

Návrh skladeb plochých střech **s tepelnětechnickým posouzením**

Objednatel: Název firmy: Ing. Filip Marek
IČ: 87382105
Adresa: Kobylice 91, Kobylice, 504 01
Mobilní tel: +420 604 990 795
Email: filip_marek@centrum.cz

Objekt: Název objektu: Gymnázium
Ulice: Komenského 77
Město: Nový Bydžov
PSČ: 504 01

1. Podklady

- [1] Průzkum střechy s provedením sondy a fotodokumentací, uskutečněný dne 5.8.2020 technikem Ateliere DEK Petrem Ponikelským.
- [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.:
STAVEBNÍ KNIHOVNA DEK
(<https://deksoft.eu/www/bimplugin>);
KUTNAR Střechy s povlakovou hydroizolační vrstvou – Skladby a detaily
(<https://www.dekpartner.cz/vzdelavaci-centrum/projekcni-publikace/prohlednout>);
STAVEBNINY DEK Asfaltové pásy – Montážní návod
DEKPLAN střešní fólie – Montážní návod
(<https://www.dekpartner.cz/vzdelavaci-centrum/montazni-navody/prohlednout>).

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 je PVC-P fólie.

Dle informací objednatele mají skladby splňovat požadavky na klasifikaci B_{ROOF} (t3) z hlediska chování při působení vnějšího požáru.

3. Popis

3.1. Popis objektu a interiéru

Jedná se o ploché střechy budovy gymnázia. Objekty učeben, tělocvičny a školního bytu jsou zastřešeny plochými jednoplášťovými střechami. Střechy jsou odvodněny do vnitřních vtoků a po obvodu ukončeny atikou. Sklon povrchu střech činí min. cca 2 %.

V jednotlivých interiérech jsou umístěny učebny, tělocvična a bytová jednotka.

3.2. Nález

Původní skladby střech dle [1], vrstvy uvedeny v pořadí od exteriéru:

a) Učebny

č.	popis vrstvy poznámky ke stavu a vlastnostem vrstvy	stav vrstvy	tloušťka [mm]
1	Pásky z oxidovaného asfaltu - na povrchu s břídlíčným posypem - mezi první a druhou vrstvou se nacházela volně vytékající voda	- v místě sondy nesoudržné s podkladem i vzájemně mezi sebou - povrch lokálně zvlněný – nalezena kapsa naplněná vodou	10
2	Betonová mazanina	- suchá	50
3	Plynosilikátové tvárnice	- suchá	200
4	Škvárový násyp	- neověřeno	předpoklad 150
5	Železobetonové stropní panely	- neověřeno	předpoklad 150
6	Vnitřní vápenocementová omítka	- suchá	cca 15

Dochází k lokální tvorbě kaluží dlouhodobého charakteru v okolí střešních vtoků. Sklon střechy je cca 2 – 4%.

b) Školní byt

č.	popis vrstvy poznámky ke stavu a vlastnostem vrstvy	stav vrstvy	tloušťka [mm]
1	Pásky z modifikovaného asfaltu - na povrchu s břídlíčným posypem - na povrchu zvlněné - prokresleny desky tepelné izolace	- mírná vlhkost - v místě sondy nesoudržné s podkladem i vzájemně mezi sebou	8
2	Pěnový polystyren	- mírná vlhkost z horní strany	80
3	Pásky z oxidovaného asfaltu	- v místě sondy soudržné s podkladem i vzájemně mezi sebou	18
4	Betonová mazanina	- suchá	50
5	Plynosilikátové tvárnice	- suchá	200
6	Škvárový násyp	- neověřeno	předpoklad 150
7	Železobetonové stropní panely	- neověřeno	předpoklad 150
8	Vnitřní vápenocementová omítka	- suchá	cca 15

Dochází k lokální tvorbě kaluží dlouhodobého charakteru v úžlabí mezi dvěma střešními vtoky. Sklon střechy je cca 3 – 8%.

c) Tělocvična

č.	popis vrstvy poznámky ke stavu a vlastnostem vrstvy	stav vrstvy	tloušťka [mm]
1	Pásky z oxidovaného asfaltu - na povrchu s břídlíčným posypem	- v místě sondy nesoudržné s podkladem, soudržné vzájemně mezi sebou - mezi jednotlivými vrstvami mírná vlhkost	20
2	Betonová mazanina	- suchá	30
3	Separální oxidovaný asfaltový pás typu R13	- suchá	1
4	Pěnový polystyren	- suchá	40
5	Jemný štěrk obsahující elektroinstalace	- suchá	10
6	Železobetonové žebírkové stropní panely	- neověřeno	předpoklad 40

Dochází k lokální tvorbě kaluží dlouhodobého charakteru v celé ploše střechy. Sklon střechy je cca 2%.

3.3. Fotodokumentace

Výběr z fotodokumentace pořízené při průzkumu objektu [1].



Foto 1 Pohled na střechu učeben



Foto 2 Vytékající voda v sondě nad učebnami



Foto 3 Pohled na kaluže na střechě tělocvičny



Foto 4 Elektroinstalace v sondě nad tělocvičnou



Foto 5 Sonda nad školním bytem



Foto 6 Pohled na střechu na školním bytem

3.4. Hodnocení

Původní skladby nevyhovují aktuálním požadavkům ČSN 73 0540-2 [7] na hodnotu součinitele prostupu tepla, výpočtová bilance vlhkosti ve skladbách je pasivní, sondy však prokázaly reálnou funkčnost skladeb v ploše (vrstvy byly zastiženy suché). Na základě zkušeností z obdobných skladeb střech předpokládáme, že skladby jsou tepelnětechnicky funkční. Vlhkost ve skladbách je při současném stavu poznání s největší pravděpodobností způsobena zatékáním.

Na povrchu střech se vyskytují hydroizolační vady a poruchy. Stav některých detailů může být příčinou lokálního zatékání do skladeb.

Sklon střech není dostatečný pro plynulý odtok vody. Na střeše učeben a bytu se lokálně kolem vtoků tvoří kaluže dlouhodobého charakteru, na tělocvičně se tvoří kaluže ve větší ploše.

4. Návrh

4.1. Koncepce

U skladby střechy nad **školním bytem** navrhujeme na stávající skladbu provedení nové tepelné izolace a mechanicky kotvené hydroizolace z PVC-P folie.

V případě ponechání původních vlhkých vrstev bude docházet k odpařování zabudované vody ze skladby střechy. Tato odpařující se vlhkost nebude mít vliv na nově provedené vrstvy, je však nutné upozornit, že při nepříznivých okrajových podmínkách se může vysychání negativně projevat vlhnutím spodního líce stropní konstrukce (hlavně ve spárách mezi stropními panely).

Vzhledem k množství volně vytékající vody ve stávajícím hydroizolačním souvrství z asfaltových pásů na střeše **učeben**, navrhujeme jeho odstranění na podkladní betonovou mazaninu, která byla zastižena v suchém stavu. Na takto odhalenou konstrukci navrhujeme provedení nové parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstvy z SBS modifikovaného asfaltového pásu, provedení nové tepelné izolace a mechanicky kotvené hydroizolace z PVC-P folie.

Během realizace je nutné důsledně eliminovat riziko zatečení do interiérů z důvodu odstranění původních hydroizolačních vrstev. Následně prováděná nová parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstva bude plnit funkci provizorní hydroizolace.

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

4.2. Skladby

Navrhované skladby střech, vrstvy uvedeny v pořadí od exteriéru:

a) Učebny

	č.	materiálové charakteristiky název referenčního výrobku technologie provedení	funkce vrstvy	tloušťka [mm]
nově navržena	1	Folie z měkčeného PVC určená k mechanickému kotvení, vyztužená polyesterovou tkaninou <u>důležité technické parametry:</u> rozměrová stálost 0,3 %; největší tahová síla podélně/příčně 1000/1000 N/50mm; odolnost proti protrhávání podélně/příčně 180/180 N; odolnost proti odlupování ve spoji 150 N/50 mm; smyková odolnost ve spoji podélně/příčně 800/800 N; ohebnost za nízkých teplot -25 °C DEKPLAN 76 <i>fixovat k podkladu mechanickým kotvením ¹⁾</i>	Hydroizolační	1,5
	2	Textilie ze sklovláknitého vliesu o plošné hmotnosti 120 g.m ⁻² <u>důležité technické parametry:</u> plošná hmotnost 120 g/m ² ; min. pevnost v tahu podélně/příčně 8,0/3,5 kN/m FILTEK V	Separační	-
	3	Rovné desky 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 nebo lepením PU lepidlem Insta-Stik</i>	Tepelněizolační (Sklonová ³⁾)	200 ^{STR-1)}
	4	Pás z SBS modifikovaného asfaltu, vyztužený skleněnou tkaninou, na vnějším líci opatřený separačním posypem <u>důležité technické parametry:</u> plošná hmotnost vložky 200 g/m ² ; největší tahová síla podélně/příčně 1400/1600 N/50mm; odolnost proti stékání při zvýšené teplotě 100 °C; ohebnost za nízkých teplot -25 °C; množství asfaltové hmoty 3000 g/m ² ; vyhovuje požadavkům garance kvality SVAP ČR i ČSN 73 0605-1 GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL <i>bodově natavit k podkladu, účinně napojit na navazující vzduchotěsnící konstrukce</i>	Provizorně hydroizolační Parotěsnící Vzduchotěsnící	4
	5	Asfaltová penetrační emulze, zpracovatelná za studena, ředitelná vodou, spotřeba cca 0,3 – 0,4 kg/m ² DEKPRIMER	Adhezní	-
	6	Vyrovnání podkladu dle rozsahu nerovností	Vyrovňovací	-
odstr.	x	Pásky z oxidovaného asfaltu		10

původní	7	Betonová mazanina	Nosná Vyrovnávací	50
	8	Plynosilikátové tvárnice	Tepelněizolační	200
	9	Škvárový násyp	Sklonová (2-4%)	předpoklad 150
	10	Železobetonové stropní panely	Nosná Vzduchotěsnící	předpoklad 150
	11	Vnitřní vápenocementová omítka	Pohledová	cca 15

b) Školní byt

	č.	materiálové charakteristiky název referenčního výrobku technologie provedení	funkce vrstvy	tloušťka [mm]
nově navržená	1	Folie z měkčeného PVC určená k mechanickému kotvení, vyztužená polyesterovou tkaninou <i>důležité technické parametry:</i> rozměrová stálost 0,3 %; největší tahová síla podélně/příčně 1000/1000 N/50mm; odolnost proti protrhávání podélně/příčně 180/180 N; odolnost proti odlupování ve spoji 150 N/50 mm; smyková odolnost ve spoji podélně/příčně 800/800 N; ohebnost za nízkých teplot -25 °C DEKPLAN 76 <i>fixovat k podkladu mechanickým kotvením ¹⁾</i>	Hydroizolační	1,5
	2	Textilie ze sklovláknitého vliesu o plošné hmotnosti 120 g.m ⁻² <i>důležité technické parametry:</i> plošná hmotnost 120 g/m ² ; min. pevnost v tahu podélně/příčně 8,0/3,5 kN/m FILTEK V	Separační	-
	3	Rovné desky 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 nebo lepením PU lepidlem Insta-Stik</i>	Tepelněizolační (Sklonová ³⁾)	120 ^{STR-2)}
	4	Vyrovnání podkladu dle rozsahu nerovností (např. vyrovnání přířezy celoplošně nataveného asfaltového pásu), prořezání, vysušení a následné vyspravení boulí v původní hydroizolaci	Vyrovnávací	-
původní	5	Pásky z modifikovaného asfaltu - na povrchu s břídlíčným posypem	Parotěsnící ²⁾ Vzduchotěsnící	8
	6	Pěnový polystyren	Tepelněizolační	80
	7	Pásky z oxidovaného asfaltu - na povrchu s břídlíčným posypem	Parotěsnící Vzduchotěsnící	18
	8	Betonová mazanina	Nosná Vyrovnávací	50
	9	Plynosilikátové tvárnice	Tepelněizolační	200

10	Škvárový násyp	Sklonová (3-8%)	předpoklad 150
11	Železobetonové stropní panely	Nosná Vzduchotěsnící	předpoklad 150
12	Vnitřní vápenocementová omítka	Pohledová	cca 15

c) Tělocvična

Návrh skladby neřešen, jen zdokumentován stávající stav.

4.3. Souhrnné poznámky

Poznámky k tepelnětechnickému posouzení

Skladby střech byla 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-1,2) Tloušťka tepelné izolace vyhovuje v ploše doporučení normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov [7] na součinitel prostupu tepla.

Použitím skladby, ve které jsou navrženy takové tloušťky tepelných izolací, aby skladba splňovala doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla, lze s větší pravděpodobností dodržet všechny požadované vlastnosti budovy, které se uvažují v rámci Průkazu energetické náročnosti budovy dle zákona 406/2000 Sb. a prováděcí vyhlášky 78/2013 Sb.

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

Poznámky k technologii provádění

1) Pro volbu vhodného kotevního systému a ověření únosnosti podkladu 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 průměrné výtažné síly nejméně 1200 N na kotvu (uvažováno s bezpečnostním koeficientem 3). Zároveň doporučujeme, aby jednotlivé výtažné síly byly větší než 1000 N. 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 Atelieru DEK na níže uvedených kontaktech.

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

3) 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.

Vnitřní svislý povrch a koruny atik je nutné 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.

Po dokončení realizace střechy 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.

5. Závěrečné poznámky

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

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 Atelieru DEK při jejich zabudovávání do konstrukce.

Další konzultace jsou možné na níže uvedených kontaktech.

6. Přílohy

[P1] 3 x A4 – Tepelnětechnické posouzení konstrukce.



V Hradci Králové dne 26. 8. 2020

ATELIER DEK, STAVEBNINY DEK a.s.

Petr Ponikelský

petr.ponikelsky@dek-cz.com

+420 737 281 219

PŘÍLOHA Č.1:

SOUHRNNÉ VYHODNOCENÍ TEPELNĚTECHNICKÝCH VÝPOČTŮ

Identifikační číslo vypracovaného dokumentu	2020-018280-PPo
---	-----------------

Okrajové podmínky pro skladby: STR-1

Návrhová vnitřní teplota:	θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	20,6	°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	231	m.n.m.

Okrajové podmínky pro skladby: STR-2

Návrhová vnitřní teplota:	θ_i	20,0	°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	θ_{ai}	20,6	°C
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	φ_i	50	%
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	231	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	Učebny	0,01	0,24	0,16	0,157	x
STR-2	Školní byt	0,01	0,24	0,16	0,154	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-1	Učebny	0,792 (13,2)	0,962 (19,2)	+
STR-2	Školní byt	0,747 (11,6)	0,962 (19,3)	+

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-1	Učebny	0,054	0,003	+	+
STR-2	Školní byt	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.