

TTP



TEPELNOTECHNICKÉ
POSÚDENIE



- Komplexné posúdenie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií podľa normy STN 73 0540 (2012)
- Výpočet a posúdenie tepelného odporu a súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie
- Výpočet tepelného odporu nehomogénnych konštrukcií
- Výpočet množstva kondenzácie vodnej pary v konštrukcii
- Výpočet ročnej bilancie skondensovanej a vyparenej vodnej pary
- Výpočet povrchovej kondenzácie
- Výpočet a posúdenie fragmentu z hľadiska povrchovej teploty
- Komplexné hodnotenie podlahových konštrukcií

Obsah

1. ÚVOD

2. PRÁCA S PROJEKTOM

2.1 VYTOVRENIE PROJEKTU

2.2 UKLADANIE PROJEKTU

2.3 DATABÁZA PROJEKTOV

2.4 PRÁCA V OKNE KONŠTRUKCIE

3. PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.1 VÝPOČET HOMOGÉNNEJ KONŠTRUKCIE

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGÉNNEJ KONŠTRUKCIE

4. LITERATÚRA

ÚVOD

Pri návrhu stavebných konštrukcií a budov sa požaduje splnenie kritéria:

- Kritérium minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebnej konštrukcie,
- Hygienické kritérium,
- Kritérium výmeny vzduchu,
- Energetické kritérium,
- Kritérium minimálnej požiadavky na Energetickú Hospodárnosť Budov

Nové budovy musia spĺňať normalizované (požadované) požiadavky na tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Normalizované požiadavky musia splniť aj významné obnovované budovy. Ak to je funkčné, technicky a ekonomicky uskutočniteľné, musia všetky stavebné konštrukcie, na ktorých sa uskutočňuje významná obnova, aspoň minimálne požiadavky na energeticky úsporné budovy. Stavebné konštrukcie musia spĺňať požiadavky na vylúčenie rizika rastu plesní na ich vnútornom povrchu (Hygienické kritérium) a na vylúčenie kondenzácie vodnej pary v stavebnej konštrukcii alebo na jej vnútornom povrchu. Splnením týchto požiadaviek sa zabezpečuje preukázanie splnenia základnej požiadavky na hygienu a ochranu zdravia. Požiadavky na stavebné konštrukcie a budovy zohľadňujú rôzne úrovne energetickej hospodárnosti. Stanovené sú minimálne požiadavky (maximálne hodnoty), normalizované (požadované), odporúčané a cieľové odporúčané hodnoty požiadaviek vyjadrujúcich sprísňovanie tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií a budov pre tieto úrovne:

- Energeticky úsporná budova (minimálna požiadavka),
- Nízkoenergetická budova (požadovaná požiadavka)
- Ultránízkoenergetická budova (odporúčaná požiadavka),
- Budova s takmer nulovou potrebou energie (cieľová odporúčaná požiadavka).

Táto aplikácia projektu EHB slúži na posúdenie:

- Výpočet a posúdenie tepelného odporu a súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie
- Výpočet tepelného odporu nehomogénnych konštrukcií
- Výpočet množstva kondenzácie vodnej pary v konštrukcii
- Výpočet ročnej bilancie skondenzovanej a vyparenej vodnej pary
- Výpočet povrchovej kondenzácie
- Výpočet a posúdenie fragmentu z hľadiska povrchovej teploty
- Komplexné hodnotenie podlahových konštrukcií

PRÁCA S PROJEKTOM

2.1 VYTVORENIE PROJEKTU

2.2 UKLADANIE PROJEKTU

2.3 DATABÁZA PROJEKTOV

2.1 VYTVORENIE PROJEKTU

Projekt môžeme vytvoriť ako:

- Nový projekt



- Zo šablóny (bytové domy, demonštračný príklad)



- Už existujúci projekt



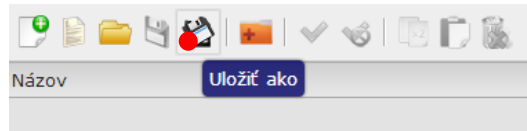
2.2 UKLADANIE PROJEKTU

Projekt môžeme uložiť ako:

- Uložiť (ide o priebežné ukladanie, ktoré je nevyhnuté realizovať pri akejkoľvek zmene v projekte)

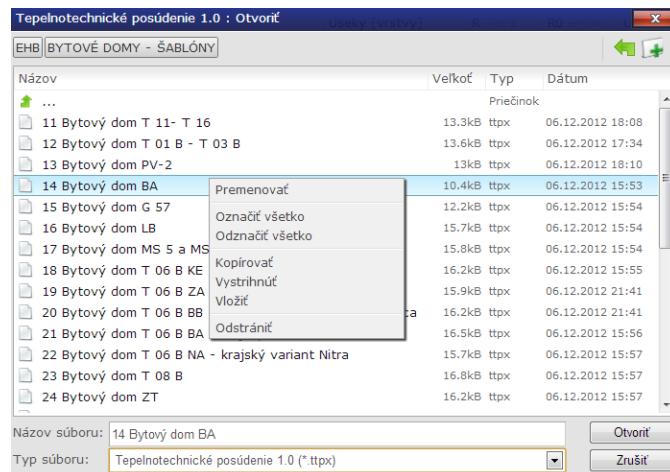


- Uložiť ako (ide o uloženie pod novým názvom)



2.3 DATABÁZA PROJEKTOV

Služi na ukladanie projektov. V databáze je možné projekty premenovať, značiť, odznačiť, kopírovať, vystrihnúť, vložiť a odstrániť.

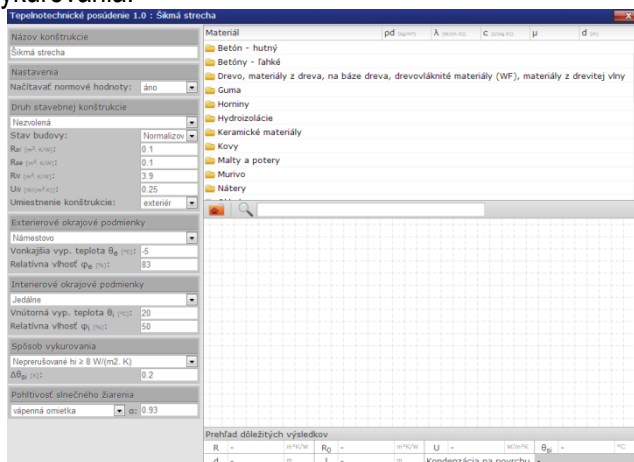


PRÁCA S PROJEKTOM

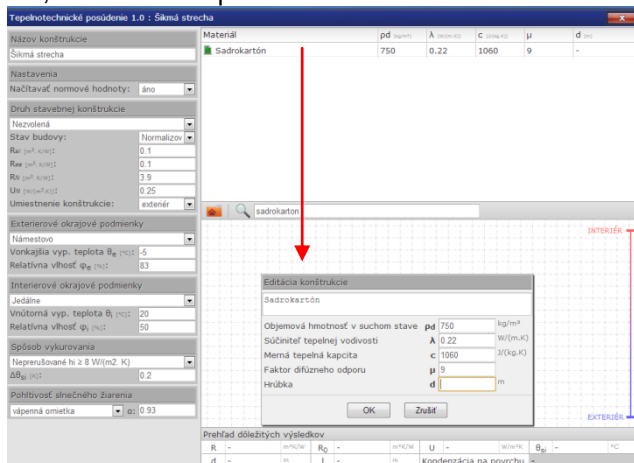
2.4 PRÁCA V OKNE KONŠTRUKCIE

2.4 PRÁCA V OKNE KONŠTRUKCIE

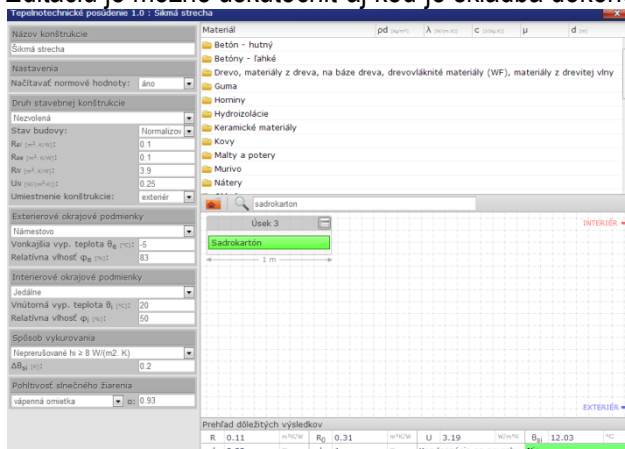
Po zadaní názvu konštrukcie zvolíme okrajové podmienky, druh konštrukcie a spôsob vykurovania.



Pre vytvorenie skladby konštrukcie označíme materiál, ktorý chceme použiť v skladbe konštrukcii. Pre rýchle vyhľadanie materiálu je možné použiť vyhľadávač, do ktorého napíšeme názov hľadaného materiálu.



Pri vložení materiálu do pracovnej plochy konštrukcie sa zobrazí editácia konštrukcie. V tejto časti je možné modifikovať fyzikálne vlastnosti a požadovanú hrúbku. Editáciu je možné uskutočniť aj keď je skladba dokončená.

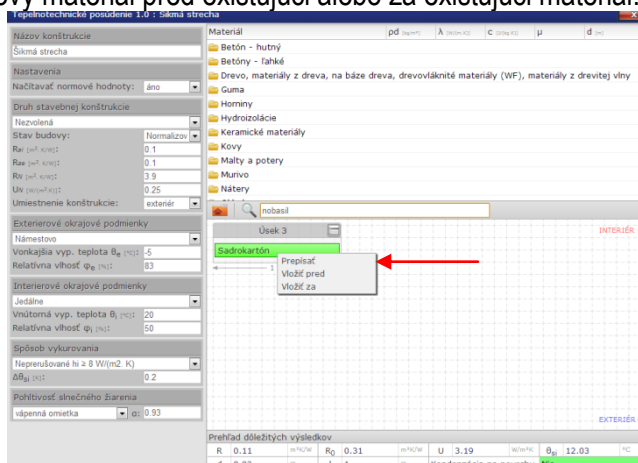


Po vložení sa zobrazí materiál ako súčasť skladby v danom úseku. Úseky sa vytvárajú automaticky. Je možné meniť názov úseku a jeho šírku z celkovej skladby. Úsek je možné duplikovať, zamrazovať a zmazať.

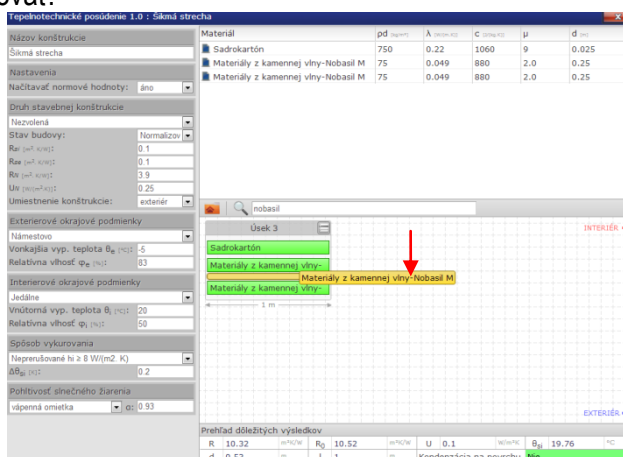
PRÁCA S PROJEKTOM

2.4 PRÁCA V OKNE KONŠTRUKCIE

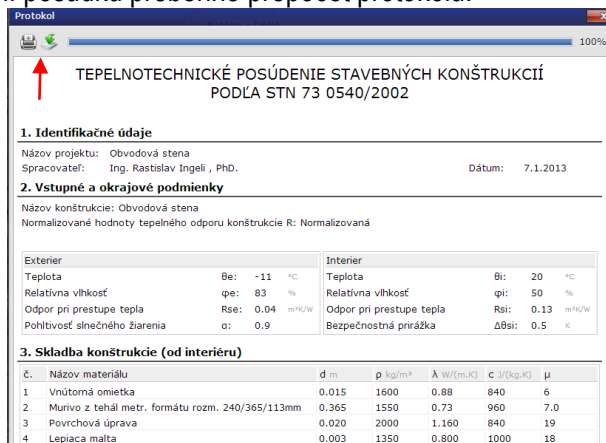
Do skladby konštrukcie je možné vkladať ľubovoľné množstvo materiálov, ktoré tvoria súčasť skladby. Pri pretiahnutí materiálu z databázy je možné materiál vložiť na už vložený materiál. Vtedy sa zobrazí ponuka či chceme materiál prepísať, vložiť nový materiál pred existujúci alebo za existujúci materiál.



Alebo nový materiál môžeme priamo vložiť pred alebo za existujúci materiál. Materiáli je možné medzi sebou vymieňať, prepisovať, presúvať, duplikovať a zamrazovať.



Po ukončení zadávania skladby je možné vyhotoviť posudok pre daný úsek. Po vytvorení posudku prebehne prepočet protokolu.



Daný protokol je možné stiahnuť priamo do počítača v RAR súbore. V súbore sa nachádza textová príloha a grafická príloha. Z protokolu je priama možnosť tlačenia výsledkov.

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.1 VÝPOČET HOMOGENEJ KONŠTRUKCIE

3.1.1 VÝPOČET HOMOGENEJ KONŠTRUKCIE

Homogénne konštrukcie majú vzhľadom na smer tepelného toku v priečnom a rovnobežnom smere uložené materiály s rovnakými tepelnotechnickými vlastnosťami.

Z uvedeného demonštračného príkladu patria medzi homogénne konštrukcie:

- Konštrukcia plochej strechy
- Konštrukcia obvodovej steny
- Konštrukcia stropu nad nevykurovaným suterénom
- Konštrukcia podlahy na teréne

Postup posúdenia jednotlivých obalových konštrukcií:

1. Vytvorenie projektu s názvom Bytový dom T11
2. Vytvorenie prvej konštrukcie s názvom Strecha
3. Zadanie okrajových podmienok
 - Druh stavebnej konštrukcie ,
 - Stav budovy – posudzujeme na Normalizované hodnoty,
 - Exteriérové okrajové podmienky,
 - Interiérové okrajové podmienky
 - Spôsob vykurovania
 - Pohltivosť slnečného žiarenia
4. Zadanie skladby konštrukcie
5. Zobrazenie výsledkov (vytvorenie posudku)
6. Databáza materiálov
7. Okno na vyhľadávanie materiálov
8. Prehľad dôležitých výsledkov

Tepelnotechnické posúdenie 1.0 : Strecha

Názov konštrukcie: Strecha

Nastavenia
Načítavať normové hodnoty: áno
Druh stavebnej konštrukcie: Nezvolená
Stav budovy: Obnovená
 R_{ext} [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]: 0.1
 R_{int} [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]: 0.04
 R_{W} [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]: 3.2
 U_{W} [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]: 0.3
Umiestnenie konštrukcie: exteriér

Exteriérové okrajové podmienky
Banská Bystrica
Vonkajšia vyp. teplota θ_{e} [$^{\circ}\text{C}$]: -11
Relatívna vlhkosť ϕ_{e} [%]: 83

Interiérové okrajové podmienky
Jadrový extrakt
Vnútorná vyp. teplota θ_{i} [$^{\circ}\text{C}$]: 20
Relatívna vlhkosť ϕ_{i} [%]: 50

Spôsob vykurovania
Nepreušované h_z 8 W/(m²·K)
 $\Delta\theta_{\text{si}}$ [%]: 0.2

Pohltivosť slnečného žiarenia
Vlastná hodnota: 0.9

Materiál
Betón - hutný
Betóny - ľahké
Drevo, materiály z dreva, na báze dreva, drevotlačné materiály (WF), materiály z drevej vlny
Guma
Horniny
Hydroizolácie
Keramicke materiály
Kovy
Malty a potery
Murivo
Nátery

Usek 1
Vnútorná omietka
Stropná konštrukcia
Piesok
Heraklit
Lepenka A 400/H
Škvára
Škvarový betón
Hydroizolácia
EPS S
Hydroizolácia fóliová

Prehľad dôležitých výsledkov

R	1.18	m^2/K	R ₀	1.32	m^2/K	U	0.74	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	θ_{si}	17.65	$^{\circ}\text{C}$
d	0.5	m	l	1	m	Kondenzácia na povrchu		Nie			

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

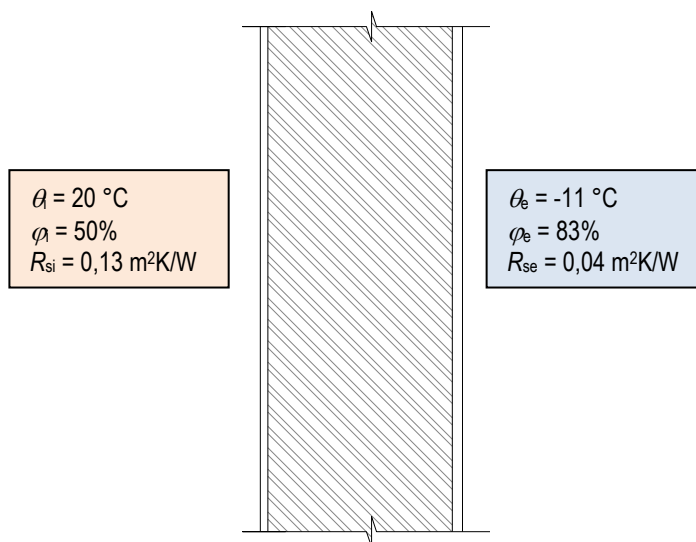
3.1.1 VÝPOČET HOMOGÉNNEJ KONŠTRUKCIE

Konštrukcia obvodovej steny

Pôvodný stav

Okrajové podmienky:	Interiér	Exteriér
Teplota °C	20	-11 (Nitra)
Relatívna vlhkosť %	50	83
Tepelný odpor pri prestupe tepla $m^2 \cdot K/W$	0,13	0,04

Skladba steny:



Fyzikálne vlastnosti skladby materiálov (od interiéru) – (Sternova, 2006):

č.	Názov materiálu	d (m)	ρ kg/m ³	λ W/(m.K)	c J/(kg.K)	μ
1	Vnútoraná omietka	0.015	1600	0.88	840	6
2	Murivo z tehál metr. formátu	0.365	1550	0.73	960	7
3	Vonkajšia omietka	0.02	2000	1.16	840	19

PROJEKT

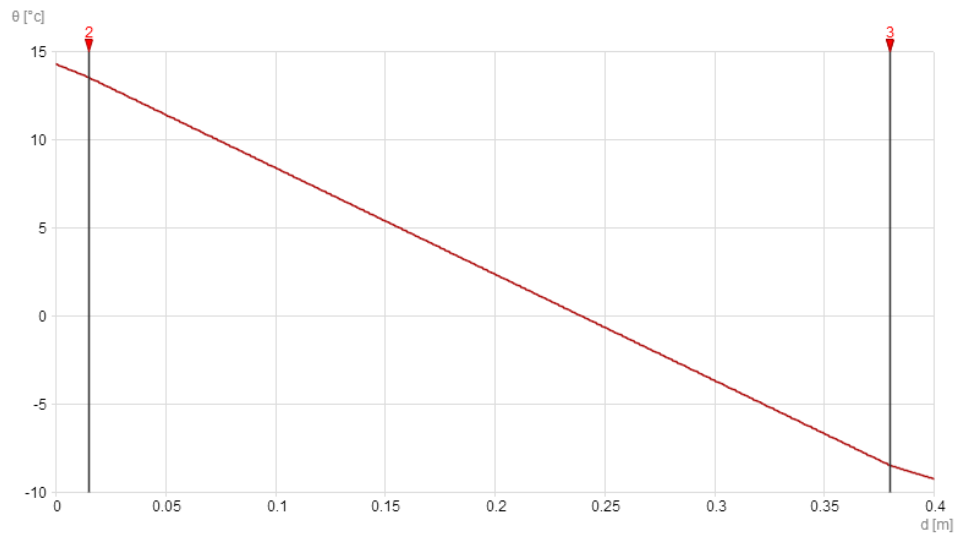
3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.1 VÝPOČET HOMOGENEJ KONŠTRUKCIE

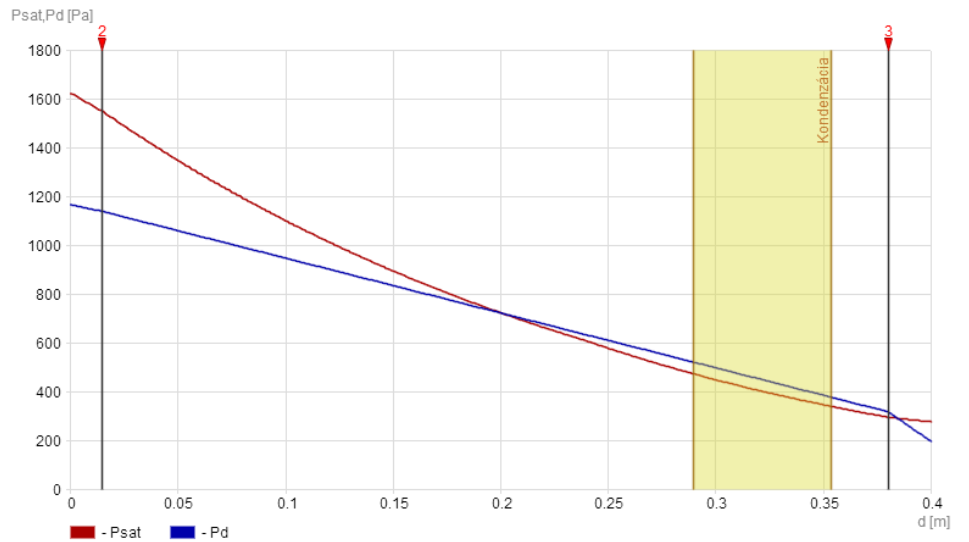
Konštrukcia obvodovej steny

Pôvodný stav

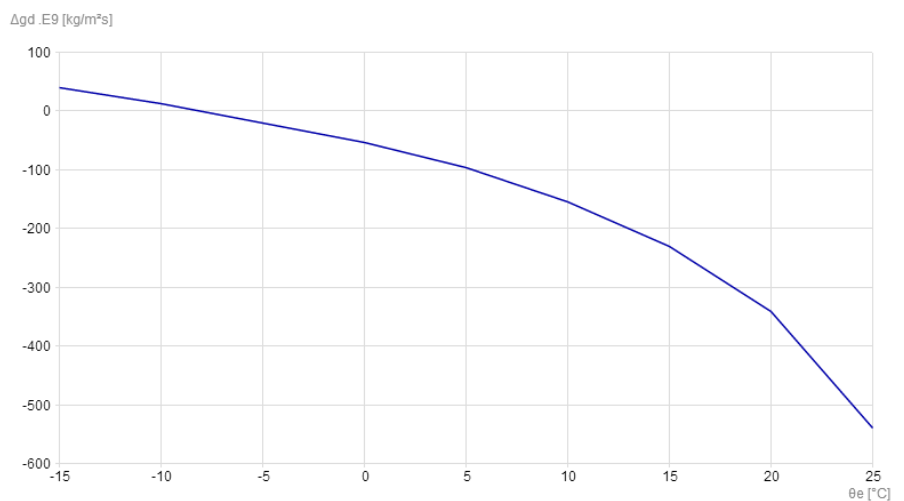
Grafické výstupy:



Priebeh teploty v konštrukcii



Priebeh tlakov vodnej pary v konštrukcii



Bilancia vlhkosti bez vplyvu slnečného žiarenia

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

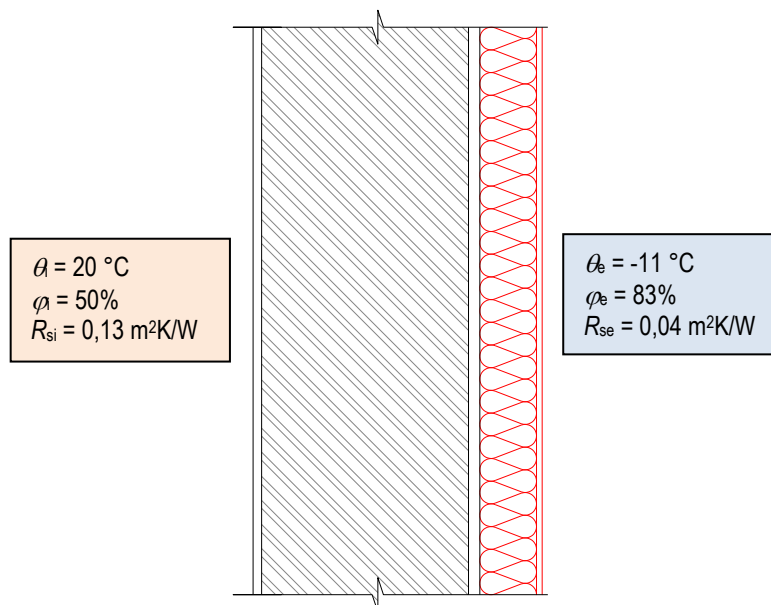
3.1.1 VÝPOČET HOMOGENEJ KONŠTRUKCIE

Konštrukcia obvodovej steny

Navrhovaný stav

Okrajové podmienky:	Interiér	Exteriér
Teplota °C	20	-11 (Nitra)
Relatívna vlhkosť %	50	83
Tepelný odpor pri prestupe tepla $m^2 \cdot K/W$	0,13	0,04

Skladba steny:



Fyzikálne vlastnosti skladby materiálov (od interiéru) – (Sternova, 2006)

č.	Názov materiálu	d (m)	ρ kg/m ³	λ W/(m.K)	c J/(kg.K)	μ
1	Vnútorná omietka	0.015	1600	0.88	840	6
2	Murivo z tehál metr. formátu	0.365	1550	0.73	960	7
3	Vonkajšia omietka	0.02	2000	1.16	840	19
4	Lepiaca malta	0,005	1350	0.8	1000	18
5	EPS F 70	0.10	20	0.04	1270	45
6	Výstužná malta	0.003	13350	0.80	1000	18
7	Silikátová omietka	0.003	1800	0.70	1000	37

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.1 VÝPOČET HOMOGENNEJ KONŠTRUKCIE

Konštrukcia obvodovej steny

Navrhovaný stav

Výsledky výpočtu a posúdenie navrhovanej konštrukcie

Veličina		Vypočítaná hodnota	Normalizovaná hodnota	Jednotka	Posúdenie
Teplný odpor konštrukcie	R :	3.05	3	m^2K/W	vyhovuje
Odpor pri prechode tepla	R_o :	3.22		m^2K/W	
Súčiniteľ prechodu tepla	U :	0.31	0.32	W/m^2K	vyhovuje
Difúzny odpor	R_d :	$41.14 \cdot 10^9$		m/s	
Riziko vzniku plesní	θ_{si} :	18.75	13.12	$^{\circ}C$	vyhovuje

Priebeh teplôt a priebeh parciálnych tlakov

	θ $^{\circ}C$	$R_d \cdot$ 10^9 m/s	P_d Pa	P_{satx} Pa
Si	18.75	0	1168.48	2161.72
1-2	18.58	0.48	1157.18	2139.62
2-3	13.76	14.05	836.61	1573.33
3-4	13.6	16.07	788.94	1556.41
4-5	13.56	16.36	782.16	1552.75
5-6	-10.54	40.26	217.56	247.21
6-7	-10.57	40.55	210.78	246.41
Se	-10.61	41.14	196.85	245.51

Posúdenie kondenzácie vo vrstvách

Si	nekondenzuje
1	nekondenzuje
2	nekondenzuje
3	nekondenzuje
4	nekondenzuje
5	nekondenzuje
6	nekondenzuje
7	nekondenzuje
Se	nekondenzuje

V konštrukcii **nedochádza** pri danej vonkajšej teplote ku kondenzácii.

Ročná bilancia vlhkosti

Nehodnotí sa, v konštrukcii neprichádza ku kondenzácii.

PROJEKT

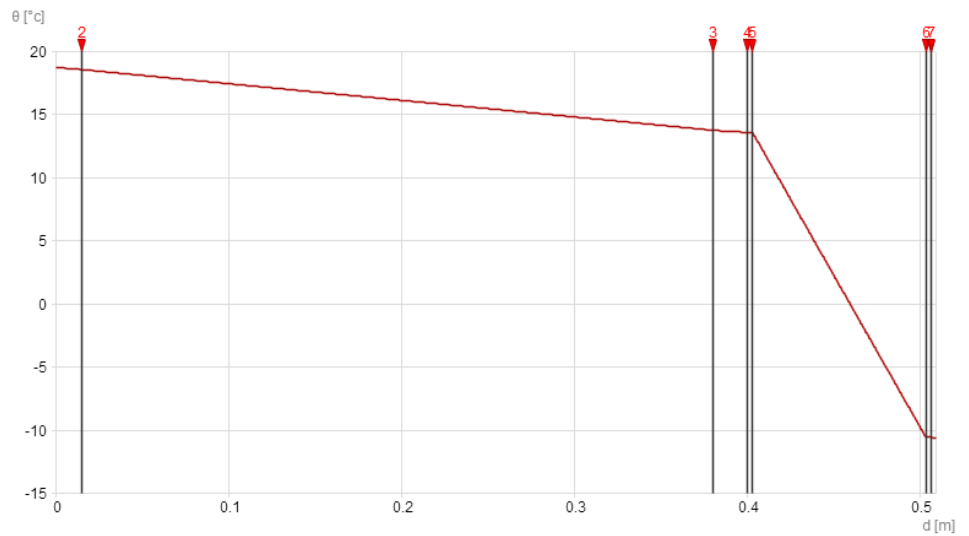
3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.1 VÝPOČET HOMOGENEJ KONŠTRUKCIE

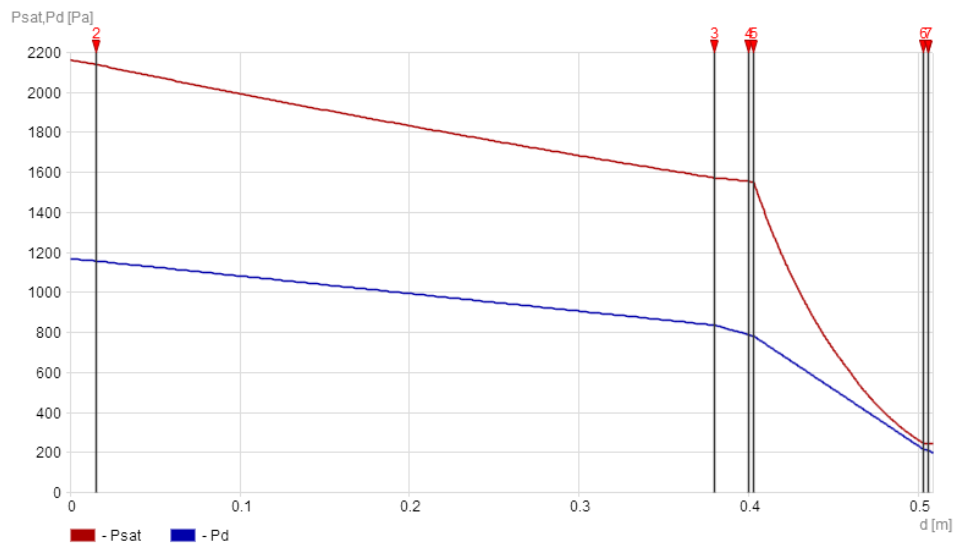
Konštrukcia obvodovej steny

Navrhovaný stav

Grafické výstupy:



Priebeh teploty v konštrukcii



Priebeh tlakov vodnej pary v konštrukcii

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.1 VÝPOČET HOMOGÉNNEJ KONŠTRUKCIE

Konštrukcia obvodovej steny

Výsledky

Záver:

Tepelnotechnické vlastnosti strechy:

Opis a typ strechy	Tepelný odpor konštrukcie R (m^2K/W)	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U (W/m^2K)
Pôvodný stav:	0.53	1.42
Navrhovaný stav: zateplenie tep. izoláciou EPS F 70, hr. = 100mm + omietka	3.05	0,31

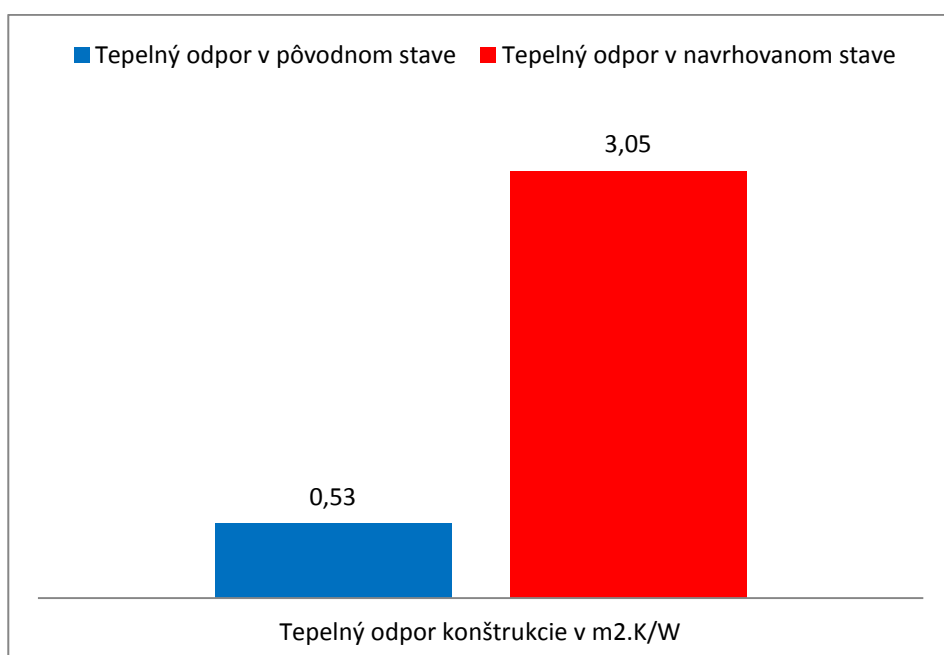
Posúdenie strechy v pôvodnom stave:

Veličina	Vypočítaná hodnota	Normové hodnoty	Hodnotenie
Tepelný odpor konštrukcie R	0.53	3 m^2K/W	Nevyhovuje
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U	1.42	0,32 $W/(m^2K)$	Nevyhovuje

Posúdenie strechy v navrhovanom stave:

Veličina	Vypočítaná hodnota	Normové hodnoty	Hodnotenie
Tepelný odpor konštrukcie R	3.05	3 m^2K/W	Vyhovuje
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U	0.31	0,32 $W/(m^2K)$	Vyhovuje

Porovnanie tepelnotechnických vlastností:



PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGÉNEJ KONŠTRUKCIE

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGÉNEJ KONŠTRUKCIE

Nehomogénne konštrukcie majú vzhľadom na smer tepelného toku v priečnom a rovnobežnom smere uložené materiály s rôznymi tepelnotechnickými vlastnosťami.

Z uvedeného demonštračného príkladu patria medzi nehomogénne konštrukcie:

- Konštrukcia šikmej strechy

V ostatných prípadoch:

- Konštrukcia obvodovej steny (drevostavby, skeletové konštrukcie)
- Konštrukcia stropu nad nevykurovaným suterénom

Postup posúdenia jednotlivých obalových konštrukcií:

1. Vytvorenie projektu s názvom Bytový dom
2. Vytvorenie nehomogénnej konštrukcie s názvom Šikmá strecha
3. Zadanie okrajových podmienok
 - Druh stavebnej konštrukcie ,
 - Stav budovy – posudzujeme na Normalizované hodnoty,
 - Exteriérové okrajové podmienky,
 - Interiérové okrajové podmienky
 - Spôsob vykurovania
 - Pohltivosť slnečného žiarenia
4. Zadanie skladby konštrukcie (vytvorenie úsekov – podľa konštrukcie)
5. Šírka úseku konštrukcie
6. Úsekové menu (vytvorenie posudku, kopírovanie, mazanie a zamrazenie úsekov)
7. Názov úseku
8. Databáza materiálov
9. Okno na vyhľadávanie materiálov
10. Prehľad dôležitých výsledkov

Tepelnotechnické posúdenie 1.0 : Šikmá strecha

Názov konštrukcie: Šikmá strecha

Nastavenia

Načítavať normové hodnoty: áno

Druh stavebnej konštrukcie: Šikmá strecha do 45°

Stav budovy: Normalizov

Exteriérové okrajové podmienky

Nitra

Vonkajšia vyp. teplota θ_e [°C]: -11

Relatívna vlhkosť ϕ_e [%]: 83

Interiérové okrajové podmienky

Obytné miestnosť (obyvacie izby, spálne, jedáleň)

Vnútorná vyp. teplota θ_i [°C]: 20

Relatívna vlhkosť ϕ_i [%]: 50

Spôsob vykurovania

Neprepušované h₀: 8 W/(m²·K)

$\Delta\theta_{si}$ [°C]: 0.2

Pohltivosť slnečného žiarenia

neposudzovať α : 0

Materiál

- Betón - hutný
- Betóny - fahké
- Drevo, materiály z dreva, na báze dreva, drevovláknité materiály (WF), materiály z drevitej vlny
- Guma
- Horniny
- Hydroizolácie
- Keramicke materiály
- Kovy
- Malty a potery
- Murivo
- Nátery

Úsek 1

- SDK
- Parozábrana
- Minerálna vlna
- OSB dosky

Úsek 1

- SDK
- Parozábrana
- Minerálna vlna
- Hranol
- OSB dosky

Prehľad dôležitých výsledkov

R	3.01	m ² K/W	R ₀	3.15	m ² K/W	U	0.32	W/m ² K	θ_{si}	19.01	°C
d	0.20	m	l	1	m	Kondenzácia na povrchu		Nie			

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGÉNEJ KONŠTRUKCIE

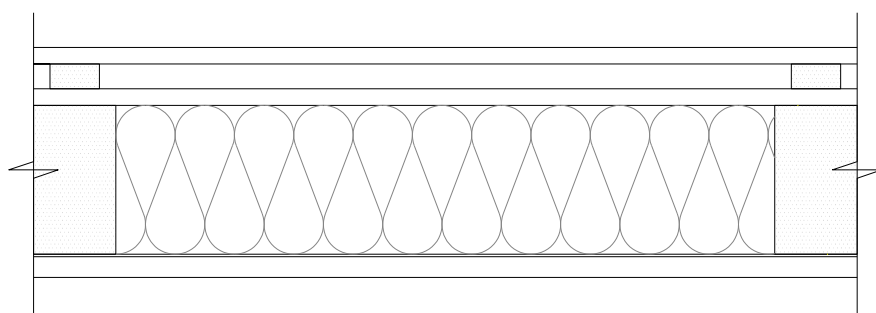
Konštrukcia šikmej strechy

Pôvodný stav

Okrajové podmienky:	Interiér	Exteriér
Teplota °C	20	-11 (Nitra)
Relatívna vlhkosť %	50	83
Tepelný odpor pri prestupe tepla $m^2 \cdot K/W$	0,10	0,08 – odvetraná strecha

Skladba strechy:

$\theta_e = -11 \text{ °C}$
 $\varphi_e = 83\%$
 $R_{se} = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$



$\theta = 20 \text{ °C}$
 $\varphi = 50\%$
 $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Fyzikálne vlastnosti skladby materiálov (od interiéru):

č.	Názov materiálu	d (m)	ρ kg/m^3	λ $W/(m \cdot K)$	c $J/(kg \cdot K)$	μ
1	SDK	0.025	750	0.22	1060	9
2	Parozábrana	0.0001	980	0.35	1470	125000
3	Minerálna vlna	0.18	750	0.044	880	2.3
	Hranol	0.18	750	0.22	1500	157
4	OSB dosky	0.02	800	0.11	1500	12.5

Poznámka:

- Ide o nehomogénnu konštrukciu. Tepelná izolácia je prerušená nosnou konštrukciou strechy (krokvy 100/180). Je potrebné v úseku zadať celkovú dĺžku úseku. V našom prípade je šírka tepelnej izolácie 900mm a šírka krokvy 100mm.

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGÉNNEJ KONŠTRUKCIE

Výsledky výpočtu a posúdenie navrhovanej konštrukcie

Veličina		Vypočítaná hodnota	Normalizovaná hodnota	Jednotka	Posúdenie
Tepelný odpor konštrukcie	R :	3.34	4.9	m^2K/W	nevyhovuje
Odpor pri prechode tepla	R_o :	3.52		m^2K/W	
Súčiniteľ prechodu tepla	U :	0.28	0.2	W/m^2K	nevyhovuje
Difúzny odpor	R_d :	$71.12 \cdot 10^9$		m/s	
Riziko vzniku plesní	θ_{si} :	19.12	12.82	$^{\circ}C$	vyhovuje

Priebeh teplôt a priebeh parciálnych tlakov

	θ $^{\circ}C$	R_d $10^9 m/s$	P_d Pa	P_{satx} Pa
si	19.12	0	1168.48	2212.6
1-2	18.55	1.2	1152.15	2135.22
2-3	18.55	67.6	245.04	2134.96
3-4	-9.22	69.8	215	277.84
se	-10.46	71.12	196.85	248.98

Posúdenie kondenzácie vo vrstvách

si	nekondenzuje
1	nekondenzuje
2	nekondenzuje
3	nekondenzuje
4	nekondenzuje
se	nekondenzuje

V konštrukcii **nedochádza** pri danej vonkajšej teplote ku kondenzácii .

Poznámky:

- Tepelnotechnické vlastnosti nehomogénnej konštrukcie zohľadňujú všetky aktívne úseky, ktoré konštrukcia obsahuje.
- Výsledky parciálnych tlakov sú vzťahnuté pre ten úsek, pre ktorý dáme vytvoriť posudok. V našom prípade je to úsek 1.
- Takéto výsledky je možné akceptovať iba vtedy, ak nie sú extrémne rozdielne tepelnotechnické vlastnosti materiálov, ktoré tvoria nehomogénnu konštrukciu. Napr: ak je konštrukcia krovu vytvorená z oceľových nosných prvkov.
- Pri extrémne rozdielnych tepelnotechnických vlastnosti materiálov je potrebné použiť metódu plošného pola – metóda MKP. Táto aplikácia sa pripravuje aj v systéme EHB.

Ročná bilancia vlhkosti

Nehodnotí sa.

PROJEKT

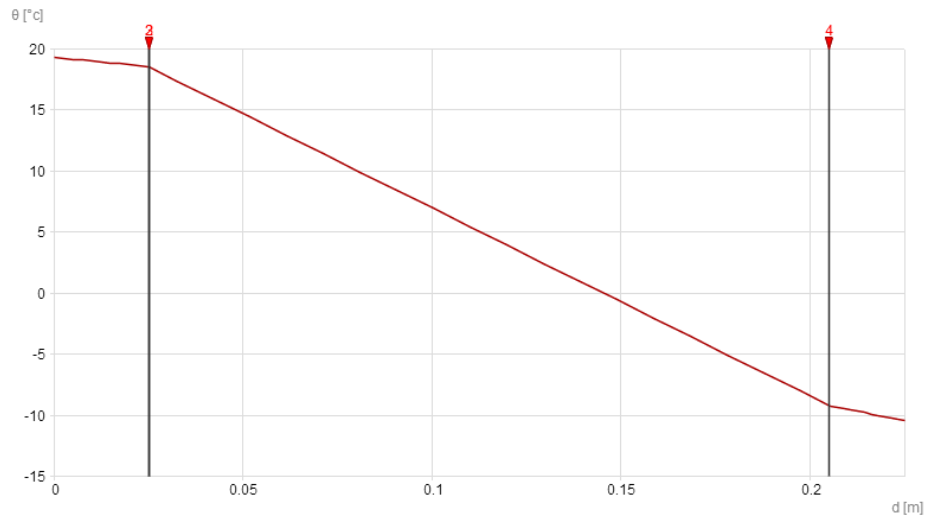
3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGENEJ KONŠTRUKCIE

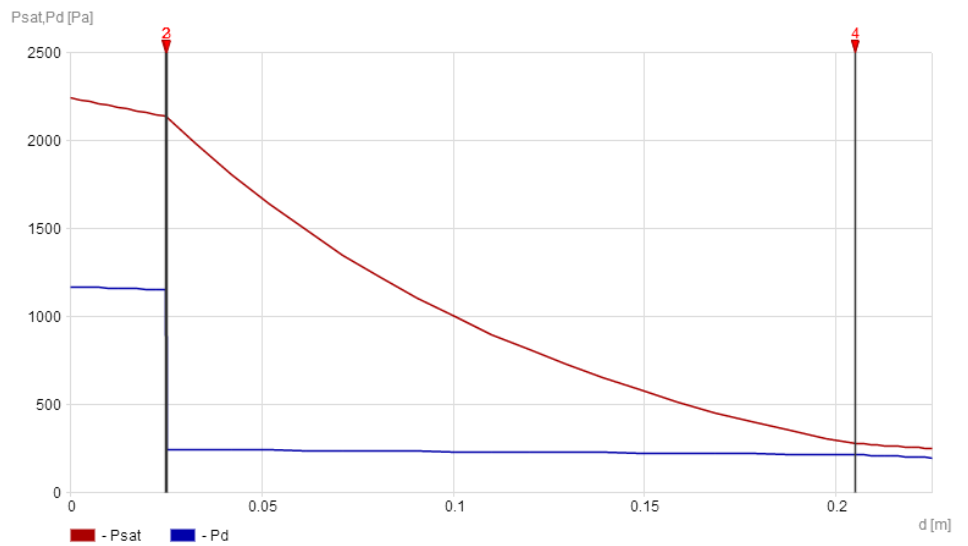
Konštrukcia šikmej strechy

Pôvodný stav

Grafické výstupy:



Priebeh teploty v konštrukcii – úsek 1



Priebeh tlakov vodnej pary v konštrukcii – úsek 1

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGÉNEJ KONŠTRUKCIE

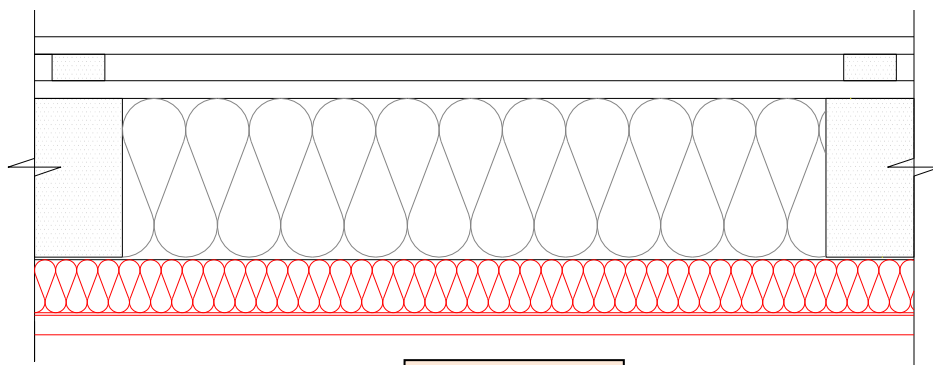
Konštrukcia šikmej strechy

Navrhovaný stav

Okrajové podmienky:	Interiér	Exteriér
Teplota °C	20	-11 (Nitra)
Relatívna vlhkosť %	50	83
Tepelný odpor pri prestupe tepla $m^2 \cdot K/W$	0,10	0,08 – odvetraná strecha

Skladba strechy:

$\theta_e = -11 \text{ °C}$
 $\varphi_e = 83\%$
 $R_{se} = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$



$\theta_i = 20 \text{ °C}$
 $\varphi_i = 50\%$
 $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Fyzikálne vlastnosti skladby materiálov (od interiéru)

č.	Názov materiálu	d (m)	ρ kg/m^3	λ $W/(m \cdot K)$	c $J/(kg \cdot K)$	μ
1	SDK	0.025	750	0.22	1060	9
2	Parozábrana	0.0001	980	0.35	1470	125000
3	Minerálna vlna	0.08	750	0.044	880	2.3
4	Minerálna vlna	0.18	750	0.044	880	2.3
	Hranol	0.18	750	0.22	1500	157
5	OSB dosky	0.02	800	0.11	1500	12.5

Poznámky:

- Ide o nehomogénnu konštrukciu. Tepelná izolácia je prerušená nosnou konštrukciou strechy (kroky 100/180). Je potrebné v úseku zadať celkovú dĺžku úseku. V našom prípade je šírka tepelnej izolácie 900mm a šírka krovy 100mm.
- Doplnili sme do podhľadu tepelnú izoláciu z minerálnej vlny hr. 80mm. Tým sa čiastočne eliminoval tepelný most, ktorý vznikol pri strešnej krokve.

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.2 NEHOMOGENEJ KONŠTRUKCIE

VÝPOČET

Konštrukcia šikmej strechy

Navrhovaný stav

Výsledky výpočtu a posúdenie navrhovanej konštrukcie

Veličina		Vypočítaná hodnota	Normalizovaná hodnota	Jednotka	Posúdenie
Tepelný odpor konštrukcie	R :	5.32	4.9	m^2K/W	vyhovuje
Odpor pri prechode tepla	R_o :	5,5		m^2K/W	
Súčiniteľ prechodu tepla	U :	0.18	0.2	W/m^2K	vyhovuje
Difúzny odpor	R_d :	$72.1 \cdot 10^9$		m/s	
Riziko vzniku plesní	θ_{si} :	19.44	12.82	$^{\circ}C$	vyhovuje

Priebeh teplôt a priebeh parciálnych tlakov

	θ $^{\circ}C$	$R_d \cdot$ 10^9 m/s	P_d Pa	P_{satx} Pa
si	19.44	0	1168.48	2256.6
1-2	18.96	1.2	1152.37	2191.05
2-3	18.96	67.6	257.56	2190.86
3-4	10.13	68.57	244.39	1238.34
4-5	-9.73	70.77	214.75	265.66
se	-10.61	72.1	196.85	245.57

Posúdenie kondenzácie vo vrstvách

si	nekondenzuje
1	nekondenzuje
2	nekondenzuje
3	nekondenzuje
4	nekondenzuje
5	nekondenzuje
se	nekondenzuje

V konštrukcii **nedochádza** pri danej vonkajšej teplote ku kondenzácii.

Poznámky:

- Tepelnotechnické vlastnosti nehomogénnej konštrukcie zohľadňujú všetky aktívne úseky, ktoré konštrukcia obsahuje.
- Výsledky parciálnych tlakov sú vzťahované pre ten úsek, pre ktorý máme vytvoriť posudok. V našom prípade je to úsek 1.
- Takéto výsledky je možné akceptovať iba vtedy, ak nie sú extrémne rozdielne tepelnotechnické vlastnosti materiálov, ktoré tvoria nehomogénnu konštrukciu. Napr: ak je konštrukcia krovu vytvorená z oceľových nosných prvkov.
- Pri extrémne rozdielnych tepelnotechnických vlastnosti materiálov je potrebné použiť metódu plošného pola – metóda MKP. Táto aplikácia sa pripravuje aj v systéme EHB.

Ročná bilancia vlhkosti

Nehodnotí sa, v konštrukcii neprichádza ku kondenzácii.

PROJEKT

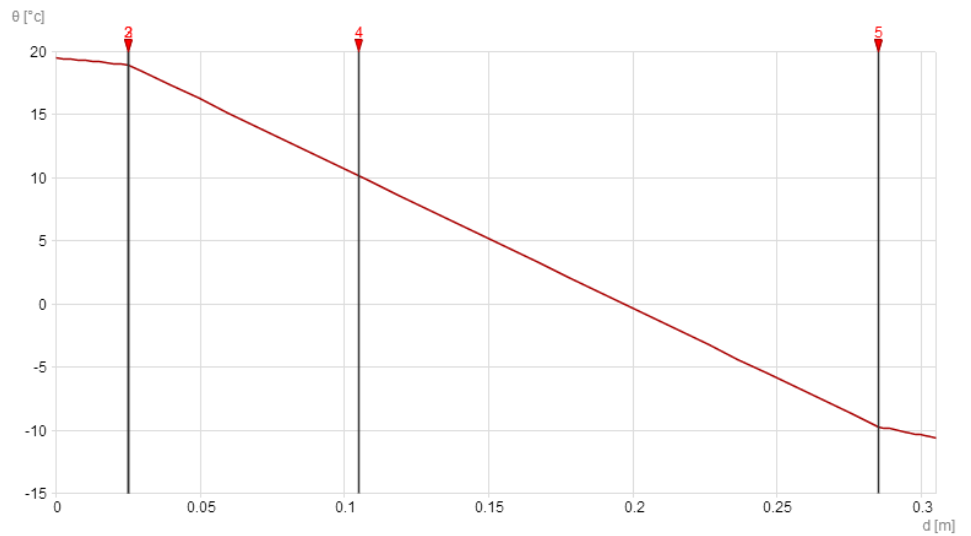
3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGÉNNEJ KONŠTRUKCIE

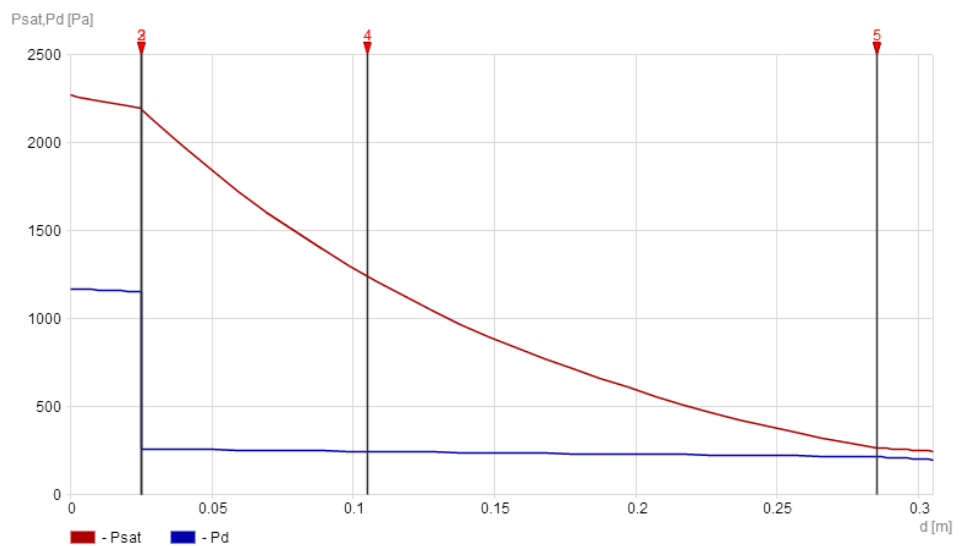
Konštrukcia šikmej strechy

Navrhovaný stav

Grafické výstupy:



Priebeh teploty v konštrukcii – úsek 1



Priebeh tlakov vodnej pary v konštrukcii – úsek 1

PROJEKT

3.1 DEMONŠTRAČNÝ PRÍKLAD

3.1.2 VÝPOČET NEHOMOGÉNNEJ KONŠTRUKCIE

Konštrukcia šikmej strechy

Výsledky

Záver:

Tepelnotechnické vlastnosti strechy:

Opis a typ strechy	Tepelný odpor konštrukcie R (m^2K/W)	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U (W/m^2K)
Pôvodný stav:	3,34	0,28
Navrhovaný stav: zateplenie tep. izoláciou MW hr. = 80mm	5,32	0,18

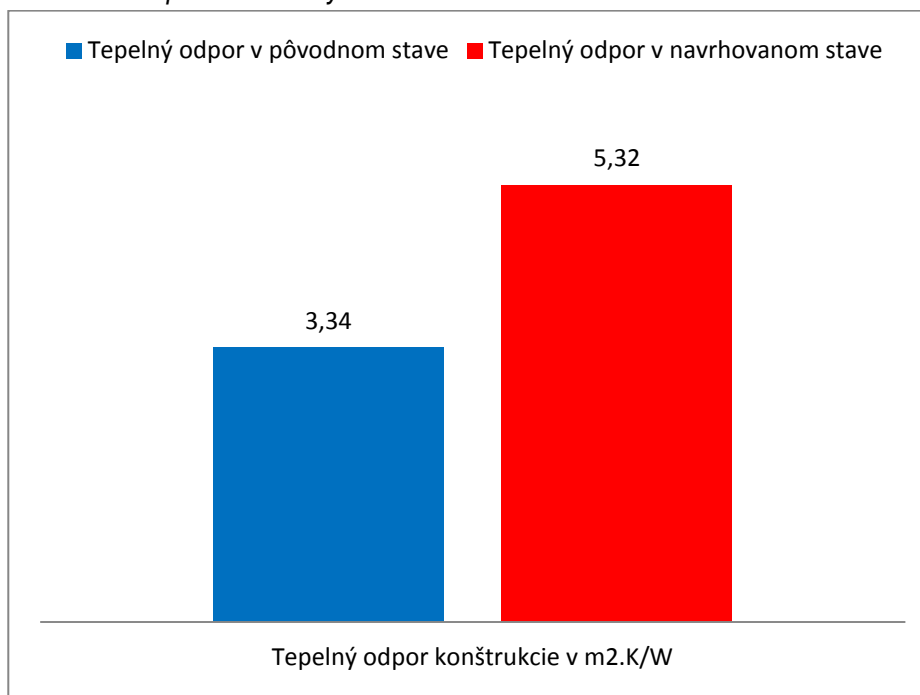
Posúdenie strechy v pôvodnom stave:

Veličina	Vypočítaná hodnota	Normové hodnoty	Hodnotenie
Tepelný odpor konštrukcie R	3,34	4,9 m^2K/W	Nevyhovuje
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U	0,28	0,2 $W/(m^2K)$	Nevyhovuje

Posúdenie strechy v navrhovanom stave:

Veličina	Vypočítaná hodnota	Normové hodnoty	Hodnotenie
Tepelný odpor konštrukcie R	5,32	4,9 m^2K/W	Vyhovuje
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U	0,18	0,2 $W/(m^2K)$	Vyhovuje

Porovnanie tepelnotechnických vlastností:



LITERATÚRA

- **Zákony, smernice, vyhlášky, nariadenia vlády, normy**
- Vyhláška MVRR SR c. 311/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva, od 1. Októbra, zákon c.555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- Zákon c. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- STN 73 0540 - 2 (2012) Tepelné technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Funkčné požiadavky.
- STN 73 0540 - 3 (2012) Tepelné technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov.
- STN EN ISO 10211-1 Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb – Tepelné toky a povrchové teploty – Časť 1: Všeobecné výpočtové metódy (73 0551).
- STN EN ISO 13370 (2008) Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou.
- STN EN ISO 6946 (2008) Stavebné výpočtové metódy konštrukcie. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda.
- STN EN ISO 13789 (2008) Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním. Výpočtové metódy.
- STN EN ISO 13786 (2008) Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií. Tepelno-dynamické charakteristiky. Výpočtové metódy.
- STN EN ISO 10456 (2008) Stavebné materiály a výrobky. Tepelno-vlhkostné vlastnosti. Tabuľkové návrhové (výpočtové) hodnoty a postupy na stanovenie deklarovateľných a návrhových hodnôt tepelnotechnických veličín.
- STN EN ISO 13788 (2003) Tepelno-vlhkostné vlastnosti stavebných dielcov a konštrukcií. Vnútna povrchová teplota na vylúčenie kritickej povrchovej vlhkosti a kondenzácie vnútri konštrukcie. Výpočtová metóda.
-
- **Monografie, knihy, odborné publikácie, zborníky, skriptá**
- Chmúrny, I.: Tepelná ochrana budov. Bratislava: JAGA, 2003.
- Sternová, Z.: Atlas tepelných mostov, Bratislava, JAGA, 2006.
- Sternová, Z.: Zateplňovanie budov, Bratislava, JAGA, 1999.
- Blaich, J.: Poruchy stavieb, Bratislava, JAGA, 2001.
- Dahlsveen, T.: Energetický audit budov, JAGA, 2005.