



Zakázka číslo: **2015-010405-BezJ**

Odborný posudek

Posouzení odvětrání střechy

Gymnázium Jiřího Ortena, Jaselská 932

284 01 Kutná Hora

Zpracováno v období:

červen 2015

1. VŠEOBECNĚ

1.1. Předmět

Gymnázium Jiřího Ortena, Jaselská 932,
284 01 Kutná Hora

1.2. Úkol

Posouzení odvětrání střechy.

1.3. Objednatel

Ing. Jiří Marek

Blanická 21
120 00 Praha 2
IČ: 726 92 049

Kontaktní osoba:

Tel.:

Email:

Ing. arch. Michaela Kurková

+420 608 518 544

projekce@domusdesign.cz

1.4. Zpracovatel

DEKPROJEKT s.r.o.

Tiskařská 10/257

budova TTC

108 00 Praha 10

tel.: 234 054 284

tel.: 234 054 285

fax: 234 054 291

IČ: 27642411

DIČ: CZ699000797

Bankovní spojení:

Komerční banka Praha 9

35-7899980247/0100

1.5. Vypracoval

Ing. Jakub Běžel

1.6. Kontroloval

Ing. Tomáš Kupsa

1.7. Zpracováno v období

červen 2015

2. PODKLADY

[1] Objednávka ze dne 10.6.2015

[2] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

[3] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin

[4] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody

[5] ČSN EN ISO 13 788:2002 (73 0544) Tepelněvlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce – Výpočtové metody

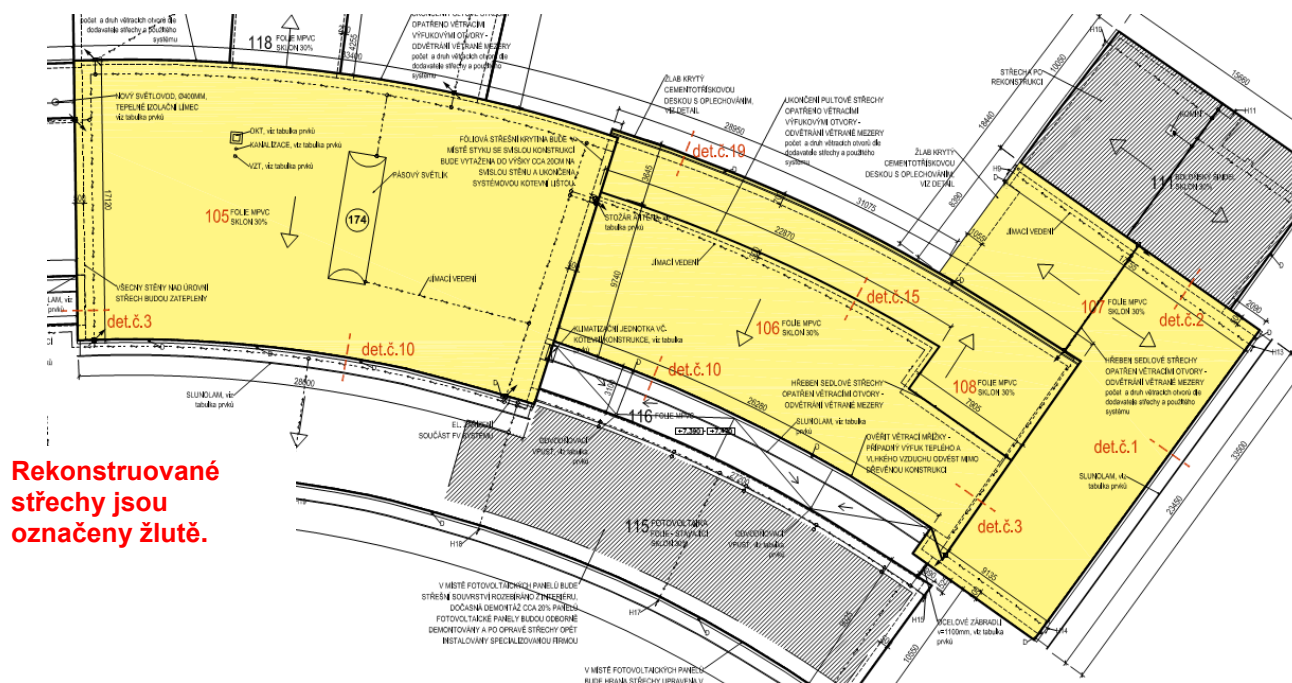
[6] Částečná výkresová dokumentace v elektronické podobě poskytnutá objednatelem dne 16. 6. 2015

[7] Vyhláška č. 268/2009, o technických požadavcích na stavby

Pozn. Rozumí se předpisy a normy v platném znění.

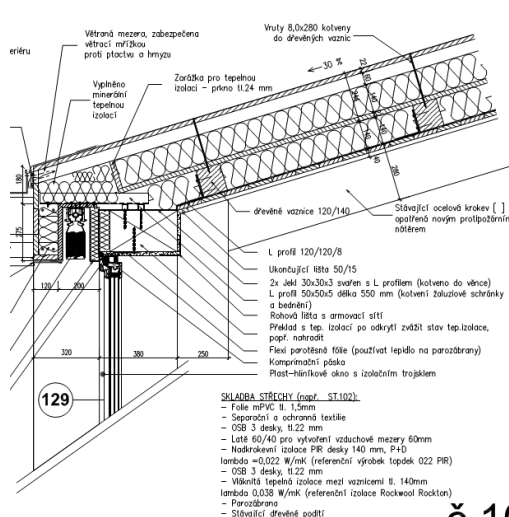
3. SITUACE

Předmětem posudku je návrh odvětrání pultových střech na budově Gymnázia Jiřího Ortena v ulici Jaselská v Kutné Hoře. Objekt je zastřešen dvouplášťovou střechou s různými nosnými systémy a jednotným sklonem 30 %. Jedná se o rekonstrukci pouze některých ploch střechy, konkrétně o střechu č. 105, 106, 107 a 108, viz následující půdorys. Ostatní části střechy rekonstruovány nebudou. Posuzované rekonstruované části střechy mají 2 různé skladby (viz níže) a jednotné vnitřní prostředí (učebny, kabinety apod.).



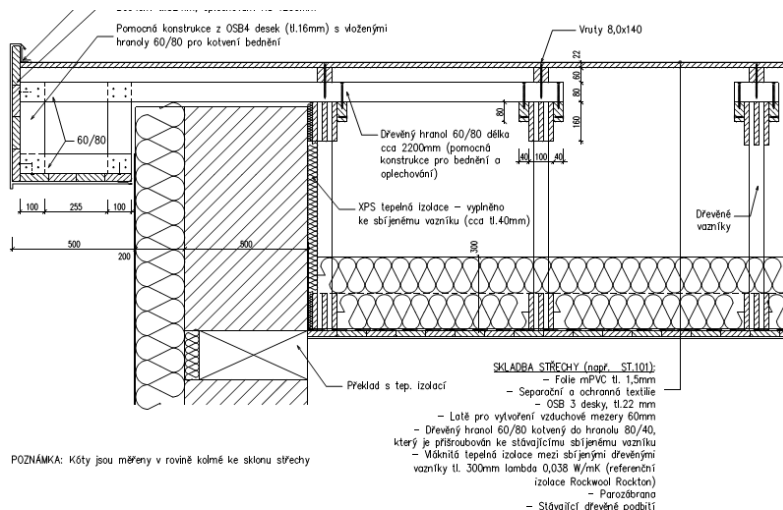
**Rekonstruované
střechy jsou
označeny žlutě.**

Obr. 1 – Půdorys části budovy Gymnázia Jiřího Ortena – výsek rekonstruované části



č.10

Obr. 2 – Detail u okapu pro skladbu 105, 106 a 108



č.2

Obr. 3 – Detail pro skladbu 107

V tabulce 1 jsou uvedeny návrhové tepelnětechnické parametry jednotlivých materiálů použité při posuzování skladby střechy 105, 106 a 108.

Tab. 1: Skladba provětrávané střechy od interiéru (skladba 105, 106, 108)

Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]
1	Dřevěné podbití	0,0120	0,180	-	2 510	400	18,0
2	PE fólie	0,0003	0,350	-	1 470	1 200	10 000,0
3	Vláknitá tepelná izolace	0,1400	0,038	0,054	1 040	136	2,0
4	Deska z orientovaných plochých třísek - OSB	0,0220	0,150	-	1 580	630	40,0
5	PIR s povrchovou úpravou z hliníkové fólie	0,1400	0,023	-	1 500	32	60,0
6	Fólie účinně propustná pro vodní páru	0,0003	0,390	-	1 700	460	100,0
7	Silně větraná vzduchová vrstva	0,0600	-	-	-	-	-
8	Deska z orientovaných plochých třísek - OSB	0,0220	0,150	-	1 580	630	40,0
9	mPVC hydroizolační fólie	0,0015	0,160	-	960	1 400	20 000,0
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.							

Poznámka: U PE fólie v pozici parozábrany je faktor difuzního odporu uvažován ekvivalentní hodnotou s uvažovanou kvalitní realizací, bez netěsností v ploše, v napojení fólie na fólii, na okolní konstrukce, bez netěsností prostupujících prvků a bez perforace dřevěným podbitím.

V tabulce 2 jsou uvedeny návrhové tepelnětechnické parametry jednotlivých materiálů použité při posuzování skladby střechy 107.

Tab. 2: Skladba provětrávané střechy od interiéru (skladba 107)

Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]
1	Dřevěné podbití	0,0120	0,180	-	2 510	400	18,0
2	PE fólie	0,0003	0,350	-	1 470	1 200	10 000,0
3	Vláknitá tepelná izolace	0,3000	0,038	0,055	1 219	168	2,0
4	Nevětraná vzduchová vrstva, slabě větraná vzduchová vrstva	0,3000	1,875	-	1 010	1	0,0
5	Fólie účinně propustná pro vodní páru	0,0003	0,390	-	1 700	460	100,0
6	Silně větraná vzduchová vrstva	0,0600	-	-	-	-	-
7	Deska z orientovaných plochých třísek - OSB	0,0220	0,150	-	1 580	630	40,0
8	mPVC hydroizolační fólie	0,0015	0,160	-	960	1 400	20 000,0
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.							

Poznámka: U PE fólie v pozici parozábrany je faktor difuzního odporu uvažován ekvivalentní hodnotou s uvažovanou kvalitní realizací, bez netěsností v ploše, v napojení fólie na fólii, na okolní konstrukce, bez netěsností prostupujících prvků a bez perforace dřevěným podbitím.

4. OKRAJOVÉ PODMÍNKY

4.1. Návrhové okrajové podmínky v exteriéru

Extrémní návrhové parametry (pro teplotní oblast 1 podle tab. H.2 ČSN 73 0540-3 [3]):

Návrhová teplota vnějšího vzduchu θ_e : -13 °C

Návrhová relativní vlhkost vnějšího vzduchu φ_e : 84 %

Průměrné měsíční návrhové parametry (pro nadmořskou výšku 285 m n.m.):

Tab. 3: Průměrné měsíční návrhové parametry

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Průměrná teplota vnějšího vzduchu [°C]	-2,1	-0,3	3,7	9,1	13,5	17,1	18,2	18,0	13,9	9,0	3,6	-0,2
Průměrná r.v. vnějšího vzduchu [%]	81	81	79	77	74	71	70	70	74	77	79	81

4.2. Návrhové okrajové podmínky v interiéru

Škola – učebny, kabinety apod:

Návrhová vnitřní teplota θ_i : 20 °C

Přirážka na vyrovnání rozdílů mezi teplotou vnitřního vzduchu a průměrnou teplotou okolních ploch $\Delta\theta_{ai}$ 0,6

Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai,u}$: 20,6 °C

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_{ei,u}$: 55 %

Vlhkostní třída: 4.

Převažující návrhová teplota vnitřního vzduchu je 20,6°C.

5. POŽADAVKY

V následující tabulce jsou uvedeny požadavky na skladbu střechy při návrhových podmínkách podle ČSN 73 0540-2 [4] pro ploché a šikmé střechy se sklonem do 45° včetně (tepelný tok zdola).

Hodnocený parametr konstrukce – část konstrukce od větrané vzduchové vrstvy k vnitřnímu prostředí	Hodnota požadovaná
Součinitel prostupu tepla U_N [W/(m ² .K)]	≤ 0,24 (0,16 ¹⁾ *)
Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu při návrhové teplotě a relativní vlhkosti venkovního a vnitřního vzduchu v zimním období pro vyloučení rizika růstu plísní f_{Rsi} [-] (odpovídající nejnižší povrchová teplota [°C])	≥ 0,797 (13,8)*
Množství zkondenzované vodní páry M_c ve skladbě [kg/(m ² .a)]	≤ 0,1
Celoroční bilance vlhkosti $M_c < M_{ev}$ [kg/(m ² .a)]	aktivní
Hodnocený parametr konstrukce – provětrávaná vzduchová vrstva a část konstrukce od větrané vzduchové vrstvy k venkovnímu prostředí	Požadovaná hodnota
Průběh relativní vlhkosti vzduchu proudícího ve větrané vzduchové vrstvě φ_{cv} [%]	≤ 90
Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu části konstrukce od větrané vzduchové vrstvy k venkovnímu prostředí f_{Rsi} [-].	≥ $f_{Rsi,cr}$ ²⁾
¹⁾ Hodnota doporučená ²⁾ $f_{Rsi,cr}$, který se stanovuje pro kritickou relativní vlhkost 90% a pro teplotu vzduchu obvykle na konci větrané vzduchové vrstvy zjištěnou na základě výpočtu proudění vzduchu vzduchovou vrstvou. * Hodnota určená z převažující návrhové teploty	

6. POSOUZENÍ ODVĚTRÁNÍ STŘECHY

6.1. Posouzení střechy 105, 106 a 108

Posouzení je provedeno pro střechu 105. Jde o geometricky nejméně příznivou střechu, tzn. pokud bude skladba výpočtově vyhovující, budou výpočtově vyhovující i skladby 106 a 108 a není je nutné výpočtově dokládat.

Vzduchová vrstva je dle sdělení objednatele provětrávaná přívaděcím průběžným otvorem u okapu a odvětrávacími komínky v nejvyšší části střechy. Rozdíl výšek vstupního a výstupního otvoru je 5,1 m.

Výpočet je proveden pro charakteristický výsek střechy v šířce 1,2 m (dle sdělení objednatele budou kontralatě po 0,6 m a dvě sousední pole budou propojena v nejvyšší části střechy a odvětrána jedním komínkem.)

Velikost otvoru u okapu – **průběžná šterbina o šířce 60 mm**, zakrytí mřížkou 20%, čistá plocha otvoru 576 cm^2 (velikost otvoru včetně plochy sítě 720 cm^2).

Velikost komínku – **vnitřní průměr komínku 100 mm**, bez zakrytí mřížkou, čistá plocha otvoru 80 cm^2 .
Výška komínku nad střešním pláštěm je 300 mm.

Tab. 4: Posouzení a hodnocení skladby střechy 105

Hodnocený parametr konstrukce	Stávající stav	
	Hodnota vypočtená	Hodnocení
Součinitel prostupu tepla U_N [W/(m ² .K)]	0,13	+
Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu při návrhové teplotě a relativní vlhkosti venkovního a vnitřního vzduchu v zimním období pro vyloučení rizika růstu plísní f_{Rsi} [-] (odpovídající nejnižší povrchová teplota [°C])	0,968 (19,5)	+
Množství zkondenzované vodní páry M_c ve skladbě [kg/(m ² .a)]	0,0	+
Celoroční bilance vlhkosti $M_c < M_{ev}$ [kg/(m ² .a)]	Aktivní	+
Průběh relativní vlhkosti vzduchu proudícího ve větrané vzduchové vrstvě φ_{cv} [%]	83,6	+
Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu části konstrukce od větrané vzduchové vrstvy k venkovnímu prostředí f_{Rsi} [-].	$f_{Rsi,N} < f_{Rsi}$ 0,346 < 0,662	+
Celkové hodnocení	+	
+ ... Vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 : 2011 [2]		
! ... Nevyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 : 2011 [2]		
Pozn.: Vliv kotvení tepelné izolace je zahrnut v korekci součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů $\Delta U = 0,02$ W/(m ² K)		

Posuzovaná skladba střechy 105 je s takto navrženými přívaděcími a odváděcími otvory výpočtově vyhovující dle ČSN 73 0540-2 [2].

6.2. Posouzení střechy 107

Posouzení je provedeno pro střechu 107, která je jediná s touto skladbou viz tab. 2. Skladba je ve většině plochy pultová. V části střechy je sedlová. Posouzení je provedeno pro pultovou část. V části sedlové střechy je nutné uvažovat (realizovat) odvětrání v každém pultu sedlové střechy zvlášť, tak aby se odvětrávací komínky u hřebene nezmenšili na polovinu.

Vzduchová vrstva je dle sdělení objednatele provětrávaná příváděcím průběžným otvorem u okapu a odvětrávacími komínky v nejvyšší části střechy. Rozdíl výšek vstupního a výstupního otvoru je 2,6 m.

Výpočet je proveden pro charakteristický výsek střechy v šířce 0,9 m (kontralatě budou po 0,9 m, stejně jako dřevěné sbíjené vazníky. Každé pole bude odvětráváno zvlášť vlastním komínkem).

Velikost otvoru u okapu – **průběžná štěrbina o šířce 60 mm**, zakrytí mřížkou 20%, čistá plocha otvoru 576 cm^2 (velikost otvoru včetně plochy sítě 720 cm^2).

Velikost komínku – **vnitřní průměr komínku 100 mm**, bez zakrytí mřížkou, čistá plocha otvoru 80 cm^2 . Výška komínku nad střešním pláštěm je 300 mm.

Tab. 5: Posouzení a hodnocení skladby střechy 105

Hodnocený parametr konstrukce	Stávající stav	
	Hodnota vypočtená	Hodnocení
Součinitel prostupu tepla $U_N [W/(m^2.K)]$	0,19	+
Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu při návrhové teplotě a relativní vlhkosti venkovního a vnitřního vzduchu v zimním období pro vyloučení rizika růstu plísní $f_{Rsi} [-]$ (odpovídající nejnižší povrchová teplota $[^{\circ}C]$)	0,953 (19,0)	+
Množství zkondenzované vodní páry M_c ve skladbě $[kg/(m^2.a)]$	0,0	+
Celoroční bilance vlhkosti $M_c < M_{ev} [kg/(m^2.a)]$	Aktivní	+
Průběh relativní vlhkosti vzduchu proudícího ve větrané vzduchové vrstvě $\varphi_{cv} [\%]$	83,2	+
Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu části konstrukce od větrané vzduchové vrstvy k venkovnímu prostředí $f_{Rsi} [-]$.	$f_{Rsi,N} < f_{Rsi}$ 0,510 < 0,662	+
Celkové hodnocení	+	
+ ... Vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 : 2011 [2]		
! ... Nevyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 : 2011 [2]		
Pozn.: Vliv kotvení tepelné izolace je zahrnut v korekci součinitele prostupu tepla na vliv systematických tepelných mostů $\Delta U = 0,02 W/(m^2 K)$		

Posuzovaná skladba střechy 107 je s takto navrženými příváděcími a odváděcími otvory výpočtově vyhovující dle ČSN 73 0540-2 [2].

7. ZÁVĚR

Větrání pultových střech je v navrhovaném stavu z hlediska požadavků ČSN 73 0540-2 [2] výpočtově vyhovující.

Relativní vlhkost vzduchu ve větrané vzduchové vrstvě je závislá na faktoru difúzního odporu (μ [-]) parozábrany. V případě použití fólie lehkého typu je vhodné použít parozábranu s hliníkovou vložkou. Dále je nutno dbát na kvalitní realizaci parozábrany v ploše a zejména dbát na kvalitní vzduchotěsné připojení parozábrany na ostatní konstrukce (stěny, prostupy, atd.), výpočtově je uvažováno se vzduchotěsným provedením parozábrany (kvalitní realizace).

Pro zajištění výše uvedeného doporučujeme dřevěný podhled oddělit od parotěsnicí vrstvy pomocí instalačního prostoru v podobě nevětrané vzduchové vrstvy. V této vrstvě je možné (vhodné) vést elektroinstalaci a ostatní rozvody, bez nutnosti perforace parozábrany.

Při realizaci nové parozábrany doporučujeme zvážit její aplikaci na tuhý podklad např. z OSB desek. Realizace parozábrany na měkkém podkladu (minerální vata apod.) je riziková z hlediska jejího vzduchotěsného provedení.

Pro ověření kvality provedení parozábrany doporučujeme provedení Blower - Door testu s kontrolou vzduchotěsnosti provedené parozábrany střechy. V případě zájmu Vám na tuto službu zpracujeme nabídku.

Dále doporučujeme umístění doplňkové hydroizolační vrstvy do skladby v podobě difúzně otevřené fólie jako ochranu před případnou zatečenou vodou, ochranu před případným skapávajícím kondenzátem a ochranu před zafoukáváním chladného vzduchu do tepelné izolace apod.

V Praze dne 30. 6. 2015

DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Jakub Běžel

jakub.bezel@dek-cz.com