



# Podlahové vykurovanie jeden z predpokladov pre efektívne využívanie obnoviteľných zdrojov tepla.

STN EN 15377-1, STN EN 1264 - Vykurovacie systémy v budovách.  
Projektovanie zabudovaných vodných systémov veľkoplošného  
vykurovania a chladenia.

*Časť 1: Stanovenie návrhu vykurovacej a chladiacej kapacity,*

*Časť 2: Navrhovanie, dimenzovanie a inštalácia,*

*Časť 3: Optimalizácia na používanie obnoviteľných zdrojov energie*

**Ing. Jozef Bugáň**  
**prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.**

## OBSAH

Úvod

1 Predmet normy

2 Citované normatívne dokumenty

3 Termíny a definície

4 Tepelné okrajové podmienky

5 Dokumentácia pre skúšanie

6 Výpočet merného tepelného toku (charakteristické krivky a medzné krivky)

6.1 Všeobecný prístup

6.2 Sústavy s rúrkami inštalovanými v roznášacej vrstve (typ A a typ C)

6.3 Sústavy s rúrkami inštalovanými pod roznášacou vrstvou alebo drevenou podlahou (typ B)

6.4 Sústavy s plošnými prvkami (sústavy s plochými vrstvami, typ D)

6.5 Medza merného tepelného výkonu

6.6 Vplyv materiálu rúrky, hrúbky stenu rúrky a opláštenia rúrky na merný tepelný výkon

7 Výpočet merného tepelného toku (charakteristické krivky a medzné krivky)

8 Tepelná strata smerom dole

9 Skúšobný postup pre určenie tepelného výkonu sústav

10 Skúšobný postup pre určenie účinného tepelného odbporu kobercov

Príloha A (normatívna) Obrázky a tabuľky

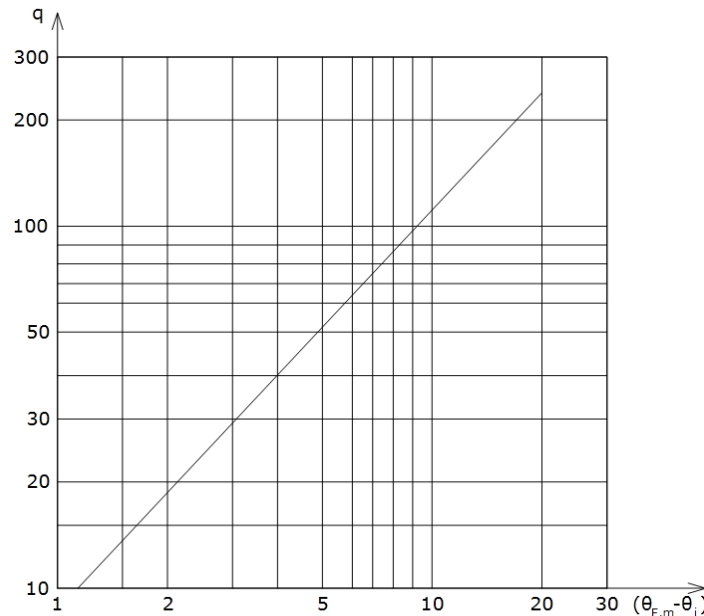
Príloha B (informatívna) Skúšobné postupy pre určenie parametrov pre použitie v EN 15 377-1

## ÚVOD - STN EN 1264

- \* Táto norma určuje okrajové podmienky a preukázané metódy pre stanovenie tepelného výkonu teplovodných podlahových vykurovacích sústav ako funkcia teplotného spádu medzi vykurovacou kvapalinou a teplotou miestnosti.
- \* V tomto príspevku budú prezentované skúsenosti z aplikácie novej európskej normy (EN 1264: 2009) pre výpočet a návrh teplovodného podlahového vykurovania. Výpočet bol zrealizovaný pre jednu referenčnú miestnosť rodinného domu za použitia softvéru s aplikovaním rôznych výrobcov podlahových systémov.

# 1. TEPELNÉ OKRAJOVÉ PODMIENKY

- povrch vykurovacej podlahy s danou priemernou povrchovou teplotou vydáva rovnaký tepelný výkon v akomkoľvek mieste s rovnakou vnútornou teplotou miestnosti,
- je preto možné stanoviť základnú charakteristickú krivku závislosti medzi merným tepelným výkonom a priemernou povrchovou teplotou, ktorá je závislá na vykurovacej sústave a použiteľná pre všetky vykurovacie plochy (graf 1)



**Graf 1** Základná charakteristická krivka.

-  $q$  je merný tepelný výkon [ $\text{W}/\text{m}^2$ ],

-  $(\theta_{F,m} - \theta_i)$  je priemerný teplotný rozdiel medzi povrchom a vnútornou teplotou miestnosti [ $\text{K}$ ],

-  $\theta_i$  is menovitá vnútorná teplota miestnosti [ $^{\circ}\text{C}$ ] and  $\theta_{F,m}$  is priemerná teplota povrchu [ $^{\circ}\text{C}$ ].

# 1. TEPELNÉ OKRAJOVÉ PODMIENKY

- vo výpočte a skúšobnom postupe sa pre najvyššiu povrchovú teplotu podlahy  $\theta_{F,max}$  ako referenčné miesto používa stred podlahovej vykurovacej plochy bez ohľadu na typ sústavy,
- priemerná teplota povrchu podlahy  $\theta_{F,m}$  , ktorá určuje merný tepelný výkon zo základnej charakteristickej krivky je viazaná na najvyššiu povrchovú teplotu podlahy - v tejto súvislosti vždy platí  $\theta_{F,m} < \theta_{F,max}$
- dosiahnuteľná hodnota  $\theta_{F,m}$  závisí nielen na samotnej podlahovej vykurovacej sústave, ale tiež na prevádzkových podmienkach (na teplotnom spáde  $\sigma = \theta_v - \theta_r$  , na tepelnom toku smerom dole  $q_u$  a na tepelnom odpore podlahovej krytiny  $R_{\lambda,B}$ )

## 2. VÝPOČET MERNÉHO TEPELNÉHO TOKU

### 2.1 Všeobecný prístup

Merný tepelný výkon  $q$  z povrchu podlahy sa stanoví s nasledujúcich parametrov:

- rozstup rúrok  $T$ ,
- hrúbka  $s_u$  a tepelná vodivosť  $\lambda_E$  vrstvy nad rúrkami,
- tepelný odpor  $R_{\lambda,B}$  podlahovej krytiny
- vnútorný priemer rúrok  $D = d_a$ , vrátane opláštenia rúrky ( $D = d_M$ ), pokiaľ je to nevyhnutné, a tepelná vodivosť materiálu rúrok  $\lambda_R$  či opláštenie rúrky  $\lambda_M$ . V prípade rúrok s nekruhovým prierezom sa do výpočtu dosadzuje ekvivalentný priemer kruhovej rúrky, ktorá má rovnaký obvod jako nekruhová rúrka (roznášacia vrstva sa nezmení). Hrúbka a tepelná vodivosť trvale inštalovanej kyslíkovej bariéry s hrúbkou do 0,3 mm sa vo výpočte neuvažuje. V tomto prípade sa počíta, že  $D = d_a$ ;
- kontakt medzi rúrkami a tepelne vodivými prvkami, alebo roznášacou vrstvou charakterizovaný súčiniteľom  $a_k$ .

Tabuľka A.9 - opravný súčiniteľ  $a_k$  na kontakt v prípade sústavy typu B

T m	0,05	0,075	0,1	0,15	0,2	0,225	0,3	0,375	0,45
$a_k$	1	0,99	0,98	0,95	0,92	0,9	0,82	0,72	0,60

## 2. VÝPOČET MERNÉHO TEPELNÉHO TOKU

### 2.1 Všeobecný prístup

Merný tepelný tok je úmerný členu  $(\Delta \theta_H)^n$ , kde rozdiel teplôt medzi vykurovacou kvapalinou a teplotou v miestnosti je:

$$\Delta \theta_H = \frac{|\theta_V - \theta_R|}{\ln \frac{|\theta_V - \theta_i|}{|\theta_R - \theta_i|}}$$

$\Delta \theta_V$  je teplota vykurovacej/chladiacej látky na prívode  
 $\theta_R$  je teplota vykurovacej/chladiacej látky na spätočke  
 $\theta_i$  je návrhová izbová teplota

#### Výkonová charakteristická krivka

Výkonová charakteristická krivka opisuje vzťah medzi intenzitou tepelného toku  $q$  systému a požadovaným rozdielom teploty vykurovacej a chladiacej látky.

$$q = B \cdot \prod_i (a_i^m) \cdot \Delta \theta_H \quad \text{alebo} \quad q = K_H \cdot \Delta \theta_H$$

- Výpočet pomocou diferenciálnych rovníc, alebo pomocou metódy konečných prvkov

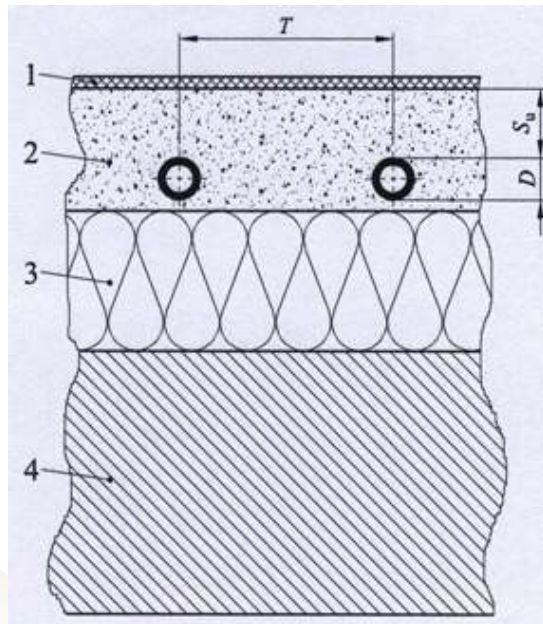
kde  $B$  je súčiniteľ závislý od typu sústavy vo  $W/(m^2.K)$ ;  
mocninový súčin zlučujúci parametre podlahovéhej konštrukcie spolu

## 2. VÝPOČET MERNÉHO TEPELNÉHO TOKU

### 2.2 Sústavy s rúrkami inštalovanými v roznášacej vrstve (typ A a typ C)

Pre merný tepelný výkon podlahovej vykurovacej plochy smerom hore ( $q$ ) platí vzťah:

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T^{m_T} \cdot a_u^{m_u} \cdot a_D^{m_D} \cdot \Delta\theta_H \quad (\text{W/m}^2)$$



- $B$  je súčiniteľ závislý od typu sústavy ( $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ),
- $a_B$  súčiniteľ podlahovej krytiny,
- $a_T$  súčiniteľ rozostupu rúrok,
- $a_U$  súčiniteľ krycích vrstiev,
- $a_D$  súčiniteľ vnútorného priemeru rúrky,
- $m_T$  exponent závislý od rozostupu rúrok,
- $m_U$  exponent závislý od krycej vrstvy nad rúrkami,
- $m_D$  exponent závislý od vonkajšieho priemeru rúrok,
- $\Delta\theta_H$  logaritmický rozdiel teplôt medzi vykurovacou vodou a teplotou v miestnosti [K]

Sústava s rúrkami vnútri roznášacej vrstvy (typ A a typ C)



## 2. VÝPOČET MERNÉHO TEPELNÉHO TOKU

### 2.2 Sústavy s rúrkami inštalovanými v roznášacej vrstve (typ A a typ C)

Pre súčiniteľ podlahovej krytiny  $a_B$  platí nasledujúci vzťah:

$$a_B = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_{u,0}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_E} + R_{\lambda,B}}$$

Where:

- $a$  je 10,8 (W/m<sup>2</sup>.K),
- $\lambda_{u,0}$  je 1 (W/m.K),
- $S_{u,0}$  je 0,045 (m),
- $R_{\lambda,B}$  je tepelný odpor podlahovej krytiny(m<sup>2</sup>.K/W),
- $\lambda_E$  je tepelná vodivosť mazaniny(W/m.K),
- $a_T$  súčiniteľ rozostupu rúrok,
- $a_U$  súčiniteľ krycích vrstiev,
- $a_D$  súčiniteľ vnútorného priemeru rúrky.

## 2. VÝPOČET MERNÉHO TEPELNÉHO TOKU

### 2.2 Sústavy s rúrkami inštalovanými v roznášacej vrstve (typ A a typ C)

Pre exponent závislý od rozostupu rúrok platí nasledovný vzťah:

$$m_T = 1 - \frac{T}{0,075} \quad \text{platí pre } 0,050m \leq T \leq 0,375m$$

Pre exponent závislý od krycej vrstvy nad rúrkami platí nasledovný vzťah:

$$m_u = 100 \cdot (0,045 - s_u) \quad \text{platí pre } s_u \geq 0,015 m$$

Pre exponent závislý od vonkajšieho priemeru rúrok platí vzťah:

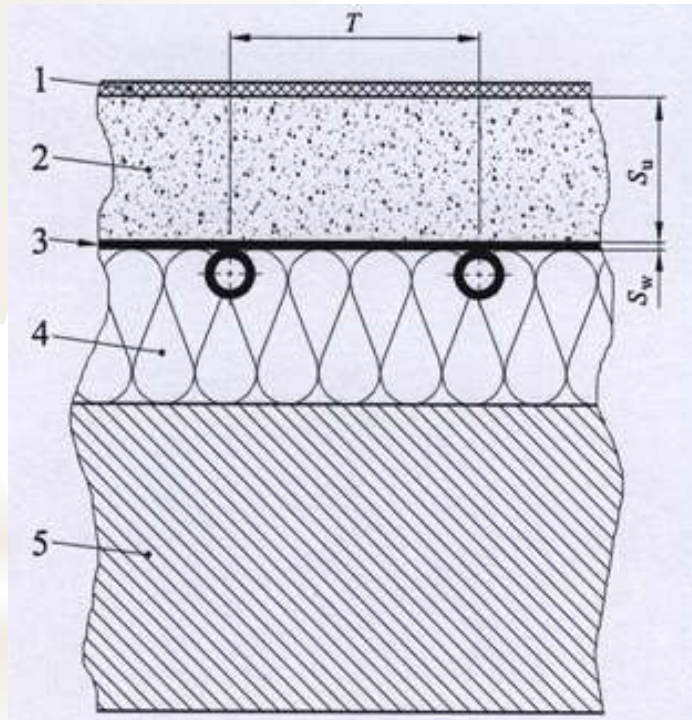
$$m_D = 250 \cdot (D - 0,020) \quad \text{platí pre } 0,010m \leq D \leq 0,030m$$

Kde:

- $T$  je rozostup rúrok [m],
- $D$  je vonkajší priemer rúrky vrátane opláštenia [m],

## 2. VÝPOČET MERNÉHO TEPELNÉHO TOKU

### 2.3 Sústava s rúrkami inštalovanými pod roznášacou vrstvou, alebo drevenou podlahou (typ B)



U týchto sústav sú premenná hrúbka roznášacej vrstvy a jej premenná tepelná vodivosť zahrnuté do súčiniteľa. Priemer rúrky tu nemá žiadny vplyv. Kontakt medzi vykurovacou rúrkou a tepelne vodivým prvkom či iným teplo rozvádzajúcim zariadením je významným parametrom. V tomto prípade sa charakteristická krivka vypočíta:

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T^{m_T} \cdot a_u \cdot a_{WL} \cdot a_K \cdot \Delta\theta_H$$

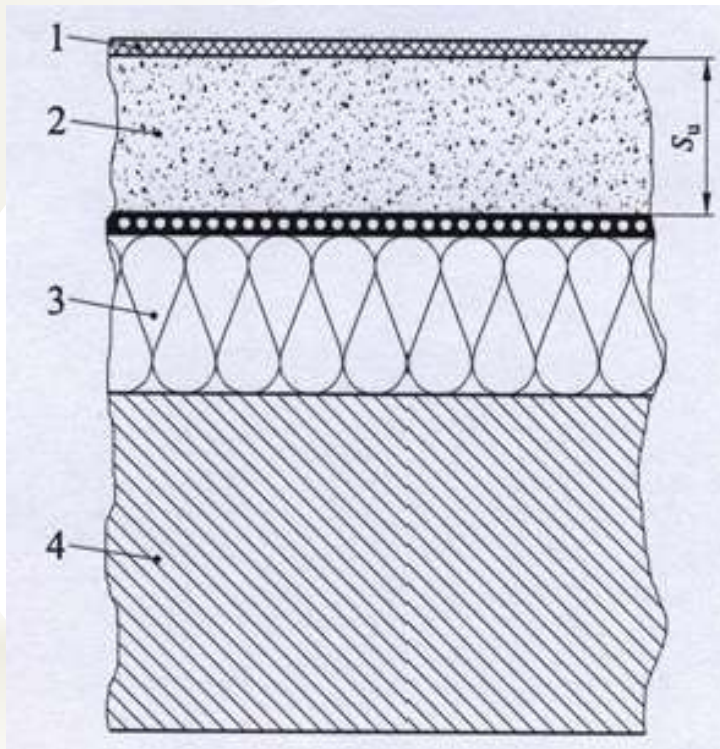
kde  $B = B_0 = 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

- $a_T$  je súčiniteľ rozostupu rúrok podľa tabuľky;
- $a_u$  je súčiniteľ krycej vrstvy, ktorý sa následne vypočíta

Sústavy s rúrkami pod roznášacou vrstvou - typ B

## 2. VÝPOČET MERNÉHO TEPELNÉHO TOKU

### 2.4 Sústava s plošnými prvkami (sústavy s plochými vrstvami, typ D)



Pre podlahy pokryté plošnými prvkami platí vzťah:

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T^{m_T} \cdot a_u \cdot \Delta\theta_H$$

kde  $B = B_0 = 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$a_T^{m_T} = 1,06$ ;

$a_u$  - je súčiniteľ krycej vrstvy

$a_B$  - je súčiniteľ podlahovej krytiny

$$a_B = \frac{1}{1 + B \cdot a_u \cdot a_T^{m_T} \cdot R_{\lambda, B}}$$

Sústavy s plošnými prvkami (sústavy s plochými vrstvami, typ D)

### 3. TEPELNA STRATA SMEROM DOLE

Pre mernú tepelnú stratu podlahovej vykurovacej plochy smerom dole  $q_U$  platí vzťah:

$$q_U = \frac{1}{R_U} \cdot (R_0 \cdot q + \theta_i - \theta_U) \quad (\text{W/m}^2)$$

Kde:

- $R_U$  je čiastočný tepelný odpor podlahovej konštrukcie smerom dole [ $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ ],
- $R_0$  je čiastočný tepelný odpor podlahovej konštrukcie smerom nahor [ $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ ],
- $q$  je merný tepelný výkon podlahovej vykurovacej sústavy [ $\text{W/m}^2$ ],
- $\theta_i$  je menovitá vnútorná teplota v miestnosti vykurovanej podlahou [K],
- $\theta_U$  je vnútorná teplota miestnosti pod miestnosťou vykurovanej podlahou [K].

Pre tepelný výkon podlahovej plochy  $Q$  platí vzťah:

$$Q = q \cdot A \quad (\text{W})$$

Kde:

- $q$  je merný tepelný výkon podlahovej vykurovacej sústavy [ $\text{W/m}^2$ ],
- $A$  je plocha ohraničená rúrkami [ $\text{m}^2$ ],

## 4. OKRAJOVÉ PODMIENKY

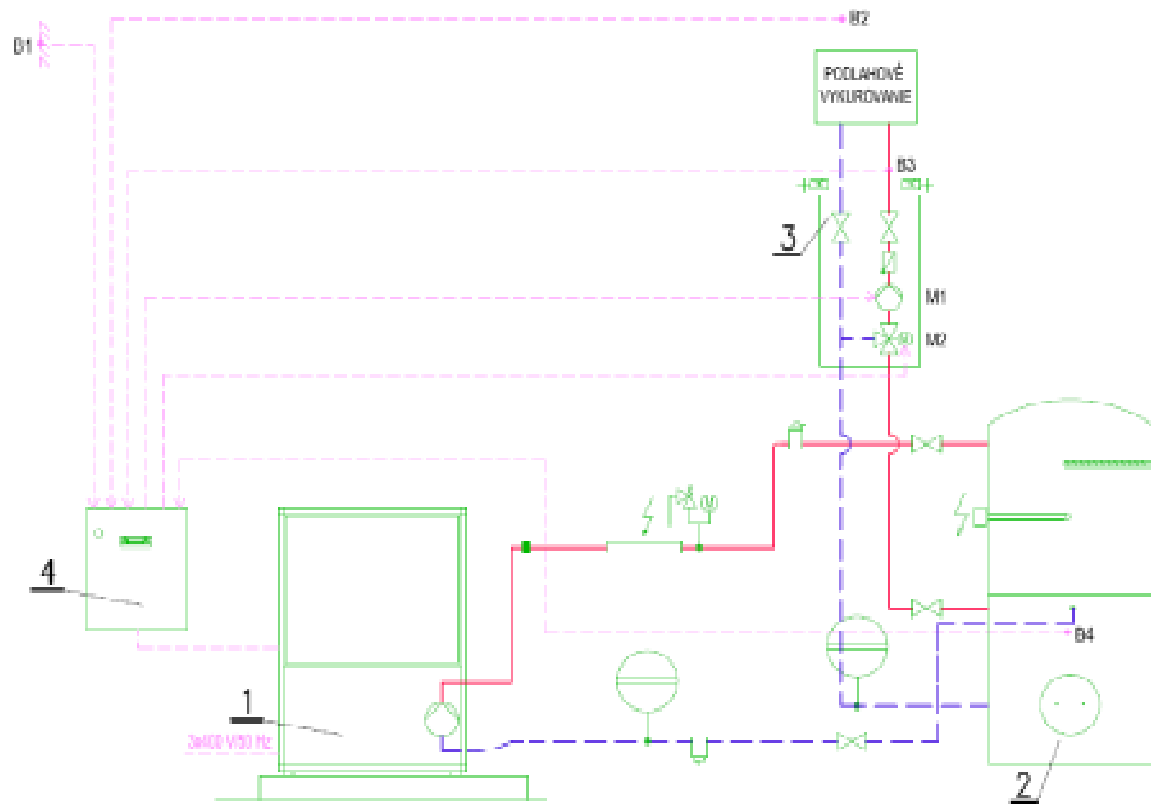
$\theta_{F,max}$ (°C)	$\theta_i$ (°C)	$q_{G,max}$ (W/m <sup>2</sup> )	
29	20	100	využívaná plocha
33	24	100	kúpelne a podobná plocha
35	20	175	Okrajová plocha

Tab. 2 Hodnoty pre  $q_{G,max}$  závisiace od  $\theta_{F,max}$  a  $\theta_i$  [1]

Materiál	Tepelná vodivosť $\lambda$ [W/m.K]
PB rúrka	0,22
PP rúrka	0,22
PE-X rúrka (HDX, MDX)	0,35
PE-RT	0,35
Oceľová rúrka	52
Medená rúrka	390
PVC opláštenie so vzduchovými kapsami	0,15
PVC opláštenie bez vzduchových kaps	0,2
Hliníkové tepelne vodivé prvky	200
Oceľové tepelne vodivé prvky	52
Cementová mazanina	1,2
Anhydritová mazanina	1,2
Betón ( $\rho=2400\text{kg/m}^3$ )	1,9
Sadrokartónové dosky	0,25
Vápenná omietka	0,7
Pochôdzny povrch na priem. podlahách	0,7
Asfaltový tmel	0,9
Tvrde drevo	0,4
Drevo (drevotriesková doska)	0,15

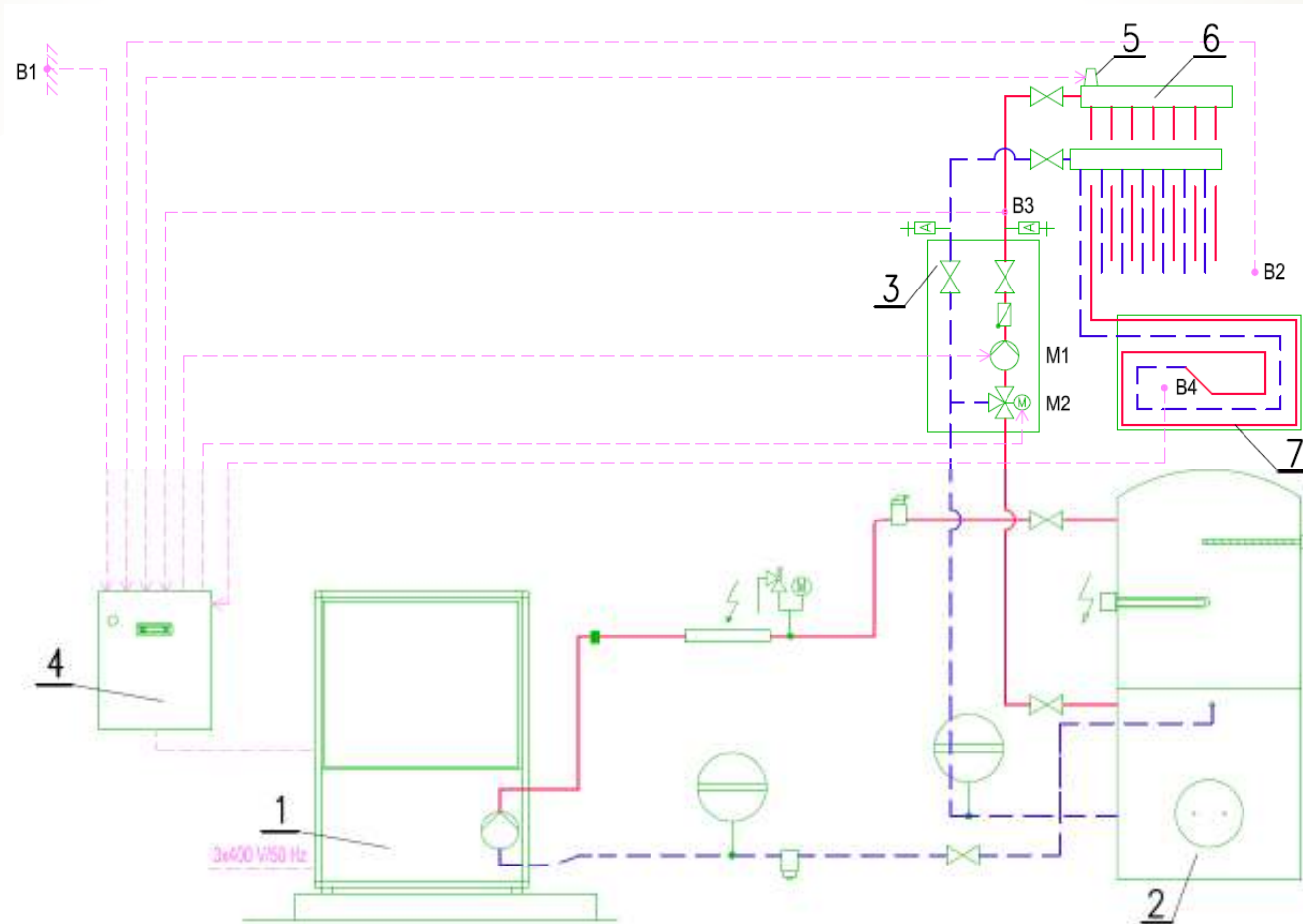
Tab. 3 Hodnoty tepelnej vodivosti materiálov pre teplovodné systavy podlahového vykurovania [1]

## 5. REGULÁCIA PODĽA TEPLoty VONKAJŠIEHO VZDUCHU - pomocou trojcestného zmiešavacieho ventilu



*Regulácia podlahového vykurovania pomocou trojcestného zmiešavacieho ventilu*

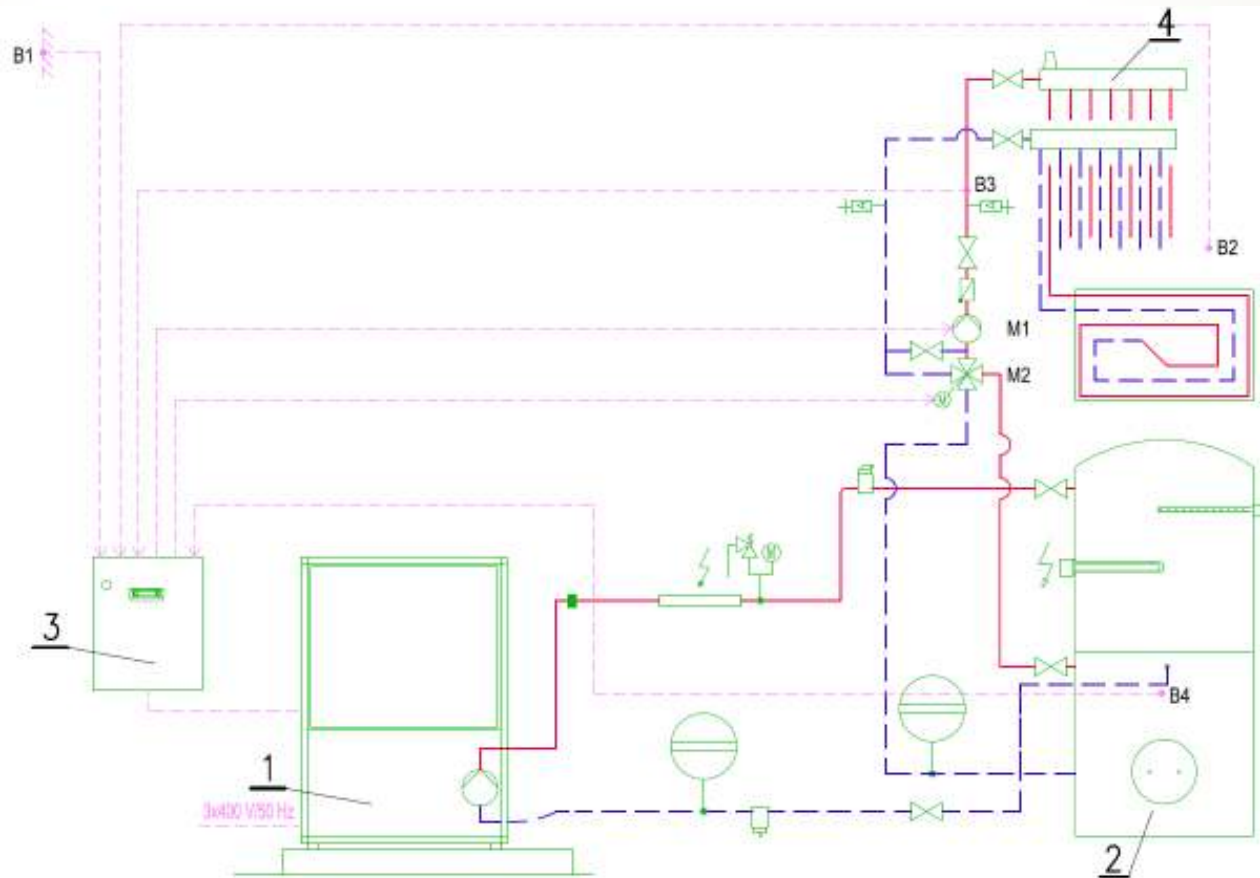
## 5. REGULÁCIA PODĽA TEPLoty VONKAJŠIEHO VZDUCHU - s možnosťou poklesu teploty v okruhu vykurovania



*Regulácia podlahového vykurovania s možnosťou samostatného poklesu teploty  
v jednom vykurovacom okruhu*



## 5. REGULÁCIA PODĽA TEPLoty VONKAJŠIEHO VZDUCHU - pomocou štvorcestnej armatúry



*Regulácia podlahového vykurovania štvorcestnou armatúrou*

## 6. POROVNANIE VÝPOČTU TEPLOVODNÉHO PODLAHOVÉHO VYKUROVANIA PODĽA STN EN 1264 A POMOCOU SOFTVÉRU

- bol použitý softvér, ktorý počíta tepelné straty na základe vstupných údajov,
- softvér pracuje v súlade s európskou normou EN 12 831, a čiastočne s EN 1264,
- bola zvolená miestnosť s najväčšou tepelnou stratou v objekte rodinného domu,
- v tejto miestnosti bolo použitých päť systémov podlahového vykurovania piatich výrobcov.

### Vstupné údaje o miestnosti, potrebné pre výpočet

Názov miestnosti:

Vnútoraná výpočtová teplota:

Teplota pod podlahou:

Plocha podlahy miestnosti:

Tepelná strata miestnosti:

Redukovaná tepelná strata:

Teplota prívodu vykurovacej vody:

spálňa

$$\theta_i = 20^\circ \text{C}$$

$$\theta_u = 5^\circ \text{C}$$

$$S = 14,00 \text{ m}^2$$

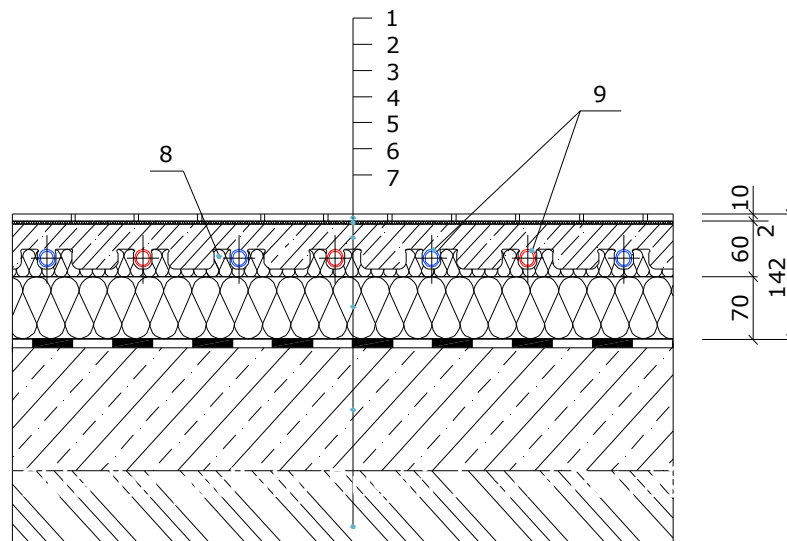
$$Q_m = 768 \text{ W}$$

$$Q_r = 694 \text{ W}$$

$$\theta_p = 39^\circ \text{C}$$

## 6. POROVNANIE VÝPOČTU TEPLOVODNÉHO PODLAHOVÉHO VYKUROVANIA PODĽA STN EN 1264 A POMOCOU SOFTVÉRU

Typ vykurovacej sústavy, ktorá je navrhovaná v skúmanej miestnosti, je podľa normy typ A, čo predstavuje typ sústavy s rúrkami inštalovanými v roznášacej vrstve (obr. 1). Výpočtové parametre, ktorých hodnoty sa budú v tomto príspevku porovnávať, sú merný tepelný výkon podlahovej vykurovacej plochy smerom hore do miestnosti nad sústavou (1) a smerom dole do miestnosti pod sústavou (2) a tepelný výkon podlahovej plochy (3).

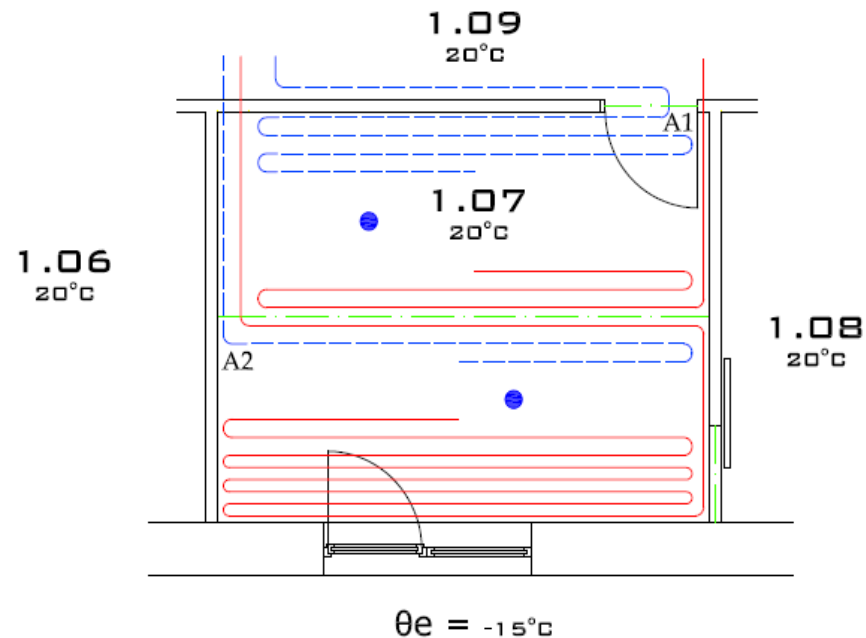


- 1 - keramická dlažba (hr. 10mm); 2 - stavebné lepidlo (hr. 2 mm); 3 - cementový poter (hr. 60mm); 4 - polystyrén pre podlahové vykurovanie (hr. 70 mm); 5 - hydroizolácia; 6 - podkladový betón (hr. 120 mm); 7 - rastlý terén;  
8 - systémová doska; 9 - rúrky podlahového vykurovania.

## 6. POROVNANIE VÝPOČTU TEPLOVODNÉHO PODLAHOVÉHO VYKUROVANIA PODĽA STN EN 1264 A POMOCOU SOFTVÉRU

### Schéma uloženia vykurovacích rúrok v miestnosti

Na obr. 2 je znázornená posudzovaná miestnosť (spálňa), ktorá je rozdelená na dva vykurovacie okruhy. V okruhu A2 je navrhnuté zhustenie rúrok vo vzdialenosti 0,6 m od ochladzovanej exteriérovej konštrukcie.



Obr. 2 Pôdorys posudzovanej miestnosti (spálňa)

## 6. POROVNANIE VÝSLEDNÝCH HODNÔT VÝPOČTU TEPLOVODNÉHO PODLAHOVÉHO VYKUROVANIA POMOCOU SOFTVÉRU S STN EN 1264

	T	$q$ [W/m <sup>2</sup> ]		$q_U$ [W/m <sup>2</sup> ]		$Q$ [W]	
	[m]	EN	Software	EN	Software	EN	Software
A	0,150	69,0	55,0	9,5	6,7	466	372
	0,150	69,0	54,9	9,5	8,5	323	257
	0,075	84,5	62,1	10,4	8,9	215	158
B	0,150	70,3	54,9	9,6	8,3	475	371
	0,150	70,3	54,9	9,6	8,3	329	257
	0,075	85,4	62,1	10,4	8,7	218	158
C	0,150	70,3	55,6	9,6	6,6	475	376
	0,150	70,3	55,6	9,6	8,4	329	260
	0,100	79,9	60,3	10,1	8,6	204	154
D	0,150	70,3	55,6	9,6	6,6	475	376
	0,150	70,3	55,6	9,6	8,4	329	260
	0,100	79,9	60,3	10,1	8,6	204	154
E	0,150	70,3	55,6	9,6	8,4	475	376
	0,150	70,3	55,6	9,6	8,4	329	260
	0,110	77,8	59,5	10,0	8,6	198	152

## ZÁVER

### POROVNANIE VÝSLEDNÝCH HODNÔT VÝPOČTU TEPLOVODNÉHO PODLAHOVÉHO VYKUROVANIA POMOCOU SOFTVÉRU S STN EN 1264

Výsledky výpočtu podlahového vykurovania na základe normy EN 1264-2 o podlahovom vykurovaní hovoria o tom, že merné tepelné výkony ako aj tepelný výkon podlahovej vykurovacej plochy vychádzajú nižšie o 15 až 20 % výpočtom pomocou normy, ako v porovnaní so softvérom.

Zabezpečenie tepelnej pohody pri podlahovom teplovodnom vykurovaní je možné teda dosiahnuť aj vykurovacími rúrkami menšej dĺžky ako deklarujú výrobcovia. Celý systém sa stáva predimenzovaný a najväčší profit sa pripisuje výrobcovi podlahových systémov.

**ĎAKUJEM VÁM ZA POZORNOSŤ**