

ZATEPLENIE PAVILÓNU "A"
(Adaptácia)
ENERGETICKÉ POSÚDENIE OBJEKTU



V Starej Ľubovni 06 / 2018

Vypracoval: Ing. Ľubomír HAINS

Identifikačné údaje

Zadávatel' energetického posúdenia

Projektplan s.r.o., Ing. Peter Čanda, Jarmočná č.1412/1, 064 01 Stará Ľubovňa

Prevádzkovateľ predmetu energetického posúdenia

Ľubovnianska nemocnica n.o., Obrancov mieru č.510/3, 064 01 Stará Ľubovňa

Spracovateľ energetického posúdenia

Ing. Ľubomír Hains, Vyšná Šebastová č.348, 080 06 Prešov

Ing. Martin Vira, ul. Jarmočná č.243/84, 064 01 Stará Ľubovňa

Predmet energetického posúdenia

Zateplenie nemocničnej budovy

Východiskové podklady

1. Projektová dokumentácia stavby v stupni pre stavebné povolenie stavby.
2. STN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – časť 1 – Terminológia
3. STN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – časť 2 – Požiadavky
4. STN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – časť 3 – Návrhové hodnoty veličín
5. STN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – časť 4 – Výpočtové metódy
6. STN EN ISO 13 789 (73 0565) Tepelné chovanie budov – Merná strata prechodom tepla – Výpočtová metóda
7. STN EN ISO 6946 (730559) Stavebné konštrukcie. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla – Výpočtová metóda
8. STN EN ISO 13 370 Tepelné chovanie budov – Prenos tepla zeminou – Výpočtové metódy
9. STN EN ISO 13 790 Tepelno-technické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie
10. Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov, ktorý nadobudol platnosť 1.1.2006
11. Vyhláška č.625/2006 Z.z. MVRP SR o podrobnosti výpočtu energetickej hospodárnosti budov, energetickej certifikácii budov a preukázaní splnenia globálneho ukazovateľa
12. Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov, 2007

Popis východiskového stavu

Predmetom energetického hodnotenia je zateplenie nemocničnej budovy – Pavilón A v meste Stará Ľubovňa. Úlohou je zhodnotiť navrhnutý stav objektu z pohľadu energetickej hospodárnosti budov. V prípade nevyhovujúceho stavu budú navrhnuté opatrenia, ktoré majú zabezpečiť splnenie požadovaných energetických kritérií. Pri projektovaní je nutné zabezpečiť, aby každá budova splnila minimálne požiadavky energetického kritéria. V nasledujúcej časti bude objekt hodnotený podľa energetického kritéria STN 73 0540-2: 2012 a podľa zákona č.555/2005 Z.z. Pri hodnotení podľa zákona č.555/2005 Z.z. budeme hodnotiť miesto spotreby energie na vykurovanie, ktoré tvorí hlavný podiel z celkovej spotreby energie. Na základe zákona č.555/2005 sledujeme a hodnotíme energetickú hospodárnosť budovy. Spotreba u bežných typov objektov sa dá rozdeliť na 4 miesta spotreby t.j. spotreba energie na vykurovanie, spotreba energie na ohrev teplej vody, spotreba energie na vetranie a klimatizáciu a spotreba energie na elektroinštaláciu vrátane pevne zabudovaného osvetlenia. Každé miesto spotreby má pre príslušný typ budovy svoju hodnotiacu stupnicu. Podľa zákona č.555/2005 Z.z. a jej vykonávacej Vyhlášky č.625/2006 Z.z. je trieda B pre každú kategóriu budov minimálnou požiadavkou, ktorú majú spĺňať nové budovy v SR podľa technických noriem. Po zrealizovaní objektu je potrebné na zrealizovaný stav vypracovať energetickú certifikáciu v zmysle zákona č.555/2005 Z.z. a jeho vykonávacej Vyhlášky č.625/2006 Z.z.

Urbanistické, architektonické a stavebno-technického riešenie stavby

Objekt pozostáva zo suterénu a štyroch nadzemných podlaží. Je zastrešený sedlovými a pultovými strechami so železobetónovými stropmi s navrhovaným zateplením o celkovej hr. 250mm. Nosný systém objektu tvorí murovaný tehlový konštrukčný systém s hrúbkou stien hr. 450 mm. Vonkajší obvodový plášť bude zateplený kontaktným zatepl'ovacím systémom hr. 120 mm, aby spĺňal požiadavky tepelno-technickej normy STN 73 0540 (1-4) kladené na tepelný odpor obytných budov. Okenné a dverné konštrukcie sú plastové s vlastným vonkajším a vnútorným parapetom.

Okrajové podmienky (Podľa STN 73 0540-3 a Vyhláška č.625/2006 Z.z.)

Miesto stavby Stará Ľubovňa - nadmorská výška	: 550 m n. m.
Návrhová teplota vonkajšieho vzduchu	: -17°C
Priemerná denná vonkajšia teplota vo vykurovacom období	: 3,9°C
Počet vykurovacích dní vo vykurovacom období	: 212 dní
Priemerná návrhová teplota vnútorného vzduchu	: 21°C
Priemerná návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu	: 50 %

Definovanie posudzovaných priestorových a plošných parametrov objektu :

Navrhovaný stav:

Zastavaná plocha : 1 913,04 m²

Úžitková /podlahová/ plocha : 6 256,74 m²

Obostavaný priestor : 23 898,33 m³

Vyhodnotenie tepelno-technických vlastností hlavných konštrukcií:

Návrh a posúdenie stavebno-konštrukčného materiálového riešenia obvodových konštrukcií, stavebná fyzika – tepelná technika.

Obvodové konštrukcie je nutné materiálovo navrhnuť tak, aby boli splnené doporučené požiadavky podľa STN 73 0540 zmena 5 platnej v čase spracovania tohto elaborátu.

Súčiniteľ prechodu tepla U

Popis konštrukcie	Vypočítaný navrhovaný stav U (W/m ² K)	Odporúčaná hodnota U (W/m ² K)	Posúdenie splnenia vypočítaného stavu
Obvodové konštrukcie	0,21	0,22	vyhovuje
Strešná konštrukcia	0,14	0,15	vyhovuje
Podlahová konštrukcia na teréne	0,21	0,40	vyhovuje
Okenné a dverné konštrukcie	1,00	1,00	vyhovuje

1. OBVODOVÉ MÚRY

1.1. OBVODOVÝ MÚR – MURIVO hr. 450 mm SO ZATEPLENÍM hr. 120 mm

Rekapitulácia dát:

Číslo	Názov	d [m]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	ρ_0 [kg/m ³]	μ [-]
1	VC omietka	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0
2	Obvodové murivo	0.4500	0.8000	900.0	1700.0	8.5
3	Lepiaci stierka	0.0100	0.9700	840.0	1850.0	14.0
4	Tepelná izolácia	0.1200	0.0380	1270.0	15.0	40.0
5	Fasádna omietka	0.0200	0.9900	790.0	2000.0	19.0

Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane konštrukcie R_{si} : 0.13 m²K/W
dtto pre výpočet kondenzácie a povrchových teplôt R_{si} : 0.25 m²K/W
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane konštrukcie R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pre výpočet kondenzácie a povrchových teplôt R_{se} : 0.04 m²K/W

Vonkajšia výpočtová teplota θ_e : -17.0 °C

Vnútna výpočtová teplota θ_i : 21.0 °C

Výpočtová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu φ_e : 84.0 %

Výpočtová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i : 50.0 %

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,63 + 0,50 = 13,13 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $\theta_{si} = 18,75 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\theta_{si} > \theta_{si,N} \dots$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ .

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Požiadavka: $R_n = 4,40 \text{ m}^2\text{K/W}$

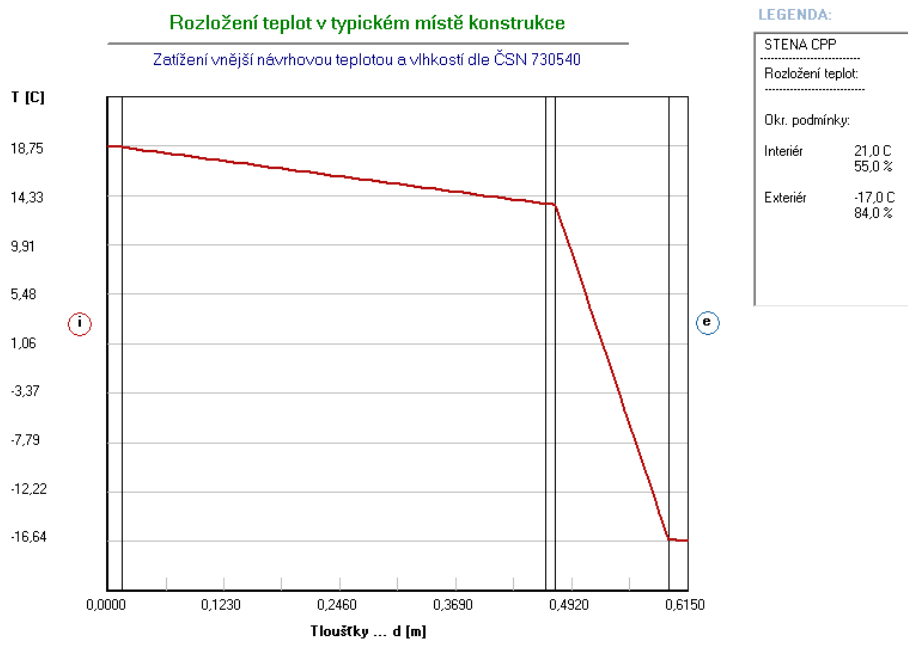
Vypočítaná hodnota: $R = 4,44 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R > R_n \dots$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ .

Požiadavka: $U_n = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočítaná hodnota: $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

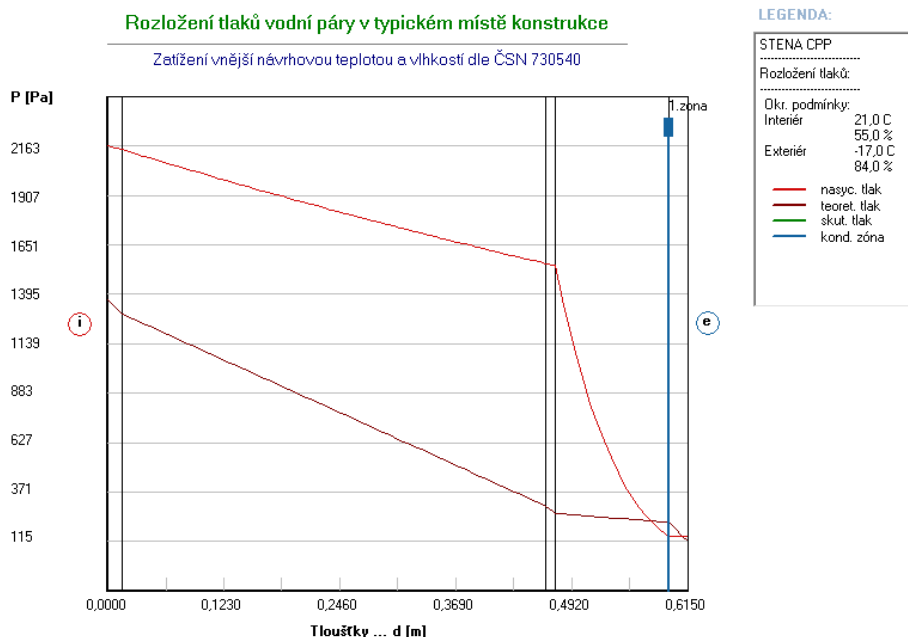
$U < U_n \dots$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ .



III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 4.1)

1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, t.j. $G_k < G_v$ ($M_{a,vysl}=0$).
3. Množstvo kondenzátu musí byť $G_k (M_a) < 0,5 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$.

POŽIADAVKY SÚ SPLNENÉ .



2. STREŠNÁ (STROPNÁ) KONŠTRUKCIA

2.1. STROPNÁ ŽB KONŠTRUKCIA S NAVRHOVANÝM ZATEPLENÍM hr. 250 mm

Rekapitulácia dát:

Číslo	Názov	d [m]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	ρ_0 [kg/m³]	μ [-]
1	Interiérová omietka	0.0100	0.9900	790.0	2000.0	19.0
2	ŽB stropná doska	0.4200	1.7400	1020.0	2500.0	32.0
3	Parozábrana	0.0001	0.3500	1470.0	900.0	144000.0
4	Tepelná izolácia	0.2500	0.0380	1270.0	25.0	70.0

Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane konštrukcie R_{si} : 0.10 m²K/W

dtto pre výpočet kondenzácie a povrchových teplôt R_{si} : 0.25 m²K/W

Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane konštrukcie R_{se} : 0.04 m²K/W

dtto pre výpočet kondenzácie a povrchových teplôt R_{se} : 0.04 m²K/W

Vonkajšia výpočtová teplota θ_e : -17.0 °C

Vnútoraná výpočtová teplota θ_i : 21.0 °C

Výpočtová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu φ_e : 84.0 %

Výpočtová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i : 50.0 %

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,63 + 0,50 = 13,13$ °C

Vypočítaná hodnota: $\theta_{si} = 19,67$ °C

$\theta_{si} > \theta_{si,N}$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ .

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné

určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Požiadavka: $R_n = 6,53 \text{ m}^2\text{K/W}$

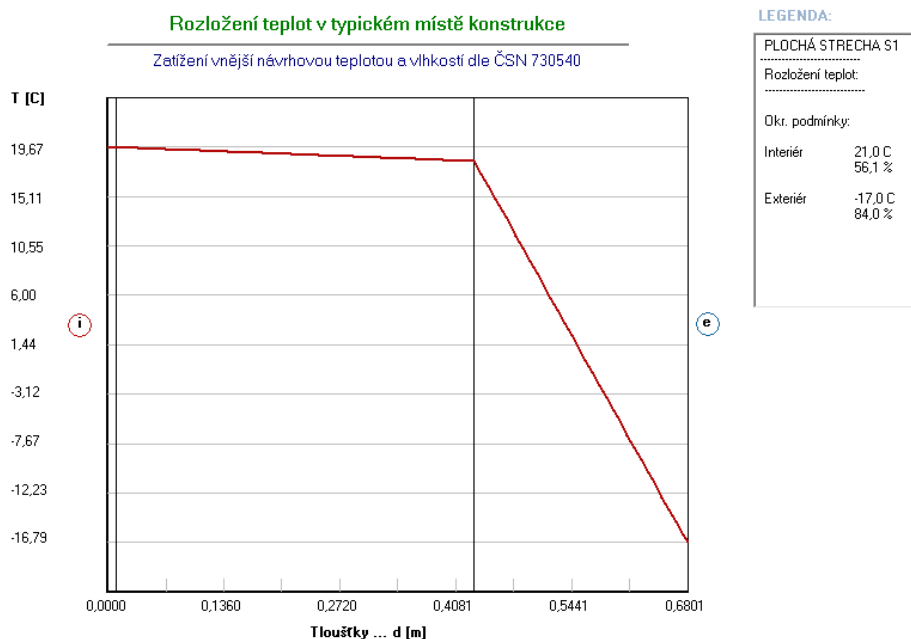
Vypočítaná hodnota: $R = 6,83 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R > R_n \dots$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ .

Požiadavka: $U_n = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočítaná hodnota: $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

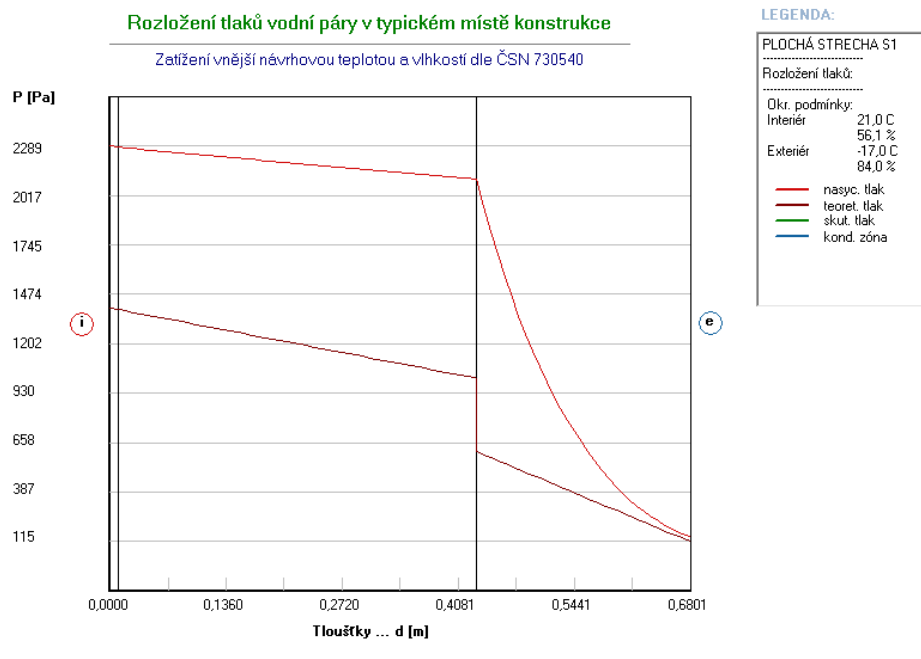
$U < U_n \dots$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ .



III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 4.1)

1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, t.j. $G_k < G_v$ ($M_a, v_{ysl}=0$).
3. Množstvo kondenzátu musí byť $G_k (M_a) < 0,1 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$.

POŽIADAVKY SÚ SPLNENÉ .



3. PODLAHOVÉ KONŠTRUKCIE

3.1. JESTVUJÚCA KERAMICKÁ PODLAHA SO ZATEPLENÍM hr. 40mm

Rekapitulácia dát:

Teplota vnútorného vzduchu $\rightarrow \theta_{ai} = 20,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu $\rightarrow \phi_{ii} = 50,00 \text{ } \%$

Skladba hodnotenej konštrukcie:

Číslo	Názov	d [m]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	ρ_0 [kg/m ³]	μ [-]
1	Keramická dlažba	0.0200	1.0100	840.0	2000.0	200.0
2	Lepidlo	0.0050	0.9700	840.0	1850.0	14.0
3	Betónová mazanina	0.0500	0.6500	1020.0	2300.0	23.0
4	PE fólia	0.0001	0.3500	1470.0	900.0	144000.0
5	Tepelná izolácia	0.0400	0.0380	1270.0	20.0	70.0
6	Hydroizolačná vrstva	0.0050	0.2100	1470.0	1125.0	14480.0

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 3.1.1)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka: $\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,63 + 0,50 = 13,13 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $\theta_{si} = 17,37 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\theta_{si} > \theta_{si,N} \rightarrow$ POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

II. Požiadavka na tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla (čl. 3.2.1)

Tepelný odpor podlahy: $R_{\text{POD}} = \sum_1^6 R_j = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{d_5}{\lambda_5} + \frac{d_6}{\lambda_6}$

$$R_{\text{POD}} = \frac{0,020}{1,01} + \frac{0,005}{0,97} + \frac{0,050}{0,65} + \frac{0,0001}{0,35} + \frac{0,040}{0,038} + \frac{0,005}{0,21} ; R_{\text{POD}} = 1,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Súčiniteľ prechodu tepla podlahou U_{POD}

B' - charakteristický rozmer

$$B' = \frac{A}{0,5p} = \frac{1888,42}{0,5 \cdot 225,45} = 16,75 \text{ m}$$

$A = 1888,42 \text{ m}^2$ - pôdorysná plocha podlahy určená z vonkajších rozmerov

$P = 225,45 \text{ m}$ - exponovaný obvod podlahy určený z vonkajších rozmerov

$$d_t = w + \lambda (R_{\text{si}} + R_f + R_{\text{se}})$$

kde: λ súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy = 2 (W/m.K)

R_{si} tepelný odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane = 0,17 (m².K/W)

R_{se} tepelný odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane = 0,04 (m².K/W)

w celková hrúbka obvodovej steny = 0,570 (m)

R_f tepelný odpor podlahy na teréne určený s tepelných odporov vrstiev nad hydroizoláciou proti zemnej vlhkosti (m².K/W)

d_t celková ekvivalentná hrúbka podlahy (m)

Výpočet R_f

$$R_f = R_{\text{POD}} = \sum_n^i \frac{d_i}{\lambda_i} = 1,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$d_t = 0,570 + 2 \cdot (0,17 + 1,13 + 0) = 3,17 \text{ m}$$

$d_t < B' = 3,17 \text{ m} < 16,75 \text{ m} \rightarrow$ neizolované a mierne izolované podlahy, potom platí:

$$U_0 = U_{\text{POD}} \rightarrow U_{\text{POD}} = 0,21 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\boxed{U_{\text{POD}} < U_n \rightarrow 0,21 \text{ W/m}^2 \text{K} < 0,40 \text{ W/m}^2 \text{K} \rightarrow \text{POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.}}$$

Potreba tepla na vykurovanie:				
Popis konštrukcie	Plocha A_i (m^2)	U_i (W/m^2K)	b_{xi}	$A_i \cdot U_i \cdot b_{xi}$ (W/K)
Navrhované obvodové konštrukcie	2481,75	0,22	1	545,99
Strešná konštrukcia - plochá strecha S1	1932,78	0,14	1	270,59
Podlahová konštrukcia na teréne	1888,42	0,21	1	396,57
Okenné a dverné konštrukcie	1042,46	1,00	1	1042,46
Spolu :	7345			2256
1. Vplyv tepelných mostov : $H_{TM} = 367,27$ W/K 2. Merná tep. strata prechodom tepla : $H_T = 2623$ W/K 3. Priemerný súčiniteľ prechodu tepla : $U_M = 0,36$ W/K 4. Merná tepelná strata vetraním : $H_v = 3155$ W/K 5. Merná tepelná strata : $H = 5777$ W/K				
Orientácia	I_{sj} (kWh/m^2)	g (-)	Zasklenie (m^2)	Q_s (kWh)
Sever	100	0,675	313,51	10580,96
Juh	320	0,675	417,30	45068,40
Západ	200	0,675	41,00	2767,50
Východ	200	0,675	35,41	2390,18
6. Solárne zisky :			$\Sigma Q_s =$	60807
7. Vnútorne zisky : $Q_i = 187\,702$ kWh 8. Celkové vnútorné zisky : $Q_g = 248\,509$ kWh 9. Potreba tepla na vykurovanie : $Q_h = 238\,245$ kWh/rok 10. Merná potreba tepla na vykurovanie : $E_1 = 10,0$ kWh/ m^3 11. Merná potreba tepla na vykurovanie : $E_2 = 35,9$ kWh/ m^2 12. Faktor tvaru budovy : $f = 0,31$ (-) 13. Normové hodnoty : $E_{1N} = 17,9$ kWh/(m^3 .rok) $E_{2N} = 50,0$ kWh/(m^2 .rok)				
$E_1 < E_{1N}$ (kWh/(m^3 .rok)) \rightarrow	10,0	<	17,9	- vyhovuje!
$E_2 < E_{2N}$ (kWh/(m^2 .rok)) \rightarrow	35,9	<	50,0	- vyhovuje!

E_{1N} a E_{2N} sú normalizované hodnoty mernej potreby tepla pre nové budovy podľa STN 73 0540-2: 2012.

Podľa vyhlášky 364/2012 príloha č. 3 tab. A - je škála energetickej triedy pre potrebu energie na vykurovanie kWh/(m².a) pre budovy nemocníc $35,1 \text{ kWh/(m}^2\text{.a)} < E_2 = 35,9 \text{ kWh/(m}^2\text{.a)} < 70,0 \text{ kWh/(m}^2\text{.a)}$ - z daného vyplýva, že z hľadiska potreby energie na vykurovanie bude zaradená do triedy energetickej hospodárnosti B. Podľa vyhlášky 364/2012 príloha č. 3 tab. F škála energetickej triedy globálneho ukazovateľa - primárna energia kWh/(m².a) pre budovy nemocníc $E_2 = 35,9 \text{ kWh/(m}^2\text{.a)} \leq 96,0 \text{ kWh/(m}^2\text{.a)}$ - z daného vyplýva, že z hľadiska tried globálneho ukazovateľa spĺňa požiadavku a môže byť zatriedená do kategórie A0.

POZNÁMKA:

Podrobný doklad o zatriedení do triedy celkovej energetickej hospodárnosti budovy bude doložený pri kolaudácii stavby – Energetická certifikácia budov.

Záver

Z uvedeného výpočtu vyplýva, že objekt spĺňa požiadavky podľa STN 73 0540-2: 2012:

- kritérium min. tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií
- hygienické kritérium
- energetické kritérium
- kritérium výmeny vzduchu



Vypracoval: Ing. Ľubomír Hains
Ing. Martin Vára