

INVESTOR	 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	<b>Západočeská univerzita v Plzni</b> Univerzitní 8, 306 14 Plzeň
PROJEKTANT	 HPP CH PROJEKT PLZEŇ s.r.o.	<b>CH PROJEKT PLZEŇ s.r.o.</b> PROJEKTOVÁ, INŽENÝRSKÁ A KONZULTAČNÍ ORGANIZACE

## POSUDEK

### TECHNICKÉ POSOUZENÍ FASÁDNÍHO A STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ OBJEKTŮ FAKULTY STROJNÍ

STAVBA	<b>Fakulta strojní</b>
INVESTOR	Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň
MÍSTO STAVBY	areál ZČU Plzeň
ČÁST PROJEKTU	
SO/PS (ČÍSLO-NÁZEV)	
ČÁST SO/PS (ČÍSLO-NÁZEV)	
ČÍSLO ZAKÁZKY	172128

Počet vyhotovení	Měsíc / rok vyhotovení	Číslo svazku	Číslo sešitu
	06/2015		
Číslo vyhotovení	Archivní číslo dokumentace	Lokační číslo	
<b>1</b>	172128		

## Matický výpočet

únosnosti antikoročních kotek-<sup>1</sup> v sendvičového  
obvodového, pláště soustavy ISO 87 průtlačného  
pateřovacími vstřami na objektu ZČV v  
Plzni, areál Želený trojúhelník

V Plzni, 3. července 2015

Vypracoval: Ing. M. M. M. M. M.



Soustava P5087 je skeletopanelová soustava pro občanskou výstavbu s modulovými rozpory stropní konstrukce 7500 a 9000 mm.

Účelem tohoto statického výpočtu je prokázat dostatečnou pevnost kotev v sennicového obvodového pláště v případě žateplení budov. Kotelny jsou z antikoroční oceli 17242 AKV.

Uk návrhu atelieru CH Projekt má být žateplení provedeno následovně:

- reliéfy ve směru monierce budou žatepleny cementovou maltou, průměrná vrstva 75 mm
- tepelná izolace minerální vata 140 mm s hustotou  $140 \text{ kg/m}^3$
- fasádní omítka o tloušťce 5 mm

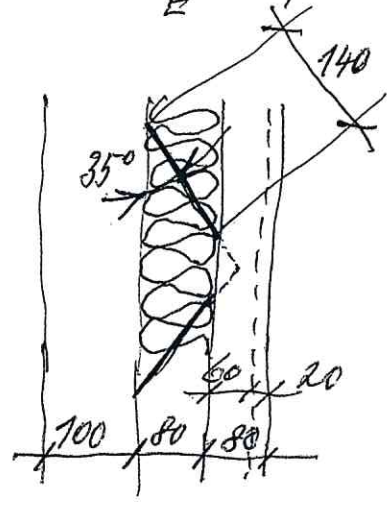
### Parapetní pásy 7500 mm

vl. tíha vnější monierky na 1bm

monierka (0,06 m + 0,010 m) · 1,535 m · 25 kN/m <sup>3</sup> · 1,35 =	3,626 kN
vyravnávací (malta cementová) 0,015 m · 1,535 m · 18 kN/m <sup>3</sup> · 1,35 =	0,560
tepelná izolace 0,14 m · 1,535 m · 11 kN/m <sup>3</sup> · 1,35 =	0,261
fasádní omítka 0,005 m · 1,535 m · 22 kN/m <sup>3</sup> · 1,35 =	0,228
	<hr/>
	4,675 kN/

celková síla na svisté kotvy

$$P_E = 4,675 \cdot 7,5 \text{ m} = 35,063 \text{ kN}$$



kotva  $\phi 8$  ocel 17242

délka větve kotvy

$$L = \frac{80 \text{ mm}}{\sin 35^\circ} = 140 \text{ mm}$$

síla na jednu větev jedné kotvy

$$P_E = \frac{35,063 \text{ kN}}{4} = 8,766 \text{ kN}$$

tláčená větev  $\phi 8$

$$A_s = 50,3 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_E = \frac{8,766 \cdot 10^3 \text{ N}}{50,3 \text{ mm}^2} = 174 \text{ MPa} < \frac{f_{yk}}{1,25} = \frac{265}{1,25} = 230$$

vyhovuje

tláčená větev

kotva je osáknutá do nosné stěny i do monierky  
vopěrná délka

$$L = \frac{140}{2} = 70 \text{ mm}$$

dle ČSN EN 1993-1-1

dle tab. 9 křivka nepřímé pružnosti c

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}} = 1,010$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{196 \cdot 10^3}{230}} = 91,7$$

normovaná štíhlost

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{70 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} \cdot \frac{1}{91,7}$$

$$\bar{\lambda} = 0,382$$

součinitel nepřímosti  $\chi$ , obr. 16

$$\chi = 0,91$$

$$N_{B,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,91 \cdot 593 \cdot 230}{1,1}$$

$$N_{B,Rd} = 9540 \text{ N} > P_E = 8,766 \text{ kN}$$

vyhovuje

teplotní zatížení

dle údajů zadavatele je teplota ve vnější mřížce

po provedení přeteplení

v zimě  $+5^\circ\text{C}$

v létě  $+35^\circ\text{C}$

teplotní rozdíl  $30^\circ\text{C}$

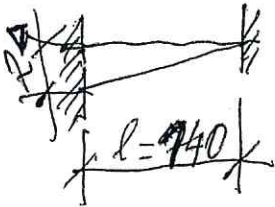
teplotní výkyv  $\pm 15^\circ\text{C}$

proan konce parapetu teplotou

$$\Delta l = 0,00012 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3000 \text{ mm} \cdot 15^\circ \text{C} = 0,27 \text{ mm}$$

ohybový moment v kotvě od posunu od teploty

$$J = \frac{1}{64} \cdot \pi \cdot d^4 = \frac{1}{64} \cdot \pi \cdot 8^4 = 201 \text{ mm}^4$$



$$\Delta l = 0,27 \text{ mm}$$

$$M = \frac{3 \cdot E \cdot J \cdot \Delta}{l^2} = \frac{3 \cdot 196 \cdot 10^3 \text{ MPa} \cdot 201 \text{ mm}^4 \cdot 0,135 \text{ mm}}{140^2 \text{ mm}^2}$$

$$M = 0,814 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

náprávi

$$W = \frac{201 \text{ mm}^4}{4 \text{ mm}} = 50 \text{ mm}^3$$

$$\tau = \frac{814 \text{ N} \cdot \text{mm}}{50 \text{ mm}^3} = 16 \text{ MPa} \ll 230$$

vyhovuje

-6

Parapetní pásy 9000 mm

celková ná. na svíslé kotvy

$$P_E = 4,675 \text{ kN/m} \cdot 9,0 \text{ m} = 42,075 \text{ kN}$$

únosnosti svíslých antikoročních kotek

· kážená větev	$50,3 \text{ mm}^2 \cdot 230 \text{ MPa} =$	$11569 \text{ N}$
· Hlacená větev		$9570 \text{ N}$

---

celkem jedna kotev  $21139 \text{ N}$

dvě kotvy  $\varnothing 8 \text{ mm}$ , ocel 17242

$$P_R = 2 \cdot 21,139 \text{ kN} = 42,278 \text{ kN}$$

$$P_R = 42,278 \text{ kN} > P_E = 42,075 \text{ kN}$$

vyhovuje

### Prostřední stěnové panely (štitové)

zatížení na 1 m<sup>2</sup> po zateplení

monierka (0,06 m + 0,01 m) · 25 kN/m <sup>3</sup> · 1,35	= 2,363 kN/m <sup>2</sup>
výplň vln <sup>á</sup> cementovou om. 0,075 m · 18 kN/m <sup>3</sup> · 1,35	= 0,365 kN/m <sup>2</sup>
miner. vata 0,140 m · 1,40 kN/m <sup>3</sup> · 1,35	= 0,265
fasádní omítka 0,005 m · 22 kN/m <sup>3</sup> · 1,35	= 0,149
<u>celkem</u>	<u>3,142 kN/m<sup>2</sup></u>

největší panel je skladobně 2400/3600 mm

síla monierky po zateplení

$$P_E = 2,38 \text{ m} \cdot 3,58 \text{ m} \cdot 3,142 \text{ kN/m}^2$$

$$P_E = 26,771 \text{ kN}$$

únosnost jedné kotvy φ 8

$$P_{R,1} = 21,139 \text{ kN}$$

dvě kotvy

$$P_{R,2} = 42,278 \text{ kN} > 26,771 \text{ kN} = P_E$$

vyhovuje

• Způsob provedení jedné kotvy:

fasádní panely soustavy ISO 87 byly vyráběny fasádní monierkou dolů a monierka byla kalibrována; řízení výpočtu betonové směsi byla řízená počítačem, můžeme tedy považovat

$$Q_E = Q_k$$

(viz též Holický - Marková: Základy návrhování stavebních konstrukcí, ČKAIT 2004, str. 39)



Zatížení	
monierka $Q_E = Q_R (0,06 + 0,01) \cdot 25 \cdot 1,0$	= 1,750 kN/m <sup>2</sup>
vyplnění maltou	0,365
miner. vata $Q_E = Q_R 0,140 \cdot 1,40 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,0$	= 0,196
fasádní omítka	0,149
<hr/>	
celkem	2,460 kN/m <sup>2</sup>

Zatížení kotvy u panelu 2400/3600

$$P_E = 2,38 \cdot 3,58 \cdot 2,460 = 20,960 \text{ kN}$$

$$P_E = 20,960 \text{ kN} < P_{R,1} = 21,139 \text{ kN}$$

vyhovuje

Závěr: antikoroziní kotvy vyhovují pro popsání způsob zatížení v všech typech obvodového pláště

V Olomouci, 3. července 2015

Vypracoval: myrminikar



## POSUDEK

### Technické posouzení fasádního a střešního pláště objektů Fakulty strojní v areálu ZČU Plzeň

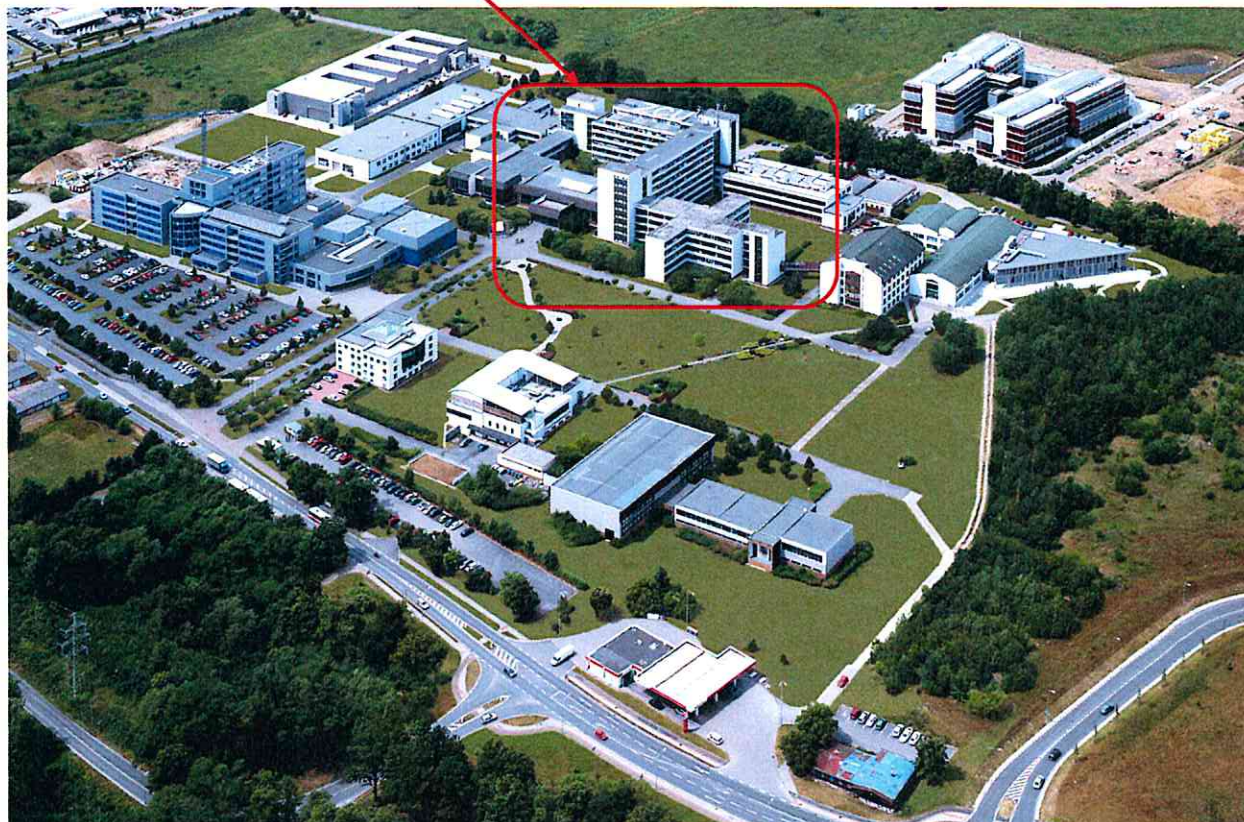
Zadavatel: Západočeská univerzita v Plzni  
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň  
Kontaktní osoba: Ing. Zdeněk Kratochvíl

Zpracovatel: CH Projekt Plzeň s.r.o.  
Revoluční 56a, 312 00 Plzeň  
Zpracovatel: Ing. Martin Bouda

#### Cíl technického posouzení

Cílem technického posouzení jsou variantní řešení zateplení fasádního a střešního pláště ve vztahu k technické náročnosti prováděných prací za provozu budov. Posouzení se týká následujících budov: UL1 – halové laboratoře, K1, K2, K3 – spojovací krčky, UL2 – laboratorní objekt, UV – vstupní objekt, UK – katedrový objekt, UU – výukový objekt, viz. obrázek. Posouzení se netýká objektu poslucháren, který má odlišný konstrukční systém, objektu fyzikálně – metalurgického učebnového pavilonu, který má obvodový plášť vyzdívaný a objektu dílen, který je již rekonstruován.

ZČU Plzeň, Fakulta strojní



### Popis stávajícího stavu budov

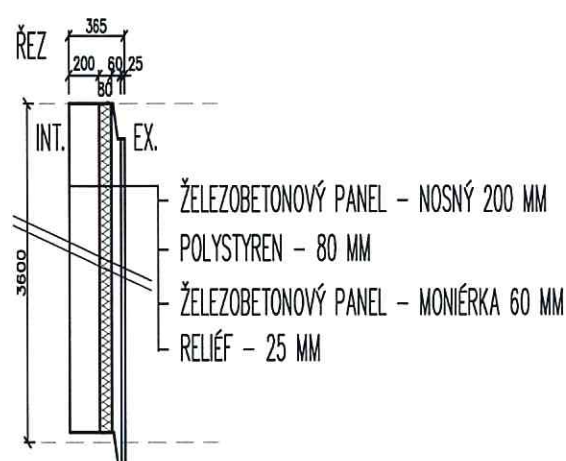
Výstavba komplexu budov fakulty strojní probíhala na přelomu 80. a 90. let minulého století. Tomu odpovídá poměrně dobrý stav stavebních konstrukcí. Všechny budovy na sebe přímo navazují, nebo jsou vzájemně propojeny spojovacími krčky.

Nosná konstrukce budov je tvořena železobetonovým skeletem. Pro konstrukce byl použit v maximální míře konstrukční systém PSO 81. Stropní a střešní konstrukce jsou ze železobetonových prefabrikovaných panelů. Střešní konstrukce jsou převážně dvouplášťové se vzduchovou větranou mezerou. Obvodové konstrukce jsou ze železobetonových sendvičových panelů s tepelnou izolací. Prosklené části budov – dveře, okna, fasády jsou hliníkové.

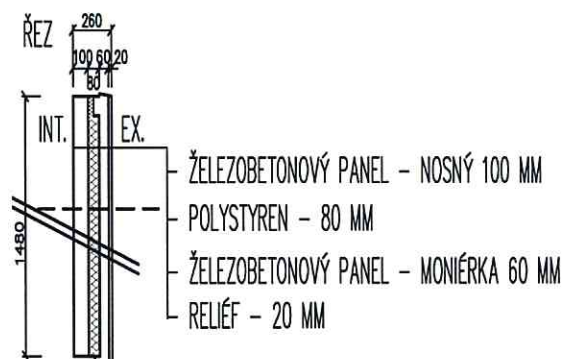
### Obvodový plášť:

Obvodový plášť budov je tvořen ze železobetonových sendvičových panelů s tepelnou izolací umístěnou uvnitř panelu a vnějším nátěrem. Tloušťka tepelné izolace tvořené polystyrénem je 80 mm. Vnitřní část betonového panelu je nosná, vnější ( pohledová ) část panelu je k vnitřnímu přikotvena pomocí kotev z nerezové oceli. Panely mají z větší části povrchový reliéf tl. 20 - 25 mm, z menší části jsou hladké. Převážně se vyskytují dva typy panelů:

Prvním typem jsou panely na celou konstrukční výšku patra budovy ( k.v. = 3,6 m). Většinou se jedná o stěny štítové, nebo stěny v místě schodišť.



Druhým typem jsou panely parapetní, většinou výšky 1,48 m. Panely tvoří souvislé pruhy mezi pásovými okny.



### Prosklené fasády:

Na budovách jsou použity dva typy hliníkových prosklených fasád podle doby výstavby jednotlivých budov. Stejný typ hliníkových konstrukcí je vždy použit současně na velké prosklené plochy, okna i dveře. Hliníkové konstrukce jsou opatřeny izolačním dvojsklem.

Velké prosklené plochy se vyskytují ve vstupních a schodišťových halách. Jsou tvořené ocelovými profily, které tvoří nosný rám, do kterých jsou vsazována hliníková okna nebo hliníkové výplně. Ocelové profily jsou následně hliníkovými profily opláštěny.

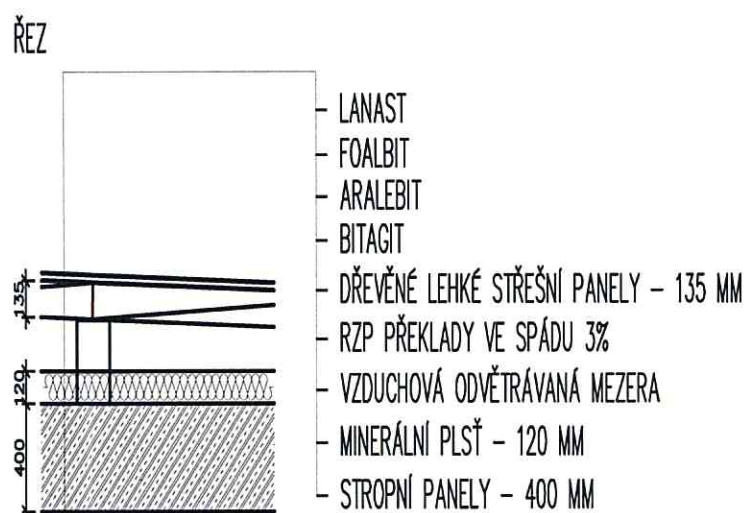
Okna jsou převážně pásová, na výšku 2,2 m. Okna probíhají přes celá patra budov a tvoří větší část obvodového pláště. Dá se odhadnout, že tvoří 65 % plochy obvodového pláště.

Vstupní dveře jsou většinou dvoukřídlé a jsou součástí větší prosklené plochy.



### Střešní plášť:

Střechy jsou realizovány jako dvouplášťové střechy s větranou vzduchovou mezerou. Atikový panel je opatřen větracími otvory, které zajišťují provětrávání střešního pláště. Na železobetonovém stropu je položena minerální plst' tloušťky 120 mm, nad kterou je větraná vzduchová mezera. Horní část střechy tvoří dřevěné lehké střešní panely, na kterých jsou položeny hydroizolační souvrství ze živičných pásů.



### Statické posouzení fasádního pláště

Podrobné statické posouzení viz. příloha 1.

Ve statickém posudku jsou posouzeny antikoroziční kotvy, na kterých je zavěšena vnější část betonového fasádního panelu ( moniérka ). Ze závěrů statického posouzení vyplývá, že stávající fasádní železobetonové panely lze zateplit z venkovní strany, aniž by bylo nutné do panelů jakkoliv zásadně zasahovat nebo případně i bourat.

## Tepelně technické posouzení

### Obvodový plášť:

Součástí obvodového pláště je tepelná izolace z polystyrénu tl. 80 mm. Dá se předpokládat, že se jedná o panely s běžnými tepelnými mosty, záteky cementového mléka do polystyrénu a prostupující ocelovou výztuží. Takto provedený panel již nesplňuje dnešní tepelné požadavky na obvodové konstrukce dle ČSN 73 0540-2. Ke splnění doporučené hodnoty prostupu tepla bude zapotřebí doplnit cca 140 mm tepelné izolace. Při budoucím návrhu zateplení lze uvažovat jak s kontaktním zateplovacím systémem, tak se zateplením provětrávané fasády s lehkým obkladem pozinkovanými či hliníkovými plechy. Zde je zapotřebí upozornit, že při použití kontaktního zateplovacího systému je nutné se vypořádat s povrchovým reliéfem panelů, pravděpodobně jejich srovnání za použití malty. To je nutné z důvodu požadavku lepení izolačních desek na rovný podklad. Předmětem posudku není definovat konkrétní výběr zateplovacího systému. Při tak velkém komplexu budov by měl být návrh předmětem práce architekta. Posudek uvažuje se zateplením pomocí běžných „lehkých“ zateplovacích systémů. V případě návrhu, při kterém by došlo k většího zatížení fasád, je zapotřebí zpracovat nový statický posudek. Nicméně existují kotevní systémy k dodatečnému kotvení vnějších betonových panelů ( moniéreky ).

### Prosklené fasády:

Hliníkové konstrukce jsou opatřeny izolačním dvojsklem. Izolační dvojsklo z doby svého původu se předpokládá s vyplněnou meziskelní dutinou vzduchem, přičemž vnější sklo je pokovené, hliníkový rám je s přerušným tepelným mostem. Takto provedené konstrukce již nesplňují dnešní tepelné požadavky na prosklené konstrukce dle ČSN 73 0540-2. Přestože jsou hliníkové konstrukce technicky v dobrém stavu, jsou z pohledu úspory energie nejslabším článkem celé fasády.

### Střešní plášť:

Střešní konstrukce jsou dvouplášťové se vzduchovou větranou mezerou. Jako tepelná izolace je použita minerální plst tloušťky 120 mm. Z dostupné dokumentace není patrné, že by bylo použito parozábrany mezi betonovým stropem a tepelnou izolací. V každém případě je nutné v rámci přípravy zateplení střechy provést průzkumné práce souvrství střech. Zde je nutné především ověřit přítomnost parozábrany, tloušťku minerální plsti, stav dřevěných střešních panelů zaměřený zejména na vlhkost, hnilobu a mykologii.

Z provedeného průzkumu vyplynou práce, které je při zateplení nutné provést. Při zateplení je možná varianta zachovat princip dvouplášťové větrané střechy, nebo varianta častější, změnit dvouplášťovou střechu na střechu jednoplášťovou. U jednoplášťové střechy je možno uvažovat také s více variantami. Při nutnosti odstranění stávající ( dřevěné poškozené ) střechy, bude provedena nová kompletní tepelně izolační skladby střechy. Nebo bude provedeno pouze přidání tepelně izolačního souvrství na stávající střechu. V každém případě již stávající střecha nesplňuje dnešní tepelné požadavky na střešní konstrukce dle ČSN 73 0540-2. Zde při návrhu tloušťky tepelné izolace bude hrát roli nejen požadavek na součinitel prostupu tepla, ale také požadavek na kondenzaci vlhkosti v konstrukci. Zde pak může vyplynout přidaná tloušťka tepelné izolace kolem 300 mm. To je zapotřebí dále řešit ve vztahu k výšce atik.

V následující tabulce jsou porovnány součinitele prostupu tepla stávajících konstrukcí s požadovanými a doporučenými hodnotami konstrukcí dle ČSN 73 0540-2.

Tepelně technické posouzení jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2.

UL1, K3, UL2, K2, UV, K1, UK, UU	Součinitel prostupu tepla [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]		
	Stávající stav	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
	U	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$
Obvodová stěna tl. 365	0,70	0,3	0,25
Obvodová stěna tl. 260 ( parapet)	0,72	0,3	0,25
Střecha	0,53	0,24	0,16
Prosklená fasáda okna	3,2	1,5	1,2
Dveře	3,7	1,7	1,2



V následující tabulce jsou uvedeny orientační tloušťky přidané tepelné izolace nutné ke splnění součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí.

UL1, K3, UL2, K2, UV, K1, UK, UU	tl. izolace [mm]		tl. přidané tepelné izolace [mm]	
	Stávající stav	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	
Obvodová stěna tl. 365	80 mm	100 mm	140 mm	
Obvodová stěna tl. 260 ( parapet)	80 mm	100 mm	140 mm	
Střecha	120 mm	100 mm	200 mm 300 mm*	

\* Orientační tloušťka tepelné izolace s ohledem na kondenzaci v konstrukci

Závěr:

Zpracovaný posudek prokázal, že vzhledem k velikosti areálu lze provádět práce na zateplování budov během celého vyučovacího roku. To znamená, že při zateplování budov nebudou probíhat stavební práce takového rozsahu, které by znemožňovali výuku. Nutná budou pouze opatření organizačního charakteru. Výměnu oken je možné provádět z vnitřní části budov po jednotlivých místnostech a patrech. Prosklené stěny je převážně vhodnější vyměnit během letních prázdnin, vzhledem k velkému rozsahu prací v halách a komunikačních koridorech. Neprůhlednou část fasády lze zateplovat z vnější části budov z lešení, aniž by bylo zasahováno do interiéru. Střešní plášť lze taktéž měnit během celého roku s ohledem na momentální klimatické poměry.

**Závěrem lze konstatovat, že práce na zateplení objektů lze provádět během celého roku bez přerušení a závažnějšího omezení vnitřního provozu.**

Zpracoval: Ing. Martin Bouda

Datum: 30. 6. 2015



*Bouda*