

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Plochá střecha - zelená**

Zpracovatel : Vendula Davidová

Zakázka : BP

Datum : 14.3.2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dutinový panel	0,2500	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
2	Keramzitbeton	0,0500	0,2800	880,0	700,0	8,0	0.0000
3	Parozábrana	0,0042	0,2100	1470,0	976,0	188240,0	0.0000
4	Pěnový polysty	0,2400	0,0390	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Hydroizolace	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
6	Hydroizolace	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dutinový panel	---
2	Keramzitbeton	---
3	Parozábrana	---
4	Pěnový polystyren	---
5	Hydroizolace	---
6	Hydroizolace	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 23.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	23.0	48.3	1356.2	-4.4	81.2	342.9
2	28	23.0	50.2	1409.5	-2.9	80.8	387.4
3	31	23.0	51.5	1446.0	1.0	79.5	521.8
4	30	23.0	53.1	1490.9	5.7	77.5	709.4
5	31	23.0	56.7	1592.0	10.7	74.5	958.1
6	30	23.0	60.0	1684.7	13.9	72.0	1142.9
7	31	23.0	61.8	1735.2	15.5	70.4	1239.1
8	31	23.0	61.3	1721.2	15.0	70.9	1208.4
9	30	23.0	57.3	1608.9	11.3	74.1	991.8
10	31	23.0	53.4	1499.4	6.3	77.1	735.7
11	30	23.0	51.5	1446.0	0.9	79.5	518.1
12	31	23.0	50.5	1417.9	-2.6	80.7	396.8

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 6.599 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.148 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 6.4E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 319.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 10.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 21.69 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.964**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.9	0.705	11.5	0.580	22.0	0.964	51.3
2	15.5	0.711	12.1	0.579	22.1	0.964	53.1
3	15.9	0.678	12.5	0.521	22.2	0.964	54.1
4	16.4	0.618	12.9	0.418	22.4	0.964	55.2
5	17.4	0.547	13.9	0.264	22.6	0.964	58.3
6	18.3	0.487	14.8	0.101	22.7	0.964	61.2
7	18.8	0.440	15.3	-----	22.7	0.964	62.8
8	18.7	0.459	15.2	0.019	22.7	0.964	62.4
9	17.6	0.538	14.1	0.240	22.6	0.964	58.8
10	16.5	0.610	13.0	0.403	22.4	0.964	55.4
11	15.9	0.679	12.5	0.524	22.2	0.964	54.1
12	15.6	0.711	12.2	0.577	22.1	0.964	53.4

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	22.5	21.4	20.4	20.3	-12.6	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1544	1538	1537	636	622	394	166
p _{sat} [Pa]:	2718	2540	2395	2380	206	204	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá	[m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.5442		0.5442	3.114E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M_{c,a}: **0.0022 kg/(m².rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok M_{ev,a}: **0.0046 kg/(m².rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny		Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
	levá [m]	pravá		
10	0.5442	0.5442	1.60E-0011	0.0000
11	0.5442	0.5442	1.21E-0010	0.0004
12	0.5442	0.5442	1.72E-0010	0.0008
1	0.5442	0.5442	1.83E-0010	0.0013
2	0.5442	0.5442	1.75E-0010	0.0017
3	0.5442	0.5442	1.19E-0010	0.0020
4	0.5442	0.5442	2.98E-0011	0.0021
5	0.5442	0.5442	-9.75E-0011	0.0019
6	0.5442	0.5442	-2.06E-0010	0.0013
7	0.5442	0.5442	-2.74E-0010	0.0006
8	---	---	-2.51E-0010	0.0000
9	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0021 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je minimálně: **0.0021 kg/m2**

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,764$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,964$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,148 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: $0,144 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$ (materiál: Elastodek 40 Standard Dekor).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: $0,100 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0022 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$
Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,0046 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant - konstrukce není ohrožena

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.