



Energetický audit a certifikácia budov

Energeticky úsporné opatrenia – vykurovanie budov

prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.

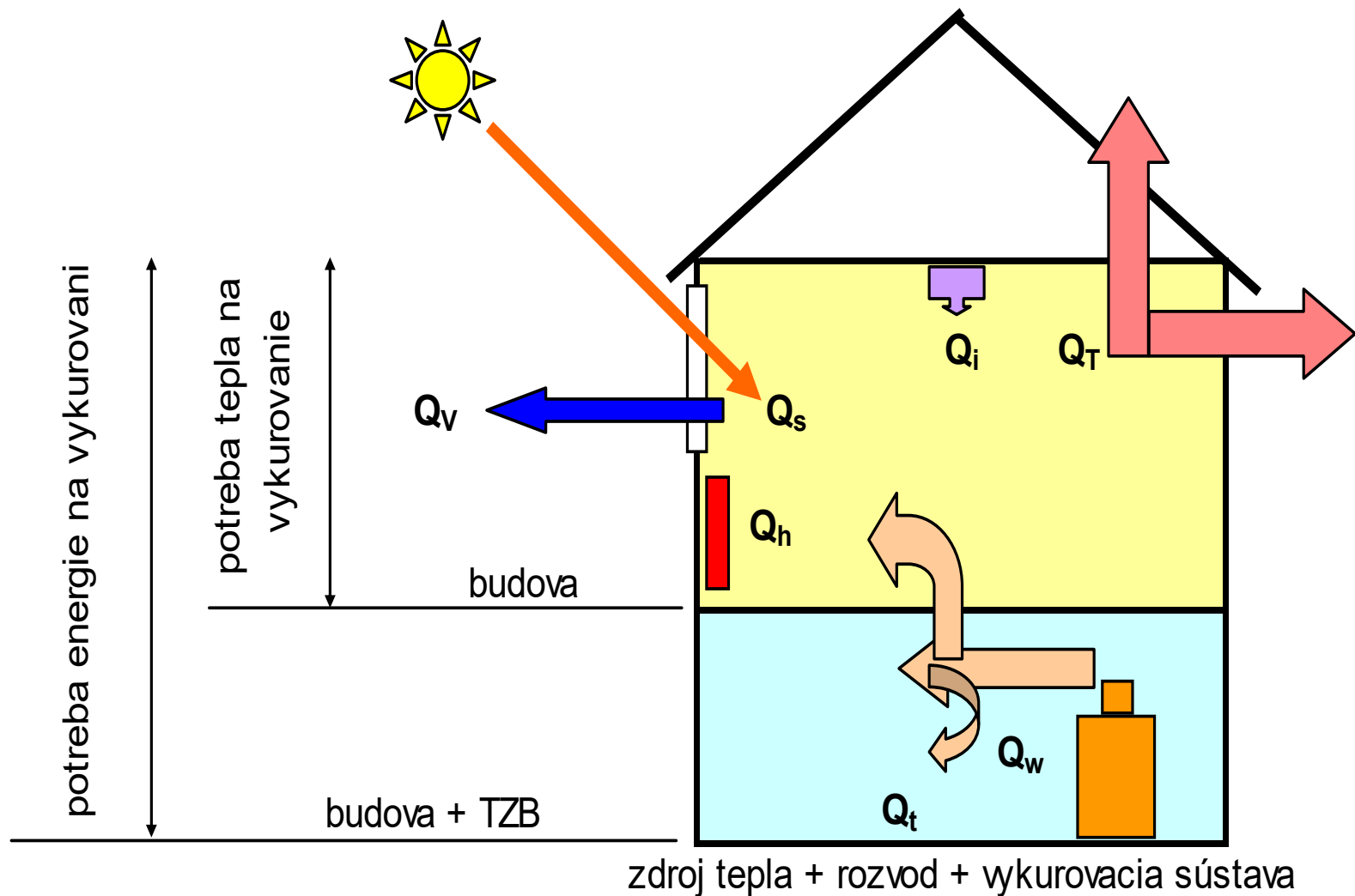
prof. Ing. Ján Takács, PhD.

1. Úvod

- ▶ Dôležitou časťou **znižovania energetickej náročnosti** je **identifikácia a určenie** do úvahy prichádzajúcich **energeticky úsporných opatrení (EÚO) a renovačných opatrení (RO)**, a to aj v prípade rekonštrukcií či nových budov

- ▶ V úvahe sú tieto situácie:
 1. Teoretické verzus praktické možnosti
 2. Špecifické ekonomické úvahy
 3. Renovácia verzus ENCON
 4. ENCON verzus vnútorná klíma

1. Úvod

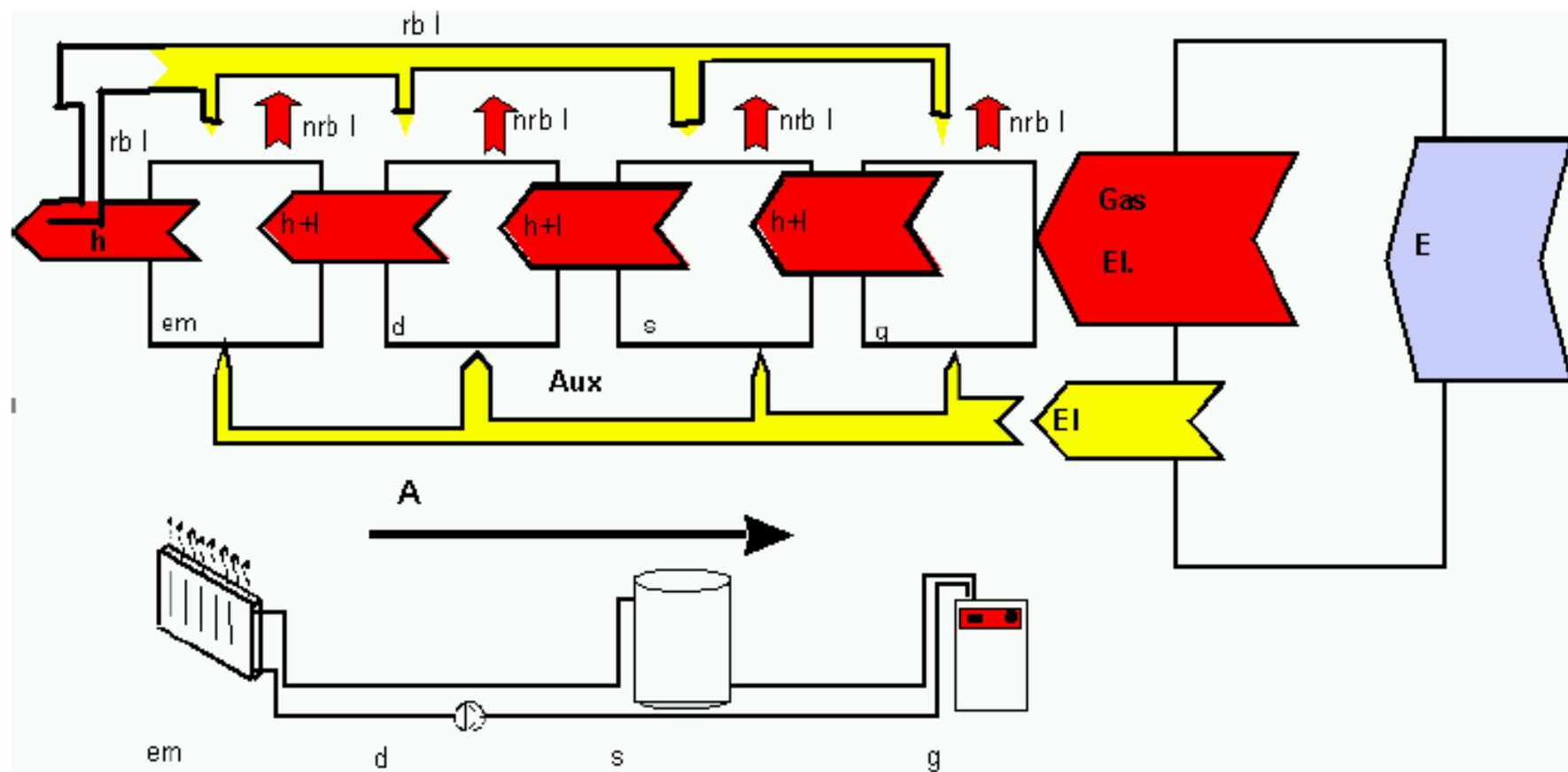


Tepelná rovnováha vykurovaného priestoru v čase je daná rovnováhou tepelných ziskov a strát

2. EÚO v systémoch TZB

1. EÚO v systémoch vykurovania
2. EÚO v systémoch prípravy teplej vody

ENERGETICKÁ BILANCIA STAVEBNÝCH OBJEKTŮV



3. EÚO v systémoch vykurovania

- ▶ **Hydraulické vyregulovanie a inštalácia regulačných ventilov s termostatickými hlavicami**
- ▶ **Zateplenie potrubných rozvodov a armatúr**
- ▶ **Automatická regulácia a nočný útlm teploty**
- ▶ **Výmena zdroja tepla**

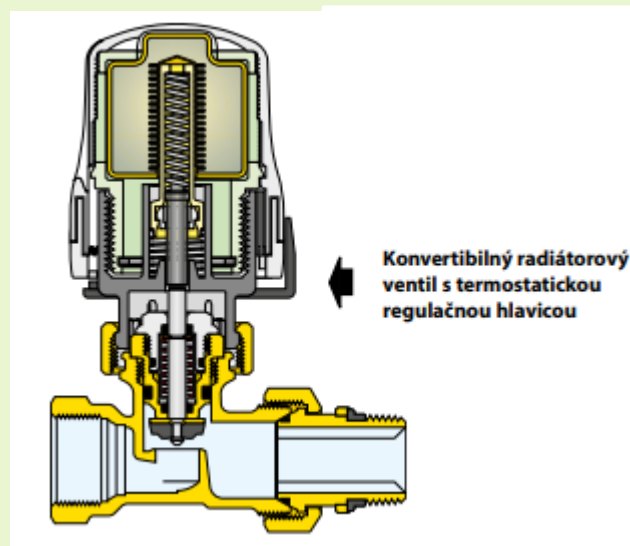
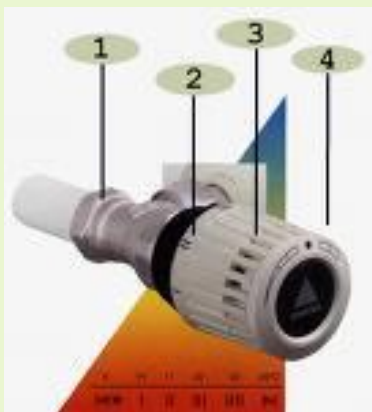


EÚO v systémoch vykurovania	Ovplyvnené parametre
Hydraulické vyregulovanie systému vykurovania	Vnútorná teplota
Inštalácia termostatických ventilov	Vnútorná teplota
Výmena nefunkčných termostatických ventilov	Vnútorná teplota
Inštalácia tlakovej expanznej nádoby	Distribučný systém
Odstránenie netesností	Distribučný systém
Tepelná izolácia potrubných rozvodov, armatúr atď.	Distribučný systém
Oprava a nastavenie automatického regulačného systému	Automatická regulácia – kontrola teploty
Nový automatický regulačný systém	Automatická regulácia – kontrola teploty
Nočný teplotný útlm	Nočný teplotný útlm
Nastavenie horáka/kotla	Účinnosť zdroja tepla
Vyčistenie kotla	Účinnosť zdroja tepla
Nový horák/kotol	Účinnosť zdroja tepla
Sekvenčné riadenie horáka	Účinnosť zdroja tepla
Zamedzenie cirkulácie v neprevádzkovaných kotloch	Účinnosť zdroja tepla
Inštalácia spalinovej klapky	Účinnosť zdroja tepla
Manuál prevádzky a údržby	P & Ú / energetický manažment

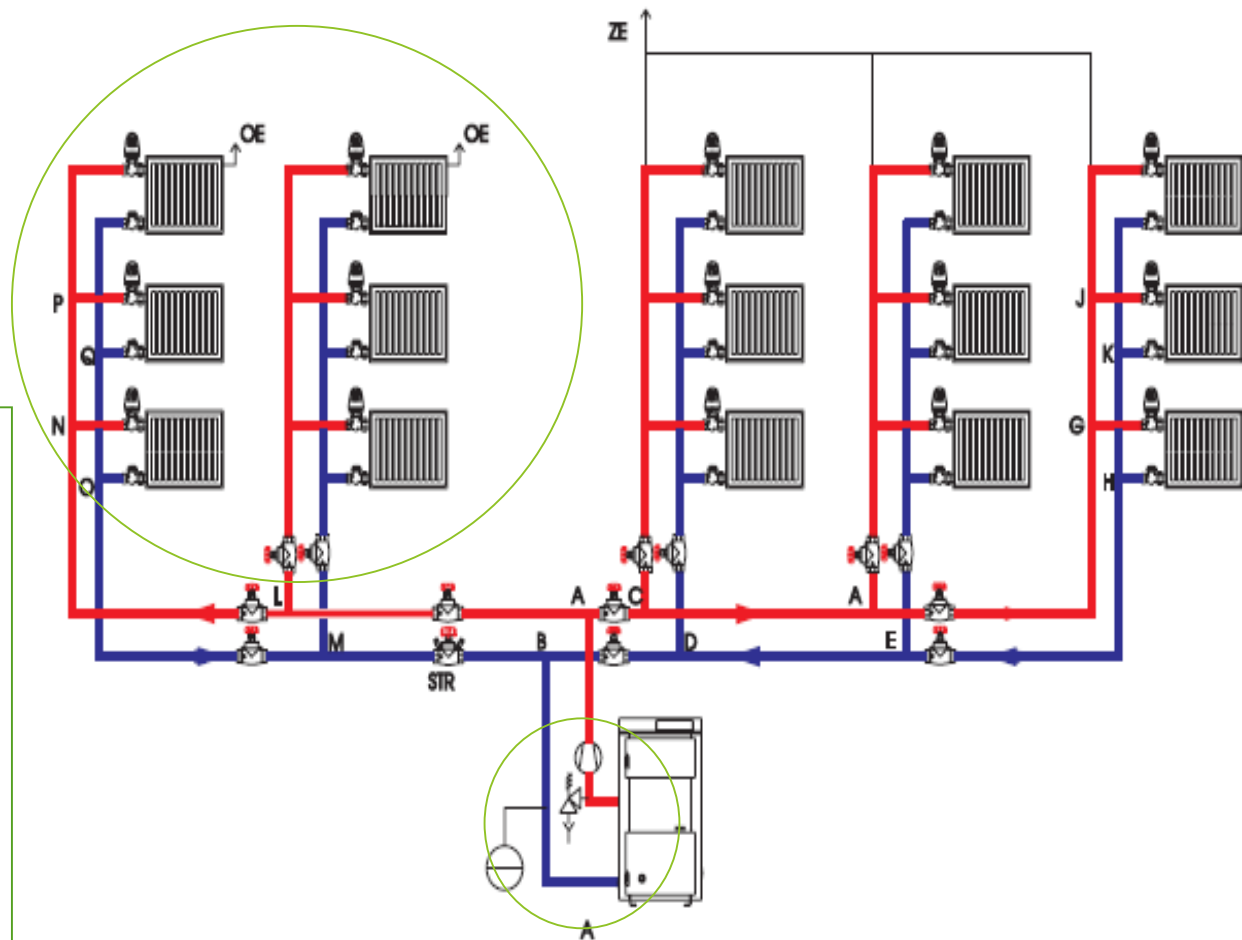
3.1 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

Hydraulické vyregulovanie a inštalácia radiátorových regulačných ventilov s termostatickými hlavícami:

- ▶ Vnútoraná teplota miestnosti aj $\theta_i = 26 \text{ } ^\circ\text{C}$
- ▶ Regulačný rozsah termostatických hlavíc od $\theta_i = 18$ do $24 \text{ } ^\circ\text{C}$
- ▶ Pohľady na vyregulovanie sústavy
 - ▶ Pozitívny: zmena parametrov vnútorného prostredia
 - ▶ Negatívny: výmena nízkoodporových armatúr za vysokoodporové (zmena tlakových pomerov)



Príslušenstvo vykurovacích sústav



1. Vykurovacie telesá

- druhy vykurovacích telies
- rozdelenie vykurovacích telies
- kreslenie vykurovacích telies vo výkresoch VYK

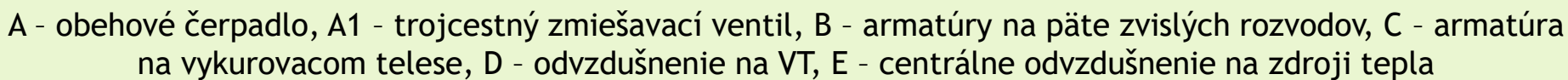
2. Zabezpečovacie zariadenia

- druhy zabezpeč. zariadení,
- osadenie zabezpečovacích zariadení

3. Čerpadlá

- rozdelenie čerpadiel,
- zapojenia čerpadiel

10



Vykurovacie telesá a armatúry



Armatúry na vykurovacích telesách

Vykurovacie telesá



Skriňové vykurovacie telesá - konvektory

Vykurovacie telesá a armatúry

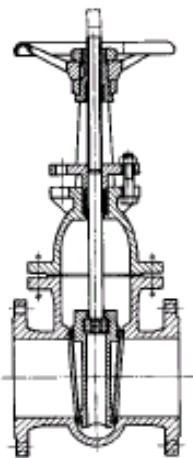
ARMATÚRY pre vykurovacie telesá



Priamy radiátorový ventil priamy, pripojovacia sada, rohový ventil,

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia



Zasúvadlo so stúpajúcim vretenom



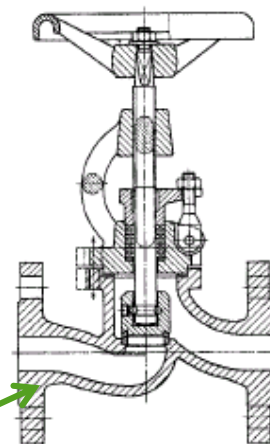
a)



b)



c)



Uzatvárací ventil



Účel: Uzatváracie armatúry slúžia na uzavretie prietoku teplonosnej pracovnej látky.

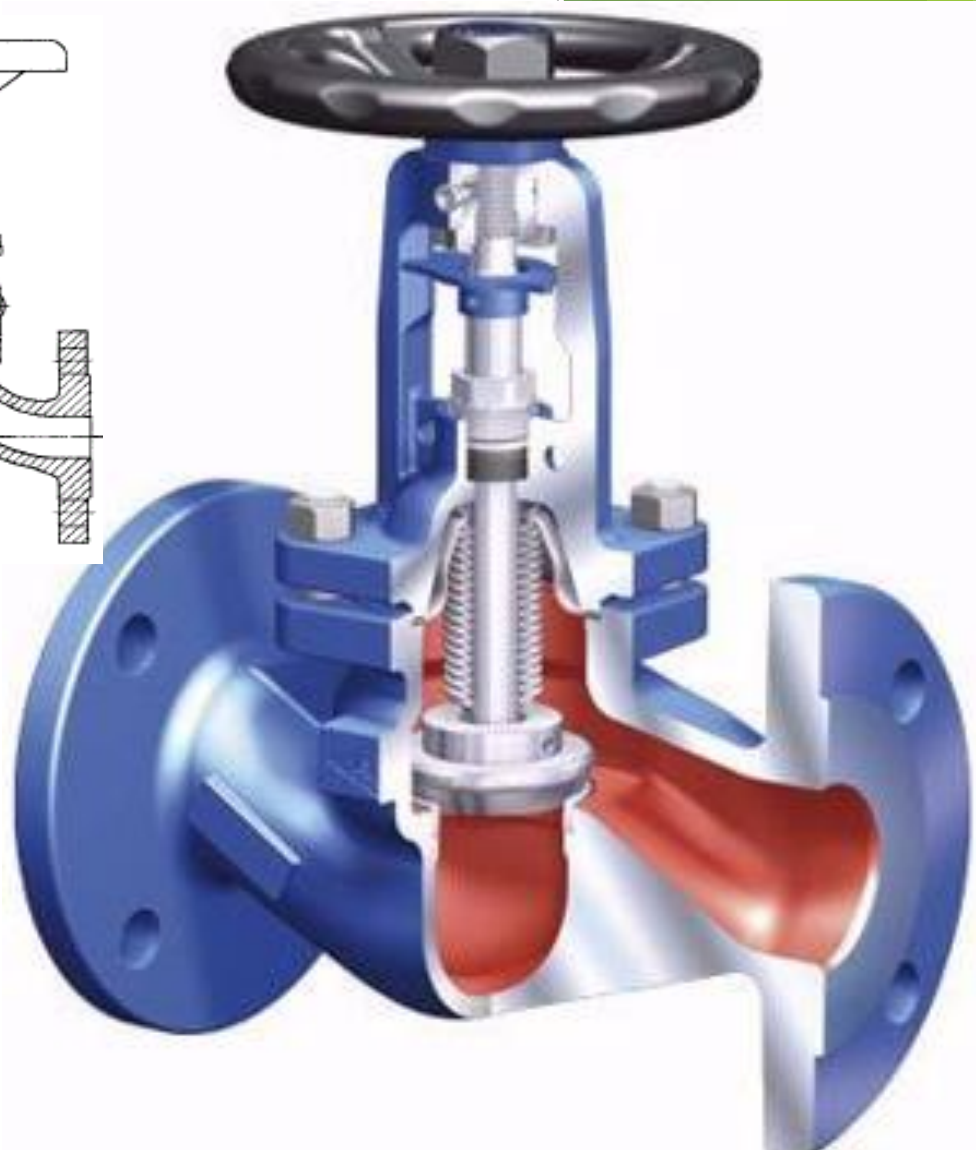
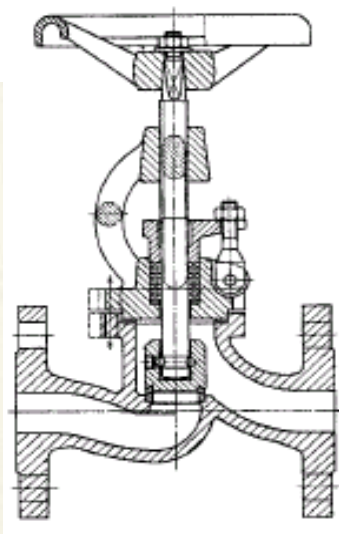
Ventil pre HV a paru, Zasúvadlá, guľové kohúty a medziprírubové klapky pre vykurovacie sústavy

Stavebné dĺžky uzatváracích armatúr

a – ventil, b – zasúvadlo, c – medziprírubová klapka

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia

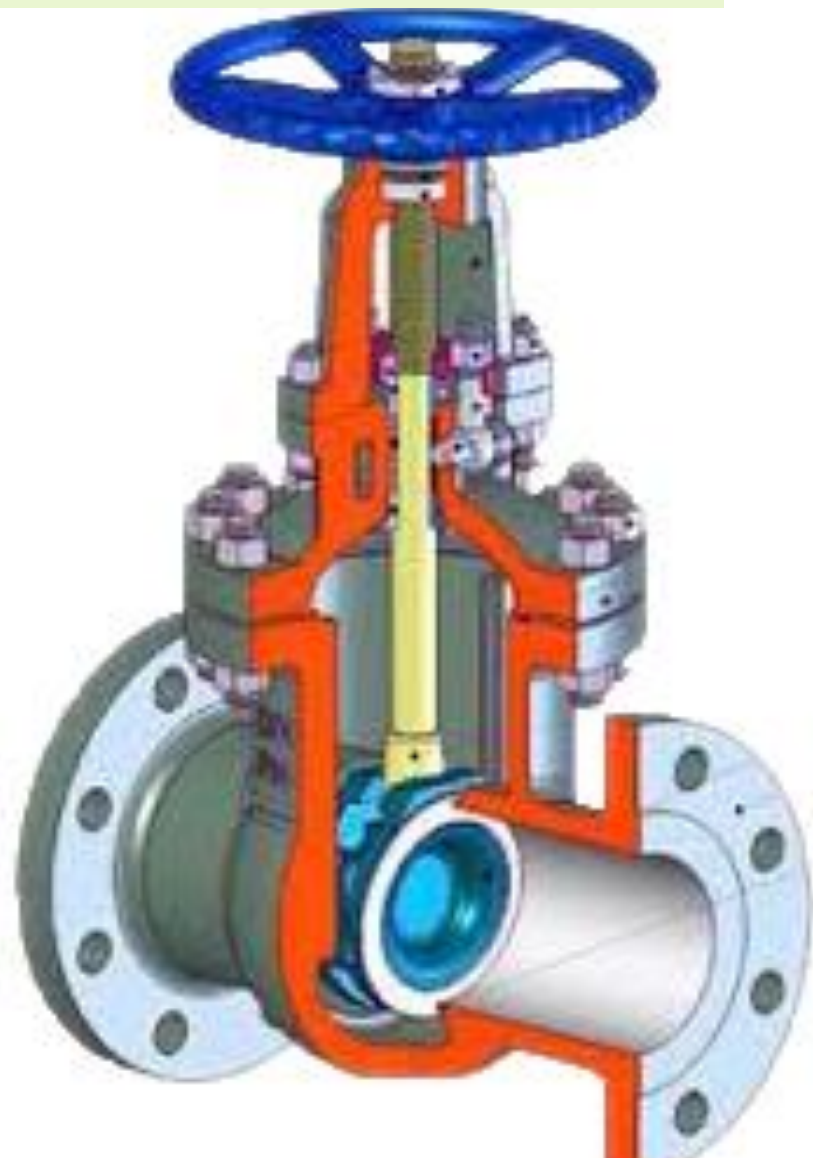
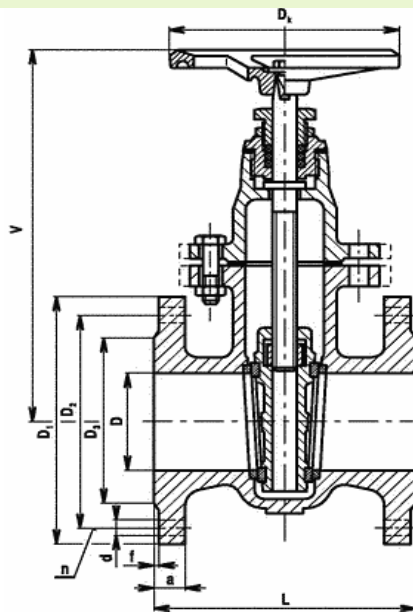


Účel: Ventil použitie hlavne pre horúcu vodu a paru,

Priamy ventil

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia



Účel: Zasúvadlo použitie hlavne pre teplovodné vykurovacie sústavy

Zasúvadlo

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia

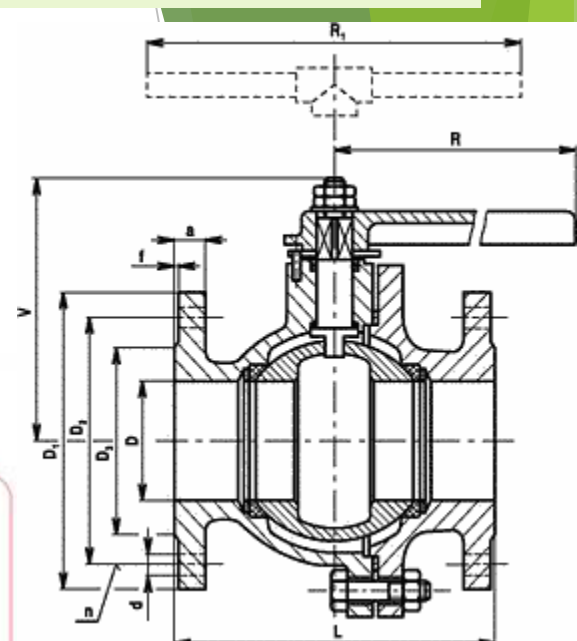
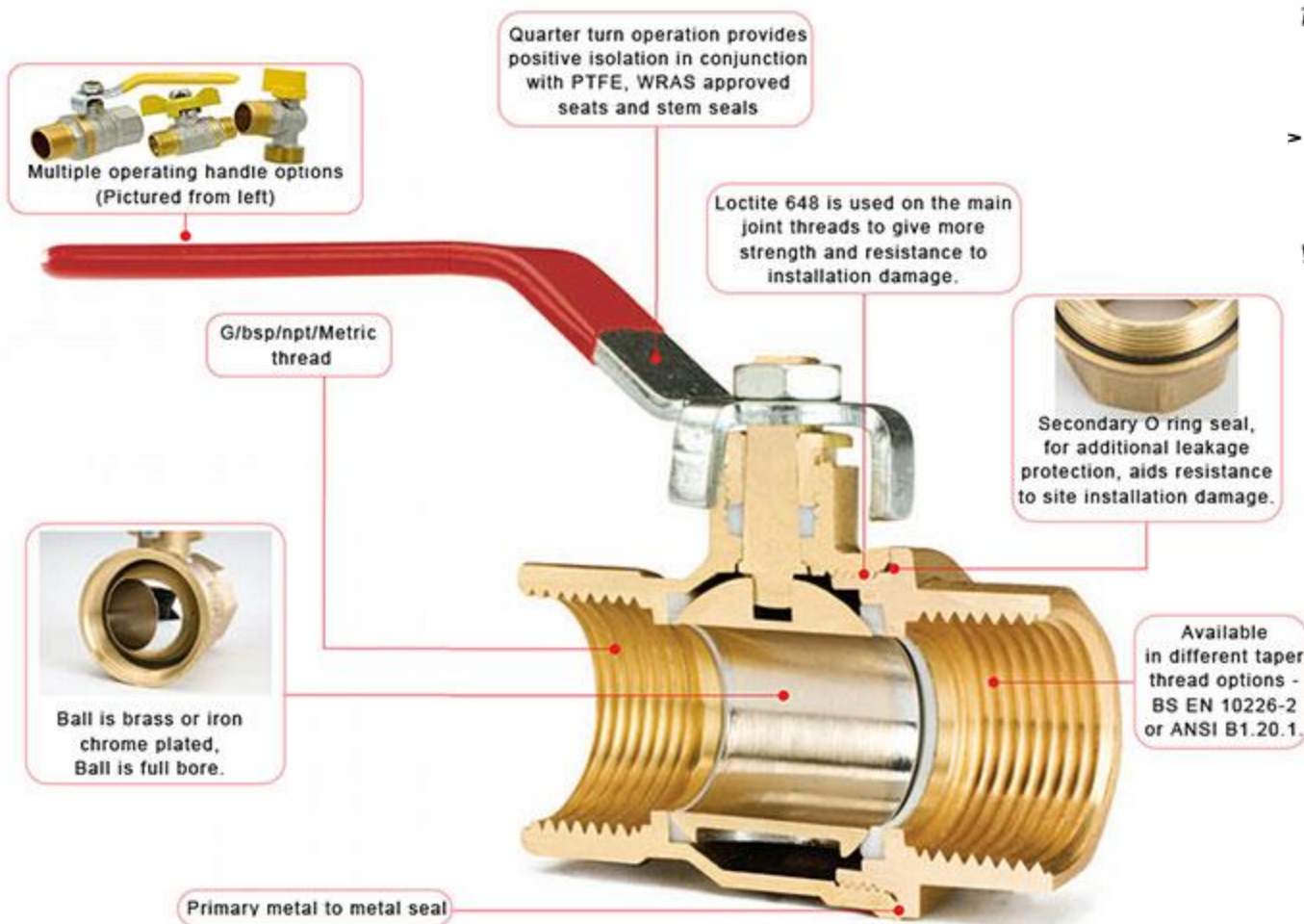


Účel: Medziprírubové klapky hlavne pre teplovodné vykurovacie sústavy

Medziprírubová klapka

Armatúry do potrubia

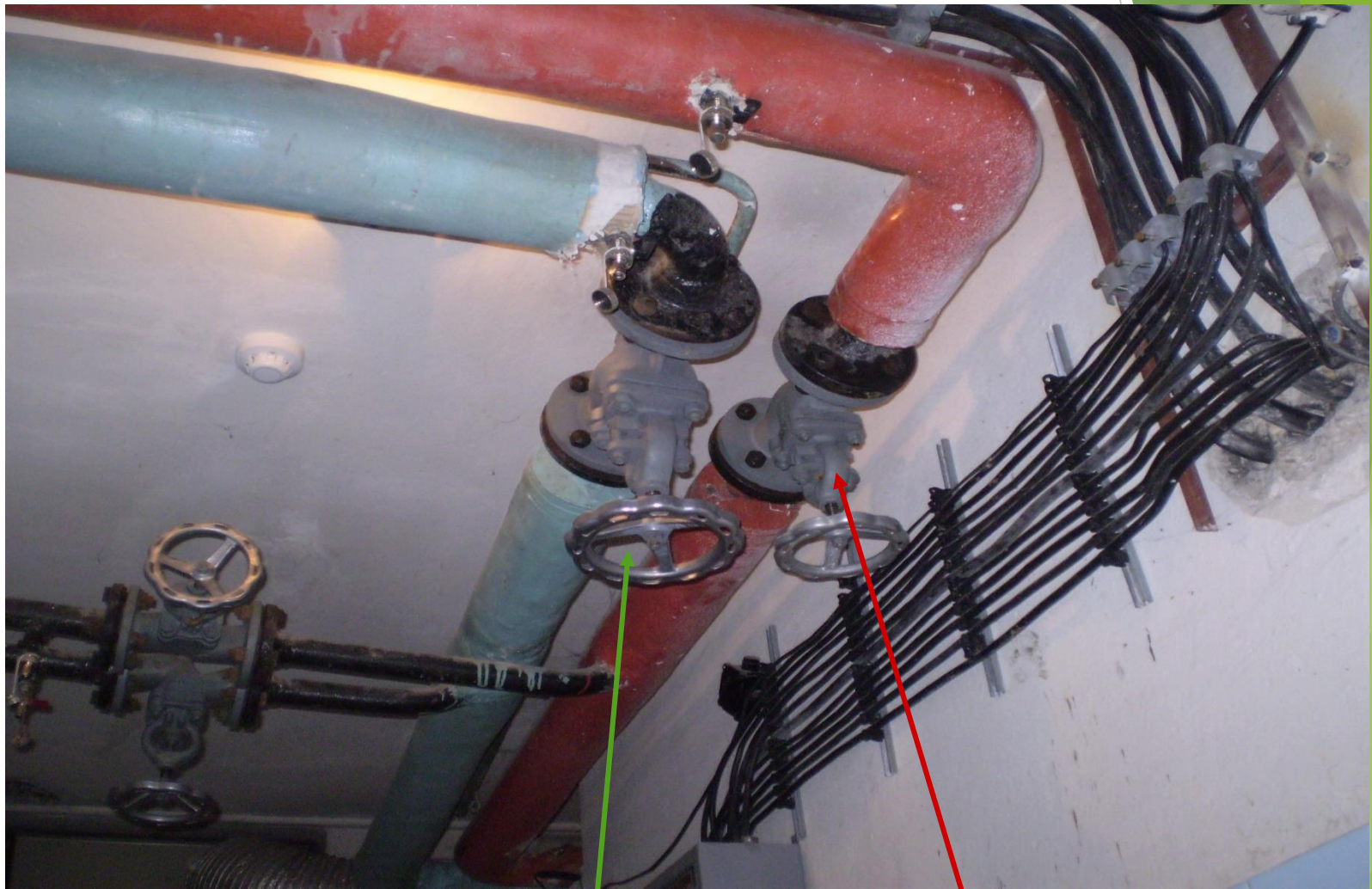
ARMATÚRY do potrubia



Účel: Guľové kohúty hlavne pre teplovodné vykurovacie sústavy
Guľový kohút

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia



Priame zasúvadlo, modré vratné potrubie červené prívod

Armatúry do potrubia

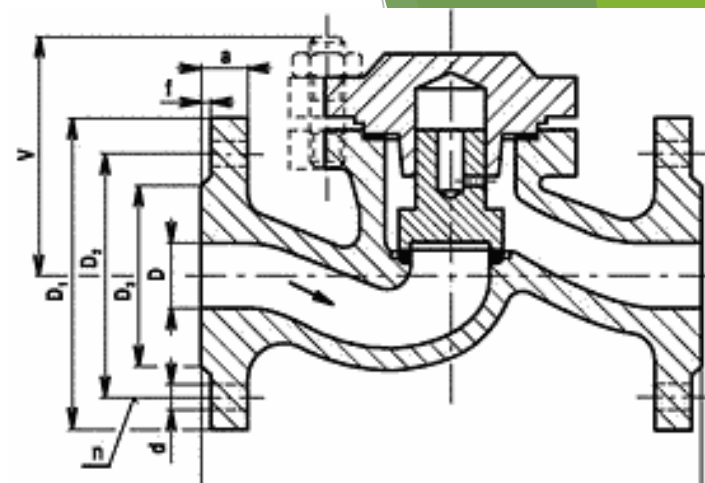
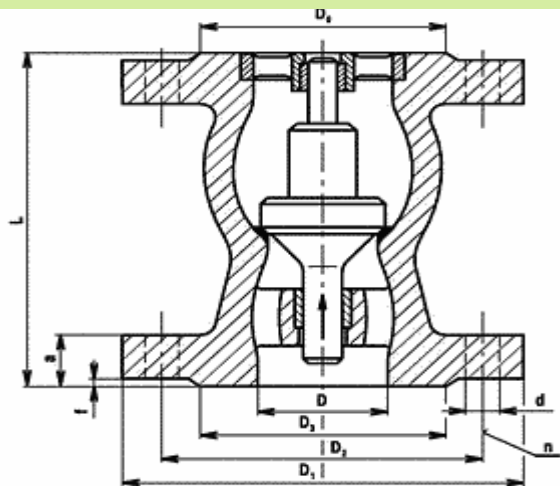
ARMATÚRY do potrubia



Priamy ventil so šikmým sedlom, prírodné a vratné potrubie

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia

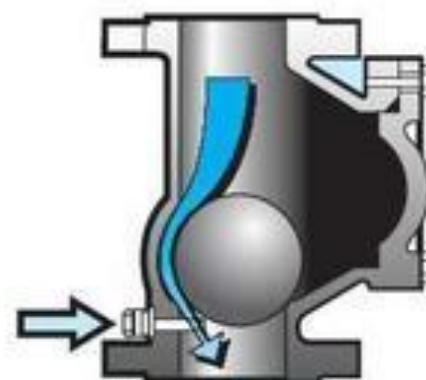
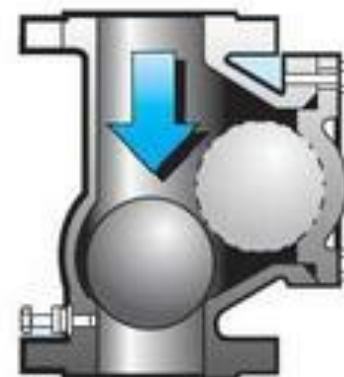
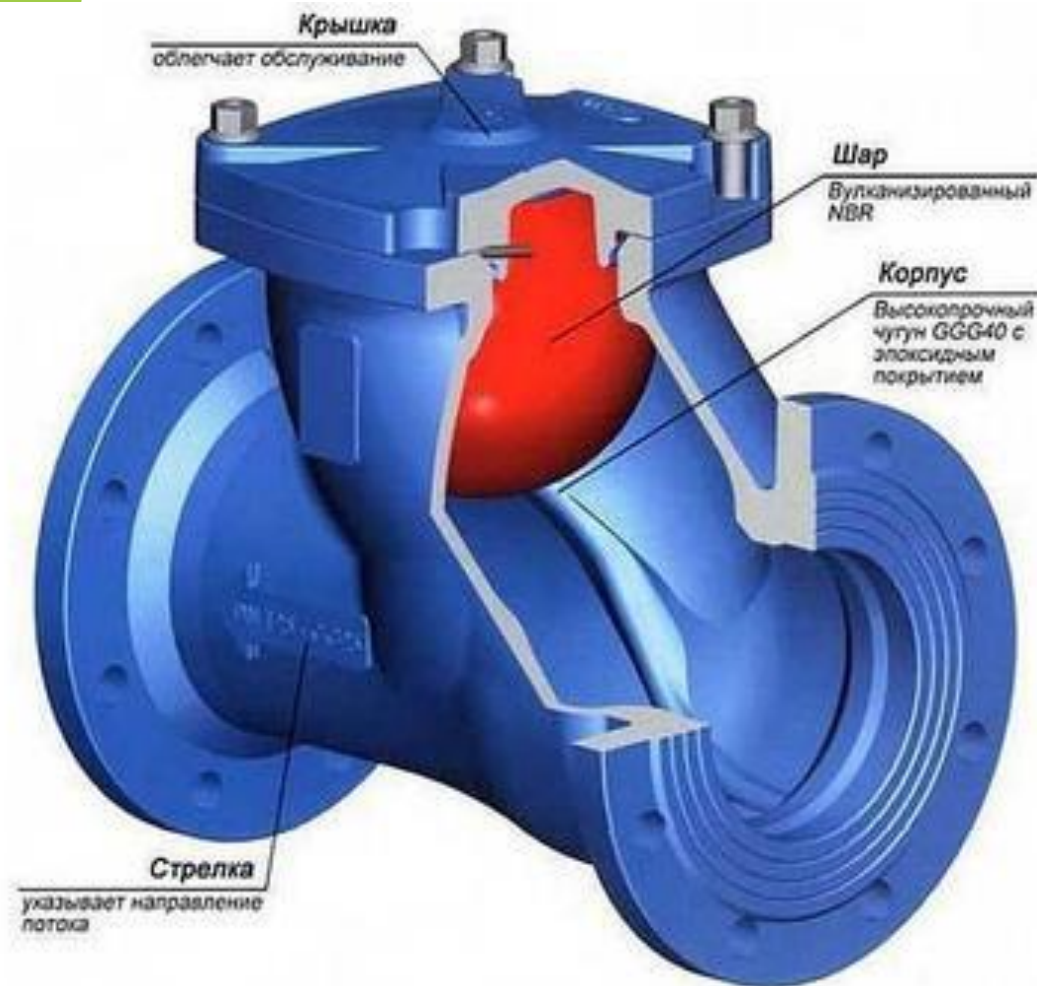


Účel: Spätné ventily hlavne pre teplovodné vykurovacie sústavy

Spätný ventil do zvislého a ležatého potrubia

Armatury do potrubia

ARMATURY do potrubia



Účel: Spätný guľový ventil hlavne pre teplovodné vykurovacie sústavy

Spätný guľový ventil

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia



Regulácie tlaku



Regulácie prietoku



Regulácie teploty

Účel: Regulačný ventil slúži na regulovanie prietoku teplovodnej pracovnej látky

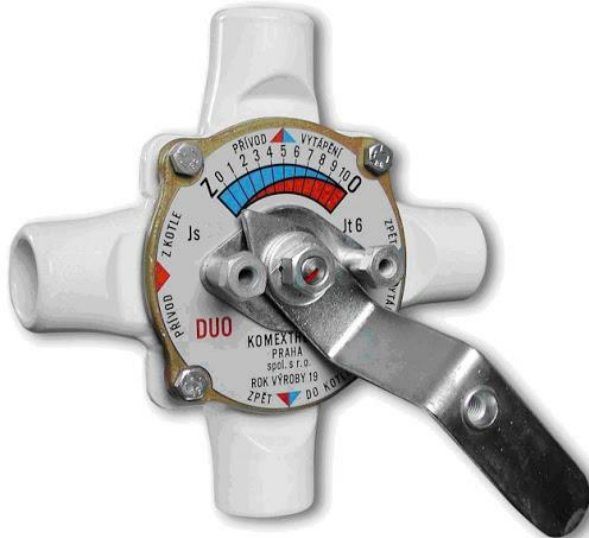
Regulačný ventil

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia



Trojcestný ventil



Štvorcestná klapka
Duomix



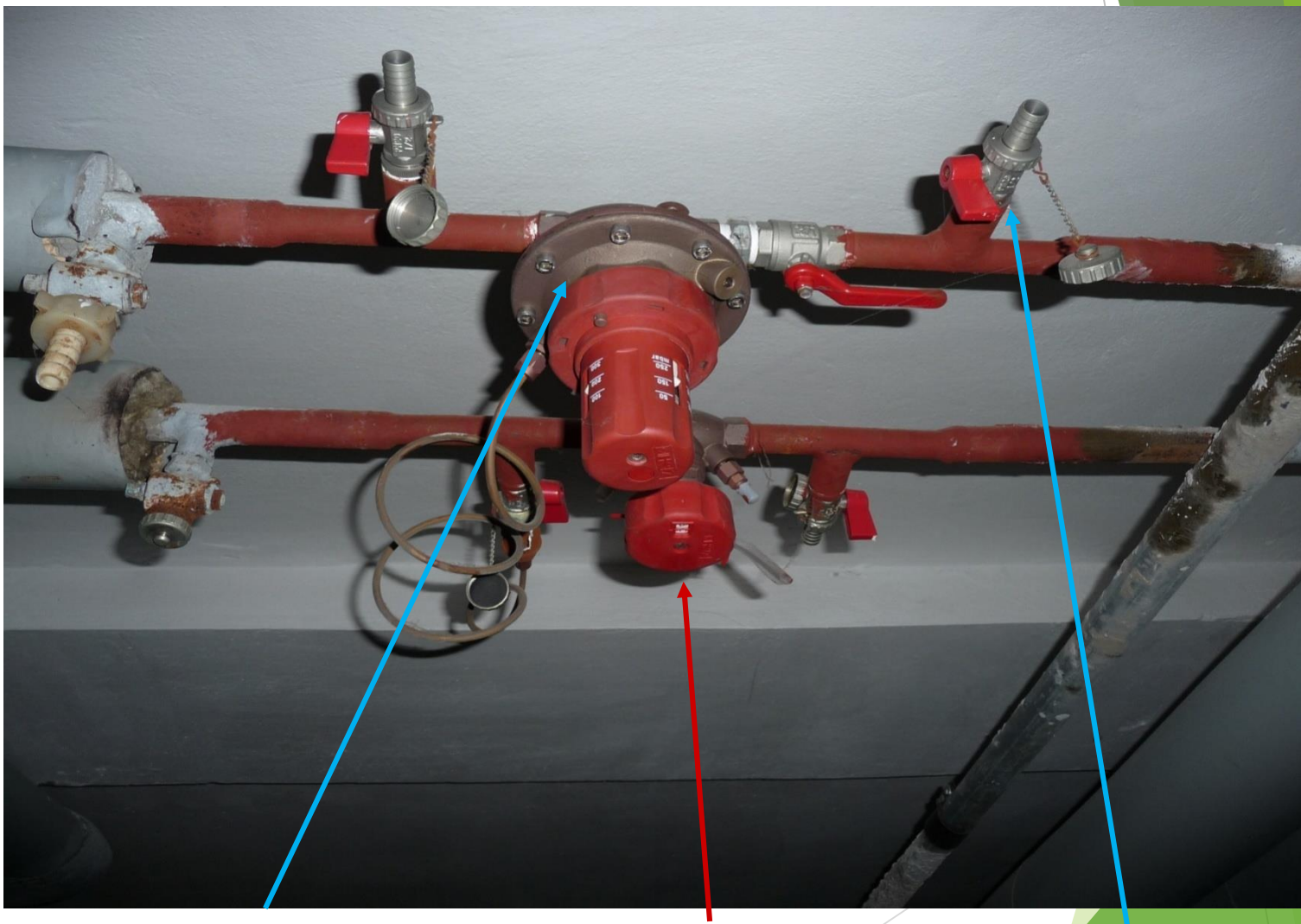
Trojcestná klapka
Mix

Účel: Zmiešavacie armatúry slúži na regulovanie teploty teplovodnej pracovnej látky

Zmiešavacie a rozdeľovacie armatúry

Armatúry do potrubia

ARMATÚRY do potrubia

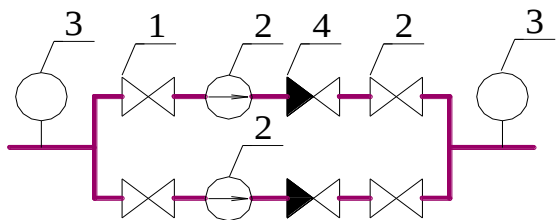


Regulátor tlakovej diferencie, vyvažovací ventil, vypúšťacie kohúty

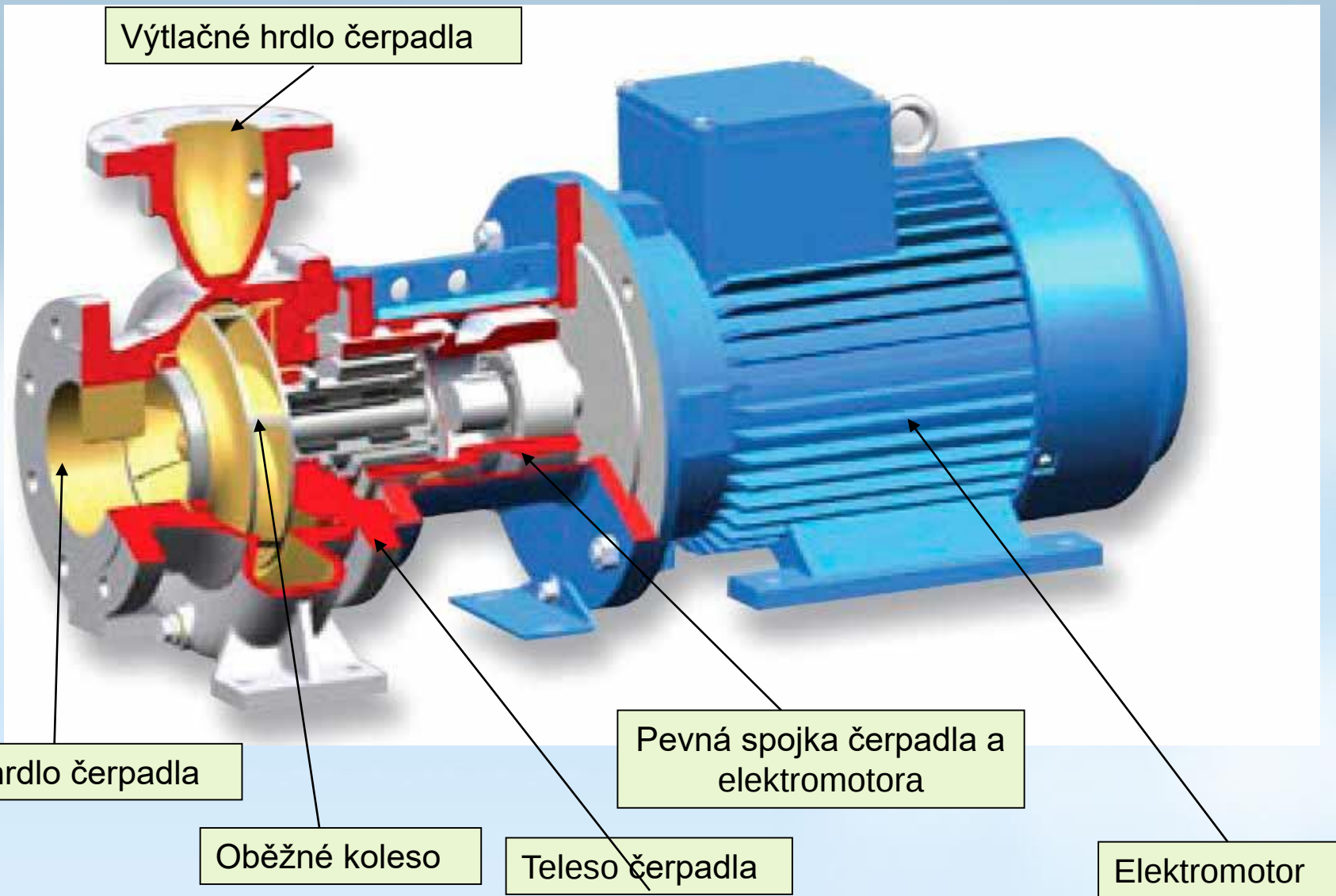
Čerpadlá

Čerpadlá prekonávajú odpory v potrubí. Používajú sa vo vykurovacej technike pre nútený obeh vody:

- vodných vykurovacích sústav uzavretých
- diaľkový rozvod horúcej vody
- prečerpávanie kondenzátu
- napájanie kotlov



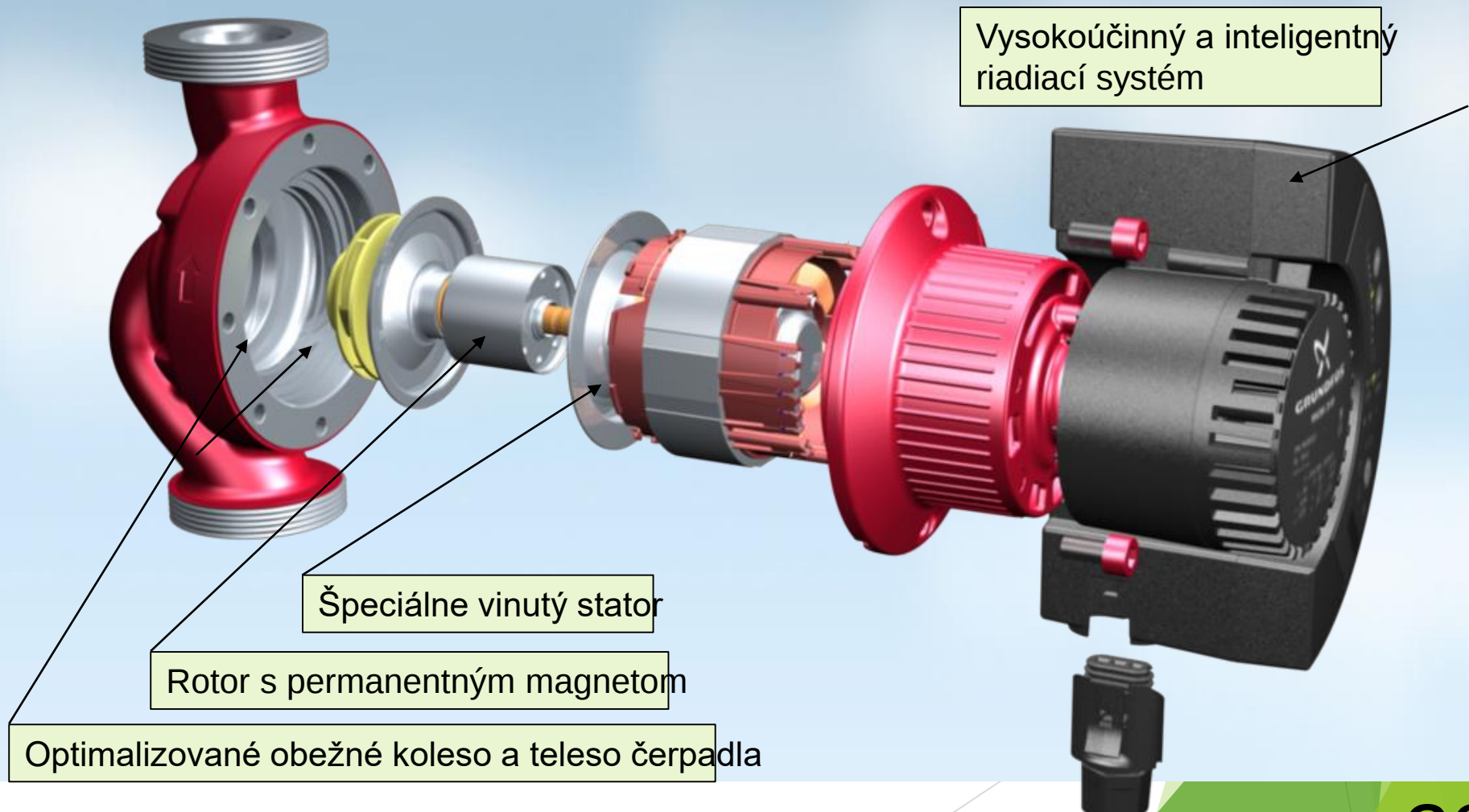
Čerpadlá



Rez kozlíkovým čerpadlom

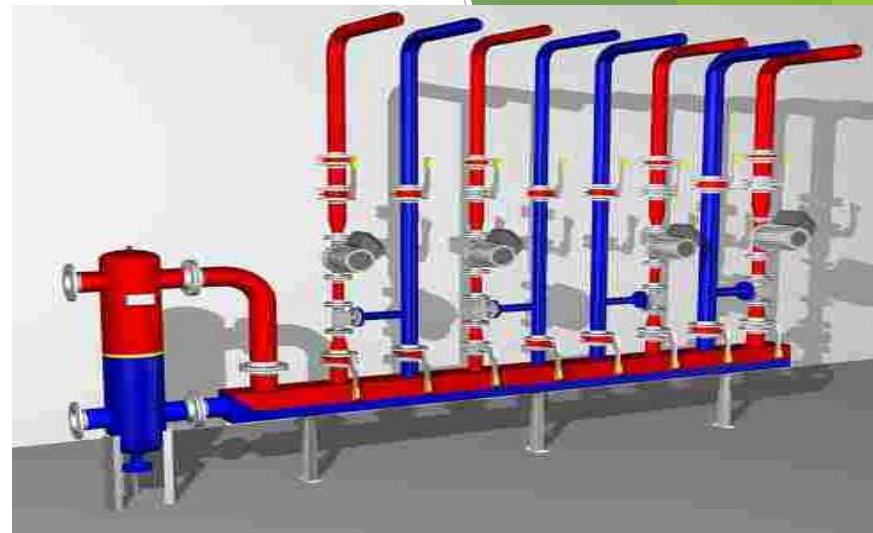
Čerpadlá

MAGNA



Rez čerpadlom do potrubia

Rozdeľovače a zberače



Pohľad na rozdeľovače

3.4 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

Výmena zdroja tepla:

- ▶ Výmena zdrojov s nízkou účinnosťou.
- ▶ Kvalitný projekt, audit resp. posúdenie možnosti lokality.
- ▶ Najhospodárnejšia prevádzka zdroja tepla je pri cca. 80 % tepelného výkonu.
- ▶ Na hospodárnosť zdrojov tepla vplýva okrem iných:
 - Výkonové zaťaženie zdroja tepla.
 - Prevádzka zdroja tepla (vyššia účinnosť pri dlhšom období prevádzky)



Zdroje tepla - rozdelenie

1. Podľa spôsobu prevádzky:

- Normálne - teplovodné (teplota vratnej vody nesmie klesnúť pod 60 °C),
- Nízkoteplotné (teploty vody na kotly nesmú klesnúť pod 50 °C),
- Kondenzačné (teploty vody na kotly môžu klesnúť pod 50/40 °C)

2. Podľa typu horáka:

- S atmosférickým horákom
- S tlakovým horákom



3. Podľa počtu výkonových stupňov horáka :

- Jednostupňové,
- Dvojstupňové (najčastejšie 50 a 100%),
- Dvojstupňové spojité (najčastejšie 50% pevne, 50 až 100% spojit).

Zdroje tepla - dispozičné riešenie



Zdroje tepla - dispozičné riešenie



Dvojica kotlov GB 434



Spalinový výmenník tepla na kotly GB 434

Zdroje tepla - dispozičné riešenie



Zdroje tepla - dispozičné riešenie



Kaskáda stacionárnych kotlov

Zdroje tepla - dispozičné riešenie



Kaskáda závesných kotlov

- Pripojovacie potrubia sú pod kotlami
- Tlakové expanzné nádoby pod kotlami
- Spoločný odvod spalín nad kotlami



Zdroje tepla - dispozičné riešenie



Kotolňa so stacionárnymi skriňovými kotlami opatrené tlakovými horákmi

3.2 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

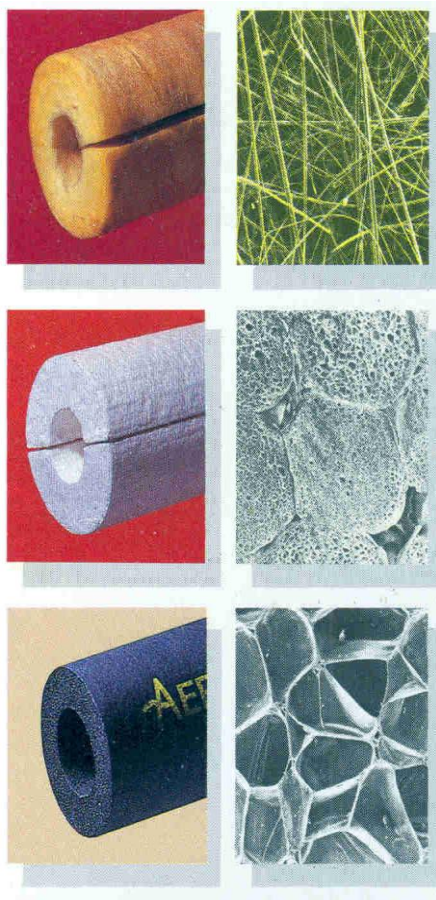
Zateplenie potrubných rozvodov a armatúr:

- ▶ Nedostatočná hrúbka a kvalita izolačných materiálov na potrubiach
- ▶ V minulosti používaná plstená izolácia má vyšší súčiniteľ tepelnej vodivosti
- ▶ Vplyv kvality tepelnej izolácie sa výrazne prejavuje už pri malých hrúbkach
 - ✓ 9 mm - zníži straty o 69 %
 - ✓ 19 mm - zníži straty o 77 %



Menovitá svetlosť potrubia a armatúr DN	Najmenšia hrúbka izolačnej vrstvy pri $\lambda = 0,035 \text{ W/m.K}$
	(mm)
do 20	20
od 22 do 35	30
od 40 do 100	rovnaká hrúbka ako DN potrubia
nad 100	100
Rozvody a armatúry podľa riadku 1 a 4 v drážkach a prestupoch stropov, potrubia vo vykurovaných priestoroch, pripojovacie potrubie vykurovania do dĺžky 8 m	50 % požiadaviek riadkov 1 až 4

3.2 Tepelné izolácie rozvodov vykurovania



- a) **Izolácia z minerálnych vlákien**, otvorená bunková štruktúra, (vhodné pre teplotu teplonosnej látky nad $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, nevhodná proti kondenzácii)
- b) **PUR alebo PE pena**, polouzavretá bunková štruktúra, (vhodná pre zníženie tepelných strát s teplotou teplonosnej látky do $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, napr. rozvody teplej vody a cirkulácie, nevhodná proti kondenzácii)
- c) **Izolácia z elastomérov** (syntetický kaučuk), uzavretá bunková štruktúra (vhodná aj pre solárne zariadenia, teplovodné aj chladiarenské rozvody, najvhodnejšia proti kondenzácii)

3.3 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

Automatická regulácia a nočný útlm teploty:

- ▶ Schopnosť regulačných orgánov zabezpečiť požadovanú teplotu interiéru
- ▶ Nočný útlm predstavuje špecifickú a cielenú dobu poklesu teploty počas noci, víkendov,...
- ▶ Dôvod použitia regulácie a nočného útlmu:
 - ▶ Energetický (zlá koncepcia rozdelenia regulovateľných okruhov, bez nočného útlmu teploty,...)
 - ▶ Funkčný (zlá prevádzkovateľnosť sústavy, malá možnosť korekcie prevádzky vs. potreby energie)

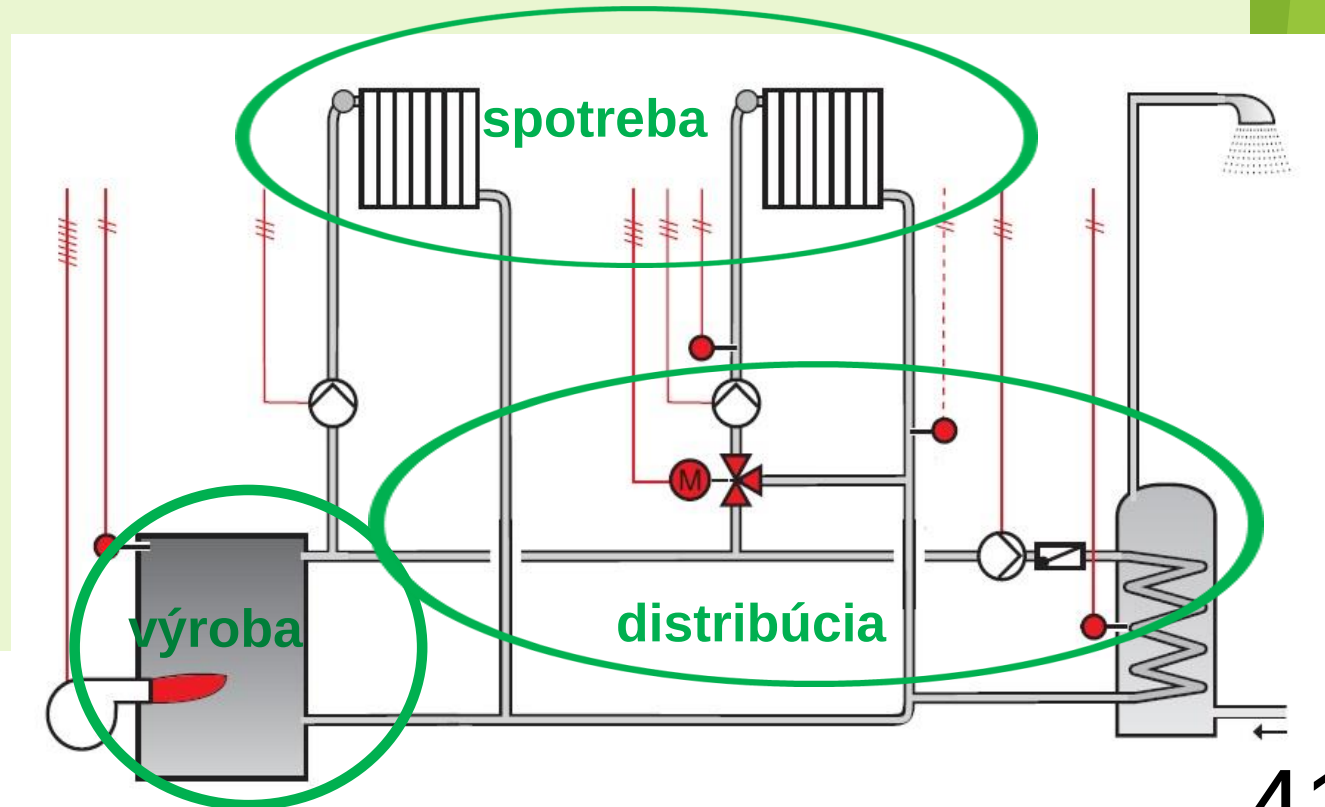


3.3 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

Klasifikácia regulácie

Podľa úrovne riadiaceho systému

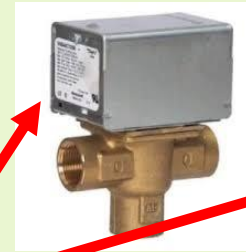
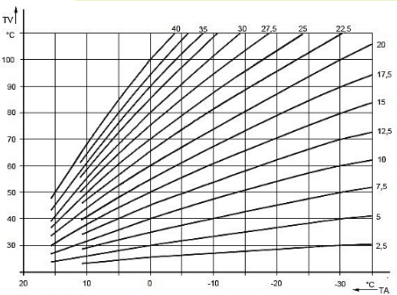
- centrálné riadenie
- zónové riadenie
- miestne riadenie



3.3 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

Regulácia

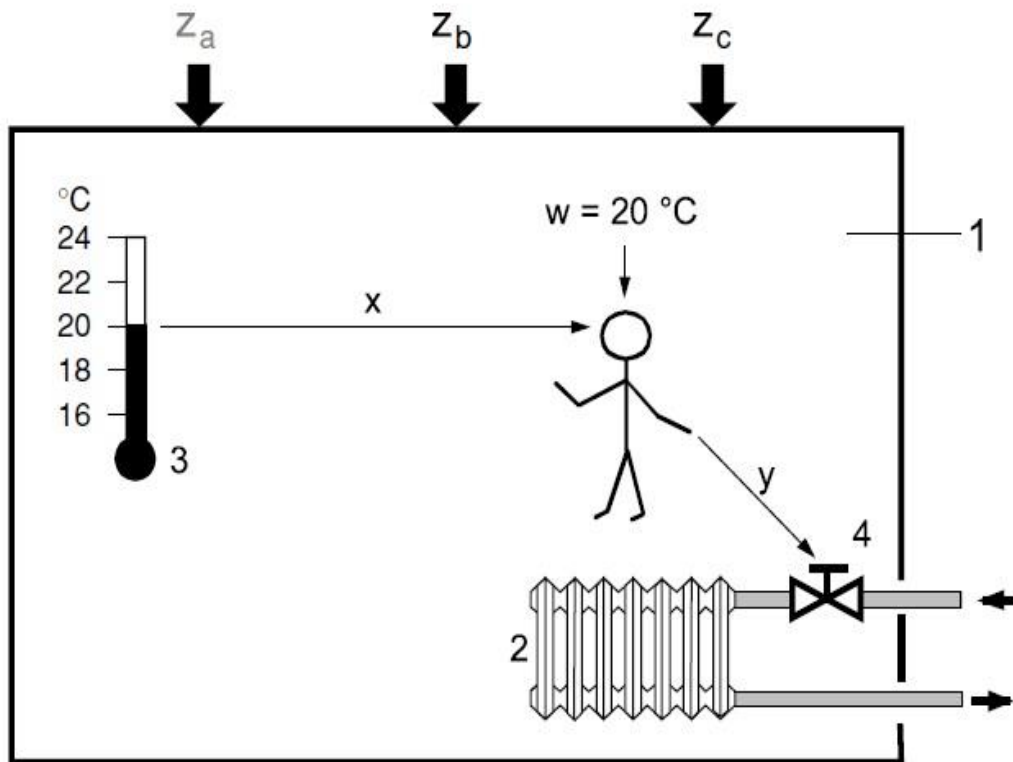
- **súbor zariadení** (regulátory, pohony armatúr, armatúry, snímače a pod.), pomocou ktorých sa prispôsobuje prevádzka a výkon vykurovacej alebo vetracej sústavy okamžitým prevádzkovým podmienkam



3.3 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

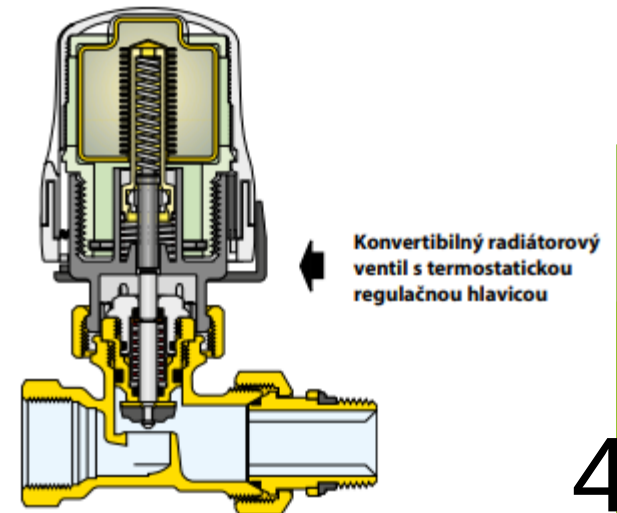
Klasifikácia riadiacich systémov

➤ ručné riadenie



- 1 – priestor
- 2 – vykurovacie teleso
- 3 – snímač teploty
- 4 – akčný člen (ventil)

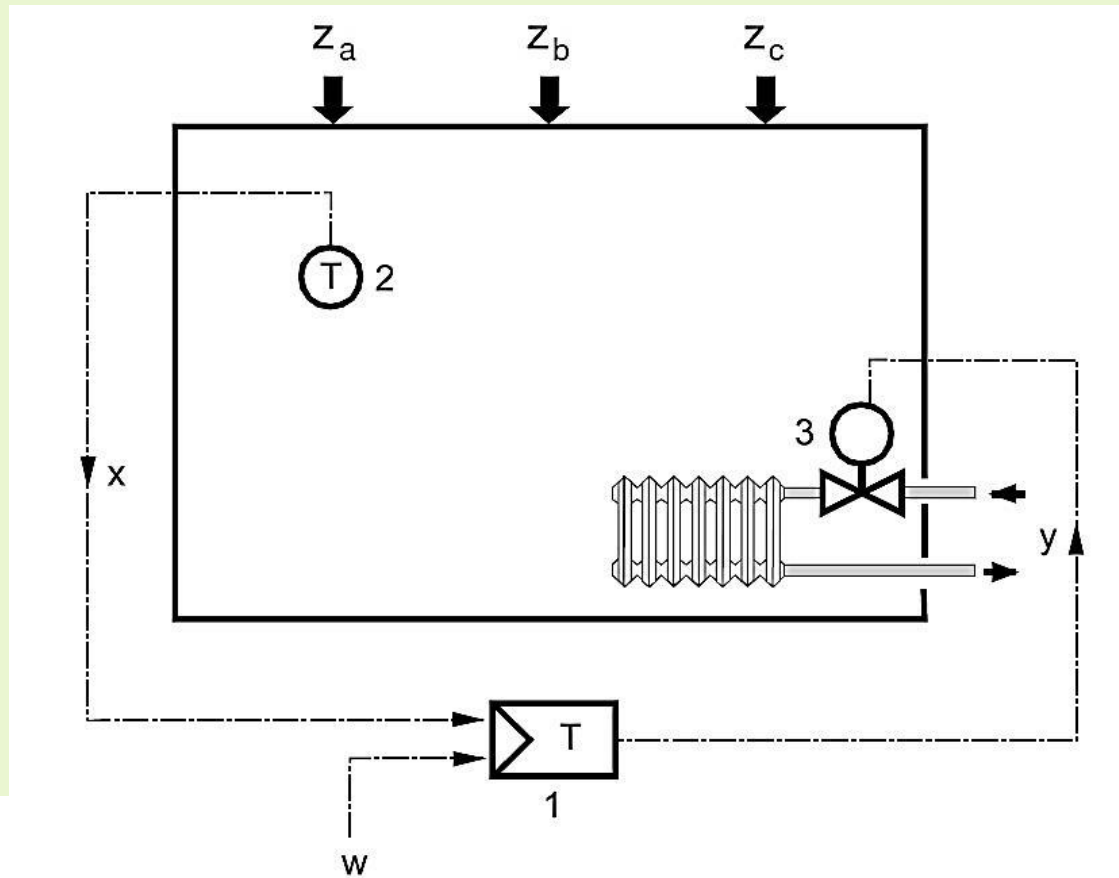
- x – regulovaná veličina
- y – akčná veličina
- w – riadiaca veličina
- z – poruchové veličiny



3.3 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

Klasifikácia riadiacich systémov

➤ automatické riadenie



- 1 – priestor
- 2 – snímač teploty
- 3 – akčný člen

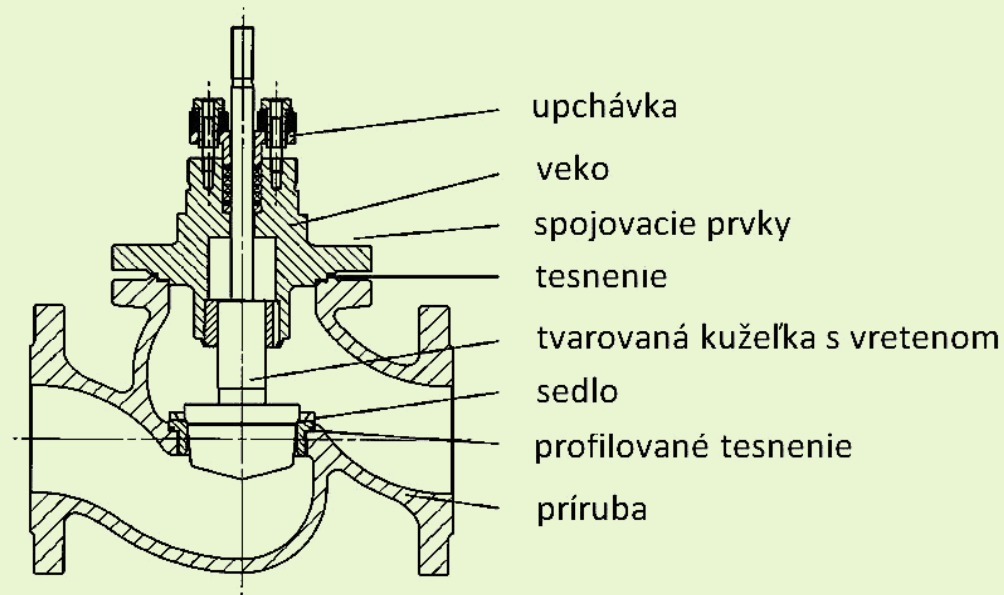
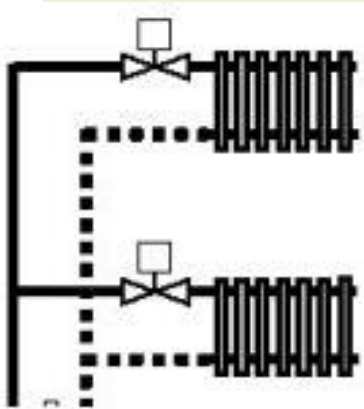
x – regulovaná veličina
 y – akčná veličina
 w – riadiaca veličina
 z – poruchové veličiny

3.3 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

Klasifikácia riadiacich systémov

➤ kvantitatívna regulácia

- zmenou prietoku teplonosnej pracovnej látky, teplota je konštantná
- škrtením prietoku v dvojcestnom regulačnom ventile

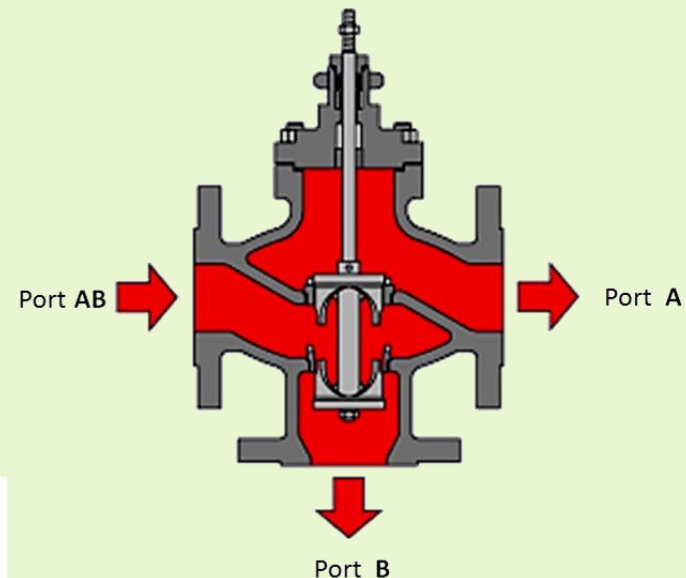
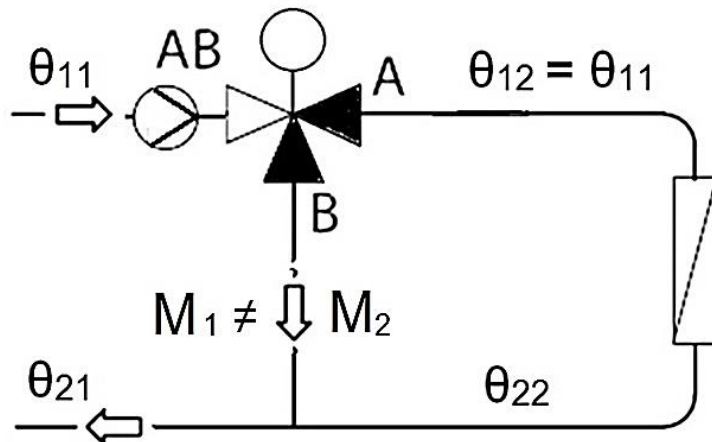


3.3 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

Klasifikácia riadiacich systémov

➤ kvantitatívna regulácia

- zmenou prietoku teplotosnej pracovnej látky, teplota je konštantná
- škrtením v dvojcestnom regulačnom ventile
- rozdelením prúdu v trojcestnej rozdeľovacej armatúre

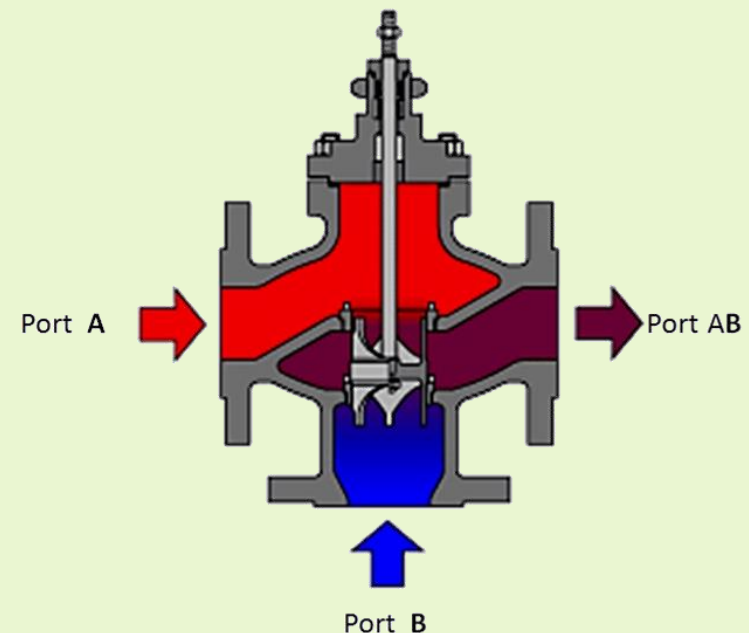
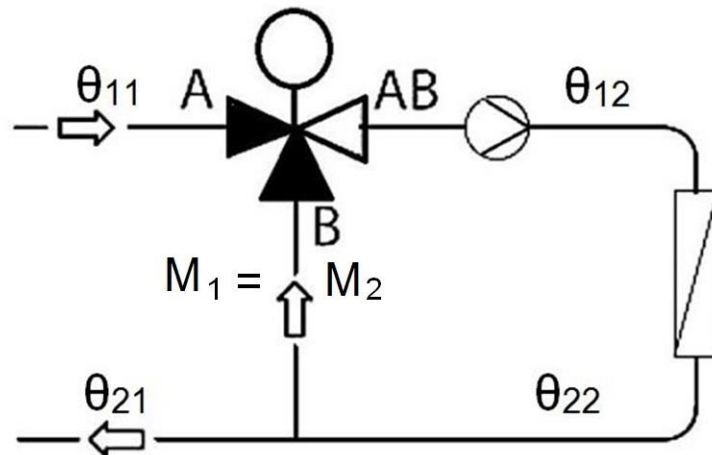


3.3 Najčastejšie EÚO v systémoch vykurovania

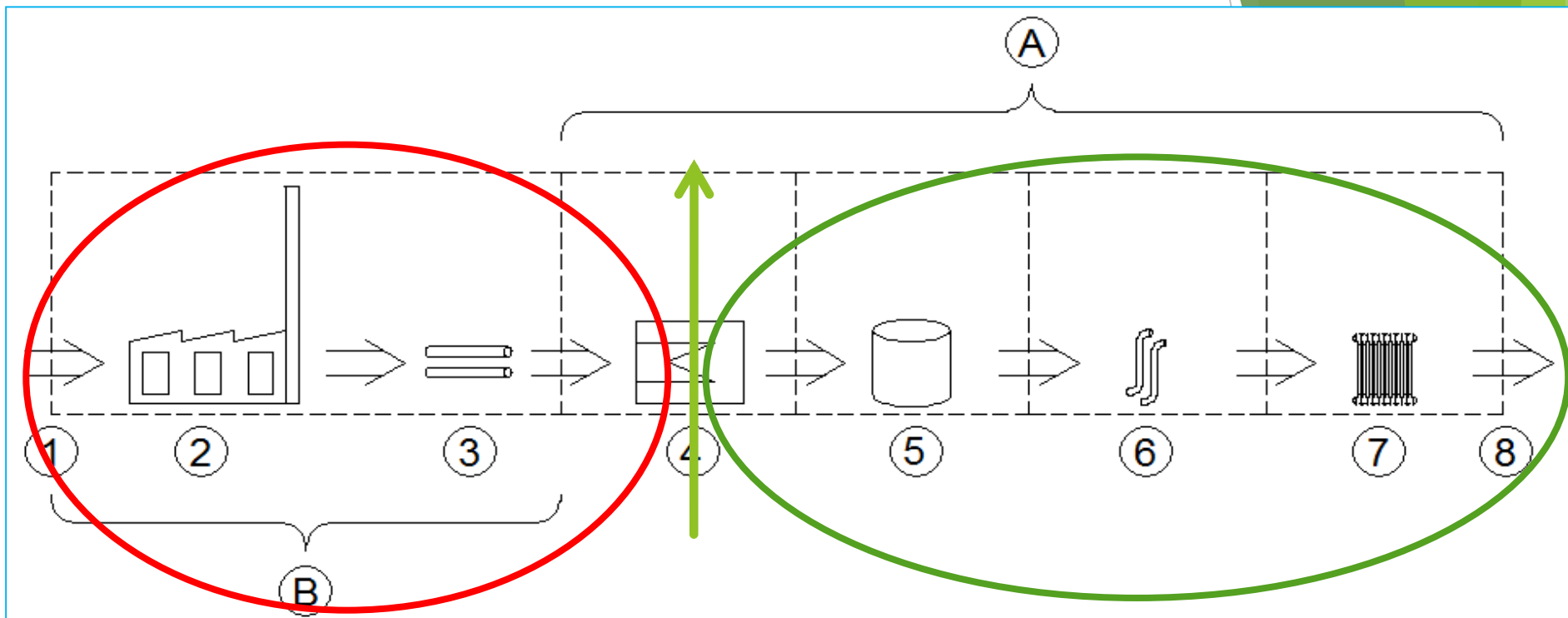
Klasifikácia riadiacich systémov

➤ kvalitatívna regulácia

- zmenou teploty teplotonosnej pracovnej látky, prietok je konštantný
- zmiešavaním v trojcestnej zmiešavacej armatúre



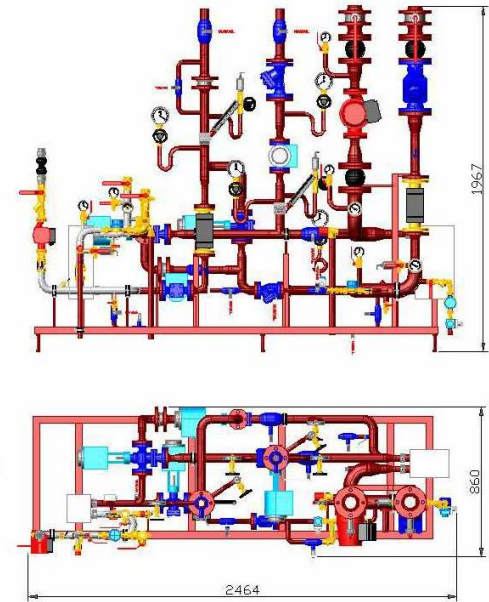
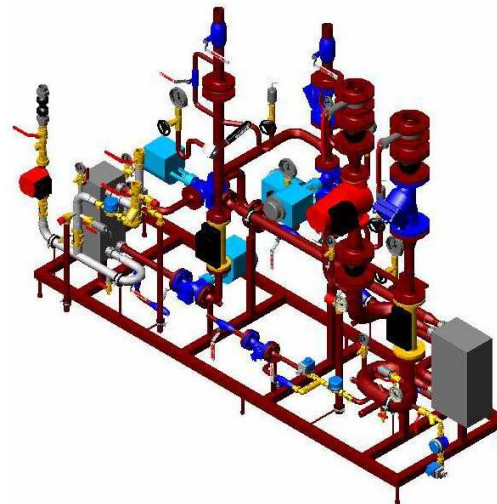
Definícia SCZT - STN EN 15 316



Systém hodnotenia hospodárnosti SCZT

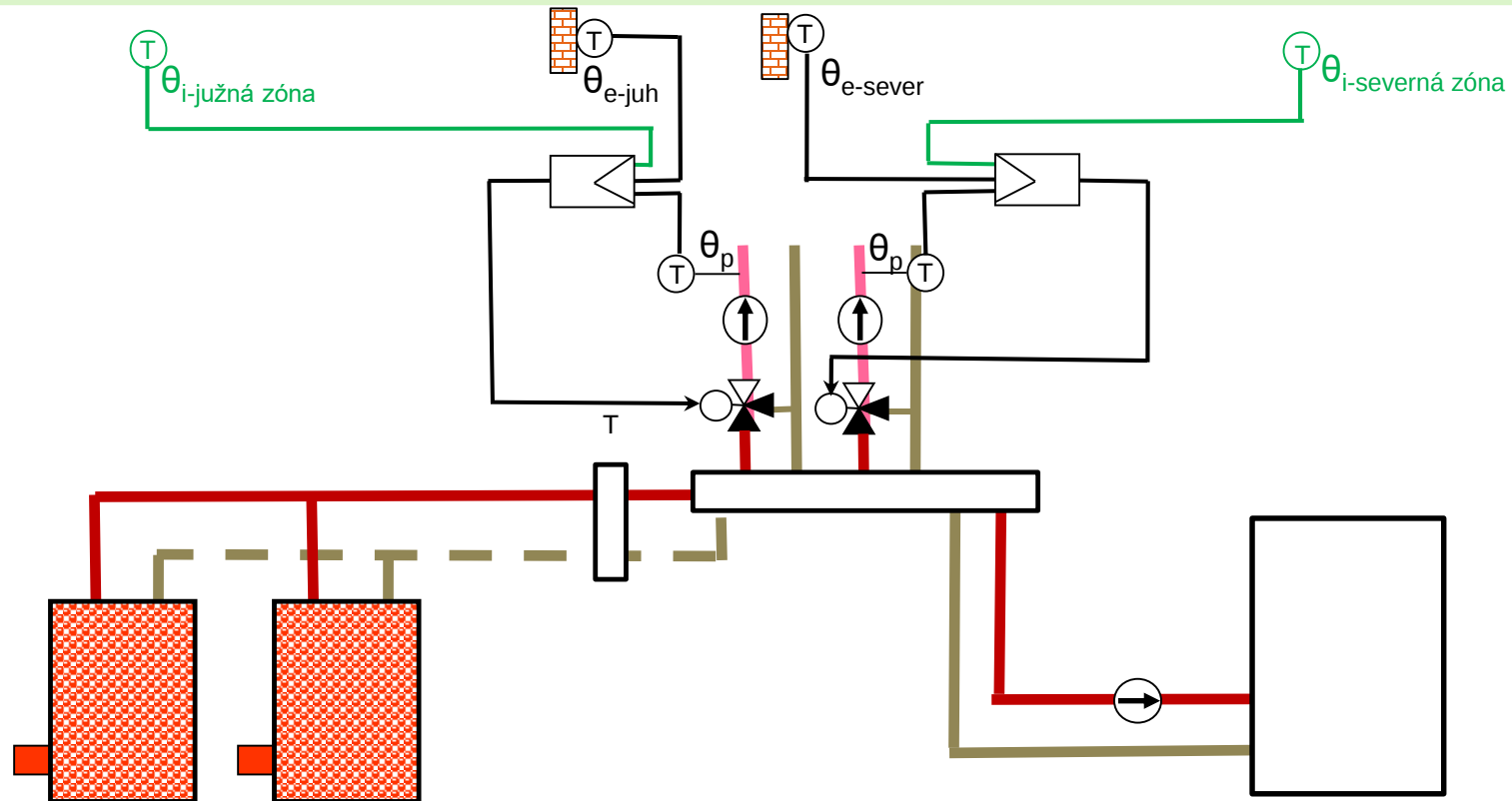
- 1 - prívod paliva (zemný plyn); 2 - zdroj tepla; 3 - rozvodná tepelná sieť;
4 - OST v budove; 5 - akumulácia tepla v rozvodoch; 6 - distribúcia v budove;
7 - odovzdávanie tepla (vykurovacie teleso); 8 - potreba tepla na vykurovanie;
A - vykurovací systém budovy; B - CZT.

Odvzdávacie stanice tepla



Riadenie distribúcie tepla

- Riadenie teploty vykurovacej vody pre jednotlivé spotrebiteľské okruhy
- podľa vonkajšej teploty s korekciou na vnútornú teplotu
- podľa vonkajšej teploty s korekciou na vnútornú teplotu



4. EÚO v systémoch prípravy TV

Najčastejšie ENCON opatrenia v systémoch prípravy teplej vody (TV):

- Úsporné sprchové hlavice
- Termostatický zmiešavač
- Automatická regulácia teplej vody
- Zateplenie distribučného systému teplej vody



EÚO v systéme prípravy TV	Ovplyvnené parametre
Úsporné sprchové hlavice	Potreba vody
Časové ovládanie prevádzky sprch	Potreba vody
Termostatický zmiešavač, sprchy	Potreba vody
Časové riadenie prevádzky cirkulačných čerpadel TV	Distribučný systém
Oprava netesností	Distribučný systém
Tepelná izolácia potrubných rozvodov, armatúr atď.	Distribučný systém
Termostatické riadenie teploty TV	Automatická regulácia – kontrola teploty
Inštalácia tepelného čerpadla	Účinnosť zdroja tepla
Spätné získavanie tepla z odpadovej vody	Účinnosť zdroja tepla
Manuál prevádzky a údržby	P & Ú / energetický manažment

4.1 Najčastejšie EÚO v systémoch prípravy TV

Úsporné sprchové hlavice:

- ▶ Nižší prietok armatúrou
- ▶ Osadený prevzdušňovač prúdu, tzv. perlátor
- ▶ Prietok je postačujúci z hygienického hľadiska



Termostatický zmiešavač:

- ▶ Rýchle nastavenie vhodnej teploty vody
- ▶ Bez zbytočného odpúšťania vody
- ▶ Ako náhrada za ručne nastavovateľnú batériu
- ▶ Racionálne správanie sa užívateľov



4.2 Najčastejšie EÚO v systémoch prípravy TV

Automatická regulácia TV:

- ▶ Regulácia dodávky TV
 - Časové spínanie nabíjania zásobníkov TV
 - Doba nabíjania,...
- ▶ Nové regulátory dokážu obsluhovať aj obvody TV



Zateplenie distribučného systému TV:

- ▶ Rozvody teplej vody je nutné izolovať po celej dĺžke
- ▶ Je nutné izolovať i rozvody studenej vody
- ▶ Dôvod zateplenia distribučného systému TV:
 - Zníženie kvality teplej vody na výstupe z batérie (zimné obdobie)
 - Zníženie kvality studenej vody na výstupe z batérie (letné obdobie)
- ▶ Teplota TV v mieste odberu nemá trvale poklesnúť pod 50 °C



4.2 Najčastejšie EÚO v systémoch prípravy TV

Hrúbka izolácie potrubí rozvodov TV a cirkulácie TV

Riadok	Menovitá svetlosť potrubia a armatúr DN	Najmenšia hrúbka izol. vrstvy, pri súč. tepelnej vodivosti $\lambda = 0,040 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
1	do 20	20
2	od 22 do 35	30
3	od 40 do 100	Rovnaká ako DN potrubia
4	Nad 100	100
5	Pri prestupoch stropov a drážkach	50% požiadaviek riadkov 1 až 4

4.2 Najčastejšie EÚO v systémoch prípravy TV

Hrúbka izolácie pre potrubie studenej vody

Uloženie potrubia	Hrúbka izolácie pri $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$
	(mm)
Potrubie voľne uložené ▪ V nevykurovanom priestore, alebo v miestnosti ▪ vo vykurovanej miestnosti	4 9
Potrubie v kanály ▪ bez iných tepelných potrubí ▪ vedľa uložených potrubí	4 13
Potrubie v drážke, stúpacie potrubie ▪ bez iného tepelného potrubia ▪ vedľa vedeného tepelného potrubia	4 13
Potrubie na stropnej konštrukcii	4

5. Záver

Z dôvodu dosiahnutia úspor energie je nutné poznať uvedené opatrenia, ktoré v konečnom dôsledku vedú k:

1. Zníženiu energetickej náročnosti



2. Zvýšeniu trhovej hodnoty budovy



3. Zvýšeniu komfortu bývania





Deutsch-Slowakische
Industrie- und Handelskammer
Slovensko-nemecká
obchodná a priemyselná komora



Ďakujem za pozornosť!

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantu KEGA 005STU-4/2021.