

**2014/2015**

**Posouzení zděného RD z hlediska stavební fyziky**

Kamila Jánská

**[VUT BRNO - FAST]**

1. Součinitel prostupu tepla U

$$R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$$

$$R_T = R_{SI} + R + R_{SE} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$$

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

$$U \leq U_{\text{rec},20}$$

## OBVODOVÉ NOSNÉ ZDIVO - A1

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
omítka porotherm Universal	0,01	0,45	0,022
výztužná síťovina ze skelného vlákna	-	-	-
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
zdivo porotherm 24 P+D	0,24	0,38	0,632
penetrační nátěr weber.podklad A	-	-	-
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
tepelná izolace Isover TF Profi	0,16	0,038	4,211
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
výztužná síťovina ze skelného vlákna	-	-	-
omítka porotherm TO	0,005	0,1	0,05
omítka porotherm Universal	0,005	0,45	0,011
$\Sigma$			4,925

RSI =	0,13
RSE =	0,04
R =	4,925
RT =	5,095
U =	0,196
U <sub>rec,20</sub> =	0,200

$$U = 0,196 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} < U_{\text{rec},20} = 0,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$U_{N,20} = 0,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

VYHOVUJE

## PLOCHÁ STŘECHA - C1

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
kačírek frakce 16-25 mm	0,06	0,58	0,103
Dekdren G8 s textilí	0,008	0,5	0,016
TI Isover Synthos XPS Prime 70L	0,04	0,04	1,000
TI Isover Synthos XPS Prime 70L	0,1	0,042	2,381
TI Isover Synthos XPS Prime 70L	0,1	0,042	2,381
Dekdren G8 s textilí	0,008	0,5	0,016
HI Elastek 50 Special Mineral	0,001	0,21	0,005
HI Glastek 40 Mineral	0,001	0,21	0,005
penetrační nátěr Dekprimer	0,001	-	-
keramzitbeton	0,06	0,4	0,150
strop POROTHERM	0,25	R =0,29	0,290
omítka POROTHERM UNIVERSAL	0,01	0,45	0,022
		$\Sigma$	6,369

RSI =	0,1
RSE =	0,04
R =	6,369
RT =	6,509
U =	0,154
U <sub>rec,20</sub> =	0,160

$$U = 0,154 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1} < U_{\text{rec},20} = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

$$U_{\text{N},20} = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

VYHOVUJE

## PODLAHA NAD ZÁVĚTRÍM - D1

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
laminátová podlaha Kronopol	0,007	0,18	0,039
MIRELON	0,002	0,046	0,043
anhydritový litý potěr	0,03	1,2	0,025
separační PE folie DEK	0,0001	-	-
kročejová izolace Isover N	0,04	0,038	1,053
strop POROTHERM 250	0,25	R = 0,29	0,290
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
tepelná izolace Isover TF Profi	0,2	0,038	5,263
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
výztužná síťovina ze skelného vlákna	-	-	-
omítka porotherm TO	0,005	0,1	0,05
omítka porotherm Universal	0,005	0,45	0,011
		$\Sigma$	6,774

RSI =	0,17
RSE =	0,04
R =	6,774
RT =	6,984
U =	0,143
U <sub>rec,20</sub> =	0,160

$$U = 0,143 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1} < U_{\text{rec},20} = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

$$U_{\text{N},20} = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

VYHOVUJE

## PODLAHA NA ZEMINĚ - E1

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
laminátová podlaha	0,007	0,18	0,039
MIRELON	0,002	0,046	0,043
betonová mazanina s kari sítí	0,06	1,23	0,049
separační PE folie DEK	0,0001	-	-
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	0,1	0,034	2,941
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	0,03	0,034	0,882
HI Alkorplan 35034	0,0015	0,16	0,009
podkladní beton vyztužen kari sítí	0,12	1,36	0,088
$\Sigma$			4,052

RSI =	0,17
RSE =	0
R =	3,955
RT =	4,125
U =	0,242
U <sub>rec,20</sub> =	0,300

$$U = 0,242 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1} < U_{\text{rec},20} = 0,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

$$U_{\text{N},20} = 0,45 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

VYHOVUJE

## PODLAHA NA ZEMINĚ - E2

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
keramická dlažba	0,01	1,01	0,010
univerzální lepicí tmel weber.for uni LD	0,005	-	-
betonová mazanina s kari sítí	0,055	1,23	0,045
separační PE folie DEK	0,0001	-	-
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	0,1	0,034	2,941
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	0,03	0,034	0,882
HI Alkorplan 35034	0,0015	0,16	0,009
podkladní beton vyztužen kari sítí	0,12	1,36	0,088
$\Sigma$			4,064

RSI =	0,17
RSE =	0
R =	3,966
RT =	4,136
U =	0,242
U <sub>rec,20</sub> =	0,300

$$U = 0,242 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1} < U_{\text{rec},20} = 0,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

$$U_{N,20} = 0,45 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

VYHOVUJE

## 2. Vnitřní povrchová teplota a teplotní faktor

$$\theta_{si,min} = \theta_{ai} - U * R_{si} * (\theta_{ai} - \theta_e) \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} \quad [-]$$

$$f_{Rsi} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 * \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} * \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\square\square,\square}{\square\square\square,\square\square}\right)}} \quad [-]$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,cr}$$

$$\xi_{R,sik} = 0,6 * (U * R_{sik})^{0,79} * (U_e/U_i)^{0,21} \quad [-]$$

$$\xi_{R,sik} = 1,05 * (U * R_{sik})^{0,69} \quad [-] \quad 0,8 \leq \frac{\square I}{\square 2} \leq 1,25$$

$$\theta_{si,min} = \theta_{ai} - \xi_{R,sik} * (\theta_{ai} - \theta_e) \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$f_{Rsik} = 1 - \xi_{R,sik} \quad [-]$$

Okrajové podmínky:

$$\theta_{ai} = 20 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_e = -15 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$\varphi_i = 50 \%$$

$$\varphi_{i,r} = 55 \%$$

$$\varphi_{si,cr} = 80 \%$$

## OBVODOVÉ NOSNÉ ZDIVO - A1

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
omítka porotherm Universal	0,01	0,45	0,022
výztužná síťovina ze skelného vlákna	-	-	-
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
zdivo porotherm 24 P+D	0,24	0,38	0,632
penetrační nátěr weber.podklad A	-	-	-
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
tepelná izolace Isover TF Profi	0,16	0,038	4,211
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
výztužná síťovina ze skelného vlákna	-	-	-
omítka porotherm TO	0,005	0,1	0,05
omítka porotherm Universal	0,005	0,45	0,011
		$\Sigma$	4,925

R <sub>Si</sub> =	0,25
R <sub>SE</sub> =	0,04
R =	4,925
R <sub>T</sub> =	5,215
U =	0,192
$\theta_{si,min}$ =	18,32
f <sub>Rsi</sub> =	0,952
f <sub>Rsi,cr</sub> =	0,831

$$f_{Rsi} = 0,952 > f_{Rsi,cr} = 0,831 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$\theta_e =$	-15
--------------	-----



## PLOCHÁ STŘECHA - C1

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
kačírek frakce 16-25 mm	0,06	0,58	0,103
Dekdren G8 s textilií	0,008	0,5	0,016
TI Isover Synthos XPS Prime 70L	0,04	0,04	1,000
TI Isover Synthos XPS Prime 70L	0,1	0,042	2,381
TI Isover Synthos XPS Prime 70L	0,1	0,042	2,381
Dekdren G8 s textilií	0,008	0,5	0,016
HI Elastek 50 Special Mineral	0,001	0,21	0,005
HI Glastek 40 Mineral	0,001	0,21	0,005
penetrační nátěr Dekprimer	0,001	-	-
keramzitbeton	0,06	0,4	0,150
strop POROTHERM	0,25	R =0,29	0,290
omítka POROTHERM UNIVERSAL	0,01	0,45	0,022
$\Sigma$			6,369

R <sub>SI</sub> =	0,25
R <sub>SE</sub> =	0,04
R =	6,369
R <sub>T</sub> =	6,659
U =	0,150
$\theta_{si,min}$ =	18,686
f <sub>Rsi</sub> =	0,962
f <sub>Rsi,cr</sub> =	0,831

$$f_{Rsi} = 0,962 > f_{Rsi,cr} = 0,831 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$\theta_e$ =	-15
--------------	-----

## PODLAHA NAD ZÁVĚTRÍM - D1

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
laminátová podlaha Kronopol	0,007	0,18	0,039
MIRELON	0,002	0,046	0,043
anhydritový litý potěr	0,03	1,2	0,025
separační PE folie DEK	0,0001	-	-
kročejová izolace Isover N	0,04	0,038	1,053
strop POROTHERM 250	0,25	R = 0,29	0,290
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
tepelná izolace Isover TF Profi	0,2	0,038	5,263
lepící a stěrková hmota weber.therm elastik	0,005	-	-
výztužná síťovina ze skelného vlákna	-	-	-
omítka porotherm TO	0,005	0,1	0,05
omítka porotherm Universal	0,005	0,45	0,011
		$\Sigma$	6,774

R <sub>SI</sub> =	0,25
R <sub>SE</sub> =	0,04
R =	6,774
R <sub>T</sub> =	7,064
U =	0,142
$\theta_{si,min}$ =	18,761
f <sub>Rsi</sub> =	0,965
f <sub>Rsi,cr</sub> =	0,831

$$f_{Rsi} = 0,965 > f_{Rsi,cr} = 0,831 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$\theta_e$ =	-15
--------------	-----

## PODLAHA NA ZEMINĚ - E1

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
laminátová podlaha	0,007	0,18	0,039
MIRELON	0,002	0,046	0,043
betonová mazanina s kari sítí	0,06	1,23	0,049
separační PE folie DEK	0,0001	-	-
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	0,1	0,034	2,941
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	0,03	0,034	0,882
HI Alkorplan 35034	0,0015	0,16	0,009
podkladní beton vyztužen kari sítí	0,12	1,36	0,088
		$\Sigma$	4,052

R <sub>SI</sub> =	0,25
R <sub>SE</sub> =	0
R =	3,955
R <sub>T</sub> =	4,205
U =	0,238
$\theta_{si,min}$ =	19,108
f <sub>Rsi</sub> =	0,941
f <sub>Rsi,cr</sub> =	0,605

$$f_{Rsi} = 0,941 > f_{Rsi,cr} = 0,605 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$\theta_e$ =	5
--------------	---

## PODLAHA NA ZEMINĚ - E2

vrstva	tl. [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
keramická dlažba	0,01	1,01	0,010
univerzální lepicí tmel weber.for uni LD	0,005	-	-
betonová mazanina s kari sítí	0,055	1,23	0,045
separační PE folie DEK	0,0001	-	-
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	0,1	0,034	2,941
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	0,03	0,034	0,882
HI Alkorplan 35034	0,0015	0,16	0,009
podkladní beton vyztužen kari sítí	0,12	1,36	0,088
$\Sigma$			4,064

R <sub>SI</sub> =	0,25
R <sub>SE</sub> =	0
R =	3,966
R <sub>T</sub> =	4,216
U =	0,237
$\theta_{si,min}$ =	19,111
f <sub>Rsi</sub> =	0,941
f <sub>Rsi,cr</sub> =	0,605

$$f_{Rsi} = 0,941 > f_{Rsi,cr} = 0,605 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$\theta_e$ =	5
--------------	---

## KOUTY

KOUT A1 - E1

$U_1$	0,192
$U_2$	0,238
$\xi_{R_{sik}}$	0,150
$\theta_{si,min}$	17,753
$f_{R_{sik}}$	0,850
$f_{R_{sik,cr}}$	0,831

$$0,8 \leq U_1/U_2 \leq 1,25$$

$$U_1/U_2 \quad 0,807$$

KOUT A1 - E2

$U_1$	0,192
$U_2$	0,237
$\xi_{R_{sik}}$	0,149
$\theta_{si,min}$	17,759
$f_{R_{sik}}$	0,851
$f_{R_{sik,cr}}$	0,831

$$U_1/U_2 \quad 0,810$$

KOUT A1 - C1

$U_1$	0,192
$U_2$	0,15
$\xi_{R_{sik}}$	0,129
$\theta_{si,min}$	15,478
$f_{R_{sik}}$	0,871
$f_{R_{sik,cr}}$	0,831

$$U_1/U_2 \quad 1,280$$

KOUT A1 - D1

$U_1$	0,192
$U_2$	0,142
$\xi_{R_{sik}}$	0,129
$\theta_{si,min}$	15,478
$f_{R_{sik}}$	0,871
$f_{R_{sik,cr}}$	0,831

$$U_1/U_2 \quad 1,352$$

U koutů A1 - C1, A1 - D1 je hodnota  $f_{R_{sik}}$  pouze orientační, jelikož nevyhověla podmínka  $U_1/U_2$ .

### 3. Prostup tepla obálkou budovy

#### Referenční budova

č.	konstrukce	ks	$A_j$ [m <sup>2</sup> ]	$U_{j,N}$ [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$b_j$	$H_T = A_j \cdot U_j \cdot b_j$ [W.K <sup>-1</sup> ]
1	obvodová stěna	-	268,63	0,3	1	80,59
2	plochá střecha nad 1.NP	-	39,6	0,24	1	9,50
3	plochá střecha nad 2.NP	-	129,1	0,24	1	30,98
4	strop nad závětrím	-	20,46	0,24	1	4,91
5	podlaha na zemině - dlažba	-	33,75	0,45	0,66	10,02
6	podlaha na zemině - laminát	-	87,7	0,45	0,66	26,05
7	O1 - okno	10	12,5	1,5	1	187,50
8	O2 - okno	6	9	1,5	1	81,00
9	O3 - okno	2	2,25	1,5	1	6,75
10	O4 - okno	1	1,075	1,5	1	1,61
11	O5 - okno	1	5,25	1,5	1	7,88
12	O6 - okno	1	0,75	1,5	1	1,13
13	O7 - okno	1	2,25	1,5	1	3,38
14	O8 - okno	1	0,425	1,5	1	0,64
15	O9 - okno	2	4,04	1,5	1	12,12
16	D1 - dveře	1	2,02	1,7	1	3,43
17	D2 - dveře	1	2,02	1,7	1	3,43
18	D3 - dveře	1	2,15	1,7	1	3,66
			622,97			474,58

$$H_T = \Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b_j) + A \cdot \Delta U_{tbn} = 474,58 + 622,97 \cdot 0,02 = 487,035 \text{ W/K}$$

$$\frac{A}{V} = 622,97/654,5 = 0,95 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

#### Požadovaná hodnota:

$$U_{N,em} = \frac{H_T}{A} + 0,02 = \frac{487,035}{622,97} + 0,02 = \mathbf{0,802 \text{ W.m}^{-2}.K^{-1}}$$

#### Doporučená hodnota:

$$0,75 \cdot U_{N,em} = 0,75 \cdot 0,802 = \mathbf{0,601 \text{ W.m}^{-2}.K^{-1}}$$

*Hodnocená budova*

č.	konstrukce	ks	A <sub>j</sub>	U <sub>j,N</sub>	b <sub>j</sub>	H <sub>T</sub>
1	obvodová stěna	-	268,63	0,196	1	52,651
2	plochá střecha nad 1.NP	-	39,6	0,144	1	5,702
3	plochá střecha nad 2.NP	-	129,1	0,144	1	18,590
4	strop nad závětrím	-	20,46	0,154	1	3,151
5	podlaha na zemině - dlažba	-	33,75	0,247	0,66	5,502
6	podlaha na zemině - laminát	-	87,7	0,242	0,66	14,007
7	O1 - okno	10	12,5	0,87	1	108,750
8	O2 - okno	6	9	0,85	1	45,900
9	O3 - okno	2	2,25	1,02	1	4,590
10	O4 - okno	1	1,075	0,77	1	0,828
11	O5 - okno	1	5,25	0,72	1	3,780
12	O6 - okno	1	0,75	1,03	1	0,773
13	O7 - okno	1	2,25	0,78	1	1,755
14	O8 - okno	1	0,425	1,06	1	0,451
15	O9 - okno	2	4,04	0,82	1	6,626
16	D1 - dveře	1	2,02	0,86	1	1,737
17	D2 - dveře	1	2,02	0,82	1	1,656
18	D3 - dveře	1	2,15	0,86	1	1,849
			622,97			278,298

$$H_T = \Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b_j) + A \cdot \Delta U_{\text{tbm}} = 278,298 + 622,97 \cdot 0,05 = 309,45 \text{ W/K}$$

$$\frac{A}{V} = 622,97/654,5 = 0,952 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

$$U_{\text{em}} = \frac{H_T}{A} = \frac{309,45}{622,97} = 0,497 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

$$U_{\text{em}} = 0,497 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1} < U_{\text{N,em}} = 0,601 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

**VYHOVUJE**  
**DOPORUČENÉ**  
**HODNOTĚ**

**Zatřídění do klasifikační třídy:**

$$0,5 \cdot U_{\text{N,em}} < U_{\text{em}} < 0,75 \cdot U_{\text{N,em}}$$

**B - ÚSPORNÁ**