



Tepelná ochrana budov
Energetická certifikácia budov
Projektovanie pozemných stavieb
Stavebný dozor pozemných stavieb

Názov stavby :

MODULOVÁ 8. TRIEDNA ZŠ OSTROVANY

Spišská Nová Ves 08/2018

PROJEKTOVÉ HODNOTENIE ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY

Investor : Obec Ostrovany
Obec Ostrovany, OcÚ, Hlavná 60/29
Ostrovany, 082 22 Šarišské Michaľany

Zodpovedný projektant :

Hlavný inžinier projektu :

Vypracoval :



OBSAH

1	VŠEOBECNE.....	3
2	POPIS VÝCHODISKOVÉHO STAVU.....	3
2.1	Predmet	3
2.2	Základné údaje o predmete	4
3	OKRAJOVÉ PODMIENKY PRE VÝPOČET ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI	6
3.1	Parametre vonkajšieho vzduchu.....	6
3.2	Parametre vnútorného vzduchu	6
4	POŽIADAVKY	6
4.1	Normové požiadavky na maximálnu hodnotu súčiniteľa prechodu tepla, kritérium výmeny vzduchu a energetické kritérium podľa STN 73 0540-2/Z1.	7
4.2	Požiadavky na tepelnotechnické posúdenie konštrukcií podľa STN 73 0540-2/Z1.	7
4.3	Šírenie vlhkosti v konštrukcii.....	8
4.4	Požiadavky na posudzované detaily – hygienické kritérium	8
4.5	Požiadavky na energetickú hospodárnosť budov podľa zákona č. 555/2005 Z.z.	9
5	HODNOTENIE PROJEKTOVANÉHO STAVU.....	9
5.1	Tepelnotechnické posúdenie konštrukcií	9
5.2	Výpočet kritéria výmeny vzduchu.....	10
5.3	Výpočet potreby tepla na vykurovanie podľa STN 73 0540-2- energetické kritérium	10
5.4	Výpočet potreby energie podľa zákona č. 555/2005 Z.z. a vykonávajúcej vyhlášky č. 324/2016 Z.z.	12
6	ZÁVER.....	13

1 VŠEOBECNE

1.1	Predmet	Modulová 8. triedna ZŠ Ostrovany
1.2	Úloha	Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy
1.3	Objednávateľ	
1.4	Spracovateľ	
1.5	Zodpovedný projektant	
1.7	Spracované v období	august 2018
1.8	Východiskové podklady	:

- [1] Vypracovaná projektová dokumentácia „Modulová 8. triedna ZŠ Ostrovany“, projektant , 07/2018.
- [2] STN 73 0540-2/Z1:2016 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky Zmena 1;
- [3] STN 73 0540-3 : 2012 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov, 2012;
- [4] STN EN ISO 6946 (730559) Stavebné konštrukcie. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda, 2007;
- [5] STN EN ISO 13370 (730562) Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy, 2007;
- [6] STN EN ISO 10211 (730551) Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty, 2007;
- [7] STN EN ISO 13 789 (730563) Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním. Výpočtová metóda, 2007;
- [8] STN EN ISO 13 790/NA (73 0703) Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie.
- [9] Zákon č. 555/2006 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov, v znení zákona č. 300/2012 z 18.9.2012.
- [10] Vyhláška č 324/2016 MVR SR, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- [11] Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov, Bratislava 2007.
- [12] Atlas tepelných mostov, Zuzana Sternová a kolektív, Jaga group, s.r.o., Bratislava 2006.

Všetky uvedené predpisy sú v aktuálnom znení (vrátane zmien platných ku dňu spracovania projektového hodnotenia).

2 POPIS VÝCHODISKOVÉHO STAVU

2.1 PREDMET

Predmetom projektového posúdenia energetickej hospodárnosti budovy je hodnotenie stavby Modulová 8. triedna ZŠ Ostrovany. Úlohou je posúdiť projektovaný stav objektu na minimálne požiadavky podľa STN 730540-2/Z1:2016 a zároveň posúdiť objekt z pohľadu energetickej certifikácie podľa zákona č. 555/2005 Z.z..

V nasledujúcej časti bude objekt hodnotený:

- na minimálne požiadavky STN 730540-2/Z1:2016, a to sú : súčiniteľ prechodu tepla, kritérium výmeny vzduchu, hygienické kritérium a energetické kritérium,
- z pohľadu energetickej certifikácie budov podľa zákona č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov budeme hodnotiť miesto potreby energie na vykurovanie (ktoré tvorí

hlavný podiel z celkovej potreby energie) a miesto potreby energie na prípravu TV. Na základe zákona č. 555/2005 Z. z. sledujeme a hodnotíme energetickú hospodárnosť budovy, primárnu energiu a emisie CO₂. Každé miesto potreby má pre príslušný typ budovy svoju hodnotiacu stupnicu. Energetickou certifikáciou sa hodnotia pri školských budovách miesta potreby energie tepelná ochrana budovy, na vykurovanie a príprava TV, osvetlenie a vetranie a vzduchotechnika.

Po zrealizovaní projektu stavby, bude potrebné na skutočný stav vyhotoviť energetickú certifikáciu v zmysle zákona č.555/2005 Z. z. podľa jeho vykonávajúcej vyhlášky č. 324/2016 Z. z..

2.2 ZÁKLADNÉ ÚDAJE O PREDMETE

2.2.1 Názov predmetu hodnotenia

Modulová 8. triedna ZŠ Ostrovany, Ostrovany, 082 22 Šarišské Michaľany

2.2.2 Základný popis objektu

Hodnotený navrhovaný objekt modulovej ZŠ je situovaný na voľnej ploche osadený 2 m od severozápadnej hranice parc. č. 309/2. Poloha stavby bola určená s ohľadom na svetové strany a investorom schválený zastavovací plán, ktorý výhľadovo rieši areál ZŠ s 32 triedami, školskou jedálňou, kuchyňou, telocvičňou a príslušnými vonkajšími plochami. Jedná sa o solitérny, prízemný, nepodpivničený objekt s kompaktným pôdorysom v tvare obdĺžnika 17,04x37,06 m. Strecha je navrhovaná sedlová s hrebeňom totožným s pozdĺžnou osou objektu. Z dispozičného hľadiska sa jedná o pozdĺžny 3-trakt, kde sa v strednom trakte nachádza chodba a po stranách učebne. Z konštrukčného hľadiska ide o montovanú stavbu z modulového systému, kde nosnú konštrukciu tvoria oceľové profily. Nachádza sa tu 8 tried po 24 žiakov, kabinet, hygienické zariadenia pre žiakov, učiteľov, imobilných, technická miestnosť a priestor pre upratovačku. Miestnosti sú prístupné cez zádverie z chodby, v ktorej sa nachádzajú aj šatňové skrinky. Kapacita navrhovanej stavby modulového pavilónu ZŠ je 192 žiakov.

2.2.3 Popis hlavných konštrukcií objektu

Skladby sú uvedené podľa projektovej dokumentácie.

Nosnou konštrukciou objektu je oceľový skelet kontajnerového typu zateplený vo zvislých stenách, podlahe a stropе izoláciou z minerálnych vlákien. Každý modul zostavy má vlastnú nosnú oceľovú konštrukciu, ktorá je staticky navrhnutá ako samostatná jednotka prenášajúca zaťaženie z konštrukcie strechy a podlahy do rohov stĺpov a následne prostredníctvom základovej konštrukcie do podlažia. Opláštenie je tvorené sendvičovou konštrukciou. Svetlá výška všetkých miestností je 3000 mm. Tieto moduly sú vopred vyhotovené a následne na mieste stavby pomocou spojovacích prvkov vzájomne spojené, do jedného uceleného objektu.

Vonkajšie omietky stien sú navrhnuté silikónové. Skladba obvodovej steny v tab.č.1.

Otvorové výplne okien a balkónových dverí sú z plastových profilov so zasklením izolačným trojsklom.

Tab. č.1. Skladba obvodovej steny (vrstvy v smere interiér – exteriér)

	Materiálová skupina	Funkcia vrstvy	Hrúbka vrstvy $d[mm]$	Návrhová hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda_u [W/(m.K)]$	Faktor difúzneho odporu $\mu_d [-]$
1.	Vnútorná sadrokartónová doska	ochranná	2×12,5	0,220	9
2.	Parozábrana	ochranná	0,02	0,350	100 000
3.	MW Knauf Classic 033	tepelnoizolačná	160	0,033	3,2
4.	Paropriepustná fólia	ochranná	0,3	0,390	5 800
5.	OSB doska	ochranná	12	0,130	50
6.	Lepiaca stierka	nosná	4	0,800	18
7.	Fasádne dosky EPS-F	tepelnoizolačná	120	0,039	50
8.	Farbená silikónová omietka + armovacia vrstva	ochranná	6	0,700	60

Tab. č.2. Skladba podlahy (vrstvy v smere interiér – exteriér)

	Materiálová skupina	Funkcia vrstvy	Hrúbka vrstvy $d[mm]$	Návrhová hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda_u [W/(m.K)]$	Faktor difúzneho odporu $\mu_d [-]$
1.	Podlahovina PVC na lepidle	nášľapná	2,5	0,200	17110
2.	Cetris dosky 12+18 mm	nosná	30	0,243	60
3.	Rockwool Steprock HD	izolačná	20	0,039	20
4.	OSB dosky	nosná	15	0,130	13
5.	Parozábrana	ochranná	0,02	0,350	9 000
6.	Vzduchová medzera – rošt	nosná	20	0,156	1
7.	MW Knauf Classic 032	izolačná	100	0,032	3,2
8.	Plech	nosná	0,8	58,00	100000

Tab. č.3. Skladba strechy – strop (vrstvy v smere interiér – exteriér)

	Materiálová skupina	Funkcia vrstvy	Hrúbka vrstvy $d[mm]$	Návrhová hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda_u [W/(m.K)]$	Faktor difúzneho odporu $\mu_d [-]$
1.	Vnútorná sadrokartónová doska	ochranná	12,5	0,220	9
2.	Parobrzda	ochranná	0,02	0,350	9 000
3.	MW Knauf Classic 032	tepelnoizolačná	100	0,032	3,2
4.	Plech	nosná	0,8	58,00	100000
5.	MW Knauf Classic 032	tepelnoizolačná	200	0,032	3,2

Otvorové konštrukcie

Vstupné dvere z plastových profilov s izolačnou výplň – dvojsklo $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ a nepriehľadná výplň platne z opláštovanej PUR peny $U = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$.

Okná z plastových profilov so zasklením izolačným trojsklom $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, so systémom trojitého tesnenia. Súčiniteľ škárovej prievzdušnosti okien je $i_{iv} = 0,4 \cdot 10^{-4} [\text{m}^2 / (\text{s} \cdot \text{Pa}_{20,67})]$.

3 OKRAJOVÉ PODMIENKY PRE VÝPOČET ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI

Vo výpočtoch boli uvažované okrajové podmienky v súlade s STN 73 0540-3:2012 a vyhláškou č. 324/2016 Z.z.

3.1 PARAMETRE VONKAJŠIEHO VZDUCHU

Realizácia pre Ostrovany v nadmorskej výške 320 m n.m.

3.1.1 Extrémne návrhové parametre

Realizácia pre Ostrovany

Návrhová teplota vonkajšieho vzduchu θ_e :	-15 °C
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu ϕ_e :	84 %
Teplotná oblasť :	1.
Priemerná denná vonkajšia teplota vo vykurovacom období :	3,3 °C
Počet vykurovacích dní vo vykurovacom období :	237 dní

3.1.2 Priemerné mesačné návrhové parametre

Realizácia pre Ostrovany v nadmorskej výške 320 m n.m.

Tab. č.4. Priemerné mesačné návrhové parametre vonkajšieho vzduchu pre Markovce

Mesiac	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Priemerná teplota vonkajšieho vzduchu [°C]	-3,8	-1,7	3,4	8,9	13,2	16,1	18,3	17,7	13,8	8,6	3,3	-1,9
Priemerná relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu [%]	81,1	80,3	78,5	75,7	72,1	68,9	66,7	67,5	72,2	76,2	78,8	80,5

3.2 PARAMETRE VNÚTORNÉHO VZDUCHU

Parametre vnútorného vzduchu podľa STN EN 12831 pre školské budovy sú 20°C a 50%.

Návrhová teplota vnútorného vzduchu θ_i :	20 °C
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu ϕ_i :	50 %
Vlhkostná trieda:	3.
Vo výpočte podľa vyhlášky č. 364/2012 Z.z. sa uvažuje:	
Priemerná návrhová teplota vnútorného vzduchu θ_i :	20 °C

4 POŽIADAVKY .

Pri návrhu a posúdení stavebných konštrukcií a priestorov budovy, vymedzených určeným stavom vnútorného prostredia bytových a nebytových budov sa požadujú podľa STN 73 0540-2 nasledovné kritériá:

- minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií (maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie – **U** (tepelnoizolačné kritérium),
- minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti – **n** (kritérium výmeny vzduchu),
- maximálnej mernej spotreby energie na vykurovanie – **E** (energetické kritérium),
- minimálnej teploty vnútorného povrchu – θ_{si} (hygienické kritérium).

Doplňujúce kritéria:

- šírenie vlhkosti v konštrukcii - **g** (maximálne množstvo skondenzovanej vodnej pary).

4.1 Normové požiadavky na maximálnu hodnotu súčiniteľa prechodu tepla, kritérium výmeny vzduchu a energetické kritérium podľa STN 73 0540-2/Z1:2016.

Tab. č. 5. Prehľad hodnotených požiadaviek

Hodnotený parameter konštrukcie					Odporúčaná hodnota normalizovaná (požadovaná) od 1.1.2016 W/(m ² .K)			
Súčiniteľ prechodu tepla U _N [W/(m ² .K)]	stena				< 0,22			
	otvorové konštrukcie				< 1,00			
	podlaha				< 0,60			
	strecha				< 0,15			
Kritérium výmeny vzduchu – intenzita výmeny vzduchu „n“ pre budovy s trvalým pobytom osôb – minimálna hodnota pre ostatné budovy – minimálna hodnota					> n _N =0,5 1/h > n _N =0,3 1/h			
Energetické kritérium					E ₁ ≤ E _{1N} E ₂ ≤ E _{2N}			
Faktor tvaru budovy 1/m	Potreba tepla Q _{H,nd,N}							
	Maximálna hodnota Q _{H,nd,max}		Normalizovaná (požadovaná) hodnota Q _{H,nd,N}		Odporúčaná hodnota Q _{H,nd,r1} norlizovaná (požadovaná) od 1.1.2017		Cieľová odporúčaná hodnota Q _{H,nd,r2}	
	kWh/m ² .a	kWh/m ³ .a	kWh/m ² .a	kWh/m ³ .a	kWh/m ² .a	kWh/m ³ .a	kWh/m ² .a	kWh/m ³ .a
≤ 0,3	70,0	25,00	50,0	17,90	25,00	8,93	12,50	4,47
0,4	78,6	28,10	57,1	20,40	28,55	10,20	14,28	5,10
0,5	87,1	31,10	64,3	23,00	32,15	11,49	16,08	5,75
0,6	95,7	34,20	71,4	25,50	35,70	12,75	17,85	6,38
0,7	104,3	37,50	78,6	28,10	39,30	14,04	19,65	7,02
0,8	112,9	40,30	85,7	30,60	42,85	15,31	21,43	7,66
0,9	121,4	43,40	92,9	33,20	46,45	16,60	23,23	8,30
1,0	130,0	46,50	100,0	25,70	50,00	17,86	25,00	8,93

4.2 Požiadavky na tepelnotechnické posúdenie konštrukcií podľa STN 73 0540-2/Z1.

Tab. č. 6. Prehľad hodnotených požiadaviek na obalové konštrukcie - Obvodová stena

Hodnotený parameter konštrukcie	Hodnota požadovaná
Súčiniteľ prechodu tepla $U_N [W/(m^2 \cdot K)]$	$\leq 0,22$
Množstvo skondenzovanej vodnej pary $g_k [kg/(m^2 \cdot a)]$	< 0,5
Celoročná bilancia vlhkosti $g_k < g_v [kg/(m^2 \cdot a)]$	Aktívna
Vnútna povrchová teplota - požadovaná najnižšia povrchová teplota pri navrhovaných okrajových podmienkach, vylúčenie rizika rastu plesní [V] Tímené, resp. prerušované vykurovanie s poklesom teploty vnútorného vzduchu θ_{ai} do 5 K	> 13,13

Tab. č. 7. Prehľad hodnotených požiadaviek na obalové konštrukcie – Stena a strop medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou vnútorného vzduchu v oddelených priestoroch – uvažujem nad 25 K

Hodnotený parameter konštrukcie	Hodnota požadovaná
Súčiniteľ prechodu tepla $U_N [W/(m^2.K)]$	$\leq 0,40$
Množstvo skondenzovanej vodnej pary $g_k [kg/(m^2.a)]$	$< 0,1$ strecha $< 0,5$ strop nad ext.
Celoročná bilancia vlhkosti $g_k < g_v [kg/(m^2.a)]$	Aktívna
Vnútorná povrchová teplota - požadovaná najnižšia povrchová teplota pri navrhovaných okrajových podmienkach, vylúčenie rizika rastu plesní [V] Tlmené, resp. prerušované vykurovanie s poklesom teploty vnútorného vzduchu 9_{ai} do 5 K	$> 13,13$
g_v Ročné množstvo vyparenej vodnej pary vo vnútri konštrukcie	

Tab. č. 8. Prehľad hodnotených požiadaviek na obalové konštrukcie – Plochá a šikmá strecha $\leq 45^\circ$

Hodnotený parameter konštrukcie	Hodnota požadovaná
Súčiniteľ prechodu tepla $U_N [W/(m^2.K)]$	$\leq 0,20$
Množstvo skondenzovanej vodnej pary $g_k [kg/(m^2.rok)]$	$< 0,1$ strecha $< 0,5$ strop nad ext.
Celoročná bilancia vlhkosti $g_k < g_v [kg/(m^2.rok)]$	Aktívna
Vnútorná povrchová teplota - požadovaná najnižšia povrchová teplota pri navrhovaných okrajových podmienkach, vylúčenie rizika rastu plesní [V] Tlmené, resp. prerušované vykurovanie s poklesom teploty vnútorného vzduchu 9_{ai} do 5 K	$> 13,13$
g_v Ročné množstvo vyparenej vodnej pary vo vnútri konštrukcie	

4.3 Šírenie vlhkosti v konštrukcii

Skondenzované množstvo vodnej pary v konštrukcii

Bez kondenzácie vodnej pary v konštrukcii musia byť navrhnuté strechy, stropy a steny, v ktorých by skondenzovaná vodná para ohrozila ich požadovanú funkciu:

$$g_k = 0$$

kde g_k je celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary v konštrukcii v $kg/(m^2.a)$.

S obmedzenou kondenzáciou vodnej pary v konštrukcii, ktorá sa určí bez uvažovania vplyvu slnečného žiarenia, možno navrhnuť strechy, stropy a steny, v ktorých sú splnené všetky tieto podmienky:

- skondenzovaná vodná para neohrozí požadovanú funkciu konštrukcie,
- ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary je priaznivá,

$$g_k < g_v$$

kde g_v je celoročné množstvo vyparenej vodnej pary v $kg/(m^2.a)$.

- prípustné celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary je pre jednoplášťové strechy,
 $g_k < 0,1 \text{ kg}/(m^2.a)$
- pre ostatné konštrukcie $g_k < 0,5 \text{ kg}/(m^2.a)$

4.4 Požiadavky na posudzované detaily – hygienické kritérium

Požiadavky na najnižšiu povrchovú teplotu θ_{si} posudzovaných detailov sú stanovené podľa STN 73 0540-2/Z1:2016 v závislosti od typu prevádzky objektu.

Tab. č. 9. Normové požiadavky na predmetné detaily pre priestory s pobytom ľudí obytné miestnosti

Hodnotený parameter detailu	Požadovaná hodnota
Vnútrná povrchová teplota – požadovaná najnižšia povrchová teplota pri navrhovaných okrajových podmienkach, vylúčenie rizika rastu plesní [°C] Tlmené, resp. prerušované vykurovanie s poklesom teploty vnútorného vzduchu θ_{ai} do 5 K	> 13,13

4.5 Požiadavky na energetickú hospodárnosť budov podľa zákona č. 555/2005 Z.z.

Podľa zákona č. 555/2005 Z.z. v znení zákona č. 300/2012 Z.z. a ich vykonávacej vyhlášky MDVRR č. 324/2016 Z. z. §4 odstavce 13, je minimálna požiadavka, ktorú musia spĺňať nové budovy a významne obnovované budovy určená ako horná hranica energetickej triedy B pre globálny ukazovateľ. Ak to nie je pri významne obnovovanej budove technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné, stavebné konštrukcie a prvky tvoriace ich časť, ktoré vytvárajú obalovú konštrukciu budovy, musia spĺňať aspoň požiadavky určené podľa technickej normy (STN 73 0540-2/Z1:2016) v Slovenskej republike podľa technických noriem.

Tab. č. 10. Škály energetických tried pre jednotlivé miesta potreby energie v kWh/(m².a)

Druh budovy	Hodnotené miesto potreby:	A	B	C	D	E	F	G
Budovy škôl a školských zariadení	- energie na vykurovanie	≤ 28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	> 168
	- energie na prípravu TV	≤ 6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	> 36
	- energie na osvetlenie	≤ 9	10-18	19-23	24-27	28-34	35-41	> 41
	Celková potreba energia	≤ 43	44-86	87-125	126-163	164-204	205-245	> 245

Požiadavka čl. **8.2.2. STN 73 0540-2/Z1:2016** - Predpoklad energetickej hospodárnosti spĺňajú budovy, ak majú v závislosti od kategórie budovy potrebu tepla na vykurovanie:

$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$ kde $Q_{N,EP}$ je normalizovaná hodnota potreby tepla na vykurovanie na dosiahnutie energetickej hospodárnosti budovy, v kWh/(m².a) podľa tabuľky 14;
 Q_{EP} potreba tepla na vykurovanie na preukázanie splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy, v kWh/(m².a).

Pre budovy škôl a školských stavieb je odporúčaná hodnota (od 1.1.2017 normalizovaná)

$$Q_{N,EP} = 27,6 \text{ kWh/(m}^2\text{.a)}$$

5 HODNOTENIE PROJEKTOVANÉHO STAVU

5.1 Tepelnotechnické posúdenie konštrukcií

Požiadavky na posudzované konštrukcie sú stanovené podľa STN 73 0540-2/Z1. Na obalové konštrukcie sú z hľadiska stavebnej tepelnej techniky kladené požiadavky na hodnotu súčiniteľa prechodu tepla a najnižšiu povrchovú teplotu. Zároveň boli konštrukcie posúdené aj na šírenie vlhkosti konštrukciou.

Tab. č. 11. Posúdenie skladby jednotlivých konštrukcií - existujúce prízemie a nadstavba

Konštrukcie	Hrúbka tepelnej izolácie [mm]	Súčiniteľ prechodu tepla U [W/(m ² .K)]		Množstvo skondenzovanej vodnej pary M_c (g _k) [kg/(m ² .a)]		Celoročná bilancia vlhkosti		Posúdenie povrchovej teploty konštrukcie – najnižšia povrchová teplota ϑ_{si} [°C]		Hodnotenie
S 01-Obvodová stena	120+160	0,121	+	-0,054	+	aktívna	+	19,40	+	+
S 02-Otvorové konštrukcie – vážený priemer	-	1,008	+	-	-	-	-	-	-	+
S 03-Podlaha	100	0,113	+	-	-	-	-	18,59	+	+

S 04-Strop - strecha	300	0,104	+	-8,636	+	aktívna	+	19,55	+	+
+	...	Vyhovuje požiadavkám STN 73 0540-2/Z1 : 2016								
!	...	Nevyhovuje požiadavkám STN 73 0540-2/Z1 : 2016								

Z vyššej uvedenej tabuľky vyplýva, že skladby jednotlivých obvodových konštrukcií modulového pavilónu **splňujú požiadavku na minimálnu hodnotu súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2/Z1:2016.**

Z hľadiska ročnej bilancie skondenzovanej a odpariteľnej vodnej pary môžeme zhodnotiť, že pri skladbách S 01, S 03 a S 04 nedochádza ku kondenzácii vodnej pary a konštrukcie prípadnú skondenzovanú vodnú paru sú schopné bez problémov odpariť.

Kritérium minimálnej povrchovej teploty splňujú všetky posudzované konštrukcie.

5.2 Výpočet kritéria výmeny vzduchu

Priemerná intenzita výmeny vzduchu n podľa STN 73 0540-2:2012 vplyvom prirodzenej infiltrácie cez škáry budov sa určí vzťahom: **$n = 25 \cdot 200 \cdot (\Sigma(I \cdot i_{iv})/V_b) \quad [1/h]$**

$n = 0,19 \text{ 1/h}$

Kritérium minimálnej výmeny vzduchu - vo vnútorných priestoroch bytových a nebytových budov je priemerná hodnota intenzity výmeny vzduchu minimálne $n_N = 0,5 \text{ 1/h}$, ak hygienické a prevádzkové podmienky nevyžadujú iné hodnoty.

$$n > n_N = 0,5 \text{ 1/h}$$

Pre vypočítané n platí: **$n = 0,19 \text{ 1/h} < 0,5 \text{ 1/h}$**

Požiadavka nie je splnená.

Pre splnenie požiadavky sú v triedach navrhnuté decentrálné rekuperačné jednotky **mitsubishi electric lossnay vl-100** spolu 8 ks, s ventilačným výkonom $8 \times 105 \text{ m}^3/\text{hod}$. Účinnosť rekuperácie uvažujeme na úrovni 80 % a rekuperačný tok vzduchu $840 \text{ m}^3/\text{hod}$.

Požadovaná hodnota minimálneho objemu výmeny vzduchu podľa STN ISO 13790 na 1 m^2 podlahovej plochy (vyhl. 364/2012, príl. č. 1) bude takto **zabezpečená**.

5.3 Výpočet potreby tepla na vykurovanie podľa STN 73 0540-2/Z1- energetické kritérium

Z poskytnutých podkladov bol stanovený obostavaný priestor objektu a čiastkové obalové plochy (steny, stropov nad nevykurovanými priestormi, strechy a výplní otvorov). Ostatné vstupné parametre uvažujeme podľa STN 73 0540-2:2012.

Posúdenie budovy podľa STN 730540

Stavba: Modulová 8-triedna ZŠ Ostrovany

Objekt: Modulový pavilón

Miesto: Ostrovany

Budova: Modulový pavilón

Vstupné údaje a posúdenie budovy podľa STN 730540, rekapitulácia

Kategória budovy: Budova školy alebo školského zariadenia

Charakter budovy: Novostavba

Ti	20,0	oC	Teplotná oblasť zima	3
Te	-15,0	oC	Teplotná oblasť leto	A
Nadmorská výška	320,00	m.n.m		
Počet dennostupňov	3952	[K.deň]		
Počet norm.dennostupňov	3422	[K.deň]		
Počet podlaží	1,00			
Konstruktívna výška	3,57	[m]		
Obvod	108,20	[m]		
Zastavaná plocha	631,50	[m2]		
Merná plocha	631,50	[m2]		
Obostavaný priestor	2254,46	[m3]		
Plocha teplovým. obalu		[m2]		
Počet osôb	200,00			
Intenzita výmeny vzduchu v zime	0,30	1/hod		
Účinnosť rekuperácie v %	60			
Rekuper. tok vzduchu v m3 a v %	360,7	20		
Faktor tvaru budovy	0,780	[1/m]		
Vnútorný tepelný zisk	6,00	[W/m2]		
Súčiniteľ využitia ziskov	0,84			
Priem.súč.prechodu tepla Um	0,18	[W/(m2.K)]		

Steny	Plocha [m2]	R [m2 K/W]	Av	Bx	H [W/K]		
južné	0,00	0,00	22,6	0,0	???		
juhovýchodné	132,30	8,27	22,0	1,0	16,0		
juhozápadné	60,83	8,27	26,7	1,0	0,0		
východné	0,00	0,00	21,3	0,0	???		
západné	0,00	0,00	28,5	0,0	???		
sev. východné	60,83	8,27	14,3	1,0	7,4		
sev. západné	132,30	8,27	22,4	1,0	16,0		
severné	0,00	0,00	9,6	0,0	???		
spolu	386,3	8,3					
Strechy a stropy	631,5	9,58	27,9	0,8			
Podlahy	631,50	0,24		1,0			
Okná a dvere	Plocha [m2]	U [W/(m2 K)]	g	F	Bx	Qs [kWh/a]	H [W/K]
južné	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0
juhovýchodné	53,20	1,01	0,75	0,54	1,0	5569	54
juhozápadné	4,48	0,93	0,75	0,64	1,0	562	4
východné	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0
západné	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0
sev. východné	4,48	0,93	0,75	0,64	1,0	281	4
sev. západné	47,60	1,02	0,75	0,53	1,0	2457	48
severné	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0
horizontálne				0,75			
spolu	109,8	1,01					

Typické konštrukcie

Podlaha: Kontajner R - PVC

Up =	0,11	[W/(m2.K)]	
Rsi =	0,17	[W/(m2.K)]	
R =	4,02 + 0,04 + 0,17 =	4,23	[m2.K/W]
R a =	4,02	[m2.K/W]	vyhovuje
Tip =	19,63	C	neprerušané kúrenie
Tep =	-14,85	C	vyhovuje
Tepelná prijemnosť podlahy			
b =	686,4	[W.s1/2/(m2.K)]	II. teplá

Stena: Stena modul M1 + ETICS EPS-F

U =	0,12	[W/(m2.K)]	
Rsi =	0,13	[W/(m2.K)]	
R =	8,10 + 0,04 + 0,13 =	8,27	[m2.K/W]
Ra =	8,10	[m2.K/W]	vyhovuje
Tip =	19,45	C	neprerušané kúrenie
Tep =	-14,83	C	vyhovuje

Strecha: Strop kontajner

U =	0,10	[W/(m2.K)]	
Rsi =	0,10	[W/(m2.K)]	
R =	9,44 + 0,04 + 0,10 =	9,58	[W/(m2.K)]
Ra =	9,44	[m2.K/W]	vyhovuje
Tip =	19,63	C	neprerušané kúrenie
Tep =	-14,85	C	vyhovuje

Okno: Šesťkomorový systém

Uokna	Uokla	Urámu	g	Fc*Ft*Ff
0,932	0,600	1,260	0,7500	0,6429

Merná tepelná strata

Ht=UiAi+Htm+Ls - merná tepelná strata prechodom	281,2
Htm - tepelná strata prechodom cez tepelné mosty	35,2
Hv - merná tepelná strata vetraním	180,3
H = Ht + Hv - merná tepelná strata	496,8

Projektovaný príkon na kúrenie

Príkon energie na kúrenie na 1m2

Potreba zdrojov	zem. plynu [m3]	dreva [kg]
UK	62 GJ	17 139 kWh
TV	22,4 GJ	6 228,7 kWh
Spolu	84 GJ	23 368 kWh

Potreba tepla na vykurovanie za rok

Potreba tepla na krytie tepelných strát prechodom tepla Qt

- krytie tepelných strát prechodom tepla cez steny
- krytie tepelných strát prechodom tepla cez okná a dvere
- krytie tepelných strát prechodom tepla cez podlahu
- krytie tepelných strát prechodom tepla cez strop
- krytie tepelných strát prechodom tepla cez tepelné mosty

Potreba tepla na krytie tepelných strát vetraním Qv

Potreba tepla na krytie tepelných strát spolu Qt + Qv

Tepelný zisk z vnútorných zdrojov Qi

Pasívny solárny tepelný zisk Qs

Potreba tepla za vykurovaciu sezónu Qh,nd

Preukázanie potreby tepla na splnenie EHB, Qn,ep

Merná potreba tepla za vykurovaciu sezónu na m2 Qh,nd

Normalizovaná hodnota potreby tepla za vykurovaciu sezónu na m2 Qh,ndn

Merná potreba tepla za sezónu 3422 K.deň

25 979,0 kWh

3 834,0 kWh

9 084,0 kWh

5 859,0 kWh

4 314,0 kWh

2 888,3 kWh

14 806,0 kWh

40 785,0 kWh

16 194,0 kWh

7 450,0 kWh

17 138,91 kWh

2018 Vyhovuje

27,6 kWh/(m2.a)

27,14 kWh/(m2.a)

42,15 kWh/(m2.a)

27,14 [kWh/(m2.a)]

POZN: Plochy jednotlivých konštrukcií sú z vonkajších rozmerov objektu. Výpočet je riešený len pre vykurované časti objektu. Výpočet podľa STN 73 0540-2:2012 je normalizovaným výpočtom, ktorý je na základe normových vstupných údajov.

$E_2 = 27,14 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < E_{2N} = 42,15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ - vyhovuje

Hodnotený objekt v projektovanom stave spĺňa energetické kritérium podľa STN 73 0540-2/Z1.

5.4 Výpočet potreby energie podľa zákona č. 555/2005 Z.z. a vykonávajúcej vyhlášky č. 324/2016 Z.z.

Vzhľadom k tomu, že od 1.1.2008 platí zákon č. 555/2005 Z.z. a jeho vykonávajúca vyhláška č. 324/2016 Z.z., podľa ktorej sa realizuje energetická certifikácia, realizujeme v ďalšom texte energetické posúdenie predmetného objektu podľa uvedenej vyhlášky.

5.4.1 Výpočet potreby energie na vykurovanie

Výpočet potreby energie na vykurovanie vychádza z výpočtu potreby tepla na vykurovanie, ktorý zohľadňuje požiadavky na tepelnú ochranu budov, vlastnosti vnútorného a vonkajšieho prostredia, ako aj tepelnotechnické vlastnosti stavebných výrobkov. Potreba energie na vykurovanie budovy je súčtom potreby tepla na vykurovanie a celkových tepelných strát systému vykurovania.

Podľa výpočtu komplexného posúdenia budovy je :

Celková potreba energie na vykurovanie : 18 363,10 kWh/a

Celková potreba energie na vykurovanie na m² : 29,12 kWh/(m².a)

Tab. 14. Škála energetických tried na vykurovanie

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G	
Budovy škôl	≤ 28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	>168	kWh/(m ² .a)

Hodnotená budova môže byť zatriedená do triedy "B" energetickej škály miesta potreby energie na vykurovanie.

Spätne získaná energia z rekuperácie tepla je 2,8 kWh/(m².a).

5.4.2 Výpočet potreby energie na prípravu TV

Výpočet potreby energie na prípravu TV vychádza z výpočtov potreby TV alebo z hodnôt uvádzaných vo vyhláške č. 324/2016 Z.z. na podlahovú plochu.

Podľa výpočtu komplexného posúdenia budovy je :

Celková potreba energie na prípravu TV : 6 455,16 kWh/a

Celková potreba energie na prípravu TV na m² : 10,22 kWh/(m².a)

Tab. 15. Škála energetických tried na prípravu TV

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G	
Budovy škôl	≤ 6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	>36	kWh/(m ² .a)

Hodnotená budova môže byť zatriedená do triedy "B" energetickej škály miesta potreby energie na prípravu TV.

5.4.3 Výpočet potreby energie na osvetlenie

Výpočet potreby energie na osvetlenie vychádza z inštalovaného svetelného výkonu alebo z hodnôt uvádzaných vo vyhláške č. 324/2016 Z.z. na podlahovú plochu.

Podľa výpočtu komplexného posúdenia budovy je :

Celková potreba energie na osvetlenie : 3 789,0 kWh/a

Celková potreba energie na osvetlenie na m² : 6,0 kWh/(m².a)

Tab. 16. Škála energetických tried na osvetlenie

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G	
Budovy škôl	≤ 9	10-18	19-23	24-27	28-34	35-41	>41	kWh/(m ² .a)

Hodnotená budova môže byť zatriedená do triedy "A" energetickej škály miesta potreby energie na osvetlenie.

5.4.4 Globálny ukazovateľ – celková dodaná energia

Celková dodaná energia je výpočtovo stanovená ako súčet z potreby energie na vykurovanie (**29,12 kWh/m².a**), potreby energie na prípravu TV (**10,22 kWh/m².a**) a potreby energie na osvetlenie (**6,0 kWh/m².a**). Späťne získaná energia z rekuperácie (**-2,8 kWh/m².a**). Celková dodaná energia v navrhovanom stave je **42,54 kWh/(m².a)**.

Tab. č. 17. Škály energetických tried podľa celkovej potreby energie

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G	
Budovy škôl	≤ 43	44-86	87-125	126-163	164-204	205-245	>245	kWh/(m ² .a)

Hodnotená budova môže byť zatriedená do triedy "A" globálneho ukazovateľa.

5.4.5 Výpočet primárnej energie a emisie CO₂

Primárna energia sa vypočíta na základe uvedených potrieb, ktoré sú prenasobené váhovým faktorom – pre vykurovanie a prípravu TV (1,10 –plynovým kotlom) a pre osvetlenie (2,2 – elektrická energia). Pre daný objekt je primárna energia **52,0 kWh/(m².a)**.

Emisie CO₂ sa vypočítajú na základe potreby energie na vykurovanie, ktorá je prenasobená váhovým faktorom (0,22 – pre plyn a 0,167 pre elektrinu) pre výpočet emisií CO₂ . Pre daný objekt sú CO₂ emisie **9,25 kg/(m².a)**.

Vypočítané hodnoty potreby energie na vykurovanie a na prípravu TV sú výpočtovo stanovené pre normalizované okrajové podmienky. Pre tieto normalizované podmienky sa daný objekt zatrieduje do energetickej triedy potreby energie na vykurovanie a prípravu TV. Výpočtová potreba energie na vykurovanie pre konkrétnu lokalitu stavby však môže byť odlišná vplyvom iných okrajových podmienok od normalizovaných.

5.4.6 Zhrnutie súčasného stavu

Objekt modulovej 8.triednej ZŠ Ostrovany podľa zákona č. 555/2005 Z. z. a jeho vykonávajúcej vyhlášky č. 324/2016 Z. z. **by mohol byť** v projektovanom stave **zatriedený pre miesto potreby energie na vykurovanie** do triedy **A** , pre **miesto potreby energie na prípravu TV** do kategórie **B** a pre **osvetlenie** do kategórie **A** energetickej škály.

Z hľadiska celkovej potreby energie **by mohol byť** zatriedený v triede **A** a pre primárnu energiu v triede **A1**. Hodnotený objekt **splňuje** požiadavku zákona č. 555/2005 Z. z. a jeho vykonávajúcej vyhlášky č. 324/2016 Z. z..

6 ZÁVER

Cieľom projektového hodnotenia bolo posúdenie skladieb konštrukcií na hodnotu súčiniteľa prechodu tepla, povrchové teploty a bilanciu vlhkosti podľa požiadaviek STN 73 0540-2. Zároveň bola zhodnotená navrhnutá obálka budovy na požiadavky energetického kritéria a kritéria výmeny vzduchu.

Okrem posúdenia podľa STN 73 0540-2/Z1 bolo zrealizované aj posúdenie zatriedenia objektu do energetickej triedy pre celkovú potrebu energie na vykurovanie a prípravy teplej vody podľa zákon č. 555/2005 Z.z. a jeho vykonávajúca vyhláška č. 324/2012 Z.z.

V Spišskej Novej Vsi 08/2018

Prílohy : č.1 Komplexné posúdenie budovy - navrhovaný stav

č.2 Sumarizácia výpočtu potreby energie, primárnej energie a emisií CO₂