

UPOS - Ing. Bohdan Uhlár, aut.ing

I. HOUDEKA 1923/44 , 034 01 Ružomberok
tel.:0905 390 094 , upos@centrum.sk

TEPELNOTECHNICKÝ A ENERGETICKÝ POSUDOK PROJEKTOVÉ RIEŠENIE



MICHAL BIELENÝ

HLAVNÝ INŽINIER

Ing.Michal Bielený

ZODPOVEDNÝ PROJEKTANT

Ing. Bohdan Uhlár

VYPRACOVAL

Ing. Bohdan Uhlár

MIESTO STAVBY Komenského, 029 01 Námestovo

INVESTOR Žilinský samosprávny kraj, Žilina

STAVBA

**SOŠ technická, Námestovo
- stavebné úpravy, zvýšenie EHB**

STAVEBNÝ OBJEKT S003 PAVILÓN "C" - TELOCVIČŇA

PARÉ

ZÁK. ČÍSLO A57 - 2015

STUPEŇ RP

DÁTUM December 2015

TEPELNOTECHNICKÝ A ENERGETICKÝ POSUDOK

1 VŠEOBECNÝ POPIS

Budovy SOŠ technickej v Námestove, boli vyprojektované a postavené v sedemdesiatych rokoch minulého storočia, podľa vtedy platných požiadaviek a z tepelnotechnického hľadiska podľa vtedy platných noriem a kritérií. Požiadavky vtedajších noriem sú dnes prekonané a nahradené novou normou STN 730540, 1 – 3, platnou od 1.1.2013.

Posudok je vypracovaný pre projekt „SOŠ TECHNICKÁ, NÁMESTOVO-STAVEBNÉ ÚPRAVY, ZNÍŽENIE EHB, SO 03 PAVILÓN „C“ TELOCVIČŇA“. Projektant poskytol pre potreby posudku podklady a výkresy v elektronickej podobe.

2 PROJEKTOVANÝ STAV Z POHLĎADU TEPELNEJ OCHRANY

Obvodový plášť je zhotovený z keramických panelov - tehloblokov hr.320mm. Navrhnuté je zateplenie kontaktným tepelnoizolačným systémom (ETICS) hr.140mm s izolantom EPS 70 NEO. Konštrukcia strechy je izolovaná polystyrénom hr.60-100mm. Strechy budú zateplené izoláciou zo sklenených vlákien hr.200-240mm s príslušnou fóliou. Podlaha na teréne nie je izolovaná a pre komplikovanosť rekonštrukcie ostane pôvodná. Projektovaná je výmena okien za nové plastové s trojsklom, s projektovaným $U_{OK} = 1,00 \text{ WK/m}^2$. Podrobnejšie vid' architektonické a stavebné riešenie projektu.

3 ENERGETICKÉ KRITÉRIÁ A PREPOČTY

Projektovaná budova SOŠ technickej v Námestove, sa nachádza v nadmorskej výške 620 m.n.m. v 4.teplotnej oblasti, s výpočtovou vonkajšou teplotou $\theta_e = -18 \text{ }^\circ\text{C}$. Vnútnú teplotu uvažujem $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, relatívnu vlhkosť vnútorného vzduchu $\phi_i = 70\%$, vonkajšieho vzduchu $\phi_e = 84\%$. Vykurovanie je zabezpečené z centrálnej kotolne na zemný plyn, ktorá bude modernizovaná a osadená novými kotlami. Po realizácii zateplenia a výmene ÚK je potrebné, podľa samostatného projektu, realizovať vyregulovanie hydraulickej sústavy ústredného kúrenia.

STN 730540-2:2012 požaduje pre zabezpečenie splnenia tepelnotechnických vlastností hlavne tieto kritériá :

- súčiniteľ prechodu tepla konštrukciou (tepelný odpor stavebnej konštrukcie)
- vnútorná teplota stavebnej konštrukcie (hygienické kritérium)
- množstvo skondenzovanej a vyparenej vodnej pary v stavebnej konštrukcii za rok
- tepelná prijímovosť podlahovej konštrukcie
- potreba tepla na vykurovanie

Výpočtové hodnoty tepelného odporu obalového plášťa budovy spĺňajú normalizované (R_N), alebo odporúčané (R_{r1}) hodnoty tepelného odporu podľa STN 73 0540-2:2012.

Hodnota tepelného odporu obvodového plášťa

$$R_{S1} = 4,98 \text{ m}^2\text{K/W} > R_N = 4,4 \text{ m}^2\text{K/W} >> (U_{r1} = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}))$$

Hodnota tepelného odporu strechy

$$R_{S1} = 8,36 \text{ m}^2\text{K/W} > R_N = 6,50 \text{ m}^2\text{K/W} >> (U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}))$$

$$R_{S1} = 8,64 \text{ m}^2\text{K/W} > R_N = 6,50 \text{ m}^2\text{K/W} >> (U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}))$$

$$R_{S1} = 7,03 \text{ m}^2\text{K/W} > R_N = 6,50 \text{ m}^2\text{K/W} >> (U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}))$$

Platná STN 730540-2:2012 odporúča pre nové budovy nasledovné hodnoty tepelného odporu

R_{r1} obalových konštrukcií :

| | |
|--------------------------|--|
| <i>obvodový plášť</i> | - $R_{r1} = 4,4 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| <i>strecha</i> | - $R_{r1} = 6,5-9,9 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| <i>podlaha na teréne</i> | - $R_{r1} = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ |

V zmysle STN 73 0540– 2 je požadovaná najnižšia povrchová teplota vo všetkých miestach konštrukcie :

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,6 + 0,5 = 13,1 \text{ }^\circ\text{C} \quad (- \text{hygienické kritérium})$$

Stanovenie hrúbky tepelného izolantu v tepelnotechnických výpočtoch je okrem dodržania, alebo prekročenia odporúčaných normových hodnôt tepelného odporu, aj podmienkou dodržania tejto najnižšej teploty na rovných povrchoch stien a v kritických detailoch. Ďalšou nevyhnutnou požiadavkou je splnenie energetického kritéria. Tepelnotechnické výpočty sú zhotovené programom „KONS“ vid' strana 3 - 9.

Energetické prepočty sa opierajú o vyššie uvedené predpoklady v projektovanom návrhu zateplenia SOŠ technickej v Námestove. Hodnotenie energetického kritéria v zmysle STN 73 0540 je na ďalších stranách posudku - str. 10 - 11.

V posúdení pre splnenie energetického kritéria sa uvažuje celková podlažná plocha = merná plocha, podľa čl.2.11 STN 730540-2, t.j v tomto projekte 1177,828 m².

ENERGETICKÉ KRITÉRIUM podľa príl. č.3 Vyhl. 364/2012 Z.z pre projektované parametre

$$Q_{H,nd} = 48 < Q_{H,nd} = 29 - 56 \text{ [kWh/m}^2\text{.a] - VYHOVUJE}$$

ENERGETICKÁ POŽIADAVKA STN 73 0540-2 – tab.9 Hodnota $Q_{H,nd,N}$

$$Q_{H,nd} = 48 < Q_{H,nd,N} = 85,4 \text{ [kWh/m}^2\text{.a] - VYHOVUJE}$$

PREUKÁZANIE PREDPOKLADU DOSIAHNUTIA ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY

$$Q_{H,nd} = 48 < Q_{N,EP} = 53,5 \text{ [kWh/m}^2\text{.a] - VYHOVUJE}$$

4 ZÁVER POSUDKU

Dodržaním projektovaných parametrov tepelnej ochrany obalových konštrukcií budovy a vykurovacieho systému „SOŠ TECHNICKEJ V NÁMESTOVE, SO 03 PAVILÓN „C“ TELOCVIČŇA“, budú splnené podmienky pre úsporu spotreby energie na vykurovanie a s tým súvisiace zníženie nákladov na prevádzku ÚK hlavne v zimnom období. Zároveň budú splnené požiadavky na tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií a hygienické kritériá kvality podmienok tepelnej pohody v miestnostiach v zimnom období a na vydanie energetického certifikátu resp. energetického štítu budovy.

POZNÁMKA : energetický certifikát budovy hodnotí okrem potreby tepla na vykurovanie aj potrebu tepla na prípravu teplej vody, potrebu elektrickej energie, príp. potrebu ďalších energií, čo nie je predmetom tohoto posudku. Pomenovanie triedy energetickej hospodárnosti budovy je prevzaté z lit. „Ivan Chmúrny – TEPELNÁ OCHRANA BUDOV“

Použitá literatúra :

- Ivan Chmúrny – Tepelná ochrana budov
- STN 73 0540 1-3:2012, Tepelná ochrana budov
- STN EN 12831, Vykurovacie systémy v budovách
- Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov
- Zákon 555/2005 Z.z. a nasl.zmeny - O energetickej hospodárnosti budov
- Vyhl. 364/2012, ktorou sa vykonáva zákon 555/2005 Z.z.

6 TEPELNOTECHNICKÉ VÝPOČTY (program KONSS)

=====

Zákazka: SOŠ TECHNICKÁ, NÁMESTOVO-STAV.ÚPRAVY, ZNÍŽ. EHB
SO 03 PAVILÓN „C“ TELOCVIČŇA

=====

Hodnotenie konštrukcií a otvorových výplní podľa STN 73 0540:2012
PROGRAM : TEPLA - KONS

=====

Rekapitulácia vstupných údajov pre budovu:

| | | |
|--|------------------------|-------------------|
| Druh budovy : | budova pre školstvo | |
| Spôsob vykurovania : | neprerušované | |
| Tepelná oblasť | : | 4.teplotná oblasť |
| Výpočtová vonkajšia teplota | : | -18.0 st.C |
| Teplota vnútorného vzduchu | : | 20.0 st.C |
| Relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu | : | 70.0%(70%) |
| Relatívna vlhkosť vzduchu na vonk. strane | : | 84.0 % |
| Súčiniteľ prestupu tepla na vnútor. strane | : | 8.0 W/(m2.K) |
| Súčiniteľ prestupu tepla na vonk. strane | : | 23.0 W/(m2.K) |
| Požadovaná najnižšia vnútorná povrchová teplota (bezpečnostná prirážka delta ts = 0.5 K) | | |
| | tip,min = 12.6 + 0.5 = | 13.1 st.C |

=====

Konštrukcia č. 1 - STENA S1

- stena medzi vnútorným a vonkajším prostredím

=====

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka [m] | merná hmot- nosť [kg/m3] | s.tepel. vodi- vosti [W/(m.K)] | merná tepelná kapacita [J/(kg.K)] | faktor dif. odporu [-] | tepelný odpor [m2.K/W] |
|----------------|--------------------|-----------------------------------|---|--|------------------------------|------------------------------|
| 1. vápenná om. | 0.0150 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.017 |
| 2. tehlopanel | 0.4000 | 800 | 0.580 | 960 | 5 | 0.690 |
| 3. vápenná om. | 0.0150 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.017 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

Odporúčaná hodnota tepelného odporu RN = 4.40 (m2.K)/W

Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla kN = 0.22 W/(m2.K)

priemerná vnútorná povrchová teplota tip = 14.7 st.C

tepelný odpor R = 0.724 (m2.K)/W

súčiniteľ prechodu tepla k = 1.121 W/(m2.K)

teplotný útlm ny = 25.2

fázový posun fz = 10.3 h

Kritériálna požiadavka tip >= tip,min JE SPLNENÁ,

konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA

Odporúčaná požiadavka R >= RN NIE JE SPLNENÁ

Odporúčaná požiadavka k <= kN NIE JE SPLNENÁ

=====

Konštrukcia č. 2 - STENA ZATEPLENA EPS 70 hr.140mm

- stena medzi vnútorným a vonkajším prostredím

=====

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka [m] | merná hmot- nosť [kg/m3] | s.tepel. vodi- vosti [W/(m.K)] | merná tepelná kapacita [J/(kg.K)] | faktor dif. odporu [-] | tepelný odpor [m2.K/W] |
|-------------------|--------------------|-----------------------------------|---|--|------------------------------|------------------------------|
| 1. vápenná om. | 0.0150 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.017 |
| 2. dutinová tehla | 0.4000 | 800 | 0.580 | 960 | 5 | 0.690 |
| 3. vápenná om. | 0.0150 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.017 |
| 4. lepiaca malta | 0.0060 | 1600 | 0.700 | 950 | 28 | 0.009 |
| 5. PPS GREYWALL | 0.1400 | 32 | 0.033 | 1270 | 40 | 4.242 |
| 6. lep.stierka | 0.0020 | 1600 | 0.700 | 950 | 28 | 0.003 |
| 7. silikon omietk | 0.0020 | 1500 | 0.500 | 950 | 100 | 0.004 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

Odporúčaná hodnota tepelného odporu RN = 4.40 (m2.K)/W

Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla kN = 0.22 W/(m2.K)

priemerná vnútorná povrchová teplota tip = 19.1 st.C

tepelný odpor R = 4.982 (m2.K)/W

súčiniteľ prechodu tepla k = 0.194 W/(m2.K)

teplotný útlm ny = 659.9

fázový posun fz = 14.4 h

Kritériálna požiadavka tip >= tip,min JE SPLNENÁ,

konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA

Odporúčaná požiadavka R >= RN JE SPLNENÁ

Odporúčaná požiadavka k <= kN JE SPLNENÁ

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

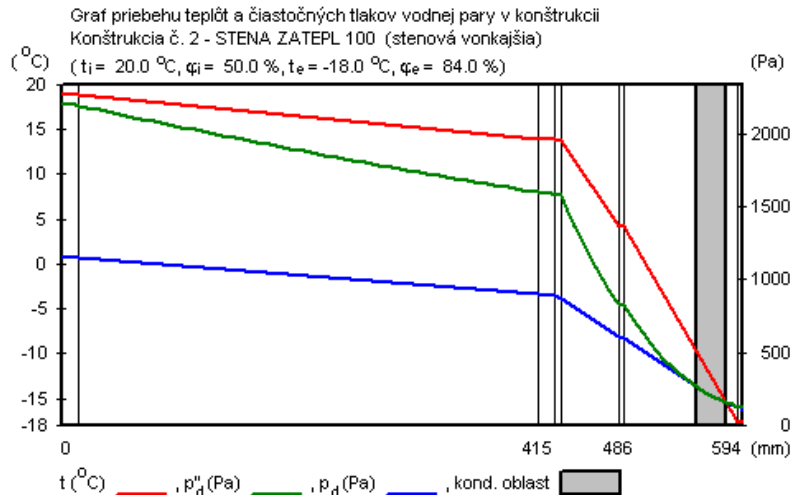
Odporúčaná hodnota tepelného odporu RN = 4.40 (m2.K)/W

Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla kN = 0.22 W/(m2.K)

priemerná vnútorná povrchová teplota $t_{ip} = 19.1$ st.C
 tepelný odpor $R = 5.091$ (m².K)/W
 súčiniteľ prechodu tepla $k = 0.190$ W/(m².K)
 teplotný útlm $\eta_y = 790.2$
 fázový posun $f_z = 15.9$ h

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska difúzie vodnej pary:

difúzny odpor $R_d = 43.6 \cdot 10^{-9}$ m/s
 čiast. tlak vodnej pary na vnút.strane $p_{di} = 1169.1$ Pa
 čiast. tlak vodnej pary na vonk.strane $p_{de} = 105.1$ Pa



V konštrukcii dochádza ku kondenzácii vodnej pary,
 (kondenzačná oblasť je medzi bodmi A, B)

Množstvo skondenzov. vodnej pary za rok $G_k = 0.0047$ kg/(m².rok),
 množstvo vyparenej vodnej pary za rok $G_v = 2.6553$ kg/(m².rok),
 celoročná bilancia celkom $G_v - G_k = 2.6506$ kg/(m².rok).

Kritériálna požiadavka $G_v - G_k > 0$ kg/(m².rok),
 je splnená - konštrukcia je VYHOVUJÚCA

=====
 Konštrukcia č. 5 - STRECHA STR 1 NAD TELOCVIČŇOU
 - strecha pôjdny priestor
 =====

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka [m] | merná hmot- nosť [kg/m ³] | s.tepel. vodi- vosti [W/(m.K)] | merná tepelná kapacita [J/(kg.K)] | faktor dif. odporu [-] | tepelný odpor [m ² .K/W] |
|-----------------|--------------------|--|---|--|---------------------------------|---|
| 1. vápenná om. | 0.0100 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.011 |
| 2. strop panel | 0.0200 | 1500 | 1.147 | 840 | 17 | 0.026 |
| 3. pen. polyst. | 0.1000 | 30 | 0.039 | 1270 | 40 | 1.538 |
| 4. asf.lepenka | 0.0010 | 1195 | 0.210 | 1470 | 9910 | 0.024 |
| 5. cement.poter | 0.0700 | 2100 | 1.050 | 1020 | 17 | 0.048 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

Odporúčaná hodnota tepelného odporu $R_N = 6.50$ (m².K)/W
 Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla $k_N = 0.15$ W/(m².K)

priemerná vnútorná povrchová teplota $t_{ip} = 17.5$ st.C
 tepelný odpor $R = 1.695$ (m².K)/W
 súčiniteľ prechodu tepla $k = 0.537$ W/(m².K)
 teplotný útlm $\eta_y = 34.7$
 fázový posun $f_z = 7.1$ h

Kritériálna požiadavka $t_{ip} \geq t_{ip,min}$ JE SPLNENÁ,
 konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA

Odporúčaná požiadavka $R \geq R_N$ NIE JE SPLNENÁ
 Odporúčaná požiadavka $k \leq k_N$ NIE JE SPLNENÁ

=====

Konštrukcia č. 6 - STRECHA STR 1 NAD TELOCVIČNOU ZATEPLENA
 - strecha pôjdny priestor

=====

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka [m] | merná hmot- nosť [kg/m ³] | s.tepel. vodi- vosti [W/(m.K)] | merná tepelná kapacita [J/(kg.K)] | faktor dif. odporu [-] | tepelný odpor [m ² .K/W] |
|-----------------|--------------------|--|---|--|---------------------------------|---|
| 1. vápenná om. | 0.0100 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.011 |
| 2. strop panel | 0.0200 | 1500 | 1.147 | 840 | 17 | 0.026 |
| 3. pen. polyst. | 0.1000 | 30 | 0.039 | 1270 | 40 | 1.538 |
| 4. asf.lepenka | 0.0010 | 1195 | 0.210 | 1470 | 9910 | 0.024 |
| 5. cement.poter | 0.0700 | 2100 | 1.050 | 1020 | 17 | 0.048 |
| 6. folia | 0.0050 | 1195 | 0.210 | 1470 | 9910 | 0.024 |
| 7. UNIROLL | 0.2000 | 150 | 0.036 | 900 | 2 | 6.667 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

Odporúčaná hodnota tepelného odporu $R_N = 6.50 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$
 Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla $k_N = 0.15 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$

priemerná vnútorná povrchová teplota $t_{ip} = 19.4 \text{ st.C}$
 tepelný odpor $R = 8.362 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$
 súčiniteľ prechodu tepla $k = 0.117 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$
 teplotný útlm $n_y = 3537.8$
 fázový posun $f_z = 18.3 \text{ h}$

Kritériálna požiadavka $t_{ip} \geq t_{ip,min}$ JE SPLNENÁ,
 konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA
 Odporúčaná požiadavka $R \geq R_N$ JE SPLNENÁ
 Odporúčaná požiadavka $k \leq k_N$ JE SPLNENÁ

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska difúzie vodnej pary:

difúzny odpor $R_d = 290.7 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$
 čiast. tlak vodnej pary na vnút.strane p_{di} = 1169.1 Pa
 čiast. tlak vodnej pary na vonk.strane p_{de} = 105.1 Pa

V konštrukcii nedochádza ku kondenzácii vodnej pary,
 konštrukcia je z hľadiska difúzie vodnej pary VYHOVUJÚCA

=====

Konštrukcia č. 2 - STRECHA STR 2 BOČNÉ KRÍDLA
 - strecha pôjdny priestor

=====

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka [m] | merná hmot- nosť [kg/m ³] | s.tepel. vodi- vosti [W/(m.K)] | merná tepelná kapacita [J/(kg.K)] | faktor dif. odporu [-] | tepelný odpor [m ² .K/W] |
|-----------------|--------------------|--|---|--|---------------------------------|---|
| 1. vápenná om. | 0.0100 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.011 |
| 2. strop panel | 0.2500 | 1500 | 1.147 | 840 | 17 | 0.218 |
| 3. pen. polyst. | 0.0600 | 30 | 0.039 | 1270 | 40 | 1.538 |
| 4. poter | 0.0500 | 1195 | 1.147 | 1470 | 9910 | 0.024 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

Odporúčaná hodnota tepelného odporu $R_N = 6.50 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$
 Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla $k_N = 0.15 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$

priemerná vnútorná povrchová teplota $t_{ip} = 17.6 \text{ st.C}$
 tepelný odpor $R = 1.839 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$

súčiniteľ prechodu tepla k = 0.498 W/(m2.K)
 teplotný útlm ny = 124.5
 fázový posun fz = 10.0 h

Kriteriálna požiadavka tip >= tip,min JE SPLNENÁ,
 konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA
 Odporúčaná požiadavka R >= RN NIE JE SPLNENÁ
 Odporúčaná požiadavka k <= kN NIE JE SPLNENÁ

=====

Konštrukcia č. 4 - STRECHA STR2 BOČNÉ KRÍDLA ZATEPLENA
 - - strecha pôjdny priestor

=====

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka | merná hmot- nosť | s.tepel. vodi- vosti | merná tepelná kapacita | faktor dif. odporu | tepel. odpor |
|-----------------|-------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| | [m] | [kg/m3] | [W/(m.K)] | [J/(kg.K)] | [-] | [m2.K/W] |
| 1. vápenná om. | 0.0100 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.011 |
| 2. strop panel | 0.2500 | 1500 | 1.147 | 840 | 17 | 0.218 |
| 3. pen. polyst. | 0.0600 | 30 | 0.039 | 1270 | 40 | 1.538 |
| 4. poter | 0.0500 | 1195 | 1.147 | 1470 | 9910 | 0.024 |
| 5. fólia | 0.0050 | 1195 | 0.210 | 1470 | 9910 | 0.024 |
| 6. UNIROLL | 0.2400 | 150 | 0.036 | 900 | 2 | 6.667 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

Odporúčaná hodnota tepelného odporu RN = 6.50 (m2.K)/W
 Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla kN = 0.15 W/(m2.K)

priemerná vnútorná povrchová teplota tip = 19.5 st.C
 tepelný odpor R = 8.645 (m2.K)/W
 súčiniteľ prechodu tepla k = 0.113 W/(m2.K)
 teplotný útlm ny = 2852.4
 fázový posun fz = 21.7 h

Kriteriálna požiadavka tip >= tip,min JE SPLNENÁ,
 konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA
 Odporúčaná požiadavka R >= RN JE SPLNENÁ
 Odporúčaná požiadavka k <= kN JE SPLNENÁ

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska difúzie vodnej pary:

difúzny odpor Rd = 306.7*10^9 m/s
 čiast. tlak vodnej pary na vnút.strane pdi = 1169.1 Pa
 čiast. tlak vodnej pary na vonk.strane pde = 105.1 Pa
 V konštrukcii nedochádza ku kondenzácii vodnej pary,
 konštrukcia je z hľadiska difúzie vodnej pary VYHOVUJÚCA

=====

Konštrukcia č. 7 - STRECHA STR 3 CHODBA
 - strecha pôjdny priestor

=====

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka | merná hmot- nosť | s.tepel. vodi- vosti | merná tepelná kapacita | faktor dif. odporu | tepel. odpor |
|-----------------|-------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| | [m] | [kg/m3] | [W/(m.K)] | [J/(kg.K)] | [-] | [m2.K/W] |
| 1. vápenná om. | 0.0100 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.011 |
| 2. strop panel | 0.1100 | 2500 | 1.740 | 1020 | 32 | 0.063 |
| 3. pen. polyst. | 0.0600 | 30 | 0.039 | 1270 | 40 | 1.282 |
| 4. cement.poter | 0.1000 | 2100 | 1.050 | 1020 | 17 | 0.048 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

```
-----
Odporúčaná hodnota tepelného odporu      RN =      6.50 (m2.K)/W
Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla   kN =      0.15 W/(m2.K)

priemerná vnútorná povrchová teplota    tip =      17.1   st.C
tepelný odpor                            R =      1.476 (m2.K)/W
súčiniteľ prechodu tepla                 k =      0.608 W/(m2.K)
teplotný útlm                            ny =      70.4
fázový posun                            fz =      9.4   h
```

Kritériálna požiadavka tip >= tip,min JE SPLNENÁ,
konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA
Odporúčaná požiadavka R >= RN NIE JE SPLNENÁ
Odporúčaná požiadavka k <= kN NIE JE SPLNENÁ

```
=====
Konštrukcia č. 8 - STRECHA STR 3 CHODBA ZATEPLENA
- strešná pôjdny priestor
=====
```

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka [m] | merná hmot- nosť [kg/m3] | s.tepel. vodi- vosti [W/(m.K)] | merná tepelná kapacita [J/(kg.K)] | faktor dif. odporu [-] | tepelný odpor [m2.K/W] |
|------------------|--------------------|-----------------------------------|---|--|---------------------------------|------------------------------|
| 1. vápenná om. | 0.0100 | 1600 | 0.880 | 840 | 6 | 0.011 |
| 2. strop.panel | 0.1100 | 2500 | 1.740 | 1020 | 32 | 0.063 |
| 3. pen. polyst. | 0.0600 | 30 | 0.039 | 1270 | 40 | 1.282 |
| 4. cement.poter | 0.1000 | 2100 | 1.050 | 1020 | 17 | 0.048 |
| 5. parotes.fólia | 0.0050 | 1195 | 0.210 | 1470 | 9910 | 0.024 |
| 6. UNIROLL | 0.2400 | 150 | 0.036 | 900 | 2 | 5.556 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

```
-----
Odporúčaná hodnota tepelného odporu      RN =      6.50 (m2.K)/W
Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla   kN =      0.15 W/(m2.K)

priemerná vnútorná povrchová teplota    tip =      19.3   st.C
tepelný odpor                            R =      7.031 (m2.K)/W
súčiniteľ prechodu tepla                 k =      0.139 W/(m2.K)
teplotný útlm                            ny =      4477.4
fázový posun                            fz =      18.8   h
```

Kritériálna požiadavka tip >= tip,min JE SPLNENÁ,
konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA
Odporúčaná požiadavka R >= RN JE SPLNENÁ
Odporúčaná požiadavka k <= kN JE SPLNENÁ

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska difúzie vodnej pary:

```
-----
difúzny odpor                            Rd =      304.2*10^9 m/s
čiast. tlak vodnej pary na vnút.strane pdi = 1169.1 Pa
čiast. tlak vodnej pary na vonk.strane pde = 105.1 Pa
```

V konštrukcii nedochádza ku kondenzácii vodnej pary,
konštrukcia je z hľadiska difúzie vodnej pary VYHOVUJÚCA

=====

Konštrukcia č. 3 - PODLAHA

- podlaha prilahlá k zemine pri hĺbke zeminy do 0.5 m

=====

Výpočtové hodnoty tepelnotechnických vlastností materiálov konštrukcie

| Č.v. Materiál | hrúb- ka [m] | merná hmot- nosť [kg/m ³] | s.tepel. vodi- vosti [W/(m.K)] | merná tepelná kapacita [J/(kg.K)] | faktor dif. odporu [-] | tepelný odpor [m ² .K/W] |
|-----------------|--------------------|--|---|--|------------------------------|---|
| 1. PALUBKY | 0.0350 | 400 | 0.180 | 2510 | 5 | 0.194 |
| 2. podložka | 0.0060 | 35 | 0.029 | 1510 | 120 | 0.207 |
| 3. b. zo škvary | 0.1000 | 1000 | 0.420 | 830 | 6 | 0.238 |

Hodnotenie konštrukcie z hľadiska prechodu tepla:

Požadovaná najnižšia vnútorná povrchová teplota

Odporúčaná hodnota tepelného odporu RN = 1.50 (m².K)/W

Odporúčaná hodnota súč. prechodu tepla kN = 0.60 W/(m².K)

priemerná vnútorná povrchová teplota tip = 16.9 st.C

tepelný odpor R = 0.639 (m².K)/W

súčiniteľ prechodu tepla k = 1.241 W/(m².K)

P/A = 0.197 ==> Uo = 0.46 W/(m².K)

Kritériálna požiadavka tip >= tip,min JE SPLNENÁ,
konštrukcia je z hľadiska minimálnej povrchovej teploty VYHOVUJÚCA

Odporúčaná požiadavka R >= RN NIE JE SPLNENÁ

Odporúčaná požiadavka k <= kN NIE JE SPLNENÁ

Hodnotenie podlahy z hľadiska tepelnej prijímovosti:

Kategórie podláh: II. Teplé

(BN = 700.0 W.s^{0.5}/(m².K))

tepelná prijímovosť podlahy B = 425.1 W.s^{0.5}/(m².K)

Kritériálna požiadavka B <= BN JE SPLNENÁ,
podlaha je z hľadiska tepelnej prijímovosti VYHOVUJÚCA

POZN.: VZHLADOM NA TYP PROGRAMU KONSS, POLE JE POUŽITÉ STARŠIE OZNAČOVANIE, HODNOTY SÚ VŠAK PLATNÉ.

- 1 výpočtové hodnoty U - viď tepelnotechnické výpočty
- 2 plošné a priestorové parametre budovy
- obostavaný vykurov. objem V_b 3998.726
- merná plocha budovy A_b 1177.828
- Tabuľka E1 - tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií a redukčné faktory

| Por. číslo | Konštrukcia | U_i (W/m^2K) | Plocha A_i (m^2) | $b_{x,i}$ | $U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i}$ (W/K) |
|------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--|
| a | b | c | d | e | f |
| 1 | S1 Stena | 1.12 | 596.90 | 1.0 | 669.12 |
| 2 | STR 1-pôjdny priestor | 0.35 | 311.56 | 0.8 | 86.24 |
| 3 | STR 2-pôjdny priestor | 0.57 | 196.11 | 0.8 | 89.58 |
| 4 | STR 3-pôjdny priestor | 0.61 | 79.24 | 0.8 | 38.54 |
| 5 | Okná | 2.90 | 175.84 | 1.0 | 509.94 |
| 6 | Dvere | 4.00 | 13.61 | 1.0 | 54.44 |
| 7 | Podlaha na teréne | 0.46 | 588.91 | 1.0 | 270.90 |
| | | ΣA_i | 1962.18 | $\Sigma U_i A_i b_{x,i}$ | 1718.77 |

- 3 Vplyv tepelných mostov
 $\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \Sigma A_i$ 0.08 1962.1768 156.974144
- 4 Merná tepelná strata prechodom tepla
 $H_T = \Sigma b_{x,i} U_i A_i + \Delta U \cdot \Sigma A_i$ 1875.741
- 5 Priemerný súčiniteľ prechodu tepla teplovýmenného obalu budovy
 $U_m = \frac{H_T}{\Sigma A_i}$ 0.956
- 6 Merná tepelná strata vetraním pri minimálnej výmene vzduchu $n = 0,5/1$ h
 $H_V = 0,264 \cdot n \cdot V_b$ 0.264 0.7 738.965
- 7 Merná tepelná strata budovy
 $H = H_T + H_V$ 2614.705

| Orientácia | F_w | g_+ | $F_s \cdot E_c \cdot E_f$ | Plocha zasklenej otvorovej konštrukcie A (m^2) | Účinná kolektčná plocha A_s (m^2) |
|--------------|-------|-------|---------------------------|--|--|
| J | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.000 |
| S | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.000 |
| V, Z | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.000 |
| JV, JZ | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 70.368 | 23.749 |
| SV, SZ | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 105.472 | 35.597 |
| Horizontálne | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.000 |

| VELIČINA | Mesiac | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | I. | II. | III. | IV. | X. | XI. | XII. |
| Dĺžka výpočtového obdobia t [dní] | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| Priemerná vonkajšia teplota θ_e [$^{\circ}C$] | -4.7 | -2.1 | 2.1 | 7.3 | 7.5 | 2.3 | -2.9 |
| Požadovaná / upravená vnútorná teplota θ_i [$^{\circ}C$] | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 |
| Tepelná strata Q_L [kWh] | | | | | | | |
| $Q_L = H \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$ | | | | | | | |
| | 41241.23 | 32681.73 | 28012.91 | 17319.81 | 17508.07 | 26732.75 | 37739.61 |

| Vnútorné tepelné zisky Q_{int} [kWh] | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Počet hodín trvania výpočtového obdobia | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 |
| $Q_{int} = q_i \cdot A_b \cdot t$ | 5257.82 | 4749.00 | 5257.82 | 5088.22 | 5257.82 | 5088.22 | 5257.82 |

| Pasívne solárne tepelné zisky $Q_s = I_s \cdot A_s$ [kWh] | | | | | | | |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| $I_{s,j}$ J | 30.20 | 43.60 | 61.20 | 66.30 | 57.20 | 33.10 | 28.40 |
| Solárne tepelné zisky Q_s | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| $I_{s,j}$ S | 9.10 | 13.80 | 20.10 | 27.20 | 14.50 | 8.40 | 6.80 |
| Solárne tepelné zisky Q_s | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| $I_{s,j}$ V, Z | 14.90 | 24.50 | 42.00 | 59.20 | 32.20 | 15.40 | 11.80 |
| Solárne tepelné zisky Q_s | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| $I_{s,j}$ JV, JZ | 22.70 | 33.80 | 50.90 | 62.00 | 44.80 | 24.90 | 20.80 |
| Solárne tepelné zisky Q_s | 539.11 | 802.72 | 1208.83 | 1472.45 | 1063.96 | 591.36 | 493.98 |
| $I_{s,j}$ SV, SZ | 10.20 | 16.10 | 26.80 | 41.60 | 18.30 | 9.60 | 7.40 |
| Solárne tepelné zisky Q_s | 363.09 | 573.11 | 953.99 | 1480.83 | 651.42 | 341.73 | 263.42 |
| $I_{s,j}$ Horizontálne | 22.20 | 38.60 | 71.40 | 108.20 | 55.00 | 26.20 | 18.40 |
| Solárne tepelné zisky Q_s | | | | | | | |
| Spolu Q_s | 902.19 | 1375.83 | 2162.83 | 2953.28 | 1715.39 | 933.08 | 757.40 |

| Faktor využitia tepelných ziskov η | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| pomer tepelných ziskov a strát γ | $\frac{Q_{int} + Q_s}{Q_L}$ | 0.15 | 0.19 | 0.26 | 0.46 | 0.40 | 0.16 |
| η obr.5 STN EN ISO 13970:2008 (str. 70) | | 0.97 | 0.96 | 0.90 | 0.73 | 0.79 | 0.91 |
| Potreba tepla na vykurovanie Q_H [kWh] | | | | | | | |
| $Q_H = Q_L \cdot \eta / (Q_s + Q_i)$ | | | | | | | |
| | | 35266.0088 | 26801.8862 | 21334.321 | 11425.394 | 12013.179 | 21313.578 |
| Q_H | | 160 420.13 | | | | | |

- 13 faktor tvaru budovy $\Sigma A_i/V_b$ 0.49 3083 DENNOSTUPŇOV
- 14 $Q_{H,nd,N} = 44,29 + 85,71 \cdot \Sigma A_i/V_b$ 86.4 NORMALIZOVANÁ-POŽADOVANÁ HODNOTA
- 15 merná potreba tepla na vykurovanie

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{A_b} = 136.20 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$$

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{V_b} = 40.12 \text{ kWh}/(m^3 \cdot a)$$

- 16 HODNOTENIE V ZMYSLE príl. č.3 Vyhl. 364/2012 Z.z. 136 > 113 - 140 E
- 17 HODNOTENIE V ZMYSLE STN 730540-2:2012, Tab. 14 136 > 53,5 PREDPOKLAD DOSIAHNUTIA ENERGETICKEJ HOSPODARNOSTI BUDOVY

STAVBA : SOŠ TECHNICKÁ, NÁMESTOVO, STAV.ÚPRAVY ZNÍŽENIE EHB
SO 03- PAVILÓN "C" TELOCVIČŇA

- 1 výpočtové hodnoty U - viď tepelnotechnické výpočty
2 plošné a priestorové parametre budovy
obostavaný vykurov. objem V_b 3998.726
merná plocha budovy A_b 1177.828
Tabuľka E1 - tepelnotechnické vlastnosti konštrukcií a redukčné faktory

| Por. číslo | Konštrukcia | U_i (W/m ² K) | Plocha A_i (m ²) | $b_{x,i}$ | $U_i A_i b_{x,i}$ (W/K) |
|------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| a | b | c | d | e | f |
| 1 | S1 Stena | 0.19 | 596.90 | 1.0 | 113.41 |
| 2 | STR 1-pôjdny priestor | 0.12 | 311.56 | 0.8 | 29.16 |
| 3 | STR 2-pôjdny priestor | 0.11 | 196.11 | 0.8 | 17.73 |
| 4 | STR 3-pôjdny priestor | 0.14 | 79.24 | 0.8 | 8.81 |
| 5 | Okná | 1.00 | 175.84 | 1.0 | 175.84 |
| 6 | Dvere | 1.20 | 13.61 | 1.0 | 16.33 |
| 7 | Podlaha na teréne | 0.46 | 588.91 | 1.0 | 270.90 |
| | | ΣA_i | 1962.18 | $\Sigma U_i A_i b_{x,i}$ | 632.19 |

- 3 Vplyv tepelných mostov
 $\Delta H_{TM} = \Delta U \Sigma A_i$ 0.05 1962.1768 98.10884
4 Merná tepelná strata prechodom tepla
 $H_T = \Sigma b_{x,i} U_i A_i + \Delta U \Sigma A_i$ 730.294
5 Priemerný súčiniteľ prechodu tepla teplovýmenného obalu budovy
 $U_m = \frac{H_T}{\Sigma A_i}$ 0.372
6 Merná tepelná strata vetraním pri minimálnej výmene vzduchu $n = 0,5/1$ h
 $H_V = 0,264 n V_b$ 0.264 0.5 527.832
7 Merná tepelná strata budovy
 $H = H_T + H_V$ 1258.126

| Orientácia | F_w | g_+ | $F_s \cdot E_c \cdot E_f$ | Plocha zasklenej otvorovej konštrukcie A [m ²] | Účinná kolektčná plocha A_s [m ²] |
|--------------|-------|-------|---------------------------|--|--|
| J | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.000 |
| S | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.000 |
| V, Z | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.000 |
| JV, JZ | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 70.368 | 23.749 |
| SV, SZ | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 105.472 | 35.597 |
| Horizontálne | 0.9 | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.000 |

| VELIČINA | Mesiac | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|
| | I. | II. | III. | IV. | X. | XI. | XII. |
| Dĺžka výpočtového obdobia t [dní] | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| Priemerná vonkajšia teplota θ_e [°C] | -4.7 | -2.1 | 2.1 | 7.3 | 7.5 | 2.3 | -2.9 |
| Požadovaná / upravená vnútorná teplota θ_i [°C] | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 |
| tepelná strata Q_L [kWh] | | | | | | | |
| $Q_L = H(\theta_i - \theta_e) \cdot t$ | 19844.17 | 15725.57 | 13479.06 | 8333.83 | 8424.41 | 12863.08 | 18159.29 |

| | | | | | | | |
|----|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 10 | Vnútorné tepelné zisky Q_{int} [kWh] | | | | | | |
| | Počet hodín trvania výpočtového obdobia | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 720 |
| | $Q_{int} = q_i A_s t$ | 5257.82 | 4749.00 | 5257.82 | 5088.22 | 5257.82 | 5088.22 |

| | | | | | | | |
|----|---|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 11 | Pasívne solárne tepelné zisky $Q_s = I_s A_s$ [kWh] | | | | | | |
| | $I_{s,j}$ J | 30.20 | 43.60 | 61.20 | 66.30 | 57.20 | 33.10 |
| | Solárne tepelné zisky Q_s | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | $I_{s,j}$ S | 9.10 | 13.80 | 20.10 | 27.20 | 14.50 | 8.40 |
| | Solárne tepelné zisky Q_s | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | $I_{s,j}$ V,Z | 14.90 | 24.50 | 42.00 | 59.20 | 32.20 | 15.40 |
| | Solárne tepelné zisky Q_s | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | $I_{s,j}$ JV, JZ | 22.70 | 33.80 | 50.90 | 62.00 | 44.80 | 24.90 |
| | Solárne tepelné zisky Q_s | 539.11 | 802.72 | 1208.83 | 1472.45 | 1063.96 | 591.36 |
| | $I_{s,j}$ SV, SZ | 10.20 | 16.10 | 26.80 | 41.60 | 18.30 | 9.60 |
| | Solárne tepelné zisky Q_s | 363.09 | 573.11 | 953.99 | 1480.83 | 651.42 | 341.73 |
| | $I_{s,j}$ Horizontálne | 22.20 | 38.60 | 71.40 | 108.20 | 55.00 | 26.20 |
| | Solárne tepelné zisky Q_s | | | | | | |
| | Spolu Q_s | 902.19 | 1375.83 | 2162.83 | 2953.28 | 1715.39 | 933.08 |

| | | | | | | | |
|----|---|-----------------------------|------------|-----------|-----------|----------|---------|
| 12 | Faktor využitia tepelných ziskov η | | | | | | |
| | pomer tepelných ziskov a strát γ | $\frac{Q_{int} + Q_s}{Q_L}$ | 0.31 | 0.39 | 0.55 | 0.96 | 0.83 |
| | η (obr.5 STN EN ISO 13970:2008 (str. 70)) | | 0.97 | 0.96 | 0.90 | 0.73 | 0.79 |
| | Potreba tepla na vykurovanie Q_H [kWh] | | | | | | |
| | $Q_H = Q_L - \eta(Q_s + Q_i)$ | 13868.9533 | 9845.72904 | 6800.4722 | 2439.4119 | 2929.523 | 7443.91 |
| | Q_H | | | | | | |

- 13 faktor tvaru budovy $\Sigma A_i/V_b$ 0.49 3083 DENNOSTUPŇOV
14 $Q_{H,nd,N} = 44,29 + 85,71 \cdot \Sigma A_i/V_b$ 86.4 NORMALIZOVANÁ-POŽADOVANÁ HODNOTA
15 merná potreba tepla na vykurovanie

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{A_b} = 47.56 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

$$Q_{H,nd} = \frac{Q_h}{V_b} = 14.01 \text{ kWh/(m}^3\text{a)}$$

- 16 HODNOTENIE V ZMYSLE príl. č.3 Vyhl. 364/2012 Z.z. 48 < 29 - 56 B
17 HODNOTENIE V ZMYSLE STN 730540-2:2012, Tab. 14 48 < 53,5 PREDPOKLAD DOSIAHNUTIA ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY