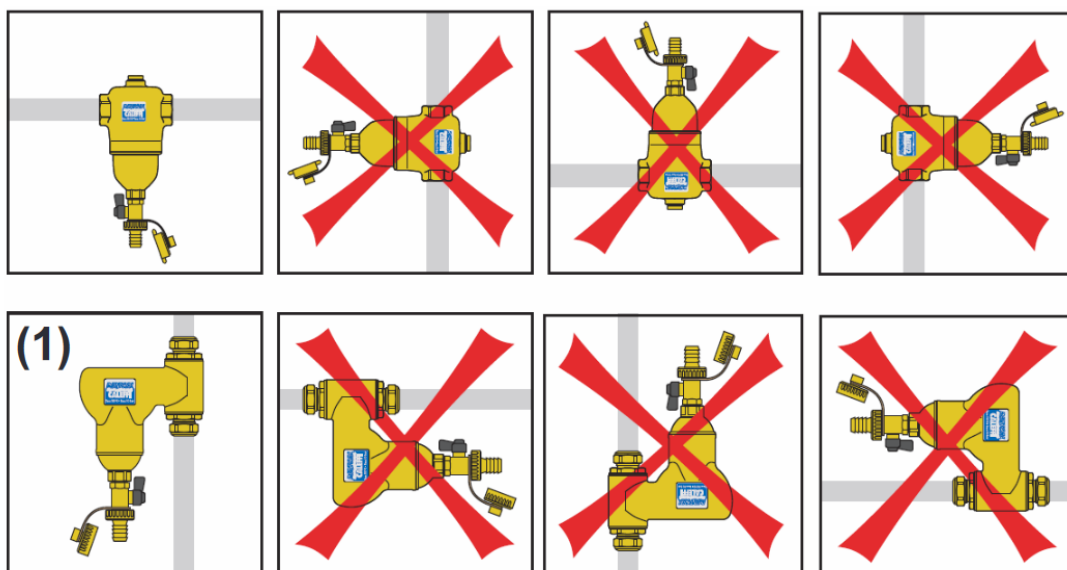
Obr. 4.56 – Kalník – vpravo [10]



Obr. 4.57 – Odstředivý odlučovač s magnetem a vypouštěním – vlevo [P16]

Obr. 4.58 – Doporučené osazení odlučovače – vpravo [P16]

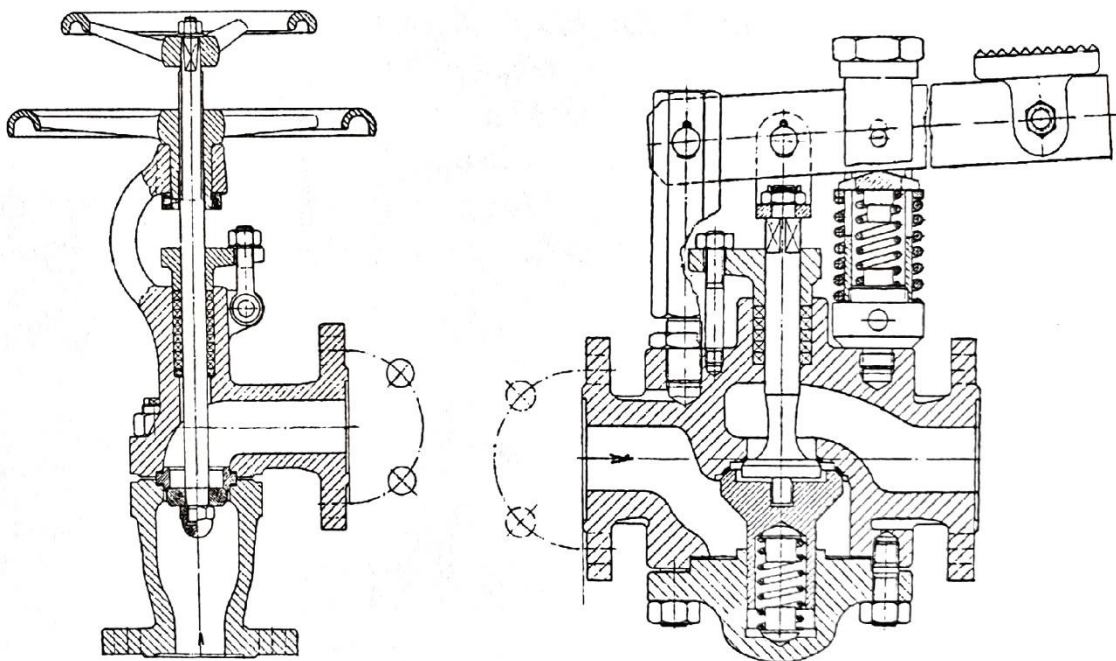
Odlučovače se nejčastěji osazují do otopných soustav především kvůli ochraně zdrojů tepla. Doporučuje se jej osadit na zpětný okruh, před vstup ke zdroji tepla, aby zachycoval nečistoty těsně před zdrojem tepla. Odlučovač se doporučuje instalovat vždy ve svislé poloze. Podle volby umístění odlučovače na vodorovné, či svislé potrubí bychom tomu měli přizpůsobit i jeho příslušnou specifickou verzi viz obr. 4.59 [P16].



Obr. 4.59 – Odstředivý odlučovač [P16]

4.6. Odkalovače

Odvod zachycených nečistot ze zařízení otopných soustav je problematický tím, že tyto nečistoty přímo ohrožují těsnost dosedacích ploch klasických uzavíracích armatur. Z důvodu provozní spolehlivosti se v řadě případů používají zdvojené uzavírací armatury, které do určité míry zajišťují těsnost i při částečném narušení dosedacích ploch. Z těchto důvodů byly zejména pro kotle vyvinuty speciální odkalovací armatury. V principu jde o uzavírací ventily s nuceně otočnou kuželkou, která umožní rozdrčení a odplavení případné netěsnosti, kdy je pak možné uzavírací kuželku uzavřít těsně. Typické pro tyto armatury jsou dvě ovládací kola viz obr. 4.60 [10].



Obr. 4.60 – Ventil odkalovací – vlevo [10]

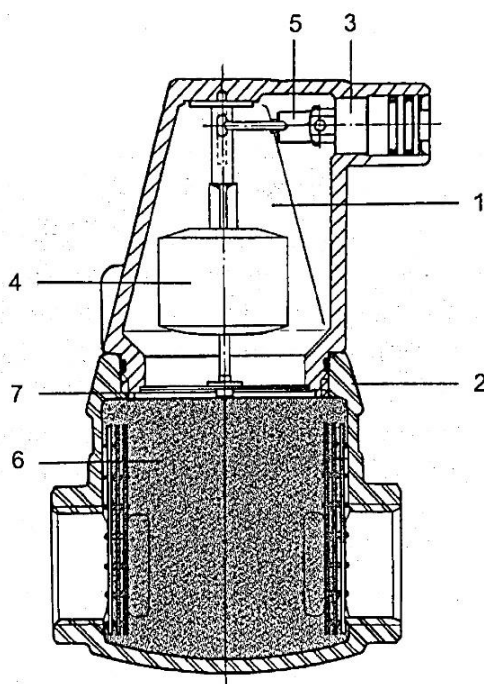
Obr. 4.61 – Ventil odkalovací nožní – vpravo [10]

Pro mobilní kotle byl vyvinut tzv. „šlapací“ odkalovací ventil s nožní pákou viz obr. 4.61. Od předešlých se liší tím, že pro dosažení těsnosti má dvě těsnící kuželky, z nichž jedna je ovládána přímo nožní pákou, druhá pak touto kuželkou proti pružině a tlaku kapaliny. Při uzavírání a případné netěsnosti dojde k „drčení“ nečistot opakovaným stlačením a uvolněním. Těsnost je zajištěna dvěma nezávisle těsnícími kuželkami [10].

Pro odkalování ostatních zařízení, kde je odváděn převážně usazený kal, je možno použít klasických uzavíracích armatur. U všech odkalovacích armatur je vhodné provést odpadní potrubí tak, aby byla možná vizuální kontrola těsnosti uzavřené armatury. Předejde se tak zbytečným ztrátám vody ze systému [10].

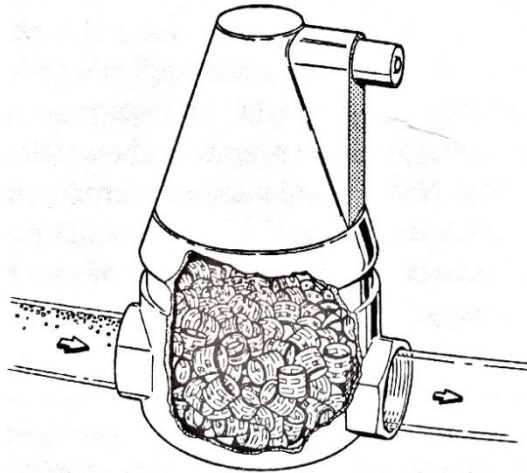
4.7. Odvaděče vzduchu

Jak bylo již naznačeno v kapitole 3.1 Odvzdušňovací ventily otopných těles, vlastním odvaděčem vzduchu je odvzdušňovací ventil. Za úplný odvaděč vzduchu se považuje armatura složená jak z odlučovače a jímače vzduchu, tak z odvzdušňovacího ventilu. Odvzdušňovači tedy nazýváme odvzdušňovací ventily a úplné odvaděče vzduchu pouze odvaděči vzduchu, kterým bude věnována tato kapitola [10].



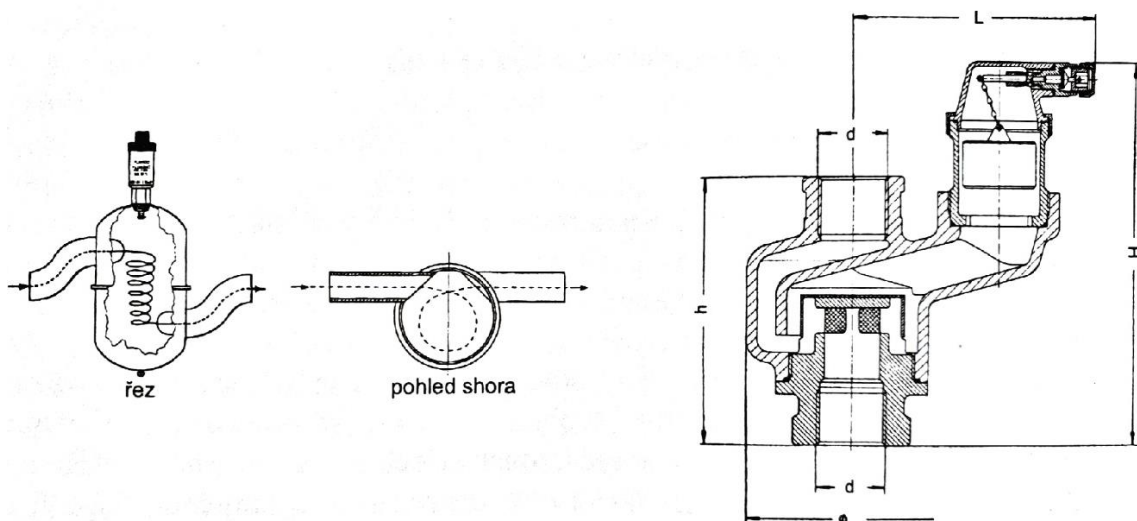
*Obr. 4.62 – Odvaděč vzduchu s výplní; 1 – jímač vzduchu; 2 – těleso odvaděče;
3 – odvzdušňovač; 4 – plovák; 5 – převodový mechanismus;
6 – kroužková náplň; 7 – ochranný kotouč [10]*

Odvaděče vzduchu mají větší objem potřebný pro odlučování a jímání vzduchu. Jsou konstruovány tak, aby v prostoru odvaděče vzduchu docházelo současně ke snížení rychlosti proudění a ke změně směru proudění. Dodávají se v provedení s výplní viz obr. 4.62 nebo bez výplně [10].



Obr. 4.63 – Výplň pro odvaděče vzduchu [10]

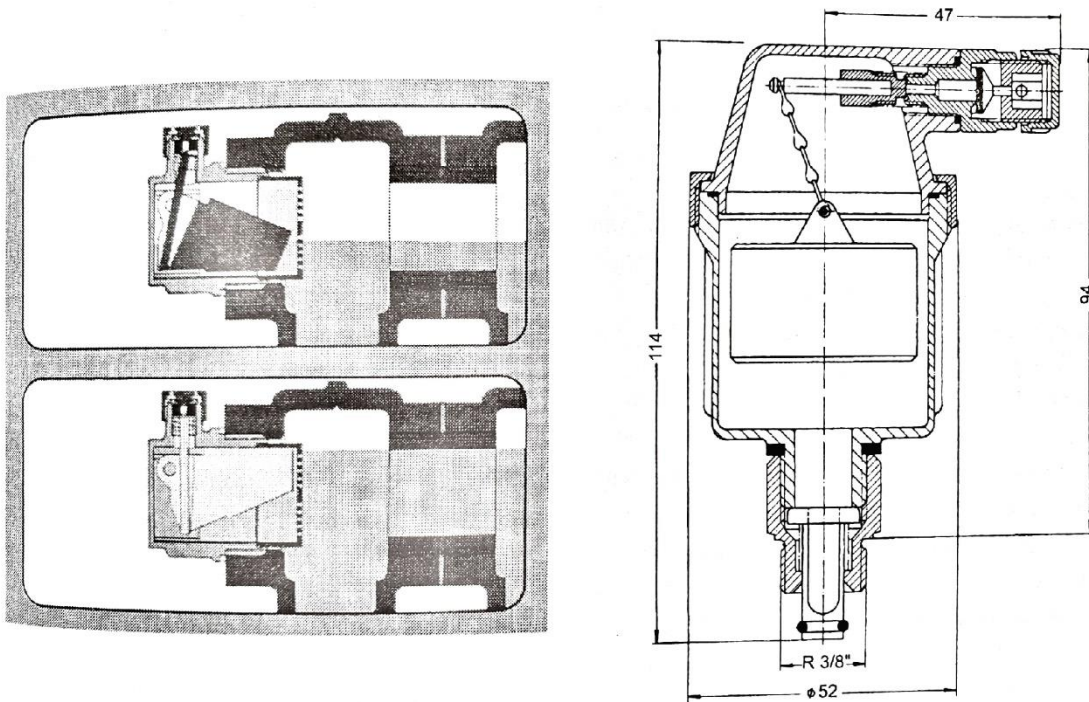
Výplň nejčastěji bývá z různě prolisovaných kovových kroužků viz obr. 4.63 nebo z kovových sítí. Výplň se dosáhne zrovnomnění rychlostního profilu po celém průtočném průřezu, takže rychlost proudění zde bude nejnižší. Na výplni dochází jednak k zachytávání malých vzduchových bublinek, jednak k jejich vzájemnému slučování. Výplň nakonec usnadní vystoupaní větších bublinek do odváděcího prostoru. Odvaděče bez výplně jsou často řešeny jako odstředivé viz obr. 4.64. Zajímavou konstrukci má odvaděč vzduchu do vertikálního potrubí viz obr. 4.65. Do rozšířeného válcového tělesa zasahuje odlučovací potrubí, které odvádí vzduchové bublinky do šikmo stoupající trubky s odvzdušňovačem [10].



Obr. 4.64 – Odvaděč vzduchu odstředivý – vlevo [10]

Obr. 4.65 – Odvaděč vzduchu do svislého potrubí – vpravo [10]

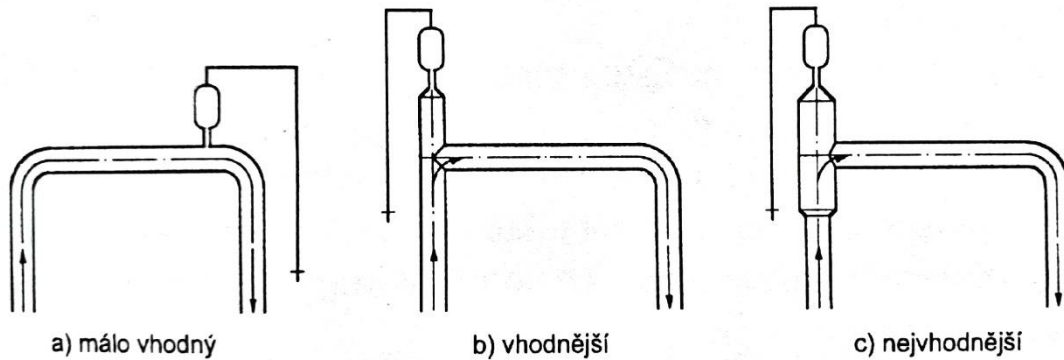
Odvzdušňovače mohou být ovládány ručně či automaticky. Automatické odvzdušňovače se vyrábějí většinou s plováky a jsou dodávány v závitovém provedení pro montáž do různých článkových otopných těles s DN 25 a 32 viz obr. 4.66 nebo pro osazení do závitového hrdla potrubí či nádobek s DN 10 až 20 viz obr. 4.67 [10].



Obr. 4.66 – Odvzdušňovač do článkového tělesa – vlevo [10]

Obr. 4.67 – Odvzdušňovač do hrdla – vpravo [10]

Přirozené odlučovače a jímače jsou často vytvořeny otopnými tělesy s nízkou rychlostí vody, kterými jsou tělesa článková, desková a některá trubková, případně vhodně tvarovaným potrubím. Provedení odvodu vzduchu z potrubí s malou nádobkou viz obr. 4.68a je vhodné používat pouze pro velice nízké rychlosti vody, na které se navrhovala potrubí v samotížné éře. Spojovací trubička mezi potrubím a nádobkou mohla odvádět pouze vzduchový útvar vzniklý nad hladinou v ležatém potrubí. V žádném případě nemůže odvádět vzduchové bublinky při vyšších rychlostech vody. Z dnešního pohledu je podstatně výhodnější provádět odvod vzduchu z potrubí pomocí prodloužené stoupačí části potrubí viz obr. 4.68b nebo pomocí rozšířené stoupačí části potrubí viz obr. 4.68c. Prodloužené nebo rozšířené části potrubí jsou dobrými odlučovači a jímači. Do prodloužené stoupačí části, se doporučuje pod odvzdušňovače osazovat i uzavírací armaturu jako např. kulový kohout [10].



Obr. 4.68 – Způsoby odvádění vzduchu z potrubí [10]

Z hlediska odvádění vzduchu při napouštění vodních tepelných soustav se odvzdušňovače umísťují na všechna celkově i mírně nejvyšší místa vodních soustav, ze kterých nemůže být vzduch vytlačen statickým tlakem vody. Tato místa nazveme místa statická. Z hlediska odvádění vzduchu během provozu soustav se odváděče vzduchu umísťují pouze na ta celkově i místně nejvyšší místa vodních soustav, která jsou nad hladinou vylučování vzduchu. Tato místa nazveme místa dynamická. V jiných místech soustav je funkce odvaděčů naprosto neúčinná. Dynamických míst je samozřejmě podstatně méně než míst statických. Polohu hladiny vylučování vzduchu v procesu projektování je ale možno jenom odhadovat [10].

Nejvhodnějším místem pro umístění jakéhosi hlavního odvaděče vzduchu je obecně místo se současně nejnižším přetlakem a nejvyšší teplotou vody, tj. na přívodní části nejvyššího místa soustavy. Když tomuto požadavku vyhovuje více míst, je nutné osadit více hlavních odvaděčů vzduchu. Má-li soustava přirozené odlučovače a jímače, není potřeba používat odvaděče. Postačí je vybavit automatickými odvzdušňovači [10].

U soustav s nástřešními kotelny nesmí v kotlích docházet k vylučování, odlučování a jímání vzduchu, protože by mohlo dojít k havárii kotlů vlivem vzniku vzduchového prostoru. Výstupní potrubí z kotlů by mělo nejprve vystoupat alespoň 1 m nad kotel a poté přejít do vodorovné části s odvaděčem vzduchu [10].

5. SMĚŠOVACÍ ARMATURY

Směšovací armatury jsou konstrukčně řešeny jako ventily nebo klapky a jsou jedním ze základních prvků pro regulaci tepelného výkonu otopných soustav s nuceným oběhem. Podle konstrukčního uspořádání se rozlišují na směšovače trojcestné a čtyřcestné. Speciální směšovací armaturou s odlišným konstrukčním řešením jsou pak ejektory [13].

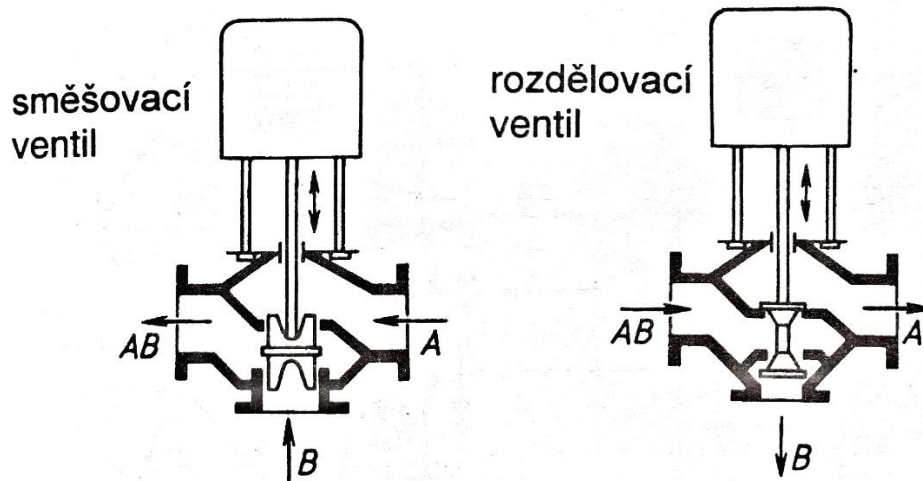
Směšovací armatury tvoří důležitou roli a nacházejí ve velkém své uplatnění také například u soustav centralizovaného zásobování teplem (CZT) [32] [34].

Jak víme, jedním z důležitých požadavků pro bezporuchový provoz kotlů v okrskových a průmyslových výtopnách je, aby teplota teplotonosné látky ve zpětném potrubí byla ideálně větší než 70 °C [32] [34].

V teplotárenských soustavách se naopak požaduje větší vychlazení teplotonosné látky, aby bylo dosaženo ve zdroji tepla většího energetického využití paliva. V parních teplotárenských soustavách se předpokládá přechod na sekundární soustavu vodní, prostřednictvím výměňkových stanic. Zde je základním požadavkem maximální vychlazení kondenzátu a jeho vrácení zpět do teplotárny v co nejnižších teplotách, ideálně pod 50 °C [32] [34].

5.1. Trojcestné regulační armatury

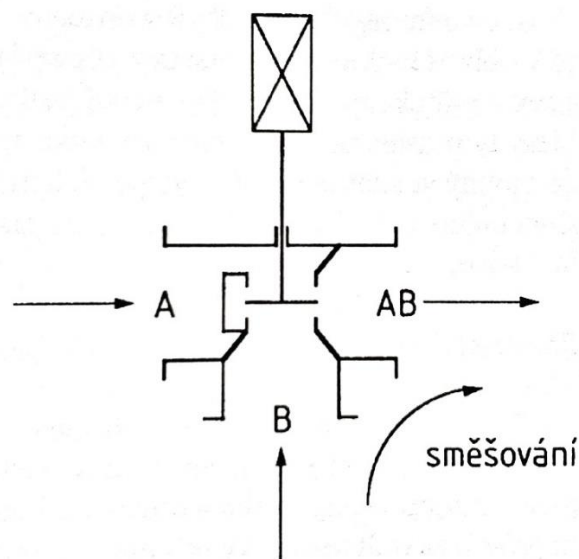
Trojcestné regulační armatury, také nazývané trojcestné směšovače, se většinou vyrábí ve formě klapky nebo ventilu. Vzhledem k funkčnímu chování armatur, respektive průtoku armaturou je můžeme rozdělit na armatury směšovací (dva vstupy a jeden výstup) a rozdělovací (jeden vstup a dva výstupy). Konstrukčně se většinou oba druhy liší uspořádáním kuželky a sedla ventilu. Jedno z možných provedení je znázorněno na obr. 5.1 a 5.2. Někteří výrobci dělají ventily, které lze provozovat jako rozdělovací i jako směšovací při opačném směru proudění. Tyto ventily mají upravený škrtící systém tak, aby nedošlo k rozkmitání uzávěru a nestabilitě v krajních polohách. Je-li požadována úplná těsnost armatury, není vhodné používat trojcestné klapky, nýbrž trojcestné ventily [10] [12].



Obr. 5.1 – Trojcestný regulační směšovací ventil – vlevo [12]

Obr. 5.2 – Trojcestný regulační rozdělovací ventil – vpravo [12]

Obecně má armatura dvě vstupní sedla, mezi kterými se pohybuje tvarová kuželka. Na armatuře je vstupní hrdlo A do kterého vstupuje voda o plné teplotě přívodu, boční hrdlo B, do kterého vstupuje voda o teplotě zpátečky, a dále výstupní hrdlo AB, ze kterého vystupuje již smíšená voda o snížené teplotě přívodu. Výstupním hrdlem AB vytéká součtový průtok většinou do části soustavy se stálým průtokem. Poloha hrdel armatury se při montáži nesmí zaměnit, jinak by regulační systém řádně nepracoval. Pokud nejsou hrdla na armatuře vyznačena, lze ještě před montáží poznat hrdlo AB tak, že při pohledu do tohoto hrdla je vidět kuželka a obě sedla [10] [12].

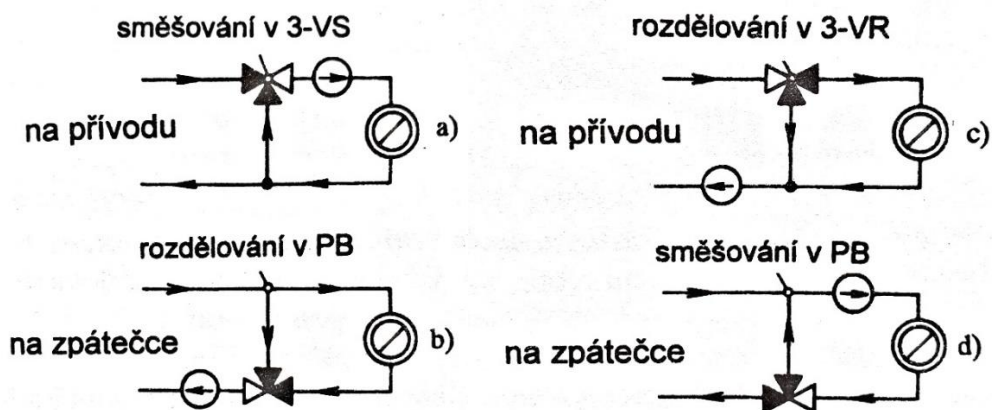


Obr. 5.3 – Schéma trojcestné regulační směšovací armatury [10]

Dimenzování trojcestných, jakož i dvoucestných regulačních armatur se provádí ze vztahů, které jsou shodné se vztahy pro dimenzování regulačních ventilů. Pro dimenzování je rozhodující jmenovitý průtok, resp. k_{vs} hodnota, která udává objemový průtok armaturou v m^3/h při tlakové ztrátě na armatuře 100 kPa. Tato hodnota je určena tvarem škrťacího systému a velikostí průtočné plochy mezi kuželkou a sedlem ventilu. Jmenovitý průtok je většinou shodný pro přímou i boční větev ventilu, jsou ale i armatury, u kterých je hodnota boční větve redukována. Závislost průtoku jednou větví na poloze kuželky je nazývána průtokovou charakteristikou ventilu. Výběr průtokové charakteristiky závisí na zapojení ventilu v potrubní síti [10] [12].

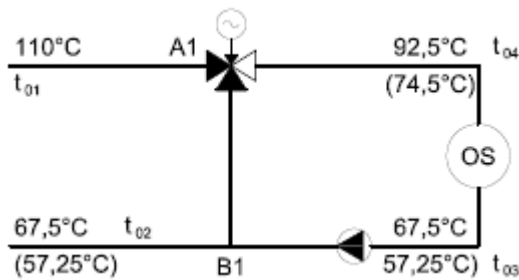
Trojcestné ventily poskytují různé možnosti použití. Podle potřeby mohou být jednotlivé porty (vstupy a výstupy) uzpůsobeny symetricky či asymetricky. S lineární či rovnoprocentní charakteristikou je můžeme využít např. pro [12]:

- Změnu směru proudu (jako přepínací ventily s rychlým přejezdem z jedné krajní polohy zdvihu do druhé)
- Kvantitativní regulaci (změna průtoku u zapojení pro rozdělování proudu)
- Kvalitativní regulaci (změna teploty přiváděné teplotnosné látky zapříčiněná směřováním)

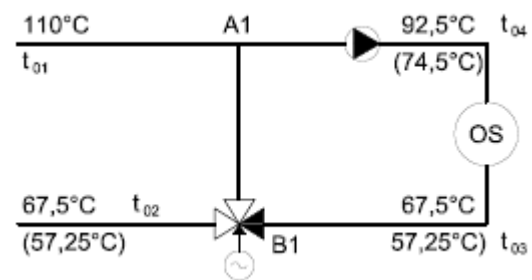


Obr. 5.4 – Schémata umístění trojcestného ventilu [12]

Trojcestné regulační armatury jsou hojně využívány pro směšování vody při ekvitermické regulaci, která spočívá v nastavení teploty topné vody v závislosti na venkovní teplotě. Pokud jsou v tomto případě osazeny do přívodu, zajišťují směšování v poloze směšovací, pokud se osadí do zpátečky, zajišťují směšování v poloze rozdělovací [10] [12].

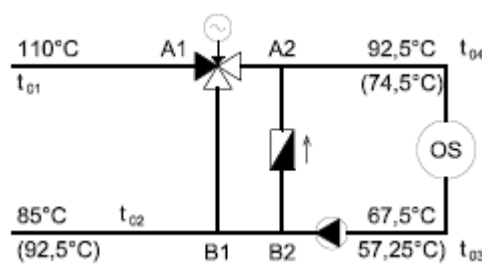


Obr. 5.5 – Schéma tlakově závislého připojení trojcestného směšovacího ventilu na přívodu v teplárenských soustavách – vlevo [32]

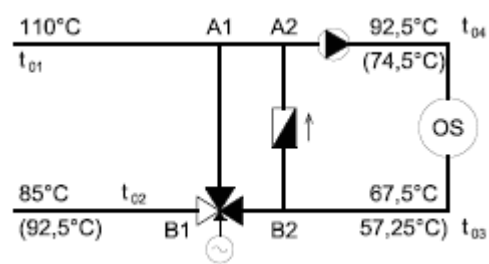


Obr. 5.6 – Schéma tlakově závislého připojení trojcestného rozdělovacího ventilu na zpátečce v teplárenských soustavách – vpravo [32]

Své uplatnění armatury našly také u soustav CZT. Na obr. 5.5 a 5.6 můžeme vidět příklad jejich použití u teplárenských soustav. Znázorněn je princip připojení spotřebičů tepla, tzv. směšovacím čerpadlem v kombinaci s trojcestnou směšovací armaturou. Armatura je na obr. 5.5 zapojena na přívodu, jako trojcestný směšovací ventil a na obr. 5.6 je zapojena na zpátečce, jako trojcestný rozdělovací ventil. Regulace pracuje tak, že primární teplotonosná látka t_{01} je přiváděna do sekundárního okruhu v bodě A1. Směšováním s teplotonosnou látkou t_{03} se dosáhne požadovaná teplota v přívodu sekundárního okruhu [32] [34].



Obr. 5.7 – Schéma tlakově závislého připojení trojcestného rozdělovacího ventilu na přívodu ve vytopenských soustavách – vlevo [32]



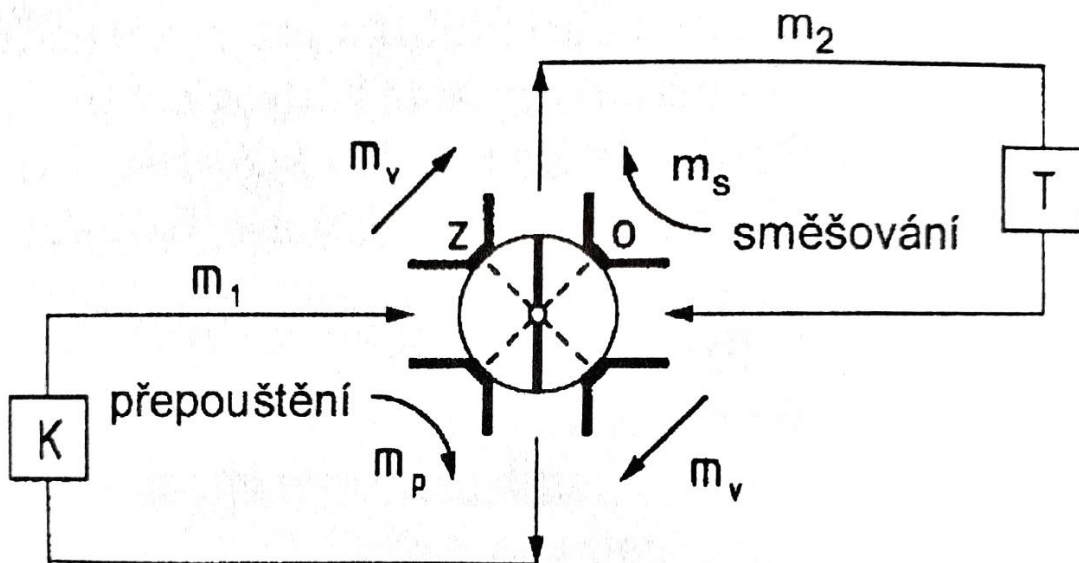
Obr. 5.8 – Schéma tlakově závislého připojení trojcestného směšovacího ventilu na zpátečce ve vytopenských soustavách – vpravo [32]

Na obr. 5.7 a 5.8 můžeme vidět příklad použití trojcestných regulačních armatur ve vytopenských soustavách. Regulační schéma na obr. 5.7 s trojcestným rozdělovacím ventilem v bodě A1, slouží k přepouštění přebytečného množství teplotonosné látky

spojkou z A1 do B1, zpět do zpátečky primárního okruhu. Míchání primární teplotní látky t_{01} do sekundárního okruhu se uskutečňuje v bodě A2, kde dochází ke směšování s teplotní látkou t_{03} ze zpátečky sekundárního okruhu. Cirkulaci v sekundárním okruhu zajišťuje směšovací čerpadlo, které může být zařazeno jak v přívodním, tak i ve zpětném potrubí. Na stejném principu pracuje i schéma připojení na obr. 5.8, pouze s trojcestným směšovacím ventilem, osazeným na zpátečce v bodě B1 [32] [34].

5.2. Čtyřcestné regulační armatury

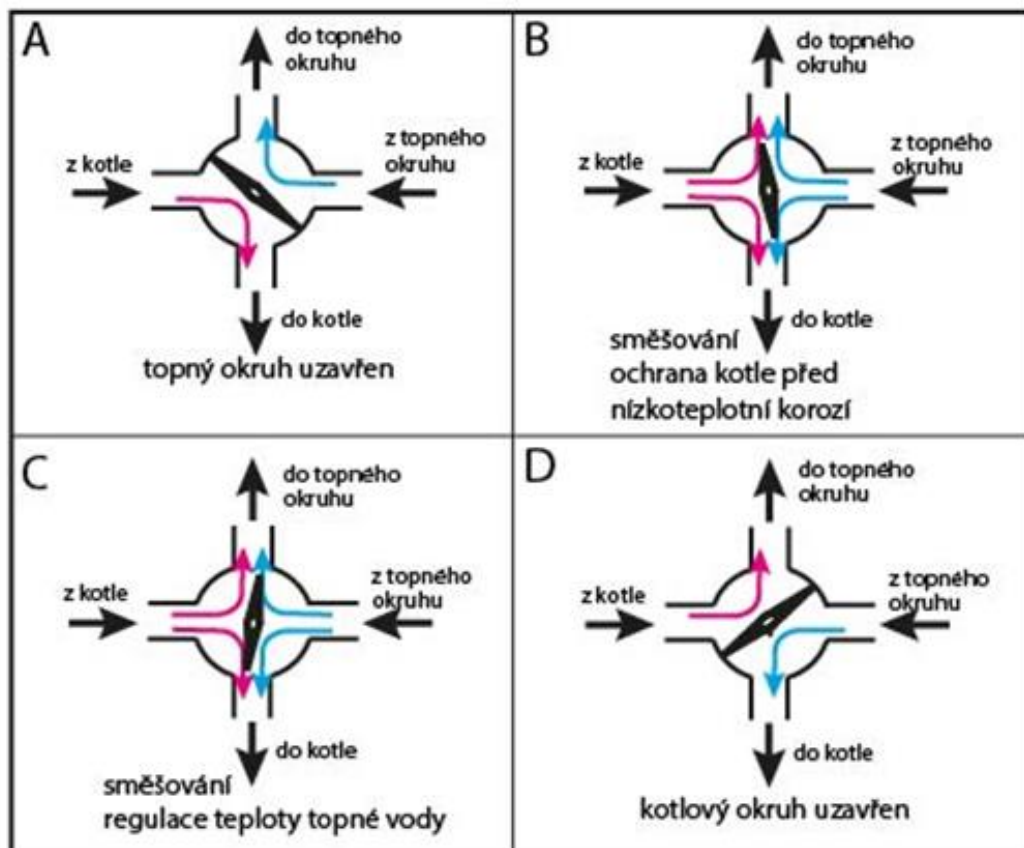
Čtyřcestné regulační armatury viz obr. 5.9, také nazývané čtyřcestné směšovače, se většinou vyrábí ve formě klapky nebo ventilu. Tyto armatury, byly původně vyvinuty pro směšování vody v teplovodních soustavách s ocelovými plynovými kotli. Kotle měly ochránit proti nízké teplotě zpátečky a následně proti nízkoteplotní korozi při ekvitermické regulaci. Čtyřcestné ventily a klapky slouží ve vytápěcí technice především ke směšování dvou proudů vody, které do armatury vstupují, přičemž dva proudy vody z armatury zase vystupují. Proud vody z obou výstupů, se dělí v závislosti na poloze klapky či kuželky ventilu do obou výstupů, kde dochází ke směšování. Dva vstupující proudy a vystupující proudy mají přibližně konstantní množství. Po osazení do soustavy ji rozdělí na okruh primární (kotlový s kotlem K) a na okruh sekundární (vytápěcí s otopným tělesem T) [10] [12].



Obr. 5.9 – Schéma čtyřcestné regulační armatury [10]

Na čtyřcestné regulační armatuře probíhá, s výjimkou mezních poloh otevřeno (o) a zavřeno (z), současné směšování na sekundární (vytápěcím) okruhu a přepouštění na okruhu primárním (kotlovém). Směšování se rozumí převedení části průtoku vody o hodnotě m_s , ze zpátečky vytápěcího okruhu do přívodu téhož okruhu. Směšováním se sníží teplota vody vystupující z kotle, což je vhodné např. pro ekvitermickou regulaci výkonu vytápěcího okruhu. Přepouštěním se rozumí převedení části průtoku vody o hodnotě m_p , který vystupuje z kotle do zpátečky téhož okruhu. Přepouštěním se zvýší teplota vody, která vstupuje do kotle [10] [12].

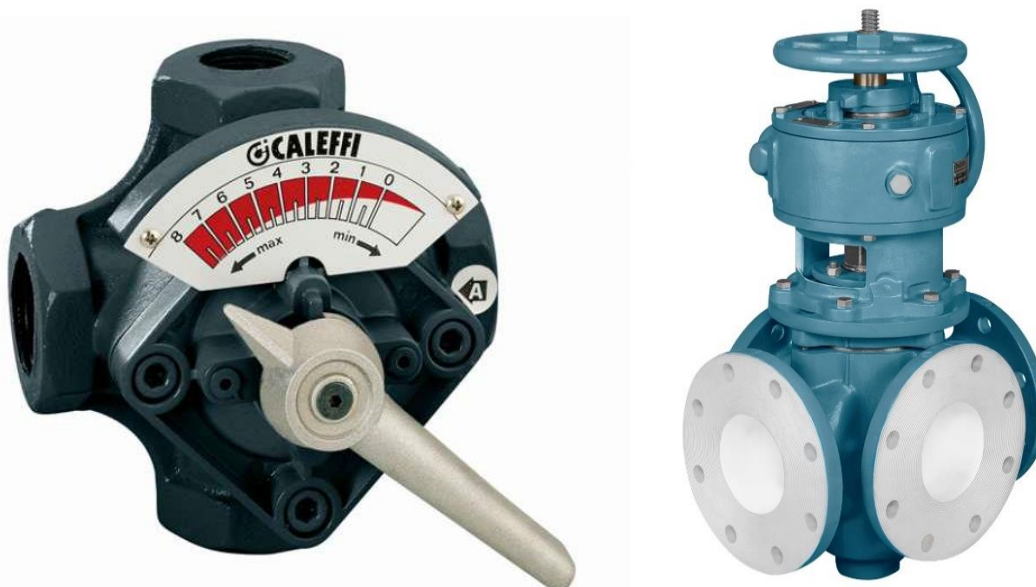
Řádné směšování velmi závisí na tlakových poměrech daných okruhů. Čtyřcestná regulační armatura se navrhuje tak, aby průtoky v primárním (kotlovém) i v sekundárním (vytápěcím) okruhu byly velice blízké, tzn. aby $m_1 = m_2$. Potom je zajištěno směšování i přepouštění v celém rozsahu natočení klapky od polohy zavřeno (z) až do polohy otevřeno (o). Mezi oběma okruhy se vyměňuje shodný průtok m_v . Jak v přívodní části, tak v části zpětné. Zajišťovat autoritu této armatury není nutné [10] [12].



Obr. 5.10 – Funkce čtyřcestné regulační armatury [13]

U obvyklých a větších soustav je naprosto nutné, aby jak sekundární (vytápěcí), tak primární (kotlový) okruh měl své čerpadlo. Pokud přece jen připustíme u malých soustav práci čtyřcestného směšovače (zde má přednost klapka) bez kotlového čerpadla, je nutné zajistit umístění směšovače nad kotlem. Tak dochází v kotlovém okruhu k přirozenému proudění i při uzavření čtyřcestného směšovače. Je ale zřejmé, že při této instalaci se regulační schopnost směšovače výrazně zhorší a směšovač bude pracovat jen ve velmi malé části natočení regulační klapky či zdvihu kuželky ventilu [10] [12].

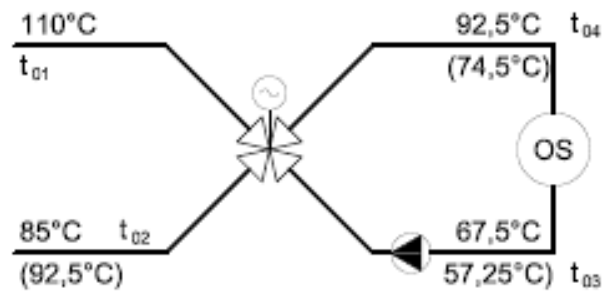
Změnu zdvihu kuželky čtyřcestného ventilu či změnu natočení čtyřcestné klapky dnes ve většině případů zajišťuje servomotor ovládaný impulsy od regulátoru pracujícího podle vnitřní či venkovní (ekvitermní) teploty. Žádaná veličina, kterou má směšovač řídit je teplota vstupní vody do otopného tělesa (T) [10] [12].



Obr. 5.11 – Čtyřcestná směšovací motýlková klapka – vlevo [P17]

Obr. 5.12 – Čtyřcestný směšovací ventil – vpravo [P18]

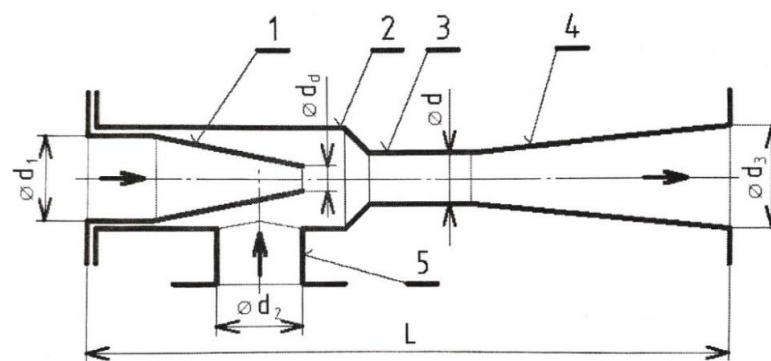
Čtyřcestné regulační armatury také našly uplatnění u některých soustav CZT, např. na obr. 5.13 můžeme vidět jejich použití ve vytopenských soustavách. Znázorněn je princip připojení spotřebičů tepla, tzv. směšovacím čerpadlem v kombinaci se čtyřcestnou směšovací klapkou. Cirkulaci v sekundárním okruhu zajišťuje směšovací čerpadlo, které může být zařazeno jak do přívodního, tak zpětného potrubí sekundárního okruhu. Při regulačním zásahu dojde ke zvýšenému přepouštění primární teploty látky t_{01} zpět do zpátečky primárního okruhu t_{02} [32] [34].



Obr. 5.13 – Schéma tlakově závislého připojení čtyřcestné směšovací klapky ve vytopenských soustavách – při směšování na požadovaných 92,5 °C [32]

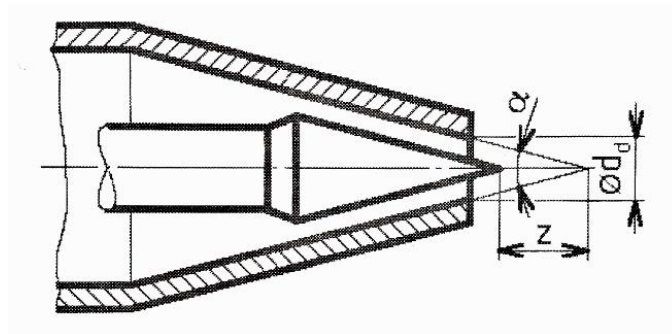
5.3. Ejektory

Regulovatelné ejektory jsou jednou z variant směšovacích zařízení. Vyrábějí se ve variantách pro směšování vody nebo páry. Používají se, podobně jako směšovací armatury, pro potřebné snižování teploty přívodní teploty látky na sekundární straně vzhledem k teplotě teploty látky dodávané z primární tepelné sítě. Snižování teploty teploty látky se děje míšením s chladnější zpětnou teplotou látkou z otopné soustavy [27].



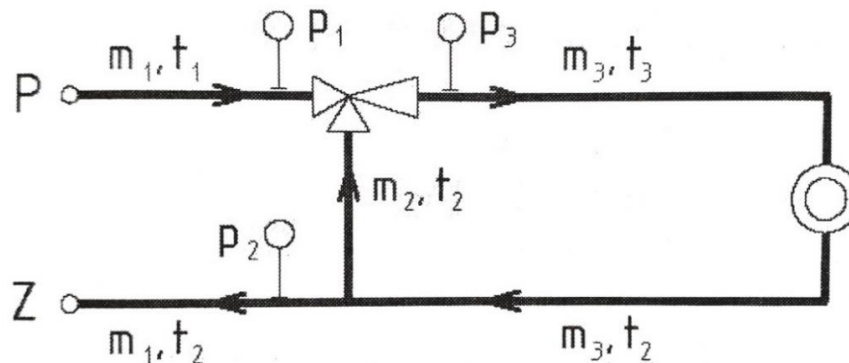
Obr. 5.14 – Podélný řez směšovacím ejektorem; 1 – vyměnitelná dýza; 2 – přijímací komora; 3 – směšovací komora; 4 – difuzor; 5 – sací hrdlo [27]

Vodní směšovací ejektor pracuje tak, že primární voda vytékající velkou rychlostí z trysky (dýzy) strhne svým ejekčním účinkem sekundární vodu přitékající z vratného potrubí otopné soustavy a mísí se s ní ve směšovací komoře. Směs primární a sekundární vody odtéká difuzorem, jehož úkolem je zvýšit tlak do přívodního potrubí otopné soustavy. Proměnného průřezu v dýze (obr 5.15) se docílí zasouváním kuželové regulační jehly do dýzy, o shodném vrcholovém úhlu [27].



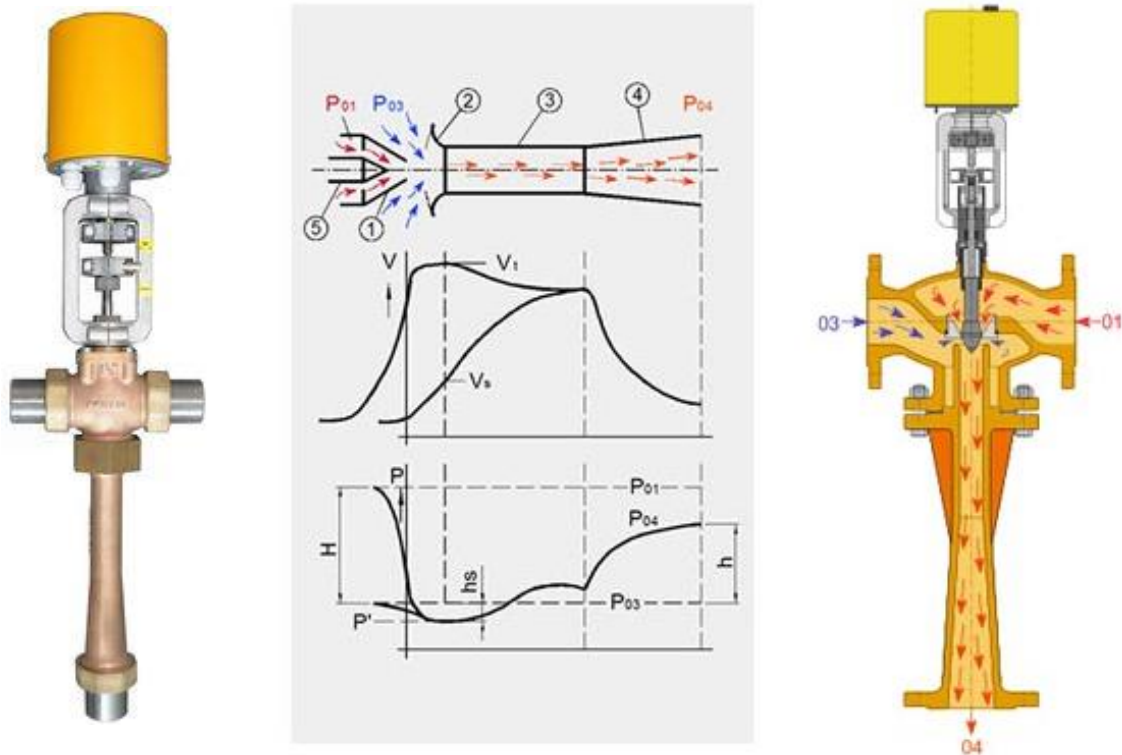
Obr. 5.15 – Řez regulovatelnou dýzou [27]

Oběh vody v otopné soustavě na obr. 5.16 je vyvolán rozdílem tlaků za ejektorem a ve zpětném potrubí otopné soustavy. Směšovací poměr s (-) je dán poměrem mezi průtokem vody přisávané z otopné soustavy m_2 (kg/s) a průtokem vody z tepelné sítě m_1 (kg/s). Změnou průtoku vody z tepelné sítě, a tedy i změnou tlaku vody před ejektorem, se směšovací poměr bez zásahu další regulace teoreticky nemění, jelikož se adekvátně zmenší i průtok přisávané vody z otopné soustavy. Naopak přivřením ventilu za ejektorem se zvětší hydraulický odpor otopné soustavy, tím se zmenší průtok vody m_2 , a také směšovací poměr [27].



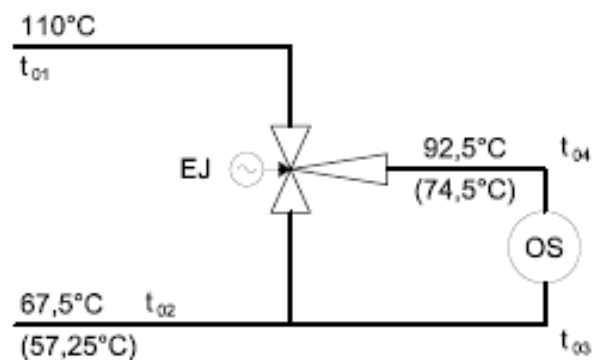
Obr. 5.16 – Schéma osazení ejektoru do soustavy [27]

U použití regulovaných ejektorů dochází při regulaci ke změnám průtokového množství v otopné soustavě. To se odráží v rozdílném požadovaném průběhu teploty vody v otopné soustavě proti poměrům při čistě kvalitativní regulaci. Menší nebo žádné změny průtokového množství mohou nastat jen u sítí kvalitativně regulovaných po celé otopné období, což může být v případě bez centrální přípravy teplé vody. Zde je možno ejektory jednoznačně doporučit, pokud to dovolují tlakové poměry v síti. Ejektory jsou obecně vhodné pro objekty spíše horizontálního typu nebo pro objekty s otopnými soustavami s malým podílem gravitačního vztlaku [27].



Obr. 5.17 – Regulovatelný vodní ejektor s grafem
objemových a tlakových poměrů [35]

Regulační ejektory také našly uplatnění u soustav CZT, např. na obr. 5.18 můžeme vidět jejich použití v teplotních soustavách. V každé soustavě CZT je možno určit hranici směrem od zdroje tepla, do které je z energetického i ekonomického hlediska výhodné použít směšovací ejektory. Od této hranice až do konce tepelné sítě je pak vhodné použít směšovací čerpadla. Ta ovšem potřebují ke svému pohonu nějaký zdroj energie, proto se používají převážně jen tam, kde není v místě připojení pro směšovací ejektor k dispozici dostatečný tlakový rozdíl [27].

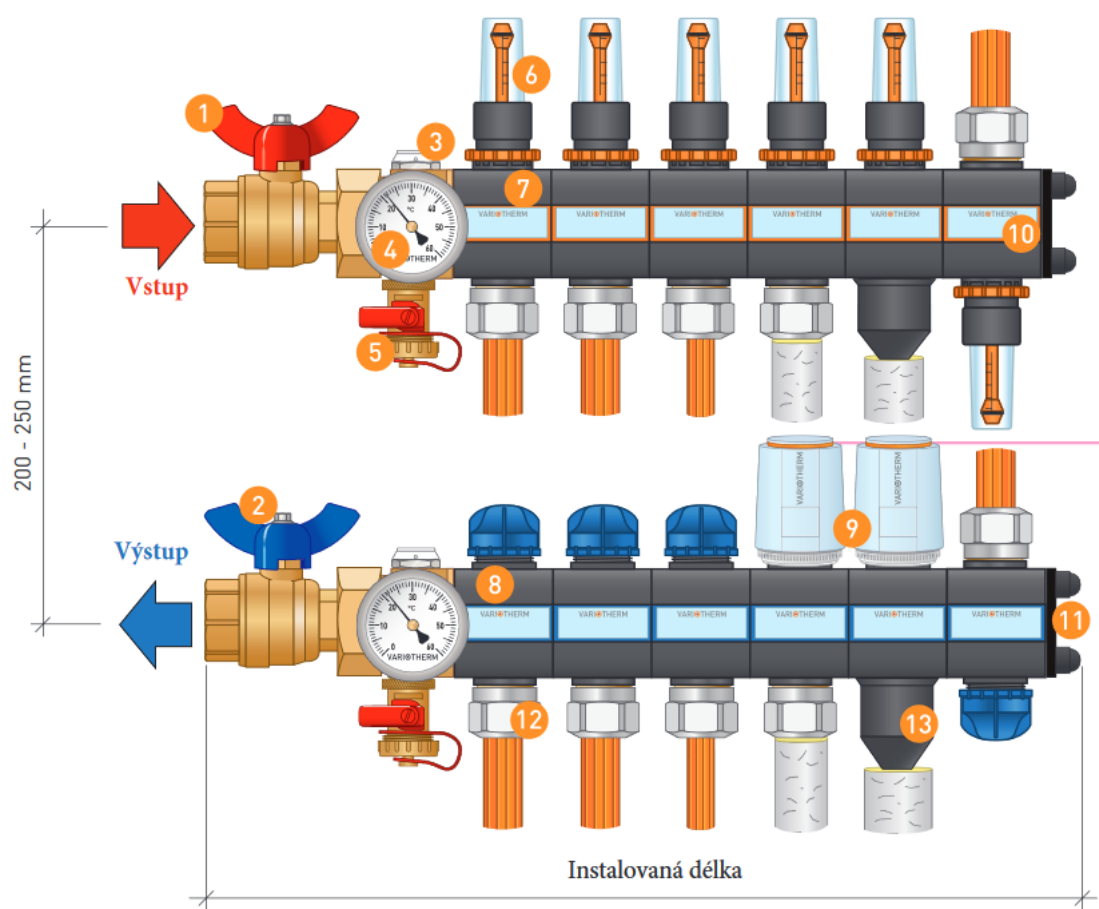


Obr. 5.18 – Schéma tlakově závislého připojení regulovatelného ejektoru
v teplotních soustavách – při směšování na požadovaných 92,5 °C [32]

6. ROZDĚLOVAČE

6.1. Patrové rozdělovače

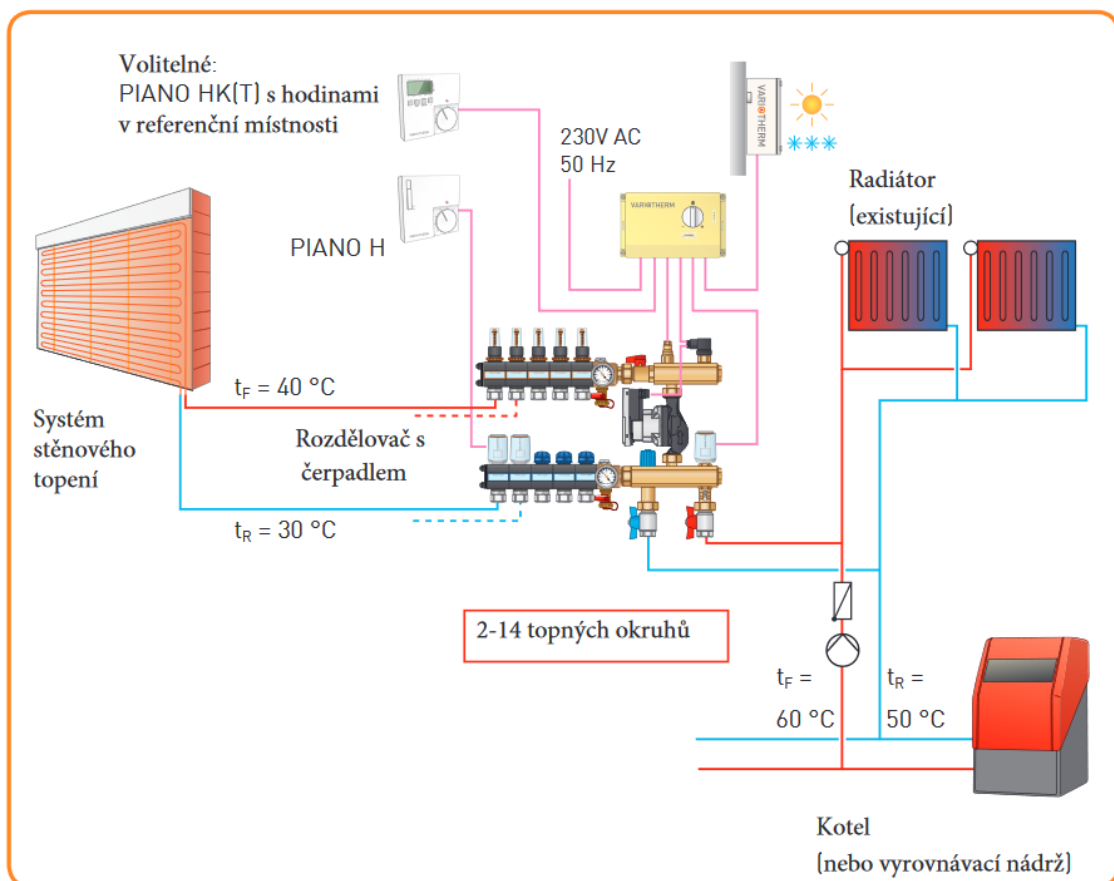
Obecná funkce rozdělovačů je rozdělit otopnou vodu z jednoho zdroje do jednotlivých otopných okruhů. U těchto jednotlivých otopných okruhů můžeme nadále samostatně regulovat jejich průtok, teplotu a tlak. Do kategorie patrových rozdělovačů uvažují takové zařízení, které se skládá z odděleného rozdělovače a sběrače viz obr. 6.1.



Obr. 6.1 – Sestava patrového modulového plastového rozdělovače a sběrače;
 1 – uzavírací vstupní kohout; 2 – uzavírací výstupní kohout; 3 – ruční odvzdušňovací ventil; 4 – teploměr; 5 – vypouštěcí ventil; 6 – průtokoměr; 7 – vstup s průtokoměrem;
 8 – výstup se zpětnou klapkou; 9 – termostatický servopohon; 10 – popis okruhu;
 11 – izolované ukončení; 12 – svěrné šroubení; 13 – izolační průchodka [P19]

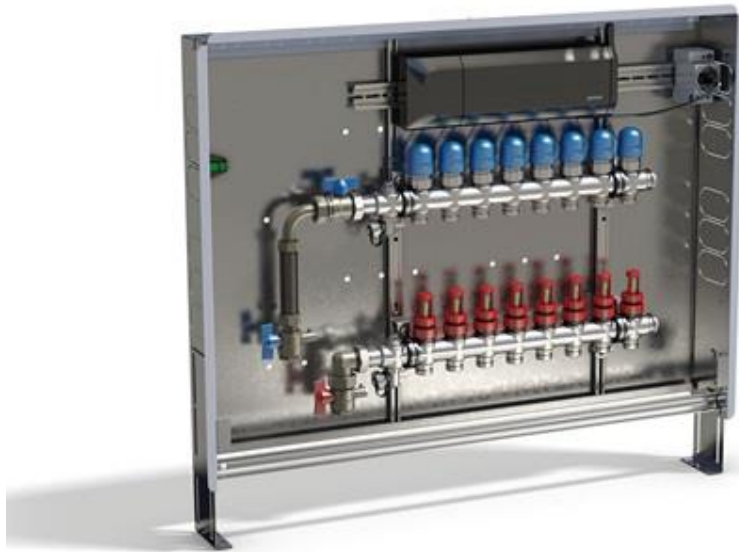
Patrové rozdělovače se uplatňují především v systémech pro rozvod podlahového vytápění. Tento způsob rozvodu otopné vody, se ale stále více začíná uplatňovat i v systémech klasického vytápění, a to především u otopných těles se spodním napojením, jako jsou desková otopná tělesa typu ventil kompak a trubková otopná tělesa [6].

Co se týká umístování rozdělovače, snažíme se jej umístit do projektu tak, abychom dosáhli podobných hydraulických poměrů (délek) otopných okruhů a zároveň z ekonomického hlediska, co materiálově nejméně náročných. Pokud budeme uvažovat rozdělovač pro systém podlahového vytápění, je důležité, aby rozdělovač byl nejvyšším bodem pro všechny k němu připojené okruhy z důvodu odvzdušnění systému. V případě napojení otopných těles, můžeme odvzdušňovat na rozdíl od podlahového vytápění přímo na OT.



Obr. 6.2 – Schéma zapojení sestavy patrového rozdělovače s mísicí sadou, ekvitermní regulací a pokojovými termostaty pro systém stěnového vytápění [P19]

Patrové rozdělovače se vyrábějí nejčastěji z mosazi, nerezů, či plastů. A to ve variantě kompaktní, kdy máme počet vývodů dán výrobcem a nelze ho měnit, nebo sestavením z modulů, kdy se jedná o moduly například o 1, 3, 4, 6 vývodech, ze kterých si složíme rozdělovač s potřebným počtem okruhů. Maximální počet okruhů na sestavu rozdělovače se standardně pohybuje na mezi 12 až 16 okruhů, dle výrobce. U větších projektů je za potřebí umístění více rozdělovačů. Celá sestava patrového rozdělovače spolu s jeho příslušenstvím, jako např. čerpadlo, mísící sada, sestava regulace apod. se umísťuje do speciálních skříní umístěných na zeď, nebo do zdi [6].



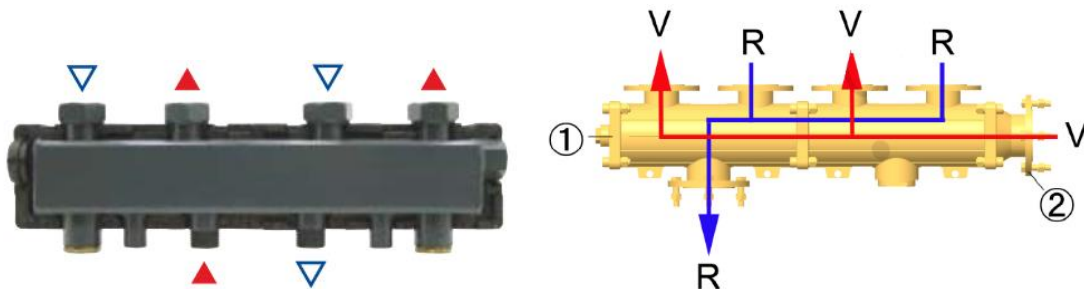
Obr. 6.3 – Sestava patrového kompaktního nerezového rozdělovače s regulační řídicí jednotkou, servopohony a skříní do zdi [P20]

Jednou z výhod, proč se čím dál více aplikují patrové rozdělovače i pro napojení OT, může být skutečnost, že oproti například dvoutrubkové otopné soustavě, snižují velký počet vertikálních stoupaček. Nutno ale podotknout, že následné rozvody k jednotlivým otopným tělesům v podlaže příslušného podlaží, jsou materiálově náročnější a případně i komplikovanější na montáž [6] [14].

6.2. Horizontální rozdělovače

Horizontální rozdělovače, bývají také označovány jako rozdělovače „kotlové“, nebo „centrální“. Tyto rozdělovače mají velmi podobnou funkci jako rozdělovače patrové. Umožňují distribuci otopné vody a správu více otopných okruhů z jednoho

místa. Rozdělovače se vyrábějí jako hotové kompakty, sestavitelné moduly, nebo se pro velké projekty nechávají vyrobit na míru.

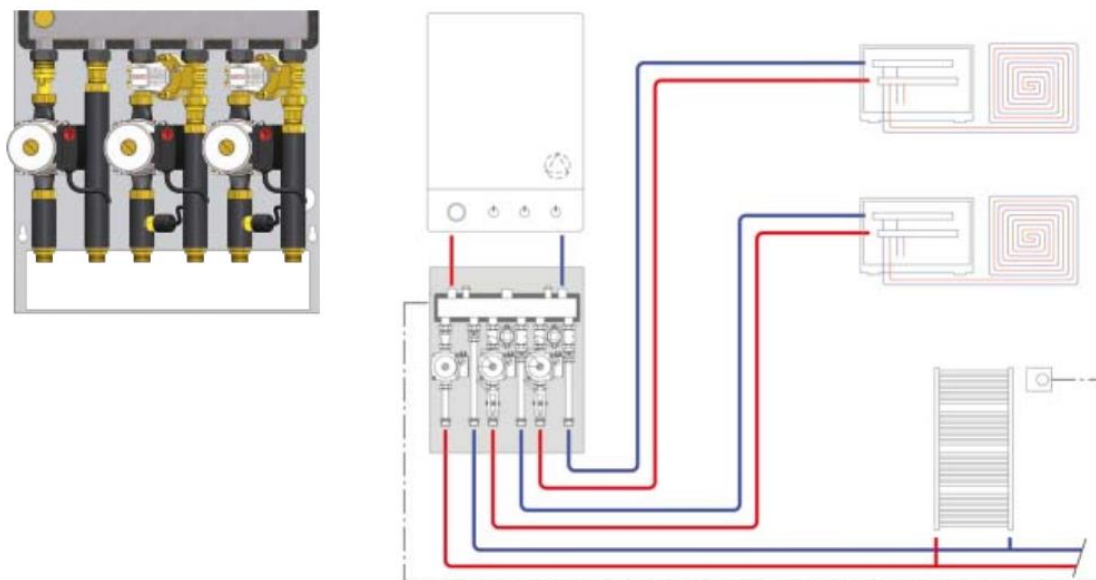


Obr. 6.4 – Horizontální závitový rozdělovač pro 2 otopné okruhy – vlevo [P21]

Obr. 6.5 – Horizontální přírubový rozdělovač pro 2 otopné okruhy – vpravo;

1 – koncový kryt; 2 – příruba přívodu; V – otopná voda; R – vratná voda [P22]

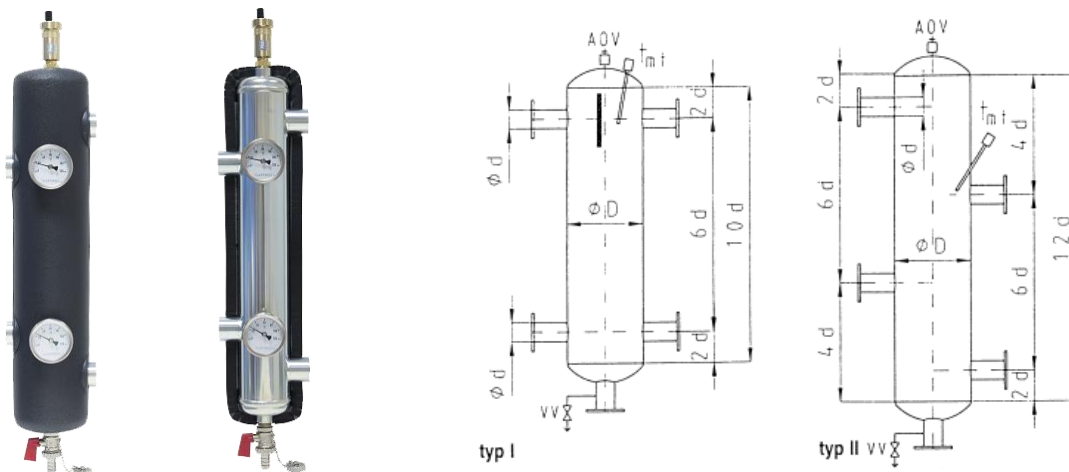
Horizontální rozdělovač má dvě oddělené komory pro přívod a zpátečku, kdy se vstupní otopná voda a vratná voda vzájemně kříží. Počet otopných okruhů na jeden rozdělovač se standardně pohybuje kolem 2 až 6 okruhů, dle výrobce. Každý otopný okruh by měl být vybaven vlastní čerpadlovou skupinou viz obr. 6.6, ta může být regulována nezávisle, např. pomocí pokojových termostatů nebo lépe dle ekvitermních regulátorů. Rozdělovače bývají často opatřeny polystyrenovou izolací a krytem [22].



Obr. 6.6 – Schéma zapojení horizontálního rozdělovače s čerpadlovou skupinou pro 3 otopné okruhy [P21]

6.3. Termohydraulické rozdělovače

Termohydraulický rozdělovač (THR), také nazýván hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, nebo chybně označován názvy jako „spojka“, „výhybka“ či „anuloid“ [15].

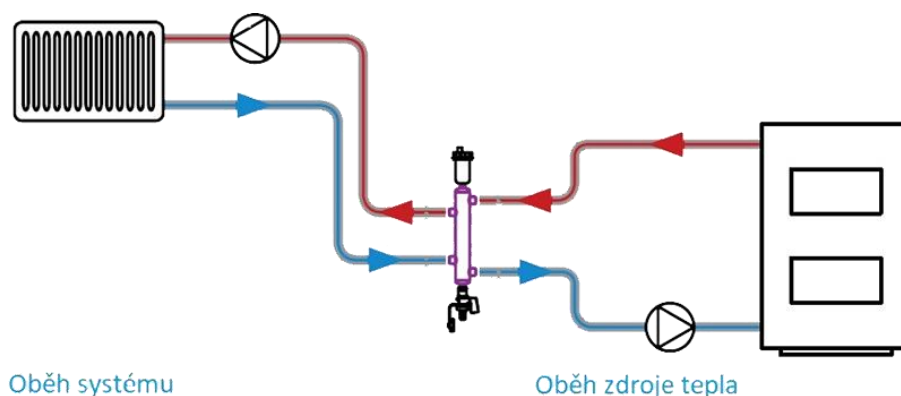


Obr. 6.7 – Termohydraulický rozdělovač se dvěma okruhy – vlevo [18]

Obr. 6.8 – Konstrukční modely uspořádání THR – vpravo;

typ 1 – francouzský model; typ 2 – německý model [17]

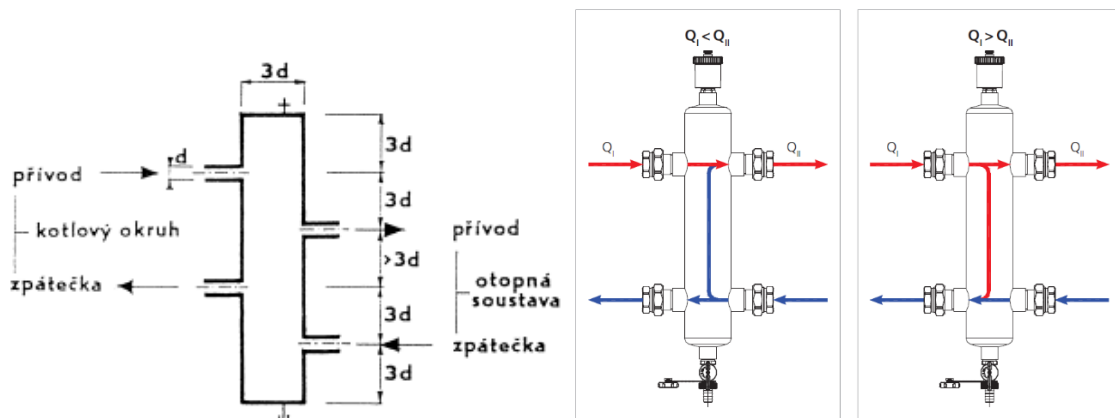
Toto zařízení zajišťuje vyrovnávání tlaků a průtoků mezi dvěma okruhy se samostatnými čerpadly viz obr. 6.9. Propojením obou okruhů získáme plného hydraulického propojení a vyloučíme protichůdné ovlivňování průtoků a tlaků primárního (kotlového) a sekundárního (spotřebitelského) okruhu. To umožňuje správné hydraulické podmínky pro oběhová čerpadla automatickým vyvážením průtoků. Tím je zajištěn bezproblémový a plynulý chod instalací a zdrojů tepla a pokud jsou některé spotřebiče vypnuté, tak prodlužuje životnost oběhových čerpadel [16] [18].



Obr. 6.9 – Schéma zapojení jednoho kotle s THR [18]

THR díky své konstrukci a vlastnostem pomáhá také při odvodušňování např. pomocí automatického odvodušňovacího ventilu viz obr. 6.7, nebo také při oddělování nečistot. Ve spodní části rozdělovače se mohou usazovat kaly, které následně vypouštíme vypouštěcím kohoutem či ventilem. Někteří výrobci, toto základní provedení vylepšují o dodatečné prvky zlepšující vlastnosti zařízení. Jedná se o různé přepážky a překážky zamezující dvojitému proudění, jímku pro teploměr, vylepšení oddělení kalů, např. magnetické separátory apod. [15] [18].

Při návrhu je třeba dodržet průtok kotlovým (primárním) okruhem alespoň o 20 % vyšší, než je jmenovitý průtok spotřebitelským (sekundárním) okruhem. Dimenzování vnitřního průměru válce THR, musí odpovídat podmínce, že rychlost proudění v THR nemá překročit 0,2 m/s, dimenzujeme na celkový jmenovitý průtok kotlovým okruhem. Můžeme také užít pravidla $3d$ (viz obr. 6.10), které je založeno na předpokladu, že nejvyšší rychlost ve vstupním hrdle nepřesahuje 0,9 m/s. Na obr. 6.10 je průměr d průměrem sběrného potrubí od všech kotlů. THR lze rovněž navrhovat podle nomogramu [16] [17].

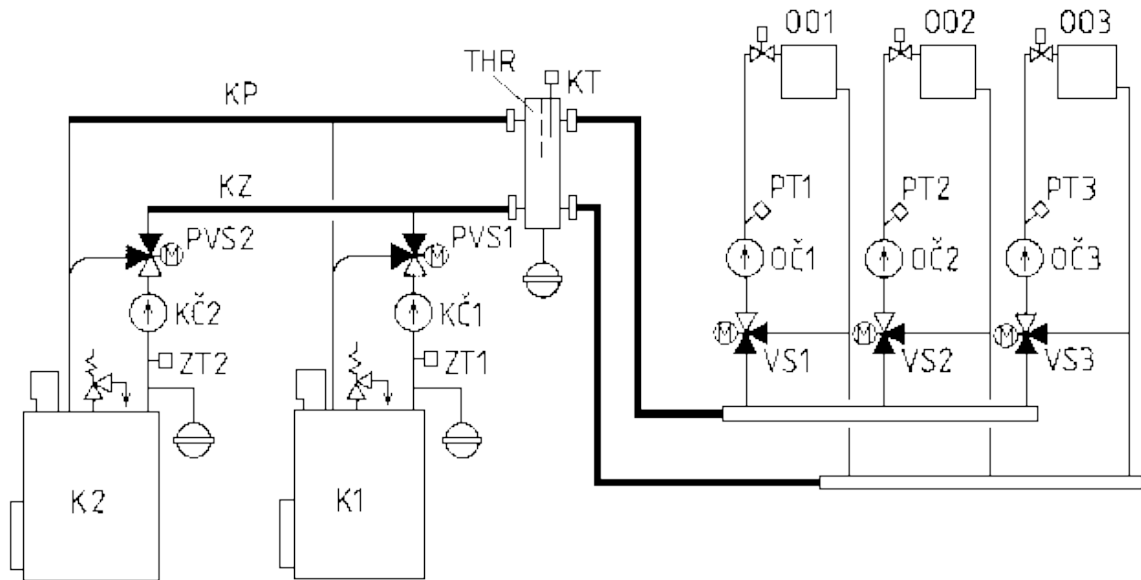


Obr. 6.10 – Schéma návrhu THR podle pravidla $3d$ – vlevo [17]

Obr. 6.11 – Schéma pohlcení průtoku při nerovnováze mezi primárním a sekundárním okruhem – vpravo [P23]

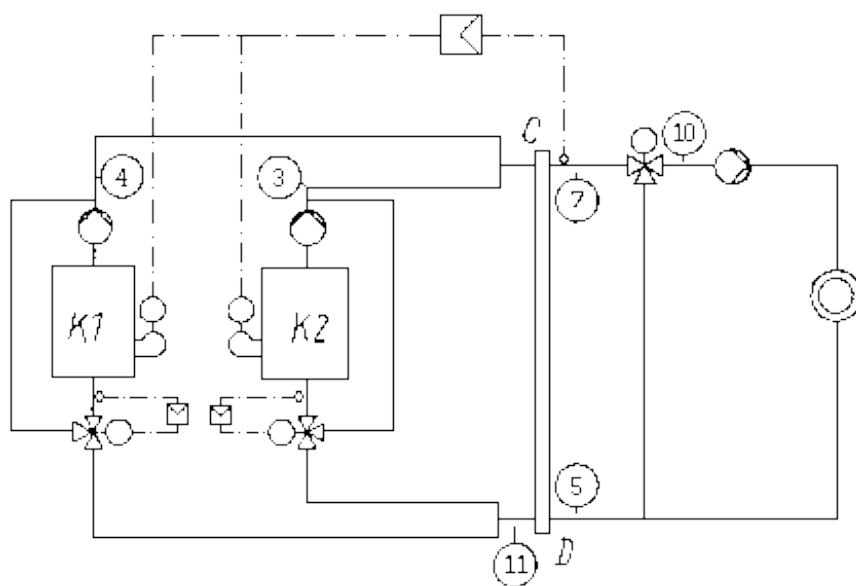
Správně navržený termohydraulický rozdělovač zabraňuje vzájemnému ovlivňování okruhů zdroje tepla a okruhu spotřebičů. Teplotní rozvrstvení teplotnosné látky zajišťuje, že v přívodním potrubí soustavy bude teplotnosná látka o maximální dosažitelné teplotě. K míchání dochází jedině v nezbytně nutné míře podle kalorimetrické rovnice [15].

Termohydraulický rozdělovač (viz obr. 6.12) není principiálně nic jiného, než předimenzovaný zkrat kotlového okruhu. Na rozdíl od zkratu v kotlovém okruhu je v THR zanedbatelný rozdíl tlaků mezi přívodem a zpátečkou. THR je dimenzován na rychlosti proudění 0,1 až 0,2 m/s při maximálním průtoku. Tlaková ztráta THR se tak zcela minimalizuje [16] [17].



Obr. 6.12 – Schéma zapojení dvou kotlů s THR [16]

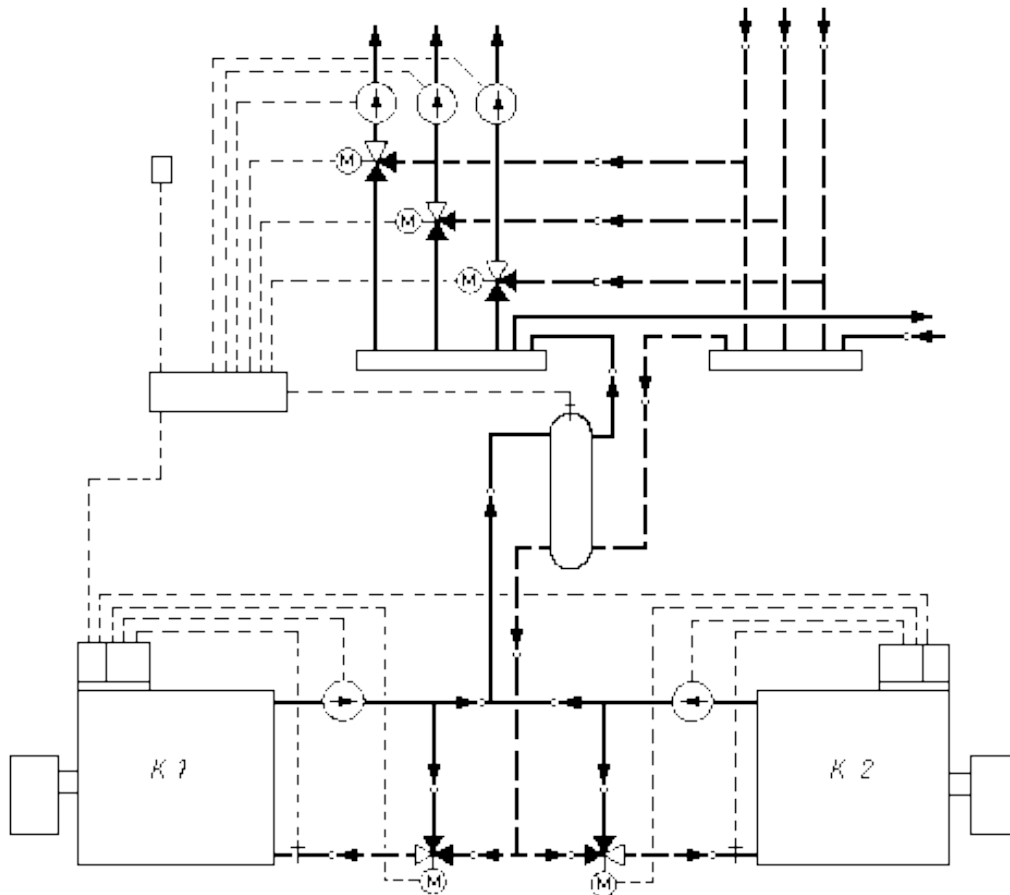
Při variantě zapojení dvou kotlů podle schématu na obr. 6.13 dostaneme konstantní průtok kotlem za všech provozních stavů. Aby každým kotlem protékalo konstantní množství, musí mít každý kotel své čerpadlo [16].



Obr. 6.13 – Schéma zapojení dvou kotlů s THR a konstantním průtokem kotlů [16]

Při "škrcení" trojcestného směšovacího ventilu či zavírání TRV v soustavě se vrací (přepouští) přebytečné množství z kotlového okruhu přes THR z bodu C do D (obr. 6.13). Obecně lze říci, že přepouštění přes THR zvyšuje teplotu zpátečky, což je pro klasický kotel výhodné vzhledem k ochraně kotle proti nízkoteplotní korozi. V případech, kde jako zdroj tepla použijeme např. tepelné čerpadlo či kondenzační kotel, je však zvyšování teploty zpátečky nevhodné [16]. Přesto můžeme nalézt u řady výrobců zdrojů tepla doporučené zapojení THR pro zajištění minimálního průtoku.

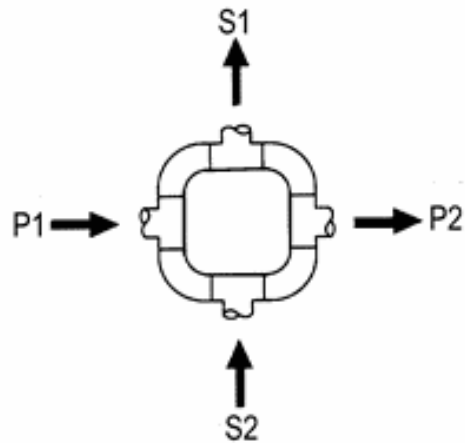
Obr. 6.14 prezentuje zapojení dvou kotlů s THR a hlídáním teploty zpátečky každého z kotlů. Toto zapojení je použitelné pro naprostou většinu soustav s více jak jedním kotlem. Musíme však dbát na požadavek, aby průtok kotlovým okruhem byl o 20 až 40 % větší, než vyžadují spotřebitelské okruhy. V případě zapojení podle obr. 6.13 to znamená předdimenzovat každé čerpadlo z hlediska průtoku o 10 až 20 %. Při poklesu potřeby tepla v sekundárních (spotřebitelských) okruzích se čerpadla elektronicky regulují směrem k menším dopravním množstvím (změnou otáček) [16].



Obr. 6.14 – Schéma zapojení dvou kotlů s THR a hlídáním teploty zpátečky každého z kotlů [16]

6.4. Hydraulické věnce

V dnešní době je již standardní využívat termohydraulický rozdělovač (THR) k optimalizaci hydraulických poměrů mezi okruhem zdroje tepla a spotřebitelskými okruhy. Ne vždy je však použití THR účelné a optimální. Jinou použitelnou variantou je aplikace hydraulického věnce (HV), který je zajímavou a cenově dostupnou alternativou [19].

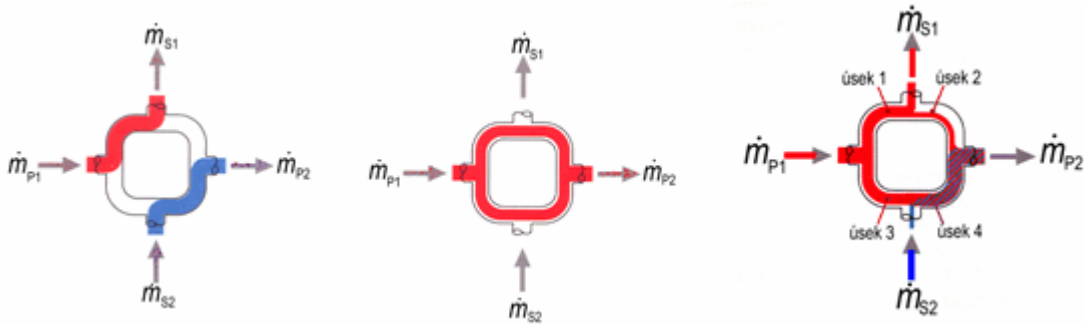


Obr. 6.15 – Pohled na hydraulický věnec – vlevo [19]

Obr. 6.16 – Principiální schéma funkce hydraulického věnce – vpravo [19]

HV představuje spojení dvou hydraulických systémů, aniž by se vzájemně významně ovlivňovaly. Praktické provedení představuje čtyři 90° oblouky (či kolena) a čtyři T-kusy konstantního průměru, vzájemně spojené se stejnou roztečí (obr. 6.15 a 6.16). Obvyklé je pravoúhlé provedení, avšak je možné, podle potřeby, zvolit i jiný úhel. Vnitřní průměr se volí stejně, jako průměr připojovacího potrubí zdroje tepla [19].

O něco náročnější, než je vlastní konstrukce, je provoz HV. Oba hydraulické okruhy napojené na HV jsou zapojeny do "kříže". Přesto, že HV poskytuje různé možnosti použití, jeho použití je především v oblasti propojení okruhu primárního (zdroje tepla) a sekundárního (otopné soustavy). Principiálně musí platit, že množství vody do HV přivedené se rovná množství vody z HV odvedenému. Vše ostatní regulují tlakové poměry v HV [19].



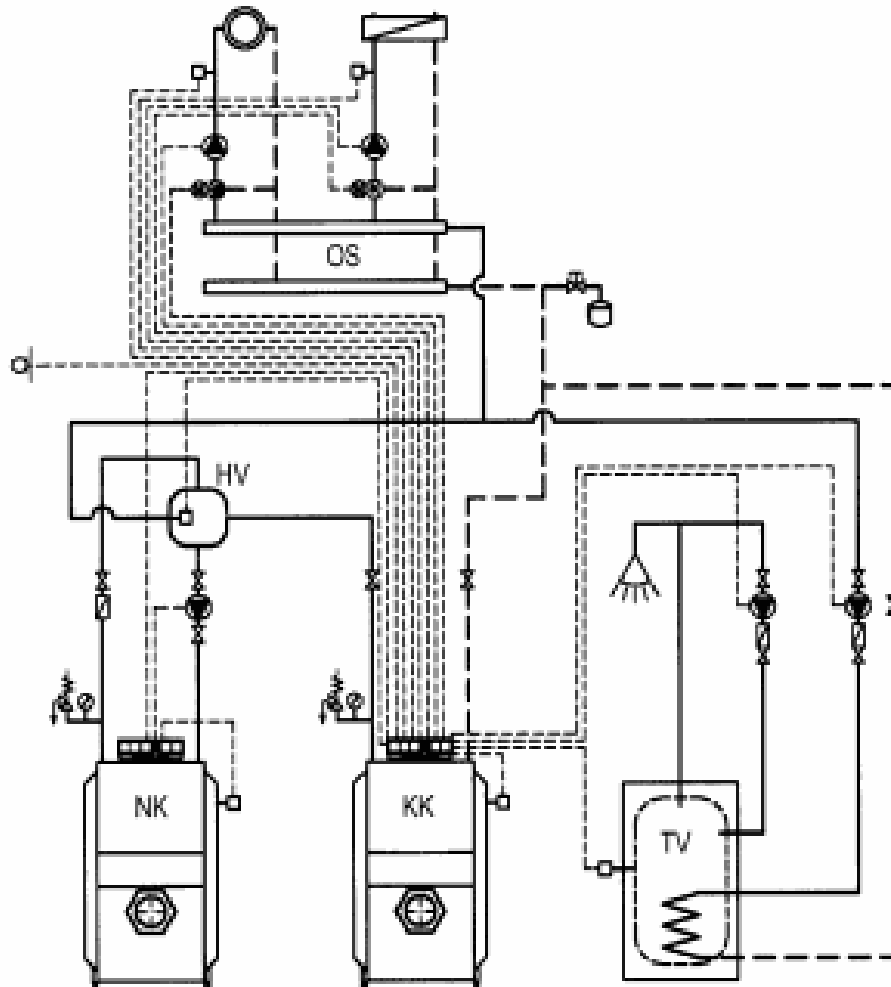
Obr. 6.17 – Principiální schéma funkce hydraulického věnce při rovnosti průtoku primárním i sekundárním okruhem – vlevo [19]

Obr. 6.18 – Principiální schéma funkce hydraulického věnce při průtoku pouze primárním okruhem – uprostřed [19]

Obr. 6.19 – Principiální schéma funkce hydraulického věnce pro větší průtok v primárním okruhu než v sekundárním okruhu teploty vratné vody za některých provozních stavů – vpravo [19]

HV je použitelný, jestliže rychlosti proudění vody a s nimi spojené tlakové ztráty HV nebudou příliš vysoké. Rovněž tak, že připojení na sekundární straně nebude vykazovat vysoké dynamické tlaky. Průměry potrubí navrhujeme tak, aby stejně jako v primárním okruhu rychlost nepřesahovala 0,6 m/s. Budou-li provozní parametry v přívodním a vratném potrubí vykazovat vysoké rychlosti, je i tak potřeba navrhovat průměry HV podle rychlosti do cca 0,9 m/s. Příkladem budiž HV DN 200 ($d_i = 206,4$ mm) se jmenovitým průtokem vody 100 m³/h a rychlostí proudění vody 0,83 m/s [19].

Jak lze v praxi použít HV ukazuje schéma na obr. 6.20, kde HV hydraulicky propojuje dva kotle řazené sériově. Kondenzační kotel (KK) pokrývá základní potřebu tepla a nízkoteplotní kotel (NK) spíná pouze pro krytí špičkové potřeby tepla. Při této variantě provozování slouží HV k hydraulickému propojení obou zdrojů tepla stejně, jako směšovací prvek, zajišťující ochranu NK zvyšováním teploty vratné vody za některých provozních stavů [19].



Obr. 6.20 – Sériové zapojení kondenzačního a nízkoteplotního kotle přes hydraulický věnec [19]

Průtok vody kondenzačním kotlem je proměnný. Jediné čerpadlo v kotlovém okruhu zajišťuje konstantní požadovaný průtok NK. To se spíná pouze při potřebě provozování NK. Pro provozní stav, kdy NK nepracuje to znamená, že tlakové ztráty KK a kotlového okruhu pokrývají oběhová čerpadla otopné soustavy. Za jmenovitých podmínek protéká oběma kotli 100% průtok. HV je tak dimenzován na jmenovitý (100%) průtok zařízením. Dvě vzájemně protilehlá připojení HV spojují otopnou soustavu a KK. Dvě zbývající připojení HV slouží pro napojení přívodní a vratné větve NK [19].

Za běžných provozních podmínek pokrývá požadovaný výkon pouze KK. Voda z KK se v HV dělí na dva stejné proudy a poté opět jako celý proud pokračuje do otopné soustavy, jako by HV ani nebyl v okruhu zařazen. Jinak to vypadá za

jmenovitého výkonu, kdy voda protéká NK a je sepnuto i jeho čerpadlo. Předehřátá voda v KK proudí do NK a poté přívodní větví HV do otopné soustavy. Výhodou sériového zapojení kotlů přes HV je zamezení průtoku vody přes nepracující NK. To umožní eliminovat tepelné ztráty průtokem teplé vody přes nepracující NK [19].

Jinou možnost představuje hydraulické propojení paralelně napojených dvou kotlů s otopnou soustavou (obr. 6.21). Prakticky jde o křížové propojení přívodní a vratné větve kotlového a spotřebitelského okruhu. Paralelní řazení kotlů má tu výhodu, že v období odstavení či klidové fáze jednoho z nich lze druhý kotel bez potíží provozovat [19].



Obr. 6.21 – Paralelní zapojení kotlů přes hydraulický věnec [19]

HV je zde přirovnatelný k funkčnímu principu čtyřcestné směšovací klapky, pouze pracuje zcela automaticky a bez technických výpadků. Při částečném vytížení může dojít, stejně jako u THR, ke zvyšování teploty vratné vody natékající do kotle. U KK to snižuje stupeň využití. Řešením pak může být napojení KK přímo na vratnou větev spotřebitelských okruhů [19].

Obecně můžeme říci, že HV lze použít všude tam, kde bychom použili THR. HV však vyžaduje o něco méně místa, poskytuje větší variabilitu umístění (např. pod strop) a izoluje se stejně, jako připojovací potrubí v kotelně [19].

7. ČERPADLA

V současné době se upřednostňují otopné soustavy s nucenou cirkulací otopné vody z důvodu lepší regulovatelnosti a zmenšení dimenze rozvodů. U centralizované výroby tepla jiný způsob prakticky ani nepřichází v úvahu.

Čerpadla používaná v otopných soustavách jsou z naprosté většiny čerpadla hydrodynamická. To znamená, že se mechanická energie nepřímo přeměňuje na potenciální hydraulickou energii. Hnací motor dodává mechanickou práci, která se z části mění na pohybovou energii kapaliny (kapalina získává určitou rychlost proudění) a následně se až ve výtlačném hrdle mění pohybová energie na energii potenciální [20].

Na rozdíl od hydrostatických čerpadel, kde se mechanická energie přeměňuje přímo v potenciální energii hydraulickou. Například pracovní element jako je píst, tlačí přímo na kapalinu v pracovním prostoru, tím ji vytlačuje a vzniká tlaková (potenciální) energie [20].

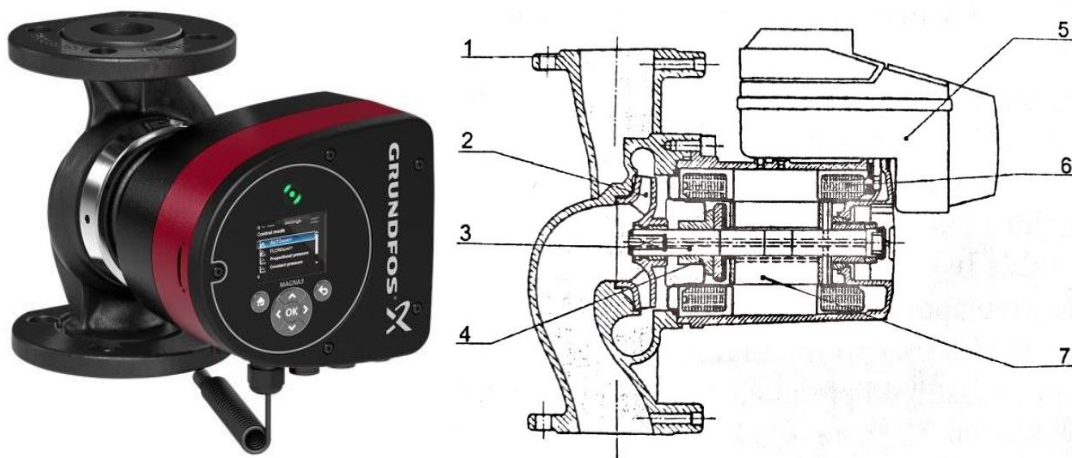
Hydrodynamická čerpadla, jsou dále dělena dle proudění kapaliny a meridiální složky výstupní rychlosti na odstředivá (radiální a diagonální), axiální, obvodová, labyrintová a kombinovaná. Z těchto čerpadel se budeme dále zabývat pouze čerpadly odstředivými [20].

7.1. Odstředivá čerpadla

Jedná se o nejpoužívanější druh čerpadel vůbec. Obecně jsou vhodná především pro čerpání málo znečištěné vody. Vyznačují se značnou rozmanitostí v konstrukčních provedeních a možných výkonech. Ve srovnání s ostatními typy čerpadel mají jednoduchou konstrukci a údržbu, dlouhou životnost při správném užívání a nízké výrobní náklady díky sériovosti. Jsou vhodné pro kontinuální provoz a nehodí se pro viskózní kapaliny. Odstředivá čerpadla mají obecně s výjimkou samonasávacích poměrně slabý sací efekt, proto je potřeba je spouštět již zavodněna. Z konstrukčního pohledu se odstředivá čerpadla navrhuje jako jednostupňová pro malé dopravní tlaky, a pro větší dopravní tlaky pak jako víceúhňová [20] [24].

7.1.1. Monobloková in-line oběhová čerpadla se zapouzdřeným rotorem

Největší počet oběhových jednostupňových čerpadel vyráběných pro malé a střední otopné soustavy představuje kompaktní bezucpávkové (hermetické) provedení in-line pro montáž do potrubí (obr. 7.1), zřídka s pohonem větším než 1 kW. In-line čerpadla pro montáž do potrubí mají ve svém tělese zabudovaný elektromotor, který má společnou osu s čerpadlem. Umisťují se přímo do přírub (nebo závitů) protilehlých kusů potrubí, které může být svislé, vodorovné i šikmé, osa elektromotoru však musí zůstat vodorovná. Tenkostěnné pouzdro z antikorozi nemagnetické oceli odděluje v motorové části rotor od statoru (obr. 7.2). Rotor je uložen v kluzných ložiskách mazaných čerpadlovou kapalinou. Kvůli této skutečnosti bývají tato čerpadla nesprávně označována pod názvem „mokroběžná“. V prostoru kotvy a ložisek musí být zaručeny tlakové a teplotní podmínky nedovolující tvoření páry, která by způsobila přehřátí a zadření ložisek [10].



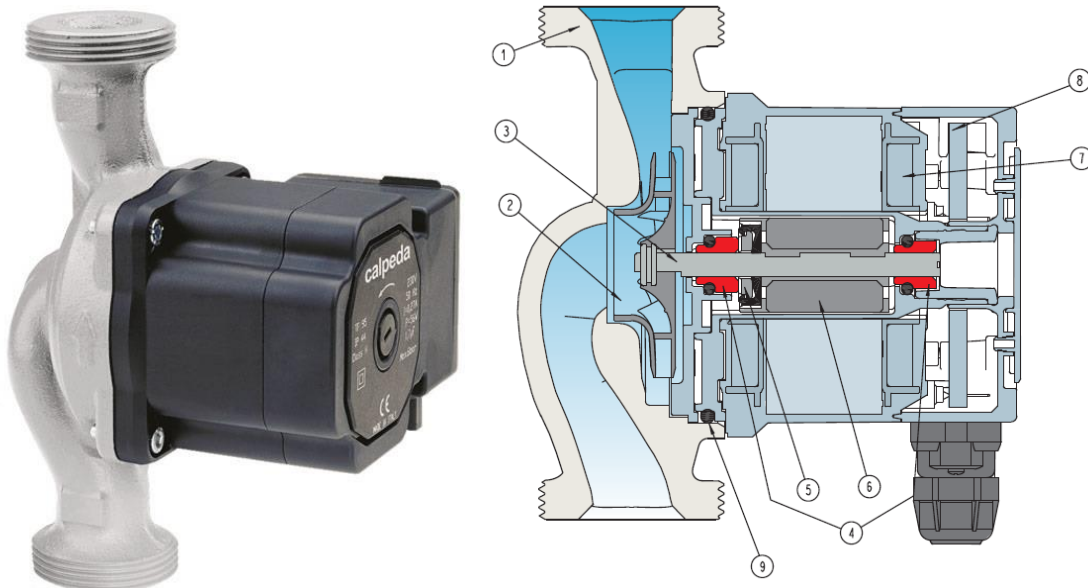
*Obr. 7.1 – Monoblokové in-line oběhové čerpadlo
se zapouzdřeným rotorem – vlevo [P24]*

*Obr. 7.2 – Konstrukce monoblokového in-line oběhového čerpadla se zapouzdřeným rotorem – vpravo; 1 – těleso čerpadla; 2 – oběžné kolo; 3 – hřídel;
4 – ložisko kluzné; 5 – svorkovnice; 6 – statorové vinutí; 7 – rotor [10]*

Provozně jsou čerpadla oblíbena proto, že nevyžadují dozor s ohledem na nulové průsaky a mají tichý chod vlivem kluzných ložisek a absence chladícího ventilátoru [10].

7.1.2. Ucpávková monobloková in-line oběhová čerpadla

Větší oběhová jednostupňová čerpadla jsou většinou koncipována jako ucpávková monobloková rovněž s in-line vstupem a výstupem pro montáž do potrubí (obr. 7.3). Tato čerpadla jsou konstruována tak, že motor je oddělen od vlastního čerpadla těsnicí ucpávkou (obr. 7.4). Kvůli této skutečnosti bývají tato čerpadla nesprávně označována jako „suchoběžná“ [10].

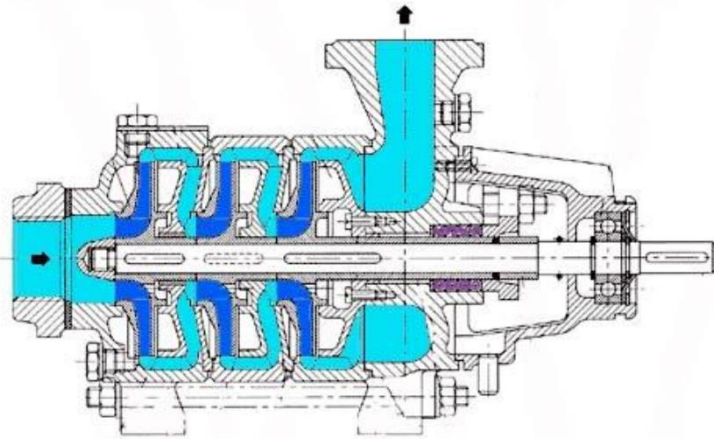


Obr. 7.3 – Ucpávkové monoblokové in-line oběhové čerpadlo – vlevo [P25]

Obr. 7.4 – Konstrukce ucpávkového monoblokového in-line oběhového čerpadla – vpravo; 1 – těleso čerpadla; 2 – oběžné kolo; 3 – hřídel; 4 – těsnění; 5 – ložisko kluzné; 6 – rotor; 7 – statorové vinutí; 8 – elektronické desky; 9 – těsnicí kroužek [P25]

7.1.3. Vícestupňová oběhová čerpadla

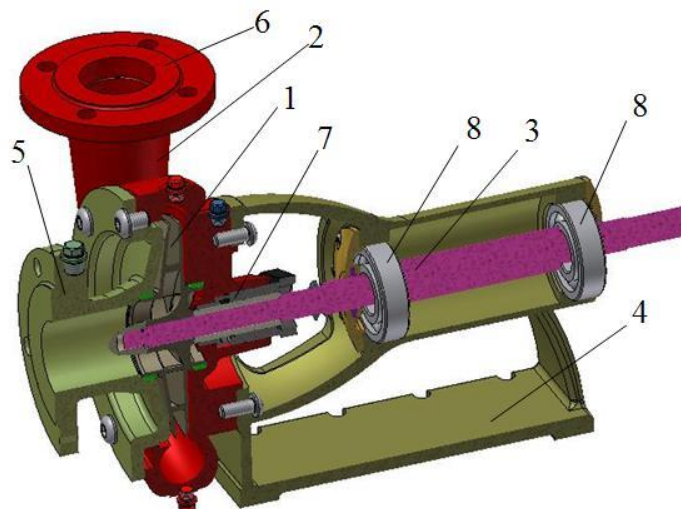
Pro větší dopravní tlaky se používají odběhová vícestupňová čerpadla s několika oběžnými koly umístěnými za sebou na společné hřídeli (obr. 7.6). Počet článků řazených za sebou se odvozuje z požadované dopravní výšky čerpadla. Podle směru sání vzhledem k ose hřídele existují provedení radiální nebo axiální, případně kombinovaná. Běžná malá čerpadla poháněná elektromotorem jsou obvykle pouze v radiálním provedení, kde sací otvor je v ose hřídele s motorem a výtlačný otvor je pak kolmo na hřídel. Tato čerpadla se používají např. v tepelných centrálách pro napájení kotlů [10] [24].



Obr. 7.6 – Vícestupňové radiální odstředivé oběhové čerpadlo [23]

7.1.4. Kozlíková oběhová čerpadla

Kozlíková čerpadla (obr. 7.7), která jsou nejuniverzálnější jsou jedinými normalizovanými čerpadly (parametry, přípojovací rozměry) podle normy ČSN EN ISO 5199, takže jsou vzájemně záměnná i od různých výrobců. Kozlíková čerpadla mají rám nebo stojan, který stojí na základu na zemi, a k němu je upevněno samostatně čerpadlo a elektromotor spojené spojku. Rám čerpadla musí být uložen pružně, rovněž mezi sací a výtlačné potrubí čerpadla musí být vloženy tlumící pružné mezikusy nebo kompenzátory, aby se zabránilo šíření vibrací a hluku. Tento typ se hodí pro velké kotelny, výtopny a teplárny [10].



Obr. 7.7 – Konstrukce kozlíkového radiálního oběhového čerpadla;
 1 – oběžné kolo; 2 – spirální skříň; 3 – hřídel; 4 – stojan kozlíkového tvaru;
 5 – sací hrdlo; 6 – výtlačné hrdlo; 7 – ucpávka; 8 – ložisko [22]

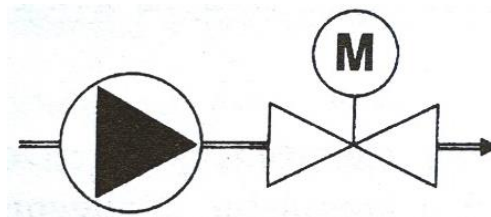
7.2. Regulace čerpadla armaturami

Regulaci dělíme do tří základních skupin, a to regulaci škrcením nebo obtokem a regulaci změnou otáček (mechanickou či elektronickou). Vzhledem k zaměření diplomové práce se tato kapitola bude věnovat pouze regulaci škrcením a obtokem, které jsou spíše regulací otopné soustavy, nežli přímou regulací čerpadla.

7.2.1. Regulace dopravního množství škrcením

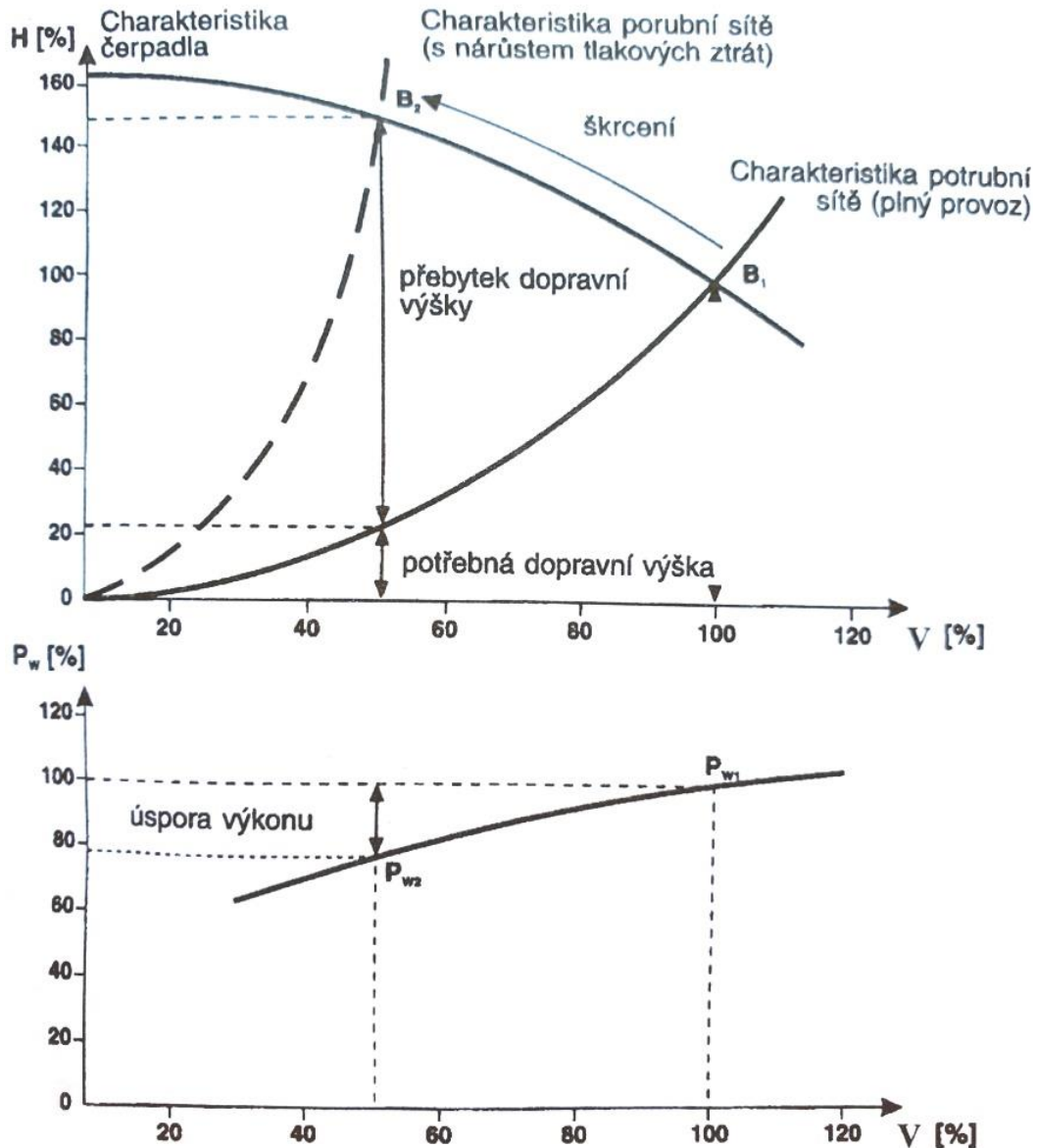
Je nejjednodušším a z hlediska pořizovacích nákladů nejlevnějším způsobem řízení průtoku. Úmyslným zvětšováním hydraulického odporu prostřednictvím škrtící armatury měníme strmost charakteristiky potrubní sítě (viz obr. 7.9). Při konstantních otáčkách čerpadla se pak pracovní bod posouvá po charakteristice čerpadla k menším hodnotám dopravního množství. Čerpadlo pracuje s vyšším dopravním tlakem, než by pro otopnou soustavu bylo potřebné. Tento přebytečný tlak se pak musí spotřebovat na škrticích a regulačních armaturách v otopné soustavě [10] [12].

Mezi výhody regulace škrcením patří především malé náklady na regulační zařízení. Regulace je vhodná pro malé výkony a malé změny průtoku, pro použití s krátkou dobou provozu, při provozu s převážně maximálním provozním zatížením a u čerpadel s plochou charakteristikou [10] [12].



Obr. 7.8 – Schéma regulace škrcením [12]

Nevýhodami regulace škrcením mohou být příliš vysoký nárůst dopravního tlaku u strmých charakteristik, špatná účinnost čerpadla a nepatrná úspora výkonu při částečném zatížení, nebezpečí vzniku hluku (při zvýšení dopravního tlaku hlavně u TRV) a nutnost použití škrtící armatury (která je mechanicky namáhána). Škrtící armatura by měla mít, pokud možno lineární charakteristiku. Použití uzavíracího ventilu pro řízení průtoku je nevhodné, neboť je účinný v malé části zdvihu těsně před uzavřením a požadovaný průtok lze obtížně nastavit [10] [12].

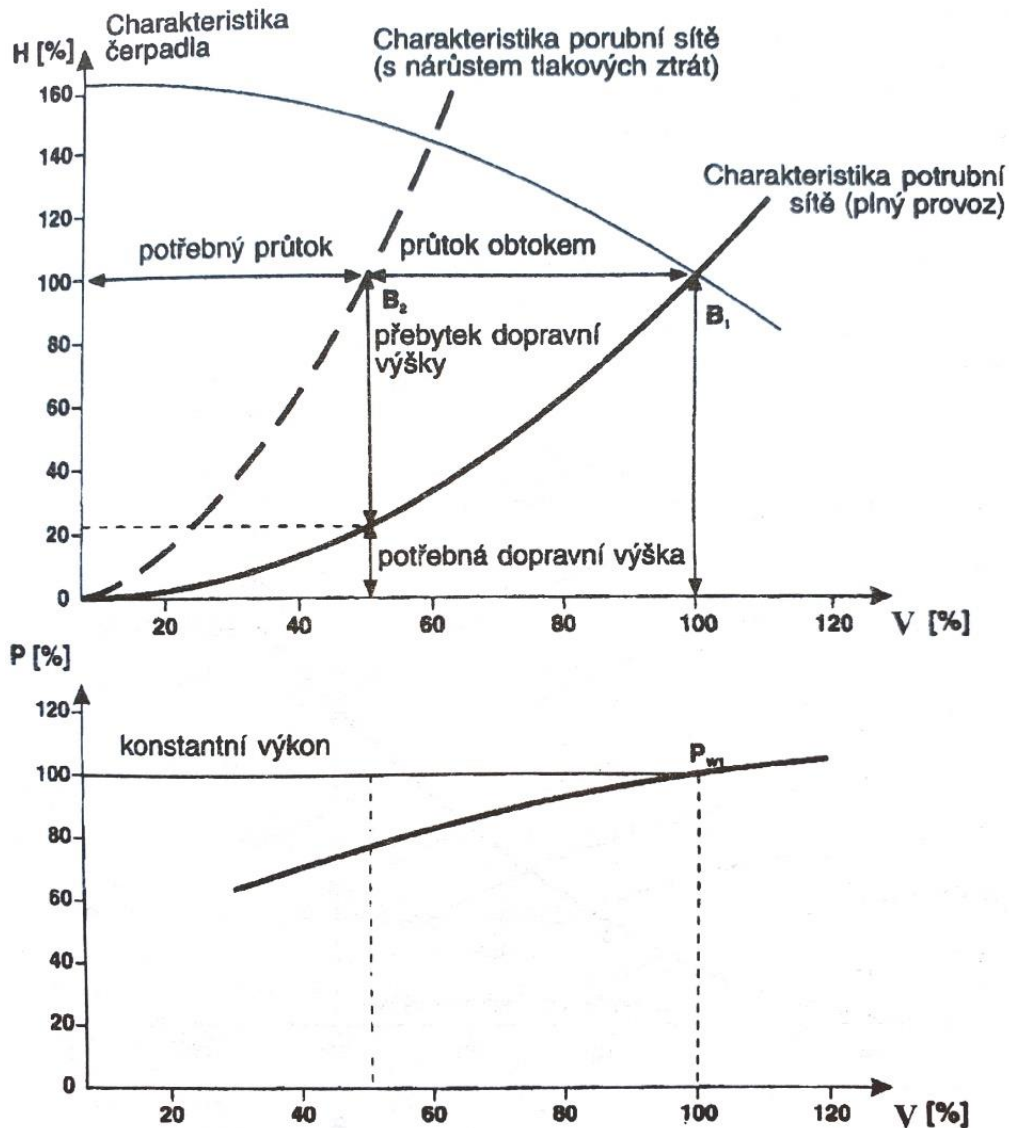


Obr. 7.9 – Dopravní a výkonová charakteristika čerpadla při regulaci škrcením [12]

7.2.2. Regulace dopravního množství obtokem

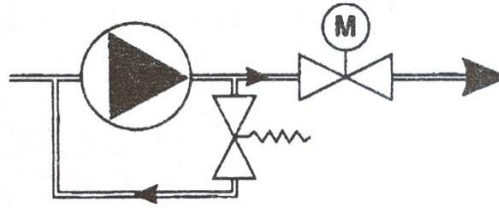
Dopravované množství čerpadlem se rozdělí na množství protékající dále do otopné soustavy a na množství protékající obtokem (by-passem) zpět před sací hrdlo čerpadla. Toto potrubí obtoku je vedeno paralelně s čerpadlem. Množství potřebné pro otopnou soustavu lze měnit změnou průtoku přes obtok, a to za pomoci regulačního ventilu umístěného za obtokem. Samotné čerpadlo tak pracuje stále se stejným pracovním bodem, tedy se stejným dopravním tlakem (viz obr. 7.10). Pracovní bod soustavy a čerpadla se však posouvá do oblasti menších průtoků, ale při stejném dopravním tlaku [10] [12].

Tento způsob řízení průtoku je výrazně ztrátový, protože jak průtok v obtoku, tak zbytečně vyrobená (zmařená) dopravní výška představují ztráty. Využívá se např. při spouštění velkých napájecích čerpadel, která se spouští s uzavřeným výtlakem. Jedná se o malý příkon při průtoku blízkém nule. Při aplikaci tohoto způsobu regulace je třeba dávat pozor na ohřívání kapaliny, která v obtoku cirkuluje, čímž je podporován vznik kavitace s nepříjemnými důsledky hluku a vibrací [10] [12].



Obr. 7.10 – Dopravní a výkonová charakteristika čerpadla při regulaci obtokem [12]

Mezi výhody regulace obtokem patří, že ani při částečném výkonu neroste dopravní tlak, v protikladu k regulaci škrcením zůstává dopravní tlak konstantní. Smysluplné použití nachází u malých dopravních tlaků s velkým dopravním množstvím, vhodné použít tam, kde převládá plný provoz [12].



Obr. 7.11 – Schéma regulace obtokem [12]

Nevýhodami regulace obtokem mohou být vyšší pořizovací náklady, energeticky nevhodná regulace průtoku např. nulové snížení výkonu (příkonu) při útlumovém provozu soustavy, kde je stále ještě přebytek dopravního tlaku [12].

7.3. Sériový a paralelní provoz čerpadel

Je nutno vymýtit názor, že při sériovém zapojení čerpadel dostáváme dvojnásobný tlak a při paralelním zapojení dvojnásobné množství. Záleží vždy na tom, v jaké oblasti charakteristiky čerpadla a potrubní sítě se nachází pracovní bod [12].

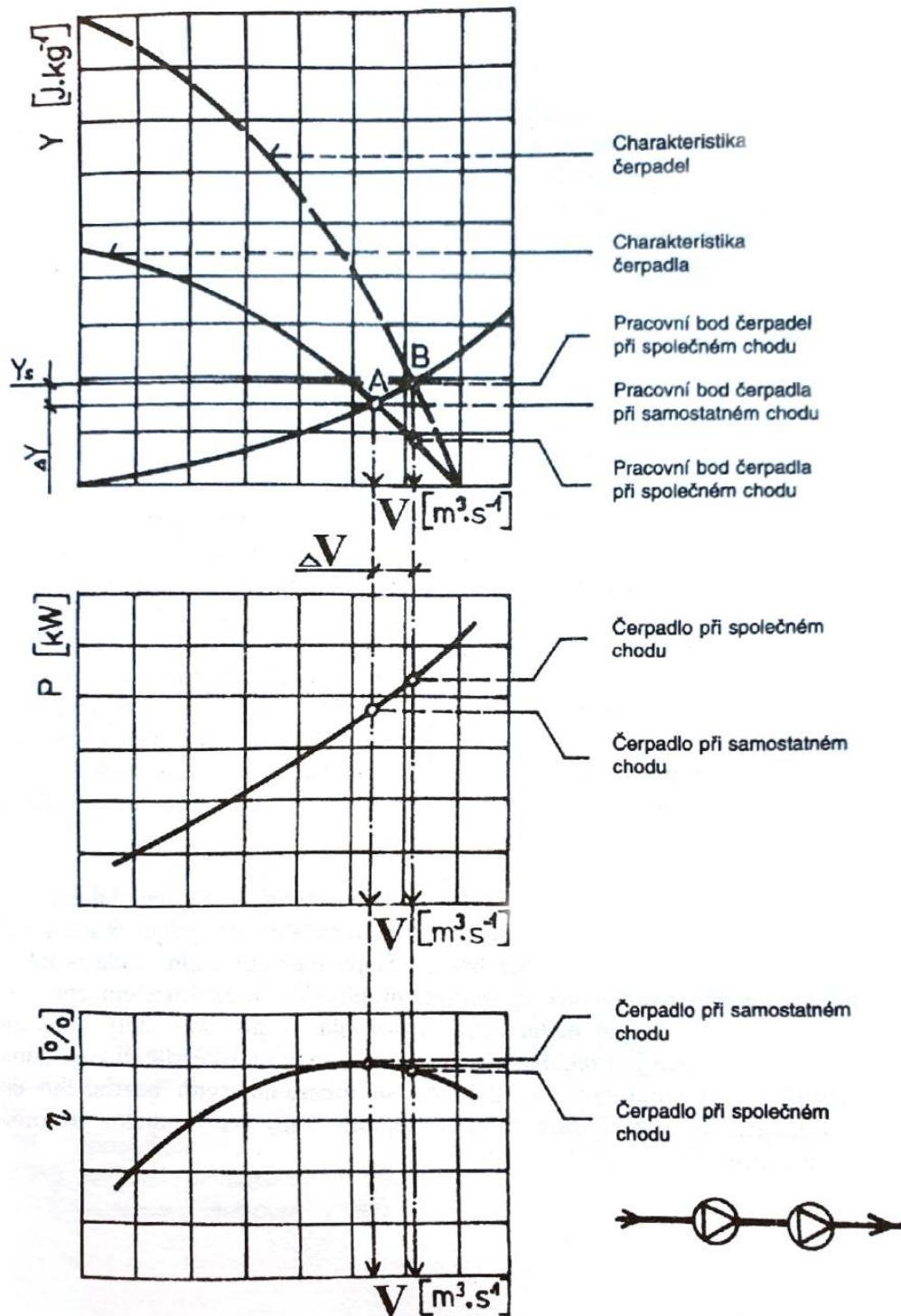
Někdy je výhodné zapojit dvě čerpadla v sériovém či paralelním chodu, a to obzvláště u větších zařízení, kde často nevystačíme s jediným pracujícím čerpadlem. Aniž si to mnohdy uvědomujeme, setkáváme se s tímto problémem u víceokruhových potrubních sítí. Příkladem je např. kotlový okruh a další jednotlivé spotřebitelské okruhy. Pracují-li čerpadla společně, pracují s novou společnou charakteristikou [12].

Oběhová čerpadla s plochými charakteristikami používáme u sítí s malým požadavkem na měrnou energii Y a velkým objemovým průtokem V , kdežto oběhová čerpadla se strmými charakteristikami používáme u potrubních sítí s požadavkem na velkou měrnou energii Y [12].

7.3.1. Sériový provoz čerpadel

Při sériovém provozu čerpadel získáme společnou charakteristiku součtem měrných energií Y při stejném objemovém průtoku V . Měrná energie při společném provozu Y_S je větší o ΔY a příkon P jednotlivého čerpadla je též vyšší viz obr. 7.12. Výsledná charakteristika je strmá, vhodná pro soustavy s většími tlakovými ztrátami a s malým průtokem [12].

Předností sériového provozu je, že se bez problému dají kombinovat čerpadla s rozdílnou dopravní výškou v závěrném bodě ($V = 0$) a s nestabilní charakteristikou. Při sériovém řazení je třeba dodržet jmenovitý tlak, na který je dimenzována skříň čerpadla. Čerpadlo s nejlepší sací schopností (nejnižší veličinou NPSH) se řadí jako první [10].

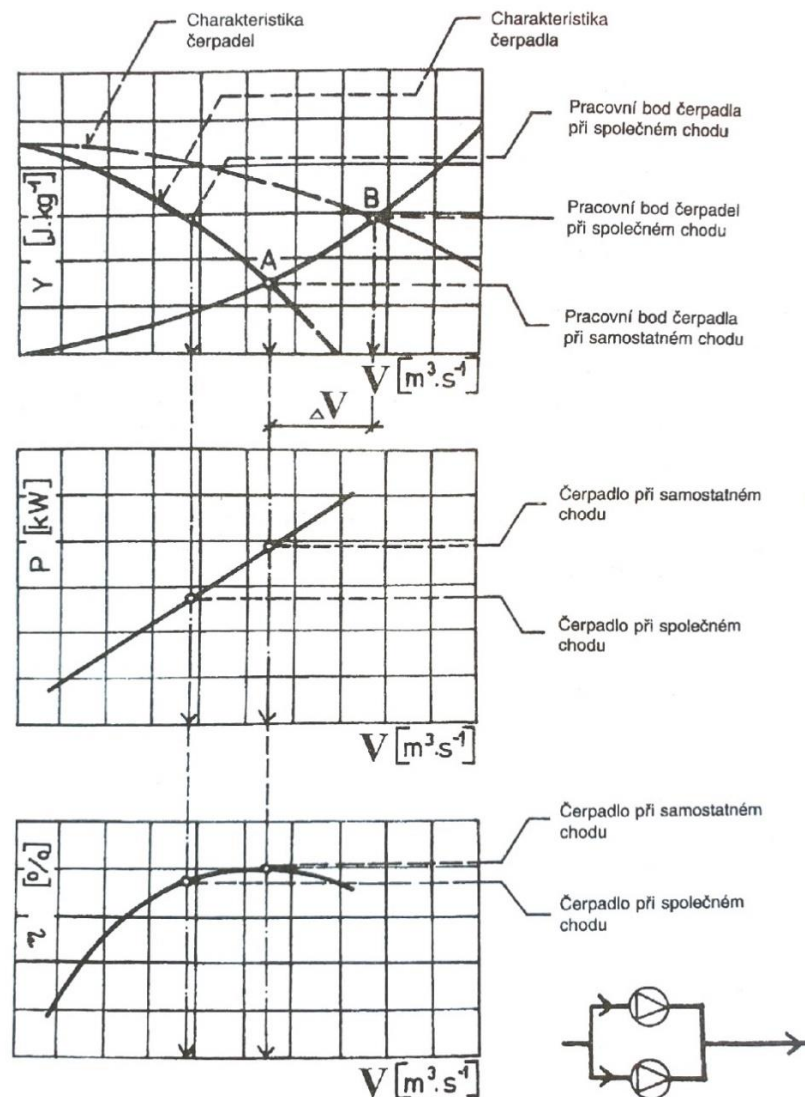


Obr. 7.12 – Sériové zapojení dvou čerpadel [12]

7.3.2. Paralelní provoz čerpadel

Při paralelním provozu čerpadel se zjišťuje společná charakteristika součtem objemových průtoků V při stejné měrné energii Y dopravovaných v časové jednotce. Objemový průtok čerpadel V_P je o ΔV větší, kdežto příkon P jednotlivého čerpadla je nižší viz obr. 7.13. Při paralelním zapojení čerpadel vzniká plochá charakteristika, která je vhodná pro soustavy s malými tlakovými ztrátami a s velkým průtokem [12].

Každé čerpadlo musí být na výtlaku opatřeno zpětným ventilem. Čerpadla pracují bezproblémově jestliže mají stabilní charakteristiku a pokud možno stejnou dopravní výšku v závěrném bodě. Větší přírůst průtoků se dosáhne při ploché charakteristice potrubního systému než při charakteristice strmé [10].

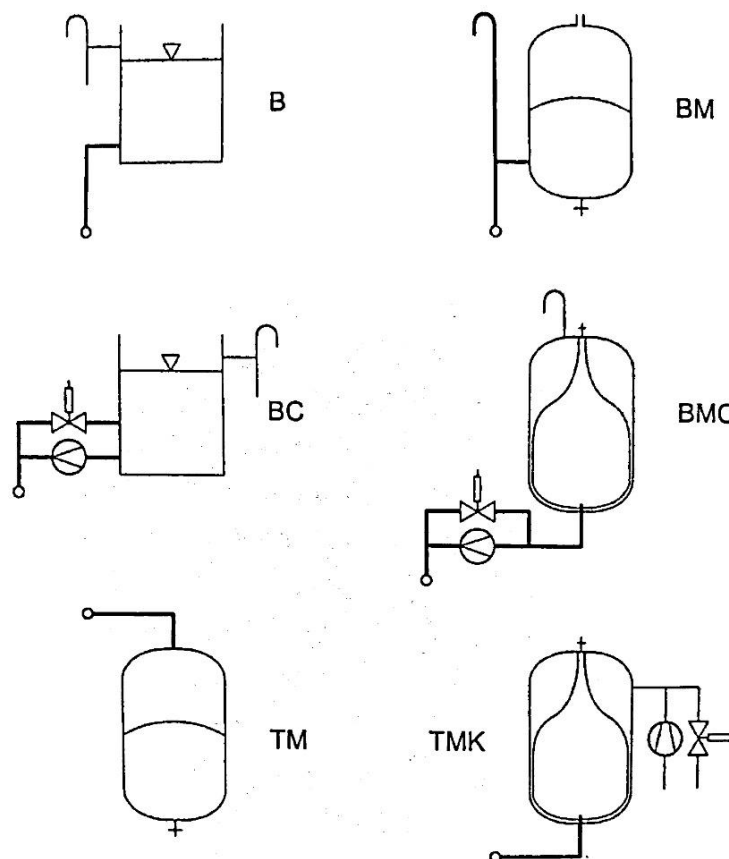


Obr. 7.13 – Paralelní zapojení dvou čerpadel [12]

8. ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Je zařízení, které zabezpečuje otopnou soustavu proti náhlým změnám teploty potažmo tlaků v rámci tepelné roztažnosti otopné vody v soustavě. V otopných soustavách tuto funkci zastávají expanzní zařízení.

Expanzní zařízení se rozdělují podle zdroje přetlaku, kterým může být hydrostatický tlak (svislé potrubí s nádobou), expanzní čerpadlo s expanzní (přepouštěcí) armaturou, nebo přetlak plynového nebo parního polštáře působícího buď přímo na vodní hladinu soustavy nebo přes membránu či vak s konstantním či proměnným množstvím plynu. Tlakové expanzní nádoby (EN) se vzduchovým polštářem bez membrány či vaku se nedoporučují [10].



Obr. 8.1 – Principy a vlastnosti expanzních zařízení;

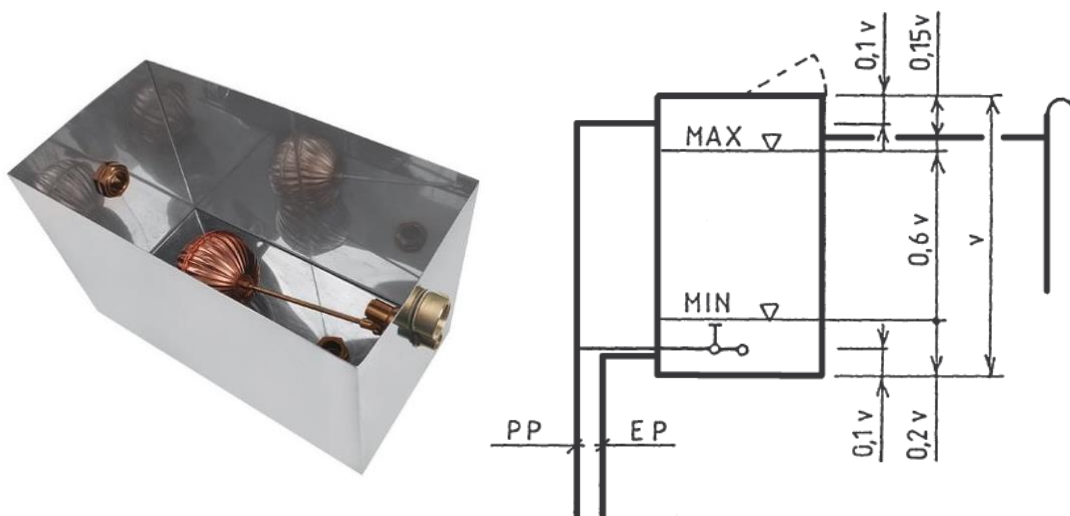
B – beztlaké; M – membránové; C – čerpadlové; K – kompresorové [10]

Typy expanzních zařízení jsou uvedeny na obr. 8.1. K určení potřebné velikosti expanzní nádoby jsou rozhodující tyto základní hodnoty [10]:

- Celkový objem vody v soustavě
- Teplota přívodní a zpětné vody, na kterou bude otopná soustava provozována
- Nejvyšší a nejnižší provozní přetlak
- Zvětšení měrného objemu vody při ohřátí z 10 °C na střední návrhovou teplotu [10]
- Otevírací přetlak PV

8.1. Otevřená expanzní nádoba

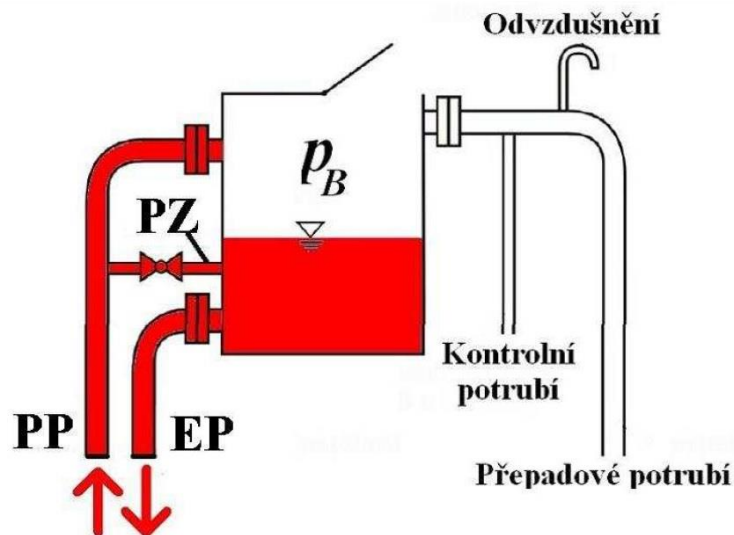
Jedná se o beztlakou otevřenou nádobu (obr. 8.2), která je umístěna na nejvyšším místě soustavy. Nádoba je trvale propojena s atmosférou přes odvzdušnění a přepad, nelze tedy zabránit vstupu vzduchu s kyslíkem do nádoby a dále do soustavy. Vlivem toho musíme řešit problém s úbytkem vody vlivem odparu a větší pravděpodobnost výskytu koroze, která ohrožuje další prvky otopné soustavy [10] [27].



Obr. 8.2 – Otevřená expanzní nádoby s plovákovým ventilem – vlevo [25]

Obr. 8.3 – Doporučené provedení otevřené expanzní nádoby – vpravo [10]

Otevřená expanzní nádoba může sloužit zároveň i jako pojistné zařízení. V případě, kdy expanzní zařízení vykonává funkci pojistného zařízení, musí být každý zdroj tepla propojen se zařízením pojistným potrubím, popř. expanzním potrubím neuzavíratelně. V případě, že expanzní potrubí vykonává funkci pojistného potrubí, vztahují se na ně všechna ustanovení pro pojistná potrubí. Jinak používání uzavíracích armatur na expanzním potrubí není zakázáno [10] [27].



Obr. 8.4 – Schémata zapojení otevřené expanzní nádoby [33]

Přepadové potrubí otevřené expanzní nádoby musí být svedeno na kontrolované místo a musí mít průměr nejméně takový jako pojistné potrubí (pokud je do nádoby zavedeno), nebo expanzní potrubí. Nádoby a expanzní potrubí (případně pojistné) je nutno chránit před zamrznutím. V současné době už je instalovaný podíl těchto expanzních nádob minimální [10] [27].

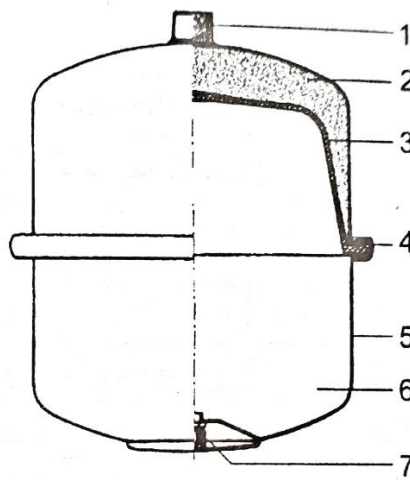
8.2. Uzavřená expanzní nádoba

Podobně i uzavřené expanzní nádoby bez membrány již v dnešní době nemají žádný význam. Dnes, kdy je tlaková expanzní nádoba s membránou standardním zařízením tepelných soustav, je tato varianta dále rozšířena o zařízení s kompresorem nebo čerpadlem [10].

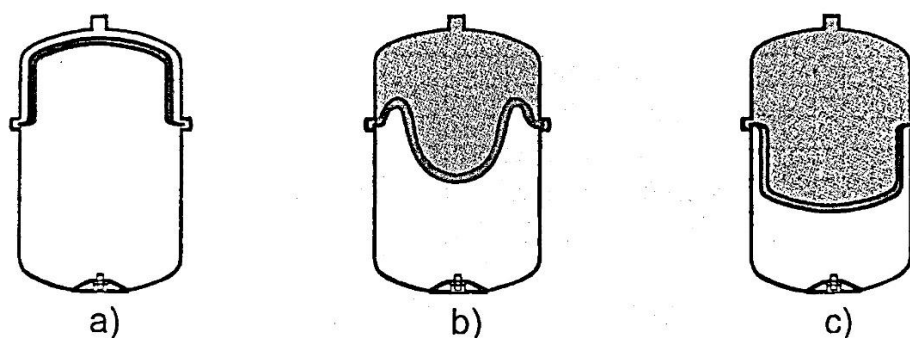
Pro montáž uzavřených expanzních nádob a dosažení co nejvíce bezchybné funkčnosti otopné soustavy je doporučeno dodržovat následující zásady. Nádoby, pojistný ventil a manometr je doporučeno instalovat, pokud možno do stejné výšky. Pojistný ventil instalovat přímo na zdroj tepla. Pojistku proti nedostatku vody je nutno instalovat u přímo vytápěných zdrojů tepla o výkonu nad 50 kW nebo u kotlů umístěných nad otopnou soustavou. Expanzní nádoba musí mít vypouštění a má být uzavíratelná od soustavy se zabezpečením proti neoprávněné manipulaci. Expanzní potrubí musí být vybaveno vypouštěním a odvzdušněním. Při instalaci je nutno zohlednit směšovací armatury [10].

8.2.1. Membránová tlaková expanzní nádoba

Tyto nádoby viz obr. 8.5, jsou složeny z ocelového pláště a membrány zhotovené např. z butyl-kaučuku, která odděluje vodní prostor od plynového prostoru. Tlak plynového polštáře by měl odpovídat nejnižšímu provoznímu přetlaku. Stoupá-li tlak v důsledku zvyšování teploty v otopné soustavě je stlačován plynový polštář. Klesá-li tlak v zařízení, vytlačuje komprimovaný plynový polštář vodu zpět do soustavy, dokud není dosaženo rovnovážného stavu viz obr. 8.6 [10].



Obr. 8.5 – Řez membránovou expanzní nádobou; 1 – přípojovací hrdlo; 2 – vodní strana; 3 – membrána; 4 – svorná objímka; 5 – ocelová stěna; 6 – strana s dusíkem; 7 – plnicí ventil pro dusík s uzavírací krytkou [10]



Obr. 8.6 – Činnost membránové expanzní nádoby; a – studený stav, membrána je přetlakem plynového polštáře přitlačena na stěny nádoby; b – při normálním provozním přetlaku, membrána reaguje na zvětšený objem vody, který stlačuje plynový polštář; c – při nejvyšším provozním přetlaku, největší objem vody stlačí plynový polštář na největší provozní přetlak [10]

Tlakové membránové expanzní nádoby (MEN) s přetlakem plynového polštáře působícího na vodní hladinu nádoby přes membránu s konstantním množstvím plynu se používají v uzavřených otopných soustavách s teplotou přírodní vody do max. 120 °C. U otopných soustav s možnou trvalou provozní teplotou nad 70 °C je nutno do expanzního potrubí předřadit ochlazovací nádobu, která zabezpečí snížení teploty expanzní vody [10].

Vývoj expanzních nádob, resp. zařízení, přinesl v posledních letech mnoho konstrukčních provedení, např. nádobu s výměnnou velkoprostorovou membránou (obr. 8.8), kdy konstrukce umožňuje v případě poškození membrány její výměnu [10].



Obr. 8.7 – Uzavřená expanzní nádoba s pevnou membránou – vlevo [28]



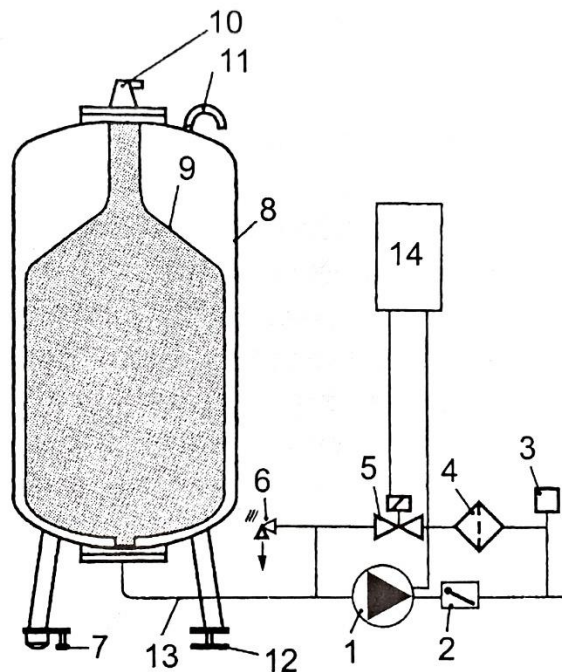
Obr. 8.8 – Uzavřená expanzní nádoba s výměnitelným vakem – vpravo [28]

Výhodou membránových expanzních nádob je fakt, že oběhová voda nepřichází přímo do kontaktu s atmosférou, vlivem toho je koroze kovových prvků soustavy značně omezena. Dále není nutná instalace těchto nádob na nejvyšší místo otopné soustavy a možnost provozu otopných zařízení s teplotami přes 100 °C [10].

Při umístování nádob s membránou či vakem je dobré brát v úvahu, že v nádobě je nutno udržovat co nejnižší teplotu vody. Mělo by být trvale omezeno teplotní zatížení membrány (max. teplota 70 °C) a zabráněno cirkulaci teplé vody v nádobě. Proto se obecně doporučuje umísťovat expanzní nádobu na zpětné potrubí [10].

8.2.2. Expanzní zařízení s čerpadlem a beztlakou nádobou

Tato zařízení (obr. 8.9) slouží k automatickému udržování tlaku v uzavřených otopných soustavách. Jsou vybavena expanzním čerpadlem, expanzní (přepouštěcí) armaturou, beztlakou nádobou s membránou či vakem, a řídicím systémem [10].

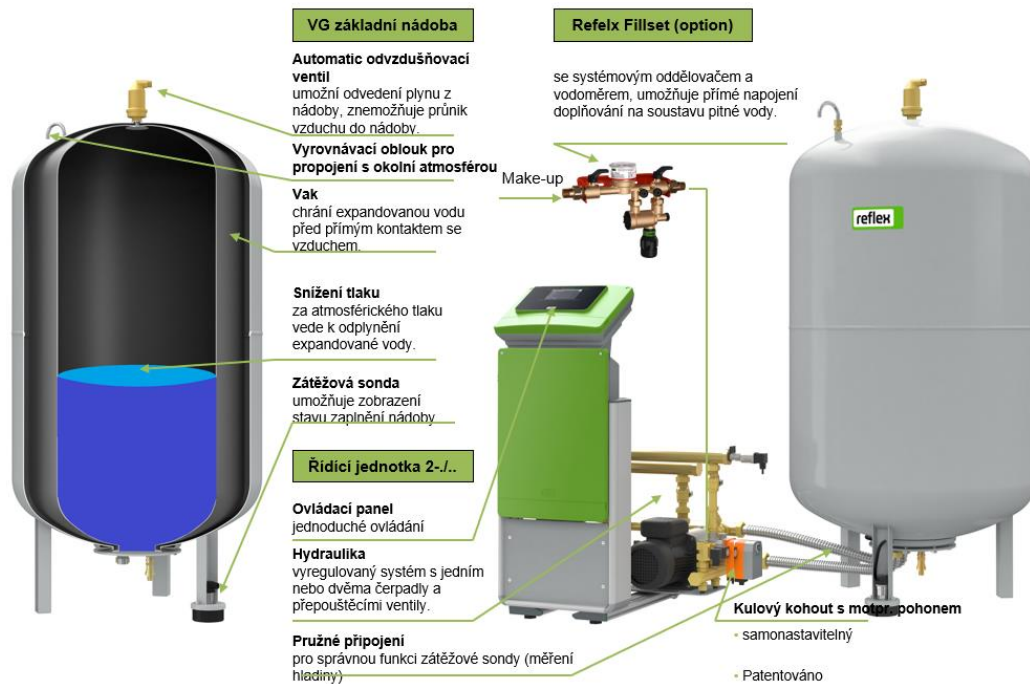


Obr. 8.9 – Expanzní zařízení s čerpadlem a beztlakou nádobou;

- 1 – čerpadlo; 2 – zpětný ventil; 3 – převodník tlaku; 4 – filtr;
 5 – elektromagnetický ventil; 6 – pojistný ventil; 7 – silové čidlo; 8 – nádoba;
 9 – membrána; 10 – odvzdušňovač na vodní straně; 11 – odvzdušnění nádoby;
 12 – nohy; 13 – vysokotlaká hadice; 14 – řízení a ovládání [10]

Při stoupací teplotě se zvětšuje objem vody v soustavě a tlak stoupá, tehdy se při dosažení nastavené spínací hodnoty otevírá přepouštěcí ventil a nechává proudit zvětšený objem vody do nádoby. Pokud tlak v soustavě klesá pod nastavenou hodnotu, čerpadlo dopraví požadované množství vody do systému [10].

Mezi výhody tohoto zařízení patří udržování minimálního kolísání tlaku v soustavě a malé nároky na prostor, kdy je velký expanzní objem zabezpečen v malém prostoru [10].

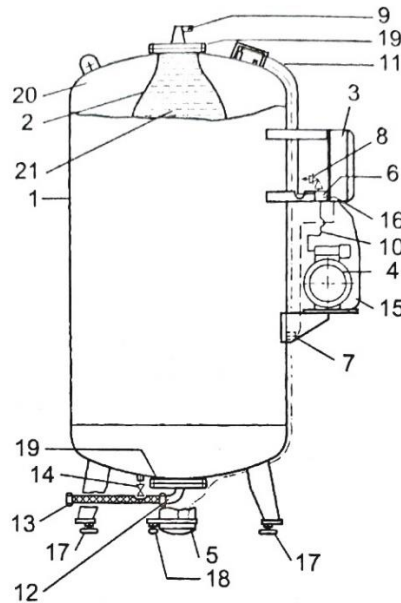


Obr. 8.10 – Čerpadlový expanzní automat [P27]

8.2.3. Expanzní zařízení s kompresorem a tlakovou nádobou

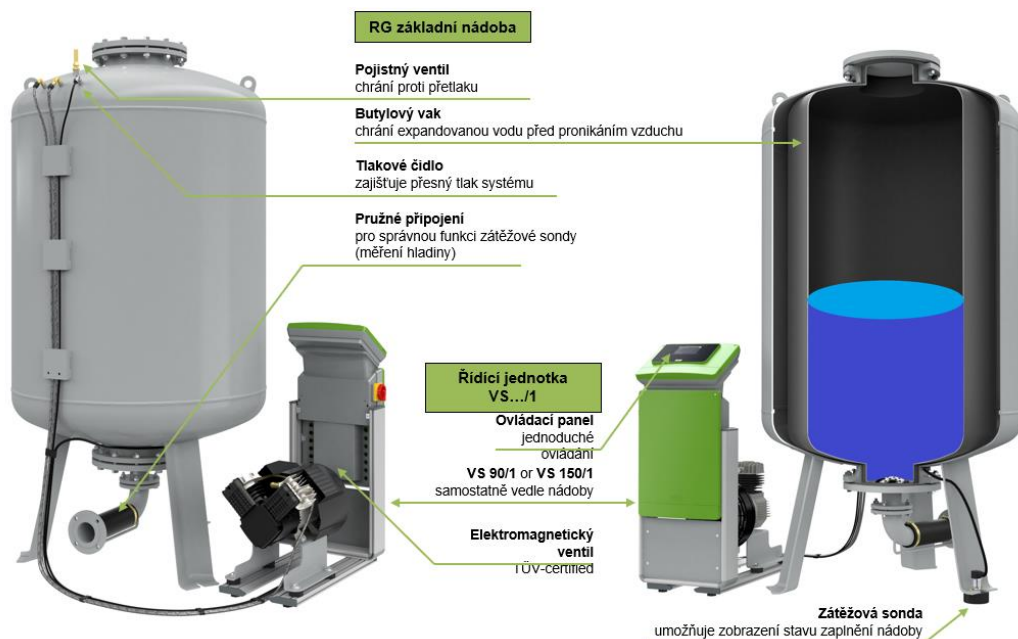
U těchto zařízení (obr. 8.11) je přetlak vzduchového polštáře s proměnným množstvím vzduchu působícího na vodní hladinu nádoby přes membránu nebo vak udržován kompresorem. Zařízení se uplatňují ve větších uzavřených otopných soustavách s teplotou přírodní vody max. do 120 °C. Uplatnění nacházejí zvláště v soustavách, u kterých je požadován nejmenší rozdíl tlaků mezi počátečním přetlakem soustavy a otevíracím přetlakem pojistného ventilu, což bývá např. při přestavbě otevřeného systému na uzavřený [10].

Při zvyšování teploty v soustavě stoupá tlak u vzduchového polštáře v nádobě. Snímač tlaku zaznamenává tlak a předává jeho hodnoty řídicí jednotce. Při překročení nastavených hodnot otevře magnetický ventil, který je spojen se vzduchovým polštářem. Zůstává tak dlouho otevřen, dokud není opět dosažena nastavená hodnota. Při obráceném postupu, při ochlazení otopné soustavy, klesá tlak v soustavě. Potom řídicí systém zapíná kompresor a zamezuje tomu, aby tlak v soustavě poklesl pod nastavenou hodnotu [10].



Obr. 8.11 – Expanzní zařízení s kompresorem a tlakovou nádobou;

- 1 – nádoba z oceli; 2 – vyměnitelná membrána; 3 – řídicí automat; 4 – kompresor;
 5 – senzor objem/tlak; 6 – magnetický ventil; 7 – sonda protržení membrány;
 8 – pojistný ventil na vzduchové straně; 9 – plovákový odvzdušňovač;
 10 – vedení pro doplňování tlaku; 11 – vedení pro měření; 12 – připojení k soustavě;
 13 – vysokotlaká hadice; 14 – vypouštěcí kohout kondenzátu; 15 – kryt kondenzátu;
 16 – připojení uzemnění; 17 – výškové nastavení; 18 – nastavovací šroub;
 19 – kontrolní příruba; 20 – vzduchový polštář; 21 – expanzní nádoba [10]



Obr. 8.12 – Kompresorový expanzní automat [P27]

9. POJISTNÁ ZAŘÍZENÍ

Pojistná zařízení jsou chápána jako zařízení, které chrání (jistí) zdroj tepla proti nedovolenému přetlaku, podtlaku, teplotě a proti nedostatku vody v soustavě. Přesně jaké náležitosti platí při osazování pojistných zařízení u zdrojů tepla, a to včetně metodiky návrhu pojistného zařízení, definuje norma ČSN EN ISO 4126 nebo ČSN 06 0830 [27] [30].

Pojistné zařízení musí být připojeno na zdroj tepla v pojistném místě. Dále musí být do pojistného místa osazen teploměr a tlakoměr, snímač teploty, případně přetlaku a nedostatku vody [27].

V pojistném místě nesmí být uzavírací armatura a zúžení potrubí. Na pojistném potrubí zdroje tepla mohou být osazeny pouze takové armatury, které za všech provozních stavů dovolují spojení zdroje tepla s pojistným zařízením či s atmosférou (např. zpětné či střídací armatury), a které mají DN stejný jako je DN pojistného potrubí. Pojistná potrubí pro několik vstupů tepla se mohou slučovat. Průměr společného potrubí musí být stanoven tak, aby pojistné potrubí přeneslo výkon daný součtem výkonů všech zdrojů tepla. Skladba pojistného zařízení jednotlivých typů zdrojů tepla je uvedena v tab. 9.1 [27].

Tab. 9.1 – Skladba pojistného zařízení [27]

| Vstup tepla | Ochrana proti překročení | |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | nejvyššího dovol. přetlaku | nejvyšší dovol. teploty |
| kotel | ano ¹⁾ | ano |
| výměník tepla | ano | ano |
| ohříváč TUV | ano | ano |
| redukční zařízení tlaku | ano | ne |
| směšovací zařízení a ejektor | ne | ano |

9.1. Ochrana proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku

Ochrana zařízení vstupu tepla, případně otopné soustavy, proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku musí být navržena tak, aby odváděla množství teplonosné látky, které by vzniklo provozem zdroje tepla bez odběru tepla, případně při dopouštění vody do soustavy. Může být provedena buď hydrostaticky, tj. sloupcem

vody v pojistném potrubí zakončeném nádobou (např. otevřenou expanzní nádobou), nebo pojistným ventilem. Je dovoleno oba způsoby kombinovat, zejména v případech, kdy hrozí nebezpečí zamrznutí. Tyto ventily bývají také označovány jako „pojišťovací“ ventily [27].

Zdroje tepla se rozřazují do čtyř skupin podle skupenství vody, které by odcházelo ze zdroje tepla a z pojistného zařízení v případě, že by zdroj pracoval bez odběru tepla. Dimenzování částí pojistného zařízení se provádí s ohledem na skupenství vody, které vystupuje z pojistného zařízení při uvedeném stavu. Zařazení zdrojů tepla do jednotlivých skupin je uvedeno v tab. 9.2. Do skupiny A patří výměníky tepla, ohřívače vody, ejektory a redukční směšovací zařízení. Do skupiny B patří kotle [27].

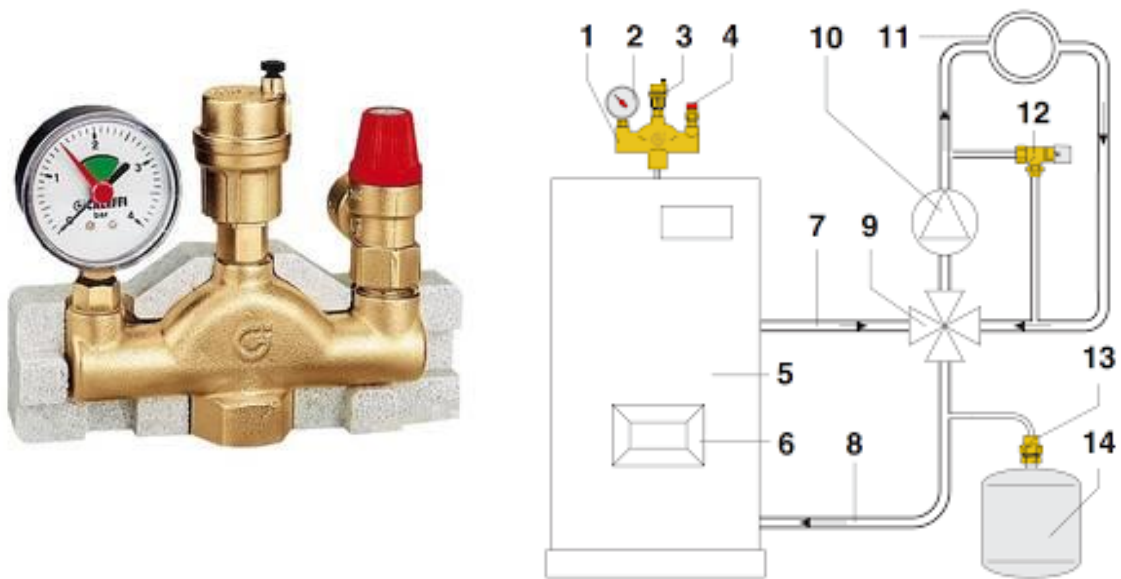
Tab. 9.2 – Skupiny zdrojů tepla; T_1 – teplota vstupu ohřívací látky; T_{2x} – teplota ohřívané vody na mezi odparu při nejvyšším dovoleném přetlaku [27]

| Vstup tepla | Var. | Teplotní interval [°C] | Vstup do PZ | Výstup z PZ |
|-------------|------|------------------------|-------------|--------------------|
| A | 1 | $T_1 < 100$ | voda | voda |
| | 2 | $100 < T_1 < t_{2x}$ | voda | směs ¹⁾ |
| | 3 | $100 < t_{2x} < T_1$ | pára | pára |
| B | – | – | pára | pára |

Každý zdroj tepla musí být vybaven alespoň jedním pojistným ventilem chránícím soustavu proti překročení nejvyššího provozního přetlaku. Jestliže není zdroj tepla dodáván s pojistným ventilem, musí být instalován v zařízení co nejbližže zdroji tepla. Při použití více pojistných ventilů musí mít nejmenší ventil kapacitu nejméně 40 % z celkového pojistného výkonu [27].

Pojistný ventil musí být navržen na celkový přetlak vzniklý v zařízení nebo jeho části, musí být v souladu s požadavky dle příslušných norem. Ventil musí otevřít při přetlaku nepřesahujícím nejvyšší návrhový přetlak soustavy a musí být navržen tak, aby nejvyšší provozní přetlak nebyl překročen o více než 10 %. Ventil by měl být namontován tak, aby tlaková ztráta v přívodním potrubí nepřekročila 3 % a tlaková ztráta ve výfukovém potrubí byla nižší než 10 % nastaveného pojistného ventilu [27].

Pokud pojistný ventil není v úrovni manometrické roviny, musí být otevírací přetlak pojistného ventilu upraven o tlakový rozdíl daný rozdílem výšek mezi polohou pojistného ventilu a manometrické roviny [27].



Obr. 9.1 – Bezpečnostní pojistná skupina – vlevo [P29]

Obr. 9.2 – Doporučené schéma zapojení pojistné skupiny – vpravo;

1 – bezpečnostní pojistná skupina; 2 – manometr; 3 – automatický odvzdušňovací ventil; 4 – bezpečnostní pojistný ventil; 5 – zdroj tepla; 6 – hořák; 7 – přívodní potrubí; 8 – vratné potrubí; 9 – čtyřcestný směšovací ventil; 10 – oběhové čerpadlo; 11 – otopná soustava; 12 – diferenční ventil; 13 – bezpečnostní uzávěr expanzní nádoby; 14 – membránová expanzní nádoba [P29]

U pojistného potrubí za pojistným ventilem nesmí být zmenšován vnitřní průměr. Pojistné ventily musí být umístěny v přípustném místě, a to buď na zdroji tepla nebo v jeho těsné blízkosti na výstupním potrubí ze zdroje tepla. Vhodnou montáží je nutno zajistit odvod uvolněné teplonosné látky pojistným ventilem bezpečně pro okolí, přičemž voda by měla být v bezpečné vzdálenosti svedena trubkou pojistného ventilu do odvodnění [27].

Zvláštní opatření se uplatní u zdrojů tepla se jmenovitým tepelným výkonem vyšším než 300 kW. Výfukové potrubí pojistného ventilu musí mít odlučovač vody a páry v těsné blízkosti ventilu a výfukové parní potrubí vedoucí do ovzduší. Odlučovače vody a páry nejsou nutné osazovat tehdy, je-li každý zdroj tepla vybaven dodatečným omezovačem teploty a dodatečným omezovačem tlaku. Každý zdroj tepla se jmenovitým výkonem vyšším než 300 kW musí být vybaven bezpečnostním omezovačem tlaku. Není-li zdroj tepla vybaven omezovačem tlaku výrobcem, musí být zařízení namontováno do soustavy v těsné blízkosti zdroje tepla. Jestliže provozní

přetlak v soustavě překročí daný mezní přetlak, nebo v případě přerušení dodávky pomocné energie, omezovač přetlaku musí uzavřít dodávku paliva nebo tepla a nesmí umožnit automatické obnovení provozu. Tlakový omezovač musí být nastaven tak, aby byl uveden do činnosti dříve než pojistné ventily. Soustavy zásobované z výměníků tepla nemusí mít omezovače přetlaku [27].

9.2. Ochrana proti překročení dovolené teploty

Každý zdroj tepla musí být vybaven bezpečnostním omezovačem teploty včetně zvláštního čidla, které reaguje na překročení stanovené mezní teploty. Jestliže zdroj tepla není vybaven bezpečnostním omezovačem teploty výrobcem, instaluje se toto zařízení do výstupního potrubí co nejbližší ke zdroji tepla. Ochrana zdroje tepla a soustavy proti překročení dovolené teploty musí pracovat tak, aby při překročení dovolené teploty byla automaticky odstavena dodávka energie od zdroje tepla [36].

Pro zdroje skupiny A platí tento požadavek i při ztrátě elektrického napětí. Obnovení dodávky energie může být obnoveno až po zásahu obsluhy [36].

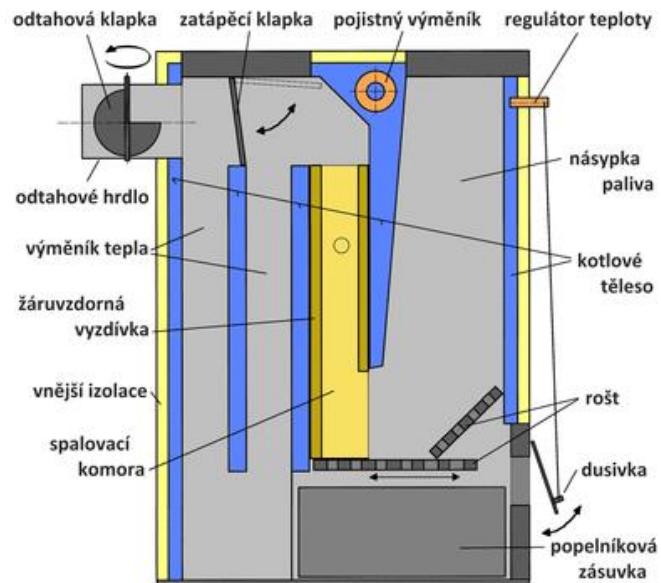
Aby nebyla překročena dovolená teploty vody, musí být dodržena následující doporučení [36]:

U výměníků tepla a ohřivačů vody nepřímo vytápěných parou o přetlaku vyšším než 70 kPa nebo horkou vodou a u směšovacího zařízení instalováno automatické omezovací zařízení, které prostřednictvím uzávěru na přívodním potrubí ohřivací látky uzavře při překročení dovolené teploty další přívod tepla [36].

U vodních automatických kotlů na pevná paliva musí být instalováno automatické omezovací zařízení, které při překročení dovolené teploty samočinně vypne pohon roštů a vzduchových i spalínových ventilátorů [36].

Vodní kotle, na pevná paliva s ruční obsluhou a s oběhovými čerpadly musí mít tato čerpadla osazena na zpátečce a musí být vybaveny dusívkou napojenou na regulátor tahu nebo zařízením, které odstaví umělý přívod spalovacího vzduchu [36].

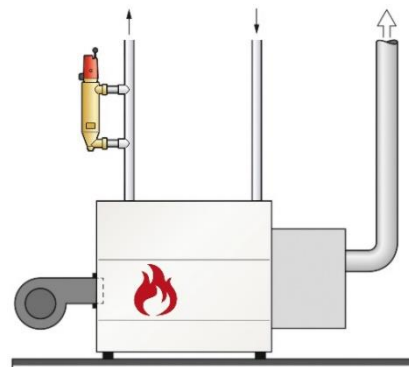
U ostatních kotlů musí být instalováno omezovací zařízení, které při překročení dovolené teploty přeruší přívod paliva nebo energie [36].



Obr. 9.3 – Teplovodní kotel na pevná paliva s regulátorem teploty v podobě regulace tahu pomocí dusivek pro „příškrvení“ přísávání spalovacího vzduchu [29]

9.3. Ochrana proti nedostatku vody

Vodní kotle o jmenovitém výkonu nad 50 kW nebo ty, které jsou umístěné nad soustavou, musí být vybaveny pojistným zařízením proti nedostatku vody, které automaticky signalizuje pokles vodní hladiny nebo průtoku pod stanovenou mez do místa trvalé obsluhy či dozoru a uzavírá přívod energie do kotle. Obnovení provozu je možné až po ručním zásahu [10] [27].



Obr. 9.4 – Plováková pojistka proti nedostatku vody – vlevo [P28]

Obr. 9.5 – Doporučené schéma umístění pojistky – vpravo [P28]

10. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo provedení rešerše, obsahující nejčastěji používané armatury v otopných soustavách, se zaměřením na jejich umístování. Tohoto cíle jsem se snažil dosáhnout vytvořením přehledného a systémového rozdělení armatur podle jejich funkce a umístění. Aby bylo možné doporučit umístění jakékoliv armatury, bylo nejprve klíčové získat teoretické znalosti týkající se převážně funkčních a konstrukčních vlastností armatur, které jsou v této práci obsáhlé.

Informace o konstrukčních a funkčních vlastnostech, které jsem nabyl z dostupných písemných a elektronických zdrojů, se tedy staly základním kamenem pro tuto diplomovou práci. Po nastínění základních vlastností dílčích armatur následovalo porovnání typových zapojení a doporučených zapojení od různých výrobců armatur. Na základě nabytých informací, byla kriticky posouzena a doporučena vhodná umístění armatur v otopných soustavách.

Problémem ovšem je, že každá otopná soustava má rozdílné parametry a na každou otopnou soustavu jsou nárokovány i jiné požadavky. Nelze tedy předpokládat, že všechna doporučená umístění a schémata, budou aplikovatelná ve všech reálných případech. A právě proto si myslím, že je důležité mít povědomí o konstrukčních a funkčních řešeních jednotlivých armatur, se schopností vyhodnotit vhodnost jejich použití.

Pro tento účel, bylo praktickou součástí diplomové práce vytvořit v přehledné formě podklad, který by měl sloužit například studentům, či projektantům. Jako formu tohoto podkladu jsem zvolil jakési „obsahové schéma“, obsahující informace a poznatky z rešeršní části diplomové práce. Toto grafické schéma v podobě velkoplošného plakátu, zobrazuje názorné umístění funkčních armatur, spolu s jejich klíčovými informacemi. Informace jsou případně doplněné odkazem na rešeršní část diplomové práce s obsáhlejším popisem dané problematiky. Tento podklad byl vytvořen pomocí programu Adobe Photoshop CS6 a je dostupný v příloze pod označením [P34].

11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] POSPÍŠIL, František. Závitová a šroubová spojení. 1. vyd. Praha: SNTL, 1968, 263 s.
- [2] Portál tlakinfo.cz [online]. Závitové spoje potrubí [cit. 2005-12-16]. Dostupné z: <http://www.tlakinfo.cz/t.py?t=2&i=1059>
- [3] LABOUTKA, Karel. SUCHÁNEK, Tomáš. Oborový informační portál TZB-info [online]. Porovnání světlostí DN [mm] a světlostí v palcích ["]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/14-porovnani-svetlosti-dn-mm-a-svetlosti-v-palcich>
- [4] DUFKA, Jaroslav. Oborový informační portál TZB-info [online]. Odplyňování otopných soustav [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-vytapani/15488-odplynovani-otopnych-soustav>
- [5] Stránky prodejce instarjbc.cz [online]. Dostupné z: <https://www.instarjbc.cz/ivar/termostaticky-ventil-primy-dvouregulacni-s-prednastavenim-vd-2101-n-ivar.html>
- [6] Provádění topenářských a instalatérských prací. Brno: Cech topenářů a instalatérů, 1997. 217 s. (Příručky pro mistrovské zkoušky)
- [7] KORADO, a.s. Oborový informační portál TZB-info [online]. Teplo pro Vás, aneb... pár rad pro výměnu článkových otopných těles [cit. 2005-08-11]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/2830-teplo-pro-vas-aneb-par-rad-pro-vymenu-clankovych-otopnych-teles>
- [8] HEČKO, Radim. Oborový informační portál TZB-info [online]. Změna přívodu a zpátečky [cit. 2011-06-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/potrubi-a-armatury/7588-zamena-privodu-a-zpatecky>
- [9] VRÁNA, Jakub a kolektiv. Technická zařízení budov. Grada, 2007, 330 s.
- [10] BAŠTA, Jiří. Topenářská příručka: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě. Svazek 1. Praha: GAS, 2001, 1122 s.
- [11] <https://triker.cz/p-166004122160/Soupe-v-3040/>
- [12] BAŠTA, Jiří. Hydraulika a řízení otopných soustav. Praha: ČVUT, 2003, 252 s.
- [13] LUPTÁK, Ladislav a ŠMARDA, Lubomír. Učební text pro obor Instalatér, 2. ročník [online]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/176/02.html>

- [14] FISCHER, Petr. Oborový informační portál TZB-info [online]. Materiálové porovnání otopných soustav [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/15127-materialove-porovnani-otopnych-soustav>
- [15] Honeywell příručka [online]. Termohydraulický rozdělovač. Dostupné z: <http://home.tiscali.cz/cz447703/honeywell/thr.htm>
- [16] BAŠTA, Jiří. Oborový informační portál TZB-info [online]. Termohydraulický rozdělovač. [cit. 2000-09-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/12499-termohydraulicky-rozdelovac>
- [17] BAŠTA, Jiří. Oborový informační portál TZB-info [online]. Termohydraulický rozdělovač II. [cit. 2000-10-17]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/345-termohydraulicky-rozdelovac-ii>
- [18] AFRISO spol. s.r.o. Oborový informační portál topenářství instalace [online]. Termohydraulický rozdělovač BLH (anuloid) 70 kW [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <http://www.topin.cz/clanky/termohydraulicky-rozdelovac-blh-anuloid-70-kw-detail-6280>
- [19] BAŠTA, Jiří. Oborový informační portál TZB-info [online]. Napojení zdroje tepla přes termohydraulický rozdělovač nebo hydraulický věnec. [cit. 2007-10-08]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/4399-napojeni-zdroje-tepla-pres-termohydraulicky-rozdelovac-nebo-hydraulicky-venec>
- [20] ZAVILA, Ondřej. Učební prezentace VŠB TU Ostrava [online]. Čerpadla. Dostupné z: <https://docplayer.cz/7115249-Cerpadla-ing-ondrej-zavila-ph-d.html>
- [21] RYČL, Luboš. Portál strojní-projektant.webnode.cz [online]. Druhy čerpadel [cit. 2018-06-10]. Dostupné z: <https://strojni-projektant.webnode.cz/1/druhy-čerpadel/>
- [22] Učební prezentace SPŠS Olomouc [online]. Druhy čerpadel [cit. 2018-06-10]. Dostupné z: <http://www.spssol.cz/rsimages/DIGI1/html/cad/Odst%C5%99ediv%C3%A1%20%C4%8Derpadla/Modul.html>
- [23] Portál strojarna.webnode.cz [online]. Čerpadla. Dostupné z: <http://files.strojarna.webnode.cz/200000054-69e606ae11/%C4%8Cerpadla.pdf>
- [24] VOJÁČEK, Antonín. Portál automatizace.hw.cz [online]. Principy průmyslových čerpadel – 4.díl – odstředivá čerpadla [cit. 2011-02-09]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovyh-čerpadel-4dil-odstrediva-čerpadla>

- [25] Portál cs.roskanat.info [online]. Expanzní nádrž pro topný systém. Dostupné z: <https://cs.roskanat.info/1140-expansion-tank-for-heating-system.html>
- [26] BAŠTA, Jiří. Topenářská příručka: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě. Svazek 2. Praha: GAS, 2001, 1272 s.
- [27] VALENTA, Vladimír. Topenářská příručka 3. Praha: ČSTZ, 2007, 378 s.
- [28] FOREJTEK, Jaroslav. Oborový informační portál TZB-info [online]. Expanzní systémy. [cit. 2005-04-28]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/2486-expanzni-systemy>
- [29] LYČKA, Zdeněk. Oborový informační portál TZB-info [online]. Základní pojmy a definice k tématu teplovodní kotle na pevná paliva. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9767-zakladni-pojmy-a-definice-k-tematu-teplovodni-kotle-na-pevna-paliva>
- [30] VAVŘIČKA, Roman. VRÁNA, Jakub. Oborový informační portál topenářství instalace [online]. Předpisy pro instalaci pojistného ventilu [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <http://www.topin.cz/clanky/predpisy-pro-instalaci-pojistneho-ventilu-detail-5947>
- [31] <http://runtohear.org/pic/>
- [32] KOTRBATÝ, Miroslav. HOJER, Ondřej. Oborový informační portál TZB-info [online]. Předávací stanice tepla ve vodních soustavách CZT (I). [cit. 2008-05-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/4848-predavaci-stanice-tepla-ve-vodnich-soustavach-czt-i>
- [33] KOTRBATÝ, Miroslav. HOJER, Ondřej. Oborový informační portál TZB-info [online]. Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (X). [cit. 2006-10-16]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3591-vytapani-prumyslovych-a-velkoprostorovych-objektu-x>
- [34] KOTRBATÝ, Miroslav. Hospodaření teplem v průmyslu. Praha: ČSTZ, 2009, 266 s.
- [35] Stránky výrobce ejektorů BAELZ [online]. Dostupné z: <https://www.baelz.de/en/company/baelz-brands/baelz-hydrodynamicr/?type=0>
- [36] Učební prezentace ČVUT Praha [online]. Zabezpečovací zařízení vodních otopných soustav. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/podklady/vyt/zabezpec.htm>

12. SEZNAM OBRÁZKŮ

| | | |
|-----------|--|----|
| Obr. 2.1 | Vlastnosti a označení trubkový závitů | 13 |
| Obr. 2.2 | Rp/R závit pro spoje těsnící na závitech | 14 |
| Obr. 2.3 | G/G závit pro spoje netěsnící na závitech | 14 |
| Obr. 2.4 | Šroubení s kovovým těsněním | 16 |
| Obr. 2.5 | Šroubení s vloženým plochým těsněním | 16 |
| Obr. 2.6 | Šroubení se svěrným kroužkem | 16 |
| Obr. 2.7 | Svěrný spoj s měkkým těsněním | 16 |
| Obr. 2.8 | Šroubení se svěrným kroužkem a nátrubkem | 16 |
| Obr. 3.1 | Ručně ovládaný odvzdušňovací ventil | 17 |
| Obr. 3.2 | Automatický plovákový odvzdušňovací ventil | 18 |
| Obr. 3.3 | Automatický hygroskopický odvzdušňovací ventil | 19 |
| Obr. 3.4 | Automatický hygroskopický odvzdušňovací ventil | 19 |
| Obr. 3.5 | Armatura Tri-Bloc | 20 |
| Obr. 3.6 | Odvzdušňovací ventil Spirotop | 20 |
| Obr. 3.7 | Odvzdušňovací ventil s trojcestným kohoutem | 21 |
| Obr. 3.8 | Dvouregulační kohout rohový | 22 |
| Obr. 3.9 | Dvouregulační kohout přímý | 22 |
| Obr. 3.10 | Dvouregulační kohout přímý | 22 |
| Obr. 3.11 | Dvouregulační ventil axiální | 23 |
| Obr. 3.12 | Dvouregulační ventil rohový, osazen termostatickou hlavicí | 24 |
| Obr. 3.13 | Regulační uzavíratelné šroubení přímé | 25 |
| Obr. 3.14 | Regulační uzavíratelné šroubení rohové | 25 |
| Obr. 3.15 | Jednobodová dvoucestná armatura pro spodní napojení | 26 |
| Obr. 3.16 | Jednobodová čtyřcestná armatura pro spodní napojení | 26 |
| Obr. 3.17 | Jednobodová dvoucestná armatura pro boční napojení | 26 |
| Obr. 3.18 | Jednobodová čtyřcestná armatura pro boční napojení | 26 |
| Obr. 3.19 | Jednobodová armatura pro boční připojení s by-passem | 27 |
| Obr. 3.20 | Schéma napojení připojovací soupravy | 28 |
| Obr. 3.21 | Připojovací souprava pro boční napojení | 29 |
| Obr. 3.22 | Varianty spodního napojení OT typu VK | 30 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Obr. 3.23 | Horizontální otopná soustava | 30 |
| Obr. 3.24 | Dvojitý kompaktní H-ventil s variantami svěrných šroubení | 31 |
| Obr. 3.25 | Dvojitý kompaktní H-ventil | 31 |
| Obr. 4.1 | Schéma konstrukcí armatur | 32 |
| Obr. 4.2 | Stavební délky armatur | 32 |
| Obr. 4.3 | Uzavírací ventil | 33 |
| Obr. 4.4 | Uzavírací ventil | 34 |
| Obr. 4.5 | Ventil šoupátkového typu | 34 |
| Obr. 4.6 | Kulový kohout závitový | 35 |
| Obr. 4.7 | Kulový kohout přímý, závitový | 36 |
| Obr. 4.8 | Kulový kohout přivařovací | 37 |
| Obr. 4.9 | Uzavírací šoupátko | 38 |
| Obr. 4.10 | Uzavírací klínové šoupátko přímé | 39 |
| Obr. 4.11 | Schéma klapky centrické | 40 |
| Obr. 4.12 | Schéma klapky | 41 |
| Obr. 4.13 | Uzavírací mezipřírubová centrická klapka | 42 |
| Obr. 4.14 | Řez uzavírací mezipřírubovou centrickou klapkou | 42 |
| Obr. 4.15 | Zpětná přírubová dvojitě excentrická klapka | 43 |
| Obr. 4.16 | Zpětná závitová vodorovná dvojitě excentrická klapka | 43 |
| Obr. 4.17 | Zpětný přivařovací ventil | 44 |
| Obr. 4.18 | Zpětný závitový ventil | 44 |
| Obr. 4.19 | Kulový kohout se zabudovanou zpětnou kuželkou | 45 |
| Obr. 4.20 | Schéma otopné soustavy s jedním zdrojem tepla a dvěma rozdílnými sekundárními okruhy | 45 |
| Obr. 4.21 | Schéma otopné soustavy se dvěma zdroji tepla a různými typy sekundárních okruhů | 46 |
| Obr. 4.22 | Řez redukčním ventilem | 48 |
| Obr. 4.23 | Pístový redukční ventil | 48 |
| Obr. 4.24 | Doporučené zapojení redukčního ventilu | 49 |
| Obr. 4.25 | Stoupačkový škrťací regulátor tlakové difference | 50 |
| Obr. 4.26 | Přepouštěcí regulátor tlakové difference | 50 |
| Obr. 4.27 | Osazení škrťacího regulátoru tlakové difference | 50 |
| Obr. 4.28 | Obecná typická charakteristika RTD | 51 |
| Obr. 4.29 | Osazení škrťacího regulátoru tlakové difference | 52 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Obr. 4.30 | Osazení přepouštěcího regulátoru tlakové diference | 52 |
| Obr. 4.31 | Přepouštěcí ventil PV (přepouštěcí RTD) instalovaný k ochraně jedné větve v soustavě | 53 |
| Obr. 4.32 | Přepouštěcí ventil PV u nástěnného plynového kotle | 54 |
| Obr. 4.33 | Přepouštění obtokem čerpadla | 54 |
| Obr. 4.34 | Srovnání zapojení regulátoru průtoku | 54 |
| Obr. 4.35 | Automatický regulátor objemového průtoku | 55 |
| Obr. 4.36 | Regulace průtoku svislých rozvodů s využitím ROP | 55 |
| Obr. 4.37 | ROP v zapojení jako RTD s omezením průtoku | 56 |
| Obr. 4.38 | Seřizovací armatura závitová | 57 |
| Obr. 4.39 | Seřizovací armatura přírubová | 57 |
| Obr. 4.40 | Seřizovací armatura s průtokoměrem a kulovými kohouty | 58 |
| Obr. 4.41 | Seřizovací armatura s průtokoměrem a by-passem s pojistkou | 58 |
| Obr. 4.42 | Plastový U kompenzátor | 59 |
| Obr. 4.43 | Plastová kompenzační smyčka | 59 |
| Obr. 4.44 | Pryžový kompenzátor přírubový | 59 |
| Obr. 4.45 | Pryžový kompenzátor se šroubením | 60 |
| Obr. 4.46 | Rozdílné vnitřní průměry přírub | 60 |
| Obr. 4.47 | Druhy deformací pryžového kompenzátoru | 60 |
| Obr. 4.48 | Kompenzátor s vnějším výztužným prstencem | 61 |
| Obr. 4.49 | Uložení potrubního úseku | 61 |
| Obr. 4.50 | Filtr | 63 |
| Obr. 4.51 | Filtr s odkalením | 63 |
| Obr. 4.52 | Filtr velkoplošný | 63 |
| Obr. 4.53 | Filtr samočisticí | 63 |
| Obr. 4.54 | Filtr průhledný | 64 |
| Obr. 4.55 | Odstředivý odlučovač | 64 |
| Obr. 4.56 | Kalník | 64 |
| Obr. 4.57 | Odstředivý odlučovač s magnetem a vypouštěním | 65 |
| Obr. 4.58 | Doporučené osazení odlučovače | 65 |
| Obr. 4.59 | Odstředivý odlučovač | 65 |
| Obr. 4.60 | Ventil odkalovací | 66 |
| Obr. 4.61 | Ventil odkalovací nožní | 66 |
| Obr. 4.62 | Odvaděč vzduchu s výplní | 67 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Obr. 4.63 | Výplň pro odvaděče vzduchu | 68 |
| Obr. 4.64 | Odvaděč vzduchu odstředivý | 68 |
| Obr. 4.65 | Odvaděč vzduchu do svislého potrubí | 68 |
| Obr. 4.66 | Odvzdušňovač do článkového tělesa | 69 |
| Obr. 4.67 | Odvzdušňovač do hrdla | 69 |
| Obr. 4.68 | Způsoby odvádění vzduchu z potrubí | 70 |
| Obr. 5.1 | Trojcestný regulační směšovací ventil | 72 |
| Obr. 5.2 | Trojcestný regulační rozdělovací ventil | 72 |
| Obr. 5.3 | Schéma trojcestné regulační směšovací armatury | 72 |
| Obr. 5.4 | Schémata umístění trojcestného ventilu | 73 |
| Obr. 5.5 | Schéma tlakově závislého připojení trojcestného směšovacího ventilu na přívodu v topárenských soustavách | 74 |
| Obr. 5.6 | Schéma tlakově závislého připojení trojcestného rozdělovacího ventilu na zpátece v topárenských soustavách | 74 |
| Obr. 5.7 | Schéma tlakově závislého připojení trojcestného rozdělovacího ventilu na přívodu ve vytopených soustavách | 74 |
| Obr. 5.8 | Schéma tlakově závislého připojení trojcestného směšovacího ventilu na zpátece ve vytopených soustavách | 74 |
| Obr. 5.9 | Schéma čtyřcestné regulační armatury | 75 |
| Obr. 5.10 | Funkce čtyřcestné regulační armatury | 76 |
| Obr. 5.11 | Čtyřcestná směšovací motýlková klapka | 77 |
| Obr. 5.12 | Čtyřcestný směšovací ventil | 77 |
| Obr. 5.13 | Schéma tlakově závislého připojení čtyřcestné směšovací klapky ve vytopených soustavách | 78 |
| Obr. 5.14 | Podélný řez směšovacím ejektorem | 78 |
| Obr. 5.15 | Řez regulovatelnou dýzou | 79 |
| Obr. 5.16 | Schéma osazení ejektoru do soustavy | 79 |
| Obr. 5.17 | Regulovatelný vodní ejektor s grafem objemových a tlakových poměrů | 80 |
| Obr. 5.18 | Schéma tlakově závislého připojení regulovatelného ejektoru v topárenských soustavách | 80 |
| Obr. 6.1 | Sestava patrového modulového plastového rozdělovače a sběrače | 81 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Obr. 6.2 | Schéma zapojení sestavy patrového rozdělovače s mísicí sadou, ekvitermní regulací a pokojovými termostaty pro systém stěnového vytápění | 82 |
| Obr. 6.3 | Sestava patrového kompaktního nerezového rozdělovače s regulační řídicí jednotkou, servopohony a skříní do zdi | 83 |
| Obr. 6.4 | Horizontální závitový rozdělovač pro 2 otopné okruhy | 84 |
| Obr. 6.5 | Horizontální přírubový rozdělovač pro 2 otopné okruhy | 84 |
| Obr. 6.6 | Schéma zapojení horizontálního rozdělovače s čerpadlovou skupinou pro 3 otopné okruhy | 84 |
| Obr. 6.7 | Termohydraulický rozdělovač se dvěma okruhy | 85 |
| Obr. 6.8 | Konstrukční modely uspořádání THR | 85 |
| Obr. 6.9 | Schéma zapojení jednoho kotle s THR | 85 |
| Obr. 6.10 | Schéma návrhu THR podle pravidla 3d | 86 |
| Obr. 6.11 | Schéma pohlčení průtoku při nerovnováze mezi primárním a sekundárním okruhem | 86 |
| Obr. 6.12 | Schéma zapojení dvou kotlů s THR | 87 |
| Obr. 6.13 | Schéma zapojení dvou kotlů s THR a konstantním průtokem kotlů | 87 |
| Obr. 6.14 | Schéma zapojení dvou kotlů s THR a hlídáním teploty zpátečky každého z kotlů | 88 |
| Obr. 6.15 | Pohled na hydraulický věnec | 89 |
| Obr. 6.16 | Principiální schéma funkce hydraulického věnce | 89 |
| Obr. 6.17 | Principiální schéma funkce hydraulického věnce při rovnosti průtoku primárním i sekundárním okruhem | 90 |
| Obr. 6.18 | Principiální schéma funkce hydraulického věnce při průtoku pouze primárním okruhem | 90 |
| Obr. 6.19 | Principiální schéma funkce hydraulického věnce pro větší průtok v primárním okruhu než v sekundárním okruhu teploty vratné vody za některých provozních stavů | 90 |
| Obr. 6.20 | Sériové zapojení kondenzačního a nízkoteplotního kotle přes hydraulický věnec | 91 |
| Obr. 6.21 | Paralelní zapojení kotlů přes hydraulický věnec | 92 |
| Obr. 7.1 | Monoblokové in-line oběhové čerpadlo se zapouzdřeným rotorem | 94 |
| Obr. 7.2 | Konstrukce monoblokového in-line oběhového čerpadla se zapouzdřeným rotorem | 94 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Obr. 7.3 | Ucpávkové monoblokové in-line oběhové čerpadlo | 95 |
| Obr. 7.4 | Konstrukce ucpávkového monoblokového in-line oběhového čerpadla | 95 |
| Obr. 7.5 | Vícetupňové radiální odstředivé oběhové čerpadlo | 96 |
| Obr. 7.6 | Konstrukce kozlíkového radiálního oběhového čerpadla | 96 |
| Obr. 7.7 | Schéma regulace škrcením | 97 |
| Obr. 7.8 | Dopravní a výkonová charakteristika čerpadla při regulaci škrcením ... | 98 |
| Obr. 7.9 | Dopravní a výkonová charakteristika čerpadla při regulaci obtokem | 99 |
| Obr. 7.10 | Schéma regulace obtokem | 100 |
| Obr. 7.11 | Sériové zapojení dvou čerpadel | 101 |
| Obr. 7.12 | Paralelní zapojení dvou čerpadel | 102 |
| Obr. 8.1 | Principy a vlastnosti expanzních zařízení | 103 |
| Obr. 8.2 | Otevřená expanzní nádoby s plovákovým ventilem | 104 |
| Obr. 8.3 | Doporučené provedení otevřené expanzní nádoby | 104 |
| Obr. 8.4 | Schémata zapojení otevřené expanzní nádoby | 105 |
| Obr. 8.5 | Řez membránovou expanzní nádobou | 106 |
| Obr. 8.6 | Činnost membránové expanzní nádoby | 106 |
| Obr. 8.7 | Uzavřená expanzní nádoba s pevnou membránou | 107 |
| Obr. 8.8 | Uzavřená expanzní nádoba s vyměnitelným vakem | 107 |
| Obr. 8.9 | Expanzní zařízení s čerpadlem a beztlakou nádobou | 108 |
| Obr. 8.10 | Čerpadlový expanzní automat | 109 |
| Obr. 8.11 | Expanzní zařízení s kompresorem a tlakovou nádobou | 110 |
| Obr. 8.12 | Kompresorový expanzní automat | 110 |
| Obr. 9.1 | Bezpečnostní pojistná skupina | 113 |
| Obr. 9.2 | Doporučené schéma zapojení pojistné skupiny | 113 |
| Obr. 9.3 | Teplovodní kotel na pevná paliva s regulátorem teploty v podobě regulace tahu pomocí dusivek pro „přiškrcení“ přísávání spalovacího vzduchu | 115 |
| Obr. 9.4 | Plováková pojistka proti nedostatku vody | 115 |
| Obr. 9.5 | Doporučené schéma umístění pojistky | 115 |

13. SEZNAM TABULEK

| | | |
|----------|--|-----|
| Tab. 2.1 | Tabulka porovnání světlostí DN [mm] a světlostí v palcích ["]..... | 12 |
| Tab. 4.1 | Přehled regulačních armatur a jejich pohonů | 47 |
| Tab. 4.2 | Základní vlastnosti pryžových kompenzátorů | 60 |
| Tab. 9.1 | Skladba pojistného zařízení | 111 |
| Tab. 9.2 | Skupiny zdrojů tepla | 112 |

14. SEZNAM PŘÍLOH

| Označení | Typ | Název |
|----------|--------------------|---------------|
| [P1] | výuková prezentace | SŠST |
| [P2] | technický list | CALEFFI |
| [P3] | technický list | Myjava |
| [P4] | technický list | Myjava |
| [P5] | výuková prezentace | SŠST |
| [P6] | technický list | IVAR CS |
| [P7] | technický list | IMI HEIMEIER |
| [P8] | technický list | GIACOMINI |
| [P9] | technický list | KORADO, RADIK |
| [P10] | technický list | GIACOMINI |
| [P11] | technický list | IMI HEIMEIER |
| [P12] | technický list | CALEFFI |
| [P13] | technický list | CIMBERIO |
| [P14] | technický list | KSB |
| [P15] | technický list | FV Plast |
| [P16] | technický list | CALEFFI |
| [P17] | technický list | CALEFFI |
| [P18] | technický list | DeZURIK |
| [P19] | technický list | VARIO THERM |

| | | |
|-------|--------------------|---------------------|
| [P20] | technický list | UPONOR |
| [P21] | technický list | TOP HEAT |
| [P22] | technický list | IVAR CS |
| [P23] | technický list | GIACOMINI |
| [P24] | technický list | GRUNDFOS |
| [P25] | technický list | calpeda |
| [P26] | technický list | calpeda |
| [P27] | školící prezentace | REFLEX |
| [P28] | technický list | Regulus |
| [P29] | technický list | IVAR CS |
| [P30] | technický list | ARMATURY Group |
| [P31] | technický list | TIEMME |
| [P32] | technický list | CALEFFI |
| [P33] | výuková prezentace | ČVUT |
| [P34] | Obsahové schéma | Umíst'ování armatur |