

Přednáška č. 5

OTOPNÉ SOUSTAVY [1]

Hlavní druhy otopných soustav

- I. Teplovodní otopné soustavy.
- II. Velkoplošné sálavé otopné soustavy.
- III. Otopné soustavy se zavěšenými sálavými panely.
- IV. Otopné soustavy s infračervenými plynovými zářiči.
- V. Teplovzdušné otopné soustavy.

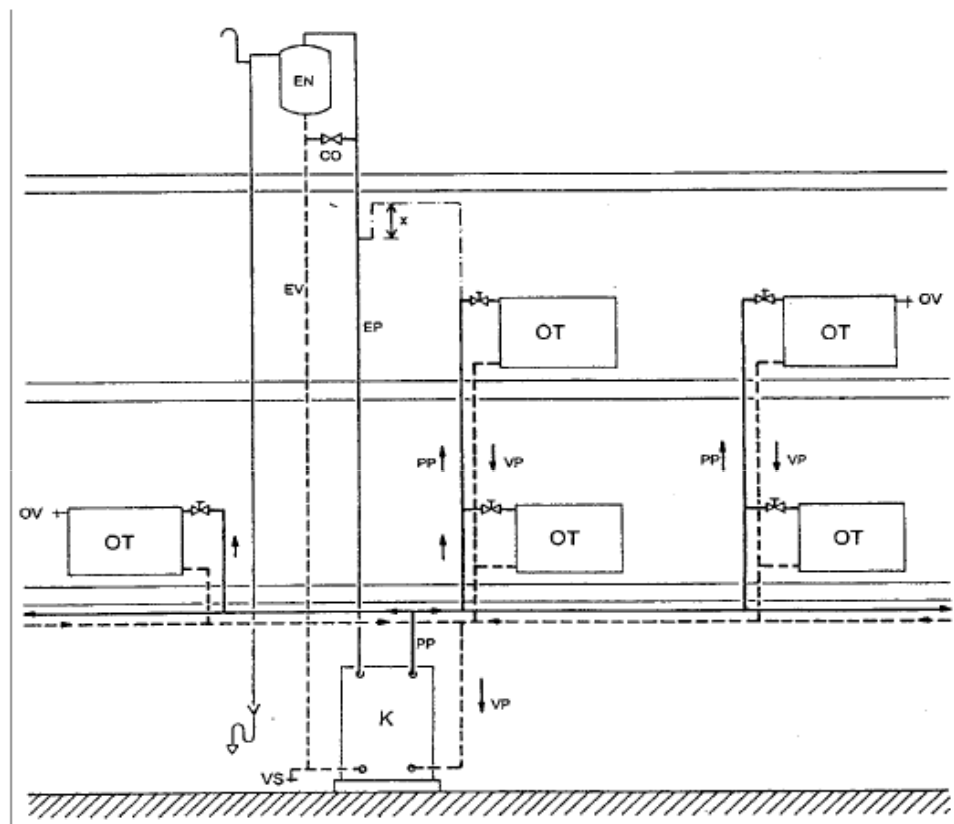
I. Teplovodní otopné soustavy

- a) Rozdělení podle teploty teplotnosné látky
- b) Rozdělení podle sdílení tepla
- c) Rozdělení podle počtu trubek
- d) Rozdělení podle umístění rozvodu teplotnosné látky
- e) Rozdělení podle oběhu teplotnosné látky
- f) Rozdělení podle spojení soustavy s atmosférou

1. Základní požadavky na teplovodní OS.

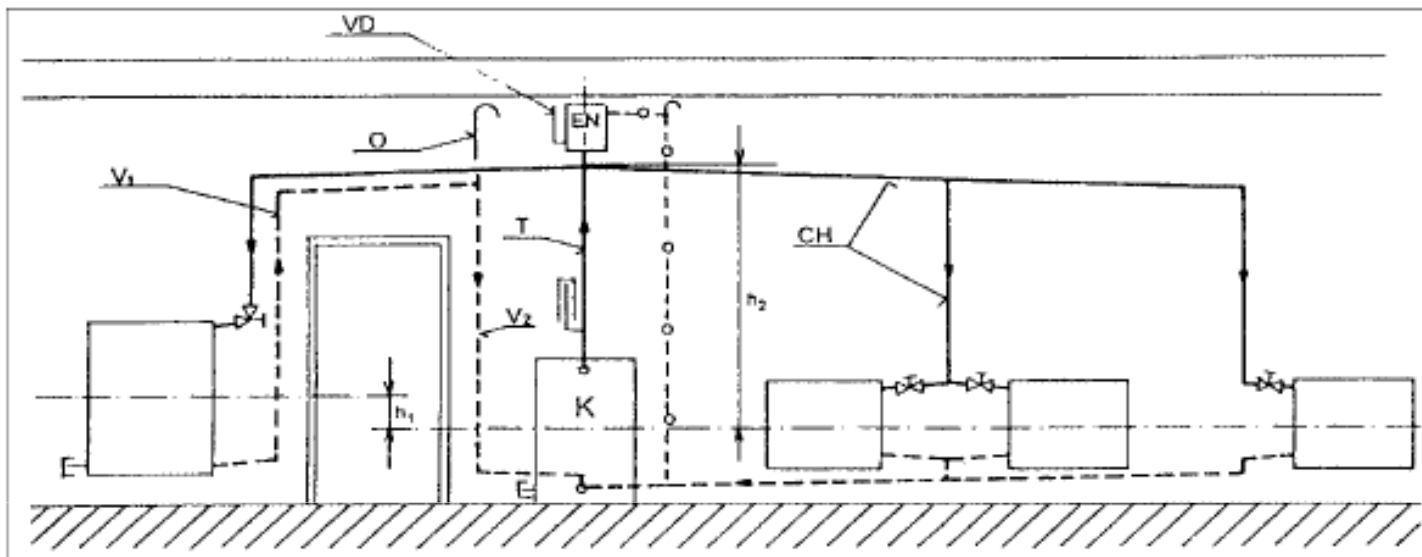
- 2. Materiály potrubí OS. - *Potrubí z oceli*
 - *Potrubí z mědi*
 - *Potrubí z plastů*

3. Otopné soustavy s přirozeným oběhem vody



Obr. 1. Dvoutrubková vertikální otopná soustava se spodním rozvodem a přirozeným oběhem vody [1].

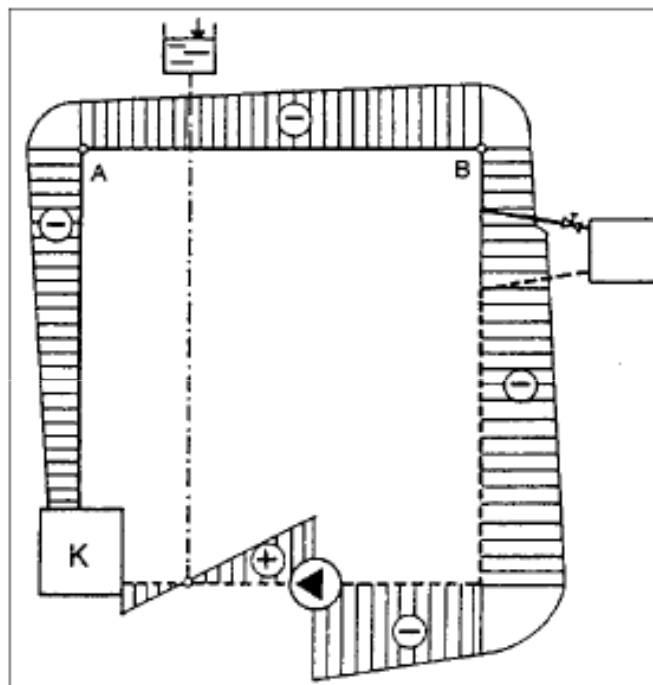
EN - expanzní nádoba; CO - cirkulační obtok; VS - vypouštění soustavy; OV - odvzdušňovací ventil;
OT - otopné těleso; VP - vratné potrubí; PP - přívodní potrubí; K - kotel; EV - vratné pojišťovací potrubí;
EP – přívodní pojišťovací potrubí.



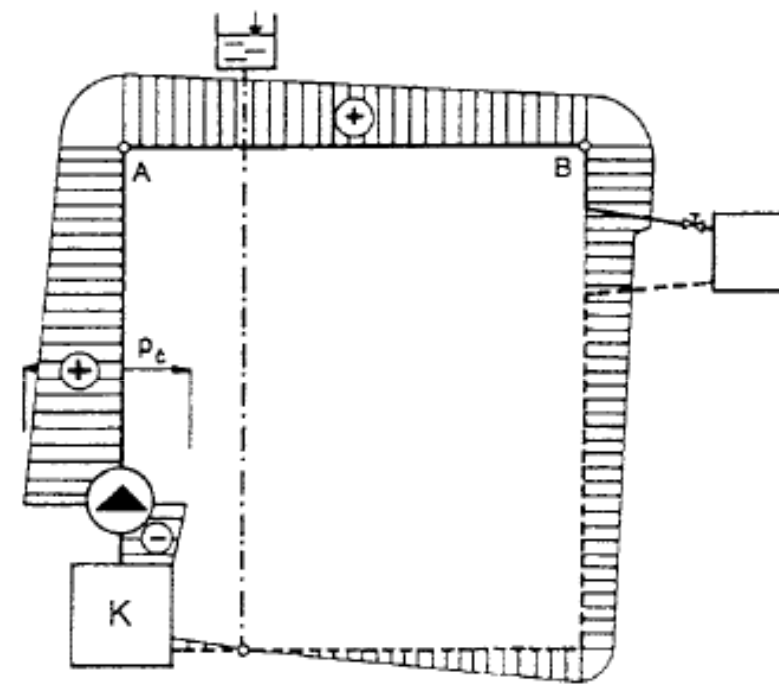
Obr. 2. Etážová otopná soustava s přirozeným oběhem vody

K - kotel; EN - expanzní nádoba; VD - vodoznak; O - odvzdušnění části vratného potrubí;
 T - sloupec teplé vody; CH - sloupec chladnější vody; h_1 - výška osy tělesa nad osou kotle;
 h_2 - výška určující účinný vztlak.

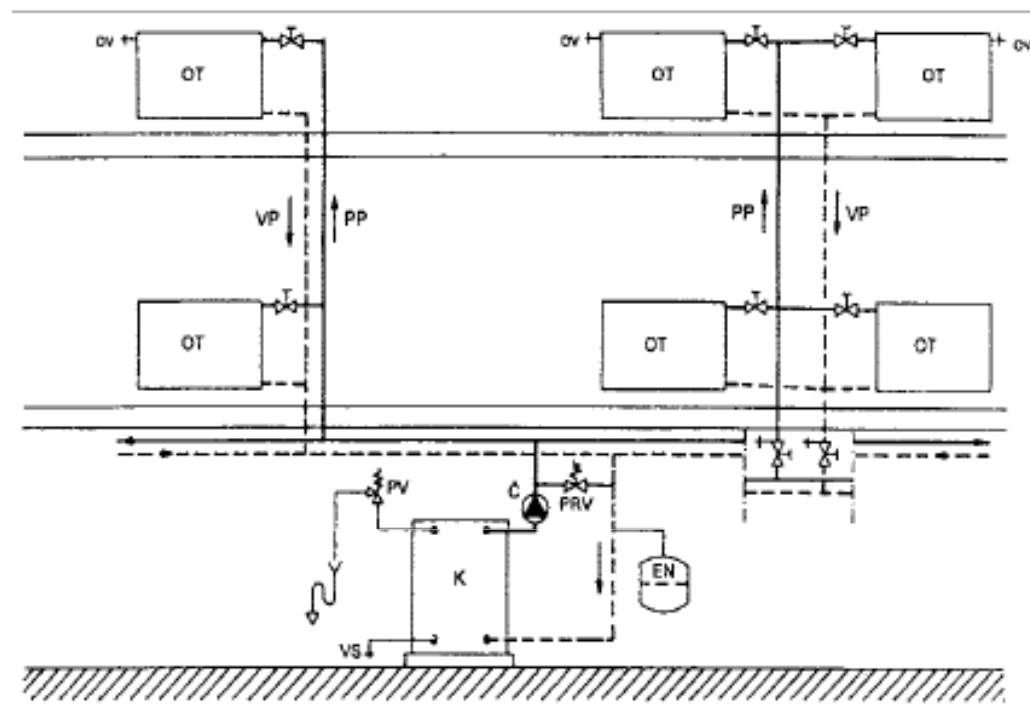
4. Otopné soustavy s nuceným oběhem vody



Obr. 3. *Expanzní nádoba za výtlačným hrdlem oběhového čerpadla*

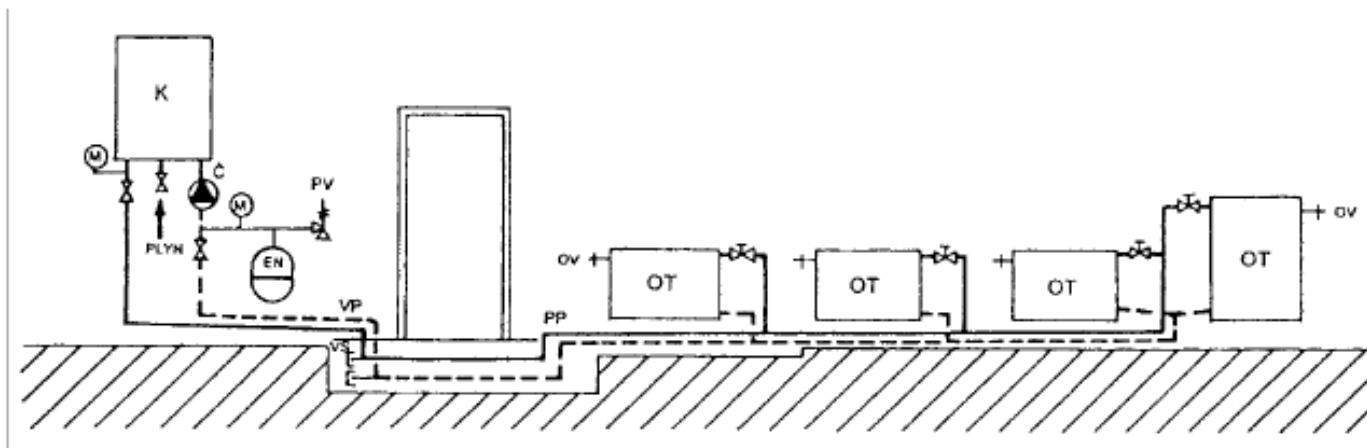


Obr. 4. *Expanzní nádoba na straně sací oběhového čerpadla*



Obr. 5. Dvoutrubková otopná soustava se spodním rozvodem a nuceným oběhem vody

EN - expanzní nádoba; PRV - přepouštěcí ventil; VS - vypouštění soustavy; OT - otopné těleso; VP - vratné potrubí; PP - přívodní potrubí; K - kotel; OV - odvzdušňovací ventil; PV - pojistný ventil; Č - oběhové čerpadlo.



Obr. 6. Bytová dvoutrubková otopná soustava

EN - expanzní nádoba; VS - vypouštění soustavy; PV - pojistný ventil; OT - otopné těleso; VP - vratné potrubí; PP - přívodní potrubí; K - kotel; OV - odvzdušňovací ventil; Č - oběhové čerpadlo.

5. Hydraulický výpočet potrubních sítí teplovodních otopných soustav

A. Výpočet dvoutrubkových teplovodních otopných soustav s přirozeným oběhem vody

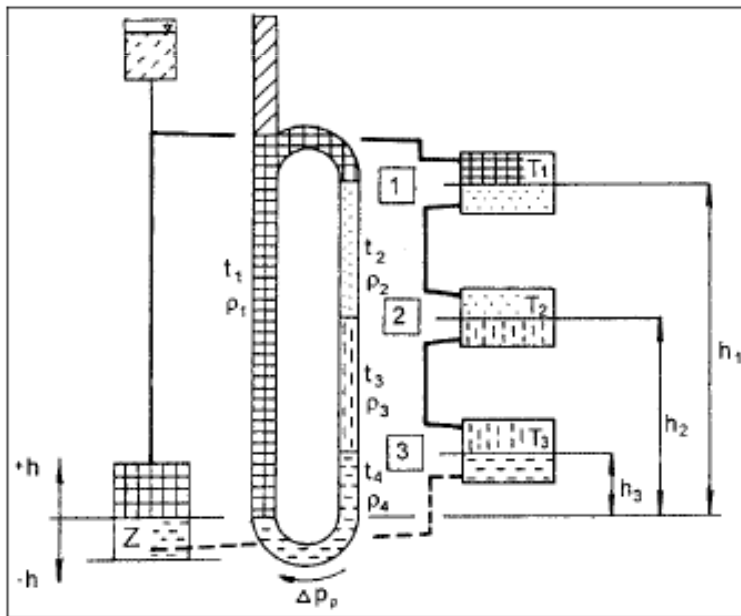
$$\Delta p_{\rho} = h \cdot g (\rho_2 - \rho_1) \quad [\text{Pa}] \quad (1)$$

Δp_{ρ} – účinný tlak [Pa] ;

h - výška středu místa, ve kterém dochází ke změně teploty, vzhledem ke středu zdroje tepla [m];

g - gravitační zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$];

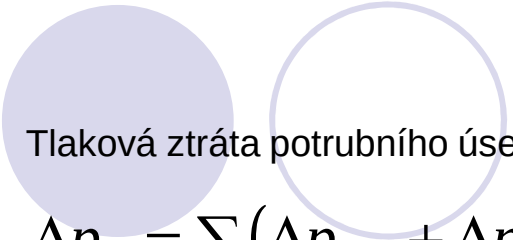
t_1, t_2 - teplota vody teplejší a chladnější [$^{\circ}\text{C}$] ;



Obr. 9. Vznik vztlaku v soustavě s přirozeným oběhem vody

Celkový účinný tlak v okruhu:

$$\Delta p_{\rho} = h_1 \cdot g (\rho_2 - \rho_1) + h_2 g (\rho_3 - \rho_2) + h_3 \cdot g (\rho_4 - \rho_3)$$



Tlaková ztráta potrubního úseku Δp_o :

$$\Delta p_o = \sum (\Delta p_{zT} + \Delta p_{zM}) = \sum (R.l + Z) \quad [\text{Pa}] \quad (5)$$

$$\Delta p_\rho = \Delta p_o \quad [\text{Pa}] \quad (4)$$

Tlaková ztráta třením Δp_{zT} :

$$\Delta p_{zT} = R.l \quad [\text{Pa}] \quad (6)$$

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad [\text{Pa}] \quad (7)$$

R – tlaková ztráta vztažená na 1m délky trubky [$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$],

w – rychlost proudění tekutiny [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

λ - součinitel tření [-],

d – vnitřní průměr trubky [m],

l – délka úseku potrubí [m].

Tlaková ztráta místními odpory Δp_{zM} :

$$\Delta p_{zM} = \zeta \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho = Z$$

[Pa]

(8)

ξ – součinitel místního odporu [-].

Předběžný tlakový spád R_p :

$$R_p = \frac{\Delta p \cdot (1 - a)}{\sum l}$$

[Pa.m⁻¹]

(9)

Δp – dispoziční tlak (Δp_ρ , Δp_{zo}) [Pa],

$\sum l$ – délka potrubí počítaného okruhu [m],

a – podíl místních odporů na celkové tlakové ztrátě Δp [-].

B. Výpočet teplovodních otopných soustav s nuceným oběhem vody

$$\Delta p_\rho + \Delta p_{\check{c}} = \Delta p_{zo}$$

[Pa]

(10)

Δp_{zo} – celkový dispoziční tlak [Pa] .

Jmenovitý výkon motoru čerpadla

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot V \cdot H}{\eta} = \frac{\Delta p \cdot V}{\eta} \quad [\text{W}] \quad (11)$$

Δp – dopravní tlak čerpadla [Pa],

ρ – měrná hmotnost teplotnosné látky [kg.m⁻³],

g – gravitační zrychlení [m.s⁻²],

V – dopravovaný objemový tok teplotnosného média [m³.s⁻¹],

H - dopravní výška čerpadla [m],

η – účinnost čerpadla [-].

II. Velkoplošné sálavé otopné soustavy

Velkoplošné otopné soustavy na:

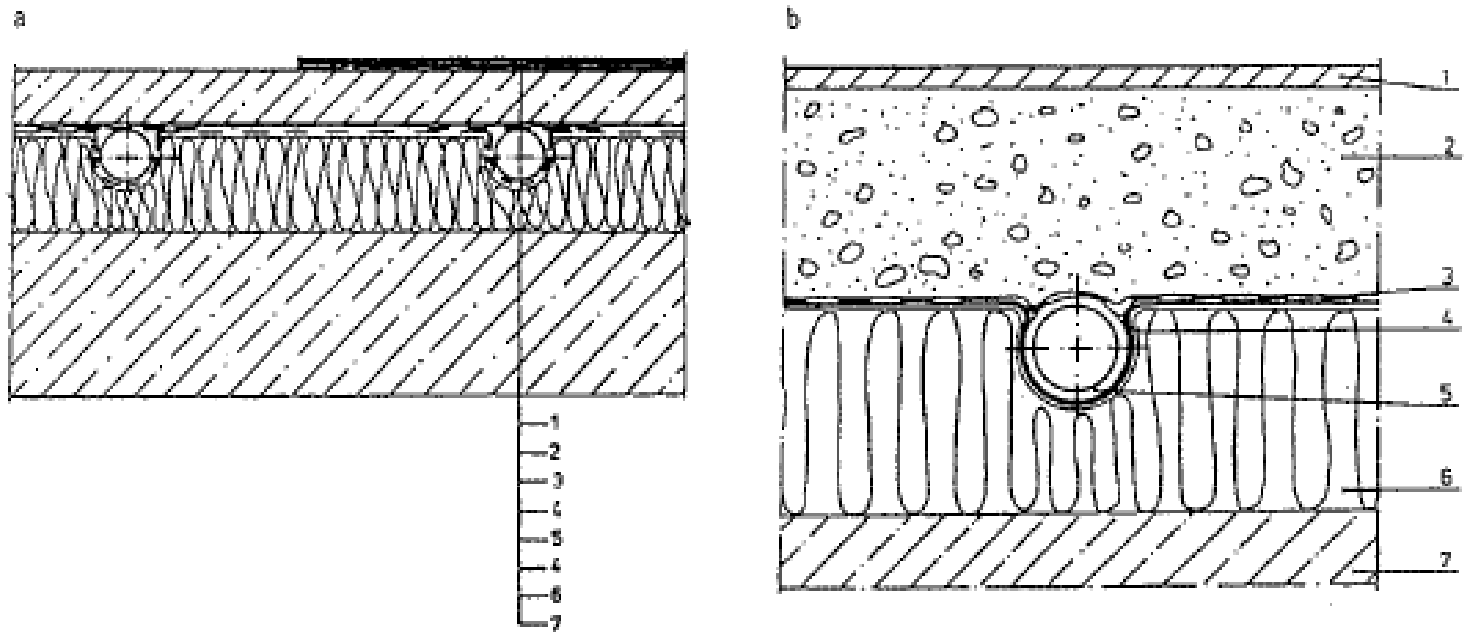
- podlahové,
- stropní,
- stěnové.

1. Podlahové vytápění

a) podle způsobu provedení otopné plochy:

b) podle tvarování otopného hadu:

Suchý způsob

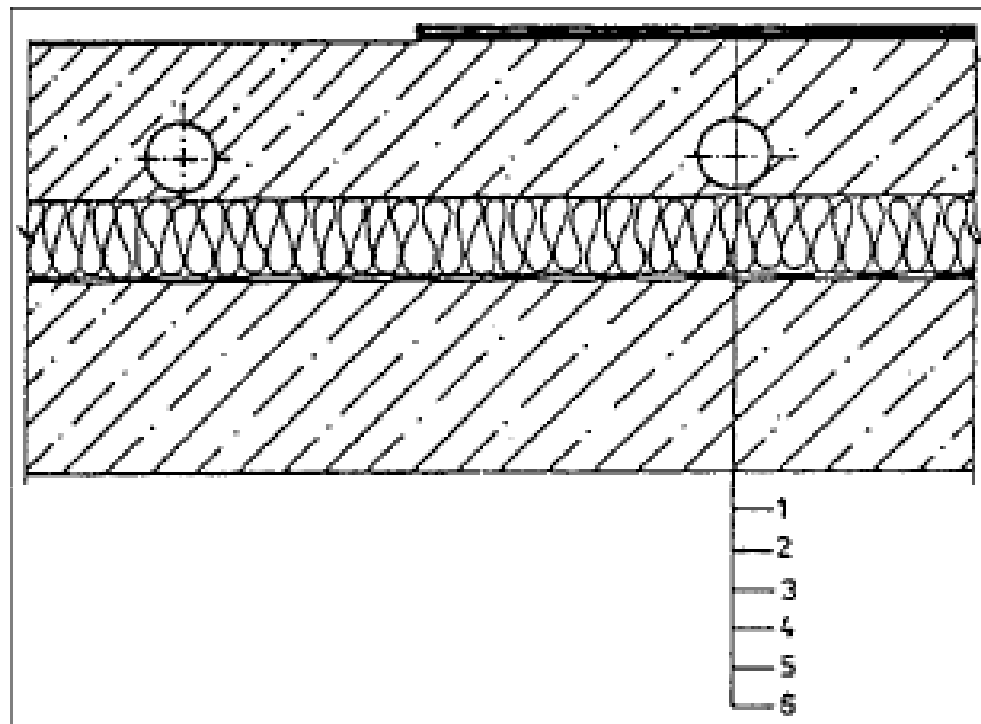


Obr. 10. Suchý způsob provedení otopné plochy

a) - řez otopnou plochou; b) - detail uložení trubky

1 - podlahová krytina; 2 - cementový potěr; 3 - hydroizolace; 4 - fólie; 5 - otopný had;
6 - tepelná izolace; 7 - nosná podlaha.

Mokrý způsob

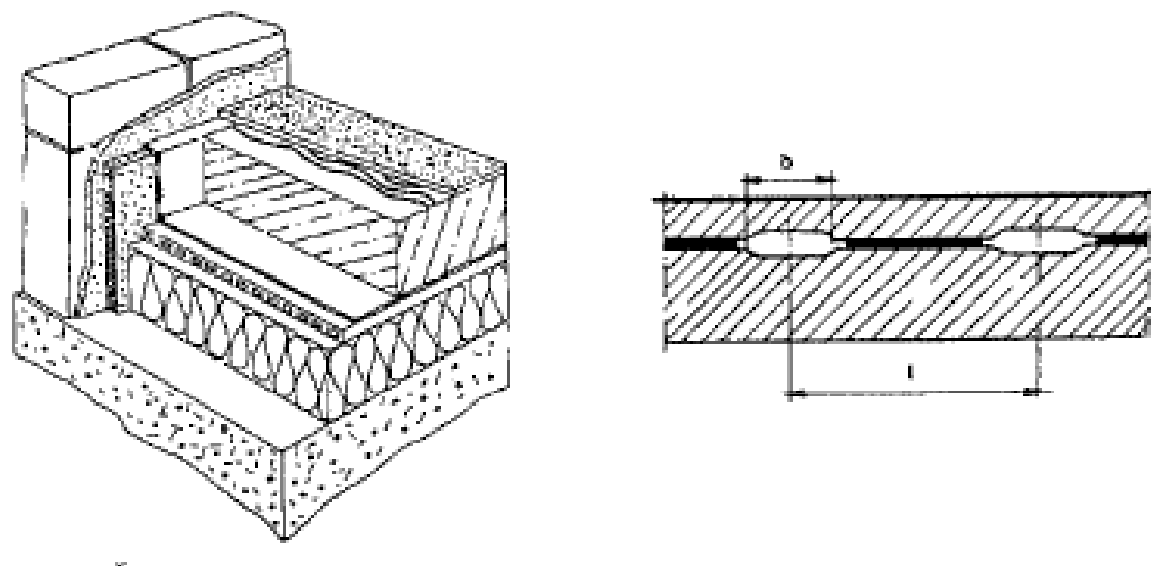


Obr. 11. Mokrý způsob vytvoření otopné plochy - řez podlahou

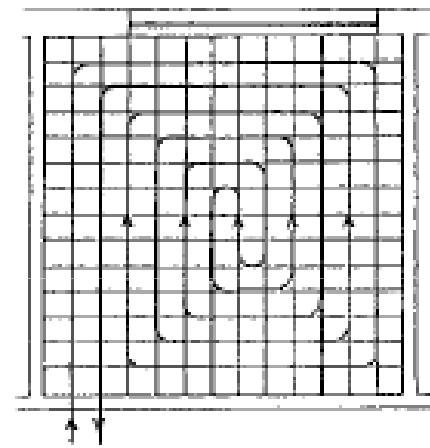
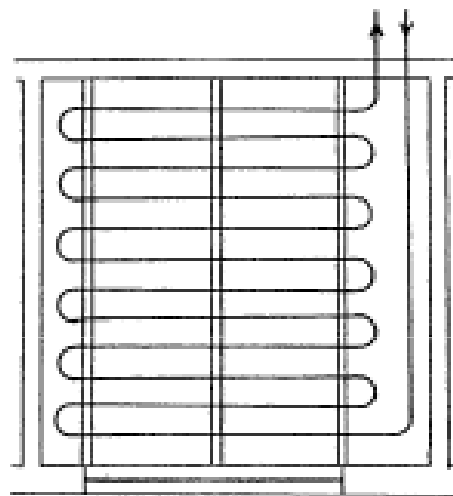
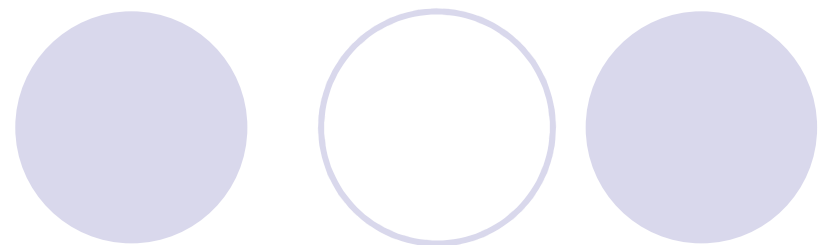
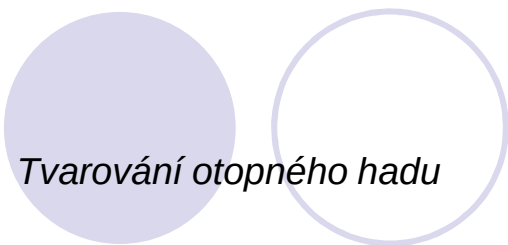
1 - podlahová krytina; 2 - cementový potěr; 3 - otopný had;

4 - tepelná izolace; 5 - hydroizolace; 6 - nosná podlaha.

Klima podlahy

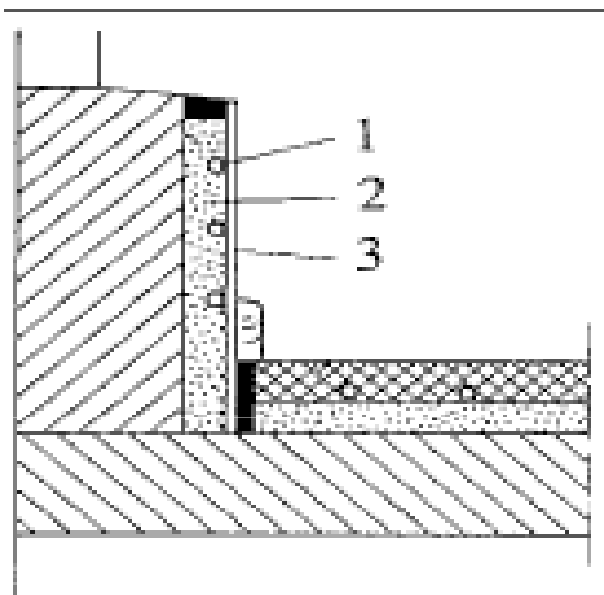


Obr. 12. Řez a detail klima podlahy



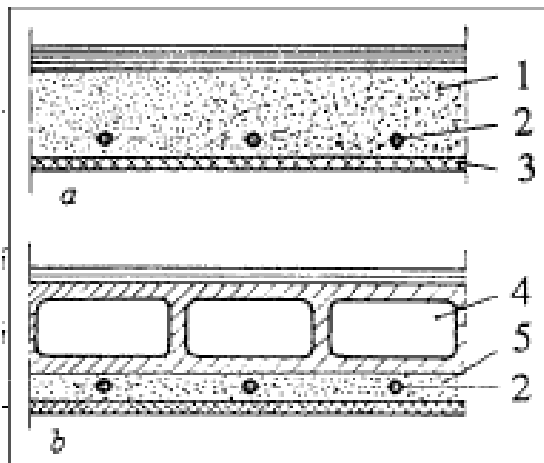
Obr. 13. Způsoby kladení otopného hadu a) meandrový způsob, b) plošná spirála

2. Stěnové vytápění



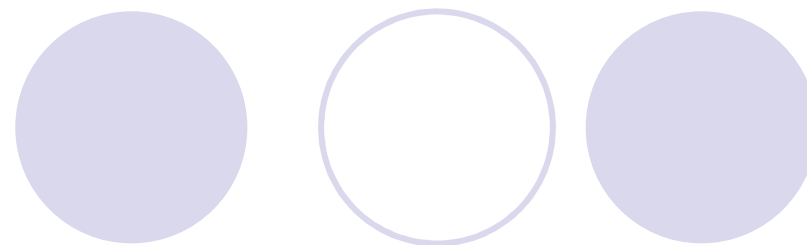
Obr. 14. Stěnová otopná plocha pod oknem
1 - otopný had; 2 - tepelná izolace; 3 - omítka

3. Stropní vytápění



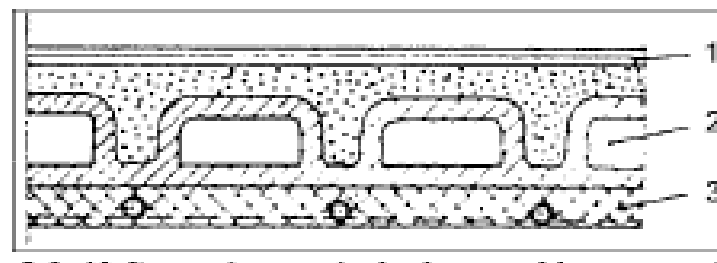
Obr. 15. Stropní otopná plocha s trubkami zalitými v betonu

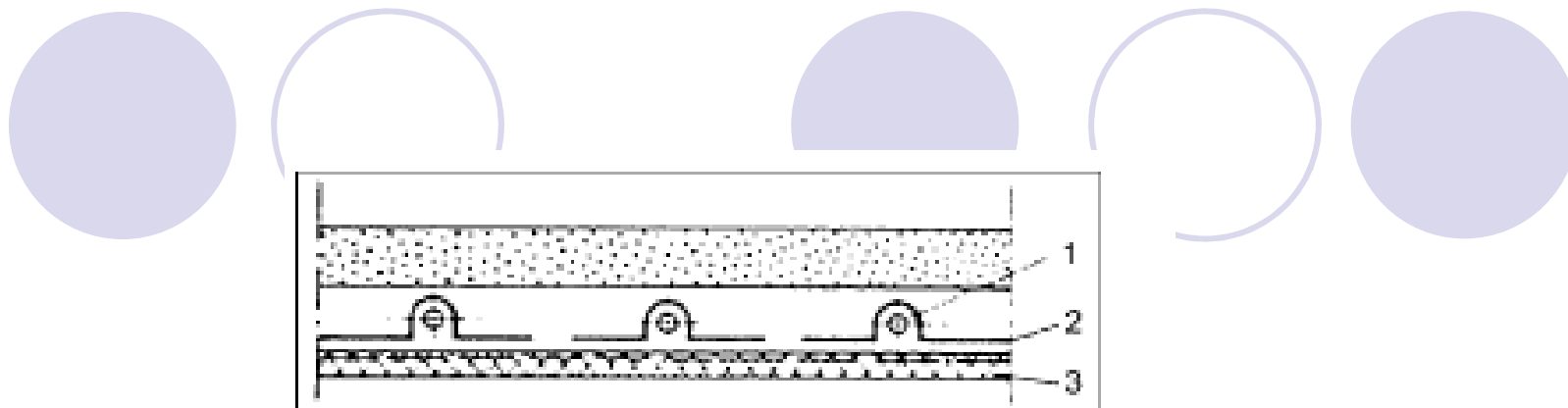
- a) trubky zalité v nosném betonu stropu;
 - b) trubky zalité v betonu pod nosnou částí dutých cihel;
- 1 - beton; 2 - trubky; 3 - omítka; 4 - dutá cihla; 5 - otopná plocha.



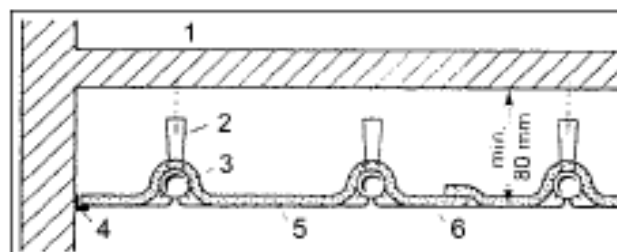
Obr. 16. Stropní otopná plocha s trubkami v omítce stropu

- 1 - potěr; 2 - dutá cihla; 3 - omítka.



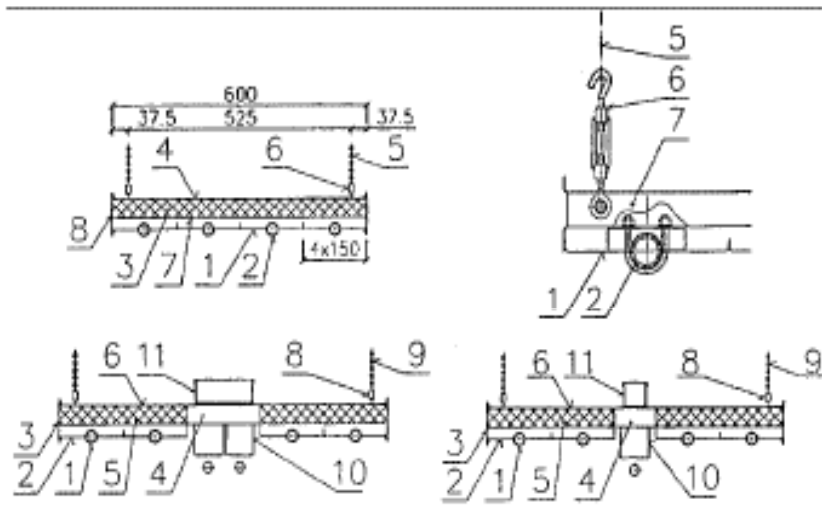


Obr. 17. Stropní otopná plocha tvořená lamelami
 1 - trubka; 2 – hliníková lamele; 3 - omítka.

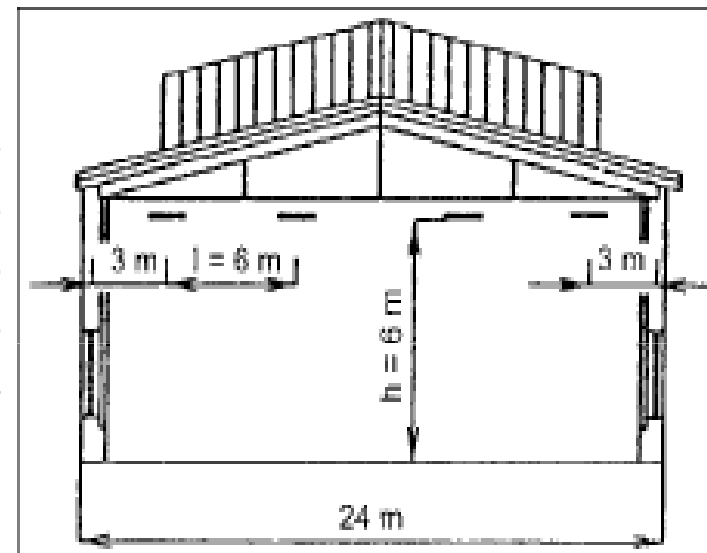


Obr. 18. Stropní otopná plocha v dutém podhledu
 1 - nosný strop; 2 - závěs; 3 - trubka; 4 - okrajový úchyt,
 5 - tepelná izolace; 6 – hliníková deska

III. Otopné soustavy se zavěšenými sálavými panely



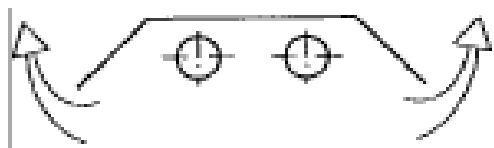
Obr. 19. Příčné řezy sálavými panely



Obr. 19. Příčné řezy sálavými panely

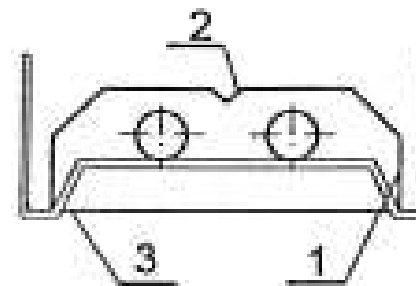
IV. Otopné soustavy s infračervenými plynovými zářiči

1. Tmavé zářiče

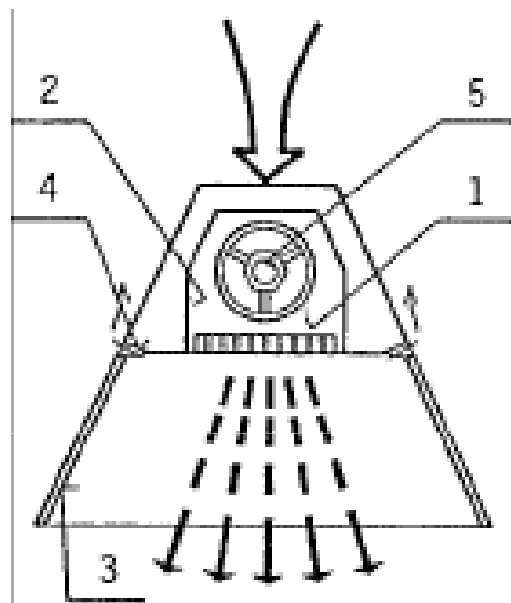


Obr. 21. Tmavý zářič s malou sálavou účinností, postraní křídélka nízká

Obr. 22. Tmavý zářič neizolovaný s hlubokým reflexním zákrytem a plnými čely



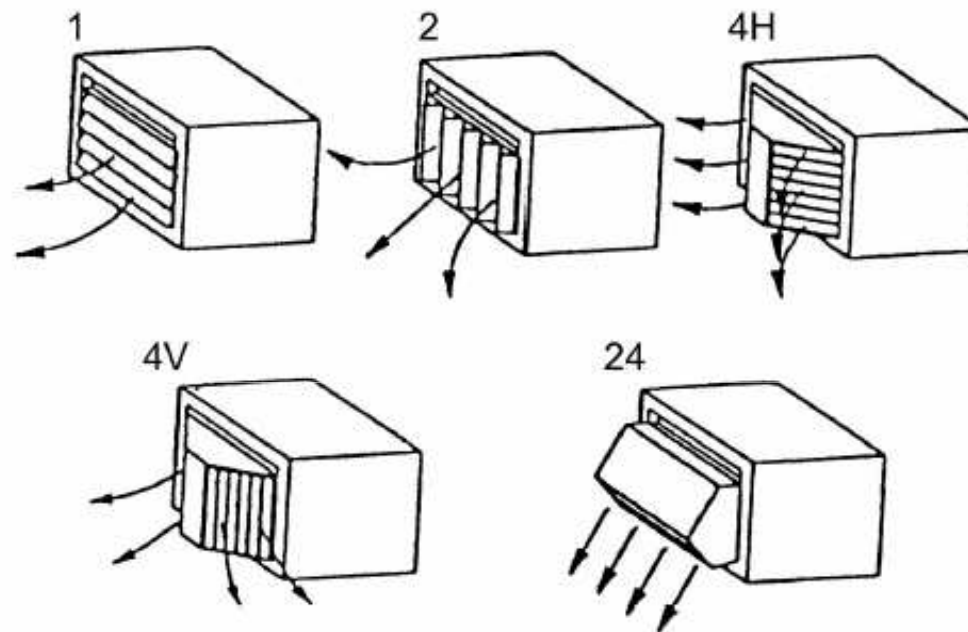
2. Zářiče světlé



Obr. 23. Světlý zářič s otevřenou komorou

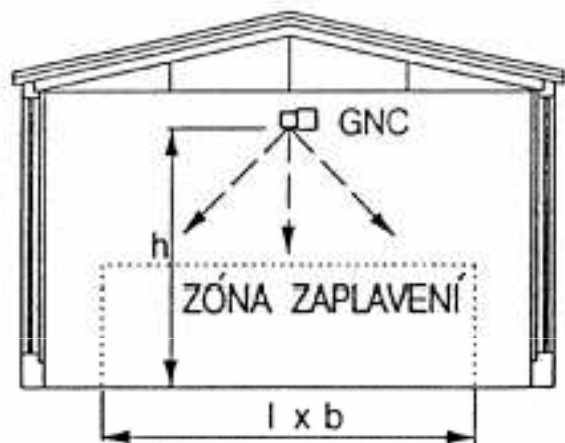
V. Teplovzdušné otopné soustavy

1. Teplodušné soustavy výrobních hal

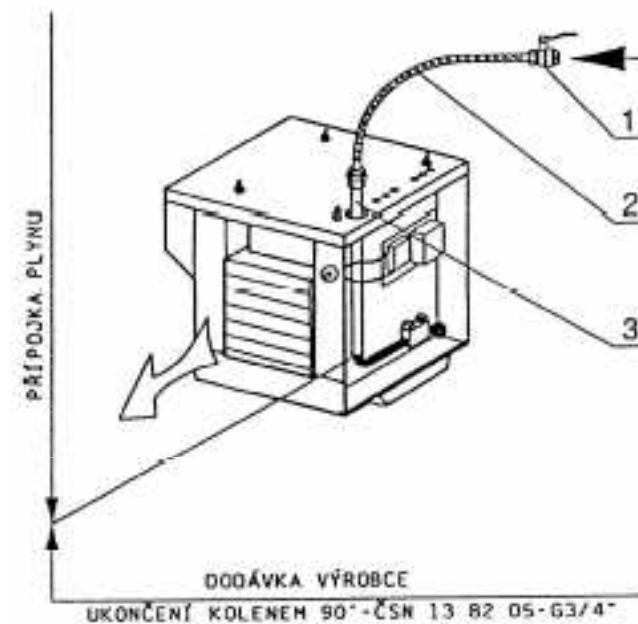


Obr. 24. Vyústky pro instalaci na jednotky GNS s axiálním ventilátorem

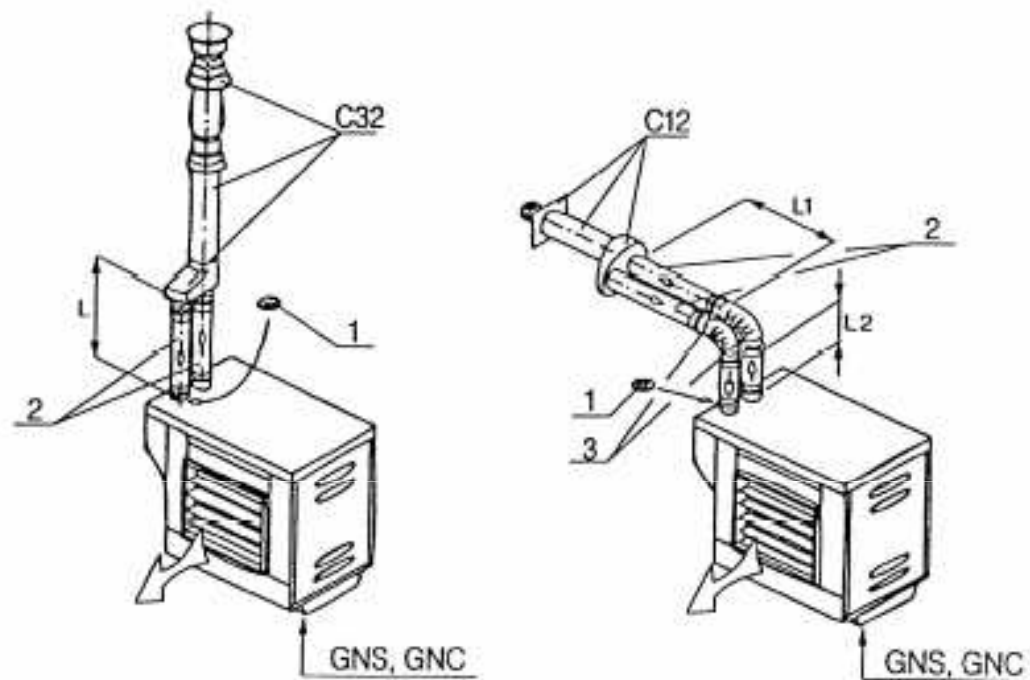
1 - vyústka s vodorovnými lamelami; 2 - vyústka se svislými lamelami;
4H - vyústka 2 x 45° s vodorovnými lamelami; 4V - vyústka 2 x 45° se svislými lamelami;
24 - vyústka podstropní 45° bez lamel



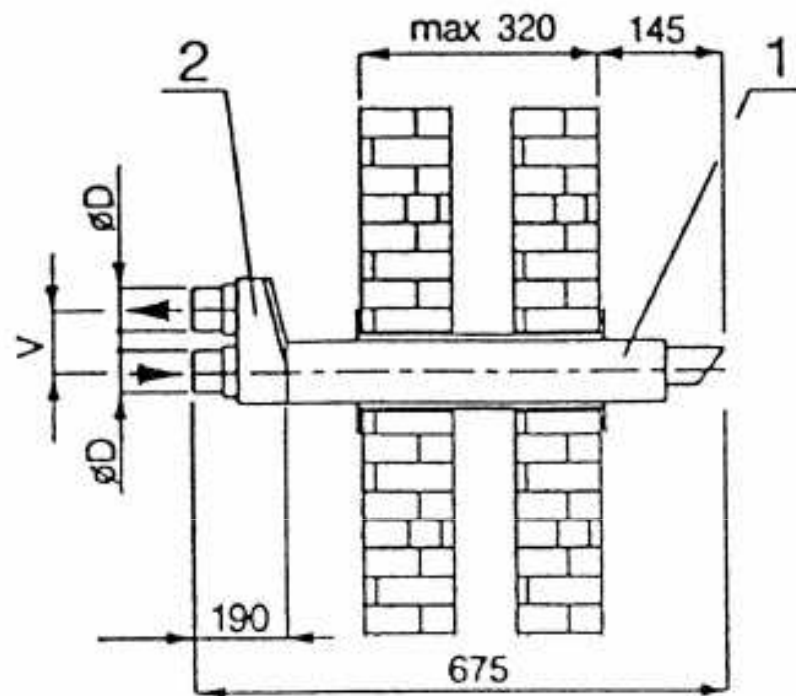
Obr. 25. Zóna zaplavení -plynová jednotka GNC s radiálním ventilátorem a stropním rozdělovačem 90°



Obr. 26. Připojení jednotky na rozvod plynu



Obr. 27. Nucený odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu z venkovního prostředí, napojení shora, vyústění na střeše a na fasádě
 1 - clona; C32 - průchodka střechou; C12 - průchodka stěnou; 2 - sada prodlužovacích trubek;
 3 – sada oblouků 90°, L1,L2 - délka propojovacích trubek.



Obr. 28. Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin sdruženým korpusem typ vodorovně stěnou

1 - Odvod spalin/přívod spalovacího vzduchu v soustředném vedení v provedení s průchodkou stěnou; 2 - T kus

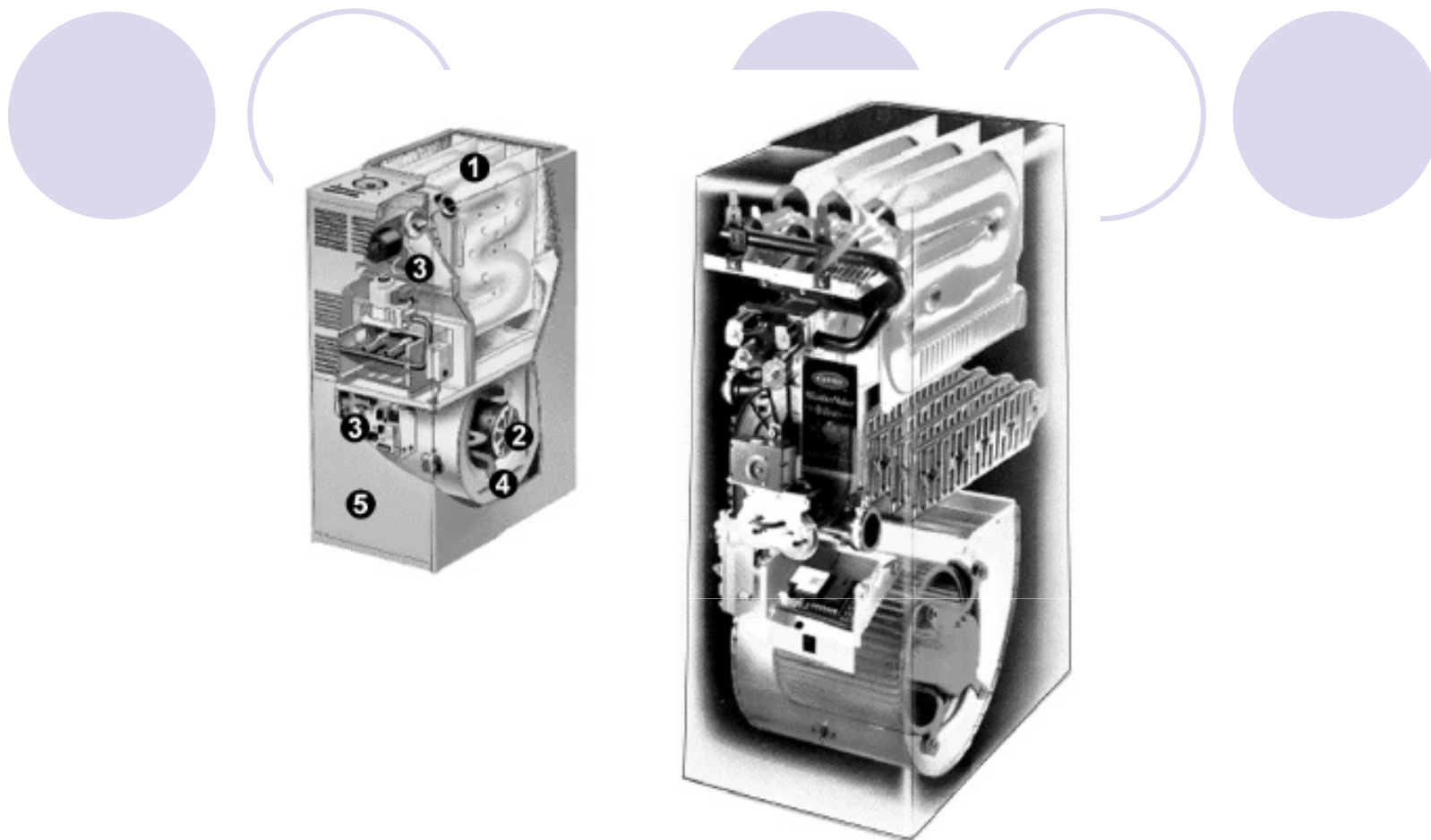
Plynové kompaktní teplovzdušné jednotky

2. Teplovzdušné vytápění obytných budov a domů

Systémy s cirkulačním provozem



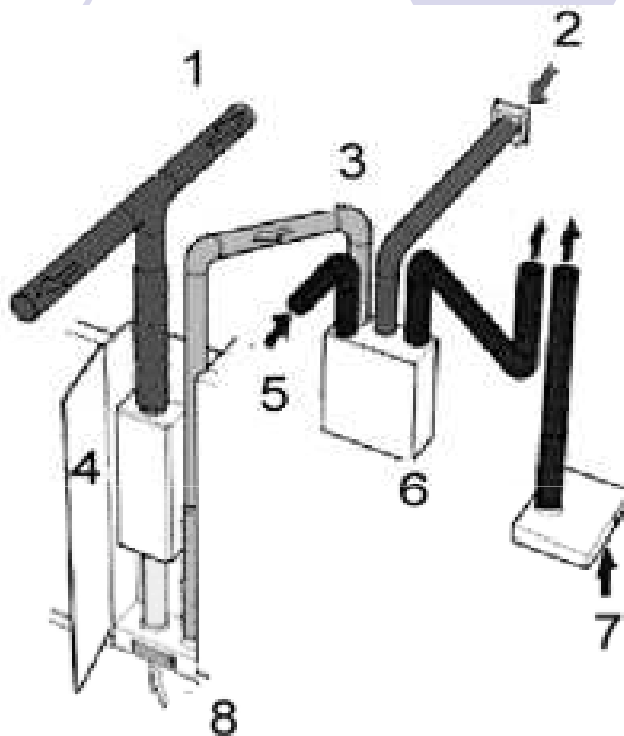
Obr. 29. Teplovzdušné vytápění s cirkulačním provozem



Obr. 30. Plynová teplovzdušná jednotka

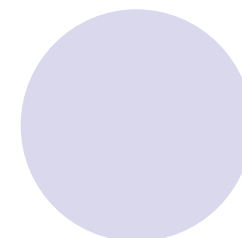
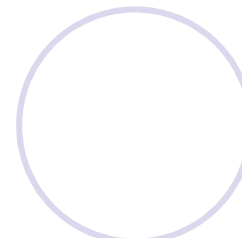
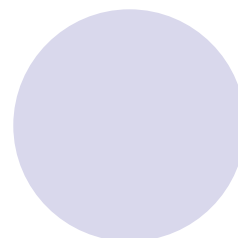
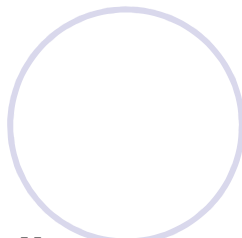
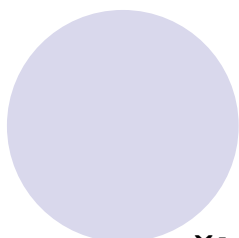
1 - výměník tepla; 2 - radiální ventilátor; 3 - zapalovací automatika a hořák;
4 - filtrace vzduchu; 5 - izolovaná skříň jednotky.

Systémy s ventilačním nebo kombinovaným provozem



Obr. 31. Teplovzdušné vytápění s ventilačním provozem

- 1 - Přívod ohřátého vzduchu; 2 - Čerstvý venkovní vzduch; 3 - Předehřátý čerstvý vzduch;
4 - Ohřívací jednotka; 5 - Odvod vzduchu z kuchyně, koupelny a WC; 6 - Rekuperační jednotka;
7 - Kuchyňská digestoř; 8 - Přisávání vzduchu z obytných místností.



Použitá literatura:

1. Kolektiv. *Topenářská příručka*. 1. vyd. Praha: GAS s.r.o. Praha, 2001, 2 396 s.