


**FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE**



**ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ**


## Předmět VYT – 216 1566 (zk), 216 02113 (kz)

Podmínky získání zápočtu:

75 % docházka na cvičení (13 cvičení = minimálně 10 účastí)

Konzultační hodiny: po dohodě – [Roman.Vavricka@fs.cvut.cz](mailto:Roman.Vavricka@fs.cvut.cz)

Místnost č. 817 – Fakulta strojní, blok B1, 8. patro



<http://utp.fs.cvut.cz>  
[Roman.Vavricka@fs.cvut.cz](mailto:Roman.Vavricka@fs.cvut.cz)

1/51



**FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE**



**ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ**

## 01 – Výpočet tepelných ztrát

Roman Vavříčka

ČVUT v Praze, Fakulta strojní  
Ústav techniky prostředí



<http://utp.fs.cvut.cz>  
[Roman.Vavricka@fs.cvut.cz](mailto:Roman.Vavricka@fs.cvut.cz)

2/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Neprůsvitné části – ČSN EN ISO 6946

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_{n=1}^m R_n + R_{se}} = \frac{1}{R_{si} + \sum_{n=1}^m \frac{s_n}{\lambda_n} + R_{se}}$$

kde

$U$  – součinitel prostupu tepla stavební konstrukce [W/m<sup>2</sup>·K]

$R_{si}$  – vnitřní tepelný odpor při přestupu tepla (internal) [m<sup>2</sup>·K/W]

$R_{se}$  – vnější tepelný odpor při přestupu tepla (external) [m<sup>2</sup>·K/W]

$R_n$  – tepelný odpor n-té stavební konstrukce [m<sup>2</sup>·K/W]

$s_n$  – tloušťka stěny n-té stavební konstrukce [m]

$\lambda_n$  – součinitel tepelné vodivosti n-té stěny stavební konstrukce [W/m·K]

3/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Neprůsvitné části – ČSN EN ISO 6946

Vnější a vnitřní tepelný odpor pro neprůsvitné části stanovuje ČSN EN ISO 6946 pro rovinné povrchy takto:

Tepelný odpor při prostupu tepla [m <sup>2</sup> ·K/W]	Směr tepelného toku		
	nahoru	vodorovně	dolů
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

Nebo dle - ČSN EN ISO 6946 příloha A.1

Rychlost větru [m/s]	$R_{se}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
1	0,08
2	0,06
3	0,05
4	0,04
5	0,04
7	0,03
10	0,02

!!! Tabulka platí pro povrchy přilehlé ke vzduchu. Tepelný odpor při přestupu tepla dle tabulky nelze použít v kontaktu s jiným materiálem (např. přilehlou zeminou, apod.) !!!

4/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Neprůsvitné části – ČSN EN ISO 6946

$$U \leq U_{N(P)}$$

kde  
 $U_N$  – doporučený součinitel prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>·K]  
 $U_P$  – požadovaný součinitel prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>·K]

ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – 2011 (výťah z normy – Tabulka č.3)

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> ·K]		
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní domy
Stěna vnější	lehká	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Stěna k nevytápěné půdě	těžká		0,25	
Střecha strmá se sklonem > 45°		0,30	0,20	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (střecha bez tepelné izolace)		0,30	0,20	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem		0,24	0,16	0,15 až 0,10
Střecha plochá a šikmá se sklonem < 45°				
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině		0,45	0,30	0,22 až 0,15

5/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Neprůsvitné části – ČSN EN ISO 6946

#### Příklad 1:

Při rekonstrukci domu je nutné zkontrolovat zda svíslá obvodová zeď domu vyhovuje požadovaným hodnotám součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2.

Zadání:

Materiál konstrukce zdi	Tloušťka s [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/m·K]
Vnější omítka	25	0,95
Nosná konstrukce zdi (pálená plná cihla)	400	0,86
Vnitřní omítka	15	0,98

V případě, že obvodová zeď domu nevyhovuje požadovaným hodnotám součinitele prostupu tepla  $U_P$  navrhnete zateplení ze stavebního polystyrenu ( $\lambda_{izolace} = 0,04$  W/m·K) tak, aby požadované hodnoty dle ČSN 73 0540-2 byly dodrženy ( $U_P = 0,30$  W/m<sup>2</sup>·K).

6/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Neprůsvitné části – ČSN EN ISO 6946

Řešení:

$$U_{stěny} = \frac{1}{R_{si} + \sum_{n=1}^m \frac{s_n}{\lambda_n} + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + \frac{0,025}{0,95} + \frac{0,4}{0,86} + \frac{0,015}{0,98} + 0,04} = 1,48 \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

$$U_{stěny} \leq U_p \Rightarrow 1,48 > 0,30 \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

7/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Neprůsvitné části – ČSN EN ISO 6946

Řešení:

$$U_{stěny} \leq U_p \Rightarrow U_p \geq \frac{1}{R_{si} + \sum_{n=1}^m \frac{s_n}{\lambda_n} + R_{se}}$$

$$0,30 \geq \frac{1}{0,13 + \frac{0,025}{0,95} + \frac{s_{izolace}}{0,04} + \frac{0,4}{0,86} + \frac{0,015}{0,98} + 0,04}$$

$$s_{izolace} \geq 0,0106 [m] \Rightarrow \text{volím } 120 [mm]$$

$$U_{stěny,sk} = \frac{1}{0,13 + \frac{0,025}{0,95} + \frac{0,12}{0,04} + \frac{0,4}{0,86} + \frac{0,015}{0,98} + 0,04} = 0,27 \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

8/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Neprůsvitné části – ČSN EN ISO 6946

#### Příklad 2:

Vypočtete součinitel prostupu tepla vodorovné jednoplášťové střešní konstrukce.

Zadání:

Materiál konstrukce střechy	Tloušťka s [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/m·K]
Hydroizolace (asfaltový pás)	25	0,2
Expanzní a dilatační vrstva	50	0,8
Podkladní betonová mazanina	60	1,4
Pomocná hydroizolace	20	0,2
Tepelná izolace	150	0,04
Spádová vrstva (násyp)	80	0,35
Nosná stropní konstrukce	150	0,9

9/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Neprůsvitné části – ČSN EN ISO 6946

Řešení:

$$\begin{aligned}
 U &= \frac{1}{R_{si} + \sum_{n=1}^m \frac{s_n}{\lambda_n} + R_{se}} = \\
 &= \frac{1}{0,10 + \frac{0,025}{0,2} + \frac{0,05}{0,8} + \frac{0,06}{1,4} + \frac{0,02}{0,2} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{0,08}{0,35} + \frac{0,15}{0,9} + 0,04} = \\
 &= \frac{1}{0,10 + 3,23 + 0,04} = 0,22 \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]
 \end{aligned}$$

$$U_{strop} < U_p \Rightarrow 0,22 < 0,24 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

10/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla

### Průsvitné části – ČSN EN ISO 10 077-1 a 2

$$U_{okna} = \frac{\sum S_{skla} \cdot U_{skla} + \sum S_{rámu} \cdot U_{rámu} + \sum l_{skla} \cdot \psi_{skla}}{\sum S_{skla} + \sum S_{rámu}}$$

kde

$U_{okna}$  – součinitel prostupu tepla okna (window) [W/m<sup>2</sup>·K]

$U_{skla}$  – součinitel prostupu zasklení (glass) [W/m<sup>2</sup>·K]

$S_{skla}$  – plocha zasklení (glass) [m<sup>2</sup>]

$U_{rámu}$  – součinitel prostupu tepla rámu (frame) [W/m<sup>2</sup>·K]

$S_{rámu}$  – plocha rámu (frame) [m<sup>2</sup>]

$l_{skla}$  – viditelný obvod zasklení (glass) [m]

$\psi_{skla}$  – lineární činitel prostupu tepla zasklení a rámu okna (glass) [W/m·K]

(pro jednoduché zasklení se uvažuje  $\psi_{skla} = 0$ )

11/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla

### Průsvitné části – ČSN EN ISO 10 077-1 a 2

ČSN EN ISO 10 077 – 1 (výťah z normy – Tabulka E.1)

Typ rámu	Lineární činitel prostupu tepla pro různé typy zasklení $\psi_{skla}$ [W/m·K]	
	Dvojsklo nebo trojsklo nepokovené sklo plněné vzduchem nebo plynem	Dvojsklo nebo trojsklo nízkoemisní sklo plněné vzduchem nebo plynem
Dřevěný nebo plastový	0,06	0,08
Kovový s přerušením tepelného mostu	0,08	0,11
Kovový bez přerušení tepelného mostu	0,02	0,05

12/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Průsvitné části – ČSN EN ISO 10 077-1 a 2

#### Příklad 3:

Vypočítejte součinitel prostupu tepla u jednoduchého okna s dvojitým zasklení a plastovým rámem. Výška okna je 1500 mm, délka okna 1000 mm a výška rámu 100 mm. Součinitel prostupu tepla zasklení (okna)  $U_{skla} = 1,1$  [W/m<sup>2</sup>·K]. Součinitel prostupu tepla rámu (dle ČSN EN ISO 10 077 – 2)  $U_{rámu} = 1,8$  [W/m<sup>2</sup>·K].

#### Řešení:

- 1) Viditelný obvod zasklení  $l_{okna} = 2 \cdot (1 - 2 \cdot 0,1) + 2 \cdot (1,5 - 2 \cdot 0,1) = 4,2$  [m]
- 2) Lineární činitel prostupu tepla  $\psi_{okna} = 0,06$  [W/m·K] (dle tabulky)
- 3) Plocha zasklení  $S_{skla} = (1 - 2 \cdot 0,1) \cdot (1,5 - 2 \cdot 0,1) = 1,04$  [m<sup>2</sup>] (69 %)
- 4) Plocha rámu  $S_{rámu} = (2 \cdot 1,5 \cdot 0,1) + [2 \cdot (1 - 2 \cdot 0,1) \cdot 0,1] = 0,46$  [m<sup>2</sup>] (31 %)
- 5) Součinitel prostupu tepla okna  $U_{okna}$  [W/m<sup>2</sup>·K]:

$$U_{okna} = \frac{1,1 \cdot 1,04 + 1,8 \cdot 0,46 + 4,2 \cdot 0,06}{1,04 + 0,46} = 1,48 \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

13/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Přilehlá zemina – ČSN EN ISO 13 370

ČSN EN ISO 13 370 (výťah z normy – Tabulka 1)

Kategorie	Popis	Tepelná vodivost $\lambda_{zeminy}$ [W/m·K]
1	Hlíny a jíly	1,5
2	Písky a štěrky	2,0
3	Stejnorodá skála	3,5

14/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla

### Přilehlá zemina – ČSN EN ISO 13 370 vs. ČSN EN 12 831-1

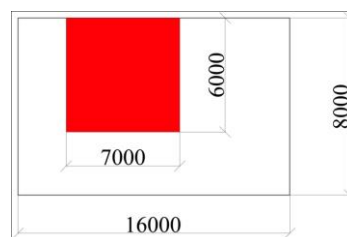
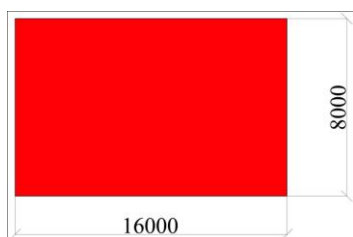
kde

$B'$  – charakteristický parametr [m]  
 $S$  – plocha podlahy [m<sup>2</sup>]  
 $O$  – obvod podlahy oddělující vytápěný prostor uvažované části podlahy od venkovního prostředí [m]

$$B' = \frac{S_{\text{podlahy}}}{0,5 \cdot O_{\text{podlahy}}}$$

$$B' = \frac{S_{\text{podlahy}}}{0,5 \cdot O_{\text{podlahy}}} = \frac{16 \cdot 8}{0,5 \cdot 2 \cdot (16 + 8)} = 5,33 \text{ [m]}$$

$$B' = \frac{S_{\text{podlahy}}}{0,5 \cdot O_{\text{podlahy}}} = \frac{6 \cdot 7}{0,5 \cdot 7} = 12 \text{ [m]}$$

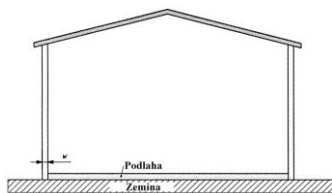


15/51

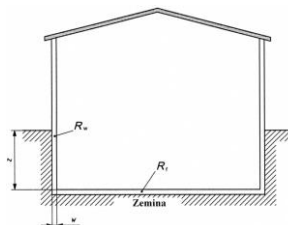
## Výpočet součinitele prostupu tepla

### Přilehlá zemina – ČSN EN ISO 13 370

Podlaha na zemině



Vytápěný suterén



kde

- $w$  – celková tloušťka obvodových stěn obsahující všechny vrstvy (tj. svislé stěny – viz obr.) [m]  
 $h$  – výška horního povrchu podlahy nad úrovní terénu [m]  
 $z$  – hloubka podlahy suterénu pod úrovní okolního terénu [m]

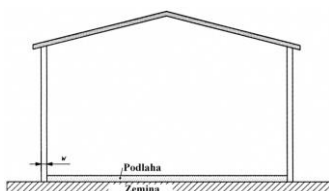
16/51



## Výpočet součinitele prostupu tepla

### Přilehlá zemina – ČSN EN ISO 13 370

#### Podlaha na zemině



$$d_t = w + \lambda_{\text{zeminy}} \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$$

$$d_t < B' \Rightarrow U_{\text{podlahy}} = \frac{2 \cdot \lambda_{\text{zeminy}}}{\pi \cdot B' + d_t} \cdot \ln \left( \frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right)$$

$$d_t \geq B' \Rightarrow U_{\text{podlahy}} = \frac{\lambda_{\text{zeminy}}}{0,457 \cdot B' + d_t}$$

kde

$d_t$  – celková ekvivalentní tloušťka podlahy [m]

$R_{si}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 -  $R_{si} = 0,17$  – tepelný tok dolů) [m<sup>2</sup>·K/W]

$R_f$  – tepelný odpor podlahy (tj. **všech celoplošných tepelně-izolačních vrstev, včetně nášlapné vrstvy**) [m<sup>2</sup>·K/W]

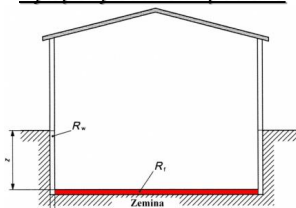
$R_{se}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 -  $R_{se} = 0,04$  – tepelný tok dolů) [m<sup>2</sup>·K/W]

17/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla

### Přilehlá zemina – ČSN EN ISO 13 370

#### Vytápěný suterén - podlaha



$$d_t = w + \lambda_{\text{zeminy}} \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$$

$$(d_t + 0,5 \cdot z) < B' \Rightarrow U_{\text{podlahy}} = \frac{2 \cdot \lambda_{\text{zeminy}}}{\pi \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot z} \cdot \ln \left( \frac{\pi \cdot B'}{d_t + 0,5 \cdot z} + 1 \right)$$

$$(d_t + 0,5 \cdot z) \geq B' \Rightarrow U_{\text{podlahy}} = \frac{\lambda_{\text{zeminy}}}{0,457 \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot z}$$

kde

$d_t$  – celková ekvivalentní tloušťka podlahy [m]

$R_{si}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 -  $R_{si} = 0,17$  – tepelný tok dolů) [m<sup>2</sup>·K/W]

$R_f$  – tepelný odpor podlahy (tj. **všech celoplošných tepelně-izolačních vrstev, včetně nášlapné vrstvy**) [m<sup>2</sup>·K/W]

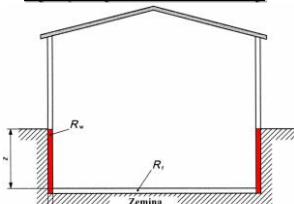
$R_{se}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 -  $R_{se} = 0,04$  – tepelný tok dolů) [m<sup>2</sup>·K/W]

18/51

## Výpočet součinitele prostupu tepla

### Přilehlá zemina – ČSN EN ISO 13 370

#### Vytápěný suterén - stěny



kde

$d$  – ekvivalentní tloušťka (index =>  $w$  – stěny,  $t$  – podlahy) [m]

$R_{si}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946) [m<sup>2</sup>·K/W]

$R$  – tepelný odpor (index =>  $w$  – stěny => tj. tepelný odpor stěn suterénu se zahrnutím všech vrstev,  $t$  – podlahy => tj. tepelný odpor všech celoplošných tepelně-izolačních vrstev, včetně nášlapné vrstvy) [m<sup>2</sup>·K/W]

$R_{se}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 - 19/51  $R_{se} = 0.04$  – tepelný tok dolů) [m<sup>2</sup>·K/W]

$$d_t = w + \lambda_{zeminy} \cdot (R_{si}^t + R_t + R_{se}) \Rightarrow R_{si}^t = 0,17$$

$$d_w = \lambda_{zeminy} \cdot (R_{si}^w + R_w + R_{se}) \Rightarrow R_{si}^w = 0,13$$

$$d_w \geq d_t \Rightarrow U_{stěny} = \frac{2 \cdot \lambda_{zeminy}}{\pi \cdot Z} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_t}{d_w + Z}\right) \ln\left(\frac{Z}{d_w} + 1\right)$$

$$d_w < d_t \Rightarrow U_{stěny} = \frac{2 \cdot \lambda_{zeminy}}{\pi \cdot Z} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_t}{d_w + Z}\right) \ln\left(\frac{Z}{d_w} + 1\right)$$

## Výpočet součinitele prostupu tepla

### Přilehlá zemina – ČSN EN ISO 13 370

#### Příklad 4:

Vypočtete součinitel prostupu tepla podlahy u nepodsklepeného domu. Podlaha má půdorys 8 x 6 m. Tloušťka vnějších stěn viz. řešení příkladu 1, tj.  $w = 0,52$  m. Kategorie zeminy je 2 – tj. písky a štěrky =>  $\lambda_{zeminy} = 2$  W/m·K.

Materiál konstrukce podlahy	Tloušťka s [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/m·K]
Dřevěné parkety	10	0,25
Cementový potěr	40	0,8
Izolace proti vlhkosti	5	0,2
Pěnový polystyrén	100	0,04
Izolace proti vlhkosti	4	0,2
Podkladní beton	80	1,1
Šterkopísek	200	1,5

## Výpočet součinitele prostupu tepla



### Přílehlá zemina – ČSN EN ISO 13 370

Řešení:

$$B' = \frac{S_{\text{podlahy}}}{0,5 \cdot O_{\text{podlahy}}} = \frac{8 \cdot 6}{0,5 \cdot 2 \cdot (8 + 6)} = 3,429 \text{ [m]}$$

$$R_f = \frac{0,1}{0,04} = 2,5 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$$

!!!  $R_f$  je tepelný odpor podlahy všech celoplošných tepelně-izolačních vrstev, včetně nášlapné vrstvy !!!

$$d_t = w + \lambda_{\text{zeminy}} \cdot (R_{\text{si}} + R_f + R_{\text{se}}) = 0,52 + 2 \cdot (0,17 + 2,5 + 0,04) = 5,94 \text{ [m]}$$

$$d_t \geq B' \Rightarrow U_{\text{podlahy}} = \frac{\lambda_{\text{zeminy}}}{0,457 \cdot B' + d_t} = \frac{2,0}{0,457 \cdot 5,652 + 5,94} = 0,23 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

$$U_{\text{podlahy}} < U_p \Rightarrow 0,23 < 0,45 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

21/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



### Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla [W]

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (t_{iv} - t_{ev})$$

kde

$H_{T,ie}$  – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy [W/K],

$H_{T,iue}$  – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostoru nevytápěným prostorem [W/K],

$H_{T,ig}$  – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do zeminy v ustáleném stavu [W/K],

$H_{T,ij}$  – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu [W/K],

$t_{iv}$  – vnitřní výpočtová teplota [°C],

$t_{ev}$  – venkovní výpočtová teplota [°C].

22/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



ČSN EN 12 831-1 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1:  
Tepelný výkon pro vytápění

**AKTUÁLNĚ PLATNÁ (od r. 2003, nově od 1.9.2018)**

Zahrnuje podrobný výpočet tepelných ztrát tepelnými mosty konstrukcí i zjednodušený výpočet

Norma popisuje výpočet návrhového tepelného výkonu pro:

- vytápěný prostor (např. pro dimenzování otopných ploch)
- budovu nebo zónu budovy (např. pro dimenzování tepelného výkonu zdroje tepla)

Výpočet pro standardní případy:

- výška místností do 5 m
- vytápění za ustáleného stavu
- rovnoměrné rozložení teplot

Zvláštní případy: budovy s vysokou výškou stropu nebo rozdílnou teplotou

23/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



Celkový návrhový tepelný výkon prostoru nebo budovy nebo její funkční části:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{hu,i} - \Phi_{gain,i}$$

$\Phi_{HL,i}$  návrhový tepelný výkon vytápěného prostoru (i) [W]

$\Phi_{T,i}$  návrhová tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru (i) [W]

$\Phi_{V,i}$  návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru (i) [W]

$\Phi_{hu,i}$  volitelný dodatečný zátopový tepelný výkon vytápěného prostoru (i) v případě přerušovaného vytápění [W]

$\Phi_{gain,i}$  trvalé tepelné zisky ve vytápěném prostoru (i) [W]

24/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,ia} + H_{T,iae} + H_{T,iaBE} + H_{T,ig}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$= \left( H_{T,ie} + \sum H_{T,ia(\dots)} + H_{T,ig} \right) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$H_T$  měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) [W/K]

$H_{T,ie}$  - přímo do venkovního prostředí (e)

$H_{T,ia}$  - do sousedních vytápěných prostor (a)

$H_{T,iae}$  - do venkovního prostředí přes sousední nevytápěné prostory (např. sklep, půda) nebo sousední nevytápěné přilehlé budovy (např. zimní zahrada, garáže) (ae)

$H_{T,iaBE}$  - do sousedních funkčních částí budovy, které jsou považovány za nevytápěné nebo vytápěné na jinou teplotu (např. sousední byt) (aBE)

$H_{T,ig}$  - do zeminy (g)

$\theta_{int,i}$  - vnitřní výpočtová teplota vytápěného prostoru (i) [°C]

25/51  $\theta_e$  - venkovní výpočtová teplota (e) [°C]

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí –  $H_{T,ie}$  [W/K]

$$H_{T,ie} = \sum S_k \cdot U_k + \sum \psi_l \cdot l_l$$

kde

$S_k$  – plocha stavební části [m<sup>2</sup>]

$U_k$  – součinitel prostupu tepla (dle ČSN EN ISO 6946 nebo 10 077-1) [W/m<sup>2</sup>·K]

$\psi_l$  – součinitel lineárního prostupu tepla tepelného mostu [W/m·K]

$l_l$  – délka lineárního tepelného mostu mezi vnitřním a vnějším prostředím [m]

<input type="checkbox"/> Stěna	<input type="checkbox"/> Lehká stěna (včetně lehkého zdiva a stěn z dřevěných rámců)	<input type="checkbox"/> Tepelné izolační vrstvy	<input type="checkbox"/> Deska/okna	<input checked="" type="checkbox"/> Rám okna
<b>Stropy</b>				
IF1 $\psi_s = 0,00$ $\psi_e = 0,00$ $\psi_l = 0,10$	IF2 $\psi_s = 0,00$ $\psi_e = 0,05$ $\psi_l = -1,05$	IF3 $\psi_s = 0,90$ $\psi_e = 0,90$ $\psi_l = 1,00$	IF4 $\psi_s = 0,70$ $\psi_e = 0,70$ $\psi_l = 0,90$	
IF5 $\psi_s = 0,60$ $\psi_e = 0,60$ $\psi_l = 0,68$	IF6 $\psi_s = 0,90$ $\psi_e = 0,90$ $\psi_l = 1,00$	IF7 $\psi_s = 0,70$ $\psi_e = 0,70$ $\psi_l = 0,80$	IF8 $\psi_s = 0,45$ $\psi_e = 0,45$ $\psi_l = 0,60$	

ČSN EN ISO 14 683

(výťah z normy – Tabulka A.2)

$\psi$  vypočtově ČSN EN ISO 10 211-2

Tabelované hodnoty  $\psi$  viz. ČSN EN ISO 14 683

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí –  $H_{T,ie}$  [W/K]

Zjednodušená metoda pro zohlednění lineárních činitelů prostupu tepla  $\psi$

$$H_{T,ie} = \sum S_k \cdot U_k + \sum \psi_l \cdot l_l \Rightarrow H_{T,ie} = \sum S_k \cdot U_{kc} \quad \rightarrow \quad U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb}$$

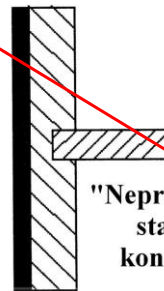
kde

$U_k$  – součinitel prostupu tepla (dle ČSN EN ISO 6946 nebo 10 077-1) [W/m<sup>2</sup>·K]

$\Delta U_{tb}$  – korekční činitel prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>·K]



"Pronikající"  
stavební  
konstrukce



"Nepronikající"  
stavební  
konstrukce

27/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí –  $H_{T,ie}$  [W/K]

Počet „průniků“ stropních konstrukcí	Počet „průniků“ stěn	$\Delta U_{tb}$ pro svislé stavební části [W/m <sup>2</sup> ·K]	
		Objem prostoru ≤ 100 m <sup>3</sup>	Objem prostoru ≥ 100 m <sup>3</sup>
0	0	0,05	0
	1	0,10	0
	2	0,15	0,05
1	0	0,20	0,10
	1	0,25	0,15
	2	0,30	0,20
2	0	0,25	0,15
	1	0,30	0,20
	2	0,35	0,25

Stavební část		$\Delta U_{tb}$ pro vodorovné stavební části [W/m <sup>2</sup> ·K]	
Lehká stropní/podlahová konstrukce (např. dřevěná, kovová)		0	
Těžká stropní/podlahová konstrukce (např. betonová)	Počet stran v kontaktu s venkovním prostředím	1	0,05
		2	0,10
		3	0,15
		4	0,20

Plocha otvorové výplně (okna, dveře) [m <sup>2</sup> ]	$\Delta U_{tb}$ pro otvorové stavební části [W/m <sup>2</sup> ·K]
0 až 2	0,50
> 2 až 4	0,40
> 4 až 9	0,30
> 9 až 20	0,20
> 20	0,10

28/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí:

$$H_{T,ie} = \sum_k [A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k}]$$

$A_k$  plocha stavební části [m<sup>2</sup>]

$U_k$  součinitel prostupu tepla stavební části [W/m<sup>2</sup>·K] lze využít klasicky vypočtený jak jej známe (z tepelného odporu konstrukce a přestupů na jejích stranách)

$f_{U,k}$  opravný činitel zohledňující vliv vlastností stavebních částí a povětrnostní vlivy, které nebyly uvažovány při stanovování příslušných  $U$ -hodnot, pro ČR uvažuj = 1

$f_{ie,k}$  teplotní opravný činitel je zde roven 1

$\Delta U_{TB}$  přírážka na vliv tepelných vazeb [W/m<sup>2</sup>·K]

29/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí:

$$H_{T,ie} = \sum_k [A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k}]$$

Název	Popis	Hodnota $\Delta U_{TB}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]
<b>1. Optimalizované řešení</b>	Konstrukce téměř bez tepelných mostů - Nové budovy s vysokou úrovní tepelné izolace a ověřenou a důsledně optimalizovanou úrovní tepelných vazeb, která převyšuje obecně uznávanou praxi.	0,02
<b>2. Typové či opakované řešení</b>	Konstrukce s mírnými tepelnými mosty - Nové budovy s optimalizovanými tepelnými vazbami v souladu s obecně uznávanou a doporučenou praxi.	0,05
<b>3. Standardní řešení</b>	Konstrukce s běžnými tepelnými mosty - Nové i staré budovy s běžnými tepelnými mosty a úrovní provedení stavby v ČR.	0,10
<b>4. Zanedbané řešení</b>	Konstrukce s výraznými tepelnými mosty - Budovy s převážně vnitřní tepelnou izolací narušenou pronikajícími pevnými stropními konstrukcemi (např. železobeton).	0,15

30/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



~~Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostředím –  $H_{T,iue}$  [W/K]~~

~~$$H_{T,iue} = \sum S_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum \psi_l \cdot l_l \cdot b_u \Rightarrow \text{nebo} \Rightarrow H_{T,iue} = \sum S_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$$~~

kde

$b_u$  – teplotní redukční čísel [-]

$t_u$  – teplota nevytápěného prostoru [°C]

~~$$b_u = \frac{t_{iv} - t_u}{t_{iv} - t_{ev}}$$~~

Nevytápěný prostor	$b_u$ [-]	Nevytápěný prostor	$b_u$ [-]
Pouze s 1 venkovní stěnou	0,4	Podkroví s vysokou výměnou vzduchu (např. střešní keramická krytina, apod.)	1,0
Nejméně se 2 venkovními stěnami bez venkovních dveří	0,5	Podkroví s jinými tepelně neizolovanými krytinami	0,9
Nejméně se 2 venkovními stěnami s venkovními dveřmi	0,6	Podkroví s tepelně izolovanou střešou	0,7
Se 3 venkovními stěnami	0,8	Vnitřní komunikační prostory (bez venkovních stěn)	0
Podzemní podlaží bez oken a dveří	0,5	Volně větrané komunikační prostory	1,0
Podzemní podlaží s okny nebo venkovními dveřmi	0,8	Stropní konstrukce s podlahou nad vzduchovou mezerou	0,8

31/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



~~Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostředím –  $H_{T,iue}$  [W/K]~~

~~$$H_{T,iue} = \sum S_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum \psi_l \cdot l_l \cdot b_u \Rightarrow \text{nebo} \Rightarrow H_{T,iue} = \sum S_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$$~~

kde

$b_u$  – teplotní redukční čísel [-]

$t_u$  – teplota nevytápěného prostoru [°C]

~~$$b_u = \frac{t_{iv} - t_u}{t_{iv} - t_{ev}}$$~~

Nevytápěný prostor	$b_u$ [-]	Nevytápěný prostor	$b_u$ [-]
Pouze s 1 venkovní stěnou	0,4	Podkroví s vysokou výměnou vzduchu (např. střešní keramická krytina, apod.)	1,0
Nejméně se 2 venkovními stěnami bez venkovních dveří	0,5	Podkroví s jinými tepelně neizolovanými krytinami	0,9
Nejméně se 2 venkovními stěnami s venkovními dveřmi	0,6	Podkroví s tepelně izolovanou střešou	0,7
Se 3 venkovními stěnami	0,8	Vnitřní komunikační prostory (bez venkovních stěn)	0
Podzemní podlaží bez oken a dveří	0,5	Volně větrané komunikační prostory	1,0
Podzemní podlaží s okny nebo venkovními dveřmi	0,8	Stropní konstrukce s podlahou nad vzduchovou mezerou	0,8

32/51



## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831

Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do nebo přes nevytápěné prostory (u):

$$H_{T,ia(\dots),k} = \sum_k (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia(\dots),k})$$

$H_{T,ia(\dots),k} = H_{T,ia} + H_{T,iae} + H_{T,iaBE}$  ... pro každou konstrukci s příslušně upraveným  $f_{ia(\dots),k}$

$f_{ia(\dots),k}$  teplotní opravný činitel zahrnující rozdíl teplot mezi teplotou nevytápěného prostoru nebo vytápěného na jinou teplotu a venkovní výpočtovou teplotou

$$f_{ia(\dots),k} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{ia(\dots)}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

$\theta_{ia(\dots),k}$  teplota vnitřního vzduchu sousedních prostor (nevytápěných nebo vytápěných na jinou teplotu)

33/51

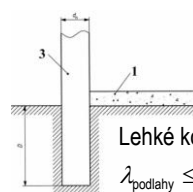
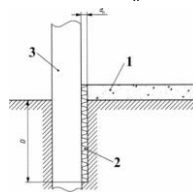
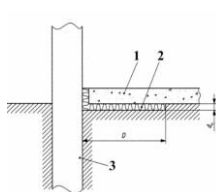
## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1

Součinitel tepelné ztráty prostupem zeminou –  $H_{T,g}$  [W/K] – **DLE ČSN EN ISO 13 370 !!!**

$$H_{T,g} = \left[ S_{podlahy} \cdot \left( U_{podlahy} + \frac{2 \cdot \Psi_{g,e}}{B'} \right) + O_{podlahy} \cdot (\Psi_g + \Psi_{g,e}) \right] \cdot G_w$$

kde

- $\Psi_g$  – lineární činitel prostupu tepla zastupující vliv napojení stěna/podlaha [W/m·K]
- $\Psi_{g,e}$  – lineární činitel prostupu tepla zastupující vliv okrajové izolace podlahy [W/m·K] (pokud není okrajová izolace použita do výpočtu se nezahrnuje, tj.  $\Psi_{g,e} = 0$ )
- $G_w$  – korekční činitel zahrnující vliv spodní vody[-],  $G_w = 1$  (vzdálenost L mezi úrovní základů a hladinou spodní vody je větší než 1 m),  $G_w = 1,15$  ( $L < 1$  m), nebo příloha H – ČSN EN ISO 13 370



Lehké konstrukce

 $\lambda_{podlahy} \leq \lambda_{zeminy}$ 

Legenda → 1-podlaha, 2-vodorovná (svislá) okrajová izolace, 3-základová stěna

**$\Psi$  podrobně ČSN EN ISO 13 370 – příloha B**  
**Tabelované hodnoty  $\Psi$  viz. ČSN EN ISO 14 683**

34/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



Součinitel tepelné ztráty prostupem zeminou –  $H_{T,q}$  [W/K] – **DLE ČSN EN ISO 13 370 !!!**

ČSN EN ISO 14 683 (výťah z normy – Tabulka A.2)

Stěna	Lehká stěna (včetně lehkého zdvíka a stěn z dřevěných rámu)	Tepelné izolační vrstva	Deska/loupa	Rám okna
<b>Podlahy na zemině</b>				
GF1 $\psi_s = 0,65$ $\psi_w = 0,80$ $\psi_f = 0,80$	GF2 $\psi_s = 0,60$ $\psi_w = 0,75$ $\psi_f = 0,75$	GF3 $\psi_s = 0,55$ $\psi_w = 0,70$ $\psi_f = 0,70$	GF4 $\psi_s = 0,50$ $\psi_w = 0,65$ $\psi_f = 0,65$	
GF5 $\psi_s = 0,60$ $\psi_w = 0,75$ $\psi_f = 0,75$	GF6 $\psi_s = 0,45$ $\psi_w = 0,60$ $\psi_f = 0,60$	GF7 $\psi_s = -0,05$ $\psi_w = 0,10$ $\psi_f = 0,10$	GF8 $\psi_s = 0,05$ $\psi_w = 0,20$ $\psi_f = 0,20$	

Indexy vztaheny na – e-vnější rozměry, i-vnitřní rozměry

35/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1

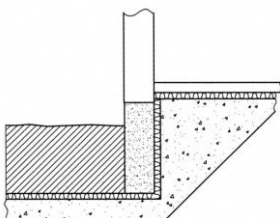


Součinitel tepelné ztráty prostupem zeminou –  $H_{T,q}$  [W/K] – **DLE ČSN EN ISO 13 370 !!!**

Hodnoty dle příkladu 4:

$B' = 3,429$  [m],  $d_t = 5,94$  [m]

$\psi_{g,e}$  – lineární činitel prostupu tepla zastupující vliv okrajové izolace podlahy [W/m·K]



**Navíc okrajová tepelná izolace!!! (k celoplošné tepelné izolaci podlahy viz. příklad 4).**

Tloušťka tepelné izolace v okrajové zóně podlahy

=>  $d_n = 50$  [mm],

Délka přesahující pod budovou jak vodorovně tak svisle =>  $D = 500$  [mm]

$$d' = \lambda_{zeminny} \cdot \left( \frac{d_n}{\lambda_{izolace}} - \frac{d_n}{\lambda_{zeminny}} \right) = 2 \cdot \left( \frac{0,05}{0,04} - \frac{0,05}{2} \right) = 2,45 \text{ [m]}$$

36/51

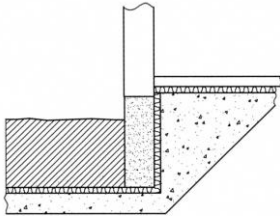
## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



Součinitel tepelné ztráty prostupem zeminou –  $H_{T,g}$  [W/K] – **DLE ČSN EN ISO 13 370 !!!**

Hodnoty dle příkladu 4:  
 $B'=3,429$  [m],  $d_t = 5,94$  [m]

$\Psi_{g,e}$  – lineární činitel prostupu tepla zastupující vliv okrajové izolace podlahy [W/m·K]



Vodorovná izolace

$$\begin{aligned}\Psi_{g,ev} &= -\frac{\lambda_{zeminny}}{\pi} \cdot \left[ \ln\left(\frac{D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{D}{d_t + d'} + 1\right) \right] = \\ &= -\frac{2,0}{3,142} \cdot \left[ \ln\left(\frac{0,5}{5,94} + 1\right) - \ln\left(\frac{0,5}{5,94 + 2,45} + 1\right) \right] = -0,015 \text{ [W/m·K]}\end{aligned}$$

Svislá izolace

$$\begin{aligned}\Psi_{g,es} &= -\frac{\lambda_{zeminny}}{\pi} \cdot \left[ \ln\left(\frac{2 \cdot D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot D}{d_t + d'} + 1\right) \right] = \\ &= -\frac{2,0}{3,142} \cdot \left[ \ln\left(\frac{2 \cdot 0,5}{5,94} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot 0,5}{5,94 + 2,45} + 1\right) \right] = -0,027 \text{ [W/m·K]}\end{aligned}$$

$$\Psi_{g,ev} < \Psi_{g,es} \Rightarrow \Psi_{g,es} = \Psi_{g,e} = -0,027 \text{ [W/m·K]}$$

37/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



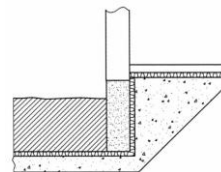
Součinitel tepelné ztráty prostupem zeminou –  $H_{T,g}$  [W/K] – **DLE ČSN EN ISO 13 370 !!!**

**Podrobně:**

$$\begin{aligned}H_{T,g} &= \left[ S_{podlahy} \cdot \left( U_{podlahy} + \frac{2 \cdot \Psi_{g,e}}{B'} \right) + O_{podlahy} \cdot (\Psi_g + \Psi_{g,e}) \right] \cdot G_w = \\ &= \left[ 48 \cdot \left( 0,23 + \frac{2 \cdot (-0,027)}{3,429} \right) + 28 \cdot (0,04 + (-0,027)) \right] \cdot 1 = 10,65 \text{ [W/K]}\end{aligned}$$

**Zjednodušeně – zanedbáním vlivu okrajové izolace:**

$$H_{T,g} = S_{podlahy} \cdot U_{podlahy} = 48 \cdot 0,23 = 11,04 \text{ [W/K]}$$



38/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831

### Součinitel tepelné ztráty prostupem zeminou – $H_{T,g}$ [W/K]

$$f_{g2} = \frac{t_{iv} - t_{m,e}}{t_{iv} - t_{ev}}$$

#### Zjednodušená metoda

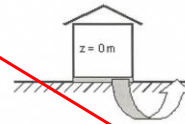
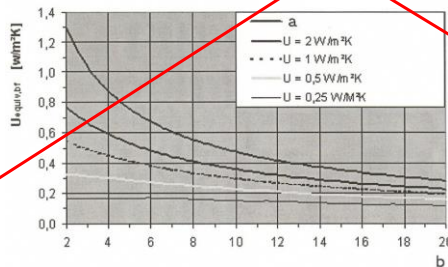
$$H_{T,g} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w \cdot \sum S_{podlahy} \cdot U_{equiv,podlahy}$$

kde

$f_{g1}$  – součinitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty (dle ČSN EN 12 831  $f_{g1} = 1,45$ ) [-]  
 $f_{g2}$  – teplotní redukční součinitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou za otopné období a výpočtovou venkovní teplotou [-]

$U_{equiv,podl.}$  – ekvivalentní součinitel prostupu tepla [ $W/m^2 \cdot K$ ]

$t_{em}$  – průměrná roční venkovní teplota za otopné období [°C]  
 (Praha –  $t_{em} = 4,3$  °C (225 dní))



$U_{equiv,bf}$

39/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1

### Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

$$H_{T,g} = f_{\theta ann} \cdot \sum_k (A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{ig,k} \cdot f_{GW,k})$$

$H_{T,ig}$  měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) W/K

$f_{\theta ann}$  opravný čísel zohledňující vliv změny venkovní teploty v průběhu roku = 1,45 –

$A_k$  plocha stavební části (k), která je v přímém kontaktu se zeminou  $m^2$

$f_{GW,k}$  opravný čísel zohledňující vliv spodní vody

$f_{GW,k} = 1$ , pokud je hladina spodní vody více než 1 m pod úrovní základové desky. –

$f_{GW,k} = 1,15$ , pokud je vzdálenost mezi hladinou spodní vody a základovou deskou  $\leq 1$  m.

$f_{ig,k}$  teplotní opravný čísel –

$U_{equiv,k}$  ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části (k) v kontaktu se zeminou  $W/(m^2 \cdot K)$

40/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



$f_{ig,k}$  teplotní opravný čítel

$$f_{ig,k} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{e,m}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

$\theta_{e,m}$  průměrná venkovní teplota za otopné období

$U_{equiv,k}$  ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části (k) v kontaktu se zeminou

$$U_{equiv,k} = \frac{a}{b + (c_1 + B')^{n_1} + (c_2 + z)^{n_2} + (c_3 + U_k + \Delta U_{TB})^{n_3}} + d$$

	a	b	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	d
Podlaha	0,9671	-7,455	10,76	9,773	0,0265	0,5532	0,6027	-0,9296	-0,0203
Stěna sklepa	0,93328	-2,1552	0 <sup>a</sup>	1,466	0,1006	0 <sup>a</sup>	0,45325	-1,0068	-0,0692

<sup>a</sup> Na tepelnou ztrátu stěnami sklepa nemá B' žádný vliv; pro zachování integrity vzorce, však musí být zajištěno B' ≠ 0.

41/51

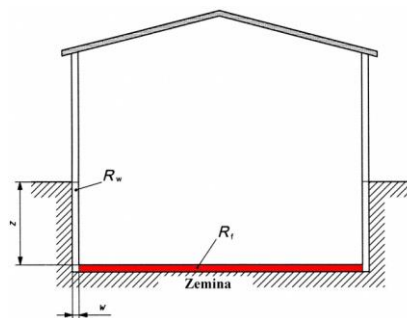
## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



$\Delta U_{TB}$  – přírážka na vliv tepelných vazeb se určí stejně jako pro měrný tepelný tok vstupem přímo do venkovního prostředí

$U_k$  - součinitel prostupu tepla, který se stanoví jako pro konstrukci, která není v kontaktu se zeminou, ale se vzduchem

z - hloubka horní hrany podlahové desky pod úroveň zeminy (m)



42/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



### Návrhová tepelná ztráta větráním – $\Phi_V$ [W/K]

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) = V_i \cdot n_{min,i} \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

kde

- $H_{V,i}$  – měrný tepelný tok větráním [W/K]
- $\theta_{int,i}$  – vnitřní výpočtová teplota [°C]
- $\theta_e$  – venkovní výpočtová teplota [°C]
- $V_i$  – vnitřní objem vytápěného prostoru (vzduchu) [m<sup>3</sup>]
- $n_{min,i}$  – minimální intenzita větrání [h<sup>-1</sup>]

Minimální intenzita větrání $n_{min,i}$ (výchozí hodnoty)	ČSN EN 12 831-1
Trvale obývané místnosti (obývací pokoje, kanceláře)	0,5
Kuchyně, koupelny, toalety (vždy s okny)	0,5
Pomocné místnosti, vnitřní místnosti bez oken	0

**DOPORUČENÍ**

$$n_{min,i} \geq 0,3 \text{ [h}^{-1}\text{]}$$

43/51

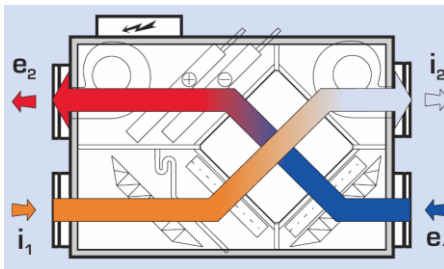
## Zpětné získávání tepla



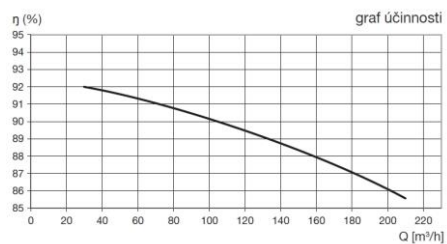
### Návrhová tepelná ztráta větráním – $\Phi_V$ [W/K]

Zpětné získávání tepla

$$\eta_t = \frac{Q_{skut}}{Q_{max}} = \frac{V_1 \cdot \rho_1 \cdot c \cdot (t_{22} - t_{21})}{V_2 \cdot \rho_2 \cdot c \cdot (t_{11} - t_{21})} = \frac{\Delta t_{pracovní}}{\Delta t_{max}}$$



$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (t_{iv} - t_{ev}) \cdot (1 - \eta_t)$$



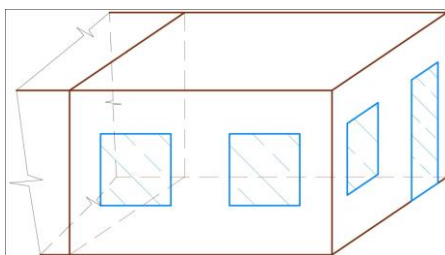
44/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831-1



### Příklad 5:

Vypočítejte celkovou návrhovou tepelnou ztrátu místnosti (dle obr.). Součinitele prostupu tepla využijte z předchozích příkladů (tj.  $U_{stěn} = 0,37$  [W/m<sup>2</sup>·K],  $U_{okna} = U_{dveří} = 1,48$  [W/m<sup>2</sup>·K],  $U_{strop} = 0,22$  [W/m<sup>2</sup>·K],  $U_{podlahy} = 0,23$  [W/m<sup>2</sup>·K]).



### Zadáni:

délka stěny (vnitřní rozměr) –  $L_1 = 8$  m,  $L_2 = 6$  m,  
 výška stěny (vnitřní rozměr) –  $H = 3$  m,  
 rozměry okna 1,5 x 1 m (stěna  $L_1$ ),  
 rozměry dveří 2 x 0,9 m (stěna  $L_1$ ),  
 $\theta_{int,v} = 20$  °C – vnitřní výpočtová teplota,  
 $\theta_{ev} = -12$  °C – venkovní výpočtová teplota,  
 $\theta_i = 10$  °C – sousední vytápěný prostor,  
 $\theta_{m,e} = 4,3$  °C – (Praha, 13 °C)

Větrání budovy bude zajištěno přirozeným způsobem.

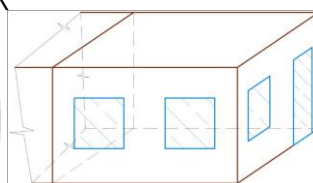
45/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



Řešení: Půjde o tzv. standardní řešení =>  $\Delta U_{TB} = 0,1$  W/m<sup>2</sup>·K

$$H_{T,ie} = \sum_k [A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k}]$$



Stavební prvky	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> ·K]	Plocha $A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB})$ [W/K]
Stěny	0,37 + 0,1	59,7	28,06
Střecha	0,22 + 0,1	48	15,36
Okno	1,48 + 0,1	4,5	7,11
Dveře	1,48 + 0,1	1,8	2,84
<b>Celkem</b>			<b>53,37</b>

46/51

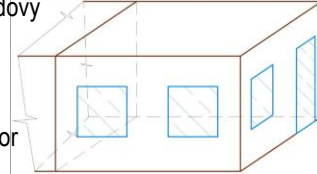
## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



### Řešení:

Měrný tepelný tok prostupem do venkovního prostředí přes nevytápěné prostory nebo budovy nebo do sousedních nevytápěných funkčních částí budovy

$$H_{T,iae} = 0 \text{ [W/K]}$$



Měrný tepelný tok prostupem do sousedních vytápěných prostor

$$H_{T,ia(\dots),k} = \sum_k (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia(\dots),k}) = (6 \cdot 3) \cdot 1,3 \cdot 0,3125 = 7,31 \text{ [W/K]}$$

$$U_{\text{příčky}} = 1,3 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]} \quad f_{ia(\dots),k} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{ia(\dots)}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} = \frac{20 - 10}{20 - (-12)} = 0,3125$$

47/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



### Řešení:

Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do zeměiny:

1) Dle ČSN EN ISO 13 770 – zanedbání okrajové tepelné izolace – snímek č. 37

$$H_{T,g} = A_{\text{podlahy}} \cdot U_{\text{podlahy}} = 48 \cdot 0,23 = 11,04 \text{ [W/K]}$$

2) Dle ČSN 12 831-1 – snímek č. 39 a č. 40

$$H_{T,g} = f_{\theta_{ann}} \cdot \sum_k (A_k \cdot U_{\text{equiv},k} \cdot f_{ig,k} \cdot f_{GW,k}) = 1,45 \cdot (6 \cdot 8) \cdot 0,295 \cdot 0,49 \cdot 1 = 10,06 \text{ [W/K]}$$

$$f_{ig,k} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{m,e}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} = \frac{20 - 4,3}{20 - (-12)} = 0,49$$

$$U_{\text{equiv},k} = \frac{a}{b + (c_1 + B')^{n_1} + (c_2 + z)^{n_2} + (c_3 + U_k + \Delta U_{TB})^{n_3}} + d = 0,295 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

48/51



## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



Řešení:

Návrhová tepelná ztráta větráním

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = V_i \cdot n_{\text{min},i} \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$$

$$\Phi_{V,i} = (6 \cdot 8 \cdot 3) \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot \frac{1010}{3600} \cdot (20 - (-12)) = 776 \text{ [W]}$$

Návrhová tepelná ztráta větráním se ZZT

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = V_i \cdot n_{\text{min},i} \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \cdot (1 - \eta_{\text{ZZT}})$$

$$\Phi_{V,i} = (6 \cdot 8 \cdot 3) \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot \frac{1010}{3600} \cdot (20 - (-12)) \cdot (1 - 0,7) = 233 \text{ [W]}$$

49/51

## Výpočet tepelných ztrát – ČSN EN 12 831



Řešení:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{\text{hu},i} - \Phi_{\text{gain},i}$$

$$\Phi_i = [(53,37 + 7,31 + 10,06) \cdot (20 - (-12))] + 776 + 0 - 0$$

$$\Phi_i = 3040 \text{ [W]}$$

50/51



FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE



ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ

DĚKUJI ZA POZORNOST

<http://utp.fs.cvut.cz>  
[Roman.Vavricka@fs.cvut.cz](mailto:Roman.Vavricka@fs.cvut.cz)



51/51