

TEPELNĚ TECHNICKÝ POSUDEK

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Zpracovatel: Jan Žák

Datum: 17.1.2014

Posuzovaný objekt: Administrativní budova

Konstrukce: Jednoplášťová plochá střešní konstrukce

Předmět

Předmětem tepelně technického posouzení je posouzení vybraných skladeb konstrukcí a to konkrétně:

-střešní konstrukce (určení součinitele prostupu tepla)

Posouzení vycházející z prostudování projektové dokumentace

Podklady pro zpracování posudku

Projektová dokumentace

Montážní a technické listy Dektrade

Použitá literatura

Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby
ČSN ISO 13822 (73 0038): Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení exist. konstrukcí

ČSN 73 0540-1: 2005 Tepelná ochrana budov: Terminologie

ČSN 73 0540-2: 2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov: Požadavky

ČSN 73 0540-3: 2005 Tepelná ochrana budov: Návrhové hodnoty veličin

ČSN 73 0540-4: 2005 Tepelná ochrana budov: Výpočtové metody

ČSN EN ISO 13788: 2002 (730544) Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody

ČSN 73 1901:1999 Navrhování střech. Základní ustanovení.

ČSN 73 3610:2008 Klempířské práce stavební

Tepelně technické posouzení

Okrajové podmínky, skladba konstrukcí

Parametry exteriéru dle ČSN 73 0540-3 (Litoměřice):

Návrhová venkovní teplota T_e -15 °C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe 84 %

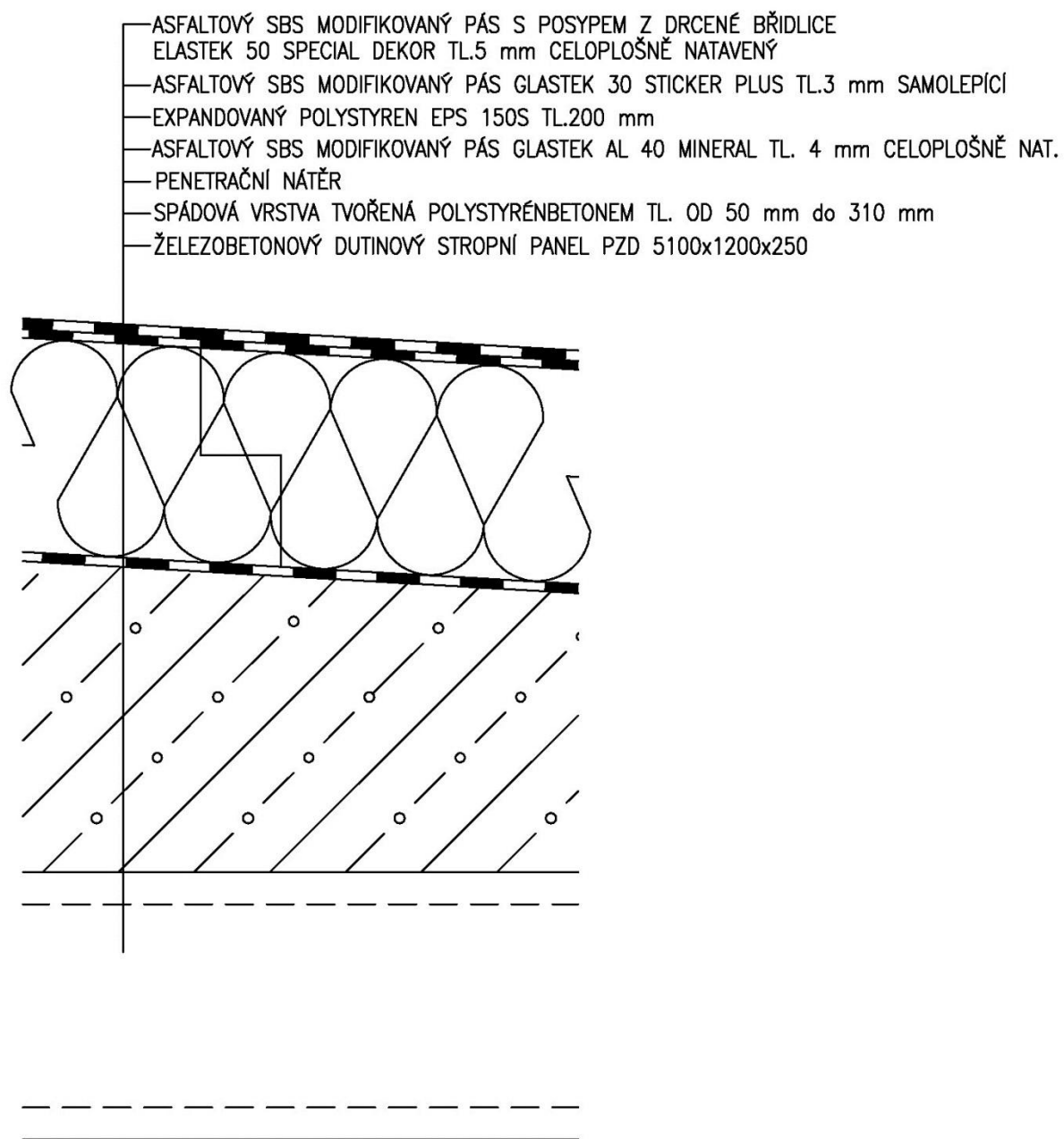
Parametry interiéru dle ČSN 73 0540-3

Obytné místnosti

Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} 20,6°C

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi 55 %

Schéma posuzované střešní konstrukce



Skladba střešní konstrukce

Materiálová skupina	Výrobek	Tloušťka d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]	Faktor difuzního odporu μ [-]
Vápenná omítka	Baumit Ratio	0,01	0,6	8
Stropní konstrukce	Dutinový panel	0,25	1,2	23
Spádová vrstva	Polystyrenbeton	0,05	0,057	20
Parotěsná vrstva	Glastek AL special	0,004	0,21	40000
Tepelně izolační vrstva	Pěnový polystyren	0,2	0,037	21
První vrstva hyd. souvrství	Glastek 30 sticker	0,003	0,21	20000
Finalní vrstva hyd. souvrství	Elastek 50 dekor	0,005	0,21	30000

Výsledky výpočtu

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,747$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,963$

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.

$f_{Rsi} = 0,963 > f_{Rsi,N} = 0,747$ Požadavek je splněn

Teplotní faktor vnitřního povrchu > požadovaná hodnota tep. faktoru vnitřního povrchu. Nedojde ke kondenzaci na vnitřní straně konstrukce.

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

Požadavek: Součinitel prostupu tepla střešní konstrukce musí být menší než normová hodnota součinitele prostupu tepla střešní konstrukce $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

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

Vypočtená hodnota: $U = 0,149 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U > U_N$... Požadavek je splněn

3. 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: 9,750 kg/m²,rok
(materiál: Porotherm 50 Hi Profi na zdíci).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m²,rok

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0103 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,0162 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

1. Požadavek: v konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry. Kondenzační oblast, která se nachází přímo v tepelné izolaci bude negativně ovlivňovat její tepelně izolační vlastnosti. Doporučuji zvolit parozábranu s vyšším faktorem difuzního odporu

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. Požadavek je splněn

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. Požadavek je splněn

Závěr

Konstrukce vyhověla normovým požadavkům na součinitel prostupu tepla. Dále konstrukce vyhověla normovým požadavkům na množství ročního odparu a na minimální množství kondenzátu za rok. Vnitřní povrch střešního pláště splnil požadavek na teplotní faktor, a proto nedojde na vnitřní straně konstrukce ke kondenzaci vodní páry.

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2010

Název úlohy : **Střešní konstrukce**
Zpracovatel : Jan Žák
Zakázka : VUT Brno
Datum : 10.10.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.01 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Baumit Ratio	0.0100	0.6000	1000.0	1300.0	8.0	0.0000
2	Dutinový panel	0.2500	1.2000	840.0	1200.0	23.0	0.0000
3	Polystyrenbeto	0.0500	0.0570	900.0	200.0	20.0	0.0000
4	Glastek AL spec.	0.0040	0.2100	1470.0	900.0	40000.0	0.0000
5	Rigips EPS 70F	0.2000	0.0370	1270.0	20.0	70.0	0.0000
6	Glastek 30 sti	0.0030	0.2100	1470.0	1200.0	20000.0	0.0000
7	Elastek 50 dek	0.0050	0.2100	1470.0	1200.0	30000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 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	20.6	55.0	1333.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	58.2	1411.4	-0.3	80.5	479.4
3	31	20.6	58.2	1411.4	3.8	79.2	634.8
4	30	20.6	59.7	1447.8	9.0	76.8	881.2
5	31	20.6	63.4	1537.6	13.9	73.6	1168.3
6	30	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
7	31	20.6	68.3	1656.4	18.5	69.3	1475.1
8	31	20.6	67.9	1646.7	18.1	69.8	1448.9
9	30	20.6	63.8	1547.3	14.3	73.3	1194.1
10	31	20.6	59.7	1447.8	9.1	76.7	886.1
11	30	20.6	58.2	1411.4	3.5	79.3	622.3
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 6.56 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.149 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.8E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_y* : 319.3
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 10.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.30 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.963

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			
1	14.7	0.743	11.2	0.595	19.8	0.963	57.9
2	15.5	0.758	12.1	0.593	19.8	0.963	61.0
3	15.5	0.699	12.1	0.494	20.0	0.963	60.4
4	15.9	0.598	12.5	0.301	20.2	0.963	61.3
5	16.9	0.445	13.4	-----	20.4	0.963	64.4
6	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.963	67.1
7	18.1	-----	14.6	-----	20.5	0.963	68.6
8	18.0	-----	14.5	-----	20.5	0.963	68.3
9	17.0	0.425	13.5	-----	20.4	0.963	64.7
10	15.9	0.594	12.5	0.295	20.2	0.963	61.3
11	15.5	0.704	12.1	0.503	20.0	0.963	60.5
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.8	0.963	60.5

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
tepl.[C]:	19.3	19.2	18.1	13.6	13.5	-14.6	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1334	1334	1313	1310	819	770	559	138
p,sat [Pa]:	2238	2226	2080	1554	1545	171	169	168

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	0.5135	0.5135	1.410E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 0.010 kg/m²,rok
Množství vypařitelné vodní páry M_{ev,a}: 0.016 kg/m²,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
10	0.5135	0.5135	4.21E-0011	0.0001
11	0.5135	0.5135	5.75E-0010	0.0016
12	0.5135	0.5135	8.67E-0010	0.0039
1	0.5135	0.5135	9.15E-0010	0.0064
2	0.5135	0.5135	8.59E-0010	0.0085
3	0.5135	0.5135	5.49E-0010	0.0099
4	0.5135	0.5135	5.50E-0011	0.0101
5	0.5135	0.5135	-5.45E-0010	0.0086
6	0.5135	0.5135	-1.03E-0009	0.0059
7	0.5135	0.5135	-1.32E-0009	0.0024
8	---	---	-1.23E-0009	0.0000
9	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu $M_{c,a}$: 0.0101 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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 (2007)

Název konstrukce: Střešní konstrukce

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
 Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
 Teplota na vnější straně T_e : -15,0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
 Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Baunit Ratio	0,010	0,600	8,0
2	Dutinový panel	0,250	1,200	23,0
3	Polystyrenbeton 1	0,050	0,057	20,0
4	Dekbit V60 S35	0,0035	0,210	40000,0
5	Rigips EPS 100 S Stabil (2)	0,200	0,037	70,0
6	Glastek 30 sticker plus	0,003	0,210	20000,0
7	Elastek 40 dekor	0,004	0,210	30000,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,474 + 0,000 = 0,474$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,963$

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

$U < U_N$... 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:

- Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
- Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
- Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m2,rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,108 kg/m2,rok

(materiál: Glastek 30 sticker plus).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m²,rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0103 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,0162 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

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