

Návrh skladby pro rekonstrukci ploché střechy

(zakázka č.: 2012-002671-ZP)

Objednatel:

Zakázka: Plochá střecha nad hledištěm a jevištěm, Kulturní dům Vodňany

1. Podklady

- [1] ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení.
- [2] ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení.
- [3] ČSN 73 0606 Hydroizolace staveb - Povlakové hydroizolace - Základní ustanovení
- [4] ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov.
- [5] Průzkum střechy včetně (Atelier DEK Zdeněk Píkl)
- [6] Fotodokumentace a původní projektová dokumentace

U předpisů a norem platí poslední znění včetně novelizací a změn vydaných k datu návrhu

2. Úkol Atelieru DEK podle požadavků zadaných objednatelem

Úkolem této zprávy objednateli je formou technické pomoci navrhnout jednoznačné materiálové a technické složení skladby ploché střechy nad jevištěm a hledištěm na výše uvedeném objektu vzhledem k uvažované rekonstrukci a skutečností zjištěným při průzkumu objektu. Návrh respektuje i současné platné tepelně-technické požadavky [4] a to včetně posouzení z hlediska vlhkostní problematiky.

3. Popis objektu

Jedná se o samostatně stojící objekt kulturního domu umístěného v městské zástavbě. Objekt je zastřešen plochými střechami o několika výškových úrovních. Řešená plochá střecha je ohraničena po obvodě atikou s proměnnou výškou (cca 1500-400mm). Plochá střecha nad hledištěm a jevištěm je řešena jako víceplášťová nevětranná nepochůzná střecha s klasickým pořadím vrstev. Nosná konstrukce střechy je tvořena ocelovou příhradovou konstrukcí. Hlavní hydroizolaci na řešené ploché střeše v současné době tvoří hliníková krytina spojovaná do jednoduché stojaté drážky. Střešní roviny plochých střech jsou odvodněny ve sklonu cca 5° do zaatikových žalbů, které jsou následně odvodněny vnitřními střešními vtoky napojenými na odpadního potrubí.

4. Návrh skladby pro rekonstrukci střechy na řešeném objektu (skladba střechy v ploše)

4.1. Střecha nad jevištěm a hledištěm

V návrhu pro rekonstrukci střešního pláště je uvažováno s tím, že bude nová skladba provedena až na původní podkladní konstrukci po odstranění původní hliníkové krytiny a původního asfaltového pásu. Po demontáží bude podklad upraven pro natavení pojistně hydroizolační vrstvy a parozábrany. Stabilizace ploché střechy od účinků zatížení větrem bude zajištěna mechanickým kotvením do únosné vrstvy. Po rekonstrukci ploché střechy bude skladba nadále řešena jako víceplášťová nevětraná střecha s klasickým pořadím vrstev.

Navržený technický způsob řeší kompletní opravu střechy z hlediska hydroizolačního i tepelně-izolačního. Jako hlavní hydroizolaci je navržena plastová fólie z PVC-P tl.1,5mm určená k mechanickému kotvení.

4.2. Navržená skladba pro rekonstrukci ploché střechy (od exteriéru):

Č.	Vrstva	Funkce vrstvy	Tloušťka (mm)
1	Fólie z měkčeného PVC, s polyesterovou výztuží, určená k mechanickému kotvení DEKPLAN 76 -kotvená do únosné vrstvy	Hlavní hydroizolace	1,5
2	Textilie z netkaných polypropylenových vláken o plošné hmotnosti 300g.m ⁻² FILTEK 300	Separální	2,8
3	Rovné desky z expandovaného pěnového samozhášivého stabilizovaného polystyrenu, s napětím v tlaku při 10% deformaci > 100 kPa EPS 100 S Stabil (pracovně fixovaný k podkladu např. mechanickým kotvením)	Tepelně-izolační	80 ⁺ 200 ^x
4	SBS modifikovaný asfaltový pás vyztužený skleněnou tkaninou min. 200g/m ² GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL (plnoplošně natavený k podkladu)	Pojistná hydroizolace a parozábrana	4
5	Asfaltová emulze DEKPRIMER (min. 250g/m ²)	Adhézní	-
6	Calofrikový panel -podklad upravený pro natavení asfaltového pásu (případné spáry mezi jednotlivými panely zatřeny cementovým potěrem apod.)	Podkladní	60
7	Nastavená malty		60
8	Skelná rohož	Tepelněizolační	30
9	Oxidovaný asfaltový pás typu A	Separace	2
10	Staga desky (železobetonové desky)	Podkladní	60
11	Vzduchová mezera vymezená ocelovou příhradovou konstrukcí	-	2000
12	Konstrukce podhledu (Calofrik desky, cementový potěr, akustický podhled)	Pohledová	-

+ ... Vyjadřuje požadovanou hodnotu dle ČSN 73 0540

x ... Vyjadřuje doporučenou hodnotu dle ČSN 73 0540

5. Tepelnětechnické posouzení navrženého řešení

5.1. Základní okrajové podmínky pro výpočet dle ČSN 730540 1-4 a ČSN EN ISO 13788:

Návrhová teplota vnitřního prostoru:	21°C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního prostoru:	50,00%
Průměrná relativní vlhkost vnitřního prostoru:	4. třída vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788

Objednatel nedefinoval zvláštní požadavky průměrných parametrů vzduchu v interiéru, a proto je uvažováno se 4. vlhkostní třídou v souladu s ČSN 730540-3 článek 8.4.1. odstavce a).

Parametry exteriéru pro oblast Č. Budějovice (do 400 m.n.m.)	
Návrhová venkovní teplota:	-17°C
Návrhová relativní vlhkost vnějšího vzduchu:	84%

5.2. Požadavky normy ČSN 73 0540-2 pro ploché a šikmé střechy se sklonem do 45° v čteně (tepelný tok zdola):

Hodnocený parametr konstrukce	Hodnota požadovaná
Součinitel prostupu tepla $U_N [W/(m^2.K)]$	$\leq 0,24$ (0,16*)
Množství zkondenzované vodní páry $M_c [kg/(m^2.a)]$	$\leq 0,1$ a nebo 3% plošné hmotnosti materiálu
Celoroční bilance vlhkosti $M_c < M_{ev} [kg/(m^2.a)]$	aktivní
Vnitřní povrchová teplota – požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu při návrhových okrajových podmínkách, vyloučení rizika růstu plísní [-] (požadovaná nejnižší povrchová teplota [°C]) Tlumené vytápění s poklesem výsledné teploty 2 až 5°C; těžká konstrukce	$\geq 0,762$ (11,96)
M_{ev} ... Roční množství vypařené vodní páry uvnitř konstrukce	
* ... Hodnota doporučená	

6. Výsledky tepelnětechnických výpočtů

Objekt	Tloušťka tepelné izolace [mm]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m².K)]	Množství zkondenzované vodní páry M_c [kg/(m².a)]	Celoroční bilance vlhkosti	Posouzení povrchové teploty konstrukce – teplotní faktor f_{Rsi} [-] (nejnižší povrchová teplota θ_{si} [°C])			Hodnocení
					Riziko růstu plísní při návrhových okrajových podmínkách			
Navržená skladba	130	0,23 +	0,0031* +	aktivní +	0,944 (18,88)		+	+
	200x	0,16 +	0,0030* +		0,960 (19,50)			
+ ... Vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 : 2011								
x ... Vyhovuje doporučené hodnotě ČSN 73 0540-2 : 2011								
* ... Hodnota vyjadřuje vypočtený roční přírůstek zkondenzované vody								

7. Závěrečné poznámky

- Tepelnětechnické posouzení navržené skladby řeší pouze plochu a nikoliv i detaily, které u této střechy doporučuji před rekonstrukcí zpracovat z hlediska dvojrozměrného šíření vlhkosti! Vzhledem k výrazné nevzduchotěsnosti dolního pláště, nebylo v tepelnětechnickém výpočtu uvažováno s podhledem.

Při rekonstrukci doporučuji zateplit vrchní plášť na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla viz. navržené skladby.

Návrh řešení počítá se zateplením střechy kulturního domu pěnovým stabilizovaným samozhašivým polystyrenem tl. 130(200)mm. Již při požadované hodnotě na součinitel tepla 0,24 [W/m²K] je aktivní bilance zkondenzované vodní páry v posuzovaných konstrukcích. Navrhovaná skladba střechy kulturního domu vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov.

Při provádění klempířských konstrukcí doporučuji na koruně atiky provést přípravu pro ETICS tzn. vyložit závětrnou lištu vůči líci fasády, která bude vykonzolována před líc fasády o předpokládanou tloušťku zateplovacího systému. Pro zajištění mechanické odolnosti klempířské konstrukce je nutné provést pod závětrnou lištu OSB desku tl. 18mm kotvenou do koruny atiky viz příložený detai

Skladba střechy je navržena z kvalitních a dlouhodobě ověřených materiálů ze sortimentu DEKTRADE a.s. Složením hydroizolačních materiálů odpovídá tato skladba požadavkům na dlouhodobou hydroizolační spolehlivost a tudíž i životnost střechy. Hydroizolační souvrství je navrženo jako jednovrstvý systém s hlavní hydroizolací z PVC-P fólie DEKPLAN 76. Navržená skladba odpovídá i doporučené normě ČSN 73 0606 Hydroizolace staveb - Povlakové hydroizolace - Základní ustanovení.

Doporučení a zásady při provádění a řešení charakteristických detailů jsou zpracovány v publikacích KUTNAR, Ploché střechy, Skladby a detaily – srpen 2010, DEKPLAN – návod k použití a na internetových stránkách www.atelier-dek.cz

**ATELIER DEK**

DEKTRADE a.s.
Tiskařská 10/257
108 00 Praha 10
DIČ: CZ48589837

V Č. Budějovicích 5.3.2012

za ATELIER DEK – DEKTRADE a.s.

Zdeněk Píkl

mobil: 737 281 250

tel./fax: 387 313 576

Email: zdenek.pikl@dek-cz.com

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2007

Název úlohy : **Plochá střecha**

Zpracovatel : Atelier DEK

Zakázka : 2012-002671-ZP

Datum : 5.3.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Železobeton -	0.0500	1.7500	1020.0	2400.0	32.0	0.0000
2	Asfaltový pás	0.0010	0.2100	1470.0	1070.0	9000.0	0.0000
3	Minerální plst'	0.0300	0.0790	880.0	300.0	3.0	0.0000
4	Pilinoobeton 1	0.0600	0.1800	1470.0	500.0	9.0	0.0000
5	SBS modifik. a	0.0040	0.2100	1470.0	1200.0	30000.0	0.0000
6	EPS 100 (po ro	0.1300	0.0380	1270.0	25.0	50.0	0.0000
7	Folie PVC-P hy	0.0015	0.1600	960.0	1400.0	20000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -17.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	54.3	1349.7	-2.1	81.1	415.9
2	28	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.2	79.4	610.0
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.1	1593.3	16.0	71.9	1306.6
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	64.9	1613.1	16.8	71.1	1359.6
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.2	74.2	1125.4
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.1	77.3	834.5
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.1	79.5	606.4
12	31	21.0	56.6	1406.8	-0.5	80.7	472.8

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 :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 4.20 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.23 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 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.

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 8.9E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* : 141.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 8.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.88 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.944

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	14.8	0.733	11.4	0.586	19.7	0.944	58.8
2	15.5	0.743	12.0	0.585	19.8	0.944	60.9
3	15.6	0.695	12.1	0.502	20.0	0.944	60.5
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.3	0.944	60.5
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.5	0.944	62.7
6	17.4	0.288	14.0	-----	20.7	0.944	65.2
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.8	0.944	66.5
8	17.6	0.200	14.1	-----	20.8	0.944	65.8
9	16.8	0.457	13.3	0.012	20.6	0.944	63.1
10	15.9	0.602	12.4	0.335	20.3	0.944	60.6
11	15.6	0.697	12.1	0.505	20.0	0.944	60.5
12	15.5	0.744	12.1	0.584	19.8	0.944	60.9

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]:	18.9	18.6	18.6	15.4	12.6	12.4	-16.6	-16.7
p [Pa]:	1367	1355	1288	1287	1283	387	339	115
p _{sat} [Pa]:	2180	2147	2142	1747	1454	1439	142	141

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.2750	0.2750	1.596E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.006 kg/m²,rok
Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 0.052 kg/m²,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 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/m ² s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m ²]
12	0.2750	0.2750	3.45E-0010	0.0009
1	0.2750	0.2750	4.80E-0010	0.0022
2	0.2750	0.2750	3.54E-0010	0.0031
3	0.2750	0.2750	-2.04E-0010	0.0025
4	---	---	-1.10E-0009	0.0000
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu $M_{c,a}$: 0.0031 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.

STOP, Teplo 2007