

Návrh skladeb plochých střech s tepelnětechnickým posouzením

Objednatel: **Název firmy:** **PLANSTAV a.s.**

IČ: 25200976

Adresa: Kaznějovská 1216/21, Plzeň

Osoba: Ing. Stanislava Mužíková

Mobilní tel: +420 604 954 335

Email: muzikova@planstav.biz

Objekt: **Název objektu:** Střední průmyslová škola dopravní

Ulice: Karlovarská 99

Město: Plzeň

PSČ: 301 00

1 Podklady

- [1] Část původní nedatované projektové dokumentace (řezy s popisem skladeb) zaslané objednatelem emailem dne 2.9.2020
- [2] ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení
- [3] Směrnice ČHIS 01: Hydroizolační technika – Ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucím působením vody a vlhkosti, Česká hydroizolační společnost ČSSI
- [4] Směrnice ČHIS 04: Navrhování střech, Česká hydroizolační společnost ČSSI
- [5] ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení
- [6] ČSN P 73 0606 Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení
- [7] ČSN 73 0540-1-4 Tepelná ochrana budov
- [8] ČSN EN ISO 13788 Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody
- [9] Pravidla pro navrhování a provádění střech, Cech klempířů, pokrývačů a tesařů ČR
- [10] Software pro stavební fyziku – TEPELNÁ TECHNIKA 1D (www.deksoft.eu)
- [11] STANDARDY MATERIÁLŮ, DEK a.s. (www.deksoft.eu)
- [12] Publikace, montážní příručky a technické listy užitých materiálů společnosti DEK a.s.:
 - KUTNAR Střechy s povlakovou hydroizolační vrstvou – Skladby a detaily (<https://www.dek.cz/technicka-podpora/projekcni-prirucky>);
 - STAVEBNINY DEK Asfaltové pásy – Montážní návod (<https://www.dek.cz/technicka-podpora/montazni-navody>).

U publikací, předpisů a norem platí poslední znění včetně novelizací a změn vydaných k datu expedice tohoto dokumentu.

2 Zadání, požadavky objednatele

Objednatel požaduje provést návrh skladeb plochých střech s tepelnětechnickým posouzením pro uvažovanou rekonstrukci. Požadovaná míra zateplení má splňovat doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla. Požadovaný materiál povlakové hydroizolace jsou modifikované asfaltové pásy.

Dle informací objednatele nejsou na skladbu střechy kladeny požadavky z hlediska požární ochrany.

3 Popis

3.1 Popis objektů a interiéru

Jedná se o střechy školních pavilonů a tělocvičny v Plzni. Objekty jsou zastřešeny plochými, střechami. Střechy školních pavilonů jsou dvouplášťové, střecha tělocvičny je jednoplášťová. Střechy jsou odvodněny do vnitřních vtoků, okraje jsou ukončeny nízkou atikou nebo ostrou hranou. Sklon povrchu střechy činí cca 2%. Na střeše pavilonu se nachází vzduchotechnické komory, prostupy odvětrání a vedení bleskosvodu.

V interiéru se nacházejí školní učebny a tělocvična.

3.2 Nález

Původní skladba STR-1 střechy školního pavilonu dle [1], vrstvy uvedeny v pořadí od exteriéru:

č.	popis vrstvy poznámky ke stavu a vlastnostem vrstvy	tloušťka [mm]
1	Souvrvství asfaltových pásů s různými nosnými vložkami	cca 10
2	Železobetonové panely ve sklonu (cca 2%)	80
3	Větraná vzduchová vrstva	prům. cca 150
4	Desky z minerálních vláken	120
5	Nosná železobetonová stropní konstrukce	150

Původní skladba STR-2 střechy tělocvičny dle [1], vrstvy uvedeny v pořadí od exteriéru:

č.	popis vrstvy poznámky ke stavu a vlastnostem vrstvy	tloušťka [mm]
1	Souvrvství asfaltových pásů s různými nosnými vložkami	cca 20
2	Cementový potěr	20
3	Nosné střešní porobetonové panely ve sklonu (cca 2%)	150
4	Ocelový příhradový vazník	800
5	Dřevěný podhled	19

Původní skladby nevyhovují aktuálním požadavkům ČSN 73 0540-2 [7] na hodnotu součinitele prostupu tepla.

4 Návrh

4.1 Navržené skladby střech

4.1.1 Skladba střechy školního pavilonu

Navrhujeme změnu původní větrané dvouplášťové střechy na střechu dvouplášťovou nevětranou s novou tepelnou izolací umístěnou na horním plášti. Na vyspravený a vyrovnaný povrch původní hydroizolace budou provedeny nové vrstvy tepelné izolace a hydroizolace. Nové vrstvy je navrženo k nosnému podkladu stabilizovat mechanickým kotvením. Výška atik není dostatečná pro navýšení skladby oproti současnému stavu a bude třeba ji navýšit.

Navrhovaná skladba střechy STR-3, vrstvy uvedeny v pořadí od exteriéru:

	č.	materiálové charakteristiky název referenčního výrobku technologie provedení	funkce vrstvy	tloušťka [mm]
enávazňové	1	Pás z SBS modifikovaného asfaltu, vyztužený kompozitní vložkou z polyesterové rohože a skleněné tkaniny, na vnějším líci opatřený ochranným posypem ELASTEK 40 COMBI <i>plnoplošně natavit k podkladu</i>	Hydroizolační	4,5
	2	Samolepicí pás z SBS modifikovaného asfaltu, vyztužený skleněnou tkaninou, na vnějším líci opatřený spalitelnou folií GLASTEK 30 STICKER ULTRA <i>fixovat k podkladu plnoplošným lepením a mechanickým kotvením (vrstva č. 5) ¹⁾</i>	Hydroizolační	3,0
	3	Rovné desky (a případně spádové klíny) ve více vrstvách z pěnového, samozhášivého a stabilizovaného polystyrenu, napětí polystyrenu v tlaku při 10% deformaci > 100 kPa EPS 100 <i>jednotlivé vrstvy tepelné izolace pokládat vzájemně na vazbu, fixovat k podkladu mechanickým kotvením (vrstva č. 5) ¹⁾</i>	Tepelněizolační (Sklonová) ⁴⁾	200 ^{STR-3}
původní	4	Souvrství asfaltových pásů, očištěné, vyrovnané, boule prořezat, vysušit a vyspravit ²⁾	Parotěsnicí Vzduchotěsnicí	10
	5	Železobetonové panely ve sklonu (cca 2%)	Nosná, sklonová	80
	6	Nevětraná vzduchová vrstva	-	150
	7	Desky z minerálních vláken	Tepelněizolační	120
	8	Nosná železobetonová stropní konstrukce	Nosná	150

Navrhujeme zateplit celý povrch atik (z vnější strany obvodových stěn je nutné provést ETICS dostatečné tloušťky až k úrovni spodního povrchu stropní konstrukce posledního podlaží). **Střechu je nutné ponechat větranou** až do doby realizace ETICS. Následně mohou být větrací otvory zaslepeny tepelnou izolací (EPS, PU pěna) a překryty ETICS. V opačném případě hrozí riziko kondenzace vlhkosti na vnitřním povrchu obvodových stěn v prostoru vzduchové vrstvy z důvodu nízkých povrchových teplot v zimním období.

4.1.2 Skladba střechy tělocvičny

Navrhujeme ponechat stávající skladbu střechy a provést nové vrstvy shora. Na vyspravený a vyrovnaný povrch původní hydroizolace budou provedeny nové vrstvy tepelné izolace a hydroizolace. Nové vrstvy je navrženo k nosnému podkladu stabilizovat mechanickým kotvením. Výška atik není dostatečná pro navýšení skladby oproti současnému stavu a bude třeba ji navýšit.

Navrhovaná skladba střechy STR-4, vrstvy uvedeny v pořadí od exteriéru:

	č.	materiálové charakteristiky název referenčního výrobku technologie provedení	funkce vrstvy	tloušťka [mm]
nově navržená	1	Pás z SBS modifikovaného asfaltu, vyztužený kompozitní vložkou z polyesterové rohože a skleněné tkaniny, na vnějším líci opatřený ochranným posypem ELASTEK 40 COMBI <i>plnoplošně natavit k podkladu</i>	Hydroizolační	4,5
	2	Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu, vyztužený skleněnou tkaninou, na vnějším líci opatřený spalitelnou folií GLASTEK 30 STICKER ULTRA <i>fixovat k podkladu plnoplošným lepením a mechanickým kotvením (vrstva č. 5, 6) ¹⁾</i>	Hydroizolační	3,0
	3	Rovné desky (a případně spádové klíny) ve více vrstvách z pěnového, samozhášivého a stabilizovaného polystyrenu, napětí polystyrenu v tlaku při 10% deformaci > 100 kPa EPS 100 <i>jednotlivé vrstvy tepelné izolace pokládat vzájemně na vazbu, fixovat k podkladu mechanickým kotvením (vrstva č. 5, 6) ¹⁾ a lepením PU lepidlem PUK 3D</i>	Tepelněizolační (Sklonová) ⁴⁾	160 ^{STR-4}
původní	4	Souvrství asfaltových pásů, očištěné, vyrovnané, boule prořezat, vysušit a vyspravit ²⁾	Parotěsnicí Vzduchotěsnicí	20
	5	Cementový potěr	Vyrovnávací	20
	6	Nosné střešní porobetonové panely ve sklonu (cca 2%)	Nosná, sklonová	150
	7	Ocelový příhradový vazník	Nosná	800
	8	Dřevěný podhled	Pohledová	19

Poznámky k tepelnětechnickému posouzení

Skladby střech byly tepelnětechnicky posouzeny na převažující vnitřní návrhové podmínky uvedené v příloze P1. V případě odlišného požadavku na parametry vnitřního vzduchu, je nutné provést nové tepelnětechnické posouzení!

STR-3,4 Tloušťka tepelné izolace vyhovuje v ploše doporučení normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov [7] na součinitel prostupu tepla.

U skladby střechy školního pavilonu po provedení zateplení dochází výpočtově k tvorbě kondenzátu na vnitřním povrchu železobetonového panelu horního pláště při extrémních výpočtových podmínkách, množství kondenzátu nepředstavuje ohrožení pro konstrukci střechy. Při průměrných výpočtových podmínkách ke kondenzaci nedochází.

Detaily je nutné dimenzovat tak, aby neobsahovaly výrazné tepelné mosty a nedocházelo k promrzání konstrukcí. Kritické tepelné vazby je nutné posoudit více rozměrným teplotním polem.

Podmínky realizace

Pro dlouhodobou funkčnost a spolehlivost střech je nutné splnit uvedené podmínky:

1) Pro volbu vhodného kotevního systému a ověření únosnosti podkladu střech **je nutné provedení tahových zkoušek** odpovědnou osobou s patřičným oprávněním v souladu s ETAG 006 – Provádění výtažných zkoušek na stavbě. Pro ověření požadované únosnosti kotevního prvku (min. 400 N) je nutné na stavbě dosáhnout výtažné síly nejméně 1200 N (uvažováno s bezpečnostním koeficientem 3). V případě, že kotevní prvek tyto požadavky nesplňuje, měl by být navržen a ověřen jiný typ kotevního prvku nebo jiný způsob stabilizace. Zajištění výtažných zkoušek, návrh kotevních prvků a plán stabilizace proti účinkům sání větru lze objednat u technika Ateliu DEK na níže uvedených kontaktech. Kotvení je nutné provádět přes první vrstvu asfaltového pásu v přesazích, případně v ploše pásu. Kotvy v ploše pásu je nutné převařit přířezem pásu.

Před realizací skladby tělocvičny je nutné povrch původní střechy zbavit volných částí, důkladně očistit, ověřit soudržnost podkladní vrstvy z asfaltových pásů (vzájemnou i k podkladu) a ověřit přídržnost lepidla k podkladu orientační odtrhovou zkouškou (viz [12]). Zajištění plánu stabilizace proti účinkům sání větru lze objednat u technika Ateliu DEK na níže uvedených kontaktech.

2) Účinně napojit novou parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstvu na penetrované prostupující a navazující konstrukce asfaltovým pásem. Za tímto účelem navrhujeme využít asfaltový pás GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL.

3) Vnitřní svislý povrch a koruny atik je nutné po navýšení zateplit tepelnou izolací z EPS 100. Koruny atik je nutné provést ve sklonu min. 3° (5,24%) směrem do střechy. Detaily prostupů a návazností je nutné upravit tak, aby povlakovou hydroizolaci bylo možné ukončit min. 150 mm nad přilehlým povrchem střechy.

4) Dle ČSN 73 1901 [2] při sklonech povrchu střechy do 3 % nelze obvykle vyloučit na povrchu hydroizolace vznik lokálních kaluží. Případné zvýšení sklonu lze realizovat spádovými klíny z EPS v rámci realizace vrstvy č. 3. V tomto případě je nutné uvažovat navrženou tloušťku vrstvy STR-3 a STR-4 za minimální možnou.

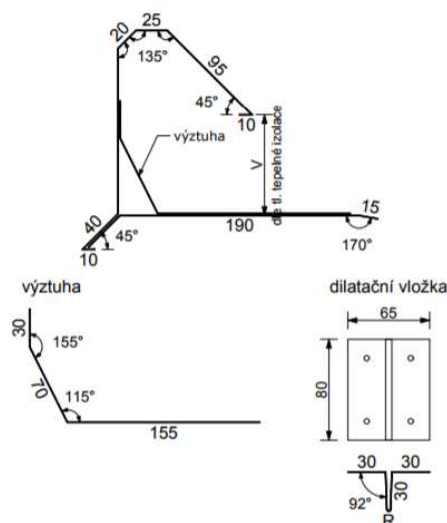
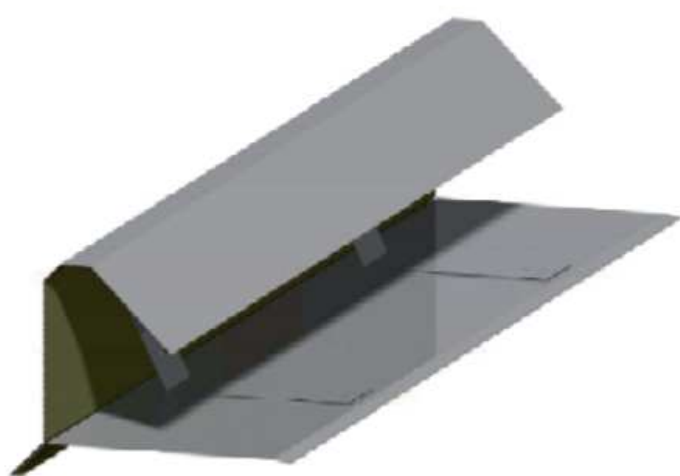
5) Po dokončení realizace střech musí být znovu proveden vnější systém ochrany před bleskem. Veškeré montážní práce elektro musí být provedeny dle platných předpisů a následně schváleny revizním technikem.

Poznámky k údržbě střechy

V průběhu užívání střechy je nutné dodržovat doporučené cykly kontrol, údržby a obnovy dle ČSN 73 1901 [2], příloha H.

Možnost řešení okraje střechy

S ohledem na skutečnost, že v současné době je střecha ukončena atikou velmi malé výšky, bude nutné při rekonstrukci střechy vyřešit mimo jiné také detail ukončení střechy po obvodě. Jednou z možností může být provedení montáže profilu UNIDEK viz obrázek.

**5 Závěrečné poznámky**

Tento dokument nenahrazuje projektovou dokumentaci. V případě zájmu o zpracování projektové dokumentace se pro zprostředkování služby obraťte na regionálního technika Ateliu DEK na níže uvedených kontaktech.

Vyhrazujeme si právo na změnu koncepce řešení v případě odlišných skutečností zjištěných při vlastním provádění, proto doporučujeme při zahájení rekonstrukce kontaktovat pracovníky Ateliu DEK a nově navrženou skladbu v průběhu realizace aktuálně konzultovat.

Zásady navrhování, typové detaily a technologické postupy zpracování jednotlivých materiálů jsou uvedeny v aktuálních publikacích [12].

V rámci technického servisu společnosti STAVEBNINY DEK a.s. nabízíme při uplatnění materiálů z našeho sortimentu konzultace technika Ateliu DEK při jejich zabudovávání do konstrukce.

Další konzultace jsou možné na níže uvedených kontaktech.

6 Přílohy

[P1] 2 x A4 – Tepelnětechnické posouzení konstrukce

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Tomas Ziegler', is written over a horizontal line.

V Plzni dne 10. 9. 2020

ATELIER DEK, STAVEBNINY DEK a.s.

Ing. Tomáš Ziegler
tomas.ziegler@dek-cz.com
+420 733 168 161

PŘÍLOHA Č.1:

SOUHRNNÉ VYHODNOCENÍ TEPELNĚTECHNICKÝCH VÝPOČTŮ

Identifikační číslo vypracovaného dokumentu	2020-021199-ZiegT
---	-------------------

Okrajové podmínky pro skladby: STR-1; STR-3

Návrhová vnitřní teplota:	θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	21,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ_i	55	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\varphi$	5	%
Průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	4. třída (Příloha A.2 ČSN EN ISO 13788) - Dolní mez		
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-15,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	311	m.n.m.

Okrajové podmínky pro skladby: STR-2; STR-4

Návrhová vnitřní teplota:	θ_i	15,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	16,0	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ_i	70	%
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta\varphi$	5	%
Průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	3. třída (Příloha A.2 ČSN EN ISO 13788) - Dolní mez		
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	θ_e	-15,0	°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	φ_e	84	%
Nadmořská výška budovy (terénu):	h	311	m.n.m.

Součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla				
		Dle českých technických norem				
Ozn.	Název	ΔU	U_N	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
STR-1	Původní skladba střechy školního pavilonu	0,01	0,24	0,16	0,359	!
STR-2	Původní skladba střechy tělocvičny	0,01	0,35	0,23	1,224	!
STR-3	Navrhovaná skladba střechy školního pavilonu	0,01	0,24	0,16	0,135	x
STR-4	Navrhovaná skladba střechy tělocvičny	0,01	0,35	0,23	0,221	x

Součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla				
		Dle českých technických norem				
Ozn.	Název	ΔU	U_N	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
+ ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
 U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 ΔU ... korekce součinitele prostupu tepla (např. vlivem vzduchových dutin v tepelné izolaci, mechanicky kotvících prvků procházejících tepelněizolační vrstvou, srážkové vody na obrácené střechy)

Teplotní faktor vnitřního povrchu

Konstrukce		Teplotní faktor		
		ČSN 73 0540		
Ozn.	Název	$f_{Rsi,N}$ ($\theta_{si,min}$)	f_{Rsi} (θ_{si})	Hod.
[-]	[-]	[- (°C)]	[- (°C)]	[-]
STR-3	Navrhovaná skladba střechy školního pavilonu	0,793 (13,5)	0,967 (19,8)	+
STR-4	Navrhovaná skladba střechy tělocvičny	0,896 (12,8)	0,946 (14,3)	+

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě
+ ... vyhovuje požadované hodnotě

Šíření vodní páry v konstrukci

Konstrukce		Šíření vodní páry			
		ČSN EN ISO 13788			
Ozn.	Název	$M_{C,N}$	M_C	Hod.	Bil.
[-]	[-]	[kg/(m ² .a)]	[kg/(m ² .a)]	[-]	[-]
STR-3	Navrhovaná skladba střechy školního pavilonu	0,100	0,003	+	+
STR-4	Navrhovaná skladba střechy tělocvičny	0,100	0,000	+	+

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě / pasivní bilance kondenzace a vypařování
+ ... vyhovuje požadované hodnotě / aktivní bilance kondenzace a vypařování
Poznámka: V tabulce jsou uvedeny pouze základní posouzení. Některé další požadavky (např. vlhkost v místě zabudovaného dřeva) jsou hodnoceny v podrobném protokolu.

Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy

Konstrukce		Na vnitřním povrchu vrstvy dochází ke kondenzaci vodní páry při		Hod.
Ozn.	Název	extrémních návrhových podmínkách (množství kondenzace [kg/(m ² .měs)])	průměrných návrhových podmínkách	
STR-3	Navrhovaná skladba střechy školního pavilonu	ANO (-)	NE	+
Legenda: ! ... nevyhovuje požadavku + ... vyhovuje požadavku				